

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* PADA MATERI SEL TUMBUHAN & HEWAN UNTUK MELATIH KETERAMPILAN PROSES SAINS KELAS XI SMA***The Development of E-LKPD Based on Discovery Learning on Plant & Animal Cell Material to Train Science Process Skills of Grade XI SMA*****Hamidha Septa Maharani**

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

E-mail: hamidha.21088@mhs.unesa.ac.id**Nur Qomariyah**

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

E-mail: nurqomariyah@unesa.ac.id**Abstrak**

Memasuki era abad ke-21, kemajuan teknologi melesat signifikan dan turut memengaruhi ranah pendidikan. Peserta didik dituntut memiliki kompetensi dalam mengoperasikan teknologi informasi guna menunjang kegiatan belajar. Seiring itu, bahan ajar juga mengalami transformasi, seperti hadirnya E-LKPD. E-LKPD merupakan media pembelajaran digital yang mendukung proses pembelajaran. Penerapan pendekatan *Discovery Learning* dinilai cocok dalam pengajaran biologi guna mengembangkan keterampilan proses sains, khususnya dalam materi sel tumbuhan & hewan. Riset ini bertujuan untuk merancang E-LKPD berbasis *Discovery Learning* guna memperkuat keterampilan proses sains pada topik tersebut. Kajian ini sejalan dengan SDG 4, yang mendukung terselenggaranya pendidikan yang inklusif, setara, dan bermutu sepanjang hayat. Metodologi penelitian menggunakan kerangka 4-D: *Define, Design, Develop, dan Disseminate* yang dikemas dalam bentuk artikel ilmiah. Tahap uji dilakukan terhadap 36 siswa kelas XI SMA Negeri 20 Surabaya. Penilaian oleh dua validator menghasilkan tingkat validitas sebesar 96,56%. Dari sisi kepraktisan, diperoleh tingkat keterlaksanaan 100% dan tanggapan positif siswa sebesar 99%, keduanya menunjukkan kategori sangat layak. Efektivitas pembelajaran tercermin dari peningkatan nilai *pre-test* ke *post-test* dengan rata-rata 96,8 dan nilai *N-Gain* sebesar 0,9, yang menandakan capaian tinggi dan tuntas. Berdasarkan hasil tersebut, E-LKPD ini dinyatakan layak, fungsional, dan efektif sebagai media ajar berbasis digital dalam menunjang peningkatan keterampilan proses sains.

Kata Kunci: penelitian pengembangan, E-LKPD, *discovery learning*, keterampilan proses sains, sel tumbuhan & hewan, implikasi

.Abstract

In the modern era 21st, the swift evolution of technology has profoundly influenced the educational landscape. Learners are now required to harness ICT tools to enrich their academic experiences. This shift has sparked innovation in instructional content, exemplified by the advent of Electronic Student Worksheets (E-LKPD), which are digital resources designed to enhance learning. The Discovery Learning approach is particularly effective for biology education, fostering scientific process skills. One core subject is the study of plant and animal cells. This research focuses on developing a Discovery Learning-driven E-LKPD to cultivate those skills within that topic. The initiative supports SDG 4, advocating inclusive and high-quality education for all. Employing the 4-D development model—Define, Design, Develop, Disseminate—the final dissemination was conducted through scholarly article publication. The E-LKPD was trialed with 36 students in Grade XI at SMAN 20 Surabaya. Expert validation yielded a score of 96.56%, deemed “highly appropriate.” Implementation results showed 100% success, with 99% of student feedback being positive—both indicating strong practicality. Effectiveness, measured via pre-test, post-test, and N-Gain, revealed full learning mastery with a 96.8 average post-test score and a 0.9 N-Gain—both categorized as high. Thus, the E-LKPD is confirmed to be valid, practical, and effective in promoting science skills aligned with technological progress.

Keywords: development research, E-LKPD, *discovery learning*, science process skills, plant & animal cells, implications.

PENDAHULUAN

Memasuki era abad ke-21, peserta didik dituntut menguasai pemanfaatan teknologi informasi dan

komunikasi sebagai penunjang aktivitas belajar. Selaras dengan tuntutan tersebut, pendidik ditantang untuk memanfaatkan media serta materi ajar yang interaktif, atraktif, dan merangkul keberagaman. Seiring

berkembangnya inovasi masa kini, materi ajar pun turut bertransformasi, salah satunya melalui hadirnya E-LKPD. E-LKPD ialah versi digital lembar kerja yang dirancang sebagai sarana mendukung proses pembelajaran. Perannya yakni mempermudah siswa dalam memahami materi melalui penjelasan konsep, eksperimen, maupun demonstrasi, lengkap dengan arahan pelaksanaan sesuai dengan capaian pembelajaran (Firdaus & Wilujeng, 2018). Kelebihan E-LKPD yaitu pengguna dapat mengakses secara efisien dalam hal waktu dan tempat sehingga memberikan kemudahan bagi pengguna, selain itu dengan desain yang menarik maka dapat menjadi alat untuk meningkatkan daya tarik belajar peserta didik (Syafitri & Tressyalina, 2020).

Dalam penerapan Kurikulum Merdeka, siswa didorong untuk berperan aktif dan menunjukkan kecakapan dalam proses pembelajaran. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan guna meningkatkan keterlibatan dan capaian belajar peserta didik ialah model *Discovery Learning*, yang menstimulasi daya pikir kritis dan eksploratif siswa (Wulandari *et al.*, 2018). Model ini dirancang guna membantu peserta didik membangun pemahaman konseptual melalui penelusuran data atau informasi hasil observasi dan eksperimen (Cintia *et al.*, 2018). Menurut Nahdliya dan Budiyanto (2019), *Discovery Learning* meliputi beberapa fase, yaitu stimulasi awal (*stimulation*), perumusan masalah (*problem statement*), pengumpulan data (*data collection*), pengolahan informasi (*data processing*), pembuktian (*verification*), serta penarikan kesimpulan (*generalization*).

