GRAVITASI
Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains
Vol (8) No (02) Edisi Desember Tahun 2025

https://ejurnalunsam.id/index.php/JPFS

Integrasi Komik dalam Pembelajaran Inkuiri untuk Meningkatkan Kemampuan Berhipotesis, Mengelompokkan, dan Berkomunikasi

Wardatul Husna[1], Saidatur Rahmi[2], Ismi Zatya[3]

[1]Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Samudra
[2,3]Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Samudra
Jln. Kampus Meurandeh No. 1, Kecamatan Langsa Lama, Kota Langsa, Propinsi Aceh, 24416
Email Korespondensi: wardatulhusna@unsam.ac.id

ABSTRAK

Keterampilan proses sains (KPS) merupakan kompetensi fundamental yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran fisika. Observasi awal di salah satu SMAN di Banda Aceh menunjukkan rendahnya KPS siswa, khususnya pada indikator berhipotesis, mengelompokkan (mengidentifikasi variabel), dan berkomunikasi (menarik kesimpulan), dengan persentase rata-rata 48,4%. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas integrasi media komik dalam pembelajaran inkuiri terbimbing untuk meningkatkan ketiga indikator KPS tersebut. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah one grup pretest-posttest design. Teknik pengumpulan data melalui tes *(pretest dan posttest)*. Soal *pretest* dan *posttest* dalam penelitian ini disusun mengacu pada tiga indikator keterampilan proses sains yaitu, berhipotesis, mengelompokkan, dan berkomunikasi. Setelah data terkumpul, data dianalisis menggunakan uji gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan terhadap keterampilan proses sains siswa pada aspek berhipotesis sebesar 0,76 dengan kategori tinggi, mengelompokkan sebesar 0,48 dengan kategori sedang dan berkomunikasi sebesar 0,6 dengan kategori sedang. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan berhipotesis, mengelompokkan, dan berkomunikasi dapat ditingkatkan melalui pembelajaran inkuiri berbantuan komik.

Kata kunci: Berkomunikasi, Mengelompokkan, Berhipotesis, Inkuiri, Komik, Keterampilan Proses Sains.

ABSTRACT

Science process skills (SPS) are fundamental competencies that need to be developed in physics learning. Initial observations at one of the senior high schools in Banda Aceh showed low students' SPS, especially in the indicators of hypothesizing, grouping (identifying variables), and communicating (drawing conclusions), with an average percentage of 48.4%. This study aims to analyze the effectiveness of comic media integration in guided inquiry learning to improve these three SPS indicators. The research design used in this study was a one group pretest-posttest design. Data collection techniques were through tests (pretest and posttest). The pretest and posttest questions in this study were arranged referring to three indicators of science process skills, namely, hypothesizing, grouping, and communicating. After the data were collected, the data were analyzed using a gain test. The results showed that there was an increase in students' science process skills in the aspect of hypothesizing by 0.76 with a high category, grouping by 0.48 with a medium category and communicating by 0.6 with a medium category. Based on the results of this study, it can be concluded that the ability to hypothesize, group, and communicate can be improved through comic-assisted inquiry learning.

Keywords: Communicating, Grouping, Hypothesizing, Inquiry, Comics, Science Process Skills.

A. PENDAHULUAN

Fisika sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam (IPA) tidak hanya mempelajari fenomena dan interaksi benda-benda di alam, tetapi juga menekankan pembuktian ilmiah melalui kegiatan eksperimen. Pembelajaran fisika bertujuan

agar peserta didik tidak hanya memahami prinsip dan keterkaitan antarkonsep, tetapi juga mampu menguasai strategi penelitian dasar serta berpikir secara ilmiah untuk menyelesaikan masalah kontekstual dalam kehidupan (Wati et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang memfasilitasi pengembangan keterampilan observasi, pengukuran, pengolahan data, analisis, dan penarikan kesimpulan, sehingga peserta didik dapat membentuk sikap berpikir ilmiah untuk memecahkan masalah yang dihadapinya dalam sehari-hari.

Berbagai model pembelajaran dapat diterapkan dalam IPA, khususnya fisika, dengan dampak signifikan terhadap perkembangan peserta didik. Model inkuiri merupakan salah satu pendekatan yang selaras dengan pembelajaran berbasis eksperimen. Melalui aktivitas laboratorium, model ini memungkinkan peserta didik mengeksplorasi fenomena fisika secara bertahap, dari tingkat dasar hingga kompleks (Rohmantika & Pratiwi, 2022). Hal ini dirancang untuk melatih peserta didik dalam menemukan solusi atas permasalahan melalui investigasi mandiri. Sejalan dengan itu, penelitian (Setiawan & Sucahyo, 2019) menyatakan bahwa inkuiri efektif dalam menumbuhkan sikap dan kemampuan belajar melalui eksplorasi ilmiah, yang mendorong kemandirian dalam pemecahan masalah.

Berdasarkan hasil wawancara beserta observasi yang telah dilakukan oleh peneliti pada salah satu guru mata pelajaran fisika di SMAN 2 Banda Aceh, diperoleh informasi bahwa sebagian besar peserta didik kurang aktif ketika kegiatan praktikum berlangsung dan cenderung bergantung pada guru. Berdasarkan data hasil studi kasus keterampilan proses sains siswa diperoleh dengan persentase rata-rata sebesar 48,4%. Rendahnya keterampilan proses sains dikarenakan peserta didik masih kesulitan melakukan eksplorasi ilmiah dalam berhipotesis, mengelompokkan yang mana variabel dan bukan variabel, serta mengkomunikasikan hasil dari kegiatan ilmiah mereka. Maka dalam penelitian ini difokuskan tiga indikator dari keterampilan proses sains yaitu berhipotesis, mengelompokkan, dan berkomunikasi. Ketiga indikator tersebut juga termasuk pada aspek pembelajaran inkuiri. Setelah peserta didik memenuhi ketiga indikator tersebut, selanjutnya akan memudahkan peserta didik dalam melakukan suatu kegiatan ilmiah.

