

Effects of Differentiated E-LKPD Based on Discovery Learning on High School Students' Cognitive Learning Outcomes in the Human Movement System

Elmanda Nur Betty Lumban Gaol^a, Ida Bagus Putu Arnyana^a, Ajeng Purnama Heny^a,
Ni Luh Sinta Kusuma Wardani^b

^aProgam Studi Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia;

^bSekolah Menengah Atas Negeri 2 Banjar, Jl. Banteng, Banjar Tegeha, Buleleng, Bali, Indonesia;

Email: elmanda@student.undiksha.ac.id, putu.arnyana@undiksha.ac.id, aheny@undiksha.ac.id

Abstract

The cognitive learning outcomes of students on human motion system material at SMA Negeri 2 Banjar remain low, shown by an average daily test score of 67, below the Minimum Completion Criteria (70). Teachers' application of *discovery learning* has not been accompanied by a differentiated approach accommodating students' diverse learning styles. This study aims to describe the improvement of students' cognitive learning outcomes, determine the difference in outcomes between classes using *discovery learning*-based differentiated E-LKPD and those that do not, and measure the effect size of its application. A quasi-experimental method with a Nonequivalent Control Group Design was used, involving a sample of 63 eleventh-grade students out of a population of 95 students across three classes selected through intact group sampling, with class XI.A as the experimental group and class XI.C as the control group. Cognitive learning outcomes data were collected using multiple-choice tests and analyzed with ANCOVA and Cohen's effect size using SPSS 26. Results showed the experimental class obtained an average *N-Gain* of 0.70, compared to 0.68 in the control class, with consistent advantages in high-level cognitive dimensions (C4-C6). The ANCOVA test revealed a significant difference between groups after controlling for pretest ($F = 10.054$; $p = 0.002$), with a Partial Eta Squared of 0.144, indicating a large effect. These findings conclude that *discovery learning*-based differentiated E-LKPD effectively improves students' cognitive learning outcomes, particularly higher-order thinking, and can be recommended as an innovative, adaptive Biology learning medium.

Article History:

Received 12/08/2026

Accepted 03/10/2026

Keyword:

Differentiated Instruction,
Discovery Learning,
Electronic Worksheet,
Cognitive Learning

© 2026 The Authors. This open access article is distributed under a (CC-BY License) 

DOI: <https://doi.org/10.47945/search>.

How to Cite:

Lumban Gaol, E. N. B., Arnyana, I. B. P., Heny, A. P., & Wardani, N. L. S. K. (2026). Effects of Differentiated E-LKPD Based on Discovery Learning on High School Students' Cognitive Learning Outcomes in the Human Movement System. SEARCH: Science Education Research Journal, 5(1), 146-157. <https://doi.org/10.47945/search.v5i1.3295>

PENDAHULUAN

Hasil belajar kognitif merupakan salah satu indikator penting untuk menilai ketercapaian tujuan pembelajaran. Pada materi sistem gerak manusia di SMA Negeri 2 Banjar, capaian belajar siswa masih belum optimal. Berdasarkan data awal penelitian rata-rata nilai ujian harian siswa sebesar 67 masih berada dibawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 70. Dari keseluruhan populasi penelitian yang berjumlah 95 siswa dan tersebar dalam tiga kelas, sebagian siswa belum mencapai KKM. Kondisi ini menegaskan bahwa proses pembelajaran yang berlangsung selama ini belum optimal dalam mengantarkan siswa mencapai penguasaan konsep sistem gerak manusia, sebuah materi yang sarat konsep abstrak, berjenjang kompleks, dan penuh istilah ilmiah Nurwahyunani et al. (2025).

Rendahnya capaian tersebut sejalan dengan berbagai temuan terdahulu yang menunjukkan bahwa hasil belajar kognitif ditentukan oleh sejauh mana pembelajaran mampu memfasilitasi pemahaman konsep dan proses berpikir siswa (Lestariani (2023); Retnaningati et al. (2023)). Guru di sekolah tersebut sebenarnya telah menerapkan model *Discovery learning* yang mendorong siswa menemukan konsep melalui eksplorasi, namun penerapannya belum disertai pendekatan berdiferensiasi yang mengakomodasi keragaman gaya belajar. Menurut (Tomlinson, 2001), pembelajaran berdiferensiasi merupakan pendekatan berpusat pada peserta didik, di mana guru secara proaktif merancang konten, proses, dan produk pembelajaran berdasarkan kesiapan belajar (readiness), minat, dan profil belajar setiap siswa, bukan sekadar menyeragamkan perlakuan pembelajaran bagi seluruh siswa. Sebagai indikator awal keragaman karakteristik siswa di kelas XI.A, hasil pemetaan gaya belajar menunjukkan komposisi yang heterogen, empat siswa visual, enam belas auditori, dan dua belas kinestetik. Tanpa akomodasi terhadap keragaman tersebut, penyeragaman perlakuan belajar berisiko membuat sebagian siswa kesulitan mengikuti proses penemuan konsep secara mandiri Dewi et al. (2026). Faktor lain yang memperberat persoalan ini adalah media pembelajaran yang masih mengandalkan tayangan *PowerPoint* statis, buku paket, dan LKPD konvensional; studi pendahuluan mencatat 33,3% siswa merasa bosan dan 31,7% siswa mengalami kesulitan memahami materi karena keterbatasan media tersebut Sukroyanti et al. (2024).

Berbagai penelitian terdahulu secara terpisah telah membuktikan potensi masing-masing, namun umumnya berdiri sendiri tanpa menguji efektivitas gabungan ketiganya. Penggunaan E-LKPD sebagai media pembelajaran interaktif terbukti memperkuat pemahaman siswa dan meningkatkan motivasi belajar (Ariasih et al. (2025); Mardhatilah et al. (2022)), tetapi diuji melalui pendekatan pengembangan (R&D) tanpa kelompok pembanding sehingga belum menunjukkan seberapa besar dampaknya dibandingkan pembelajaran konvensional. Di sisi lain, pembelajaran berdiferensiasi yang dipadukan dengan *discovery learning* dilaporkan lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam menyampaikan materi kompleks, karena mampu mengakomodasi keragaman gaya belajar siswa (Fitria & Dewi (2024); Samsuar et al. (2022)), namun kajian tersebut menggunakan penelitian tindakan kelas tanpa desain eksperimen kontrol. Sementara itu, penelitian yang mengintegrasikan ketiga unsur tersebut, yaitu media elektronik, pendekatan berdiferensiasi, dan sintaks *discovery learning*, secara bersamaan pada materi sistem gerak manusia masih sangat terbatas.