Brunner (1961) mengemukakan bahwa *Discovery Learning* bertujuan mengasah kemampuan peserta didik dalam menggali serta menyelesaikan permasalahan secara otonom, sekaligus menstimulasi mereka untuk berpikir analitis dan memproses informasi secara aktif. Dalam konteks pembelajaran biologi, siswa dapat meraih pengalaman belajar mandiri dengan mengeksplorasi konsep-konsep melalui berbagai kegiatan, seperti praktikum, sehingga mampu mengembangkan keterampilan proses sains mereka (Guswita, 2018). Penggunaan keterampilan proses sains dimaksudkan untuk mendorong kemandirian belajar siswa serta membina pemahaman mereka terhadap fenomena alam, sehingga dapat mengasah keterampilan proses sains mereka (Dewi *et al.*, 2019).

Terdapat dua kategori dalam keterampilan proses sains, yakni kemampuan dasar dan kemampuan yang bersifat terintegrasi (Dimiyati dan Mudjiono, 2013). Keterampilan proses sains mendasar berperan sebagai pijakan awal dalam membentuk keterampilan sains terpadu yang lebih kompleks. Kompetensi dasar ini mencakup aktivitas

seperti mengamati, mengelompokkan, memperkirakan, menakar, menyimpulkan, serta menyampaikan informasi. Adapun keterampilan sains terintegrasi melibatkan kemampuan dalam merumuskan masalah dan hipotesis, mengenali variabel, menyusun serta menjalankan eksperimen, mengelola data, hingga menarik simpulan (Dimiyati & Mudjiono, 2013). Praktikum menjadi contoh nyata dari keterampilan ini, karena melibatkan alat, bahan, logika, dan kerja sama. Penelitian ini memfokuskan pelatihan pada aspek keterampilan sains terpadu, mengingat rendahnya penguasaan keterampilan tersebut di kalangan peserta didik.

Hasil diskusi peneliti bersama tiga pendidik biologi di SMAN 20 Surabaya, keterampilan proses sains terintegrasi pada siswa belum dilaksanakan sepenuhnya. Terdapat 2 guru yang belum melakukan praktikum dan hanya mengajarkan siswa melakukan praktikum sederhana di kelas tanpa menggunakan alat laboratorium yang lengkap. Sebagian besar guru menerapkan metode diskusi serta memanfaatkan LKS yang berisi soal pilihan ganda dan uraian untuk mengukur tingkat pemahaman siswa. Padahal untuk alat praktikum, sekolah memiliki banyak alat yang masih berfungsi dan dapat digunakan. Peneliti juga melakukan penyebaran kuisioner kepada peserta didik mengenai materi sel tumbuhan & hewan untuk melatih keterampilan proses sains. Dari hasil kuisioner tersebut, didapatkan 88,8% dari 36 peserta didik lebih menyukai pembelajaran yang secara langsung melibatkan mereka dengan objek yang dibahas, atau turut aktif dalam kegiatan praktikum, pengamatan, serta observasi langsung, sebab peserta didik umumnya lebih cepat menyerap konsep dan isi pembelajaran yang diberikan.

Salah satu penyebab lemahnya kemampuan proses sains siswa ialah masih kuatnya dominasi metode pengajaran biologi yang bersifat tradisional (Sosilo *et al.*, 2021). Pada pendekatan pembelajaran konvensional, guru cenderung berperan sebagai sumber utama informasi, bukan sebagai fasilitator. Akibatnya, peserta didik mendapatkan pengetahuan secara transfer langsung dari guru, tidak dengan keterlibatan aktif dalam proses sains dan kegiatan ilmiah (Nawfa *et al.*, 2022). Terdapat beberapa kendala untuk mencapai pelaksanaan keterampilan proses sains, dikarenakan salah satu penunjang keterampilan proses sains diperoleh saat melakukan praktikum. Faktor penghambat yang ditemukan oleh peneliti pada sekolah yang diamati yaitu dikarenakan guru belum mengajarkan dan mendorong siswa untuk terlibat langsung dalam kegiatan praktikum, namun sebagian besar masih mengalami kesulitan dalam penggunaan mikroskop serta belum familiar dengan berbagai instrumen laboratorium.

Topik sel tumbuhan dan hewan dalam biologi kelas XI fase F berperan sebagai sarana pengasah keterampilan proses sains siswa, dengan cakupan konsep sel, organel beserta fungsinya, perbedaan jenis sel, serta mekanisme transport zat. Dengan demikian materi ini sesuai untuk melatih keterampilan proses sains. Dengan demikian, diperlukan Upaya yang mengedepankan kreativitas dan inovasi terkini dalam penyusunan bahan ajar, salah satunya yaitu menciptakan E-LKPD guna meningkatkan minat belajar peserta didik serta memberikan makna yang lebih mendalam dalam proses pembelajaran.

Penyusunan E-LKPD berlandaskan *Discovery Learning* ditujukan guna menstimulasi keterampilan proses peserta didik melalui pengolahan informasi dari hasil pengamatan maupun eksperimen, serta mendorong pemecahan masalah secara aktif. Selain itu, pendekatan ini mendukung kemandirian belajar sesuai dengan gaya belajar masing-masing individu. Oleh sebab itu, penelitian ini memfokuskan pada perancangan E-LKPD yang mengadopsi model *Discovery Learning* dengan aktivitas dan tugas yang dirancang khusus untuk mengembangkan keterampilan proses sains dalam materi sel tumbuhan dan hewan.

METODE

Riset ini termasuk dalam ranah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan model 4-D, yang terdiri dari *Define, Design, Develop, dan Dissemination*. Implementasinya dilakukan di Program Studi Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya, dengan uji coba melibatkan 36 pelajar kelas XI SMAN 20 Surabaya.