Berdasarkan uraian yang telah disebutkan untuk mengatasi tantangan rendahnya partisipasi dan ketergantungan siswa dalam praktikum, penerapan strategi pembelajaran inkuiri direkomendasikan. Pendekatan pembelajaran inkuiri bertujuan agar siswa tidak hanya mencatat dan menghafal materi yang disampaikan, tetapi juga dapat secara mandiri mengembangkan konsep yang mereka pelajari (Farida & Fahmi, 2024). Dalam konteks ini, model inkuiri terbimbing menjadi pilihan yang tepat untuk secara aktif melibatkan siswa dalam membangun pengetahuan dan pengalaman ilmiah (Parawansa et al., 2022). Model inkuiri terbimbing memberikan *scaffolding* yang memadai kepada siswa saat melakukan investigasi ilmiah, menciptakan keseimbangan antara pembelajaran terstruktur dan eksplorasi mandiri (Antonio & Prudente, 2024). Peran guru dalam model ini bersifat aktif, yakni mengidentifikasi masalah pembelajaran dan merumuskan langkah-langkah pemandu untuk memfasilitasi penemuan konsep. *Scaffolding* ini diyakini mendukung pemahaman konseptual, berpikir tingkat tinggi, dan motivasi (Sasse et al., 2025). Melalui arahan tersebut, peserta didik menjalani proses pembelajaran yang terstruktur, memungkinkan penguasaan konsep yang lebih mendalam. Selanjutnya, peserta didik dilibatkan dalam berbagai tugas, baik diskusi kelompok maupun kerja individu, yang dirancang untuk melatih kemampuan memecahkan masalah dan merumuskan kesimpulan melalui investigasi ilmiah. Tahapan sistematis dalam investigasi ini, seperti merumuskan masalah hingga mengkomunikasikan temuan, secara langsung selaras dengan indikator keterampilan proses sains yang hendak dikembangkan (Susilawati & Sridana, 2018).

Keterampilan proses sains perlu dikembangkan karena merupakan kompetensi awal yang dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah,

kreativitas, partisipasi aktif, berpikir kritis dan sikap ilmiah (Almulla, 2023). Keterampilan proses sains sangat dibutuhkan karena dapat mendorong peserta didik untuk lebih berpartisipasi aktif dan berdaya cipta dalam proses pengembangan pembelajaran melalui penggunaan objek-objek fisik yang konkret dan dapat diobservasi secara empiris (Chengere et al., 2025; Herdiana & Nurita, 2022). Penelitian menunjukkan bahwa keterampilan proses sains, termasuk observasi, pengukuran, eksperimen, dan analisis, sangat penting untuk pemahaman sains dan kemampuan investigasi peserta didik, yang sering dikembangkan melalui pendekatan berbasis inkuiri yang menekankan partisipasi aktif dan berpikir kritis (Supornpanitkul et al., 2025). Lebih lanjut, hasil meta-analisis oleh Arifin et al. (2025) mengonfirmasi bahwa pembelajaran berbasis inkuiri memiliki efek yang signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dalam pendidikan sains, yang merupakan komponen integral dari keterampilan proses sains. Untuk mencapai tujuan pembelajaran yang maksimal, tidak hanya menggunakan model pembelajaran yang inovatif tetapi perlu didukung dengan penggunaan media pembelajaran (Laily et al., 2022).

Media yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media berbantuan komik. Ilustrasi visual dapat membantu peserta didik dalam memahami tata cara pengoperasian alat atau cara melaksanakan tahapan-tahapan yang diperintahkan (Masduki et al., 2023). Komik merupakan sarana komunikasi bergambar yang terdiri dari serangkaian visualisasi yang menggambarkan peristiwa-peristiwa khusus, digunakan sebagai alat untuk mempermudah pemahaman terhadap materi yang akan dikomunikasikan kepada pembaca atau penerima informasi. Oleh sebab itu, komik dipilih sebagai bentuk penyajian dalam panduan pelaksanaan kegiatan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Damayanti et al (2025) yang menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara keterampilan siswa yang diajarkan menggunakan media komik dan yang diajarkan tanpa menggunakan media komik.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas maka dapat dikatakan keterampilan proses sains dapat dilatih melalui tahapan-tahapan pembelajaran inkuiri. Seperti beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh (Jaya et al., 2022) menunjukkan bahwa keterampilan proses sains peserta didik didapatkan persentase sebesar 83% melalui pembelajaran inkuiri. Dampak pemanfaatan model inkuiri terhadap sikap ilmiah dan keterampilan proses sains siswa sangat nyata, dimana peserta didik dapat mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan (Khoiri, 2022). Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Wu et al., 2018) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa rasa ingin tahu berkaitan dengan investigasi dapat diwujudkan di ruang laboratorium sekolah melalui partisipasi aktif peserta didik pada kegiatan eksperimen dan mampu mendukung pengembangan jiwa eksplorasi peserta didik. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Usman & Huda, 2021) yang menyatakan pembelajaran inkuiri peserta didik dilatih untuk fokus, mendorong peserta didik untuk berkreasi, mengarahkan peserta didik untuk menemukan konsep secara mandiri berdasarkan hipotesisnya.