Kesenjangan tersebut menjadi lebih relevan mengingat telah tersedia media E-LKPD Berdiferensiasi Berbasis *Discovery learning* pada materi sistem gerak manusia yang dikembangkan oleh Joyce (2025) dan telah teruji validitas serta kepraktisannya, dengan nilai kepraktisan rata-rata 88% pada uji perorangan dan 92% pada uji kelompok kecil. Pengembangan media berbasis *discovery learning* pada materi sistem gerak sejalan dengan tren pengembangan media pembelajaran interaktif serupa, misalnya media E-LKPD berbantuan audiovisual pada materi sistem rangka Sibarani et al. (2025) dan media flipbook berorientasi budaya lokal pada materi sistem gerak manusia (Dewi et al. (2025); Dewi et al. (2025)), yang keduanya menunjukkan bahwa media digital yang dirancang secara kontekstual mampu meningkatkan hasil belajar kognitif siswa. Namun, media E-LKPD berdiferensiasi berbasis *discovery learning* pada materi sistem gerak manusia belum diuji efektivitasnya dalam meningkatkan pencapaian hasil belajar siswa secara empiris di lapangan. Kondisi inilah yang menjadi celah penelitian (research gap) yang mendasari studi ini media pembelajaran yang secara teoretis dan uji kelayakan telah memenuhi standar, namun belum dibuktikan dampaknya terhadap hasil belajar kognitif siswa melalui rancangan eksperimen yang terkontrol.

Penelitian ini memberikan kontribusi dengan menguji secara empiris efektivitas E-LKPD berdiferensiasi berbasis *discovery learning* terhadap hasil belajar kognitif siswa pada materi sistem gerak manusia, sekaligus memetakan pola peningkatan pada setiap dimensi proses kognitif dari C1 hingga C6 berdasarkan Taksonomi Bloom. Kebaruan penelitian terletak pada penggunaan desain kuasi eksperimen yang membandingkan langsung kelas yang menggunakan media berdiferensiasi tersebut dengan kelas yang menggunakan LKPD statis, dilengkapi dengan pengujian besar pengaruh (effect size) melalui uji ANCOVA dan Cohen's d, sehingga tidak hanya menunjukkan ada tidaknya perbedaan, tetapi juga seberapa besar kontribusi praktisnya di lapangan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk (1) mendeskripsikan profil peningkatan hasil belajar kognitif siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan E-LKPD berdiferensiasi berbasis *discovery learning* pada materi sistem gerak manusia, (2) mengetahui perbedaan hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan media tersebut dibandingkan siswa yang tidak dibelajarkan dengan media tersebut, serta (3) mengetahui besarnya efektivitas penerapan E-LKPD berdiferensiasi berbasis *discovery learning* terhadap hasil belajar siswa pada materi sistem gerak manusia. Artikel ini disusun dengan menyajikan metode penelitian, hasil dan pembahasan yang membahas profil, perbedaan, dan efektivitas hasil belajar secara berurutan, serta diakhiri dengan simpulan dan implikasi penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*) dengan rancangan *Nonequivalent Control Group Design*. Rancangan ini dipilih karena pengambilan sampel tidak dapat dilakukan secara acak terhadap individu siswa, melainkan menggunakan kelompok kelas yang sudah terbentuk sebelumnya (*intact group*). Rancangan ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen yang diberi perlakuan berupa E-LKPD Berdiferensiasi Berbasis *Discovery Learning* dan kelompok kontrol yang dibelajarkan menggunakan LKPD statis, keduanya diberi *pretest* dan *posttest* untuk mengukur hasil belajar kognitif sebelum dan sesudah perlakuan. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 2 Banjar, Kabupaten Buleleng, pada bulan April sampai Mei tahun ajaran 2025/2026.

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 2 Banjar yang menerima mata pelajaran Biologi pada tahun ajaran 2025/2026, terdiri atas tiga kelas dengan total 95 siswa. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik *intact group sampling*, yaitu penunjukan dua dari tiga kelas yang sudah terbentuk sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol tanpa randomisasi individu. Kelas XI.A sebagai kelas eksperimen dan XI.C sebagai kelas kontrol, dengan total sampel 63 siswa.

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 2 Banjar yang menerima mata pelajaran Biologi pada tahun ajaran 2025/2026, terdiri atas tiga kelas dengan total 95 siswa. Sampel ditentukan menggunakan teknik *intact group sampling*, yaitu penentuan dua kelas ini dilakukan dengan pengundian antar tiga kelas sehingga mendapat dua kelas yang sudah terbentuk sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol tanpa randomisasi individu dan berdasarkan kesetaraan rerata nilai ujian sebelumnya. Untuk memberikan dasar bahwa kedua kelas relatif ekuivalen sebelum perlakuan diberikan, dilakukan uji kesetaraan awal (*pretest*) antara kelas XI.A dan XI.C sebagai bagian dari analisis deskriptif. Kelas XI.A ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan kelas XI.C sebagai kelas kontrol, dengan total sampel 63 siswa.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah media pembelajaran E-LKPD Berdiferensiasi Berbasis *Discovery learning* pada materi sistem gerak manusia, sedangkan variabel terikatnya adalah hasil belajar kognitif siswa kelas XI. Media E-LKPD dirancang dalam tiga versi sesuai gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik, serta memuat enam tahapan *discovery learning*, yaitu *stimulation*, *problem statement*, *data collection*, *data processing*, *verification*, dan *generalization*.

Identifikasi gaya belajar siswa dilakukan menggunakan angket gaya belajar sebanyak 25 pernyataan yang mengacu pada gaya belajar visual, auditori dan kinestetik. Dasar klasifikasi siswa ke dalam salah satu gaya belajar dikategorikan berdasarkan skor tertinggi di antara ketiga dimensi. Skor tertinggi digunakan untuk menentukan kategori gaya belajar. Prosedur penanganan siswa dengan karakteristik skor yang relatif setara pada lebih dari satu gaya belajar, digunakan kategori gaya belajar dominan atau kriteria selisih skor minimum untuk menentukan gaya belajarnya.