Tahap *define* dilaksanakan melalui analisis menyeluruh dari awal hingga akhir terhadap permasalahan yang muncul selama proses pembelajaran. Materi sel tumbuhan dan hewan, analisis kognitif peserta didik, analisis konsep materi sel tumbuhan dan hewan, analisis terhadap tugas E-LKPD dilakukan, diikuti dengan perumusan tujuan pembelajaran, yang selanjutnya dianalisis secara deskriptif. Tahap kedua, yaitu *design* dilaksanakan dengan menyusun format konten E-LKPD serta merancang produk E-LKPD berbasis *Discovery Learning* materi sel tumbuhan dan hewan, kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif. Tahap ini menghasilkan draf awal (draf I). Langkah selanjutnya ialah proses validasi oleh para ahli, yang meliputi dosen dengan keahlian di ranah pendidikan serta dosen yang menguasai substansi materi secara mendalam.

Proses pengembangan dilaksanakan dengan mengumpulkan data validasi yang diperoleh dari evaluasi

E-LKPD oleh dua ahli penilai menggunakan skala *Likert* (1-4) guna menentukan tingkat keabsahan. Selanjutnya, pengukuran kepraktisan dilakukan melalui penyebaran kuesioner respons peserta didik serta kuesioner keterlaksanaan yang memakai skala *Guttman*. Tingkat keberhasilan dievaluasi melalui perolehan skor pada uji awal, uji akhir, serta kalkulasi nilai peningkatan (*N-Gain*). Sementara itu, fase penyebarluasan hasil dilakukan dengan mempublikasikan artikel riset terkait pengembangan E-LKPD berbasis *Discovery Learning* dalam jurnal ilmiah berkala yang memiliki fokus kajian pada bidang pendidikan biologi, yaitu BioEdu.

Penilaian terhadap validitas E-LKPD dan instrumen tes dilakukan oleh para validator guna menilai kualitas pengembangan keduanya. Proses penilaian ini didasarkan pada skor yang diberikan sesuai dengan kriteria dalam skala *Likert*. Nilai kumulatif dari proses validasi tersebut selanjutnya diolah guna mengidentifikasikan derajat keabsahan maupun kelayakan E-LKPD yang telah dirancang. Perhitungan tingkat validitas dilakukan melalui formula berikut ini:

$$\text{Validitas (\%)} = \frac{\sum \text{Skor hasil pengumpulan data}}{\sum \text{Skor kriteria}} \times 100\%$$

Perolehan persentase validitas diinterpretasikan berdasarkan kriteria validitas yang diadaptasi dari Indana (2013). Hasil dianggap valid jika persentase yang diperoleh mencapai $\geq 61\%$. Penelaahan kepraktisan E-LKPD dilakukan melalui evaluasi tingkat pelaksanaan oleh pengamat serta pengolahan data kuesioner tanggapan siswa yang dianalisis secara mendalam guna memperoleh mutu E-LKPD berdasarkan umpan balik peserta didik. Penyusunan instrumen evaluasi pelaksanaan dan kuesioner tanggapan siswa memakai skala *Guttman* yang diaplikasikan pada perhitungan selanjutnya:

$$\text{Skor keterlaksanaan} = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

$$\text{Angket respons} = \frac{\sum \text{Jumlah siswa menjawab ya}}{\sum \text{Jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

Persentase tersebut diinterpretasikan berdasarkan kriteria yang diadaptasi dari Indana (2013). E-LKPD dikategorikan praktis apabila hasil analisis keterlaksanaan serta tanggapan dari siswa menunjukkan persentase minimal sebesar 61%. Untuk mengetahui efektivitas E-LKPD, dilaksanakan pengolahan data dengan membandingkan capaian belajar siswa sebelum dan sesudah penerapan E-LKPD, yakni melalui pelaksanaan *pre-test* dan *post-test*. Siswa dianggap tuntas

apabila nilai *post-test* yang diraih minimal mencapai 80, selaras dengan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) di SMAN 20 Surabaya. Selanjutnya, persentase ketuntasan siswa dihitung menggunakan formula berikut ini:

$$\text{Skor persentase} = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Persentase ketuntasan diolah berdasarkan kriteria yang diadaptasi dari Setyowati & Subali (2011). Dengan demikian, peserta didik dinyatakan tuntas jika persentase yang diperoleh mencapai $\geq 71,50\%$. Peningkatan kapasitas dalam rangkaian penelitian dievaluasi melalui perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test*, selanjutnya dihitung menggunakan skor gain berdasarkan rumus yang tercantum berikut:

$$\text{Gain score} = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{nilai maksimal} - \text{nilai pretest}}$$

Skor *N-gain* diinterpretasikan pada kategori yang diadaptasi dari (Hake,1999). Berdasarkan kriteria ini, dinyatakan E-LKPD dapat dianggap efektif apabila skor *N-Gain* yang dihasilkan mencapai $\geq 0,7$.

HASIL DAN PEMBAHASAN






Studi ini mengembangkan E-LKPD berbasis metode *Discovery Learning* yang difokuskan pada materi struktur sel tumbuhan dan hewan, bertujuan meningkatkan keterampilan proses sains siswa kelas XI SMA. E-LKPD tersebut disajikan melalui media platform *liveworksheet*, sehingga dapat diakses secara online menggunakan perangkat laptop maupun ponsel. Dalam penelitian ini dikembangkan dua jenis E-LKPD, yaitu E-LKPD 1 dengan tema "Perbedaan Sel Tumbuhan dan Hewan" serta E-LKPD 2 yang membahas "Transport Membran".





