

**PENGEMBANGAN *E-BOOK* KEANEKARAGAMAN JENIS
MAKROFAUNA TANAH DI KEBUN WISATA PENDIDIKAN UNNES
SEBAGAI REFERENSI PRAKTIKUM EKOLOGI**

Intan Nawang Wulan¹, Sri Ngabekti^{1*}

¹Jurusan Biologi FMIPA UNNES, Semarang

*Email korespondensi: sri.ngabekti@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Kebun Wisata Pendidikan Universitas Negeri Semarang merupakan salah satu ruang terbuka hijau yang terletak di Universitas Negeri Semarang (UNNES) yang digunakan sebagai tempat penelitian, sumber belajar, dan kawasan konservasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keanekaragaman jenis makrofauna tanah dan menganalisis kelayakan serta keterbacaan *e-book* keanekaragaman jenis makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES sebagai referensi praktikum ekologi pada materi keanekaragaman serangga tanah. Metode yang digunakan pada penelitian untuk sampling makrofauna tanah dengan *pitfall trap* dan diidentifikasi jenisnya dengan pedoman Suin (2018). Metode pengembangan *e-book* menggunakan desain penelitian *Research and Development* (R&D). Uji coba produk *e-book* dilakukan di Universitas Negeri Semarang dengan melibatkan seluruh siswa rombel A Pendidikan Biologi 2018. Hasil identifikasi makrofauna tanah diketahui terdapat 20 jenis makrofauna tanah dari 14 familia. Hasil validasi *e-book*, dari ahli materi diperoleh skor 93,75%, ahli media 97,5%, dosen ekologi 88,83%, dan asisten dosen ekologi 85,18%, semuanya termasuk kriteria sangat baik. Uji coba skala kecil melibatkan 24 mahasiswa dengan angket tanggapan mahasiswa yang diperoleh persentase rata-rata 92,4% dengan kategori sangat baik. Uji keterbacaan *e-book* melibatkan 10 mahasiswa yang menunjukkan kategori tinggi dengan persentase rata-rata 82,8%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *e-book* Keanekaragaman Jenis Makrofauna Tanah dinyatakan layak digunakan sebagai referensi praktikum ekologi.

Kata kunci: *E-book*; Makrofauna Tanah; Praktikum Ekologi; Referensi

PENDAHULUAN

Universitas Negeri Semarang merupakan perguruan tinggi negeri yang terletak di Desa Sekaran, Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. Perguruan tinggi ini termasuk ke dalam universitas berbasis konservasi dengan diimplementasikannya tiga pilar dalam Peraturan Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor 6 Tahun 2017 yaitu nilai dan karakter; seni dan budaya; serta sumber daya alam dan lingkungan. Salah satu bentuk implementasi pilar sumber daya alam dan lingkungan adalah adanya keberadaan Kebun Wisata Pendidikan UNNES. Kebun Wisata Pendidikan UNNES merupakan kebun wisata yang menyediakan sarana dan prasarana yang dapat digunakan sebagai sumber belajar biologi serta mengembangkan kegiatan pembelajaran biologi yang inovatif (Priyono dan Abdullah, 2013).

