

**PENGEMBANGAN *E-BOOK* BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* MATERI
PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN UNTUK MELATIH KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

***Development E-Book Based Project Based Learning (PjBL) on Plant Growth and Development Material
to Train Critical Thinking Skills of High School Students***

Rika Nur Alif

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: rikanur.21057@mhs.unesa.ac.id

Raharjo

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: raharjo@unesa.ac.id

Abstrak

Pada abad ke-21 ini, pesatnya perkembangan pendidikan dan teknologi menuntut penguasaan keterampilan berpikir kritis. Namun, keterampilan berpikir kritis siswa SMA di Indonesia masih tergolong rendah dibuktikan dari hasil berbagai penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, dibutuhkan media pembelajaran inovatif yang mendorong keterlibatan aktif siswa terutama dalam proses berpikir kritis. Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan mengandung pemahaman kompleks biologi dan tergolong sulit dipahami siswa dalam pembelajaran. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *E-Book* berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi tersebut untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa yang layak berdasarkan validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Data penelitian diperoleh melalui metode validasi, observasi, angket, dan tes. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi, lembar observasi aktivitas siswa, angket respon, serta lembar *pre-test* dan *post-test*. Subjek penelitian ini berjumlah 20 siswa kelas XII 10 SMAN 16 Surabaya. Hasil penelitian adalah *E-Book* yang telah dikembangkan mengintegrasikan model PjBL dalam eksperimen langsung dilengkapi fitur *BioMedia Hub*, *BioCase Explorer*, *BioProject Builder*, *BioSelf Assess*, dan *BioCritical Quest* untuk melatih keterampilan berpikir kritis. Hasil validasi dinyatakan sangat valid dengan persentase rata-rata 98,72% berdasarkan kelayakan penyajian, isi, dan bahasa. Hasil kepraktisan memperoleh persentase rata-rata 100% dan 98,34% berdasarkan berdasarkan lembar observasi aktivitas dan respon siswa yang terkategori sangat praktis. Hasil keefektifan berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* memperoleh skor *N-gain* sebesar 0,76 yang terkategori tinggi. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa *E-Book* berbasis PjBL yang dikembangkan dinyatakan valid, praktis, dan efektif untuk layak digunakan dalam pembelajaran serta mampu melatih keterampilan berpikir kritis siswa.

Kata Kunci: *E-Book*, *Project Based Learning* (PjBL), Keterampilan berpikir kritis, Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan.

Abstract

In the 21st century, rapid development in education and technology demands mastery of critical thinking skills. However, critical thinking skills among Indonesian high school students remain low, as shown by previous studies. Therefore, innovative learning media that encourage active student involvement, especially in critical thinking processes, are needed. The topic of Plant Growth and Development contains complex biological concepts and is considered difficult for students to understand. This study aims to develop a Project Based Learning (PjBL)-based E-Book on this material to train students' critical thinking skills, assessed by validity, practicality, and effectiveness. The development model used was 4D (Define, Design, Develop, and Disseminate). Data were collected through validation, observation, questionnaires, and tests. Research instruments included validation sheets, student activity observation sheets, response questionnaires, and pre-test/post-test sheets. The subjects were 20 twelfth-grade students from SMAN 16 Surabaya. The developed E-Book integrates PjBL with features such as BioMedia Hub, BioCase Explorer, BioProject Builder, BioSelf Assess, and BioCritical Quest to train critical thinking skills. Validation results showed very high validity with an average percentage of 98.72% based on presentation, content, and language. Practicality results showed average percentages of 100% and 98.34% based on observation and student responses, categorized as very practical. Effectiveness based

on pre-test and post-test scores showed an N-gain of 0.76, categorized as high. It can be concluded that the developed PjBL-based E-Book is valid, practical, and effective for learning and capable of training students' critical thinking skills.

Keywords: E-Book, Project Based Learning (PjBL), Critical thinking skills, Plant Growth and Development.

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan pendidikan dan teknologi pada abad ke-21 ini menyebabkan peningkatan tuntutan kemampuan yang semakin kompleks, seiring banyaknya tantangan dalam penguasaan materi maupun kecakapan teknologi. Menurut Kemendikbud (2019) terdapat tuntutan keterampilan yaitu 4C (*Critical Thinking, Collaborative, Creativity, dan Communicative*) serta mengintegrasikan keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *High Order Thinking* (HOTS). Selain itu, juga telah diterapkan kurikulum baru untuk semua jenjang pendidikan di Indonesia yaitu Kurikulum Merdeka. Menurut Kemendikbud (2024) Kurikulum Merdeka adalah kurikulum yang berpusat pada pengembangan kompetensi dan karakter sehingga siswa dapat memahami konsep secara mendalam dan memiliki kompetensi yang kuat. Guru memiliki kontrol besar dalam memilih maupun menentukan perangkat ajar sesuai minat dan kebutuhan siswa.

Implementasi dari Kurikulum Merdeka menargetkan pada 34 Provinsi dan 514 Kabupaten atau Kota yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dinilai sesuai dengan Kurikulum Merdeka, serta menurut Surat Edaran Mendikbud no.4 tahun 2020 PjBL memiliki tujuan utama melatih siswa untuk lebih bisa berkolaborasi, gotong royong, dan empati dengan sesama serta siswa harus mampu memberikan manfaat kepada masyarakat sekitar secara nyata (Kemendikbud, 2020). Tahapan model PjBL menurut Kristiani, dkk (2018) terdiri dari 6 tahapan antara lain: (1) Identifikasi masalah, (2) Perencanaan proyek, (3) Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek, (4) Pelaksanaan proyek dengan bimbingan guru, (5) Penyusunan laporan dan hasil proyek, serta (6) Evaluasi.