Hasil belajar kognitif diukur pada jenjang C1 hingga C6 berdasarkan Taksonomi Bloom melalui instrumen tes pilihan ganda yang disusun berdasarkan kisi-kisi indikator pembelajaran materi sistem gerak manusia. Instrumen diuji melalui validitas isi, menggunakan formula Gregory, dengan jumlah 40 butir soal yang diujikan pada tahap awal, koefisien validitas isi yang diperoleh sebesar $\frac{40}{40} = 1$, dan kriteria penerimaannya dengan kategori sangat tinggi. Validitas butir, menggunakan korelasi *product moment*, dengan jumlah 40 butir soal yang diuji cobakan, jumlah butir yang dinyatakan valid sebanyak 35 soal dan 5 soal tidak valid, rentang koefisien korelasi butir valid mulai 0,325 sampai 0,581, serta kriteria signifikansi yang digunakan ($r\text{-hitung} > r\text{-tabel}$) pada taraf 5%. Reliabilitas, menggunakan *Cronbach's Alpha*, dengan nilai koefisien reliabilitas yang diperoleh 0,887 dan kriteria interpretasinya reabilitas sangat tinggi.

Distribusi validitas soal pada setiap jenjang kognitif C1–C6 dilaporkan pada tabel 1, mencakup jumlah 6 sampai 7 soal per jenjang. Hal ini penting untuk dilaporkan mengingat penelitian ini turut membuat klaim mengenai peningkatan hasil belajar pada masing-masing dimensi kognitif.

Tabel 1. Distribusi Soal Valid dan Tidak Valid Pada Jenjang Kognitif C1-C6

Tingkat Kognitif	Jumlah soal	Kategori
Mengingat (C1)	6	Valid
Memahami (C2)	5	Valid
	1	Tidak Valid
Mengaplikasikan (C3)	7	Valid
Menganalisis (C4)	5	Valid
	2	Tidak Valid
Mengevaluasi (C5)	7	Valid
Mencipta (C6)	6	Valid
	1	Tidak valid

Prosedur penelitian terdiri atas tahap persiapan (penyusunan instrumen, validasi, dan uji coba soal), tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Tahap persiapan, meliputi penyusunan instrumen tes dan angket gaya belajar, validasi ahli, serta uji coba soal untuk memperoleh data validitas butir dan reliabilitas. Tahap pelaksanaan, meliputi empat kali pertemuan pada masing-masing kelas, yaitu satu pertemuan *pretest*, dua pertemuan pembelajaran materi sistem gerak manusia, dan satu pertemuan *posttest*. Kedua kelas menerima tujuan pembelajaran, cakupan materi, dan alokasi waktu yang sama, perbedaan perlakuan terletak pada media dan pendekatan penyajian materi. Kelas eksperimen dibelajarkan menggunakan E-LKPD berdiferensiasi yang dibagikan melalui *WhatsApp Group* mengikuti sintaks *discovery learning*, dengan setiap siswa menerima versi E-LKPD (visual, auditori, atau kinestetik) sesuai hasil identifikasi gaya belajarnya dari angket yang telah diisi sebelum perlakuan dimulai. Kelas kontrol dibelajarkan menggunakan LKPD statis dengan sintaks *discovery learning* yang sama, tanpa diferensiasi berdasarkan gaya belajar. Guru yang mengajar pada kedua kelas adalah guru yang sama, dengan durasi pembelajaran per pertemuan disetarakan 90 menit, agar variabel yang membedakan kedua kelompok secara terkontrol hanya terletak pada ada tidaknya diferensiasi media berdasarkan gaya belajar.

Analisis data diawali dengan analisis deskriptif untuk memperoleh nilai rata-rata dan simpangan baku data *pretest-posttest*, dilanjutkan dengan perhitungan N-Gain (Hake, 1999) untuk mengetahui

kategori peningkatan hasil belajar (tinggi, sedang, rendah). Uji prasyarat meliputi uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk digunakan karena jumlah sampel per kelompok kurang dari 50, yaitu masing-masing sekitar 31–32 siswa, uji homogenitas varians menggunakan *Levene's Test*, uji linearitas menggunakan *Test for Linearity*, dan uji homogenitas regresi, seluruhnya pada taraf signifikansi 5% dengan bantuan SPSS versi 26 for Windows.

Karena seluruh asumsi terpenuhi, uji hipotesis dilakukan menggunakan ANCOVA untuk menguji perbedaan hasil kognitif antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah mengontrol nilai *pretest* sebagai kovariat, dengan tetap memperhatikan keterbatasan unit eksperimental sebagaimana dijelaskan pada bagian sampel di atas. Besar pengaruh perlakuan diukur menggunakan *effect size* di mana nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,144 yang mengacu pada interpretasi Cohen's *d* kategori efek besar/tinggi ($>0,14$), dengan kriteria interpretasi: nilai 0,0–0,05 tergolong efektivitas rendah, 0,06–0,13 efektivitas sedang, dan $> 0,14$ efektivitas tinggi (Cohen, 1988; Cumming, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis deskriptif sebagai gambaran awal kemampuan kognitif siswa sebelum dan sesudah penerapan perlakuan pada masing-masing kelompok penelitian disajikan secara deskriptif untuk mengidentifikasi kecenderungan perubahan skor, baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol, melalui perbandingan nilai minimum, maksimum, rata-rata (*mean*), dan simpangan baku. Informasi ini digunakan untuk melihat karakteristik distribusi data serta memberikan konteks awal sebelum dilakukan analisis statistik inferensial untuk menguji perbedaan hasil belajar antar kelompok. Perbandingan skor *pretest* menunjukkan kondisi kemampuan awal kedua kelompok sebelum pembelajaran dilaksanakan, sedangkan perbandingan skor *posttest* memberikan indikasi awal mengenai perubahan capaian belajar setelah proses pembelajaran. Oleh karena itu, data deskriptif *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 2 sebagai dasar untuk memahami pola perubahan hasil belajar sebelum dilakukan analisis lebih lanjut.