Kebun Wisata Pendidikan UNNES memiliki keanekaragaman hayati yang dapat dimanfaatkan sebagai referensi dalam pembelajaran. Hal tersebut dapat diterapkan dalam bentuk media pembelajaran yang memanfaatkan potensi lingkungan sekitar. Salah satu mata kuliah yang memanfaatkan Kebun Wisata Pendidikan UNNES adalah mata kuliah ekologi. Kebun Wisata Pendidikan UNNES digunakan sebagai salah satu lokasi praktikum ekologi di lapangan. Salah satu materi praktikum ekologi yang memanfaatkan Kebun Wisata Pendidikan UNNES adalah materi keanekaragaman serangga tanah. Serangga tanah termasuk ke dalam kelompok makrofauna tanah. Makrofauna tanah merupakan organisme yang memiliki ukuran tubuh lebih dari satu sentimeter dimana sebagian atau seluruh siklus hidupnya dihabiskan di dalam tanah baik di permukaan maupun di dalam tanah (Suin, 2018; Anwar dan Ginting, 2013; Kimmins, 1987). Makrofauna tanah memiliki peranan yang besar dalam perombakan materi tumbuhan dan hewan yang mati, pengangkutan materi organik dari permukaan ke dalam tanah, perbaikan struktur tanah, dan proses pembentukan tanah sehingga dengan adanya makrofauna tanah sebagai perombak bahan organik dapat menentukan ketersediaan hara dalam menyuburkan tanah (Wibowo dan Rizqiyah, 2014; Hanafiah, 2013). Apabila terjadi perubahan lingkungan pada habitat makrofauna tanah maka akan mempengaruhi keberadaan makrofauna tanah. Pengelolaan tanah yang tidak memenuhi kaidah yang benar akan menyebabkan penurunan kelimpahan dan keragaman makrofauna tanah (Anwar dan Ginting, 2013).

Marlina dkk. (2015) menyatakan bahan ajar berbasis potensi lokal dengan menggunakan contoh kasus studi yang dekat dengan kehidupan peserta didik dapat meningkatkan sikap peduli terhadap lingkungan yang terpacu oleh dirinya sendiri. Pendidikan mengenai lingkungan sekitar dapat dimanfaatkan melalui media pembelajaran sebagai salah satu referensi dalam pembelajaran. Namun bahan ajar yang beredar belum banyak mencantumkan potensi lokal yang ada di lingkungan sekitar sehingga terdapat kesulitan dalam mengeksplorasi dan mengamati fenomena alam yang terjadi di lingkungan sekitar. Pada praktikum mata kuliah ekologi asisten dosen mendapatkan kesulitan saat memberikan materi mengenai keanekaragaman serangga tanah. Keterbatasan waktu saat praktikum menyebabkan beberapa rombel hanya diberikan materi mengenai cara membuat jebakan pit fall trap dan tidak sampai pada tahap identifikasi sampel serangga tanah. Hal tersebut mengakibatkan tidak tercapainya tujuan praktikum dimana mahasiswa diharuskan memahami analisis keanekaragaman serangga tanah dan menghubungkannya dengan faktor lingkungan yang mempengaruhi keanekaragaman.

Media pembelajaran elektronik menjadi salah satu fasilitas media pembelajaran yang menarik dan mengedepankan penggunaan teknologi terkini dalam mengembangkan media pembelajaran (Septianto dan Uman, 2017). *E-book* merupakan salah satu media pembelajaran yang terorganisir dan terstruktur dalam bentuk digital yang dapat dipresentasikan ke pembaca (Shiratuddin dan Landoni, 2003). Pada penelitian yang dilakukan oleh Riyanningrum dan Sitompul (2020) menunjukkan *e-book* bilingual dapat meningkatkan pengetahuan kesehatan