Implikasi Kurikulum Merdeka dan perkembangan pendidikan serta teknologi pada zaman ini menyebabkan perlunya pembuatan media pembelajaran yang lebih sesuai. Salah satu media pembelajaran yang dinilai sesuai yaitu *Electronic Book* (E-Book) yang kemudian diintegrasikan dengan penerapan Kurikulum Merdeka. Menurut hasil penelitian Rao, *et al* (2019) tentang penggunaan buku cetak/fisik dan buku elektronik menunjukkan bahwa siswa lebih menyukai buku elektronik. E-Book digemari karena kemudahan akses,

portabilitas, fleksibilitas dan ketersediaan konten digital yang lebih luas (Mahelingga, 2020). Pengembangan E-Book dalam menunjang pembelajaran pada masa ini terbilang sangat tepat untuk membantu siswa dalam kepraktisan belajar

Salah satu tuntutan keterampilan 4C yang sangat penting yaitu berpikir kritis. Berdasarkan studi oleh Susilawati, dkk (2020) menunjukkan siswa SMA di Indonesia memiliki tingkat berpikir kritis yang tergolong rendah karena enam dari delapan indikator tidak tercapai. Begitu juga hasil penelitian oleh Susilowati, dkk (2017) menyimpulkan keterampilan berpikir kritis siswa Madrasah Aliyah tergolong kurang ditunjukkan dari hasil tes siswa. Secara keseluruhan kemampuan berpikir kritis siswa SMA di Indonesia masih berada pada kategori rendah (Setiana dan Purwoko, 2020; Rahayu, dkk., 2018). Hal ini disebabkan oleh pembelajaran yang kurang melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Facione (2013) menyatakan terdapat 6 indikator dalam berpikir kritis yaitu Interpretasi, Analisis, Inferensi, Eksplanasi, Evaluasi, dan *Self-Regulation*. Analisis fenomena nyata dapat melatih keterampilan berpikir kritis pada siswa (Agnafia, 2019). Rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa di Indonesia menjadi masalah yang perlu diperhatikan karena berdampak pada kualitas sumber daya manusia dan kemampuan bersaing bangsa Indonesia dalam kancah internasional.

Pada pembelajaran Biologi materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan merupakan salah satu materi yang penting dipelajari oleh siswa SMA. Menurut Supriyatin dan Ichsan (2018) materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan tergolong sulit bagi guru maupun siswa dibuktikan dari hasil belajar siswa yang rendah dikarenakan kurangnya implementasi dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan hasil penelitian Wahyuni dan Rahayu (2021) menunjukkan E-Book berbasis PjBL pada materi tersebut dapat meningkatkan hasil belajar siswa dengan rerata tingkat keterbacaan pada level 12.

Berdasarkan rendahnya tingkat berpikir kritis siswa SMA di Indonesia (Susilawati, dkk., 2020; Setiana dan Purwoko, 2020; Rahayu, dkk., 2018; Susilowati, dkk., 2017) dan efektivitas model PjBL dalam meningkatkan hasil belajar siswa (Wahyuni dan Rahayu, 2021) maka penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan atau media ajar sebagai solusi berupa E-Book berbasis

PjBL pada materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Pengembangan *E-Book* berbasis PjBL pada materi ini berbeda dari penelitian sebelumnya (Wahyuni dan Rahayu, 2021) yang melatih kemampuan berpikir kreatif, melainkan melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA dengan menyediakan fitur-fitur menarik meliputi fitur *BioMedia Hub*, *BioCase Explorer*, *BioProject Builder*, *BioSelf Assess*, dan *BioCritical Quest* yang diintegrasikan melalui tugas proyek berupa eksperimen langsung dan diselenggarakan dengan indikator berpikir kritis, sintaks PjBL serta capaian pembelajaran agar siswa dapat menghadapi tantangan pada zaman ini serta mempersiapkan diri untuk masa yang akan datang.

METODE

Penelitian pengembangan ini menerapkan model pengembangan yaitu 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*) sesuai alur Thiagarajan, *et al* (1974) yang telah diadaptasi oleh Ibrahim (2010). Pelaksanaan penelitian ini pada bulan September 2024 – Maret 2025 berlokasi di Program Studi Pendidikan Biologi, FMIPA, UNESA dan uji coba terbatas di SMA Negeri 16 Surabaya. Subjek penelitian yaitu 20 siswa kelas XII 10 SMA Negeri 16 Surabaya.

Tahap *Define* (pendefinisian) meliputi analisis beberapa hal yaitu peserta didik, kurikulum, konsep, dan tugas, serta pembuatan tujuan pembelajaran. Tahap *Design* (perancangan) dibuat rancangan awal *E-Book* yang didesain menggunakan aplikasi *Canva pro* dengan ukuran 512 piksel x 800 piksel, setelahnya hasil desain diunduh menjadi *Portable Document Format* (PDF) dengan format .pdf lalu didesain ulang untuk menginteraktifkan fitur-fitur yang disediakan menggunakan *software Flip PDF Professional*. Tahap *Develop* (pengembangan) menghasilkan produk penelitian yakni *E-Book* berbasis PjBL dengan melalui beberapa tahapan, yaitu: (1) Telaah, (2) Validasi oleh tiga validator, dan (3) Uji coba terbatas kepada 20 siswa. Tahap *Disseminate* (penyebaran) dilakukan melalui publikasi artikel hasil penelitian.

Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu validitas, kepraktisan, dan keefektifan *E-Book*. Validitas *E-Book* diperoleh melalui metode validasi dengan instrumen lembar validasi oleh tiga validator yaitu dosen ahli pendidikan, dosen ahli materi, dan guru Biologi. Penilaian validitas berdasarkan aspek kelayakan penyajian, isi, dan bahasa menggunakan skala *likert* menurut Riduwan (2016) dengan kategori 1-4 (kurang-sangat baik) sesuai aspek penilaian yang terpenuhi.

