



## VALIDITAS DAN EFEKTIVITAS PETUNJUK PRAKTIKUM ELEKTRONIK KEANEKARAGAMAN HAYATI UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA

**Alfany Abied Maulana Satmaka<sup>1\*</sup>, Fatchur Rohman<sup>2</sup>, & Sitoresmi  
Prabaningtyas<sup>3</sup>**

<sup>1,2,&3</sup>Program Studi Pascasarjana Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang Nomor 5, Malang,  
Jawa Timur 65145, Indonesia

\*Email: [alfany.abied.2203418@students.um.ac.id](mailto:alfany.abied.2203418@students.um.ac.id)

Submit: 12-12-2023; Revised: 14-12-2023; Accepted: 17-12-2023; Published: 30-12-2023

**ABSTRAK:** Semakin ketatnya persaingan pada abad ke-21 menuntut siswa untuk dapat berpikir dengan baik. Siswa dituntut harus memiliki pemikiran yang kritis untuk dapat bersaing secara unggul dalam kompetisi yang semakin ketat dalam abad ke-21. Salah satu inovasi dalam pembelajaran keanekaragaman hayati yang dapat diadopsi adalah pengembangan petunjuk praktikum elektronik keanekaragaman hayati dalam pembelajaran *inquiry*. Prosedur pengembangan yang digunakan terdiri atas lima tahapan, antara lain: 1) penilaian/analisis (*assessment/analyze*) yang terdiri dari dua fase yaitu analisis kebutuhan (*need assessment*) dan penilaian awal-akhir (*front-end analysis*); 2) desain (*design*); 3) pengembangan (*development*); 4) implementasi (*implementation*); dan 5) evaluasi (*evaluation*). Petunjuk praktikum elektronik keanekaragaman hayati setelah divalidasi memperoleh validitas yang sangat valid dan mempunyai keefektifan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

**Kata Kunci:** Petunjuk Praktikum Elektronik, Keterampilan Berpikir Kritis, Keanekaragaman Hayati.

**ABSTRACT:** Increasingly tight competition in the 21st century requires students to be able to think well. Students are required to have critical thinking to be able to compete superiorly in increasingly fierce competition in the 21st century. One innovation in biodiversity learning that can be adopted is the development of electronic biodiversity practicum instructions in inquiry learning. The development procedure used consists of five stages, including: 1) assessment/analysis which consists of two phases, namely needs assessment and front-end analysis; 2) design (*design*); 3) development (*development*); 4) implementation (*implementation*); and 5) evaluation. Biodiversity electronic practicum instructions after being validated have very valid validity and are effective in improving critical thinking skills.

**Keywords:** Electronic Practicum Instructions, Critical Thinking Skills, Biodiversity.

**How to Cite:** Satmaka, A. A. M., Rohman, F., & Prabaningtyas, S. (2023). Validitas dan Efektivitas Petunjuk Praktikum Elektronik Keanekaragaman Hayati untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(2), 1743-1752. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i2.10021>



*Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi* is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

### PENDAHULUAN

Semakin ketatnya persaingan pada abad ke-21 menuntut siswa untuk dapat berpikir dengan baik. Siswa dituntut harus memiliki pemikiran yang kritis untuk



dapat bersaing secara unggul dalam kompetitif yang semakin ketat dalam abad ke-21. Hal tersebut menjadikan keterampilan berpikir kritis penting untuk dimiliki oleh siswa. Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kecakapan hidup (*life skill*) yang perlu dikembangkan di abad ke-21 melalui pendidikan (Diharjo *et al.*, 2017; Siskayanti *et al.*, 2022). Keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan untuk membuktikan suatu hal dengan alasan yang kuat melalui proses menerapkan, mengevaluasi, dan menggunakan data untuk mengembangkan pemikiran kritis yang menganalisis (Greenstein, 2015).