pribadi siswa dan layak digunakan sebagai media penunjang sumber belajar utama siswa. Adanya *e-book* mengenai keanekaragaman jenis makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES diharapkan dapat membantu mahasiswa untuk belajar mengenai keanekaragaman serangga tanah. Referensi pembelajaran berupa *e-book* dapat mewakili keterbatasan waktu pertemuan dan membantu mahasiswa dalam mengidentifikasi jenis makrofauna tanah. Selain itu penelitian mengenai keanekaragaman jenis makrofauna tanah masih sedikit sehingga dengan adanya penelitian ini dapat memberikan informasi lebih lanjut mengenai makrofauna tanah khususnya di kawasan Universitas Negeri Semarang.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* yang diadaptasi dari Sugiyono (2010) dengan modifikasi: potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi produk, revisi hasil validasi produk, uji coba skala kecil, revisi produk, dan produk akhir. Pengambilan data makrofauna tanah dilaksanakan di Kebun Wisata Pendidikan Universitas Negeri Semarang. Penentuan lokasi pengambilan data menggunakan pertimbangan penentuan zona vegetasi yang terdapat di lokasi. Terdapat enam zona pengambilan sampel dengan setiap zona terdapat 10 titik pengambilan. Uji coba skala kecil dilaksanakan di Universitas Negeri Semarang dengan menggunakan sampel penelitian 10 mahasiswa rombel A Pendidikan Biologi 2018 untuk uji keterbacaan dan seluruh siswa rombel A Pendidikan Biologi 2018 untuk angket tanggapan. Data penelitian yang diambil adalah keanekaragaman jenis makrofauna tanah, hasil validasi *e-book* oleh ahli materi, hasil validasi *e-book* oleh ahli media, hasil validasi *e-book* oleh dosen ekologi, hasil validasi *e-book* oleh asisten dosen ekologi, hasil tanggapan mahasiswa terhadap *e-book*, dan hasil keterbacaan mahasiswa terhadap *e-book*. Data penelitian dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

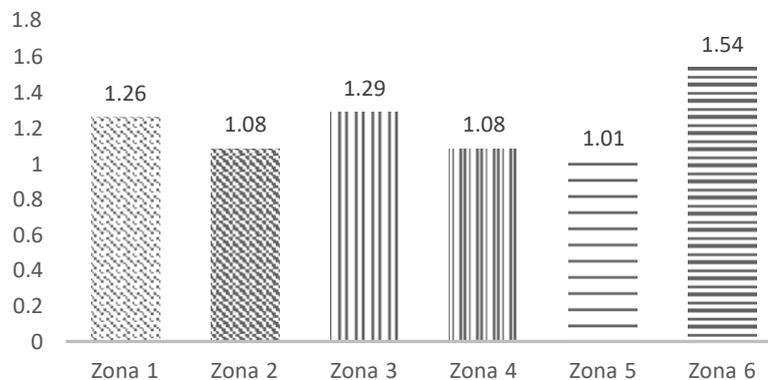
Keanekaragaman Jenis Makrofauna Tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES

Keanekaragaman jenis makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES berdasarkan indeks Shannon-Wiener (H') sebesar 1,41 dan termasuk kedalam kategori keanekaragaman sedang. Terdapat 20 jenis makrofauna tanah yang terbagi ke dalam 9 ordo, 14 familia, dan 18 genus. Nilai indeks keanekaragaman makrofauna tanah dapat menunjukkan kondisi tanah dalam wilayah tersebut. Semakin tinggi tingkat keanekaragaman makrofauna tanah maka kondisi tanah di wilayah tersebut dalam keadaan baik. Jenis makrofauna tanah yang ditemukan di Kebun Wisata Pendidikan UNNES yaitu *Pardosa torrentum*, *Civizelotes civicus*, *Lithobius forficatus*, *Blatta orientalis*, *Blatella germanica*, *Loboptera decipiens*, *Cryptocercus punctulatus*, *Cryptocercus garciai*, *Leptusa ruficollis*, *Necrophila americana*, *Chelisoches morio*, *Forficula auricularia*, *Leptocorisa acuta*, *Diacamma rugosum*, *Odontoponera denticulata*, *Odontomachus simillimus*, *Oecophylla smaragdina*, *Anoplolepis gracilipes*, *Etiella zinckenella*, dan *Atractomorpha crenulata*. Jenis makrofauna tanah yang paling banyak ditemukan adalah *Odontoponera denticulata*. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemunculan dari *Odontoponera denticulata* lebih banyak dibandingkan dengan spesies lainnya. Menurut Kusri dan Remetwa dalam Kares dkk. (2019) kondisi tersebut menunjukkan bahwa spesies tersebut mampu hidup atau berasosiasi pada semua tipe habitat bahkan ketika habitat tersebut mengalami gangguan sekalipun.