Meskipun berbagai riset yang telah dilakukan memperlihatkan *outcome* yang positif, akan tetapi belum terdapat kajian serupa yang mengulas secara mendalam mengenai tiga aspek dari kemampuan proses sains yaitu berhipotesis, mengelompokkan, dan berkomunikasi. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dari tiga aspek keterampilan proses sains melalui pembelajaran inkuiri yang didukung media komik.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran *(mixed methods)* yang mengintegrasikan data kuantitatif dan kualitatif untuk memberikan pemahaman komprehensif tentang efektivitas pembelajaran inkuiri berbantuan komik. Penelitian ini dilakukan di salah satu SMAN di Banda Aceh pada siswa kelas XI MIPA 2 yang berjumlah 34 siswa. Teknik pengambilan sampel yang

digunakan adalah *purposive sampling* dengan memilih sekolah berdasarkan temuan observasi awal yang menunjukkan rendahnya keterampilan proses sains siswa (skor rata-rata: 48,4%). Teknik pengumpulan data melalui tes *(pretest* dan *posttest)* dan angket respon siswa terhadap pembelajaran. Alur tahapan penelitian yang dilakukan dengan observasi awal sebagai penentuan masalah awal, selanjutnya dilakukan penentuan penyelesaian masalah dengan penggunaan model pembelajaran inkuiri berbantuan komik untuk kelas eksperimen dan penerapan pembelajaran inkuiri tanpa berbantuan komik untuk kelas kontrol. Kemudian memberikan *pretest* sebelum diterapkan pembelajaran, setelah diterapkan pembelajaran dilakukan *posttest* untuk melihat peningkatan keterampilan proses sains siswa sebelum dan sesudah perlakuan. Soal *pretest* dan *posttest* dalam penelitian ini disusun mengacu pada tiga indikator keterampilan proses sains yaitu, Berhipotesis, Mengelompokkan, Berkomunikasi. Setelah data terkumpul, data dianalisis menggunakan uji gain dengan menggunakan kategori pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Indeks Gain

Skor Gain	Kategori
$g \geq 0{,}70$	Tinggi
$0{,}30 \leq g < 0{,}70$	Sedang
$g < 0{,}30$	Rendah

(Sumber: Meltzer, 2002)

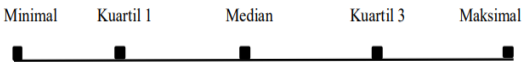
Alur tahapan penelitian yang dilakukan dengan observasi awal sebagai penentuan permasalahan awal, kemudian penentuan penyelesaian masalah dengan penggunaan model pembelajaran inkuiri berbantuan komik, lalu pemberian *pretest* sebelum menerapkan pembelajaran inkuiri berbantuan komik, setelah menerapkan pembelajaran inkuiri berbantuan komik dilakukan *posttest* untuk melihat peningkatan keterampilan proses sains siswa sebelum dan sesudah perlakuan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan alur penelitian

Selanjutnya angket respon siswa terhadap penerapan model pembelajaran inkuiri berbantuan komik yang disusun dengan empat alternatif jawaban yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju. Angket respon menggunakan skala Likert dengan empat pilihan jawaban yaitu sangat setuju (skor 4), setuju (skor 3), tidak setuju (skor 2) dan sangat tidak setuju (skor 1). Adapun tingkatan angket respon siswa dan guru dihitung dengan cara sebagai berikut:

1. Mencari skor minimal = jumlah minimal x banyaknya responden
2. Mencari skor maksimal = jumlah maksimal x banyaknya responden
3. Menentukan nilai median = $Skor\ maks + Skor\ min\ /\ 2$
4. Menetukan nilai kuartil 1 = $Skor\ min + median\ /\ 2$
5. Menentukan nilai kuartil 3 = $Skor\ maks + median\ /\ 2$
6. Membuat skala yang menggambarkan skor minimal, nilai kuartil 1, median, kuartil 3 dan skor maksimal



Data angket respon siswa yang telah terkumpul kemudian dapat dilihat dengan intepretasi pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Interpretasi Respon Siswa

category	Index
Very Positive	81,25 – 100
Positive	62,5 – 81,24
Negative	43,75 – 62,4
Very Negative	25 – 43,74

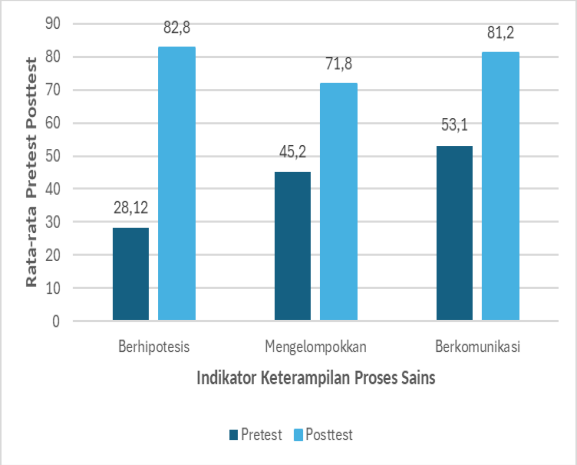
(Sumber: Yusrizal, 2016)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

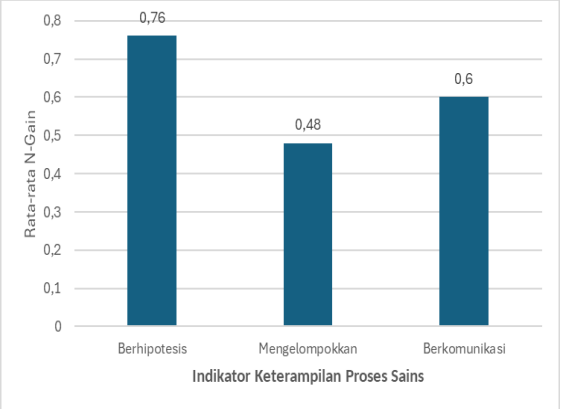
Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa

Keterampilan proses sains siswa dinilai menggunakan instrumen tes *pretest-posttest* pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner yang disusun berdasarkan tiga indikator keterampilan proses sains: berhipotesis, mengelompokkan, dan berkomunikasi. Jika ditinjau berdasarkan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* masing-masing indikator dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rata - Rata Nilai *Pretest* dan *Posttest* Perindikator

Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 2, tampak adanya peningkatan konsisten pada ketiga indikator keterampilan proses sains setelah implementasi model pembelajaran inkuiri berbantuan komik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil *posttest* siswa. Analisis data *pretest* dan *posttest* juga dilakukan berdasarkan N-gain perindikator. Hal ini dilakukan untuk mengetahui secara lebih jelas perbedaan nilai peningkatan siswa pada masing-masing indikator. Adapun jika ditinjau berdasarkan N-gain dari ketiga indikator tersebut dapat dilihat pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Rata-Rata Nilai N-Gain Perindikator