Pada tahun 2018, berdasarkan hasil survey dari *Programme for International Student Assessment (PISA)* yang diinisiasi oleh *Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD)*, suatu studi untuk mengevaluasi sistem pendidikan yang diikuti 80 negara di seluruh dunia menunjukkan bahwa Indonesia berada di rangking 74 jauh berada di bawah negara-negara Asia Tenggara lainnya, seperti Thailand, Singapura, dan Malaysia (OECD, 2019). Survei PISA menunjukkan bahwa literasi siswa Indonesia yang mencakup keterampilan kolaborasi dan keterampilan berpikir kritis siswa masih sangat rendah sehingga perlu ditingkatkan. Peningkatan beberapa keterampilan siswa dapat dimulai dari awal dengan proses pembelajaran yang baik dan penggunaan media dan bahan ajar yang sesuai dengan siswa (Pranata & Setyawan, 2018).

Berdasarkan hasil studi analisis kebutuhan di MA Negeri 2 Mojokerto diketahui bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih terbilang rendah. Rata-ratanya 66,02% siswa yang melaksanakan indikator keterampilan berpikir kritis dengan sangat baik. Hasil wawancara dengan guru MA Negeri 2 Mojokerto diketahui bahwa siswa MA Negeri 2 Mojokerto masih kurang dalam keterampilan berpikir kritis. Terdapat siswa yang kesulitan dalam melaksanakan indikator keterampilan berpikir kritis. Kurangnya keterampilan berpikir kritis siswa MA Negeri 2 Mojokerto dikarenakan media dan bahan ajar yang digunakan cenderung belum maksimal untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Media dan bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran mempunyai peran yang sangat penting dalam pelaksanaan pembelajaran. Penggunaan media dalam pembelajaran dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran, terutama dalam pembelajaran Biologi.

Pembelajaran keanekaragaman hayati merupakan salah satu aspek penting dalam mata pelajaran Biologi. Menurut Sala (2021), keanekaragaman hayati merupakan materi yang sulit dipelajari oleh siswa dikarenakan bersifat kompleks dan memerlukan pemahaman yang luas dan mendalam. Hasil analisis kebutuhan di MA Negeri 2 Mojokerto diperoleh bahwa 75,8% siswa MA Negeri 2 Mojokerto kesulitan dalam pembelajaran materi keanekaragaman hayati. Pembelajaran keanekaragaman hayati masih seringkali berpusat pada guru dan kurang memberikan kesempatan bagi siswa untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran (Mahfudzah & Asmaningtyas, 2019). Metode ceramah dengan porsis yang besar kurang efektif dalam pembelajaran abad ke-21. Pembelajaran abad ke-21 siswa dituntut untuk berperan aktif dalam pendidikan (Etistika *et al.*, 2016).

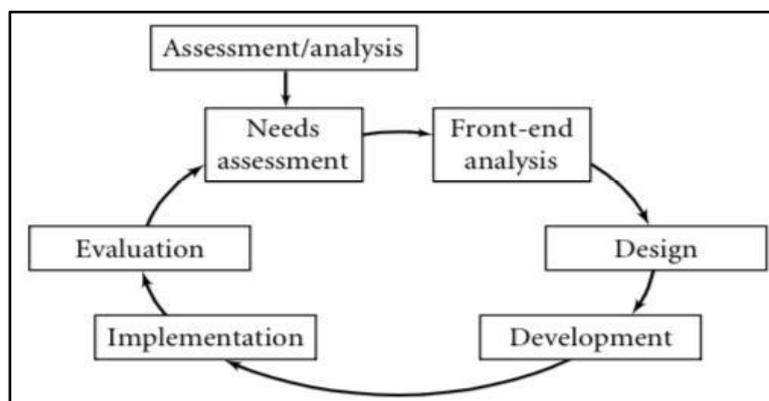
Salah satu inovasi dalam pembelajaran keanekaragaman hayati yang dapat diadopsi adalah pengembangan petunjuk praktikum elektronik keanekaragaman

hayati dalam pembelajaran *inquiry*. Melalui model pembelajaran *inquiry learning* diharapkan dapat membuat pembelajaran menjadi lebih efektif dan siswa menjadi lebih aktif. Siswa menjadi lebih aktif dengan cara dibimbing untuk membangun pengetahuan awal dengan orientasi masalah yang dihadapkan ke siswa (Sadeh & Zion, 2013).

