

PENERAPAN E-LKPD BERBASIS MODEL *GUIDED INQUIRY* DALAM MELATIHKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS TERINTEGRASI (KPST) MATERI FOTOSINTESIS KELAS XI SMA

Application Of Guided Inquiry-Based Electronic Learner Activity Sheet To Practice Integrated Science Process Skills In High School Class Xi Photosynthesis Materials

Khairunnisa Nuhasari

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

E-mail: khairunnisa.19064@mhs.unesa.ac.id

Yuni Sri Rahayu

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

E-mail: yunirahayu@unesa.ac.id

ABSTRAK

Keterampilan proses sains terintegrasi (KPST) merupakan kemampuan penting dalam pembelajaran biologi pada Kurikulum Merdeka, namun penguasaannya dijenjang SMA masih tergolong rendah. Tujuan studi ialah mengevaluasi efisiensi implementasi E-LKPD berlandaskan *guided inquiry* pada bahasan fotosintesis untuk mendongkrak keahlian proses sains yang terintegrasi bagi subjek didik. Melalui format *one group pretest-posttest*, penelitian ini menyertakan 22 peserta didik kelas XI MIPA yang kemudian diproses secara deskriptif kuantitatif memanfaatkan teknik persentase serta nilai *normalized gain* (n-gain). Temuan studi memaparkan progres capaian edukatif sekaligus kompetensi proses sains terintegrasi dengan skor rata-rata dari 43 saat awal menjadi 82 saat akhir serta indeks N-gain 0,7 pada level sedang. Pertumbuhan ini terekam bagi semua indikator KPST. Realisasi pengajaran maupun operasionalisasi E-LKPD berada pada taraf sangat baik melalui raihan persentase rata-rata 95%, disertai peningkatan aktivitas peserta didik dari 90% menjadi 96% selama proses pembelajaran. Reaksi subjek didik pun memaparkan evaluasi sangat positif dengan raihan 90%. Hasil tersebut menandakan bahwa media E-LKPD model *guided inquiry* bagi materi fotosintesis tergolong efektif maupun praktis dimanfaatkan untuk melatih kompetensi proses sains terintegrasi dalam ruang lingkup materi fotosintesis ini.

Kata Kunci: fotosintesis, *guided inquiry*, keterampilan proses sains terintegrasi, Lembar Kerja Peserta didik Elektronik (E-LKPD), *pretest-posttest*.

ABSTRACT

Integrated science process skills (KPST) are important abilities in biology learning in the Merdeka Curriculum; however, mastery at the senior high school level remains relatively low. The aim of the study is to evaluate the effectiveness of implementing E-LKPD based on *guided inquiry* on the topic of photosynthesis to enhance integrated science process skills among students. Using a *one group pretest-posttest* format, this study involved 22 students from class XI MIPA, which was then processed descriptively quantitatively using percentage techniques and *normalized gain* (n-gain) scores. The study findings demonstrate progress in educational achievement as well as integrated science process competencies, with an average score increase from 43 at the beginning to 82 at the end and an N-gain index of 0.7 at a moderate level. This growth was observed across all KPST indicators. The implementation of teaching and the operationalization of E-LKPD were rated as very good with an average percentage achievement of 95%, alongside an increase in student activity from 90% (meeting 1) to 96% (meeting 2) during the learning process. Student feedback also indicated a very positive evaluation with a score of 90%. These results indicate that the E-LKPD media using a *guided inquiry* model for the photosynthesis material is effective and practical for training integrated science process competencies within the scope of this photosynthesis material.

Keywords: Electronic Student Worksheets (E-LKPD), *guided inquiry*, integrated science process skills, *pretest-posttest*, photosynthesis.



PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi pada Kurikulum Merdeka menitikberatkan penguatan kompetensi abad ke-21 lewat proses pembelajaran yang partisipatif, substansial, serta berbasis pada kebutuhan peserta didik (Wahyudin dkk., 2024). Sebagai pilar metode ilmiah, KPST mengasah kemampuan peserta didik dalam mengonstruksi masalah, menyusun dugaan sementara, serta merancang penelitian. Proses ini berlanjut pada pengumpulan bukti empiris dan analisis data guna menghasilkan konklusi yang valid (Safitri dan Rahayu, 2022).

Keterampilan ini berperan penting dalam membantu peserta didik memahami fenomena sains secara mendalam dan logis (Senisum., 2021). Berdasarkan data berbagai penelitian, penguasaan KPST di tingkat menengah atas masih berada pada kategori rendah. Fenomena ini tercermin dari rendahnya persentase peserta didik yang memiliki kecakapan sains memadai, yakni hanya sekitar 30% (Purwanti., 2020; dkk, 2022). Rendahnya capaian tersebut disinyalir dipengaruhi oleh tingginya beban materi dan tuntutan ketuntasan kurikulum, sehingga pembelajaran cenderung berorientasi pada penguasaan konsep dan kurang memberikan ruang bagi kegiatan eksperimen yang melatih keterampilan ilmiah secara optimal (Rustan dkk., 2020).

Topik fotosintesis menjadi esensi dalam studi biologi yang mewajibkan penguasaan kompetensi saintifik kompleks, khususnya pada fase pelaksanaan uji coba serta pengolahan data (Khairunnisa dkk., 2020). Maka dari itu, penggunaan model instruksional yang sanggup mendorong keterlibatan intensif peserta didik dalam setiap tahapan saintifik sangat dibutuhkan. Model pembelajaran *guided inquiry* dinilai relevan karena setiap sintaksnya secara sistematis melatih indikator KPST, mulai dari perumusan masalah hingga penarikan kesimpulan berdasarkan data empiris.

Penerapan Lembar Kerja Peserta didik Elektronik (E-LKPD) berbasis teknologi dapat berperan sebagai sarana yang efektif dalam mendukung pelaksanaan proses pembelajaran tersebut. E-LKPD mendorong kemandirian belajar peserta didik melalui metode yang interaktif serta sistematis, guna mempertajam kompetensi observasi, analisis, hingga interpretasi data hasil uji coba secara mendalam (Windari dkk., 2022), terutama bagi peserta didik generasi-Z yang lebih banyak tertarik dengan aspek-aspek digital. Penggunaan E-LKPD berbasis *guided inquiry* memberikan keuntungan tambahan, yaitu memungkinkan peserta didik untuk berinteraksi dengan materi dan proses sains secara lebih mendalam dan menarik.