Tabel 2. Nilai *Pretest* dan *Posttest* Pada Kelas Eksperimen Serta Kelas Kontrol

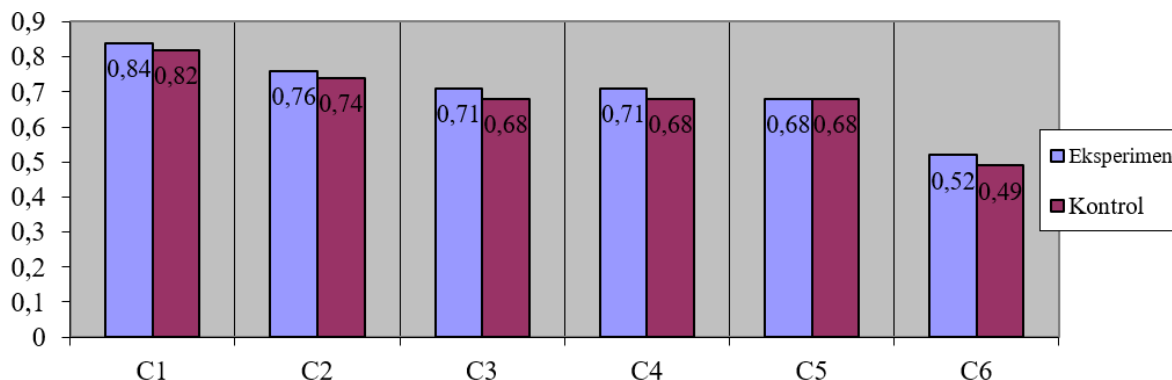
Nilai	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Minimum	20	70	15	65
Maksimum	65	100	60	95
Mean	43,38	86,72	38,19	80,65
Simpang Baku	12,936	8,482	13,108	8,341

Nilai minimum dan maksimum *pretest* kelas eksperimen sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, dan setelah perlakuan, *posttest* kelas eksperimen meningkat lebih baik dari sisi minimum, maksimum, maupun rata-rata, dengan simpangan baku yang relatif lebih besar, mengindikasikan penyebaran data yang belum merata. Kelas kontrol juga mengalami peningkatan *posttest*, namun rata-ratanya lebih rendah dengan simpangan baku yang lebih kecil sehingga data lebih homogen. Untuk mengetahui besaran peningkatan pada setiap dimensi kognitif, dilakukan perhitungan *N-Gain* sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai *N-Gain* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol per Dimensi Kognitif

Nilai	<i>N-Gain</i> Eksperimen	Kategori	<i>N-Gain</i> Kontrol	Kategori
Mengingat (C1)	0,84	Tinggi	0,82	Tinggi
Memahami (C2)	0,76	Tinggi	0,74	Tinggi
Mengaplikasikan (C3)	0,71	Tinggi	0,68	Sedang
Menganalisis (C4)	0,71	Tinggi	0,68	Sedang
Mengevaluasi (C5)	0,68	Sedang	0,68	Sedang
Mencipta (C6)	0,52	Sedang	0,49	Sedang

Berdasarkan hasil analisis pada tabel di atas, secara keseluruhan perbandingan kedua kelas menunjukkan bahwa nilai *N-Gain* kelas eksperimen selalu lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol pada seluruh dimensi proses kognitif, meskipun selisihnya bervariasi, mulai dari selisih yang sangat tipis pada dimensi kognitif tingkat rendah (mengingat dan memahami) hingga selisih yang mulai melebar pada dimensi kognitif tingkat menengah dan tinggi (mengaplikasikan, menganalisis, dan mencipta). Pola ini mengindikasikan bahwa penerapan E-LKPD berdiferensiasi berbasis *discovery learning* pada kelas eksperimen tidak hanya efektif meningkatkan kemampuan kognitif tingkat dasar, tetapi juga memberikan dampak yang lebih optimal dalam menstimulasi kemampuan berpikir tingkat menengah hingga tinggi dibandingkan pembelajaran yang diterapkan pada kelas kontrol.



Gambar 1. Distribusi *N-Gain* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Perbandingan rata-rata *N-Gain* hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol berdasarkan dimensi kognitif C1 hingga C6 ditampilkan pada Gambar 1. Secara umum, pada dimensi kognitif tingkat rendah dan menengah (C1 hingga C4), nilai rata-rata *N-Gain* kelas eksperimen tampak sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Grafik di atas menunjukkan nilai *N-Gain* untuk dimensi C1 pada kelas eksperimen sebesar 0,84, sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,82. Pola serupa juga terlihat pada dimensi C2, yaitu kelas eksperimen sebesar 0,76 dan kelas kontrol sebesar 0,74, dengan selisih yang tidak terlalu besar antara kedua kelas. Selisih antara kedua kelas mulai tampak lebih nyata pada dimensi C3 hingga C6, di mana kelas eksperimen secara konsisten menunjukkan nilai *N-Gain* yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Pada dimensi C3, kelas eksperimen memperoleh *N-Gain* sebesar 0,71, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,68. Pola yang sama terlihat pada dimensi C4, yaitu kelas eksperimen sebesar 0,71 berbanding kelas kontrol sebesar 0,68.

Pada dimensi C5 (Mengevaluasi), kedua kelas menunjukkan capaian yang setara, yaitu sama-sama memperoleh *N-Gain* sebesar 0,68. Adapun pada dimensi C6 (Mencipta), kelas eksperimen memperoleh *N-Gain* sebesar 0,52, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,49, dengan selisih tertinggi dibandingkan dimensi kognitif lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada kemampuan kognitif tingkat rendah (mengingat dan memahami), kedua kelas sama-sama mencapai kategori tinggi dengan hasil yang relatif setara, sedangkan pada kemampuan kognitif tingkat menengah hingga tinggi (menerapkan, menganalisis, dan mencipta), media pembelajaran E-LKPD berdiferensiasi berbasis *discovery learning* yang digunakan di kelas eksperimen memberikan dampak yang lebih efektif dibandingkan dengan pembelajaran yang hanya menggunakan LKPD statis yang diterapkan di kelas kontrol, kecuali pada dimensi evaluasi yang menunjukkan capaian setara antara kedua kelas.