Sebagai bentuk visualisasi keterlaksanaan aktivitas keterampilan proses sains dalam pembelajaran, berikut ditampilkan contoh LKPD yang memuat kegiatan berhipotesis, mengelompokkan, dan berkomunikasi:



Gambar 4. LKPD Komik yang Memuat Indikator Berhipotesis, Mengelompokkan, dan Berkomunikasi

Pembahasan

Berdasarkan analisis nilai N-Gain yang disajikan pada Gambar 2, pencapaian keterampilan proses sains siswa dapat dijelaskan untuk masing-masing indikator, yaitu berhipotesis, mengelompokkan, dan berkomunikasi dapat diuraikan sebagai berikut:

Berhipotesis

Kemampuan berhipotesis memperoleh peningkatan paling signifikan di antara ketiga indikator yang dikaji, dengan capaian N-gain sebesar 0,76. Hasil ini mengonfirmasi bahwa pembelajaran inkuiri berbantuan komik secara efektif memfasilitasi siswa dalam merumuskan hipotesis. Hipotesis, sebagai prediksi sementara yang dapat diuji secara empiris, merupakan komponen krusial dalam proses inkuiri ilmiah yang menghubungkan pertanyaan penelitian dengan desain eksperimental (Chengere et al., 2025).

Peningkatan signifikan ini dapat dijelaskan dari beberapa faktor pendukung. Pertama, tahapan sistematis dalam model inkuiri terbimbing memberikan struktur dan panduan yang memadai bagi siswa untuk menyusun hipotesis yang logis dan teruji. Model ini menciptakan keseimbangan antara bantuan guru dan eksplorasi mandiri siswa, memungkinkan pengembangan kemampuan berhipotesis secara bertahap tanpa membebani kognisi mereka (Morris, 2025; Sasse et al., 2025). Kedua, visualisasi prosedural melalui komik mempermudah pemahaman siswa tentang hubungan sebab-akibat antar variabel, yang menjadi landasan penting perumusan hipotesis. Komik mentransformasi prosedur inkuiri yang kompleks menjadi sajian naratif-visual yang lebih mudah dipahami, sehingga siswa dapat mengamati hubungan kausal secara lebih konkret sebelum merumuskan pernyataan hipotesis (Cents-Boonstra et al., 2020). Ketiga, komik memberikan kontekstualisasi yang bermakna dengan memodelkan proses berpikir ilmiah melalui tokoh-tokohnya. Siswa dapat mengamati dan meneladani bagaimana karakter dalam cerita merumuskan hipotesis berdasarkan pengamatan, yang berfungsi sebagai contoh langsung (Murni, 2025). Keempat, pembelajaran inkuiri memfasilitasi siklus empiris langsung dimana siswa tidak hanya merumuskan tetapi juga langsung menguji hipotesis melalui eksperimen. Proses iteratif merumuskan, menguji, dan merevisi berdasarkan bukti ini memberikan pengalaman autentik tentang peran hipotesis dalam penyelidikan ilmiah (Chengere et al., 2025). Dengan demikian, peningkatan kemampuan berhipotesis merupakan hasil sinergi antara struktur pembelajaran inkuiri, dukungan media visual, dan pengalaman praktik ilmiah langsung.

Mengelompokkan

Kemampuan mengelompokkan merupakan salah satu keterampilan proses sains (KPS) yang melibatkan proses kognitif yang kompleks dalam mengidentifikasi, mengkategorikan, dan mengorganisasi objek atau konsep berdasarkan karakteristik tertentu. Dalam konteks pembelajaran sains, keterampilan ini sangat penting untuk membangun pemahaman konseptual yang terstruktur dan mendukung proses berpikir ilmiah (Gizaw & Sorsa, 2023). Dalam penelitian ini, aspek kemampuan mengelompokkan difokuskan pada keterampilan siswa dalam mengidentifikasi dan mengkategorikan komponen-komponen eksperimen, khususnya dalam membedakan antara variabel dan bukan variabel. Hasil analisis menunjukkan bahwa indikator mengelompokkan mengalami peningkatan dengan nilai N-gain sebesar 0,48, yang termasuk dalam kategori sedang. Meskipun menunjukkan peningkatan positif, capaian ini merupakan yang terendah di antara ketiga indikator KPS yang dikaji dalam penelitian. Temuan ini mengindikasikan bahwa keterampilan mengelompokkan memiliki kompleksitas kognitif yang lebih tinggi dan memerlukan strategi pembelajaran yang lebih terstruktur untuk optimalisasinya.

Keterampilan mengelompokkan dalam konteks pembelajaran sains melibatkan kemampuan untuk mengidentifikasi atribut, mengenali pola persamaan dan perbedaan, serta mengorganisasi objek, fenomena, atau data ke dalam kategori-kategori logis berdasarkan kriteria tertentu (Gizaw & Sorsa, 2023). Menurut Aktamis dan Ergin (2020), keterampilan klasifikasi memerlukan pemahaman tentang hierarki konseptual dan kemampuan untuk menerapkan kriteria klasifikasi secara konsisten. Dalam pembelajaran inkuiri, keterampilan ini menjadi pondasi penting untuk tahapan investigasi yang lebih

kompleks. Penelitian terkini menunjukkan bahwa pengembangan keterampilan mengelompokkan memerlukan dukungan *scaffolding* yang tepat, terutama ketika berhadapan dengan konsep-konsep abstrak seperti variabel dalam eksperimen. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang dapat menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak dengan pemahaman konkret siswa.