Kriteria interpretasi sesuai Riduwan (2013) sehingga *E-Book* dinyatakan valid atau sangat valid apabila memperoleh skor validitas $\geq 71\%$. Kepraktisan *E-Book* diperoleh melalui metode angket dan observasi dengan instrumen lembar angket respon 20 siswa dan lembar observasi aktivitas siswa oleh empat observer. Penilaian kepraktisan menggunakan skala *guttman* dimana jawaban “Ya” mendapat skor 1 dan “Tidak” mendapat skor 0. Kriteria interpretasi sesuai Riduwan (2013) sehingga *E-Book* dinyatakan praktis atau sangat praktis apabila memperoleh skor observasi dan angket respon $\geq 71\%$. Keefektifan diperoleh melalui metode tes dengan instrumen lembar *pre-test* dan *post-test* oleh 20 siswa yang dianalisis hasil skor *N-gain* menggunakan rumus berikut.

$$g = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{100 - \text{Skor pretest}} \dots (1)$$

Kriteria interpretasi sesuai Riduwan (2013) sehingga *E-Book* dinyatakan efektif apabila memperoleh skor *N-gain* yaitu $g \geq 7$ yang terkategori tinggi atau $0,7 \geq g \geq 0,3$ yang terkategori sedang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini telah menghasilkan *E-Book* berbasis *Project Based Learning* (PjBL) materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa yang layak dimana sangat valid, sangat praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Materi sesuai capaian pembelajaran fase F mencakup keseluruhan dan berfokus pada konsep Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan. *E-Book* terdiri dari dua pokok bahasan yaitu tahapan-tahapan dan faktor-faktor yang mempengaruhi. Adapun tahapan-tahapan terdiri dari: (1) Tahap perkecambahan yang meliputi tipe perkecambahan epigeal dan hipogeal, (2) Tahap pertumbuhan yang meliputi pertumbuhan primer dan sekunder, dan (3) Tahap pembungaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi terdiri dari dua faktor yaitu faktor internal meliputi gen dan hormon, serta faktor eksternal meliputi suhu, cahaya, air, pH, oksigen, dan nutrisi (Campbell, 2021; Paiman, 2022).

Hasil produk *E-Book* berbasis PjBL yang telah dikembangkan berupa tautan format *html* sehingga dapat diakses secara daring/online melalui *website flipbuilder* menggunakan perangkat elektronik. *E-Book* terdiri dari tiga bagian utama yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. Bagian pendahuluan *E-Book* meliputi sampul dalam, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan, pemetaan antara sintaks PjBL dengan indikator berpikir kritis dan fitur, deskripsi tiap indikator berpikir kritis, penjelasan

dan icon fitur-fitur, capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran, serta peta konsep materi. Bagian isi *E-Book* meliputi materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan secara runtut sesuai sub materi pada peta konsep, materi disajikan dalam bentuk teks, gambar, dan video, fitur *BioMedia Hub*, fitur *BioCase Explorer*, fitur utama yakni *BioProject Builder* dengan sub-fitur berupa sintaks PjBL untuk pembelajaran berbasis proyek, fitur *BioSelf Assess*, dan fitur *BioCritical Quest*. Bagian penutup *E-Book* meliputi ringkasan materi, daftar pustaka, dan sampul belakang. Adapun tampilan sampul depan seperti pada Gambar 1. berikut.



Gambar 1. Sampul depan *E-Book*

Fitur-fitur dalam *E-Book* sudah diselaraskan dengan indikator berpikir kritis, model PjBL, serta materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan. Adapun icon dan deskripsi masing-masing fitur seperti pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Fitur-fitur dalam *E-Book*

No	Icon Fitur	Deskripsi
1.		Fitur <i>BioMedia Hub</i> berisi studi kasus dan pertanyaan pemicu supaya siswa mengeksplorasi fenomena terkait Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan.
2.		Fitur <i>BioCase Explorer</i> memuat media yaitu video dan animasi untuk mendukung pemahaman konsep materi.

3.		Fitur <i>BioProject Builder</i> berisi panduan pengerjaan proyek berdasarkan masalah autentik sesuai sintaks PjBL berkaitan dengan konsep Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan. Terdapat 6 sub-fitur sesuai dengan sintaks PjBL.
4.		Fitur <i>BioSelf Assess</i> untuk penilaian diri sendiri yang memungkinkan siswa menilai keterampilan diri yang dikembangkan selama proyek, dan teman sejawat.
5.		Fitur <i>BioCritical Quest</i> berisi soal-soal evaluasi berbasis <i>Higher Order Thinking Skills</i> (HOTS) untuk menilai kemampuan kognitif siswa terkait konsep pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Berdasarkan produk *E-Book* yang telah dihasilkan, dilakukan penilaian dengan parameter meliputi validitas, kepraktisan, dan keefektifan untuk menentukan kelayakan penggunaan *E-Book* dalam pembelajaran.

Validitas

Uji validitas *E-Book* dilakukan penilaian dari aspek kelayakan penyajian, isi dan bahasa. Setiap aspek kemudian dijabarkan menjadi beberapa aspek yang lebih spesifik. Validasi dilakukan oleh tiga validator yang terdiri dari dosen ahli materi, dosen ahli pendidikan, dan satu guru Biologi. Adapun hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Hasil Validasi *E-Book*

No	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Kelayakan penyajian	98,96 %	Sangat Valid
2.	Kelayakan isi	97,22 %	Sangat Valid
3.	Kelayakan bahasa	100 %	Sangat Valid
	Rata-rata	98,72 %	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 2. didapatkan hasil validasi sebesar 98,72% yang terkategori sangat valid. Sesuai dengan kriteria kelayakan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (2008) selaras dengan Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen (2024) bahwa standar kelayakan buku ajar meliputi aspek kelayakan isi, penyajian, bahasa, dan kegrafikannya disesuaikan kebutuhan siswa. Penilaian aspek kelayakan penyajian *E-Book* oleh validator telah terpenuhi sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. *E-Book* menampilkan teks, gambar, dan video dalam keseluruhan penyajian sehingga dapat

meningkatkan minat siswa dan memudahkan dalam mencapai pemahaman. Selaras dengan Soimah (2018) bahwa tampilan gambar, animasi, video, dan kuis pada media pembelajaran akan menjadikan kegiatan pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan.