Petunjuk praktikum elektronik dirancang untuk memberikan kesempatan bagi siswa untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian Saputri & Susilowibowo (2018) menyebutkan bahwa petunjuk praktikum berbentuk elektronik dapat membuat proses pembelajaran lebih menarik untuk diikuti dan lebih efektif. Petunjuk praktikum bersifat elektronik dikarenakan dapat diakses dimana saja dan kapan saja. Petunjuk praktikum elektronik mampu mengintegrasikan tayangan suara, grafik, dan gambar. Pengintegrasian tayangan suara, grafik, dan gambar mampu membuat informasi yang ditampilkan lebih kaya dibandingkan buku konvensional. Format multimedia dalam petunjuk praktikum elektronik memungkinkan penyediaan informasi teks, gambar, suara, dan video dalam bentuk yang terintegrasi. Petunjuk praktikum elektronik dapat dipadukan dengan gambar, video, dan *hyperlink* yang tersambung dengan internet. Konten yang tersambung dengan internet dapat dipaparkan lebih menarik dan bervariasi (Rosyidah, 2022).

## METODE

Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan Lee & Owens (2004). Metode pengembangan ini dipilih karena memiliki struktur yang tersusun secara sistematis dengan tahapan yang mencakup keseluruhan kebutuhan dan digunakan untuk pengembangan media dan bahan ajar yang berfokus pada media pembelajaran digital. Prosedur pengembangan Lee & Owens terdiri dari lima tahapan, antara lain: 1) penilaian/analisis (*assessment/analyze*) yang terdiri dari dua fase yaitu analisis kebutuhan (*need assessment*) dan penilaian awal-akhir (*front-end analysis*); 2) desain (*design*); 3) pengembangan (*development*); 4) implementasi (*implementation*); dan 5) evaluasi (*evaluation*). Tahapan model pengembangan Lee & Owens ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Model Penelitian dan Pengembangan Lee & Owens.



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Validitas media petunjuk praktikum elektronik dilihat dari validasi ahli materi, ahli media, dan praktisi pendidikan biologi. Kevalidan dan kepraktisan petunjuk praktikum elektronik dilakukan dengan rubrik kriteria penilaian kelayakan materi dan media petunjuk praktikum elektronik pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kriteria Penilaian Kevalidan dan Keterbacaan Petunjuk Praktikum Elektronik.**

Kriteria Validitas (Pencapaian Skor)	Tingkat Validasi/ Kelayakan	Keterangan
85.01%-100%	Sangat valid/praktis/terbaca	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
70.01%-85.00%	Cukup valid/praktis/terbaca	Dapat digunakan dengan revisi kecil
50.01%-70.00%	Kurang valid/praktis/terbaca	Disarankan tidak digunakan karena perlu revisi besar
01.00%-50.00%	Tidak valid/praktis/terbaca	Tidak boleh dipergunakan, perlu revisi besar

Sumber: Akbar (2013).

Aspek yang dinilai untuk validasi petunjuk praktikum elektronik oleh ahli media antara lain tampilan media, bahasa, dan ilustrasi bahan ajar. Hasil validasi dari ahli media dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Validasi Petunjuk Praktikum Elektronik oleh Validator Ahli Media.**

No.	Indikator	Rerata	Persentase (%)	Kategori
1	Tampilan Media	5	100	Sangat Valid
2	Bahasa	5	100	Sangat Valid
3	Ilustrasi Bahan Ajar	5	100	Sangat Valid
4	Kemudahan Pengoperasian	5	100	Sangat Valid
5	Rerata Persentase Hasil Validasi (%)	5	100	Sangat Valid

Terdapat saran yang diberikan oleh ahli media serta revisi terhadap petunjuk praktikum elektronik keanekaragaman hayati, dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Saran Perbaikan dan Revisi Petunjuk Praktikum Elektronik oleh Validator Media.**

No.	Saran Perbaikan	Revisi
1	Sebaiknya ketika melaksanakan praktikum lebih dipertegas lagi dengan adanya tugas proyek dari guru seperti berupa laporan praktikum.	Terlaksanakan.
2	Sudah bagus, namun sebaiknya warna atau <i>background</i> pada <i>cover</i> bisa dibuat lebih menarik lagi dan hiasan juga diletakkan yang tidak mengganggu konten utama.	<i>Background cover</i> sudah diberi warna dan terdapat hiasan yang tidak mengganggu konten utama.