Selain itu, E-LKPD juga dapat mengatasi kendala-kendala yang sering terjadi dalam pembelajaran tradisional, seperti keterbatasan waktu dan akses terhadap alat eksperimen (Safitri Dan Rahayu, 2022). Pemanfaatan teknologi memudahkan peserta didik dalam menjangkau referensi, memformulasikan laporan hasil uji coba, serta mengevaluasi kembali seluruh tahapan pembelajaran yang telah dilaksanakan.

Riset sebelumnya telah menghasilkan E-LKPD berbasis *guided inquiry* guna mengasah keterampilan proses sains terpadu. Temuan tersebut membuktikan kualitas instrumen yang sangat valid (98,40%), praktis (96,92%), serta efektif, yang tercermin dari pencapaian indikator sebesar 88% dan perolehan respons positif peserta didik mencapai 97,95% (Maulida dan Yuliani, 2023). Temuan tersebut menyimpulkan bahwa E-LKPD berbasis *guided inquiry* sangat layak diimplementasikan dalam edukasi biologi, disertai saran untuk melaksanakan studi lanjutan pada lingkup subjek yang lebih komprehensif.

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas E-LKPD berbasis *guided inquiry* dalam melatih keterampilan proses sains terintegrasi pada materi fotosintesis. Fokus evaluasi mencakup keterlaksanaan pembelajaran, fungsionalitas media, serta dinamika aktivitas dan respons peserta didik secara menyeluruh. Melalui temuan ini, diharapkan muncul pengayaan teoretis dalam diskursus edukasi inkuiri serta kegunaan aplikatif bagi pendidik. Hal ini penting untuk

mengonstruksi pembelajaran biologi yang koheren terhadap tuntutan Kurikulum Merdeka sekaligus mengokohkan kecakapan prosedur sains peserta didik.

METODE

Penelitian terapan ini menggunakan metodologi kuantitatif untuk mengimplementasikan E-LKPD berbasis *guided inquiry* pada materi fotosintesis. Tujuannya adalah meningkatkan keterampilan proses sains terintegrasi peserta didik, merujuk pada kerangka kerja yang sebelumnya telah dirumuskan oleh (Maulida dan Yuliani, 2023). Penelitian ini menerapkan model *one group pretest-posttest design*, guna memfasilitasi penilaian transformasi kecakapan proses sains peserta didik sebelum serta setelah intervensi dilaksanakan (Arikunto, 2013; Sudjana, 2016). Melibatkan subjek peserta didik kelas XI IPA 2 dengan jumlah 22 orang. Pengambilan sampel menerapkan metode *purposive sampling* dengan pertimbangan kesesuaian karakteristik kelas terhadap tujuan penelitian. Peserta didik memiliki latar belakang akademik yang *heterogen* sehingga data yang diperoleh dianggap representatif dalam menggambarkan keterampilan proses sains terintegrasi.

Teknik perolehan data diperoleh melalui tes, pengamatan, serta kuesioner. Perangkat riset mencakup soal uraian *pretest* maupun *posttest* guna mengukur ketercapaian KPST, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan keterlaksanaan E-LKPD, serta angket respons peserta didik menggunakan skala *Guttman* guna menjamin ketegasan jawaban responden. Proses penerapan pada pembelajaran dilakukan dua pertemuan dengan alokasi waktu 2×45 menit, di mana peneliti berperan sebagai guru mata Pelajaran.

Instrumen E-LKPD ini memuat beberapa fitur *Bio Think*, *Bio Do*, *Bio Watch*, *Bio Learn*, beserta *Bio Try* yang dirancang dan disesuaikan untuk mendukung seluruh fase *guided inquiry* sekaligus melatih serta melatih indikator keterampilan proses sains terintegrasi melalui aktivitas eksperimen fotosintesis.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Data berupa hasil belajar peserta didik yang menunjukkan peningkatan sebelum dan setelah penggunaan media E-LKPD *guided inquiry*. Hasil Data mentah diinterpretasikan mengacu pada kriteria ketuntasan ≥ 75 , dan peningkatan indikator KPST peserta didik diuji signifikansinya menggunakan model analisis statistik N-gain.

Analisis Keterlaksanaan pembelajaran dilakukan menggunakan lembar observasi yang telah disiapkan, dengan kriteria respons peserta didik menggunakan skala *Guttman*, yaitu "Ya" dengan skor 1 dan 'Tidak' yang diberi skor 0. Analisis keterlaksanaan Pembelajaran dapat dikatakan sangat baik dengan presentase 81% - 100%.

Analisis E-LKPD mengacu pada pelaksanaan tahapan-tahapan yang tercantum pada E-LKPD. Penilaian dilakukan menggunakan lembar observasi yang telah disiapkan, dengan kriteria respons peserta didik menggunakan skala *Guttman*, yaitu "Ya" dengan skor 1 dan 'Tidak' yang diberi skor 0. Analisis keterlaksanaan E-LKPD dapat dikatakan sangat baik dengan presentase 81% - 100%.

Analisis keterlaksanaan aktivitas peserta didik selama proses edukasi selaras pada parameter kecakapan prosedur dan indikator KPST dalam E-LKPD berbasis *guided inquiry*. Penilaian dilakukan menggunakan lembar observasi yang telah disiapkan, dengan kriteria respons peserta didik menggunakan skala *Guttman*, yaitu "Ya" dengan skor 1 dan 'Tidak' yang diberi skor 0. Analisis keterlaksanaan E-LKPD dapat dikatakan sangat baik dengan presentase 81% - 100%.