Peningkatan kemampuan mengelompokkan pada kelas eksperimen yang menggunakan LKPD berbantuan komik dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme pembelajaran yang difasilitasi oleh karakteristik unik media komik. Pertama, komik berfungsi sebagai alat bantu kognitif *(cognitive tool)* yang mentransformasi konsep abstrak menjadi representasi visual yang lebih terstruktur dan mudah dipahami. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Rau, 2020) yang menyatakan bahwa *scaffolding* visual berperan krusial dalam membantu siswa membangun jembatan kognitif antara representasi abstrak dan konkret, yang sangat penting dalam pembelajaran konsep variabel dalam eksperimen. Komik sains efektif sebagai medium komunikasi sains karena menggabungkan elemen visual dan naratif yang membuat konsep kompleks lebih mudah diakses (Lin et al., 2015). Dalam konteks mengelompokkan variabel, gambar-gambar yang menunjukkan langkah-langkah eksperimen beserta anotasi visual tentang jenis-jenis variabel membantu siswa memetakan hubungan antara tindakan, alat, dan data yang dihasilkan, sehingga proses identifikasi dan klasifikasi menjadi lebih intuitif.

Berdasarkan *Cognitive Load Theory* yang dikembangkan oleh Sweller et al. (2019) dan diperbaharui dalam konteks *multimedia learning* oleh (Castro-Alonso et al., 2019), format *dual-coding* dalam komik yang menggabungkan teks dan gambar memfasilitasi pemrosesan informasi yang lebih efisien. Ketika siswa melihat representasi visual variabel dalam konteks eksperimen yang digambarkan dalam komik, mereka membangun dua jalur memori (verbal dan visual) yang saling memperkuat, sehingga meningkatkan retensi dan pemahaman konseptual. Kedua, komik memberikan konteks naratif yang bermakna bagi konsep variabel. Siswa tidak sekadar mengelompokkan label "variabel bebas", "variabel terikat", atau "variabel kontrol" secara mekanis, tetapi memahami peran dan fungsi masing-masing dalam suatu cerita investigasi saintifik yang koheren. Penelitian (Tatalovic, 2020) membuktikan bahwa pembelajaran berbasis konteks naratif, seperti yang disajikan dalam komik, membantu siswa membangun pemahaman konseptual yang lebih baik karena menyajikan informasi dalam konteks cerita yang bermakna, membuat konsep abstrak lebih mudah dipahami dan diingat.

Dalam LKPD berbantuan komik yang digunakan dalam penelitian ini, perbedaan antara variabel dan bukan variabel tidak disajikan sebagai daftar *definitional* yang harus dihafal, tetapi sebagai elemen yang terintegrasi dalam alur cerita penyelidikan. Karakter dalam komik digambarkan sedang menghadapi masalah saintifik dan melakukan proses identifikasi variabel sebagai bagian dari pemecahan masalah. Pendekatan naratif ini memfasilitasi pembelajaran bermakna *(meaningful learning)* dimana siswa dapat mengaitkan konsep baru dengan pengetahuan dan pengalaman yang telah dimiliki sebelumnya (Karagoz & Cakır, 2020). Ketiga, komik memfasilitasi pembelajaran inkuiri terbimbing *(guided inquiry)* dengan memberikan contoh konkret *(worked examples)* tentang proses identifikasi dan kategorisasi variabel. Ilustrasi yang menunjukkan karakter komik sedang mengidentifikasi "apa yang diubah" (variabel bebas), "apa yang diukur" (variabel terikat), dan "apa yang dibuat tetap" (variabel kontrol) berfungsi sebagai model kognitif *(cognitive modeling)* yang dapat diamati, dipahami, dan diadaptasi oleh siswa dalam konteks eksperimen mereka sendiri.

Dalam konteks mengelompokkan variabel, siswa dapat mengobservasi bagaimana karakter dalam komik menerapkan kriteria klasifikasi, kemudian menginternalisasi proses tersebut untuk digunakan dalam tugas-tugas pengelompokan mereka sendiri. Keempat, antusiasme dan keterlibatan *(engagement)*

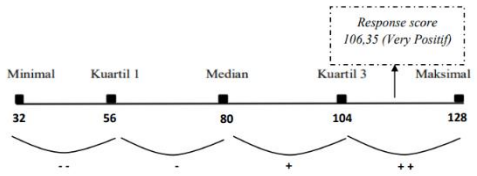
siswa yang teramati selama proses pembelajaran dengan media komik berkontribusi positif terhadap hasil belajar. Format visual-naratif komik berhasil meningkatkan motivasi intrinsik siswa, yang menurut *Self-Determination Theory* (Ryan & Deci, 2020) merupakan faktor kunci dalam pembelajaran yang efektif dan berkelanjutan. Ketika siswa merasa lebih terlibat dan termotivasi, mereka cenderung mengalokasikan lebih banyak usaha kognitif dan waktu untuk memahami materi, yang pada gilirannya meningkatkan hasil pembelajaran (Hidayat et al., 2018).

Berkomunikasi

Kemampuan berkomunikasi merupakan keterampilan proses sains esensial yang melibatkan kemampuan untuk menyampaikan, menginterpretasi, dan menyimpulkan informasi ilmiah secara efektif (Aktamis & Ergin, 2020). Dalam penelitian ini, aspek berkomunikasi difokuskan pada kemampuan siswa membuat kesimpulan dari teks uraian yang disediakan dalam LKPD berbantuan komik. Hasil analisis menunjukkan bahwa indikator berkomunikasi mencapai peningkatan dengan nilai N-gain sebesar 0,60, yang termasuk dalam kategori sedang. Capaian ini berada di posisi tengah di antara ketiga indikator KPS yang dikaji, lebih tinggi dari indikator mengelompokkan (N-gain 0,48) namun lebih rendah dari indikator berhipotesis (N-gain 0,76). Menurut (Changwong et al., 2018), keterampilan berkomunikasi dalam sains mencakup kemampuan untuk mentransformasi data dan observasi menjadi pernyataan kesimpulan yang logis dan terstruktur. Kemampuan menyimpulkan merupakan manifestasi dari pemahaman konseptual yang mendalam, karena siswa harus mampu mengidentifikasi informasi kunci, menganalisis hubungan antar-konsep, dan mensintesis pemahaman mereka ke dalam pernyataan yang koheren (Aziz, 2021).

