

PENGEMBANGAN DAN UJI VALIDITAS E-MODUL KOMIK BIOTEKNOLOGI BERBASIS PjBL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Widyastuti Asy Syaffa^{1*}, Tabitha Sri Hartati Wulandari²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas PGRI Ronggolawe

*Email: asy12sep@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk merencanakan dan menciptakan e-modul komik sebagai media pembelajaran yang menggabungkan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) untuk materi bioteknologi yang menargetkan siswa SMP kelas IX. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE, namun model yang digunakan dimodifikasi untuk mencakup hanya tiga tahap: analisis, desain, dan pengembangan. Pengumpulan data dilakukan melalui uji validasi oleh para ahli dan pengguna untuk mengevaluasi kelayakan produk. Hasil validasi dari dua orang ahli menunjukkan bahwa e-modul komik ini sangat valid, mencapai skor rata-rata 87,83%. Secara bersamaan, validasi dari pengguna, yaitu pendidik sains, menunjukkan tingkat kelayakan yang luar biasa sebesar 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul komik bioteknologi berbasis PjBL ini sangat layak untuk penggunaan pendidikan dan memiliki potensi yang signifikan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa secara efektif dan sistematis.

Kata Kunci: E-modul Komik; Bioteknologi; PjBL; Berpikir Kritis.

PENDAHULUAN

Pendidikan sangat penting untuk membangun sumber daya manusia yang berkualitas tinggi, tangguh, dan berdaya saing di berbagai sektor. Setiap kegiatan pendidikan berkaitan erat dengan proses inti pembelajaran, yang diperlukan untuk mengembangkan keterampilan, pengetahuan, dan kualitas siswa. Dalam proses tersebut, siswa diposisikan sebagai pelaku utama dalam menjalani dan membangun pengalaman belajarnya sendiri, sementara guru bertindak sebagai pembimbing yang memberikan arahan, dukungan, dan fasilitasi terhadap jalannya proses pembelajaran (Yumiantika & Atmaja, 2025). (Nisrochah dkk., 2023) menegaskan bahwa pendidikan memungkinkan individu memperoleh pengetahuan, mengasah keterampilan, mengembangkan potensi, mengembangkan hobi dan kemampuan, serta mengembangkan karakter yang diperlukan untuk menghadapi masalah masa depan. Seiring dengan perkembangan zaman, kemajuan teknologi dan transformasi digital telah mendorong perubahan paradigma dalam dunia pendidikan, dari pendekatan tradisional menuju sistem pembelajaran yang berbasis teknologi (Sriyanta, 2023). Dalam lingkungan belajar digital, siswa harus memperoleh kemampuan abad ke-21 untuk mempersiapkan diri menghadapi masalah global. Salah satu kompetensi inti yang harus dikuasai adalah keterampilan 4C, yaitu kemampuan berpikir kritis, berkomunikasi secara efektif, berkolaborasi, serta menciptakan gagasan inovatif (*critical thinking, communication, collaboration, and creativity*) (Fatmah, 2021). Dalam hal ini, kemampuan berpikir kritis menempati posisi sentral karena menjadi dasar bagi siswa untuk menganalisis informasi, mengambil keputusan yang rasional, serta merespon dinamika kehidupan global yang kompleks.

Berpikir kritis merupakan kemampuan bernalar secara mendalam dengan mempertimbangkan berbagai sudut pandang, mengevaluasi informasi secara objektif, serta menarik kesimpulan yang logis. Humayroh dkk., (2024) menyebutkan bahwa kemampuan ini sangat dibutuhkan dalam menyelesaikan tantangan kehidupan sehari-hari. Pernyataan ini sejalan dengan Zubaidah (2017) yang menegaskan jika kemampuan berpikir kritis sangat berkontribusi terhadap kemampuan dalam memecahkan masalah, merumuskan argumen yang kuat, serta menyusun penilaian yang rasional berdasarkan informasi yang relevan.