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas

Variabel	Nilai p	Keterangan
Pretest Eksperimen	0,260	Berdistribusi Normal
Posttest Eksperimen	0,105	Berdistribusi Normal
Pretest Kontrol	0,254	Berdistribusi Normal
Posttest Kontrol	0,131	Berdistribusi Normal

Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan serangkaian uji prasyarat. Hasil uji normalitas residual menggunakan *Shapiro-Wilk* menunjukkan nilai signifikansi untuk data *pretest* kelas kontrol adalah sebesar 0,254 dan data *posttest* kelas kontrol sebesar 0,131. Sementara itu, pada kelas eksperimen, nilai signifikansi data *pretest* diperoleh sebesar 0,260 dan data *posttest* sebesar 0,105. Keempat nilai p tersebut lebih besar dari 0,05 yang menunjukkan bahwa data *pretest* maupun *posttest* dari kedua kelas, baik kelas kontrol maupun kelas eksperimen, berdistribusi normal.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas Varian

Variabel	Nilai Levene	Nilai p	Keterangan
Kelas Eksperimen dan Kontrol	0,176	0,676	Homogen

Uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test menghasilkan nilai Levene sebesar 0,176 dengan nilai p sebesar 0,676 lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan varians yang signifikan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen pada variabel hasil belajar kognitif, atau dengan kata lain data tersebut bersifat homogen.

Tabel 6. Hasil Uji Linearitas

Komponen	Nilai F	Nilai p
Linearity	29,776	0,000
Deviation from Linearity	1,405	0,158

Uji linearitas memperoleh nilai *F Deviation from Linearity* sebesar 1,405 dengan nilai p sebesar 0,158 lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat penyimpangan dari hubungan linear yang signifikan antara variabel *pretest* dengan hasil belajar kognitif (*posttest*). Hubungan antara kedua variabel tersebut bersifat linear, sehingga asumsi linearitas sebagai salah satu syarat untuk melakukan uji Ancova (Analysis of Covariance) telah terpenuhi.

Tabel 7. Hasil Uji Homogenitas Regresi

Variabel	Nilai F	Nilai p	Keterangan
Interaksi kelas x Pretest	0,145	0,704	Signifikan

Uji homogenitas regresi menghasilkan F interaksi kelas × pretest sebesar 0,145 dengan $p = 0,704$ ($>0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat interaksi yang signifikan antara kelas dan nilai *pretest*, yang berarti asumsi homogenitas koefisien regresi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol telah terpenuhi serta uji ANCOVA dapat dilanjutkan. Hasil uji hipotesis dan uji efektivitas menggunakan ANCOVA disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Hipotesis dan Uji Efektivitas

Variabel	Nilai F	Nilai p	Partial Eta Squared	Keterangan
Hasil Belajar Kognitif	10,054	0,002	0,144	Signifikan

Nilai F sebesar 10,054 dengan $p = 0,002$ ($<0,05$) menunjukkan H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara pembelajaran dengan media pembelajaran E-LKPD dan pembelajaran tanpa media pembelajaran E-LKPD terhadap kemampuan hasil belajar kognitif peserta didik, setelah mengontrol kovariat (*pretest*). Besar pengaruh perlakuan diukur menggunakan *effect size* di mana nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,144 yang mengacu pada interpretasi Cohen's d kategori efek besar/tinggi ($>0,14$), dengan kriteria interpretasi: nilai 0,0-0,05 tergolong efektivitas rendah, 0,06-0,13 efektivitas sedang, dan $> 0,14$ efektivitas tinggi (Cohen, 1988; Cumming, 2012). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran E-LKPD yang diterapkan memberikan pengaruh yang besar terhadap peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik dibandingkan dengan kelas kontrol, setelah dikontrol dengan nilai *pretest*.

Hasil analisis deskriptif pada Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai *pretest* kelas eksperimen sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol pada nilai minimum, maksimum, maupun rata-rata. Setelah perlakuan, kelas eksperimen mengalami peningkatan *posttest* yang lebih baik dari sisi minimum, maksimum, maupun rata-rata, dengan simpangan baku yang relatif lebih besar, mengindikasikan sebaran data yang belum merata. Kelas kontrol juga mengalami peningkatan *posttest*, namun dengan rata-rata yang lebih rendah dan simpangan baku yang lebih kecil sehingga data cenderung lebih homogen. Profil peningkatan hasil belajar kognitif siswa pada penelitian ini menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh *N-Gain* pada kategori sedang hingga tinggi (0,52–0,84) yang secara umum lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (0,49–0,82). Pola ini sejalan dengan pandangan bahwa strategi pembelajaran tertentu memberikan pengaruh terhadap perkembangan kemampuan kognitif siswa Ummah & Julianto (2021), namun pengaruh tersebut tidak seragam pada seluruh jenjang berpikir.

Pola tersebut dapat ditelusuri melalui sintaks *discovery learning* yang diterapkan pada E-LKPD. Pada tahap *stimulation*, siswa kelas eksperimen dihadapkan pada dua kasus nyata, yaitu penyanyi yang mengalami *low back pain myogenic* akibat kebiasaan memakai *high heels* dan atlet bulu tangkis yang mengalami kram otot saat bertanding, alih-alih menerima definisi langsung dari guru. Penyajian kasus kontekstual ini membangun rasa ingin tahu dan mendorong siswa mengaitkan fenomena nyata dengan konsep sistem gerak yang dipelajari Brata et al. (2021), sehingga menjadi fondasi bagi tahapan berpikir berikutnya. Kedua kelas menunjukkan peningkatan hasil belajar kognitif pada dimensi mengingat (C1) dan memahami (C2) dengan kategori tinggi, selisih nilai *N-Gain* kedua kelas tersebut tidak jauh berbeda. Pada kelas eksperimen didukung oleh penyusunan di mana materi yang sistematis dan dilengkapi elemen visual, seperti gambar, audio dan video yang memperkuat daya ingat siswa serta membantu siswa memahami informasi melalui proses penyelidikan dan presentasi hasil. Kemampuan mengingat dan memahami dapat distimulasi secara efektif baik melalui pembelajaran konvensional maupun melalui E-LKPD berdiferensiasi, karena tugas kognitif pada level ini belum menuntut eksplorasi mendalam yang menjadi kekuatan utama *discovery learning* (Choir & Fikri (2022); Sari et al. (2022)). Pada dimensi C1 dan C2 selisih *N-Gain* antara kedua kelompok relatif kecil (0,02). Perbedaan yang tipis kemungkinan bahwa dimensi mengingat (C1) dan memahami (C2) pada materi sistem gerak manusia relatif dapat dikuasai siswa melalui berbagai pendekatan pembelajaran, sehingga diferensiasi media tidak selalu memberikan keunggulan tambahan yang besar pada dimensi-dimensi tersebut.