Analisis respons peserta didik adalah hasil dari tanggapan peserta didik setelah proses pembelajaran menggunakan E-LKPD materi fotosintesis berbasis *guided inquiry*. Kriteria respons peserta didik menggunakan skala *Guttman*, yaitu "Ya" dengan skor 1 dan 'Tidak' yang diberi skor 0. Respons peserta didik dapat dikatakan sangat baik dengan presentase 81% - 100%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil temuan disajikan berdasarkan analisis tes keterampilan proses sains, keterlaksanaan pembelajaran, keterlaksanaan E-LKPD, aktivitas peserta didik, serta respons peserta didik terhadap pembelajaran.

Hasil Belajar Peserta Didik

Hasil belajar peserta didik dievaluasi melalui pelaksanaan tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) yang diberikan sebelum dan setelah proses pembelajaran berlangsung. Hasil belajar dapat dikatakan tuntas apabila telah mencapai AKM yang sudah ditetapkan oleh sekolah dengan persentase sebesar $>75\%$. Hasil tes awal (*pretest*) menunjukkan bahwa seluruh peserta didik belum mencapai kriteria ketuntasan minimal ≥ 75 .

Tabel 1. Distribusi Nilai *Pretest* dan *Posttest* Keterampilan Proses Sains Terintegrasi

Tes	Rentang Nilai (AKM ≥ 75)	Rata-rata	Ketuntasan (%)
<i>Pretest</i>	27–53	43	0
<i>Posttest</i>	67–93	82	91
<i>N-gain</i>		0,72	

Berdasarkan Tabel 1, nilai *pretest* berada pada rentang 27–53 dengan tingkat ketuntasan 0%. %. Tingkat kompetensi sains terintegrasi subjek didik saat ini tergolong sangat minim. Belum tuntasnya seluruh responden pada standar nilai minimum mengindikasikan bahwa sebelum tindakan diberikan peserta didik jarang mengimplementasikan kemampuan ilmiah secara terstruktur, seperti merumuskan masalah, menyusun hipotesis, mengidentifikasi variabel, serta menganalisis data. Setelah implementasi E-LKPD berbasis *guided inquiry*, hasil tes akhir (*posttest*) menunjukkan peningkatan yang bermakna dibandingkan dengan kondisi awal. Nilai *posttest* peserta didik berada pada rentang 67–93, dengan tingkat ketuntasan belajar mencapai 91%, sementara 9% peserta didik masih belum mencapai kriteria ketuntasan. Secara umum, capaian tersebut menempatkan hasil *posttest* pada kategori tinggi. Melalui pendekatan kuantitatif, kenaikan kompetensi sains terlihat pula dari skor normalized gain (*n-gain*) di kisaran 0,5–0,9, lewat rerata 0,72 yang diklasifikasikan ke dalam kategori sedang

Peningkatan performa tidak hanya terlihat pada capaian keterampilan proses sains terintegrasi secara keseluruhan, perkembangan signifikan juga muncul pada tiap-tiap parameter KPST saat membandingkan data hasil tes awal terhadap nilai akhir dari hasil *pretest* ke *posttest*. Hasil analisis per indikator menunjukkan bahwa seluruh indikator KPST mengalami peningkatan. Indikator merumuskan masalah dan merumuskan kesimpulan menunjukkan peningkatan tertinggi dengan nilai *n-gain* sebesar 1 (kategori tinggi). Indikator menyusun hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menyajikan data juga berada pada kategori peningkatan tinggi (*n-gain* 0,7–0,8). Sementara itu, indikator mengidentifikasi variabel dan merancang serta melakukan percobaan berada pada kategori sedang (*n-gain* 0,5–0,6). Analisis peningkatan *N-gain* ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis N-Gain Berdasarkan Indikator KPST

Indikator KPST	Rata-rata		<i>N-gain</i>	Kriteria
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>		
Merumuskan Masalah	62	98	1	Tinggi
Menyusun Hipotesis	76	92	0,7	Sedang

Indikator KPST	Rata-rata		N-gain	Kriteria
	Pretest	Posttest		
Meng-identifikasi Variabel	55	82	0,6	Sedang
Merancang Dan Melakukan Percobaan	26	65	0,5	Sedang
Mengumpulkan Dan Menganalisis Data	19	73	0,7	Sedang
Menyajikan Data	47	91	0,8	Tinggi
Merumuskan Kesimpulan.	65	100	1	Tinggi

Berdasarkan Tabel seluruh indikator keterampilan proses sains terintegrasi mengalami peningkatan dari *pretest* ke *posttest* setelah penerapan E-LKPD berbasis *guided inquiry*. Indikator merumuskan masalah dan merumuskan kesimpulan menunjukkan peningkatan tertinggi dengan nilai *n-gain* sebesar 1,00 (kategori tinggi). Fenomena tersebut membuktikan bahwa peserta didik sanggup mengonstruksi persoalan secara lebih terorganisir sekaligus memproduksi simpulan mengacu temuan data secara logis setelah mengikuti pembelajaran. Indikator menyusun hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menyajikan data juga mengalami peningkatan pada kategori tinggi. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa tahapan *guided inquiry* yang terstruktur dalam E-LKPD efektif melatih peserta didik dalam berpikir ilmiah dan mengolah data hasil pengamatan.

Sementara itu, indikator mengidentifikasi variabel serta merancang dan melakukan percobaan berada pada kategori peningkatan sedang. Kondisi ini menunjukkan bahwa keterampilan yang bersifat prosedural memerlukan latihan yang lebih intensif dan pengalaman praktikum yang berulang. Meskipun demikian, peningkatan yang terjadi tetap menunjukkan perkembangan kemampuan peserta didik dalam melakukan kegiatan eksperimen secara ilmiah.

Kemajuan kecakapan prosedur KPST peserta didik membuktikan bahwa penggunaan E-LKPD berbasis *guided inquiry* sanggup mendukung rangkaian instruksi kelas dan memfasilitasi proses pembelajaran yang berorientasi pada aktivitas ilmiah. Peserta didik tidak hanya menerima konsep secara pasif, tetapi terlibat langsung dalam proses mengamati, merumuskan masalah, menyusun hipotesis, menganalisis data, dan menarik kesimpulan.