Kriteria kevalidan oleh ahli media adalah sangat valid dengan persentase 100%. Menurut Akbar (2013), angka 100% menunjukkan bahwa media petunjuk praktikum elektronik mempunyai kriteria sangat valid, namun dengan saran dari ahli media. Hasil validasi menunjukkan bahwa media petunjuk praktikum elektronik sudah memiliki tampilan yang menarik, bahasa yang mudah dipahami terkait penjelasan materi dalam video, ilustrasi media yang lengkap, dan



kemudahan untuk mengoperasikan media dengan berbagai fitur yang ada. Media yang divalidasi layak digunakan sebagai media pembelajaran dan dapat menarik minat siswa untuk belajar.

Pada penuntun kegiatan belajar terdapat ensiklopedia pembelajaran yang digunakan untuk mendukung pembelajaran. Ensiklopedia dapat menjadi sumber belajar siswa dengan memberikan visualisasi gambar yang bisa memikat minat siswa sehingga siswa tertarik dalam proses pembelajaran lebih lanjut (Tantriadi, 2013). Penelitian Susanti (2019) menyatakan bahwa penggunaan ensiklopedia sebagai sumber belajar sudah dikatakan efektif, dimana ensiklopedia yang dikembangkan mampu meningkatkan hasil belajar siswa terhadap materi yang sedang dipelajari, dan menumbuhkan minat membaca peserta didik.

Terdapat saran dari ahli media untuk media petunjuk praktikum elektronik yang sudah divalidasi yaitu sebaiknya warna atau *background* pada *cover* bisa dibuat lebih menarik lagi dan hiasan juga diletakkan yang tidak mengganggu konten utama. Hasil revisi, *background cover* sudah diberi warna dan terdapat hiasan yang tidak mengganggu konten utama. Gambar yang digunakan mempunyai resolusi lebih tinggi, karena gambar yang bagus dan menarik dapat menimbulkan daya tarik siswa agar termotivasi untuk belajar (Safitri & Nurmayanti, 2018). Aspek yang dinilai untuk validasi petunjuk praktikum elektronik oleh ahli materi antara lain kelayakan isi, penyajian materi, kejelasan konsep, kebahasaan, dan sub materi. Hasil validasi dari ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Validasi Petunjuk Praktikum Elektronik oleh Ahli Materi.**

No.	Indikator	Rerata	Persentase (%)	Kategori
1	Kelayakan Isi	5	100	Sangat Valid
2	Penyajian Materi	5	100	Sangat Valid
3	Kejelasan Konsep	5	100	Sangat Valid
4	Kebahasaan	5	100	Sangat Valid
5	Sub Materi	5	100	Sangat Valid
Rerata Persentase Hasil Validasi (%)			100	Sangat Valid

Saran yang diberikan oleh ahli bahan ajar serta revisi terhadap petunjuk praktikum elektronik keanekaragaman hayati, dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Saran Perbaikan Petunjuk Praktikum Elektronik oleh Validator Materi.**

No.	Saran Perbaikan	Revisi
1	Glosarium belum alfabetis.	Glosarium sudah dibuat alfabetis.
2	Sebaiknya ada halaman tentang pengembang media.	Sudah ditambahkan terkait pengembang media.
3	Disertakan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran.	Sudah ditambahkan terkait CP dan TP.

Kriteria kevalidan oleh ahli materi adalah sangat valid dengan persentase 100%. Menurut Akbar (2013), angka 100% menunjukkan bahwa media petunjuk praktikum elektronik mempunyai kriteria sangat valid, namun dengan saran dari ahli materi. Hasil validasi ahli materi harus mendapatkan persentase 100% yang tergolong ke kriteria sangat valid, dikarenakan hal tersebut sangat berpengaruh



kepada proses pembelajaran dan kepada pendidik agar tidak terjadi *miskonsepsi* ketika menyampaikan materi. Guru yang tidak menguasai bahan ajar atau memiliki pemahaman yang tidak benar tentang suatu konsep akan menyebabkan siswa mengalami *miskonsepsi*.