Peningkatan kemampuan berkomunikasi pada kelas eksperimen dapat dijelaskan melalui beberapa karakteristik unik media komik. Pertama, format sekuensial komik menyediakan model komunikasi saintifik yang eksplisit melalui dialog dan narasi karakter (Hsu., 2021; Tatalovic, 2020), berfungsi sebagai *scaffolding* komunikatif yang membantu siswa mengobservasi bagaimana menyampaikan temuan dan menarik kesimpulan. Kedua, komik mengurangi kompleksitas linguistik teks sains akademik dengan menyajikan informasi melalui kombinasi gambar dan teks yang lebih sederhana, sehingga mengurangi beban kognitif dan memungkinkan siswa fokus pada proses penarikan kesimpulan (Mayer, 2021). Ketiga, konteks naratif dalam komik memberikan kerangka makna yang membantu siswa mengorganisasi informasi dan mengidentifikasi ide-ide utama yang perlu disimpulkan, membuat pembelajaran lebih dinamis dan kaya konteks (von Reumont & Budke, 2020). Meskipun demikian, pencapaian indikator berkomunikasi yang berada di posisi tengah mengindikasikan perlunya optimalisasi melalui *scaffolding* tambahan seperti pemberian template struktur kesimpulan, praktik terbimbing yang lebih intensif, dan *feedback* yang lebih spesifik terhadap kualitas kesimpulan yang dibuat siswa (Lin et al., 2015). Dengan demikian, integrasi komik dalam pembelajaran inkuiri terbukti efektif dalam mendukung pengembangan keterampilan berkomunikasi, meskipun strategi pembelajaran tambahan diperlukan untuk mencapai kategori peningkatan yang lebih tinggi.

Adapun hasil evaluasi angket respon siswa dapat dilihat sebagai berikut:



Hasil analisis angket respon siswa menunjukkan sikap yang sangat positif terhadap implementasi model pembelajaran inkuiri berbantuan komik, dengan skor rata-rata 106,35 yang berada pada kategori sangat positif. Capaian ini mengindikasikan bahwa pembelajaran fisika pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner melalui pendekatan inkuiri berbantuan komik mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa secara efektif. Observasi selama proses pembelajaran menunjukkan bahwa siswa

menunjukkan antusiasme tinggi dalam melakukan praktikum dan menunjukkan perkembangan positif pada ketiga indikator keterampilan proses sains yang dikaji. Siswa mampu merumuskan hipotesis berdasarkan fenomena gelombang yang disajikan dalam narasi komik, mengidentifikasi dan mengelompokkan komponen eksperimen ke dalam kategori variabel dengan sistematis, serta mengomunikasikan hasil investigasi dengan menyusun kesimpulan ilmiah yang logis dan terstruktur melalui LKPD berbasis inkuiri berbantuan komik.

Temuan ini sejalan dengan penelitian (Matuk et al., 2021) yang menyatakan bahwa komik edukasi efektif dalam pengajaran sains karena mampu mengkonkretkan konsep abstrak melalui visualisasi dan mendukung pemahaman melalui integrasi kata-kata dan gambar, serta membantu mengorganisasi informasi kompleks dalam struktur naratif. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Asmi et al., 2018) yang menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan proses sains siswa yang diajarkan menggunakan lembar kerja bertampilan komik dengan siswa yang diajarkan menggunakan lembar kerja tanpa tampilan komik. Dengan demikian, LKPD berbasis model pembelajaran inkuiri berbantuan komik terbukti efektif untuk diterapkan dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

Media komik memiliki keunggulan dalam mempermudah siswa mengingat dan menganalisis pembelajaran dibandingkan dengan teks bacaan konvensional. Karakteristik komik yang menggabungkan gambar dan teks dalam format naratif yang mudah dicerna dapat mengaktifkan siswa yang sebelumnya pasif menjadi lebih aktif, karena semua siswa terlibat dalam memecahkan permasalahan dari awal hingga akhir pembelajaran (Yulianti et al., 2025). Penggunaan LKPD berbentuk komik dalam kegiatan praktikum memiliki kelebihan signifikan, yaitu kombinasi gambar dan teks membantu siswa memvisualisasikan langkah kerja yang harus dilakukan dengan lebih konkret. Hasil angket menunjukkan bahwa hampir seluruh siswa menyatakan setuju bahwa LKPD berbentuk komik efektif memandu pelaksanaan praktikum, memberikan pengetahuan tentang prosedur kerja yang benar, mudah dipahami, dan lebih menarik dibandingkan format konvensional. (Matuk et al., 2021) menambahkan bahwa komik mengkonkretkan konsep sains abstrak melalui visualisasi dan mendukung pemahaman melalui integrasi kata-kata dan gambar, sehingga memfasilitasi pembelajaran prosedural yang lebih efektif.

Namun, terdapat beberapa keterbatasan dalam implementasi LKPD berbentuk komik, antara lain membutuhkan waktu produksi yang relatif lama dan biaya yang cukup besar, sehingga kurang efisien untuk sekolah dengan jumlah siswa yang banyak. Selain itu, format *"cookbook"* berpotensi menghambat kreativitas siswa untuk mengeksplorasi metode alternatif, padahal siswa SMA seharusnya sudah mampu melakukan inkuiri mandiri untuk menemukan prosedur kerja sendiri. Untuk mengatasi keterbatasan ini, (Lin et al., 2015) menyarankan bahwa komik sains harus dirancang dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip pedagogis yang mendorong *higher-order thinking skills.* Meskipun demikian, LKPD berbentuk komik tetap dapat dikembangkan sebagai alat bantu untuk menumbuhkan kemampuan analitis, inferensi, dan berpikir kritis siswa jika dirancang dengan tepat.