Nilai *n-gain* yang berada pada kategori sedang-tinggi menegaskan bahwa pembelajaran berbasis *guided inquiry* efektif dalam melatih keterampilan proses sains, sejalan dengan temuan Istiana dkk., (2023) dan Sulistyani dkk., (2022) yang menyatakan bahwa keterlibatan aktif peserta didik dalam tahapan *inkuiri* mampu meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah dan analisis data. Indikator merumuskan masalah dan merumuskan kesimpulan menunjukkan peningkatan paling optimal karena peserta didik secara sistematis dilatih untuk memahami konteks permasalahan dan mensintesis hasil pengamatan menjadi kesimpulan ilmiah yang logis.

Sebaliknya, indikator merancang dan melakukan percobaan menunjukkan peningkatan yang relatif lebih rendah. Hal ini dipengaruhi oleh keterbatasan pengalaman praktikum peserta didik dan keterbatasan sarana laboratorium sekolah. Hasil tersebut selaras pada studi oleh Yunita dan martini (2025) yang menjelaskan bahwa kecakapan prosedural peserta didik berpotensi meningkat lebih lama jika frekuensi praktik uji coba mandiri masih minim.

Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran Peserta didik

Hasil analisis keterlaksanaan pembelajaran ditampilkan pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil analisis keterlaksanaan pembelajaran.

No.	Tahapan Pembelajaran	P 1 (%)	P 2 (%)
1	Kegiatan pendahuluan (salam, doa, presensi, penyampaian tujuan, pembagian E-LKPD)	100	100
2	Orientasi masalah melalui pengamatan gambar/video hasil penelitian	66,7	100
Kegiatan Inti			
3	Merumuskan masalah	100	100
4	Menyusun hipotesis	100	100
5	Mengidentifikasi variabel dan merancang percobaan	100	100
6	Melakukan percobaan/praktikum	66,7	100
7	Mengumpulkan dan menyajikan data	66,7	100
8	Menganalisis data hasil percobaan	66,7	100
9	Mengkomunikasikan hasil dan merumuskan kesimpulan	100	100
10	Kegiatan penutup pembelajaran	100	100

Berdasarkan Tabel 3. hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran menunjukkan bahwa penerapan E-LKPD berbasis *guided inquiry* pada materi fotosintesis secara umum terlaksana dengan kategori sangat baik pada kedua pertemuan. Sebagian besar indikator memperoleh persentase 100% (sangat baik), khususnya pada kegiatan pendahuluan seperti salam pembuka, pengecekan kehadiran, pembagian E-LKPD, penyampaian pengantar materi, serta kegiatan penutup pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa sintaks *guided inquiry* telah diimplementasikan secara sistematis, mulai dari merumuskan masalah, menyusun hipotesis, mengidentifikasi variabel, merancang dan melakukan percobaan, mengumpulkan serta menganalisis data, menyajikan data, hingga merumuskan kesimpulan.

Pada pertemuan pertama, terdapat beberapa indikator yang memperoleh persentase 66,7% (baik), seperti penyampaian tujuan pembelajaran, penjelasan materi secara singkat, kegiatan mengamati gambar hasil penelitian, menyiapkan alat dan bahan, pelaksanaan praktikum, serta tahap mengumpulkan dan menganalisis data. Persentase yang belum maksimal ini dipengaruhi oleh kondisi kelas yang kurang kondusif pada awal pembelajaran, di mana peserta didik masih memerlukan banyak arahan untuk fokus, serta keterbatasan sarana laboratorium sekolah (Jannah dkk., 2024).

Pada pertemuan kedua, seluruh indikator meningkat menjadi 100% (sangat baik), termasuk pada fase mengumpulkan, menyajikan, dan menganalisis data. Peningkatan ini menunjukkan adanya perbaikan pengelolaan kelas dan adaptasi peserta didik terhadap model pembelajaran yang diterapkan. Kegiatan menggunakan *virtual laboratory* pada E-LKPD 2 turut berperan dalam mengatasi keterbatasan sarana praktikum langsung, sehingga seluruh peserta

didik dapat terlibat aktif tanpa bergantung pada ketersediaan alat laboratorium fisik (Gumilar dan Wardani, 2020; Nikmah dkk., 2021). Secara keseluruhan, tingginya persentase keterlaksanaan (mayoritas 100%) mencerminkan kesesuaian antara perangkat pembelajaran dan indikator keterampilan proses sains terintegrasi (KPST), serta efektivitas penerapan sintaks *guided inquiry* secara sistematis dalam melatih keterampilan proses sains peserta didik.

Hasil Analisis Keterlaksanaan E-LKPD

Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran pada E-LKPD 1 (pengaruh intensitas cahaya terhadap laju fotosintesis) dan E-LKPD 2 (pengaruh spektrum warna cahaya terhadap laju fotosintesis) disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Keterlaksanaan E-LKPD.

Tahap Pembelajaran	Aktivitas Utama	P 1 (%)	P 2 (%)
Pendahuluan	Salam pembuka, presensi, penyampaian tujuan pembelajaran, peserta didik mengerjakan <i>pretest</i> dan pembagian E-LKPD.	66,7–100	100
Bio Watch	Mengamati video/fenomena fotosintesis dan mencatat informasi penting.	100	100
Bio Learn	Membaca dan menelaah jurnal atau sumber belajar terkait fotosintesis.	100	100
Bio Think	Merumuskan masalah, menyusun hipotesis, dan mengidentifikasi variabel penelitian.	100	100
Bio Do	Memahami instruksi percobaan, menyiapkan alat dan bahan, Merancang diagram alir percobaan, melakukan eksperimen, serta mengumpulkan dan menganalisis data.	66,7	100
Bio Try	Peserta didik mengerjakan <i>posttest</i> , Peserta didik menyelesaikan semua tugas.	66,7–100	66,7–100
Penutup	Menyajikan hasil diskusi, merumuskan kesimpulan, dan refleksi pembelajaran.	100	100

Hasil implementasi pembelajaran berbasis *guided inquiry* menempati predikat sangat memuaskan melalui keunggulan angka 100% di mayoritas parameter yang diukur. Analisis keterlaksanaan ditinjau berdasarkan tahapan dalam E-LKPD yang meliputi *Bio Watch*, *Bio Learn*, *Bio Think*, *Bio Do*, *Bio Try*, dan Penutup yang secara konseptual selaras dengan sintaks *guided inquiry* serta indikator keterampilan proses sains terintegrasi (KPST).