Hasil analisis nilai indeks keanekaragaman jenis makrofauna tanah pada setiap zona menunjukkan zona 6 memiliki nilai indeks keanekaragaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona yang lain (Gambar 1). Menurut Wirakusumah (2003) semakin tinggi nilai indeks

keanekaragaman pada suatu kawasan menunjukkan komunitas di kawasan tersebut semakin stabil. Berdasarkan hal tersebut, maka zona 6 memiliki komunitas yang cukup stabil dibandingkan dengan zona yang lain.

Pada zona 1, jenis yang paling banyak ditemukan yaitu *Diacamma rugosum* sebanyak 102 individu. *Diacamma rugosum* termasuk ke dalam famili Formicidae yang terdistribusi secara luas di wilayah tropis dan Asia subtropis. *Diacamma rugosum* dapat ditemukan di lubang cabang, di tanah, dan di celah-celah dinding. Di Malaysia, *Diacamma rugosum* dapat ditemukan di lubang pohon yang masih hidup. Selain itu *Diacamma rugosum* dapat ditemukan di cabang atau semak-semak dan pohon-pohon kecil (Maschwitz dkk., 1986). Hal tersebut sesuai dengan kondisi lingkungan di lokasi pengambilan data yang terdapat semak-semak rimbun sebagai salah satu habitat dari *Diacamma rugosum*. Selain itu terdapat banyak serasah yang didominasi oleh daun kering dari vegetasi dominan berupa pohon jati dan bambu. Kondisi tersebut dapat mendukung habitat dari makrofauna tanah dimana bahan organik tanaman merupakan sumber energi bagi makrofauna tanah (Suin, 1977).



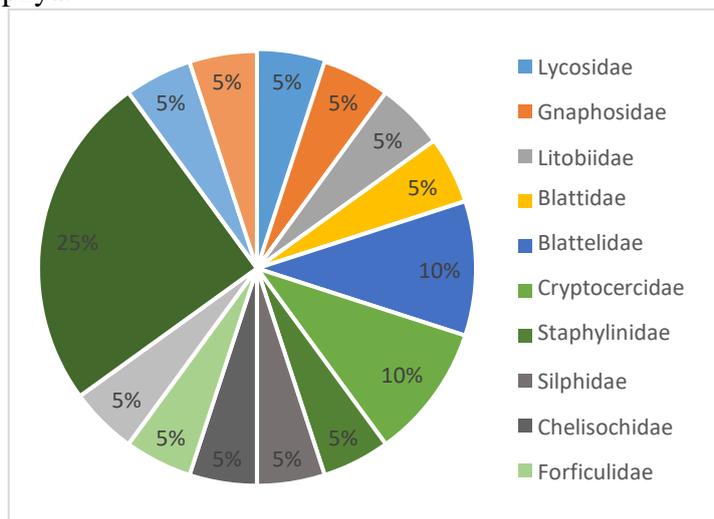
Gambar 1. Keanekaragaman jenis makrofauna tanah pada setiap zona

Zona 2, zona 3, dan zona 6 merupakan zona yang memiliki jumlah jenis terendah. Jenis makrofauna tanah yang paling banyak ditemukan adalah *Diacamma rugosum* pada zona 2 dan *Odontoponera denticulata* pada zona 3 serta zona 6. Wilayah zona 2 dan zona 3 terletak pada satu garis dan dekat dengan wilayah aktivitas manusia. Serasah pada zona 2 dan zona 3 tidak rimbun seperti zona yang lain. Selain itu penutupan tajuk pada kedua zona rendah sehingga penyinaran cahaya matahari cukup tinggi. Hal tersebut ditunjukkan pada pengukuran suhu udara dan intensitas cahaya dimana zona 3 menunjukkan pengukuran paling tinggi dibandingkan dengan zona yang lain. Noorhadi (2003) menyatakan bahwa tingginya penyinaran cahaya matahari ke permukaan tanah akan meningkatkan suhu pada permukaan tanah. Peningkatan suhu pada permukaan tanah akan mempengaruhi keberadaan dari makrofauna tanah karena makrofauna tanah tidak menyukai habitat yang terpapar dengan sinar matahari secara langsung.