Penilaian aspek kelayakan isi *E-Book* oleh validator telah terpenuhi sesuai kriteria yang ditetapkan, meskipun terdapat sub-aspek yang dinilai kurang optimal namun tidak signifikan maupun mengurangi kualitas isi. *E-Book* memuat materi secara keseluruhan dan melatih keterampilan berpikir kritis dalam setiap fiturnya. Materi yang terdapat dalam bahan ajar harus diselaraskan dengan konsep dan materi yang diajarkan di sekolah (Purmadi, dkk., 2020). Pembelajaran berbasis PjBL pada *E-Book* hanya terfokus dalam fitur *BioProject Builder* dengan adanya masalah autentik. Selaras dengan Branchais dan Achmadi (2019) media yang baik memuat materi yang dijabarkan secara sistematis dan relevan dengan kehidupan sehari-hari secara nyata.

Penilaian aspek kelayakan bahasa *E-Book* oleh validator telah terpenuhi dengan sangat baik sesuai kriteria yang telah ditetapkan. Ketepatan struktur bahasa, penggunaan istilah, dan penyusunan kalimat dapat mendukung penyampaian konsep materi kepada siswa. Selaras dengan Sihafudin dan Trimulyo (2020) bahwa pemilihan bahasa yang sesuai dapat mempermudah pemahaman konsep dan menghindari adanya miskonsepsi. Media pembelajaran harus komunikatif, mudah dipahami, sesuai kaidah Bahasa Indonesia, dan runtut sesuai dengan kemampuan siswa (Asri dan Dwiningsih, 2023). Hasil uji validasi secara keseluruhan membuktikan bahwa *E-Book* berbasis PjBL yang telah dikembangkan dinyatakan sangat valid dan layak digunakan dalam pembelajaran.

Kepraktisan

Kepraktisan *E-Book* ditinjau berdasarkan hasil observasi aktivitas siswa selama proses pembelajaran dan respon siswa terhadap *E-Book* berbasis PjBL materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan. Observasi dilakukan melalui pengamatan aktivitas siswa oleh empat observer terhadap 20 siswa yang menggunakan *E-Book* berbasis PjBL. Hasil observasi aktivitas siswa sebesar 100% dari empat observer yang terkategori sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa berpartisipasi aktif dalam pembelajaran, bahkan mengajukan beberapa pertanyaan perihal penggunaan fitur dan sub materi yang kurang dipahami meliputi faktor internal dan eksternal. Pertanyaan tersebut ditanggapi jawaban jelas dan informatif oleh guru agar

siswa tetap fokus dalam pembelajaran. Selaras dengan Waspada (2022) yang menyatakan pengelolaan proses pembelajaran yang semakin kompleks dan terencana akan memberikan kontribusi optimal pada peningkatan perubahan tingkah laku siswa.

Keterlaksanaan aktivitas siswa membuktikan bahwa siswa mengikuti keseluruhan proses dan menjadi pusat pembelajaran terutama dalam aktivitas berbasis *Project Based Learning* yang berupa proyek eksperimen dengan masalah autentik bertema meningkatkan kesehatan dan pertumbuhan tanaman di taman sekolah. Selaras dengan Kilpatrick (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek berpusat pada siswa sehingga siswa harus terlibat secara langsung dan memiliki kontrol yang lebih besar didalam pembelajaran. Dewey (2024) juga menyatakan bahwa proyek atau eksperimen adalah metode yang lebih baik dibandingkan ceramah pasif.

Pengerjaan proyek eksperimen melalui fitur *BioProject Builder* secara berkelompok, sehingga memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep secara aktif melalui diskusi kelompok maupun secara mandiri. Selaras dengan Kilpatrick (2022) yang menyatakan pembelajaran berbasis proyek adalah ketika siswa belajar mengerjakan proyek yang bermakna dan relevan dengan kehidupan mereka. Setiap kelompok terdiri dari lima siswa sehingga terbentuk empat kelompok dari total 20 siswa. Adapun sintaks PjBL yang digunakan menurut Kristiani, dkk (2018) yang selaras dengan Dewey (2024) yaitu terdiri dari enam sintaks: (1) Identifikasi masalah, (2) Perencanaan proyek, (3) Penyusunan jadwal pelaksanaan proyek, (4) Pelaksanaan proyek dengan bimbingan guru, (5) Penyusunan laporan dan hasil proyek, dan (6) Evaluasi.

Sintaks pertama yakni identifikasi masalah yang melatih interpretasi dan analisis. Kegiatan dimulai dengan pengamatan kondisi morfologi tanaman di taman sekolah, di mana siswa mencatat tanaman yang menunjukkan gejala tidak sehat seperti daun menguning atau layu. Setiap kelompok menemukan permasalahan berbeda yaitu kelompok 1 pada bakung putih, kelompok 2 pada lengkuas, kelompok 3 pada cabai, dan kelompok 4 pada binahong merah. Interpretasi adalah kemampuan memahami dan mengungkapkan makna dari pengalaman, situasi, data, dan keyakinan secara jelas (Facione, 2013). Sintaks kedua yakni perencanaan proyek yang melatih analisis dan inferensi. Setelah mengetahui penyebab masalah, siswa menyusun rencana eksperimen secara sistematis melalui diskusi kelompok untuk memperbaiki kondisi tanaman. Selaras dengan Stevenson & Bagley (2016) bahwa perencanaan harus

terstruktur baik agar proyek berhasil. Analisis adalah kemampuan memahami makna melalui hubungan antar konsep, sedangkan inferensi merupakan kemampuan menarik kesimpulan logis dari informasi yang tersedia (Facione, 2013).