Pada tahap awal, yaitu *Bio Watch* dan *Bio Learn*, seluruh aktivitas seperti mengamati video, mencatat informasi, membaca serta menelaah jurnal memperoleh persentase 100%. Hal ini menunjukkan bahwa tahap orientasi dan eksplorasi awal dapat berlangsung optimal serta mampu menstimulasi rasa ingin tahu peserta didik terhadap fenomena fotosintesis. Tahap ini berperan dalam membangun pengetahuan awal sebelum peserta didik memasuki kegiatan penyelidikan.

Pada tahap *Bio Think* dan *Bio Do* terlihat variasi capaian. Beberapa indikator yang berkaitan dengan keterampilan konseptual seperti merumuskan masalah, menyusun hipotesis, mengidentifikasi variabel, menjawab pertanyaan diskusi, serta merumuskan kesimpulan menunjukkan persentase 100%. Namun, pada indikator yang berkaitan dengan pelaksanaan eksperimen seperti memahami instruksi percobaan, menyiapkan alat dan bahan, melakukan percobaan, mengumpulkan data, serta menganalisis data, persentase berada pada kisaran 66,67%. Kondisi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor operasional, seperti keterbatasan alat laboratorium pada praktikum nyata sehingga tidak semua kelompok dapat melakukan eksperimen secara langsung, serta kebutuhan adaptasi peserta didik dalam mengikuti prosedur percobaan.

Pada E-LKPD 2 yang memanfaatkan *laboratorium virtual*, sebagian besar indikator kembali menunjukkan persentase 100%. Akses eksperimen yang lebih merata melalui *virtual lab* membuat keterlibatan peserta didik meningkat dan aktivitas pembelajaran menjadi lebih kondusif. Meskipun demikian, beberapa indikator teknis seperti merancang diagram alir percobaan, melakukan eksperimen, dan memanipulasi variabel warna cahaya masih berada pada kategori baik (66,7%), yang kemungkinan disebabkan oleh keterampilan penggunaan fitur *virtual laboratory* yang belum sepenuhnya merata pada setiap anggota kelompok.

Secara keseluruhan, peningkatan aktivitas peserta didik menunjukkan bahwa penerapan E-LKPD berbasis *guided inquiry* mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses penyelidikan ilmiah. Keterlibatan tersebut berkontribusi terhadap pengembangan keterampilan proses sains melalui kegiatan merumuskan masalah, menyusun hipotesis, mengidentifikasi variabel, menganalisis data, dan menarik kesimpulan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Wardani dan Djukri (2019) yang menunjukkan bahwa penerapan *model guided inquiry* dapat meningkatkan keterampilan proses sains karena peserta didik terlibat langsung dalam proses penyelidikan ilmiah secara bertahap. Selain itu, penelitian lain juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis *guided inquiry* mampu meningkatkan kemampuan investigasi ilmiah serta hasil belajar peserta didik karena proses pembelajaran menekankan aktivitas eksplorasi, pengujian hipotesis, dan analisis data secara sistematis (Nurlina, 2020).

Dengan demikian, meskipun terdapat beberapa kendala teknis pada tahap eksperimen, seperti keterbatasan fasilitas laboratorium dan adaptasi terhadap penggunaan media eksperimen, secara keseluruhan penerapan E-LKPD berbasis *guided inquiry* dapat diimplementasikan dengan sangat baik serta berpeluang membantu penguatan kompetensi prosedur sains terpadu melalui rangkaian langkah yang terorganisir.

Observasi Keterlaksanaan Aktivitas Peserta Didik

Observasi keterlaksanaan aktivitas peserta didik dilakukan menggunakan lembar observasi yang diberikan kepada pengamat untuk menilai keterlaksanaan aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran, sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Obsevasi keterlaksanaan aktivitas peserta didik

No.	Aktivitas E-LKPD	Keterlaksanaan (%)	
		LKPD 1	LKPD 2
1.	Peserta didik sanggup menjalankan E-LKPD secara praktis tanpa menjumpai hambatan teknis sedikitpun.	100	100
2.	Peserta didik menelaah literatur dalam fase pengenalan problematika.	100	100
3.	Peserta didik bersama kelompoknya merumuskan masalah berdasarkan bacaan yang disajikan.	100	100
4.	Peserta didik menyusun hipotesis berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat bersama kelompoknya.	85	90
5.	Peserta didik mengidentifikasi variabel percobaan bersama kelompoknya.	95	100
6.	Peserta didik membaca serta menyiapkan alat dan bahan percobaan bersama kelompoknya.	100	100
7.	Peserta didik mengamati rancangan percobaan serta merancang percobaan bersama kelompoknya.	95	100
8.	Peserta didik membaca serta melengkapi prosedur percobaan sesuai dengan rancangan percobaan bersama kelompoknya.	95	95
9.	a. Peserta didik melakukan percobaan secara langsung bersama kelompoknya.	95	0
	b. Peserta didik melakukan virtual laboratory bersama kelompoknya.	0	85
10.	Peserta didik mengumpulkan dan menyajikan data hasil percobaan pada tabel hasil pengamatan yang telah dibuat bersama kelompoknya.	85	90

11.	Peserta didik bersama dengan kelompoknya berdiskusi untuk menganalisis data dengan menjawab soal yang telah disajikan.	90	90
12.	Peserta didik menyimpulkan hasil percobaan bersama dengan kelompoknya.	90	100
13.	Peserta didik menjawab soal evaluasi E-LKPD pada google form.	100	100
Rata-rata keseluruhan		96	
Kriteria		Sangat baik	

Hasil analisis Tabel 5. Menunjukkan aktivitas peserta didik selama penerapan E-LKPD berbasis *guided inquiry* menunjukkan tingkat keterlaksanaan yang sangat baik. Persentase keterlaksanaan aktivitas berada pada rentang 85%–100% pada kedua pertemuan. Rata-rata aktivitas peserta didik pada E-LKPD 1 mencapai sekitar 90%, sedangkan pada E-LKPD 2 meningkat menjadi 96%. Kenaikan tersebut membuktikan bahwa para peserta didik kian adaptif terhadap model pembelajaran *guided inquiry* yang mewajibkan partisipasi dinamis sekaligus kecakapan penalaran saintifik secara mendalam.