Pengukuran parameter pH tanah sangat penting dilakukan karena pH tanah dapat mempengaruhi keberadaan dan kepadatan makrofauna tanah (Suin, 2018). Dari pengukuran pH tanah diperoleh nilai pH tanah berkisar 6,9 - 7 (kategori netral). Handayanto dan Hairiah (2009) menyatakan bahwa pH berkisar 6 - 7 memiliki ketersediaan unsur hara yang cukup tinggi dan disukai oleh sebagian besar fauna tanah. Odum (1971) juga menyatakan bahwa fauna tanah masih bisa menoleransi tanah yang memiliki pH 6,50 - 6,87.

Famili makrofauna tanah yang memiliki jumlah jenis paling banyak adalah famili Formicidae dengan 5 jenis makrofauna tanah atau 25% dari semua jenis makrofauna tanah yang ditemukan. Jenis makrofauna tanah dari famili Formicidae yang ditemukan yaitu *Diacamma rugosum*, *Odontoponera denticulata*, *Odontomachus similimus*, *Oexophylla smaragdina*, dan

Anoplolepis gracilipes (Gambar 2). Rahmawaty (2004) menyatakan bahwa famili Formicidae merupakan famili yang memiliki tingkat adaptasi yang sangat tinggi terhadap lingkungan dan jumlah individu yang mencapai hampir 70% dari fauna tanah sehingga dapat ditemukan dimanapun. Famili Formicidae termasuk ke dalam kelompok predator yang polypogus sehingga anggota dari famili Formicidae dapat memangsa apa saja. Berdasarkan hal tersebut, famili Formicidae tidak akan kesulitan dalam mendapatkan makanan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya.



Gambar 2. Grafik famili makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES

Kelayakan *E-book* Makrofauna Tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES

Validasi mengenai kelayakan *e-book* makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dosen ekologi, dan asisten dosen ekologi. *E-book* dinilai terlebih dahulu oleh validator sebelum diujicobakan lebih lanjut dalam uji coba skala kecil. Validasi *e-book* menggunakan instrumen penilaian bahan ajar dari BSNP tahun 2014. Uji validitas terhadap materi *e-book* oleh ahli materi meliputi aspek dimensi pengetahuan, kebahasaan, teknik penyajian, dan kelengkapan penyajian. Pada aspek dimensi pengetahuan dan dimensi kebahasaan diperoleh persentase sebesar 100% dengan kategori sangat baik. Hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan pada *e-book* faktual dan aktual sesuai dengan perkembangan ilmu. Bahasa yang digunakan pada *e-book* disajikan secara menarik, mudah dipahami, dan tidak menimbulkan multitafsir. Aspek dimensi teknik penyajian diperoleh sebesar 87,5% dengan kategori sangat baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa *e-book* disajikan secara runtut dan sesuai dengan alur berpikir deduktif atau induktif. Konsep materi yang disajikan dari yang sederhana ke kompleks dimana penyajian materi *e-book* diawali dengan panduan membaca atau petunjuk penggunaan *e-book*. Komponen terakhir yaitu aspek dimensi kelengkapan penyajian yang diperoleh persentase sebesar 87,5% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penyajian *e-book* disajikan secara lengkap. Secara keseluruhan validasi materi diperoleh rata-rata persentase sebesar 93,75% dengan kategori sangat baik. Dari hasil validasi tersebut, ahli materi menyatakan bahwa *e-book* layak untuk diujicobakan (Tabel 1).