Sintaks ketiga yakni penyusunan jadwal pelaksanaan proyek yang melatih inferensi dan evaluasi. Siswa menyusun jadwal eksperimen selama tujuh hari yang mencakup tahap persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi serta membagi tugas tiap anggota kelompok. Evaluasi adalah kemampuan menilai maksud suatu informasi berdasarkan kredibilitas dan konteksnya (Facione, 2013). Sintaks keempat yakni pelaksanaan proyek dengan bimbingan guru yang melatih eksplanasi dan *self-regulation*. Siswa melaksanakan eksperimen dengan memberi perlakuan kepada tanaman sesuai rencana yang telah dibuat dengan didampingi guru secara langsung maupun melalui daring. Selaras dengan Kilpatrick (2022) yang menyatakan bahwa dalam pembelajaran berbasis proyek guru berperan membimbing dan siswa memiliki kontrol lebih besar atas proses belajar. Eksplanasi mencakup penyajian penalaran yang faktual dan logis, sedangkan *self-regulation* merupakan kesadaran reflektif terhadap aktivitas kognitif yang sedang dilakukan (Facione, 2013).

Sintaks kelima yakni penyusunan laporan dan hasil proyek yang melatih eksplanasi dan evaluasi. Siswa mengumpulkan data hasil eksperimen dan menyusunnya dalam bentuk laporan akhir. Hasil eksperimen dari semua kelompok menunjukkan perbaikan kondisi tanaman seperti daun menghidup, sakit tidak bertambah dan tidak lagi layu. Sintaks keenam yaitu evaluasi proyek yang melatih evaluasi dan *self-regulation*. Siswa melakukan refleksi terhadap seluruh proses dan hasil eksperimen serta memberikan saran perawatan tanaman ke depannya. Mereka juga mempresentasikan hasil di forum kelas. Evaluasi adalah kemampuan menilai kualitas informasi, argumen, atau pendapat berdasarkan kredibilitas dan ketersediaan bukti, sedangkan *self-regulation* adalah kemampuan merefleksikan dan mengontrol proses berpikir diri sendiri dalam kegiatan maupun hasilnya (Facione, 2013). Penerapan model PjBL membantu siswa memahami konsep secara mandiri melalui praktik langsung. Selaras dengan Kilpatrick (2022) bahwa pengalaman nyata lebih bermakna daripada hanya mendengar atau membaca teori.

Kepraktisan juga diukur melalui angket respon yang diberikan kepada 20 siswa kelas XII 10 SMA Negeri 16 Surabaya yang menggunakan *E-Book* berbasis PjBL yang telah dikembangkan, pembelajaran selama 1-2

minggu. Adapun hasil respon siswa disajikan pada Gambar 2. berikut.



Gambar 2. Hasil Respon Siswa

Berdasarkan Gambar 2. menunjukkan hasil respon siswa terhadap penggunaan *E-Book* sebesar 98,34% yang terkategori sangat praktis. Pada aspek penyajian, kebahasaan, keterampilan berpikir kritis, dan pembelajaran berbasis PjBL masing-masing memperoleh persentase 100% yang terkategori sangat praktis, membuktikan siswa tertarik dan terbantu dengan keseluruhan penjelasan dan tampilan yang disajikan. Siswa terlatih untuk berpikir kritis dan mengikuti pembelajaran menggunakan model PjBL dengan sangat baik didukung oleh pendampingan konsisten dan umpan balik positif dari guru. Selaras dengan Kilpatrick (2022) bahwa dalam pembelajaran berbasis proyek, guru berperan sebagai fasilitator bukan hanya sebagai pemberi instruksi. Guru berperan besar dalam membimbing siswa, sehingga diharapkan segala kendala yang muncul selama proses belajar dapat diselesaikan (Masrinah, *et al.*, 2019).

Keefektifan

Keefektifan *E-Book* berbasis PjBL untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa diukur berdasarkan hasil pengerjaan *pre-test* dan *post-test* oleh 20 siswa. Adapun hasil *pre-test* dan *post-test* siswa disajikan pada Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Hasil *Pre-test* dan *Post-test* Siswa

No	Aspek	Pre-test	Post-test
1.	Nilai terendah	10	79
2.	Nilai tertinggi	51	90
3.	Rata-rata	31,4	83,95
4.	<i>N-gain</i> terendah		0,59
5.	<i>N-gain</i> tertinggi		0,89
6.	Rata-rata <i>N-gain</i>		0,76

Berdasarkan Tabel 3. menunjukkan bahwa nilai rata-rata *N-gain* yang diperoleh berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* siswa adalah 0,76 yang terkategori tinggi sehingga *E-Book* dinyatakan efektif dalam pembelajaran. Pada hasil *pre-test* siswa diperoleh nilai rata-rata 31,4 dengan skor *N-gain* terendah 0,59. Rendahnya nilai siswa pada *pre-test* dipengaruhi oleh kemampuan kognitif awal tiap siswa yang berbeda. Hasil ini selaras dengan Norrazifti dan Dian (2019) yang menganggap rendahnya hasil *pre-test* siswa sebagai suatu hal wajar karena belum ada kegiatan pembelajaran. Setelah pembelajaran menggunakan *E-Book* terjadi peningkatan pada hasil *post-test* siswa diperoleh nilai rata-rata 83,95 dengan skor *N-gain* tertinggi 0,89. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan *E-Book* berbasis PjBL memberi pengaruh besar dalam peningkatan penguasaan konsep materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan. Selaras dengan Kilpatrick (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek eksperimental mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui praktik secara nyata.