Pada tahap orientasi dan perumusan masalah, seluruh indikator memperoleh persentase 100% pada kedua pertemuan, termasuk aktivitas mengoperasikan E-LKPD, membaca bacaan orientasi, serta merumuskan masalah. Capaian ini menunjukkan bahwa tahap awal pembelajaran *guided inquiry* dapat memfasilitasi keterlibatan peserta didik secara optimal dan membantu membangun pemahaman awal sebelum memasuki tahap investigasi. Variasi capaian mulai terlihat pada tahap penyusunan hipotesis dan identifikasi variabel. Indikator menyusun hipotesis memperoleh persentase 85% pada E-LKPD 1 dan meningkat menjadi 90% pada E-LKPD 2, sedangkan identifikasi variabel meningkat dari 85% menjadi 100%.

Persentase yang lebih rendah pada pertemuan pertama menunjukkan bahwa sebagian peserta didik belum sepenuhnya aktif dalam merumuskan dugaan ilmiah. Kondisi ini dipengaruhi oleh keterbatasan fasilitas laboratorium yang menyebabkan praktikum tidak dapat dilakukan secara merata sehingga sebagian peserta didik hanya mengamati demonstrasi. Sejalan dengan Wahyuni dan Rosdiana (2023) menegaskan bahwa saat fase awal pembelajaran berbasis *guided inquiry*, para peserta didik kerap menjumpai hambatan kala merumuskan dugaan maupun melakukan praktikum akibat belum familiarnya mereka terhadap prosedur investigasi saintifik.

Pada tahap pelaksanaan percobaan, keterlaksanaan aktivitas pada kedua pertemuan berada pada persentase 85%. Pada E-LKPD 1, kondisi ini dipengaruhi oleh keterbatasan alat praktikum, sedangkan pada E-LKPD 2 lebih berkaitan dengan variasi kemampuan peserta didik dalam mengoperasikan *virtual laboratory* serta dinamika kerja kelompok. Meskipun demikian, pada tahap pengolahan data terlihat peningkatan kemampuan peserta didik, ditunjukkan oleh kenaikan persentase pada indikator pengumpulan dan penyajian data dari 85% menjadi 90%, serta peningkatan kemampuan menyimpulkan hasil percobaan dari 90% menjadi 100%.

Peningkatan aktivitas peserta didik menunjukkan bahwa penerapan E-LKPD berbasis *guided inquiry* mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses penyelidikan ilmiah. Keterlibatan tersebut berkontribusi terhadap pengembangan keterampilan proses sains melalui kegiatan observasi, analisis data, diskusi, dan refleksi.

Hasil ini memiliki kesamaan dengan penelitian oleh Hidayah dkk., (2023) yang menyatakan bahwa partisipasi aktif dalam aktivitas investigatif berperan penting dalam mengembangkan keterampilan proses sains terintegrasi. Dengan demikian, E-LKPD berbasis *guided inquiry* dapat mendukung pembelajaran biologi yang berpusat pada peserta didik sekaligus melatih keterampilan proses sains secara bertahap dan berkelanjutan.

Angket Respon Peserta Didik



Tabel 6. Hasil observasi aktivitas peserta didik selama peroses pembelajaran.

No	Uraian	Ya	Tidak	Skor (%)
1	Pembelajaran biologi menggunakan E-LKPD berbasis <i>guided inquiry</i> merupakan pengalaman baru bagi saya.	22	0	100
2	Penggunaan E-LKPD berbasis <i>guided inquiry</i> mendorong saya lebih aktif dalam mengikuti kegiatan pembelajaran.	22	0	100
3	Pembelajaran dengan E-LKPD berbasis <i>guided inquiry</i> menarik minat saya dalam mempelajari materi fotosintesis.	20	2	90,9
4	Pembelajaran dengan E-LKPD berbasis <i>guided inquiry</i> membantu saya lebih memahami materi.	21	1	95,4
5	Penggunaan E-LKPD berbasis <i>guided inquiry</i> membuat pembelajaran lebih menarik karena dilengkapi fitur seperti gambar, audio, dan video.	22	0	100
6	Pembelajaran dengan E-LKPD berbasis <i>guided inquiry</i> melatih keterampilan proses sains saya.	21	1	95,5
7	Pembelajaran dengan E-LKPD berbasis <i>guided inquiry</i> melatih kemampuan memahami.	21	1	95,5
8	Pembelajaran dengan E-LKPD berbasis <i>guided inquiry</i> melatih kemampuan menjelaskan.	21	1	95,5
9	Pembelajaran dengan E-LKPD berbasis <i>guided inquiry</i> melatih kemampuan menyimpulkan.	22	0	100
10	Pembelajaran dengan E-LKPD berbasis <i>guided inquiry</i> membantu saya memperoleh pengetahuan baru dan membuat pembelajaran lebih menyenangkan.	22	0	100

Hasil analisis dan evaluasi membuktikan bahwa tanggapan peserta didik mengenai aplikasi E-LKPD *guided inquiry* masuk dalam klasifikasi sangat baik angket menunjukkan bahwa respons peserta didik terhadap penerapan E-LKPD berbasis *guided inquiry* berada pada kategori sangat positif. Pada aspek ketertarikan terhadap pembelajaran diperoleh persentase sebesar 90,9%, sedangkan indikator keaktifan dalam mengikuti pembelajaran mencapai 100%. Selain itu, pada indikator pemahaman materi, pelatihan keterampilan proses sains, serta kemampuan menjelaskan dan memahami materi masing-masing memperoleh persentase sebesar 95,4% hingga 95,5%.