Uji validitas terhadap media *e-book* makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES oleh ahli media meliputi aspek desain cover *e-book* dan aspek desain isi *e-book*. Aspek desain cover *e-book* diperoleh hasil persentase sebesar 95% sedangkan aspek desain isi *e-book* diperoleh hasil persentase 100%. *E-book* memiliki kelebihan diantaranya yaitu bentuk *e-book* yang elektronik sehingga praktis digunakan saat pembelajaran dan dapat diakses dengan mudah

serta desain pada *e-book* menarik dan dilengkapi dengan beberapa ilustrasi yang dapat menarik minat mahasiswa. Menurut Santoso dkk. (2018), penggunaan *e-book* mampu meningkatkan hasil belajar siswa dibandingkan dengan penggunaan buku cetak. Selain itu pada penelitian yang dilakukan oleh Adawiyah dkk. (2019) menunjukkan bahwa *e-book* interaktif efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa dalam pembelajaran konsep dinamika rotasi. Secara keseluruhan diperoleh rata-rata persentase sebesar 97,5% dengan kategori sangat baik. Dari hasil tersebut, ahli media menyatakan bahwa *e-book* layak untuk diujicobakan (Tabel 1).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ariyanto dkk. (2021) mengenai pengembangan augmented reality berdasarkan *e-book* menunjukkan hasil uji sangat layak dengan penilaian kelayakan *e-book* berupa penilaian kelayakan materi dan media berturut-turut sebesar 93% dan 98%. Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Pramana dan Dewi (2014) mengenai pengembangan *e-book* IPA Terpadu pada tema suhu dan pengukuran memperoleh hasil uji sangat layak dengan penilaian kelayakan *e-book* berupa penilaian kelayakan materi dan media berturut-turut sebesar 95,37% dan 95%.

Uji validitas terhadap *e-book* yang dilakukan oleh dosen ekologi meliputi aspek kegrafikan, aspek materi, dan aspek bahasa. Aspek kegrafikan diperoleh hasil persentase sebesar 91,6%, aspek materi 83,3%, dan aspek bahasa 91,6%. Secara keseluruhan diperoleh rata-rata persentase sebesar 88,83% dengan kategori sangat baik. Dari nilai validasi tersebut, dosen ekologi menyatakan bahwa *e-book* layak untuk diujicobakan (Tabel 1). Penelitian yang dilakukan oleh Betaubun dkk. (2020) mengenai pengembangan ebook bilingual interaktif berdasarkan local wisdom di Indonesia dari aspek kepraktisan mendapatkan respon yang sangat baik oleh dosen.

Uji validitas terhadap *e-book* yang dilakukan oleh asisten dosen ekologi diperoleh persentase rata-rata sebesar 85,1% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil penilaian tersebut dapat menunjukkan bahwa *e-book* makrofauna tanah telah mencapai standar kelayakan bahan ajar menurut BSNP tahun 2014 sehingga layak untuk diujicobakan kepada mahasiswa (Tabel 1). Standar kelayakan menurut BSNP tahun 2014 terdiri dari empat komponen yaitu komponen kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan.

Tabel 1. Hasil validasi *e-book* makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES

No	Validator	Persentase	Kategori
1	Materi	93,75%	Sangat baik
2	Media	97,5%	Sangat baik
3	Dosen ekologi	88,83%	Sangat baik
4	Asisten dosen ekologi	85,18%	Sangat baik
Rata-rata persentase		91,32%	Sangat baik

Untuk mengetahui keterbacaan *e-book* dilakukan uji keterbacaan berupa uji rumpang (cloze test). Uji rumpang merupakan teknik tes tertulis yang digunakan untuk menguji mahasiswa dengan cara mengisi rumpangan yang terdapat dalam sebuah wacana. Wacana tersebut berisi materi yang berkaitan dengan isi materi *e-book*. Hasil dari uji rumpang diperoleh skor rata-rata 82,8% dengan kategori tinggi. Berdasarkan penelitian tersebut, *e-book* dapat digunakan oleh mahasiswa dengan kemampuan tinggi hingga rendah yang ditunjukkan dengan perolehan persentase mahasiswa dengan tingkat kemampuan tinggi hingga rendah lebih dari 60% dan masing masing berada pada kriteria yang tinggi (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji keterbacaan *e-book* menggunakan cloze test