Perbedaan yang lebih nyata mulai terlihat pada dimensi mengaplikasikan (C3) dan menganalisis (C4), di mana kelas eksperimen konsisten unggul dibandingkan kelas kontrol. Untuk dimensi kognitif mengaplikasikan (C3), nilai kelas eksperimen lebih tinggi 0,71 dengan kategori tinggi dari pada kelas kontrol. E-LKPD pada tahap *data collection*, pendekatan berdiferensiasi terwujud paling konkret, media E-LKPD berdiferensiasi memberikan tiga jalur belajar berbeda sesuai gaya belajar siswa, di mana gaya belajar auditori mendengarkan audio, gaya belajar visual mengamati gambar, dan kinestetik menonton video sekaligus mempraktikkan gerakan yang relevan dengan sistem gerak manusia, sehingga setiap siswa memproses informasi melalui jalur yang sesuai dengan karakteristik belajarnya (Andriani & Nugraheni (2024); DePorter & Hernacki (1992)). Sebaliknya, kelas kontrol memperoleh penyajian materi yang seragam bagi seluruh siswa, sehingga proses penerapan dan analisis konsep lebih banyak mengikuti pola yang diberikan guru. Kondisi ini menegaskan bahwa diferensiasi jalur belajar mulai memberi pengaruh nyata seiring meningkatnya tuntutan kognitif.

Pada tahap *data processing* dan *verification*, siswa kelas eksperimen dilatih menyaring dan menghubungkan informasi dari kedua kasus menjadi pengetahuan baru yang bermakna, kemudian mempertanggungjawabkan hasil analisisnya melalui presentasi kelompok. Rangkaian aktivitas ini

secara langsung melatih kemampuan menganalisis (C4), karena siswa mengubah data mentah menjadi pemahaman konseptual melalui proses berpikirnya sendiri (Jariyah & Efendi (2024);Puspitasari et al. (2023)). Pada dimensi mengevaluasi (C5), kedua kelas menunjukkan capaian yang setara karena tahap pembuktian dan generalisasi pada *discovery learning* sama-sama melatih siswa mempertanggungjawabkan hasil analisisnya melalui presentasi dan diskusi kelompok. Aktivitas verifikasi argumen ini sudah melekat pada sintaks *discovery learning* itu sendiri, terlepas dari media yang dipakai. Karena kedua kelas sama-sama menjalani sintaks *discovery learning*, maka sumber pelatihan kemampuan mengevaluasi relatif setara sehingga wajar bila capaian C5 mendekati. Namun, tahap *generalization* menjadi titik paling menentukan bagi lebarnya selisih pada dimensi kognitif tinggi berikutnya, yaitu mencipta (C6). Pada E-LKPD berdiferensiasi, tahap ini menuntut siswa kelas eksperimen tidak hanya menyimpulkan hasil analisis kelompoknya sendiri, tetapi juga diwajibkan mempertimbangkan simpulan kelompok lain yang menempuh gaya belajar berbeda, sehingga mereka harus membandingkan, menimbang, dan memutuskan argumen yang paling kuat sebelum merumuskan generalisasi.

Proses evaluasi lintas perspektif inilah yang menjadi inti kemampuan mengevaluasi (C5) sekaligus fondasi bagi kemampuan mencipta (C6) (Reski et al. (2025); Kim et al. (2023)). Sebaliknya, kelas kontrol memperoleh kesimpulan yang bersumber dari satu arah, yaitu penjelasan guru atau hasil kerja kelompoknya sendiri, sehingga kurang terlatih menimbang argumen dari sumber yang beragam. Akibatnya, meskipun nilai *N-Gain* dimensi mencipta (C6) pada kelas eksperimen tetap lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, keduanya masih berada dalam kategori sedang, dengan selisih terbesar dibandingkan dimensi kognitif lainnya. Pada tahapan ini, E-LKPD memungkinkan siswa menyusun laporan dan melakukan presentasi terkait kasus nyata, sehingga mendorong kemampuan mencipta secara lebih maksimal dan menegaskan bahwa dampak E-LKPD berdiferensiasi berpengaruh pada penguatan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Perbedaan hasil belajar kognitif yang signifikan secara statistik antara kedua kelompok ($F = 10,054$; $p = 0,002$) memperkuat temuan bahwa pembelajaran berbantuan e-LKPD berpengaruh terhadap hasil belajar kognitif karena tampilan media yang menarik dapat meningkatkan motivasi belajar siswa (Lailiah et al., 2021, dalam Mispa et al. (2022)). Pembelajaran berdiferensiasi yang menyertai media tersebut memungkinkan siswa memperoleh kesempatan belajar yang lebih bermakna karena materi, aktivitas, dan penyajian pembelajaran dirancang sesuai keberagaman karakteristik belajar siswa Sembiring et al. (2024), sehingga siswa lebih mudah membangun pemahamannya melalui proses belajar yang aktif dan terarah dibandingkan pembelajaran yang berpusat pada guru. Temuan ini juga sejalan dengan hasil penelitian yang mengintegrasikan pembelajaran berdiferensiasi dengan model *discovery learning* pada mata pelajaran lain, yang menunjukkan bahwa perpaduan kedua pendekatan tersebut mampu meningkatkan capaian belajar siswa karena setiap siswa difasilitasi untuk menemukan konsep melalui jalur belajar yang sesuai dengan kebutuhannya masing-masing (Wardani et al., 2024).

Nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,144 menegaskan bahwa pengaruh E-LKPD berdiferensiasi berbasis *discovery learning* tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga bermakna secara praktis, karena berada di atas ambang batas 0,14 yang menjadi acuan kategori efek besar dalam penelitian pendidikan Sari et al. (2022). Signifikansi statistik saja belum cukup untuk menyimpulkan keefektifan suatu perlakuan, sebab nilai p yang kecil hanya menunjukkan bahwa perbedaan tersebut bukan kebetulan, tanpa menggambarkan besarnya pengaruh dalam praktik (Hafid et al. (2019); Adinia & Iqbal (2022)). Besarnya effect size dalam penelitian ini tidak dapat dilepaskan dari sifat berdiferensiasi E-LKPD yang hadir dalam tiga versi gaya belajar, sehingga setiap siswa dapat mengakses dan memproses informasi melalui jalur yang paling sesuai dengan cara belajarnya, tanpa ada yang

tertinggal karena media yang digunakan tidak cocok dengan karakteristik belajarnya Mutmainnah et al. (2021).