Gambar 1. Halaman Depan (Cover) E-LKPD

Dalam E-LKPD yang dirancang, terkandung pula lima fungsi utama yang didasarkan pada tolok ukur *Discovery Learning* serta tahapan sintaks keterampilan proses sains, yakni *Lets See*, *Lets Think*, *Lets Try*, *Lets Smart*, dan *Lets Analyze*. Sedangkan dua fitur penguatan informasi, yakni *BioWatch*, dan *BioQuiz*. Fitur-fitur tersebut tersaji pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Fitur-Fitur E-LKPD

No	Fitur	Keterangan
1.		Fitur ini menyajikan wacana fenomena atau masalah sebagai stimulasi kepada peserta didik untuk tahapan pembelajaran selanjutnya. Pada fitur ini melatih sintaks keterampilan proses sains yaitu siswa diminta untuk mengamati dan menafsirkan.
2.		Fitur ini memberikan panduan kepada peserta didik dalam menyusun permasalahan serta merancang hipotesis pasca tahap stimulasi. Melalui fitur ini, keterampilan prosedural dalam proses ilmiah, khususnya dalam perumusan masalah dan hipotesis, dapat diasah secara efektif.
3.		Fitur yang menyajikan ruang untuk peserta didik mengidentifikasi variabel, dan merancang serta melakukan percobaan berdasarkan permasalahan yang telah disusun. Pada fitur ini melatih sintaks keterampilan proses sains yaitu mengidentifikasi variabel, merancang dan melakukan percobaan.
4.		Fitur yang menyajikan arahan kepada peserta didik untuk menyajikan data berdasarkan hasil praktikum sesuai dengan permasalahan yang telah dilakukan. Dalam fitur ini, kemampuan penyusunan sintaksis pada keterampilan proses sains diasah melalui tugas yang mengharuskan peserta didik memaparkan data secara sistematis.
5.		Fitur yang menyajikan pertanyaan terkait hasil eksperimen untuk melatih peserta didik menganalisis hasil data dan menarik kesimpulan.

No	Fitur	Keterangan
		Pada fitur ini melatih sintaks keterampilan proses sains yaitu siswa diminta untuk menganalisis data dan menarik kesimpulan.
6.		Fitur yang berbasis <i>link</i> akses berupa tayangan video menarik terkait sel tumbuhan dan hewan.
7.		Fasilitas yang menghadirkan tautan serta kode QR guna memudahkan akses ke soal <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> sebagai sarana untuk mengevaluasi tingkat pemahaman peserta didik secara mendalam.

Sebelum memberikan penilaian akhir, validator menyampaikan saran dan masukan untuk menyempurnakan E-LKPD. Rincian usulan perbaikan terhadap E-LKPD. Berikut ini adalah penyajian output dari proses pengembangan yang termuat dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Temuan evaluasi E-LKPD oleh validator pasca presentasi proposal

No.	Saran dan masukan
1.	Pada E-LKPD fase 2 gambar yang disajikan harus sesuai dengan sub materi yaitu "Transport Membran".
2.	Pada sampul diberi keterangan bahwa E-LKPD ini dapat digunakan untuk kelas, semester, tingkat jenjang apa.
3.	Pada bagian yang semula "Apa saja yang dipelajari" diganti dengan "Tujuan Pembelajaran", kemudian mencantumkan fitur yang digunakan dalam setiap tujuan pembelajaran.
4.	Pada tabel "Sesudah diberi akuades" diberikan keterangan berapa volume akuades yang diberikan.

Setelah menerima masukan dari validator, peneliti melakukan revisi untuk memastikan E-LKPD yang digunakan layak dipakai sebagai sumber belajar. Selanjutnya, Proses evaluasi validitas produk E-LKPD dilaksanakan oleh validator dengan menerapkan Skala *Likert* sebelum produk tersebut diuji pada peserta didik. Data validitas yang diperoleh disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Ringkasan Rekap Data Validasi E-LKPD

No.	Aspek yang Dinilai	Rata-rata	Persentase (%)
1.	Komponen kelayakan penyajian	3,86	96,5
2.	Komponen kelayakan isi	3,97	99,4
3.	Komponen kelayakan kebahasaan	3,75	93,75
Rata-rata seluruh aspek		3,86	96,56
Kategori		Sesuai	Sangat Memenuhi

Evaluasi kesahihan E-LKPD yang telah dikembangkan dilaksanakan oleh tim pakar, mencakup dosen spesialis bidang pendidikan serta dosen ahli materi pembelajaran. Berdasarkan **Tabel 3**, total skor validasi mencapai 96,56%, yang masuk dalam kategori sangat valid. Evaluasi ini meliputi tiga dimensi utama, yakni aspek penyajian, konten, dan tata bahasa. Instrumen validasi yang dipakai merupakan adaptasi dari alat ukur milik Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP, 2024)

Persentase rata-rata evaluasi pada tiap aspek, khususnya aspek penyajian, tercatat mencapai 96,5% termasuk dalam kategori sangat valid, persentase aspek isi sebesar 99,4% kategori sangat valid dan aspek kebahasaan mendapatkan persentase sebesar 93,75% termasuk kategori sangat valid. Berdasarkan skala interpretasi yang diadaptasi dari Riduwan (2007) dalam Indana (2013), menjelaskan bahwa kelayakan E-LKPD yang dikembangkan yakni dengan mendapatkan hasil validasi pada nilai $\geq 61\%$ sehingga termasuk dalam kategori valid.

Penilaian validitas pada aspek pertama yakni penyajian yang dinilai berdasarkan desain sampul E-LKPD, judul, jenis huruf dan ukuran, capaian pembelajaran, indikator pembelajaran, Tujuan instruksional, panduan pemakaian, keunggulan E-LKPD, serta struktur penyajian E-LKPD. Mengacu pada **Tabel 3**, nilai rata-rata keseluruhan aspek penyajian mencapai 3,86 yang masuk dalam kategori interpretasi sangat valid. Penyajian dalam media pembelajaran yang efektif mampu memberikan dampak positif bagi peserta didik, yakni dengan E-LKPD yang disusun secara sistematis, tampilan yang menarik sehingga minat dan motivasi siswa meningkat, memperlihatkan jika E-LKPD terbilang cakap serta layak apabila melengkapi persyaratan yang ditetapkan pada saat E-LKPD dikembangkan, yang

meliputi persyaratan struktural, serta persyaratan teknis (Depdiknas, 2013).

Penilaian aspek isi E-LKPD dilakukan dengan mengacu pada keselarasan fitur terhadap keterampilan proses sains beserta sintaksnya. Berdasarkan **Tabel 3**, nilai rata-rata aspek isi mencapai 3,97, tergolong sangat valid menurut interpretasi. Penyusunan sistematika dan karakteristik E-LKPD dirancang secara teliti agar memudahkan siswa dalam memahami informasi sesuai dengan target pembelajaran, sebab fitur-fitur tersebut memuat informasi krusial yang mendukung kelancaran penyelesaian E-LKPD. Hal ini membuktikan jika aktivitas E-LKPD yang digabungkan dengan sintaks keterampilan proses sains sesuai dan membantu siswa memahami materi serta menjangkau tujuan pembelajaran. Secara keseluruhan E-LKPD yang dikembangkan berdasarkan aspek isi mendapatkan validitas sebesar 99,4% termasuk dalam kategori sangat valid.