Meskipun keterampilan berpikir kritis sangat penting dalam konteks pendidikan modern, namun kenyataannya, kemampuan ini masih belum berkembang secara optimal di kalangan siswa (Humam dan Hanif, 2025). Salah satu faktor penyebabnya adalah minimnya ketersediaan sumber belajar yang mampu menarik minat siswa, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan siswa masa kini. Padahal, kemajuan teknologi telah membuka peluang besar untuk mengembangkan media pembelajaran inovatif yang lebih adaptif dan efektif. Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah pendekatan pembelajaran yang mampu memadukan teknologi dengan konten yang kreatif agar keterampilan berpikir kritis dapat terfasilitasi secara optimal.

Salah satu jalan alternatif yang dapat diimplementasikan yaitu dengan menciptakan sebuah bahan ajar berupa modul dalam bentuk digital atau e-modul yang dapat diakses dengan mudah melalui perangkat elektronik untuk mendukung pembelajaran yang lebih fleksibel. Menurut Saraswati dkk., (2025) e-modul memiliki keunggulan dalam memberikan ruang belajar yang mandiri dan interaktif bagi siswa, serta mampu mengakomodasi gaya belajar yang berbeda-beda. Jika dibandingkan dengan modul cetak tradisional, e-modul menawarkan keunggulan dalam hal tampilan visual yang lebih menarik, penyajian materi yang lebih fleksibel, serta kemampuan untuk menggabungkan elemen multimedia seperti gambar, audio, dan video secara interaktif (Pribowo dkk., 2024).

Untuk lebih meningkatkan efektivitasnya, *e-modul* dapat dikemas dalam bentuk komik interaktif yang memadukan unsur visual dengan narasi edukatif. Komik sebagai media pembelajaran memiliki kelebihan dalam menyampaikan konsep abstrak secara sederhana dan menyenangkan (Agustin dkk., 2018). Visualisasi dalam bentuk gambar serta penggunaan bahasa yang ringan menjadikan komik sebagai sarana yang tepat untuk menarik minat baca siswa serta mempermudah pemahaman terhadap mata pelajaran. Selain itu, penyampaian materi melalui komik dapat menciptakan suasana belajar yang lebih santai, namun tetap bermakna (Farsa dkk., 2022).

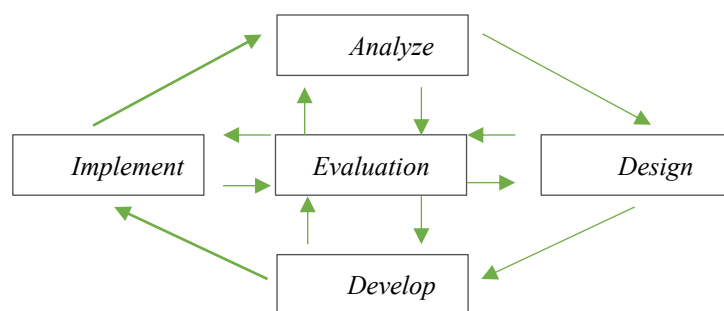
Penggunaan e-modul berbasis komik harus sejalan dengan strategi pembelajaran yang mendorong siswa untuk berpartisipasi aktif dalam pembelajaran mereka guna mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis. Dalam konteks ini, paradigma Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) telah terbukti bermanfaat karena menekankan proyek kolaboratif untuk mengatasi kesulitan di dunia nyata (Farsa dkk., 2022). Menurut Hidayati & Cyntia (2024), penggunaan paradigma PjBL secara konsisten meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekaligus mendorong kerja sama tim, komunikasi, dan penalaran logis di seluruh proses pembelajaran.

Salah satu materi dalam kurikulum IPA yang cocok diintegrasikan dengan pendekatan pjl adalah bioteknologi. Materi ini bersifat konseptual dan aplikatif, sehingga memerlukan metode pembelajaran yang memfasilitasi siswa untuk mengalami proses belajar yang kontekstual dan bermakna (Tuti dkk., 2025). Menurut Mardatillah (2024), pendekatan berbasis proyek yang dipadukan dengan penggunaan media visual dapat memfasilitasi siswa dalam memahami konsep-konsep bioteknologi yang kompleks dan aplikatif secara lebih konkret, terstruktur dan menyeluruh.