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa materi yang ada di media penuntun kegiatan belajar elektronik sudah bagus, jelas, dan mudah dipahami. Media penuntun kegiatan belajar elektronik yang dihasilkan memuat materi keanekaragaman makhluk hidup yang sesuai dengan KI, KD, dan tujuan pembelajaran yang ditulis. Media petunjuk praktikum elektronik yang dihasilkan memuat materi keanekaragaman hayati yang sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran. Materi ditulis dengan baik berdasarkan ejaan yang benar, kebakuan istilah, serta ketepatan penggunaan nama ilmiah sesuai dengan keilmuan siswa SMA dengan sedikit saran dan revisi dari ahli materi.

Terdapat saran dari ahli materi untuk media petunjuk praktikum elektronik yang sudah divalidasi yaitu glosarium belum alfabetis, sebaiknya ditambahkan terkait pengembang media, dan disertakan capaian pembelajaran beserta tujuan pembelajaran. Hasil revisi, glosarium sudah diubah menjadi alfabetis agar mudah untuk dipahami, pengembang media sudah ditambahkan, dan sudah disertakan terkait capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran untuk memudahkan dalam pemahaman. Menurut Mulyati (2015) dalam mengembangkan media, penyusunan kata dan kalimat harus jelas, lugas, sederhana, dan mudah dipahami.

Aspek yang dinilai untuk validasi petunjuk praktikum elektronik oleh ahli praktisi pendidikan biologi antara lain kesesuaian materi dengan CP, penyajian materi, tampilan, isi aplikasi, dan kebahasaan. Validasi ahli praktisi pendidikan biologi dilakukan oleh validator praktisi pendidikan biologi. Hasil validasi dari ahli praktisi pendidikan biologi, dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6. Hasil Validasi Petunjuk Praktikum Elektronik oleh Praktisi Pendidikan Biologi.**

No.	Indikator	Rerata	Persentase (%)	Kategori
1	Kesesuaian Materi dengan CP	5	100	Sangat Valid
2	Penyajian Materi	5	100	Sangat Valid
3	Tampilan	5	100	Sangat Valid
4	Isi Aplikasi	5	100	Sangat Valid
5	Kebahasaan	5	100	Sangat Valid
6	Kemudahan Penggunaan	5	100	Sangat Valid
7	Kebermanfaatan	5	100	Sangat Valid
8	Keterlaksanaan Sintaks	5	100	Sangat Valid
Rerata Persentase Hasil Validasi (%)			100	Sangat Valid

Saran yang diberikan oleh ahli praktisi pendidikan biologi serta revisi terhadap petunjuk praktikum elektronik keanekaragaman hayati, dapat dilihat pada Tabel 7.



**Tabel 7. Saran Perbaikan Petunjuk Praktikum Elektronik oleh Praktisi Pendidikan Biologi.**

No.	Saran Perbaikan	Revisi
1	Media petunjuk praktikum elektronik sudah sangat bagus dan lengkap sehingga bisa membantu siswa dan menjadi tambahan bahan ajar bagi guru.	-
2	Saran dari saya mungkin sebaiknya pada media diberikan keterangan siapa pembuatnya dan juga dipastikan apakah media tersebut dapat disesuaikan dan digunakan di sekolah lain.	Sudah ditambahkan terkait pengembang media dan keterangannya.

Kriteria kevalidan oleh praktisi pendidikan biologi adalah sangat valid dengan persentase 100%. Menurut Akbar (2013), angka 100% menunjukkan bahwa media petunjuk praktikum elektronik mempunyai kriteria sangat valid, namun dengan saran dari praktisi pendidikan biologi. Hasil validasi oleh praktisi pendidikan biologi menunjukkan bahwa petunjuk praktikum elektronik dapat digunakan sebagai media pembelajaran oleh guru dalam proses pembelajaran. Materi yang terdapat di media petunjuk praktikum elektronik sudah sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran. Media petunjuk praktikum elektronik mempunyai tampilan media yang menarik minat siswa dan mudah untuk diakses. Hasil validasi mempunyai tingkat validitas 100% pada tiap indikator, seperti kebahasaan, kebermanfaatan, tampilan, kemudahan penggunaan, keterlaksanaan sintaks, dan penyajian materi. Media petunjuk praktikum elektronik sangat praktis digunakan untuk mempermudah siswa belajar materi virus.