Empat indikator lainnya, yaitu pengalaman baru dalam pembelajaran, keberagaman fitur pendukung pada E-LKPD, kemampuan menyimpulkan, serta kemudahan memperoleh pengetahuan baru memperoleh persentase sebesar 100%. Hasil tersebut membuktikan bahwasanya segenap peserta didik memberikan tanggapan baik mengenai Penerapan E-LKPD berbasis *guided inquiry* pada pembelajaran fotosintesis.

Data ini sekaligus mengonfirmasi bahwasanya aplikasi E-LKPD tidak hanya memperkuat antusiasme subjek didik atas pengajaran, melainkan efektif dalam menstimulasi andil nyata selama periode instruksional berlangsung secara konsisten dan dinamis. Melalui integrasi instrumen bantuan seperti ilustrasi, audio, hingga video, E-LKPD menyokong subjek didik dalam menguasai teori fotosintesis secara jauh lebih transparan sekaligus atraktif. Melalui pembelajaran model *guided inquiry*, subjek didik memperoleh ruang dalam mengimplementasikan logika ilmiah seperti memahami permasalahan, menjelaskan konsep, serta menyimpulkan hasil pembelajaran.

Tingginya respons tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis *guided inquiry* dapat meningkatkan motivasi belajar serta partisipasi kognitif peserta didik. Keterlibatan aktif dalam setiap tahapan pembelajaran, mulai dari observasi, diskusi, analisis data, hingga penarikan kesimpulan, memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk membangun pemahaman konsep secara lebih bermakna. Fenomena ini konsisten bagi simpulan Mulyani, (2023) bahwa kurikulum yang menekankan praktik penelitian sanggup mendongkrak ketertarikan juga semangat edukatif pembelajar. Lonjakan keterlibatan itu sekaligus tergambar lewat data asesmen keahlian metodologi sains yang memperlihatkan progres positif antara nilai awal terhadap hasil akhir. Selaras dengan studi terbaru mengenai penggunaan lembar kerja elektronik berbasis *guided inquiry* yang menunjukkan bahwa integrasi media digital dan kegiatan eksperimen dapat meningkatkan keterampilan proses sains melalui aktivitas investigasi yang terstruktur (Miftahul dkk., 2025).

Namun nyatanya, pada periode awal belajar masih muncul beberapa kendala, terutama disebabkan sejumlah pembelajar belum teradaptasi dengan pembelajaran yang menuntut keterlibatan aktif melalui kegiatan praktikum dan diskusi. Oleh karena itu, peran guru dalam memberikan arahan, apersepsi, serta pendampingan selama proses pembelajaran menjadi faktor penting untuk memastikan seluruh tahapan kegiatan dapat terlaksana secara optimal. Hal ini sejalan dengan pendapat Apriani dan Mukminah (2024) yang menekankan bahwa bimbingan guru secara berkelanjutan merupakan elemen penting dalam keberhasilan pembelajaran berbasis *guided inquiry*.

Secara keseluruhan, respons positif peserta didik serta peningkatan hasil belajar menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis *guided inquiry* dapat mendukung pembelajaran biologi yang berpusat pada peserta didik sekaligus memfasilitasi pengembangan keterampilan proses sains terintegrasi secara bertahap.

Secara teoretis, temuan ini dapat dijelaskan melalui perspektif konstruktivisme sosial *Vygotsky*. Dalam teori *Zone of Proximal Development* (ZPD), pembelajaran dianggap optimal ketika peserta didik memperoleh bantuan atau *scaffolding* dari guru maupun teman sebaya untuk menyelesaikan tugas yang awalnya belum mampu dilakukan secara mandiri. Melalui pendampingan tersebut, subjek didik bisa memajukan potensi intelektual maupun kompetensi ilmiah lewat langkah periodik hingga mereka benar-benar kompeten dalam beraktivitas mandiri.

Terlepas dari teori *Vygotsky*, output studi tersebut konsisten terhadap prinsip konstruktivisme kognitif yang menggarisbawahi bahwa pemahaman dibentuk secara fungsional melalui praktik belajar. Dalam bingkai pengajaran model *guided inquiry*, subjek didik tak cuma menampung materi, tetapi ikut serta dalam siklus pencarian prinsip lewat aktivitas riset ilmiah. Aktivitas seperti mengamati fenomena, merumuskan masalah, melakukan eksperimen, dan menganalisis data memungkinkan peserta didik mengonstruksi pemahaman secara lebih mendalam dan bermakna.

Dengan demikian, tingginya respons peserta didik serta peningkatan hasil belajar menunjukkan bahwa E-LKPD berbasis *guided inquiry* dapat berfungsi sebagai bahan ajar yang efektif dalam mendukung pembelajaran biologi yang berpusat pada peserta didik. Melalui aktivitas investigatif yang terstruktur dan dukungan *scaffolding* dari guru, peserta didik dapat mengembangkan keterampilan proses sains terintegrasi secara bertahap serta memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna.

PENUTUP

Simpulan

Merujuk capaian riset, kenaikan skor rerata edukasi peserta didik dari 43 (*pretest*) menuju 82 (*posttest*) lewat perolehan N-gain sejumlah 0,7 berada dalam klasifikasi cukup atau sedang. Keterlaksanaan pembelajaran berlangsung sangat baik dengan persentase di atas 95%, yang mengindikasikan bahwa seluruh tahapan *guided inquiry* dapat diimplementasikan secara sistematis dan konsisten. Penggunaan E-LKPD juga menunjukkan peningkatan dari 90% pada pertemuan pertama menjadi 96% pada pertemuan kedua, disertai kenaikan capaian beberapa indikator dari kisaran 80%–85% menjadi 90%–100%, yang mencerminkan optimalisasi penggunaan perangkat selama proses pembelajaran.