Berdasarkan analisis tersebut, penulis memandang perlu untuk mengembangkan sebuah produk pembelajaran yang menggabungkan keunggulan e-modul, media komik, dan model pjl dalam satu kesatuan bahan ajar. Pendekatan ini bertujuan untuk membangun metode pembelajaran yang menarik, menyenangkan, dan berhasil dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan Research and Development (R&D) yang menggunakan paradigma pengembangan ADDIE sebagai panduan. Tujuan utama dari pekerjaan ini adalah untuk merancang e-modul unik yang dapat secara efisien meningkatkan proses pembelajaran. Selain itu, pengembangan produk ini menghasilkan e-modul komik yang dapat digunakan secara *online* melalui *web* yang layak untuk diterapkan pada kegiatan pembelajaran. Penelitian dan pengembangan dilakukan pada siswa kelas IX semester genap tahun ajaran 2024/2025 di SMP Negeri 5 Tuban.



Gambar 1 Tahapan Model ADDIE (Mawarni & Hendriyani, 2021)

Prosedur pengembangan mengacu pada model ADDIE yang dimodifikasi sesuai keperluan dalam penelitian ini. Lima langkah dalam tahapan ADDIE ditunjukkan pada Gambar 1. Selama fase analisis, isu-isu yang ditemui dalam proses pembelajaran di kelas diidentifikasi dan dijelaskan lebih lanjut melalui wawancara langsung dengan pendidik sains untuk memperoleh wawasan yang lebih komprehensif dan kontekstual yang relevan dengan keadaan. Dari permasalahan yang di dapat kemudian dirumuskan kebutuhan belajar siswa untuk mendukung proses pembelajaran. Tahapan desain produk dilakukan dengan merancang e-modul melalui beberapa langkah, antara lain merumuskan konten tertulis, menambahkan ilustrasi dalam bentuk komik, menentukan format penyajian, serta merancang tata letak visual e-modul. Prosedur ini menggunakan platform desain visual Canva untuk menghasilkan prototipe awal produk e-modul yang akan dibangun.

Evaluasi kelayakan dilakukan terhadap e-modul yang telah dikembangkan untuk memverifikasi kesesuaiannya dengan kriteria kelayakan, yang mencakup substansi konten, desain visual, dan fungsionalitas untuk meningkatkan pembelajaran siswa. Uji kelayakan ini melibatkan 2 ahli dan 1 pengguna (guru IPA). Untuk memperoleh data hasil uji validitas oleh ahli disajikan lembar validasi produk berupa angket dengan skala likert 1-5, serta validator juga dapat memberikan komentar dan saran untuk kelayakan e-modul yang telah dirancang. Data dari angket kemudian diolah menggunakan rumus berdasarkan analisis oleh Akbar (2017) berikut:

$$V_{ah} = \frac{T_{se}}{T_{sh}} \times 100\%$$

Keterangan:

V_{ah} = Validasi ahli

T_{se} = Total skor yang diberikan oleh ahli

T_{sh} = Total skor maksimum

Kategori penilaian berdasarkan hasil analisis rata-rata yang digunakan dalam tahap pengembangan sebagai acuan untuk mengukur tingkat validitas produk, diinterpretasikan sesuai dengan kriteria validitas yang merujuk pada Ilahi dkk., (2021) pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kriteria Validitas

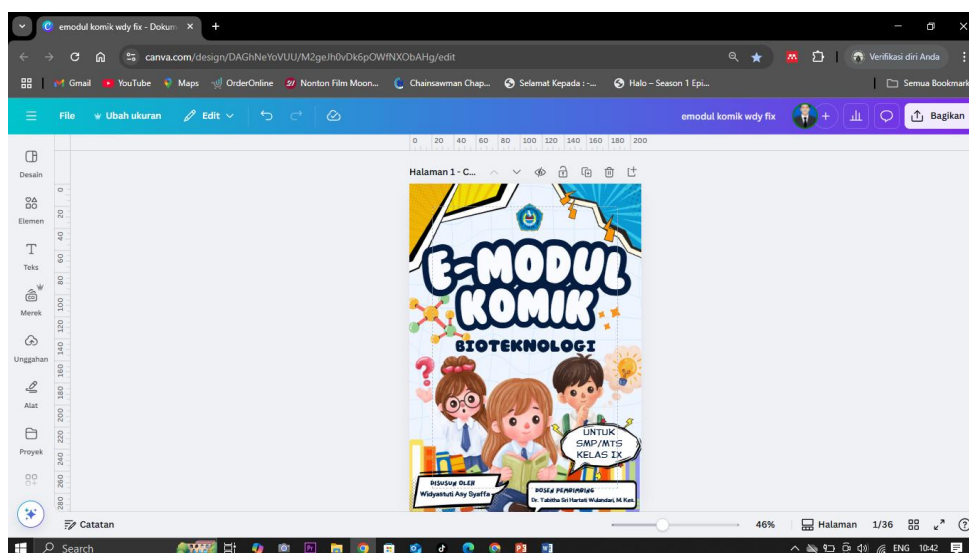
Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
81% - 100%	Sangat Layak
61% - 80%	Layak
41% - 60%	Cukup Layak
21% - 40%	Kurang Layak
0% - 20%	Tidak Layak