Kevalidan media oleh praktisi pendidikan biologi didasarkan pada perancangan media yang dapat membantu pembelajaran pada siswa yang berbentuk elektronik. Petunjuk praktikum elektronik siswa adalah media yang dirancang untuk melaksanakan pembelajaran pada siswa. Petunjuk praktikum elektronik dirancang dalam bentuk non-cetak yang bentuknya menyerupai buku cetak, namun produk dalam bentuk *file* lunak sehingga dapat didistribusikan efisien dan ekonomis untuk mengatasi keterbatasan buku cetak (Raihan *et al.*, 2018). Bentuk elektronik dapat menjadikan siswa lebih mudah dalam mengakses melalui komputer, laptop, ataupun *smartphone* dengan tujuan supaya siswa lebih lancar dalam menerima pemahaman dari materi belajar (Rahmawati & Susanti, 2019).

Efektivitas media petunjuk praktikum elektronik untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa dilihat dari hasil *pretest* dan *posttest* siswa. *Pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis didasarkan atas indikator keterampilan berpikir kritis menurut Greenstein (2015) yang terdapat pada tiap soal. Hasil *pretest* siswa mempunyai rata-rata 49,30 yang tergolong rendah, sementara hasil *posttest* siswa mempunyai rata-rata 86,25 yang tergolong sangat bagus. Pengukuran keefektifan petunjuk praktikum elektronik dilakukan dengan memberikan *pretest* dan *posttest* berupa soal berpikir kritis. Perhitungan peningkatan nilai keterampilan berpikir kritis dilakukan dengan menghitung skor *n-gain*.

Berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis siswa diperoleh hasil perhitungan *n-gain pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis



siswa adalah 0,72 yang termasuk ke dalam kriteria efektivitas tinggi. Hasil perhitungan *n-gain* menunjukkan bahwa media petunjuk praktikum elektronik efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil perhitungan *n-gain* sesuai dengan penelitian dari Suyatna *et al.* (2017) yang menyebutkan bahwa petunjuk praktikum elektronik dapat membangun keterampilan berpikir kritis ketika disusun sesuai dengan tahapan pendekatan saintifik. Keterampilan berpikir kritis diamati dari indikator keterampilan berpikir kritis menurut Greenstein (2015) pada tiap soal yaitu menerapkan, mengevaluasi, mengembangkan data untuk pengetahuan kritis, menganalisis, dan mensintesis.

Hasil rata-rata dari tiap indikator *pretest* keterampilan berpikir kritis adalah 49,30 dan pada *posttest* adalah 86,25 yang menandakan adanya peningkatan. Keterampilan berpikir kritis dapat ditingkatkan dengan adanya media yang bersifat kontekstual. Penelitian Susilawati *et al.* (2020) menyebutkan bahwa keterampilan berpikir kritis akan lebih berkembang jika dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari. Petunjuk praktikum elektronik bersifat kontekstual dengan adanya hasil observasi potensi lokal di daerah Mojokerto yang sesuai dengan kehidupan sehari-hari. Sifat kontekstual dalam petunjuk praktikum elektronik membuatnya dapat bermanfaat dalam pembelajaran (Kusumaningrum & Yanti, 2021).

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa petunjuk praktikum elektronik keanekaragaman hayati sangat valid dan efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini dapat diketahui melalui hasil validasi oleh ahli media, ahli materi, dan praktisi pendidikan biologi. Berdasarkan validasi ketiga ahli tersebut, diketahui bahwa petunjuk praktikum elektronik mendapatkan validasi rerata 100%. Meskipun demikian, terdapat beberapa saran yang diberikan oleh validator untuk penyempurnaan media.

## **SARAN**

Memanfaatkan petunjuk praktikum elektronik ini dengan melakukan tahap uji coba produk pada kelompok skala besar, sehingga produk semakin berkualitas dan layak untuk digunakan secara luas.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dan memberikan berbagai saran untuk penelitian ini. Terkhusus kepada dosen pembimbing, rekan mahasiswa, dan orang tua.

## **DAFTAR RUJUKAN**

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Diharjo, R. F., Budijano, H., & Utomo, D. H. (2017). Pentingnya Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Paradigma Pembelajaran Konstruktivistik. In *Prosiding Seminar Nasional TEP & PDS Transformasi Pendidikan Abad 21* (pp. 445-449). Malang, Indonesia: Universitas Negeri Malang.