Ketercapaian tujuan pembelajaran dapat diketahui berdasarkan hasil ketercapaian tiap tujuan pembelajaran dan indikator berpikir kritis pada setiap pengerjaan soal oleh siswa. Adapun rekapitulasi hasil ketercapaian tujuan pembelajaran dan indikator keterampilan berpikir kritis disajikan pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Ketercapaian Tujuan Pembelajaran dan Keterampilan Berpikir Kritis

No	TP	Rata-rata				Kriteria
		IBK	Pre-test	Post-test	N-gain	
1	TP1	Evaluasi	3,85	19	0,94	Tinggi
2	TP2	Self-Regulation	6,3	19	0,93	Tinggi
3	TP3	Inferensi	8,75	14	0,84	Tinggi
4	TP4	Analisis	4,25	13	0,81	Tinggi
5	TP5	Interpretasi	4,75	10,5	0,56	Sedang
6	TP6	Eksplanasi	3,5	8,75	0,46	Sedang
Rata-rata <i>pre-test</i>					5,23	
Rata-rata <i>post-test</i>					14,04	
Rata-rata <i>N-gain</i>					0,76	

Keterangan:

TP : Tujuan Pembelajaran

IBK : Indikator Berpikir Kritis

TP 1 : Siswa dapat mengevaluasi proses dan hasil eksperimen

- TP 2 : Siswa dapat mengevaluasi kinerja diri selama eksperimen
- TP 3 : Siswa dapat menyimpulkan faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan berdasar hasil analisis
- TP 4 : Siswa dapat menganalisis faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan
- TP 5 : Siswa dapat menjelaskan tipe dan proses perkecambahan biji berdasar hasil analisis
- TP 6 : Siswa dapat menjelaskan konsep Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan berdasar hasil analisis

Berdasarkan Tabel 4. diketahui ketercapaian tujuan pembelajaran dan indikator berpikir kritis pada setiap soal *pre-test* dan *post-test* yang menunjukkan peningkatan pada semua indikator berpikir kritis oleh siswa antara sebelum dan sesudah menggunakan *E-Book* berbasis PjBL dalam proses pembelajaran. Hasil tersebut dibuktikan dengan perolehan nilai *N-gain* berkisar dari kriteria tinggi hingga sedang. Selaras dengan Facione (2013) bahwa keterampilan kognitif adalah inti pemikiran kritis sehingga ketercapaian antar keduanya saling berkaitan erat.

Ketercapaian tujuan pembelajaran dan indikator berpikir kritis paling tinggi yaitu pada indikator evaluasi dan *self-regulation*, sesuai hasil data **Tabel 4.** di mana perolehan nilai *N-gain* secara berurutan sebesar 0,94 dan 0,93 yang terkategori tinggi. Siswa dapat mengevaluasi proses dan hasil eksperimen, serta dapat mengevaluasi kinerja diri selama eksperimen. Sub-materi pada indikator evaluasi adalah jenis pertumbuhan meliputi pertumbuhan primer dan sekunder, serta pada indikator *self-regulation* adalah faktor eksternal. Tingginya nilai yang diperoleh selaras dengan hasil Widiastuti (2020) bahwa sub materi jenis pertumbuhan dan faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dianggap tidak sulit oleh siswa. Selain itu, kemampuan evaluasi dan *self-regulation* siswa lebih berkembang karena pengalaman langsung dalam eksperimen secara nyata sehingga mereka dapat melakukan penilaian proses dan hasil eksperimen yang didapatkan secara mandiri. Eksperimen mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui praktik secara nyata (Kilpatrick, 2022). *E-Book* juga menyediakan fitur *BioSelf Assess* yang spesifik untuk melatih kemampuan evaluasi dan *self-regulation* pada siswa.

Indikator inferensi dan analisis mendapatkan nilai *N-gain* secara beruntun sebesar 0,84 dan 0,81 menunjukkan bahwa tujuan pembelajaran sudah tercapai. Siswa dapat

menyimpulkan faktor eksternal berdasar hasil analisis, serta dapat menganalisis faktor internal yang mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan. Hasil ini sama halnya dengan indikator sebelumnya yang disebabkan oleh pengerjaan proyek eksperimen secara langsung/nyata, di mana kedua indikator tersebut sering dilatihkan dalam prosesnya sehingga siswa mendapatkan pemahamannya secara mandiri. Selaras dengan Kilpatrick (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek eksperimental mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui praktik secara nyata. Selain itu, sub-materi tersebut dinilai tidak sulit oleh siswa (Widiastuti, 2020). *E-Book* juga menyediakan fitur *BioCase Explorer* dan *BioCritical Quest* yang banyak melatih kemampuan inferensi dan analisis pada siswa.

Peningkatan ketercapaian indikator berpikir kritis yang masuk dalam kategori sedang yaitu interpretasi dan eksplanasi dengan perolehan nilai *N-gain* secara beruntun sebesar 0,56 dan 0,46 yang menunjukkan bahwa tujuan pembelajaran sudah tercapai. Siswa dapat menjelaskan tipe dan proses perkecambahan biji berdasar hasil analisis. Sub-materi pada indikator eksplanasi adalah tipe dan proses perkecambahan biji. Perolehan nilai terkategori sedang selaras dengan hasil penelitian Widiastuti (2020) bagian dari materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan yang dianggap sulit oleh siswa adalah tipe dan proses perkecambahan. Pada sub-materi tersebut siswa sering mengalami miskonsepsi dan tidak paham dengan konsep (Pradina dan Yuliani, 2020). Selain itu, eksplanasi membutuhkan keterampilan verbal dan struktur berpikir yang lebih kompleks untuk memberikan jawaban koheren dalam format yang jelas. Meskipun sudah terdapat fitur untuk melatihkan eksplanasi dalam *E-Book*, tetapi belum ada sesi eksplisit yang melatih siswa untuk menuliskan jawaban eksplanasi dengan format yang jelas dan koheren, sehingga perlu ada fitur yang memberikan latihan eksplisit kepada siswa dalam menuliskan jawaban eksplanasi.