Setelah melalui tahap validasi, produk e-modul kemudian disempurnakan berdasarkan masukan serta tanggapan dari para ahli yang terlibat dalam proses penilaian. Dalam penelitian ini, tahapan pengembangan hanya dilaksanakan hingga tahap pengembangan produk saja. Adapun tahap implementasi di lapangan dan evaluasi lebih lanjut belum dapat dilakukan karena keterbatasan waktu yang tersedia selama pelaksanaan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis yang diperoleh melalui diskusi dengan guru pelajaran IPA mengungkapkan bahwa proses pembelajaran di kelas masih banyak menggunakan media pembelajaran konvensional, seperti presentasi *Power Point* dan buku paket, yang menyebabkan siswa kurang termotivasi dan mudah merasa jenuh selama kegiatan belajar berlangsung. Hal ini dikarenakan media yang digunakan kurang bervariasi dan kurang optimal dalam penggunaannya. Diperoleh juga kemampuan berpikir kritis siswa masih terbilang rendah, khususnya pada materi bioteknologi. Materi bioteknologi perlu dikuasai konsep-konsep dasarnya. Berdasarkan hasil wawancara, pembelajaran di kelas belum pernah menggunakan e-modul berbasis komik, sehingga dari tahap analisis ini diperlukan penelitian dengan mengembangkan produk e-modul komik pada materi bioteknologi.

Tahap *design* dilakukan dengan tujuan menghasilkan sebuah rancangan awal e-modul yang akan dikembangkan. Tahap ini dilakukan dengan menyusun teks komik dan memilih media berdasarkan hasil analisis. Berikut adalah tampilan cover e-modul komik bioteknologi yang dirancang dengan menggunakan aplikasi Canva:



Gambar 1. Cover e-modul komik

Tahap pengembangan (*development*) merupakan tahap validasi produk yang melibatkan 2 validator yang ahli di bidangnya dan 1 orang pengguna (guru). Peneliti menyajikan produk beserta lembar penilaian validasi kepada dua validator ahli dan validator pengguna untuk proses penilaian kelayakan produk. Hasil rekapitulasi validasi oleh 2 ahli dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Rekapitulasi Validasi Ahli

No	Aspek yang dinilai	Prosentase		Rata-rata	Kriteria
		V1	V2		
1	Grafika Media	100%	77,14%	88,57%	Sangat Layak
2	Penyajian Komik	96,84%	81,05%	88,94%	Sangat Layak
3	Bahasa Komik	100%	80%	90%	Sangat Layak
4	Pembelajaran Komik	94,28%	80%	87,14%	Sangat Layak
5	Isi/Materi	94,28%	77,14%	85,71%	Sangat Layak
6	Soal Evaluasi	90%	83,33%	86,65%	Sangat Layak
Rata-rata				87,83%	Sangat Layak