Aspek kebahasaan E-LKPD dinilai berdasarkan bahasa yang digunakan dan kalimat yang digunakan. Berdasarkan **Tabel 3**. Rata-rata skor paling minimal di antara ketiga aspek ditemukan pada dimensi kebahasaan dengan angka rata-rata 3,75, yang masih tergolong dalam klasifikasi sangat valid. Berdasarkan data tersebut, masih terdapat beberapa kata yang penulisannya masih salah atau *typo*, terdapat juga beberapa kata yang penulisannya belum tepat seperti harus menggunakan *italic*, dan beberapa kalimat yang masih terlalu berbelit-belit.

Kebahasaan merupakan faktor yang sangat penting dalam pembuatan E-LKPD karena bahasa berperan sebagai sarana bagi siswa untuk memahami makna informasi yang terdapat pada bahan ajar. Sehubungan dengan hal tersebut, pemilihan dan perangkai kata harus dilakukan dengan seksama supaya konten yang disampaikan mampu diterima dan dipahami secara optimal oleh para peserta didik (Hermawan, 2019). Secara keseluruhan berdasarkan aspek kebahasaan mendapatkan validitas sebesar 93,75% kategori sangat valid.

Selain validasi E-LKPD yang dilakukan oleh validator, dilakukan juga penilaian kepraktisan Berlandaskan temuan dari pengamatan pelaksanaan E-LKPD yang dilihat melalui dinamika keterlibatan peserta didik, sebagaimana dipaparkan dalam **Tabel 4**.

Tabel 4. Rekapitulasi Data Hasil Observasi Keterlaksanaan E-LKP

Aktivitas Keterlaksanaan Peserta Didik	Persentase (%)	Kategori
Aktivitas peserta didi E-LKPD 1	100	Sangat Praktis
Aktivitas peserta didik E-LKPD 2	100	Sangat Praktis
Total keseluruhan	100	Sangat Praktis

Tiga orang observer melakukan observasi keterlaksanaan E-LKPD selama pelaksanaan uji coba penggunaan E-LKPD dalam kegiatan pembelajaran di kelas. Kepraktisan E-LKPD dapat diketahui berdasarkan hasil keterlaksanaan aktivitas siswa selama menggunakan E-LKPD. Aktivitas siswa meliputi penggunaan E-LKPD dengan baik, melakukan semua fitur yang ada pada E-LKPD, dan melaksanakan latihan soal yang tertuang dalam E-LKPD.

Penelitian ini melibatkan 36 siswa yang dibagi menjadi 6 kelompok, masing-masing terdiri dari 6 anggota. Kegiatan E-LKPD diawali dengan *pre-test* untuk mengukur pengetahuan dan keterampilan awal proses sains peserta, kemudian dilanjutkan dengan aktivitas sesuai panduan E-LKPD, dan diakhiri dengan *post-test* sebagai evaluasi pemahaman serta kompetensi keterampilan proses sains setelah penggunaan E-LKPD.

Berdasarkan hasil analisis rekapitulasi observasi keterlaksanaan yang tersaji pada **Tabel 4** menunjukkan hasil bahwa E-LKPD 1 mendapatkan persentase 100% kategori sangat praktis dan E-LKPD 2 persentase 100% kategori sangat praktis, menandakan kelancaran total pelaksanaan E-LKPD serta partisipasi aktif seluruh siswa dalam kelompok tersebut saat mengerjakan E-LKPD.

Penilaian kepraktisan tidak hanya dinilai dengan lembar keterlaksanaan yang dilakukan oleh observer, melainkan juga dilakukan angket respons siswa yang terdiri dari aspek penyajian, keterbacaan, isi, dan bahasa. Adapun rekapitulasi respons siswa tersaji pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Rekapitulasi Angket Respons Siswa

Aspek yang Dinilai	Persentase (%)	Kategori
Aspek penyajian	98,6	Sangat praktis
Aspek keterbacaan	97,9	Sangat praktis
Aspek isi	100	Sangat praktis
Aspek bahasa	99	Sangat praktis
Rata-rata semua aspek	99	Sangat praktis

Data hasil rekapitulasi respons siswa diperoleh menggunakan lembar angket respons siswa yang tersaji dalam **Tabel 5** dengan 4 kriteria utama yang dinilai yaitu kriteria penyajian, kriteria keterbacaan, isi, serta bahasa menunjukkan rata-rata skor 99%, yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Apabila hasil survei respons dianalisis menggunakan lima kategori menurut (Riduwan, 2007 dalam Indana, 2013), maka persentase $\geq 61\%$ mengindikasikan E-LKPD yang dikembangkan tergolong praktis.

Pada aspek penyajian yang terdapat pada **Tabel 5** memperoleh nilai 98,6%, yang terdiri dari 4 komponen aspek penyajian dengan 3 komponen mendapat persentase 100% dan 1 komponen penilaian yang memiliki nilai sebesar 94,40% yakni terkait tampilan E-LKPD. Hal ini dikarenakan terdapat dua peserta didik yang menilai bahwa tampilan E-LKPD yang dikembangkan terlalu ramai. Darmodjo dan Kaligis (1993) menyatakan bahwa E-LKPD perlu didesain secara menarik agar mampu menarik minat siswa dalam menggunakannya. E-LKPD idealnya memuat perpaduan antara teks, gambar, dan video secara seimbang. Sebuah E-LKPD tidak seharusnya hanya berisi kumpulan kalimat yang langsung disusul oleh pertanyaan, atau sebaliknya. Menurut Indriyani (2013), kombinasi elemen visual seperti gambar dan video dengan teks, ditambah penggunaan tata letak yang penuh warna, dapat memberikan kesan lebih variatif dan menarik pada tampilan E-LKPD.