Indikator interpretasi memperoleh nilai *N-gain* sebesar 0,56 yang masuk dalam kategori sedang menunjukkan tujuan pembelajaran tercapai, tetapi paling rendah dari lima indikator lainnya. Siswa dapat menjelaskan konsep Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan berdasar hasil analisis. Adapun soal *pre-test* maupun *post-test* pada nomor satu terdapat gambar didalamnya untuk mengukur kemampuan interpretasi siswa. Akan tetapi, siswa hanya melihat gambar secara deskriptif, bukan analitis sehingga tidak semua siswa

mampu menghubungkan gambar dengan konsep secara mendalam. Selaras dengan Facione (2013) interpretasi adalah kemampuan memahami dan mengekspresikan makna secara jelas berdasarkan data maupun peristiwa. Gambar menjadi sumber penting penjelasan dalam pembahasan (Supriyatin dan Ichsan, 2018). Dengan demikian, perlu adanya fitur yang banyak melatihkan kemampuan interpretasi siswa melalui gambar-gambar analitis secara bertahap.

Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan merupakan materi yang berhubungan dengan kegiatan sehari-hari (Lestari dan Irawati, 2020). Oleh karena itu, pengembangan *E-Book* berbasis PjBL pada materi ini sudah sesuai dan hasil penggunaan dinyatakan efektif dalam melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pembelajaran berbasis masalah autentik efektif dalam meningkatkan hasil belajar melalui pemecahan masalah (Masruroh dan Raharjo, 2024; Faizah, dkk., 2021). Selaras dengan Wahyuni dan Yokhebed (2019) bahan ajar yang tepat akan meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini juga didukung dengan hasil proyek eksperimen berupa laporan praktikum secara berkelompok yang diselesaikan dengan baik oleh siswa. Selaras dengan Kilpatrick (2022) bahwa pembelajaran berbasis proyek berpusat dan sesuai kebutuhan siswa sehingga siswa secara aktif menyelesaikan tugas yang memiliki makna bagi mereka. Efektivitas merupakan pencapaian tingkat keberhasilan dalam penerapan suatu media pembelajaran yang diukur dari hasil belajar siswa. Media pembelajaran dikatakan efektif apabila terdapat peningkatan hasil belajar, begitupun sebaliknya (Citra dan Rosy, 2020).

PENUTUP

Simpulan

E-Book berbasis PjBL materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan telah berhasil dikembangkan dengan mengintegrasikan eksperimen langsung yang dilengkapi fitur *BioMedia Hub*, *BioCase Explorer*, *BioProject Builder*, *BioSelf Assess*, dan *BioCritical Quest* untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa yang layak. Hasil validasi dinyatakan sangat valid dengan persentase rata-rata 98,72% berdasarkan aspek kelayakan penyajian, isi, dan bahasa. Hasil kepraktisan memperoleh persentase rata-rata 100% dan 98,34% berdasarkan berdasarkan lembar observasi aktivitas dan respon siswa yang terkategori sangat praktis. Hasil keefektifan dinyatakan efektif berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test* memperoleh skor *N-gain* sebesar 0,76 yang terkategori tinggi.