Tabel 2 di atas menunjukkan hasil rekapitulasi validasi oleh 2 Validator ahli. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa hasil validasi oleh 2 ahli yang terdiri dari enam aspek memperoleh kriteria sangat layak dengan perolehan skor rata-rata 87,83%. Penilaian yang terdiri dari enam aspek terdapat satu aspek yang memperoleh rata-rata penilaian tertinggi yaitu pada aspek bahasa komik

dengan skor rata-rata 90% sangat valid. Terdapat juga penilaian aspek terendah yaitu pada aspek isi/materi yang memperoleh skor rata-rata 85,71%, namun masih termasuk dalam kriteria sangat valid. Hasil ini sejalan dengan penelitian pengembangan yang dilakukan oleh Arman dkk., (2022) yang mendapatkan hasil uji validasi e-modul dengan persentase 85,78% yang dinyatakan sangat valid. Jika merujuk pada Akbar (2017), rentang hasil validitas antara 80,01 hingga 100% merupakan kategori sangat valid. Berdasarkan acuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa e-modul komik bioteknologi yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi. Adapun hasil uji validasi yang diperoleh dari pengguna atau guru IPA disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Validasi Pengguna

No	Aspek yang dinilai	Prosentase	Kriteria
1	Grafika Media	100%	Sangat Layak
2	Penyajian Komik	100%	Sangat Layak
3	Bahasa Komik	100%	Sangat Layak
4	Pembelajaran Komik	100%	Sangat Layak
5	Isi/Materi	100%	Sangat Layak
6	Soal Evaluasi	100%	Sangat Layak
	Rata-rata	100%	Sangat Layak

Hasil validasi oleh pengguna, yaitu guru IPA SMP Negeri 5 Tuban menyatakan hasil rata-rata skor validasi pengembangan e-modul komik sebesar 100% dengan kriteria sangat layak. Meskipun penilaian dari pengguna mendapat skor rata-rata 100%, produk e-modul komik yang dikembangkan memperoleh tanggapan dan masukan dari pengguna (guru IPA). Tanggapan dan masukan yang diberikan oleh guru tersebut merujuk pada aspek grafika media yang menyarankan untuk menyesuaikan tabel yang ada dalam e-modul dengan *background* yang lebih menarik dan juga memperbanyak gambar pada isi materi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Laia (2023) bahwa untuk menciptakan tampilan yang menarik dan dapat meningkatkan minat baca, warna dan *background* yang dipilih harus membuat pembaca nyaman dan mudah untuk dipahami. E-modul ini juga dikemas dengan penyajian yang menarik disertai dengan gambar-gambar komik yang interaktif. Terdapat komponen penting dalam aspek grafika dalam e-modul yaitu kesesuaian teks, grafis, dan warna (Nurul & Rahmawati, 2023).

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sebuah produk berupa e-modul komik terintegrasi Project Based Learning (PjBL) yang difokuskan pada kegiatan pembelajaran IPA materi bioteknologi untuk siswa SMP kelas IX. E-modul komik ini dibuat menggunakan paradigma pengembangan ADDIE yang telah disesuaikan, yang mencakup fase analisis, desain, dan pengembangan, serta diadaptasi untuk tujuan penelitian. Hasil uji validasi produk yang dievaluasi oleh dua orang ahli menunjukkan bahwa e-modul humor ini sangat praktis, mencapai skor 87,83%. Sementara itu, validasi pengguna (guru) menunjukkan kepraktisan yang luar biasa, dengan skor sempurna. Temuan ini menunjukkan bahwa e-modul komik bioteknologi berbasis PjBL ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dan ideal untuk digunakan dalam proses pembelajaran bioteknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, H.A., Bektiarso, S., Rayendra, Bachtiar, W. (2018). Pengembangan Modul Komik Fisika Pada Pokok Bahasan Hukum Kepler Di Sma Kelas XI. *J Pembelajaran Fis.* 7(2):168–174.
- Arman, C., Lesmono, A.D, Handayani, R.D. (2022). Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Articulate Storyline 3 untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Pokok Bahasan Gelombang Bunyi. *J Literasi Pendidik Fis.* 3(2):154–164.
<https://doi.org/10.30872/jlpf.v3i2.1551>
- Farsa, H., Johari, A., Kamid, K. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Komik dilengkapi Video Faktual pada Pelajaran IPA SMP Kelas VII. *Biodik.* 8(2):22–30.
<https://doi.org/10.22437/bio.v8i2.16613>