Temuan ini memperkuat bukti empiris sebelumnya yang menunjukkan bahwa kombinasi *discovery learning* dengan pembelajaran berdiferensiasi memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi Rini et al. (2025), sekaligus menjawab celah penelitian yang diidentifikasi di awal, yaitu keterbatasan kajian yang menguji secara empiris efektivitas gabungan media elektronik, pendekatan berdiferensiasi, dan sintaks *discovery learning* pada materi sistem gerak manusia. Dengan demikian, penelitian ini memberi kontribusi baru berupa bukti kuantitatif bahwa media pembelajaran yang telah dinyatakan valid dan praktis dapat pula dibuktikan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar kognitif siswa, terutama pada dimensi kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain cakupan sampel yang hanya melibatkan dua kelas pada satu sekolah dan satu pokok bahasan, sehingga generalisasi temuan pada konteks materi Biologi lain atau jenjang pendidikan lain perlu dilakukan secara hati-hati. Implikasi praktis dari temuan ini adalah pentingnya guru mengintegrasikan media digital berdiferensiasi dengan sintaks *discovery learning* yang runtut, mencakup stimulation, problem statement, data collection, data processing, verification, dan generalization, untuk mendorong keterlibatan aktif siswa sekaligus mengakomodasi keragaman gaya belajar dalam pembelajaran Biologi.

KESIMPULAN

Penerapan E-LKPD berdiferensiasi berbasis *discovery learning* menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar kognitif siswa pada materi sistem gerak manusia, dengan rerata N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,70 (kategori tinggi) dan kelas kontrol sebesar 0,68 (kategori sedang). Pola peningkatan bervariasi antar dimensi kognitif, kedua kelas sama-sama mencapai kategori tinggi dengan selisih tipis pada dimensi mengingat (C1) dan memahami (C2). Perbedaan mulai tampak lebih nyata pada dimensi mengaplikasikan (C3) dan menganalisis (C4), dengan kelas eksperimen unggul secara deskriptif; pada dimensi mengevaluasi (C5) kedua kelas sama-sama berada pada kategori sedang dengan capaian yang relatif setara. Sementara selisih terbesar terjadi pada dimensi mencipta (C6), meski keduanya masih tergolong kategori sedang. Dengan demikian, peningkatan hasil belajar kognitif akibat E-LKPD berdiferensiasi tidak seragam pada seluruh jenjang kognitif, melainkan tampak lebih menonjol pada dimensi kognitif tingkat menengah hingga tinggi (C3, C4, dan C6), sedangkan pada dimensi tingkat rendah (C1-C2) dan pada dimensi mengevaluasi (C5) capaian kedua kelompok relatif berdekatan.

Uji ANCOVA menunjukkan adanya perbedaan hasil belajar yang teramati secara statistik antara pembelajaran menggunakan E-LKPD berdiferensiasi berbasis *discovery learning* dan pembelajaran tanpa E-LKPD setelah mengontrol nilai pretest ($F = 10,054$; $p = 0,002$), dengan nilai *Partial Eta Squared* sebesar 0,144 yang tergolong efek besar dan mengonfirmasi bahwa sekitar 14,4% variasi hasil belajar kognitif siswa dijelaskan oleh penggunaan media tersebut.

Temuan ini menegaskan kebaruan penelitian, yaitu pembuktian empiris efektivitas media E-LKPD berdiferensiasi berbasis *discovery learning* yang sebelumnya hanya teruji validitas dan kepraktisannya, sehingga melengkapi rangkaian pengembangan media pembelajaran dari tahap kelayakan hingga tahap dampak nyata di lapangan. Guru disarankan mengimplementasikan media ini pada materi sistem gerak manusia atau materi Biologi lain yang kontekstual, dengan memperkuat tahapan diskusi kelompok, refleksi, dan presentasi hasil temuan. Penelitian selanjutnya disarankan menguji konsistensi pengaruh media ini pada jenjang, mata pelajaran, atau materi ajar lain, serta mengeksplorasi variabel tambahan seperti motivasi dan kemandirian belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinia, R., & Iqbal, M. (2022). Efektivitas Pembelajaran Aktif Berbantuan LKPD Problem Solving Terhadap Keterampilan. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 3(2), 64–75.
- Andriani, F., & Nugraheni, N. (2024). Analisis karakteristik gaya belajar siswa dalam pembelajaran berdiferensiasi. *Jurnal Riset Pendidikan Dasar . Jurnal Riset Pendidikan Dasar*, 33–41.
- Ariasih, I. G. A. C. M., Arnyana, I. B. P., Bestari, I. A. P., Adnyana, P. B., & Heny, A. P. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif WEB Google Sites Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Mikroorganisme Untuk Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, 5 No. 3. <https://jurnalp4i.com/index.php/edutech>
- Bobbi DePorter, & Mike Hernacki. (1992). *Quantum Learning: Membiasakan Belajar Nyaman Dan Menyenangkan*. Dell Publishing.
- Brata, W. W. W., Wibowo, F. C., & Rahmadina, N. (2021). Implementation of discovery learning in a digital class and its effect on student learning outcomes and learning independence level. *F1000Research*, 10, 386. <https://doi.org/10.12688/f1000research.51763.1>
- Choir, M. C. M., & Fikri, A. A. (2022). Persepsi Siswa SMA terhadap Pembelajaran Biologi dalam Ranah Taksonomi Bloom. *JOURNAL OF BIOLOGICAL EDUCATION*, 2. <https://doi.org/10.14421/neuron.2022.21-03>
- Dewi, L. G. W. K., Warpala, I. W. S., & Adnyana, P. B. (2025). Pengembangan Media Video Animasi Interaktif Berorientasi Budaya Lokal Bali “Tari Pendet” pada Materi Sistem Gerak untuk Siswa Kelas XI. *Bioed : Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(2), 188. <https://doi.org/10.25157/jpb.v13i2.20927>
- Dewi, N. K. S. C., Arnyana, I. B. P., & Dewi, N. P. S. R. (2025). Efektivitas Flipbook Berorientasi Tari Sekar Jempiring dalam Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa di Sekolah Menengah Atas. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7, 1253–1260. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v7i5.8515>
- Dewi, N. K. Y. Y. R., Adnyana, P. B., & Arnyana, I. B. P. (2026). Hubungan Antara Gaya Belajar Vark Dengan Preferensi Media Digital Dalam Pembelajaran Biologi Siswa Kelas XII SMA Negeri di Kota Singaraja. *SECONDARY: Jurnal Inovasi Pendidikan Menengah*, 6(2), 236–247. <https://doi.org/10.51878/secondary.v6i2.9299>
- Fitria, R., & Dewi, A. F. (2024). Penerapan Pembelajaran Berdiferensiasi dengan Model Discovery Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Materi Sistem Sirkulasi. *Spizaetus: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 5(2), 290. <https://doi.org/10.55241/spibio.v5i2.380>
- Hafid, A., Sultan, & Rosmalah. (2019). Efektifitas Penerapan Pendidikan Karakter Pada Kurikulum 2013 Pembelajaran Tematik Di Sekolah Dasar Inpres 6/75 Ta’ Tanete Riettang Kabupaten Bone. *JIKAP PGSD: Jurnal Ilmiah Ilmu Kependidikan*, 3(3).
- Jariyah, A., & Efendi, N. (2024). Pengaruh Model Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Jurnal Biologi*, (1), 1–14. <https://doi.org/10.47134/biology.v1i4.290>
- Joyce, C. (2025). Pengembangan E-LKPD Berdiferensiasi Proses Untuk Materi Sistem Gerak Manusia Pada Fase F Kurikulum Merdeka. *Doctoral Dissertation, Universitas Pendidikan Ganesha*.
- Kim, A. M., Gibbons, J. A., Speed, C. J., & Macaulay, J. O. (2023). Making creativity explicit: A workshop to foster creativity in biomedical science education. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 51(6), 644–652. <https://doi.org/10.1002/bmb.21776>
- Lestariani, N. (2023). Analisis Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa Melalui Peningkatan Otonomi Belajar dan Literasi Informasi Digital Analysis of Student Cognitive Learning Achievement Through Increased Learning Autonomy and Digital Information Literacy. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 8(2), 2023. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v8i2.4392>