Pada aspek keterbacaan memperoleh nilai 97,9%, yang terdiri dari 4 komponen aspek keterbacaan dengan 2 komponen mendapat persentase 100%, 1 komponen penilaian yang memiliki nilai sebesar 97,2% yakni terkait struktur kalimat, dan 1 komponen penilaian yang memiliki nilai persentase sebesar 94,4% yakni terkait kalimat petunjuk dan pertanyaan tidak membingungkan. Pawestri dan Zulfiati (2020) mengungkapkan bahwa penggunaan bahasa dalam E-LKPD perlu disesuaikan dengan tingkat kematangan siswa serta disusun menggunakan struktur kalimat yang mudah dipahami. Sementara itu, menurut Fatmawati *et al.*, (2019), bahasa yang digunakan sebaiknya relevan dengan tahap perkembangan siswa, bersifat interaktif, dan komunikatif agar memudahkan mereka dalam memahami isi atau informasi yang disampaikan.

Pada aspek isi memperoleh nilai 100%, yang terdiri dari 7 komponen. Pada aspek isi sendiri berisikan tentang materi dan sintaks keterampilan proses sains yang terdapat di E-LKPD. Dapat disimpulkan bahwa konten, struktur keterampilan proses sains, serta indikator *Discovery Learning* yang terintegrasi dalam E-LKPD tersebut sesuai dan dapat dikerjakan oleh peserta didik. Pada aspek

kebahasaan memperoleh nilai 97,9%, yang terdiri dari 3 komponen aspek kebahasaan dengan 2 komponen mendapat persentase 100%, dan 1 komponen mendapat nilai 97,5% yakni pada komponen penggunaan istilah-istilah.

Secara keseluruhan semua aspek lainnya mendapatkan rata-rata persentase sebesar 100% yang menunjukkan bahwa keseluruhan peserta didik telah menggunakan E-LKPD dengan baik dilihat dari respons positif yang diberikan oleh peserta didik. Respons positif didukung oleh adanya ulasan yang tercantum dalam kolom khusus pada kuesioner siswa. Kritik yang sudah diberikan oleh siswa memberitahukan apabila siswa merasa tertarik dan dapat menerima soal-soal yang tersedia di dalam E-LKPD. Peserta didik juga memberikan komentar terkait fitur-fitur yang unik dan menarik. Bagi mereka, ini merupakan pengalaman pertama mengerjakan LKPD dalam bentuk non cetak atau elektronik. Materi pembelajaran E-LKPD hasil pengembangan peneliti dirancang sesuai dengan sifat khas peserta didik, sehingga penggunaannya tidak menyulitkan dan dapat diakses dengan mudah, baik secara mandiri maupun dalam kegiatan kelompok oleh peserta didik. Seperti pernyataan Suryani *et al.*, (2020) salah satu keunggulan bahan ajar digital adalah sifatnya yang lebih praktis untuk dibawa ke berbagai tempat, memiliki daya tahan yang tinggi, serta tidak mudah rusak atau usang seiring berjalannya waktu.

Selain itu untuk mengetahui keefektifan E-LKPD yang dikembangkan, peneliti juga melakukan perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test*, yang disajikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Rekapitulasi Nilai *Pre-test* dan *Post-test*

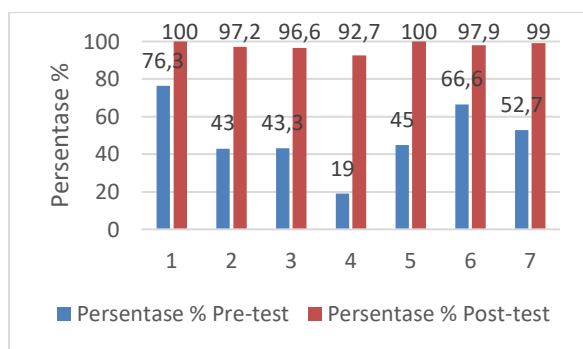
Rata-rata Nilai <i>Pre-test</i>	Ket.	Rata-rata Nilai <i>Post-test</i>	Ket.	N-Gain	Ket.
43,1	Tidak tuntas	96,8	Tuntas	0,9	Tinggi
Ketuntasan		100%			

Tingkat keberhasilan menjadi aspek krusial untuk mengukur dampak pemanfaatan E-LKPD beserta fitur-fiturnya. Dalam penelitian ini, efektivitas diukur melalui perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* yang disajikan dalam fitur *BioQuiz*. Hasil pembelajaran tersebut menggambarkan sejauh mana peserta didik mencapai ketuntasan pada indikator keterampilan proses sains yang diuji. Hasil pelaksanaan *pre-test* yang dilaksanakan sebelum menggunakan E-LKPD yang dikembangkan berdasarkan **Tabel 6** dari 36 peserta didik kelas XI SMAN 20 Surabaya, tidak satupun yang meraih nilai melewati KKM. Kondisi ini mengindikasikan bahwa mereka belum menguasai keterampilan dalam menafsirkan soal,

termasuk merumuskan masalah, menyusun hipotesis, mengenali variabel, mendesain eksperimen, memaparkan data, serta menarik kesimpulan.

Ketuntasan peserta didik dalam mengerjakan soal *pre-test* yang ditunjukkan pada **Tabel 6** dengan rata-rata 43,1 persentase 0% ketuntasan dan termasuk dalam kategori tidak tuntas. Sedangkan pelaksanaan *post-test* yang dilaksanakan setelah menggunakan E-LKPD menunjukkan dari 36 peserta didik mendapatkan nilai ≥ 80 dari rata-rata KKM yang ditetapkan oleh sekolah ditunjukkan dengan hasil rata-rata nilai 96,8 dengan persentase 100% kategori tuntas.

Seluruh capaian dari indikator keterampilan proses sains tersaji dalam **Gambar 2**.