Proses inkuiri melibatkan seluruh aktivitas saintifik untuk memperoleh informasi, seperti berhipotesis, merencanakan dan melaksanakan eksperimen, menganalisis data, serta berkolaborasi dengan teman sejawat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pencapaian keterampilan proses sains siswa yang belajar dengan model inkuiri terbimbing memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan siswa yang belajar dengan model pembelajaran langsung, karena pendekatan inkuiri mampu menciptakan pembelajaran yang lebih efektif dengan menempatkan siswa sebagai pembelajar aktif yang membangun pengetahuan melalui *discovery* (Changwong et al., 2018).

Selama kegiatan pembelajaran, siswa mendalami setiap hal yang mereka peroleh melalui eksperimen untuk memahami

materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner berdasarkan konsep yang mereka konstruksi sendiri, sehingga keterampilan proses sains yang mereka miliki meningkat secara progresif. Hal ini sesuai dengan prinsip konstruktivisme yang menekankan bahwa pembelajaran terjadi ketika siswa aktif membangun pemahaman melalui pengalaman langsung dan refleksi (Jdaitawi, 2020). Pembelajaran inkuiri juga menarik perhatian dan meningkatkan rasa ingin tahu siswa sehingga mereka termotivasi untuk mencari dan menemukan jawaban sendiri terhadap permasalahan yang dihadapi, serta mendorong siswa membangun pemahaman mendalam tentang konsep-konsep target hampir seluruhnya melalui pengalaman dan penalaran mereka sendiri.

Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Walil et al., 2021) yang menghasilkan selama proses pembelajaran inkuiri diterapkan memperoleh hasil peningkatan perindikator dari keterampilan proses sains siswa. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Ekici & Erdem, 2020) bahwasanya melalui pembelajaran inkuiri mengembangkan keterampilan proses sains seperti membuat hipotesis, menentukan variabel, dan dapat melakukan eksperimen terkontrol. Sama halnya dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Owolade et a., 2022) yang menunjukkan bahwa pembelajaran inkuiri menempatkan keunggulan pada kemampuan siswa untuk berpikir seperti seorang ilmuwan dan merupakan mode instruksi di mana siswa mempelajari konsep, masalah yang ada, menyelidiki dan mempertanyakannya secara bebas.

Selama proses pembelajaran peneliti menggunakan teori belajar vygotsky. Pembelajaran inkuiri termasuk pembelajaran yang berbasis kontruktivis berdasarkan teori Vygotsky. Menurut (Tohari & Rahman, 2024) teori kontruktivisme oleh Vygotsky menjelaskan bahwa dalam pembelajaran kontruktivistik peserta didik diberikan kesempatan untuk bereksperimen atau berinkuiri serta berinteraksi dengan antar teman untuk meningkatkan perkembangannya. Menurut (Nerita et al., 2023) konsep pembelajaran menurut teori konstruktivisme merupakan pembelajaran yang mengkondisikan siswa untuk melakukan proses aktif membangun konsep baru, pengetahuan baru berdasarkan data dan guru berperan sebagai fasilitator dan media. Perkembangan menurut Vygotsky tidak bisa hanya dilihat dari fakta-fakta atau keterampilan-keterampilan, namun lebih dari itu, perkembangan seseorang melewati dua tataran, tataran sosial dan tataran psikologis. Dimana tataran sosial dilihat dari tempat terbentuknya lingkungan sosial seseorang dan tataran psikologis yaitu dari dalam diri orang yang bersangkutan. Teori Vygotsky melandasi adanya keterampilan sosial dalam proses pembelajaran ini. Selama proses pembelajaran berlangsung, guru menuntun siswa dalam mengembangkan keterampilan sosialnya terhadap antar teman, sehingga siswa dapat dengan mudah memecahkan suatu permasalahan dengan mudah dan dapat memenuhi ketiga aspek yang dibahas dalam penelitian ini.

Adapun kendala saat penelitian yaitu belum terbiasanya pembelajaran yang diterapkan menyebabkan adanya kebingungan siswa dalam melaksanakan langkah pembelajaran. Keterbatasan dalam penelitian ini adalah belum menggunakan teknik wawancara mendalam antar siswa untuk mengetahui lebih dalam keterlaksanaan pembelajaran inkuiri terhadap kemampuan siswa dalam berhipotesis, mengelompokkan dan berkomunikasi. Selain ini penelitian ini hanya dilakukan pada satu sekolah, mungkin dapat menghasilkan data yang lebih menyeluruh jika dilakukan pada beberapa sekolah.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa integrasi media komik dalam pembelajaran inkuiri terbimbing efektif meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada tiga indikator yang diteliti. Peningkatan paling signifikan terjadi pada kemampuan berhipotesis dengan kategori N-gain tinggi (0,76), diikuti oleh kemampuan berkomunikasi (0,60) dan mengelompokkan (0,48) yang keduanya berada dalam kategori peningkatan sedang. Efektivitas ini

disebabkan oleh kemampuan komik sebagai media naratif-visual yang berfungsi sebagai *scaffolding* atau perancah kognitif. Komik menyederhanakan konsep abstrak, memodelkan proses berpikir ilmiah secara bertahap, dan memberikan konteks yang bermakna, sehingga menuntun siswa dalam merumuskan hipotesis, mengelompokkan, dan berkomunikasi. Selain itu, respon siswa yang sangat positif menunjukkan bahwa pembelajaran ini meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar. Dengan demikian, model pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan komik dapat direkomendasikan sebagai alternatif inovatif untuk melatih keterampilan proses sains dalam pembelajaran fisika. Model yang digunakan perlu dirancang ulang dan dipelajari lebih lanjut agar dapat diterapkan dengan berbagai jenis materi khususnya pada mata pelajaran fisika.

E. DAFTAR PUSTAKA

Akinbobola, A. O., & Afolabi, F. (2010). Contructivist Practices through guided discovery approach: The Effect on Students' Cognitive Achievement in Nigerian Senior Secondary School Physics. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 2(1), p. 16-25.