- Fatmah, H. (2021). Kreativitas Peserta Didik dalam Pembelajaran Bioteknologi dengan PJBL Berbasis STEAM. 05(April):7–14.
- Humam, M.S., Hanif, M. (2025). Strategi Pembelajaran Aktif dalam Meningkatkan Keterampilan Kritis Siswa di Era Modern. *J Bintang Pendidik Indones.* 3(1):263–281.
- Humayroh S, Anas N, Nina Adlini M. 2024. Pengembangan LKPD Berbasis Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Bioteknologi Konvensional Kelas XII SMA/IPA. *Sci-tech J.* 2(2):202–212. <https://doi.org/10.56709/stj.v2i2.116>
- Ilahi, T.D.W., Mufit, F., Hidayati, H., Afrizon, R. (2021). Disain dan Validitas Multimedia Interaktif Berbasis Konflik Kognitif pada Materi Vektor untuk Kelas X SMA/MA. *J Peneliti Pembelajaran Fis.* 12(2):182–195. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v12i2.9324>
- Laia, I.P. (2023). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Canva Pada Materi Sistem Ekskresi Untuk Siswa Kelas VIII Di SMP Negeri 3 Susua. *FAGURU J Ilm Mhs Kegur.* 2(2):283–296. <https://jurnal.uniraya.ac.id/index.php/FAGURU>
- Mardatillah, A. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis *Project Based Learning* (PjBL) Bernuansa Kearifan Lokal Pada Materi Bioteknologi Fase E SMA: Meta Analisis. 9(2):33.
- Mawarni, J., Hendriyani, Y. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran E-Modul Interaktif Pada Matakuliah Pemrograman Visual Dengan Metode Pengembangan Addie. *Jav J Vokasi Inform.* :1–8. <https://doi.org/10.24036/javit.v1i3.67>
- Nisrochah, H., Nur, A., Ria, K. (2023). Menggali Potensi Kreativitas Dan Inovasi: Peran Pendidikan Karakter Di MTS Miftahus Sudur Campor Proppo. *Dewantara J Pendidik Sos Hum.* 2(3):111–128. <https://doi.org/10.30640/dewantara.v2i3.1351>
- Nurul, A., Rahmawati, D. (2023). Validitas dan Praktikalitas Pengembangan Multimedia Interaktif pada Materi Sistem Koordinasi untuk Kelas XI SMA/MA. *J Biol dan Pembelajarannya.* 10(1):49–57. <https://doi.org/10.29407/jbp.v10i1.19722>
- Pribowo, M.A., Hadiati, E., Koderi, Sufian, M. (2024). Pengembangan E-Modul Pendidikan Agama Islam Interaktif Berbasis Flipbook untuk Meningkatkan Pembelajaran di Sekolah Menengah Pertama. *J PAI Raden Fatah.* 6(4):961–975. <https://doi.org/10.19109/pairf.v6i4.24668>
- Saraswati, N.D., Illahi, A.I.K., Arif, A., Hakim, L. (2025). Pengembangan Bahan Ajar Interaktif Berbasis Flipbook pada Mata Pelajaran Dokumen Berbasis Digital: Implikasi Bagi Pembelajaran di Era Society 5.0. *Prog J Pendidikan, Akuntansi, dan Keuangan.* 8(1):32–52.
- Sriyanta, A. (2023). Kemajuan Digital Dalam Pembelajaran Mengubah Paradigma Pendidikan. *J Tahsinia.* 4(2):312–325.
- Tuti, M., Yusuf, S.A.S. (2025). Efektivitas E-Modul Interaktif Berbasis Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa. *J Kaji Ilmu dan Pendidik Geogr.* 9:42–51. <https://doi.org/10.29408/geodika.v9i1.28193>
- Yumiantika, Atmaja, T.S. (2025). Implementasi Program P5 Sebagai Bentuk Penguatan Karakter Gotong- Royong Siswa Melalui Tema Kewirausahaan. *J Kewarganegaraan.* 9(1):10–29.
- Zubaidah, S. (2017). Pembelajaran Kontekstual Berbasis Pemecahan Masalah Untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis. Seminar Nasional dengan Tema Mengimplementasikan Pendidikan Biologi Berwawasan Konservasi dalam Mewujudkan Sumber Daya Manusia yang Berkarakter :1–17.