- Mardhatilah, R., Zaini, M., & Kaspul, K. (2022). Pengaruh LKPD-Elektronik sistem gerak terhadap hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Practice of The Science of Teaching Journal: Jurnal Praktisi Pendidikan*, 1(2), 53–64. <https://doi.org/10.58362/hafecspost.v1i2.13>
- Mispa, R., Putra, A. P., & Zaini, M. (2022). Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Live Worksheet Pada Konsep Protista Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X SMAN 7 Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*, 3(1).
- Mutmainnah, Aunurrahman, & Warneri. (2021). Efektivitas Penggunaan E-Modul Terhadap Hasil Belajar Kognitif Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia di Madrasah Tsanawiyah. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1625–1631. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.952>
- Nurwahyunani, A., Isnaeni, W., Alimah, S., & Marianti, A. (2025). Studi Persepsi Guru Terhadap Materi Sulit dalam Pembelajaran Biologi SMA di Kota Semarang. In *Proceeding Seminar Nasional IPA* (pp. 257-266).
- Puspitasari, D. J., Iriani, L., & Laenggeng, A. H. (2023). Discovery learning with biology practicum to improve student learning activities. *Atrium Pendidikan Biologi*, 8(2), 48–52. <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/pbio>
- Reski, F. I., Asrar, M., & Cece, M. A. (2025). Pengaruh Discovery Learning Dengan Pendekatan Berdiferensiasi terhadap Hasil Belajar Biologi Peserta Didik SMA Negeri 9 Makassar. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 9.
- Retnaningati, D., Ibrahim, & Ilma, S. (2023). Analisis Hasil Belajar Kognitif Mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi pada Mata Kuliah Genetika Dasar. *Borneo Journal Of Biology Education*, 5(1), 30–35.
- Rini, D. S., Rusdi, & Nurlaela, S. (2025). The influence of the discovery learning model with differentiated learning on the HOTS learning outcomes. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 10(2), 351–361. <https://doi.org/10.31932/jpbio.v10i2.5220>
- Samsuar, Fitriani, & Jumarsa. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Game Tournament (TGT) Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Sistem Pernafasan di MAN 3 Meulaboh. *Jurnal Biology Education*, 9(1). <https://doi.org/10.32672/jbe.v9i1.4516>
- Sari, I. P., Nanto, D., & Alifia Putri, A. (2022). Pengaruh Hasil Belajar Pendidikan Fisika Siswa menggunakan Teknik Meta-analisis dengan Model PBL (Problem Based Learning). *Jurnal Mentari: Manajemen Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, 20–28. <https://journal.pandawan.id/mentari/article/view/124>
- Sembiring, D. A. E. P., Yusuf, M., Sadikin, A., Mursyid, D., & Hendra, R. (2024). Pembelajaran Berdiferensiasi Pada Biologi: Meta-Analisis. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(1), 103–108. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i1.32185>
- Sibarani, F. C., Citrawathi, D. M., & Heny, A. P. (2025). Pengembangan E-LKPD Berbantuan Audiovisual dengan Cover Education Song pada Materi Sistem Rangka di Kelas XI. *Lambda: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA Dan Aplikasinya*, 5(3), 892–899. <https://doi.org/10.58218/lambda.v5i3.1936>
- Sukroyanti, B. A., Adnyana, P. B., Wesnawa, I. G. A., & Ariawan, I. P. W. (2024). Analisis Hasil Belajar Kognitif Siswa Pada Pembelajaran IPA Fisika Kelas X Sekolah Menengah Atas Dengan Pendekatan Konstruktivisme. *Kappa Journal*, 8(3), 379–387. <https://doi.org/10.29408/kpj.v8i3.27682>
- Tomlinson, C. A. . (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms*. Association for Supervision and Curriculum Development.
- Ummah, Y. S., & Julianto. (n.d.). Pengaruh Model Discovery Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas V Pada Masa Pandemi Covid-19. *JPGSD*, 9, 2502–2514.