- Etistika, Y. W., Dwi, A. S., & Amat, N. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 sebagai Tuntutan. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika* (pp. 263-278). Magelang, Indonesia: Universitas Muhammadiyah Magelang.
- Greenstein, L. (2015). *Assessing 21<sup>st</sup> Century Skills : A Guide to Evaluating Mastery Andauthenticlearning*. California: Corwin, Asage Company.
- Kusumaningrum, D., & Yanti, Y. (2021). Pengembangan *E-Book* Petunjuk Praktikum Literasi Lingkungan Berbasis Kearifan Lokal Kabupaten Malang. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(8), 36-43. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5746169>
- Lee, W. W., & Owens, D. L. (2004). *Multimedia-Based Instructional Design*. California: Pfeiffer.
- Mahfudzah, M., & Asmaningtyas, S. (2019). Pengembangan Petunjuk Praktikum Elektronik Berbasis *Inquiry Learning* pada Materi Tumbuhan Paku. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 5(1), 1-9.
- Mulyati. (2015). *Psikologi Belajar*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- OECD. (2019). *Pisa 2018 Results : Executive Summary*. New York: Columbia University.
- Pranata, M. T., & Setyawan, M. A. (2018). Penggunaan Bahan Ajar Berbasis Multimedia untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran IPA di Kelas VII SMP. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(1), 37-45.
- Rahmawati, S., & Susanti. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Penuntun Kegiatan Belajar Elektronik pada Mata Pelajaran Praktikum Akuntansi Lembaga Berbasis Kontekstual untuk SMK. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 7(3), 383-391.
- Raihan, S., Haryono., & Ahmadi, F. (2018). *Development of Scientific Learning Penuntun Kegiatan Belajar Elektronik Using 3D Pageflip Professional Program*. *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology*, 7(1), 7-14. <https://doi.org/10.15294/ijcet.v7i1.24793>
- Rosyidah, I., & Rahayu, Y. S. (2022). Pengembangan Petunjuk Praktikum Elektronik Interaktif Berorientasi *Contextual Teaching and Learning* untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan. *BioEdu*, 11(1), 49-59. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n1.p49-59>
- Sadeh, I., & Zion, M. (2013). The Development of Dynamic Inquiry Performances Within an Open Inquiry Setting: A Comparison to Guided Inquiry Setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 10(46), 1137-1160. <https://doi.org/10.1002/tea.20310>
- Safitri, A., & Nurmayanti. (2018). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Minat Belajar Masyarakat Bajo. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan (Didaktis)*, 18(3), 198-209. <https://doi.org/10.30651/didaktis.v18i3.1846>
- Sala, O. E. (2021). Global Biodiversity Targets for the Decade Post-2020. *Nature*, 594(7862), 629-636.
- Saputri, A. E., & Susilowibowo, J. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Petunjuk Praktikum Elektronik pada Mata Pelajaran Praktikum Akuntansi Perusahaan Manufaktur. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 20(2), 154-162.



- Siskayanti, W. D., Nurhidayati, S., & Safnowandi. (2022). Pengaruh Model *Problem Based Instruction* Dipadu dengan Teknik *Probing Prompting* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 2(2), 94-112. <https://doi.org/10.36312/pjipst.v2i2.76>
- Susanti, R. S. (2019). Pengembangan Ensiklopedia Peralatan Laboratorium Kimia sebagai Sumber Belajar Siswa SMA Negeri 10 Pontianak. *Ar-Razi : Jurnal Ilmiah*, 7(2), 86-93. <http://dx.doi.org/10.29406/ar-r.v7i2.1877>
- Susilawati, E., Agustinasari, A., Samsudin, A., & Siahaan, P. (2020). Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 6(1), 11-16. <https://doi.org/10.29303/jpft.v6i1.1453>
- Suyatna, A., Hasan, F. M., & Suana, W. (2017). Development of Interactive E-Book on Energy Resources to Enhance Student's Critical Thinking Ability. *Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, 3(2), 109-121. <http://dx.doi.org/10.24042/tadris.v3i2.3114>
- Tantriadi, Y. (2013). Pembuatan Ensiklopedia Interaktif Tata Surya untuk Anak SMP. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 1(1), 1-7.