Saran

Penelitian lanjutan diperlukan dalam pengembangan *E-Book* yang melatih eksplanasi dan interpretasi secara eksplisit. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengembangkan *E-Book* berbasis PjBL pada materi Biologi lainnya guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Prof. Dr. Yuni Sri Rahayu, M.Si, dan Dr. Ulfi Faizah, M.Si selaku dosen penguji, validator, serta siswa kelas XII 10 SMAN 16 Surabaya sebagai subjek penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnafia, D. 2019. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Florea*, Vol 6 (1): 45-53.
- Asri, A. S. T., & Dwiningsih, K. 2022. Validitas E-Modul Interaktif sebagai Media Pembelajaran untuk Melatihkan Kecerdasan Visual Spasial pada Materi Ikatan Kovalen. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 465-473.
- Branchais, S., & Achmadi, H. R. 2019. Validitas Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android pada Materi Gejala Pemanasan Global Kelas XI SMA. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 508-511.
- Campbell, N.A., Reece, J.B. dan Mitchell, L.G. 2021. *BIOLOGY*. New York: Pearson.
- Citra, C. A., & Rosy, B. 2020. Keefektifan Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi Quizizz terhadap Hasil Belajar Teknologi Perkantoran Siswa Kelas X SMK Ketintang Surabaya. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 8(2), 261-272.
- Dewey, J. 2024. *My Pedagogic Creed*. New York: Creative Media Partners, LLC.
- Facione, P. (2013). *Critical Thinking: What it is and Why It Count*. Millbrae: Measured Reason and The California Press.
- Faizah, U., Rustaman, N. Y., Ambarwati, R., & Rahayu, D. A. 2021. Persepsi Calon Guru Biologi Tentang Keterampilan Memecahkan Masalah Biodiversitas: Kajian Terkait Society 5.0. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 2(2), 12-23.
- Ibrahim, M. 2010. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Surabaya: Unesa University Press.
- Kementerian Pendidikan dan Budaya. 2008. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No. 69 Tahun 2008 "Buku". Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional. (Online), (<https://jdih.kemdikbud.go.id/sjdih/siperpu/dokumen/salinan/Nomor%2069%20Tahun%20%202008.pdf>, diakses 16 Maret 2025).
- Kementerian Pendidikan dan Budaya. 2024. *Kepka BSKAP Nomor 032/H/KR/2024 tentang Capaian Pembelajaran*. Jakarta: Kemendikbud. (Online), (<https://guru.kemdikbud.go.id/dokumen/74r6Yln0zK>, diakses 21 Mei 2025).
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. 2019. *Pentingnya 4C untuk Menghadapi Abad 21*. Jakarta: Kemendikbud. (Online), (<https://gtk.kemdikbud.go.id/read-news/pentingnya-4c-untuk-menghadapi-abad-21>, diakses 4 Februari 2023).
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Sekolah Dasar. 2024. *Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kemendikbud. (Online), (<https://ditpsd.kemdikbud.go.id/hal/kurikulum-merdeka>, diakses 5 Februari 2024).
- Kementerian Pendidikan, Riset, Budaya dan Teknologi. 2020. *Langkah-Langkah Pembelajaran Project Based Learning*. (Online), (<https://ayoguruberbagi.kemdikbud.go.id/artikel/project-based-learning/>, diakses 8 Februari 2023).
- Kilpatrick, W. H. 2022. *The Project Method*. New York: Legare Street Press.
- Kristiani, N., Hasanah., Hunaenah, N., Moroki, E.S.G., Kadariyah, N., & Ibayati, Y. 2018. *Manajemen Implementasi Kurikulum 2013*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Lestari, D. G., & Irawati, H. 2020. Literature Review: Peningkatan Hasil Belajar Kognitif dan Motivasi Siswa pada Materi Biologi Melalui Model Pembelajaran Guided Inquiri. *BIOMA: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 2(2), 51-59.
- Mahelingga, D. E. 2020. *Webinar dan Akses E-Book di Masa Pandemi Covid-19*. Balai Media dan Reproduksi LIPI.
- Masrinah, E. N., Aripin, I., & Gaffar, A. A. 2019. *Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. Dalam Seminar Nasional Pendidikan, FKIP UNMA 2019: "Literasi Pendidikan Karakter Berwawasan Kearifan Lokal pada Era Revolusi Industri 4.0"* (924). Universitas Majalengka.
- Masruroh, I. U., & Raharjo, R. 2024. Pengembangan E-LLKPD Berbasis *Problem Based Learning (PBL)* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Sub Materi Zat Makanan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(2), 370-382.
- Norrazifti, S., & Dian, R. N. 2019. Pengaruh Model *Problem Based Learning (PBL)* Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Pencemaran Lingkungan Kelas VII SMPN Haruyan. *Jurnal Pendidikan Hayati*, 5(4), 148-156.
- Paiman. 2022. *Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Yogyakarta. UPY Press.
- Pradina, L. E., & Yuliani, Y. 2020. Profil Miskonsepsi Siswa pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan Menggunakan *Three-Tier Multiple Choice*

- Test. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 9(2), 310-318.
- Purmadi, A., Wibawa, R., & Muzakkir, F. F. 2020. Pelatihan Pembuatan Bahan Ajar Berbasis Video Menggunakan Sparkol Video Scribe bagi Guru Smk Daarul Qur'an. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Cahaya Mandalika*, 1(2), 84-87.
- Rahayu, D. N. G., Harijanto, A., & Lesmono, A. D. 2018. Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(2), 162-167.
- Rao, K.N., Kumar, S. and Tripathi, M. 2018. E-Book and Print Book Price and Desirability For University Libraries: A Comparative Study. *The Electronic Library*, Vol. 36 No. 1, pp. 82-102
- Riduwan. 2013. *Pengantar Statistika untuk Penelitian Pendidikan, Sosial, Ekonomi, Komunikasi, dan Bisnis*. Bandung: Alfabeta.
- Riduwan. 2016. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Setiana, D. S., & Purwoko, R. Y. 2020. Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Gaya Belajar Matematika Siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 7(2), 163-177.
- Sihafudin, A., & Trimulyono, G. 2020. Validitas dan Keefektifan LKPD Pembuatan *Virgin Coconut Oil* Secara Enzimatis Berbasis PBL Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Pada Materi Bioteknologi. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 9(1), 73-79.
- Soimah, I. 2018. Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Komputer terhadap Hasil Belajar IPA ditinjau dari Motivasi Belajar Siswa. *Natural: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 5(1), 38-44.
- Stevenson, J.A., Bagley, W. C. 2016. *The Project Method of Teaching*. English: Leopold Classic Library.
- Supriyatin, & Ichsan, I.Z. 2018. Pengayaan Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan Melalui Pengembangan Bahan Ajar. *Jurnal Biotek*, Vol. 6 (2), hal : 13-24.
- 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.
- Susilowati, S., & Ramli, M. 2017. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Madrasah Aliyah Negeri di Kabupaten Magetan. In *Seminar Nasional Pendidikan Sains* (Vol. 21, No. 1, pp. 223-231).
- Thiagarajan, S., Semmel, D., & Semmel, M. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Indiana University.
- Wahyuni, E. S., & Yokhebed, Y. 2019. Deskripsi Media Pembelajaran yang Digunakan Guru Biologi SMA Negeri di Kota Pontianak. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 8(1), 32-40.
- Wahyuni, L., & Rahayu, Y. S. 2021. Pengembangan E-Book Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kreatif pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan Kelas XII SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 10(2), 314-325.
- Waspada. 2022. Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Pendidikan Kewarganegaraan Pada Kelas XI Madrasah Aliyah (MA) Al Nahdlah Islamic Boarding School Bojongsari Depok Jawa Barat. *JTA: Jurnal Tunas Aswaja*, 1, 9-12.
- Widiastuti, L. 2020. Analisis Kesulitan Belajar Siswa Dalam Memahami Materi Pertumbuhan Dan Perkembangan Makhluk Hidup Kelas XII MIPA SMAN 1 Cibungbulang Kabupaten Bogor. *Pedagogia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 12(2), 87-92.