No	Mahasiswa	Jumlah	Persentase	Kategori
1	Tingkat kemampuan tinggi	3	91,1%	Tinggi
2	Tingkat kemampuan rata-rata	4	88,3%	Tinggi

3	Tingkat kemampuan rendah	3	68,9%	Tinggi
	Rata-rata persentase		82,8%	Tinggi

Angket tanggapan mahasiswa menggunakan instrumen penilaian bahan ajar BSNP tahun 2014. Terdapat 10 pernyataan mengenai *e-book* makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES. Hasil angket tanggapan diperoleh dengan hasil persentase tertinggi yaitu 100% dan persentase terendah yaitu 86,5% yang menunjukkan bahwa *e-book* tersebut ditanggapi sangat baik oleh mahasiswa. Secara keseluruhan diperoleh rata-rata persentase sebesar 92,4% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil persentase tersebut menunjukkan bahwa *e-book* makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES dapat membuat mahasiswa untuk bersemangat dalam mempelajari makrofauna tanah. Gambar maupun foto yang disisipkan pada *e-book* dapat membuat mahasiswa tertarik dalam mempelajari materi makrofauna tanah. Selain itu bahasa yang digunakan pada *e-book* mempermudah mahasiswa untuk memahami isi dari *e-book*. Untuk penyajian materi pada *e-book* makrofauna tanah dapat memberikan pengetahuan kepada mahasiswa mengenai keanekaragaman makrofauna tanah yang terdapat di Kebun Wisata Pendidikan UNNES. Adanya informasi tersebut diharapkan mahasiswa memiliki kesadaran untuk melakukan tindakan nyata dalam menjaga dan melestarikan keanekaragaman makrofauna tanah di lingkungannya.