Gambar 2. Rekapitulasi Ketercapaian indikator Keterampilan Proses Sains

Keterangan:

- 1 : Merumuskan masalah
- 2 : Merumuskan hipotesis
- 3 : Mengidentifikasi variabel
- 4 : Merancang dan melakukan percobaan
- 5 : Mengumpulkan dan menyajikan data
- 6 : Menganalisis data
- 7 : Membuat kesimpulan

Persentase ketercapaian tertinggi pada indikator merumuskan masalah, dan mengumpulkan dan menyajikan data, dengan perolehan persentase *post-test* 100%. Indikator keterampilan proses sains dengan persentase terendah adalah merancang dan melakukan percobaan menurut **Gambar 1**. Pada hasil *pre-test* indikator keterampilan proses sains paling rendah pada indikator merancang dan melakukan percobaan yaitu 19% tergolong amat minimal, sementara *post-test*, indikator perancangan dan pelaksanaan percobaan melonjak ke angka 92,7% dengan kategori sangat tinggi pada tingkat keterampilan proses sains peserta didik.

Indikator merumuskan masalah menunjukkan persentase tertinggi pada nilai *pre-test* peserta didik sebesar 76,3%, Kategori ini mencakup keterampilan

proses sains peserta didik yang tergolong tinggi. Selanjutnya, indikator perumusan masalah mencapai peningkatan sempurna sebesar 100%. Perumusan masalah merupakan aktivitas dimana siswa diminta merancang pertanyaan yang mengeksplorasi hubungan antar dua variabel atau lebih. Ciri khas dari rumusan masalah meliputi hal-hal berikut: berupa kalimat tanya, melibatkan dua variabel atau lebih, serta mempertanyakan hubungan antar variabel (Ibrahim, 2010).

Gambar 2 menunjukkan bahwa semua indikator keterampilan proses sains mengalami kenaikan skor persentase dari yang awalnya rendah menjadi tinggi. Tamarli (2017) mengemukakan bahwa intensitas keterlibatan peserta didik dalam pelatihan keterampilan proses sains sepanjang pembelajaran berbanding lurus dengan peningkatan wawasan serta pengalaman mereka dalam menangani beragam masalah, baik yang muncul di lingkungan kelas maupun dalam kehidupan sehari-hari di luar sekolah.

Kenaikan skor pada *pre-test*, *post-test*, dan nilai *N-Gain* menandakan adanya kemajuan signifikan dalam penguasaan indikator keterampilan proses sains yang diajarkan. Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung teori perkembangan kognitif yang dipaparkan oleh Piaget. Pendekatan konstruktivistik dalam pembelajaran terbukti mampu mendorong peserta didik mengembangkan teknik investigasi secara mandiri serta membangun pengetahuan secara aktif melalui keterlibatan langsung dalam penyelesaian masalah, yang berlandaskan pada konsep dan kerangka berpikir yang sesuai dengan pemahaman mereka (Sujana dan Sopandi, 2020; Danastri *et al.*, 2021)

Dari dikembangkannya bahan ajar ini selain untuk meningkatkan nilai belajar peserta didik, E-LKPD ini juga sangat membantu siswa melatih keterampilan proses sains mereka. Hal itu terbukti dengan antusiasnya peserta didik untuk mempelajari setiap alur yang ada di E-LKPD. Selain itu, siswa juga sangat antusias ketika diajak untuk melakukan praktikum menggunakan alat dan bahan di laboratorium. Bagi mereka hal tersebut sangat seru, dikarenakan mereka dapat terlibat langsung dalam pengamatan dan pembuktian, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih nyata dan bermakna bagi mereka. Sesuai dengan pernyataan Nurfira *et al.*, (2021) bahwa E-LKPD berbasis *Discovery Learning* mampu memberikan pengalaman langsung dalam memperoleh informasi dan konsep melalui prosedur yang dirancang. Dalam rangka mengasah kemampuan penguasaan proses sains yang terpadu

E-LKPD berbasis *Discovery Learning* memfasilitasi peserta didik untuk mengkonstruksi pemahaman secara

mandiri selama pembelajaran sesuai teori belajar konstruktivisme. Model pembelajaran *Discovery Learning* sejalan dengan teori konstruktivisme yang menempatkan peserta didik sebagai individu aktif yang membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung dan penemuan sendiri. Dalam pendekatan konstruktivisme, pengetahuan bukan sekedar fakta yang diterima, melainkan hasil konstruksi peserta didik yang memberikan makna berdasarkan pengalaman nyata mereka (Bahir *et al.*, 2020).

Hasil diskusi menunjukkan bahwa keterampilan proses sains pada topik sel tumbuhan dan hewan dapat diasah melalui E-LKPD berbasis *Discovery Learning*. E-LKPD yang dirancang berfungsi bukan hanya sebagai materi ajar, melainkan juga sebagai media pembelajaran yang telah teruji validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya, sehingga pantas diterapkan dalam pembelajaran. Pemanfaatan E-LKPD ini mendukung pengembangan keterampilan proses sains peserta didik melalui fitur-fitur menarik dan khas yang dirancang, yang pada akhirnya mampu meningkatkan motivasi, antusiasme, dan minat siswa dalam menguasai materi biologi.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian pengembangan ini menghasilkan E-LKPD berbasis *Discovery Learning* pada materi sel tumbuhan & hewan untuk melatih keterampilan proses sains kelas XI SMA. E-LKPD berbasis *Discovery Learning* dikatakan valid dengan persentase 96,56% ditinjau dari kelayakan penyajian, isi dan kebahasaan. Berdasarkan keterlaksanaan aktivitas pembelajaran sebesar 100% serta respons positif dari siswa yang mencapai 99%, E-LKPD ini juga tergolong sangat praktis. E-LKPD berbasis *Discovery Learning* dinyatakan efektif ditinjau dari nilai *pre-test*, *post-test*, dengan tingkat ketuntasan mencapai 100%, nilai rata-rata *post-test* sebesar 96,8 dalam kategori tuntas, serta skor *N-Gain* sebesar 0,9 yang tergolong dalam kategori tinggi.