Selain itu, aktivitas peserta didik mengalami peningkatan dari 90% menjadi 96%, menunjukkan tingginya keterlibatan dalam setiap tahapan kegiatan ilmiah. Respons peserta didik pun sangat positif dengan persentase di atas 90% pada seluruh indikator, yang menandakan bahwa E-LKPD berbasis *guided inquiry* dapat diterima dengan baik serta mendukung pemahaman konsep. Secara general, E-LKPD model *guided inquiry* pada materi fotosintesis ditetapkan efektif maupun praktis sebagai instrumen pengajaran biologi untuk mempertinggi capaian belajar sekaligus melatih kemampuan proses sains yang terintegrasi bagi seluruh pembelajar.

Saran

Untuk tahap berikutnya, disarankan pengembangan maupun implementasi E-LKPD model *guided inquiry* terhadap materi biologi lainnya yang terkait juga mencakup populasi sampel lebih banyak supaya didapat hasil yang jauh lebih mendalam.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan syukur peneliti tujukan kepada Ibu Tri Indarwati, S.Pd., pengajar materi biologi yang memfasilitasi maupun menyokong realisasi penelitian ini serta otoritas SMA WIDYA DARMA Ketintang Surabaya, atas persetujuan administrasi pengerjaan riset berikut seluruh pelajar XI IPA 2 yang memberikan kontribusi nyata dalam mengikuti setiap tahapan kegiatan belajar mengajar tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, E., & Mukminah. (2024). *Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) Terhadap Motivasi Belajar dan Keaktifan Siswa Kelas Viii di Dusun Jerneng Lombok Tengah Eni Apriani Mukminah ceramah yang dimana model pembelajaran ini yang masih berfokus kepada guru (tea. 2(3).*
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik.* In *Jurnal Universitas Udayana. ISSN* (Vol. 2302).
- Gumilar, R. P., & Wardani, S. (2020). *The Implementation of Guided Inquiry Learning Models on The Concept Mastery , Scientific Attitude , and Science Process Skill.* 9(229), 148–154.
- Hidayah, A. N., Junus, M., & Efwinda, S. (2023). *Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Peserta Didik di SMA Negeri 3 Samarinda (Materi Suhu dan Kalor).* 4(2), 119–130.
- Istiana, I., Jatmiko, B., & Prahani, B. K. (2023). *Effectiveness of Implementing Guided Inquiry to Improve Students ' Critical Thinking Skills.* 6(4), 275–280. <https://doi.org/10.18421/SAR64>
- Jannah, M., Sudibyo, E., & Mursyidah, R. W. (2024). *ANALISIS KETERAMPILAN LITERASI SAINS SISWA MELALUI IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN GUIDED INQUIRY.* 12(3), 88–92.
- Khairunnisa, K., Ita, I., & Istiqamah, I. (2020). *Keterampilan Proses Sains (KPS) Mahasiswa Tadris Biologi pada Mata Kuliah Biologi Umum. BIO-INOVED : Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan,* 1(2), 58. <https://doi.org/10.20527/binov.v1i2.7858>
- Maulida, R. U., & Yuliani. (2023). *Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Inquiry:*



Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi Pada Materi Fotosintesis Kelas XII Sma. *BIOEDU: Berkala Jumlah Pendidikan Biologi*, 12(3), 724–734. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/bioedu>

- Mulyani, N. (2023). *APPLICATION OF INQUIRY-BASED LEARNING MODEL IN SCIENCE LEARNING ABOUT MAGNETISM TO INCREASE LEARNING MOTIVATION AND LEARNING OUTCOMES PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN INQUIRY BASED LEARNING DALAM PEMBELAJARAN IPA TENTANG KEMAGNETAN*. 4(1), 9–26.
- Nikmah, A., Saptono, S., & Sulistyorini, S. (2021). *The Effectiveness of Guided Inquiry with SETS vision to Improve Communication Skills and Understanding of Science Concepts*. 10(1), 99–107.
- Nurlina. (2020). *Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Sains*. 8, 64–77. <https://doi.org/10.26618/jpf.v8i1.3201>
- Purwanti, K. E. (2020). *BioEdu THE DEVELOPMENT OF STUDENT WORKSHEET BASED ON GUIDED INQUIRY FOR BioEdu*. 9(3), 356–365.
- Rustan, N. A., Winarni, R., & Yamtinah, S. (2020). *Analysis of Science Process Skill on Science Learning in Primary School*. 397(Iclique 2019), 801–808. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200129.100>
- Safitri, A. I., & Rahayu, Y. S. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis Guided Inquiry Pada Materi Transpor Membran Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(3), 549–556. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n3.p549-556>
- Sari, F. A., Pratiwi, U., & Fatmaryanti, S. D. (2022). Pengembangan Media Interaktif Berbasis Articulate Storyline untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 3(1), 24–32. <https://doi.org/10.37729/jips.v3i1.1146>
- Senisum, M. (2021). Keterampilan Proses Sains Siswa Sma Dalam Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Missio*, 13(1), 76–89. <https://doi.org/10.36928/jpkm.v13i1.661>
- Sudjana Nana. (2016). Penilaian hasil proses belajar mengajar - Google Books. In *Rosdikarya*. PT. Remaja Rosdakarya.
- Sulistiyani, K., Indana, S., & Sudibyo, E. (2022). *Analysis Effectiveness of Guided Inquiry Implementation to Improve Students ' Science Process Skills*. 3(6), 672–687.
- Wahyudin, D., Subkhan, E., Malik, A., Hakim, M. A., Sudiapermana, E., LeliAlhapip, M., Nur Rofika Ayu Shinta Amalia, L. S., Ali, N. B. V., & Krisna, F. N. (2024). Kajian Akademik Kurikulum Merdeka. *Kemendikbud*, 1–143.
- Wahyuni, R. I., & Rosdiana, L. (2023). *Penerapan Model Guided Inquiry Learning dengan Media PhET Simulation untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMP Reny*. 13, 487–492.
- Wardani, I., & Djukri. (2019). *Teaching science process skill using guided inquiry model with starter experiment approach : An experimental study*. 5(2), 277–284.
- Windari, G. I., Rahayu, Y. S., & Dewi, S. K. (2022). Pengembangan E-LKPD Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Berorientasi Pendekatan Saintifik untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(3), 537–548. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n3.p537-548>
- Yunita, D. C., & martini. (2025). *Jurnal basicedu*. 9(1), 258–265.