Mahasiswa yang diuji juga diminta untuk mengisi lembar kerja mahasiswa yang bertujuan untuk menganalisis kegiatan mahasiswa selama uji coba skala kecil dalam memenuhi tujuan praktikum. Pada lembar kerja mahasiswa disajikan beberapa pertanyaan mengenai makrofauna tanah meliputi tabel beberapa gambar makrofauna tanah, tabel data makrofauna tanah, dan pertanyaan terkait hubungan makrofauna tanah dengan faktor lingkungan. Berdasarkan hasil lembar kerja mahasiswa menunjukkan bahwa mahasiswa mampu menjawab sebagian besar pertanyaan yang disajikan pada lembar kerja mahasiswa. Pada pertanyaan mengenai hubungan faktor lingkungan dengan keberadaan makrofauna tanah, mahasiswa mampu menganalisis hubungan faktor lingkungan dengan keberadaan makrofauna tanah. Hal tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa mampu memahami peranan lingkungan yang dapat mempengaruhi keberadaan makrofauna tanah serta keterkaitan yang terjalin antara lingkungan biotik dan abiotik dalam suatu ekosistem. Adanya pemahaman tersebut diharapkan mahasiswa menyadari pentingnya setiap komponen yang ada di dalam sebuah ekosistem sehingga dapat menjaga dan melestarikan keberadaannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa keanekaragaman jenis makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES termasuk pada kriteria keanekaragaman sedang. *E-book* makrofauna tanah yang dikembangkan diperoleh kriteria sangat layak oleh validator sebagai referensi praktikum ekologi khususnya pada materi serangga tanah. Untuk tingkat keterbacaan *e-book* keanekaragaman jenis makrofauna tanah di Kebun Wisata Pendidikan UNNES diperoleh kategori tinggi sehingga *e-book* layak digunakan sebagai referensi praktikum ekologi khususnya pada materi serangga tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Harjono, A., Gunawan, G., & Hermansyah, H. (2019). Interactive e-book of physics to increase students' creative thinking skills on rotational dynamics concept. In: *Proceedings 9th International Conference on Physics and Its Applications (ICOPIA)*. Surakarta, Indonesia.
- Anwar, E. K. & Ginting, R. C. B. (2013). *Mengenal Fauna Tanah dan Cara Identifikasinya*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Ariyanto, F., Atiqoh, & Waluyo, D. A. (2021). Development of augmented reality based ebook to improve the quality of learning. *Psychology and Education*, 58 (5), 1487-1496.
- Betaubun, M., Asmaningrum, H. P., & Nasrawati. (2020). Improving digital learning tool in the classroom through interactive bilingual ebook based on local wisdom of Indonesia. *American Journal of Humanities and Social Sciences Research (AJHSSR)*, 4 (6), 292-302.
- Hanafiah, K. A. (2013). *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Handayanto, E. & Hairiah, K. (2009). *Biologi Tanah: Landasan Pengelolaan Tanah*. Yogyakarta: Pustaka Adiputra.
- Kares, Y., Katili, D. Y., & Langoy, M. L. (2019). Keanekaragaman amphibi di areal persawahan Kota Tondano Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, 8 (3), 135-137.
- Kimmins, J. P. (1987). *Forest Ecology*. New Jersey: Macmillan Pub. Co.
- Marlina, R., Hardigaluh, B., & Yokhebed. (2015). Pengembangan modul pengetahuan lingkungan berbasis potensi lokal untuk menumbuhkan sikap peduli lingkungan mahasiswa pendidikan biologi. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 20 (1), 94-99.
- Maschwitz, U., Jessen, K., & Knecht, S. (1986). Tandem recruitment and trail laying in the ponerine ant *Diacamma rugosum* : signal analysis. *Ethology*, 7 (1), 30-41.
- Noorhadi, S. (2003). Kajian pemberian air dan mulsa terhadap iklim mikro pada tanaman cabai di tanah entisol. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 4 (1), 41-49.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamental of Ecology*. Philadelphia: W. B. Saunders Company.
- Pramana, W. D. & Dewi, N. R. (2014). Pengembangan e-book IPA terpadu tema usaha dan pengukuran untuk menumbuhkan kemandirian belajar siswa. *Unnes Science Educational Journal*, 3 (3), 602-608.
- Priyono, B. & Abdullah, M. (2013). Keanekaragaman jenis kupu-kupu di kebun wisata UNNES. *Biosaintifika*, 5 (2), 76-81.
- Rahmawaty. (2004). Studi keanekaragaman mesofauna tanah di kawasan hutan wisata alam Sibolangit. Skripsi. Sumatera Utara: Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Riyanningrum, A. T. & Sitompul, N. C. (2020). Pengembangan e-book bilingual untuk meningkatkan pengetahuan kesehatan pribadi siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan: Riset & Konseptual*, 4 (3), 425-430.
- Santoso, T. N. B., Siswandari, Sawiji, H. (2018). The effectiveness of ebook versus printed books in the rural schools in Indonesia at the modern learning era. *International Journal of Educational Research Review*, 3 (4), 77-84.
- Septianto, W. & Umam, M. K. (2017). Efektifitas penggunaan media pembelajaran elektronik interaktif pada hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Mesin*, 5 (3), 175-182.
- Shiratuddin, N. & Landoni, M. (2003). Children's e-book technology: devices, books and book builder. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 2003 (1), 105-138.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Suin, N. M. (1997). *Ekologi Fauna Tanah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Suin, N. M. (2018). *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wibowo, C. & Rizqiyah, W. (2014). Keanekaragaman makrofauna tanah pada berbagai tipe tegakan di hutan pendidikan Gunung Walat, Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Sulvikultur Tropika*, 5 (1), 43-48.
- Wirakusumah, S. (2003). *Dasar-dasar Ekologi Bagi Populasi dan Komunitas*. Jakarta: UI Press.