Saran

Dianjurkan dilakukan kajian lanjutan mengenai pemilihan bahasa dalam E-LKPD agar lebih mudah dicerna oleh peserta didik. Penelitian tambahan juga diperlukan untuk mengembangkan E-LKPD berbasis *Discovery Learning* yang dapat meningkatkan keterampilan proses sains dengan menyisipkan fitur interaktif yang lebih variatif, seperti video dan audio interaktif yang menarik. Serta adanya keberlanjutan pada E-LKPD dengan tetap melaksanakan praktikum secara nyata agar siswa dapat langsung menerima materi yang diberikan. Dengan

demikian E-LKPD dapat berfungsi secara optimal dan memberikan dampak positif yang berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti menyampaikan apresiasi mendalam kepada Dr. Sifak Indana, M.Pd dan Lisa Lisdiana, S.Si., M.Si., Ph.D sebagai validator yang telah mengevaluasi E-LKPD, memberikan masukan konstruktif, serta menyetujui pelaksanaan pengumpulan data. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Yunita Triana Devi S.Pd. Gr., guru biologi sekaligus observer dan peserta didik kelas XI IPA 5 SMAN 20 Surabaya, atas kesediaannya menjadi objek studi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP). 2024. *Panduan Pengembangan Kurikulum Satuan Pendidikan Edisi Revisi*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Bahir, F. A., Inanna, I., Hasan, M., Tahir, T., & Rahmatullah, R. (2020). Model Pembelajaran *Discovery Learning* Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik. *Indonesia Journal of Social and Educational Studies*, 1 (1).
- Bruner, J. S.1961. The Act of Discovery. *Harvard Education Review*, 31(1), 21-32.
- Cintia, N.I., Firosalia, K. dan Anugraheni, I., 2018. Penerapan Model Pembelajaran *Discovery Learning* untuk Meningkatkan kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Siswa. *Perspektif Ilmu Pendidikan*. Vol.32(1).
- Danastri, R., Sudiyanto, Hamidi, N. 2021. "Keefektifan Model Inkuiri Terbimbing Berbasis *E-Learning* terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Akuntanssi Dasar di SMK". *Jurnal "Tata Arta"*, Vol 7 (3). hal: 39-49.
- Darmojo, J., & Kaligis. 1993. *Pendidikan IPA di Sekolah*. Jakarta: Depdiknas.
- Depdiknas. 2013. *Pedoman Umum Pengembangan Bahan Ajar Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Dirjen Mendikdasmen, Depdiknas
- Dewi, P.Y., & Primayana, K.H. 2019. *Effect of Learning Module with Setting Contextual Teaching and Learning to Increase the Understanding of concepts*. *International Journal of Education and Learning*, 1(1), 19-26.

- Dimiyati & Mujiono. 2013. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Fatmawati, dkk. (2019). Investigating the Effectiveness of Inquiry Learning and Direct Learning Models toward Physics Learning. *Advances in Sosial Science, Education and Humanities Research*. 31(7).
- Firdaus, M. & Wilujeng, I. 2018. Pengembangan LKPD Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 4 (1):26-40.
- Hake, R. R. 1999. *Analyzing Change/Gain Scores*. USA: Dept of Physics Indiana University.
- Hermawan , I. 2019. Teknik Menulis Karya Ilmiah Berbasis Aplikasi dan Metodologi. Kuningan: Hidayatul Quran.
- Ibrahim, M. 2010. *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Surabaya: Unesa University Press.
- Indana, Sifak. 2013. Pengembangan ahan Ajar Biologi SMA Terintegrasi dengan Model Pembelajaran Yang Inovatif. *Disertasi* tidak diterbitkan. Malang: Program Doktor Universitas Negeri Malang.
- Indriyani. (2013). Mengembangkan Konsep Sains dan Karakter Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Bimbingan. UPI: *Repository.upi.edu*.
- Nahdlia, A., dan Budiyanto, M. 2019. Keefektifan LKS Berbasis *Discovery Learning* pada Materi Hukum Newton untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *E-Journal Pensa*, 7(2), 37-41.
- Nawfa, K. U., Budijastuti, W., & Purnomo, T. 2022. Pengembangan LKS Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Melatih Keterampilan Proses Sains. *Edukatif: Jurnal Ilmu*., 4(4), 6353-6365.
<https://edukatif.org/index.php/edukatif/article/view/3696>
- Pawestri, E., & Zulfiati, H. M. 2020. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk Mengakomodasi Keberagaman Siswa pada Pembelajaran Tematik Kelas II di SD Muhammadiyah Danunegaran. Trihayu: *Jurnal Pendidikan Ke-SDan*, 6(3), 903-913.
- Setyowati, A., & Subali, B. 2011. "Implementasi Pendekatan Konflik Kognitif dalam Pembelajaran Fisika untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Kelas VIII". *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. Vol 7(2): hal 89–96.
- Sujana, A, & Sopandi, P. Q. 2020. Model-Model Pembelajaran Inovatif: Teori dan Implementasi. *Depok: PT. Raja Grafindo Persada*.
- Suryani, K., Utami, I. S., Khairudin, K., Ariska, A., & Rahmadani, A. F. (2020). Pengembangan Modul Digital Berbasis Stem Menggunakan Aplikasi 3D *Flipbook* Pada Mata Kuliah Sistem Operasi. *Mimbar Ilmu*, 25(3), 358–367.
- Syafitri, R. A., & Tressyalina. 2020. The Importance of the Student Worksheets of Electronic (E-LKPD) Contextual Teaching and Learning (CTL) in Learning. *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*, 2(7), 284-487.
- Tamarli. (2017). Penggunaan Media Gambar dengan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran PPKn Materi Hak Azasi Manusia Kelas XI-2 SMA Negeri Suka Makmur Aceh Besar. *Jurnal Serambi Ilmu*, 18(1): 33-40
- Wulandari, S., Nasir, M., & Mukhlis. 2018. Penerapan Model Pembelajaran *Discovery Learning* Pada Materi Ikatan Kimia di Kelas X SMA Negeri 5 Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia (JIMPK)*, 3 (2), 85-93