Aktamis, H., & Ergin, O. (2020). The effect of scientific process skills education on students' scientific creativity, science attitudes and academic achievements. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 21*(1), 1-30.

Almulla, M. A. (2023). Constructivism learning theory: A paradigm for students' critical thinking, creativity, and problem solving to affect academic performance in higher education. *Cogent Education, 10*(1), 1-25. https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2172929

Antonio, R. P., & Prudente, M. S. (2024). Effects of inquiry-based approaches on students' higher-order thinking skills in science: A meta-analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology, 12*(4), 823-852. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1408841.pdf

Arifin, Z., Saputro, S., & Kamari, A. (2025). The effect of inquiry-based learning on students' critical thinking skills in science education: A systematic review and meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 21*(3), em2592.

Asmi, F. H., Kurniawan, Y., Tube, B., & Jundu, R. (2018). Lembar Kerja Siswa (LKS) Bertampilan Komik Pada Model Pembelajaran Children Learning In Science (CLIS) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Journal of Komodo Science Education, 1*(1), 165-171.

Aziz, A. M., & Rosli, R. (2021). A systematic literature review on developing students' statistical literacy skills. *Journal of Physics: Conference Series, 1806*(1), 012102. IOP Publishing.

Cents-Boonstra, M., Lichtwarck-Aschoff, A., Denessen, E., Aelterman, N., & Haerens, L. (2020). Fostering student engagement with motivating teaching: An observation study of teacher and student behaviours. *Research Papers in Education, 36*(6), 754-779. https://doi.org/10.1080/02671522.2020.1767184

Changwong, K., Sukkamart, A., & Sisan, B. (2018). Critical thinking skill development: Analysis of a new learning management model for Thai high schools. *Journal of International Studies, 11*(2), 37-48.

Chengere, T. W., Kinati, T., Haile, B., & Deresa, A. (2025). Enhancing secondary school students' science process skills through guided inquiry-based laboratory activities in biology. *PLOS ONE, 20*(4), e0320692. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0320692

Damayanti, I., Hidayati, Y., Rosidi, I., & Ahied, M. (2025). Peningkatan keterampilan proses sains melalui model inkuiri terbimbing berbantuan science comic. *Natural Science Education Research (NSER), 8*(1), 9-17.

Ekici,M & Erdem, M. (2020). Developing Science Process Skills through Mobile Scientific Inquiry. *Journal Pre-proof.* 19: 1-16

Farida, L., & Fahmi, F. (2024). Inkuiri Terbimbing dan Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA Pada Materi Asam Basa. *Indonesian Journal of Science Education and Applied Science, 4*(1), 32-48.

Gizaw, B., & Sorsa, G. (2023). The effect of inquiry-based learning approach on students' science process skills achievement. *Journal of Turkish Science Education, 20*(1), 52-68.

Herdiana, P. P., & Nurita, T. (2022). Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMP. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains, 10*(2), 167-171.

Hidayat, T., Susilaningsih, E., & Kurniawan, C. (2018). The effectiveness of enrichment test instruments design to measure students' creative thinking skills and problem-solving. *Thinking Skills and Creativity, 29*, 161-169. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.02.011

Hsu, J. L., & Goldsmith, G. R. (2021). Instructor strategies to alleviate stress and anxiety among college and university STEM students. *CBE—Life Sciences Education, 20*(1), es1.

Jaya, T. D., Tukan, M. B., & Komisia, F. (2022). Penerapan Pendekatan Inkuiri Terbimbing Untuk Melatih Keterampilan Proses Sains Siswa Materi Larutan Penyangga. *Educativo: Jurnal Pendidikan, 1*(2), 359-366.

Jdaitawi, M., Rasheed, A., Gohari, M., Raddy, Y., Aydin, M., Abas, A., ... & Khatiry, A. (2020). The determinants of leisure attitudes: Mediating effect of self-efficacy among students from science, engineering and medicine colleges. *Journal of Turkish Science Education, 17*(2), 242-252.

Karagöz, M., & Çakır, M. (2020). Problem-based learning in science education: Effects on conceptual understanding, science process skills and scientific epistemological beliefs. *Journal of Turkish Science Education, 17*(2), 253-265. https://doi.org/10.36681/tused.2020.24

Khoiri, N. (2021). Efektivitas strategi pembelajaran inkuiri terhadap sikap ilmiah dan keterampilan proses sains. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika, 12*(1), 72-77.

Lin, S. F., Lin, H. S., Lee, L., & Yore, L. D. (2015). Are science comics a good medium for science communication? The case for public learning of nanotechnology. *International Journal of Science Education, Part B, 5*(3), 276-294.

Masduki, M. S., Putri, A. A., Agil, M., Salmitha, L., & Miranda, M. (2023). Peningkatan Hasil Belajar IPA Materi Alat Pernapasan Manusia Melalui Media Gambar. *Jurnal Sultan Idris Pendidikan Profesi Guru, 1*(2), 17-29.

Matuk, C., Hurwich, T., Spiegel, A., & Diamond, J. (2021). How do teachers use comics to promote engagement, equity, and diversity in science classrooms? *Research in Science Education, 51*(3), 685-732. https://doi.org/10.1007/s11165-018-9814-8

Mayer, R. E. (2021). Evidence-based principles for how to design effective instructional videos. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 10*(2), 229-240. https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2021.03.007

Morris, B. J. (2025). Rethinking science education practices: Shifting from investigation-centric to comprehensive inquiry-based instruction. *Education Sciences, 15*(1), 73. https://doi.org/10.3390/educsci15010073

Murni, C. I., Firdaus, R., & Rohman, F. (2025). E-comic physics development through PBL stages to improve students' nature of science. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED), 6*(2), 519-532. https://doi.org/10.59672/ijed.v6i2.4998

Nerita, S., Ananda, A., & Mukhaiyar, M. (2023). Pemikiran konstruktivisme dan implementasinya dalam pembelajaran. *Jurnal Education and development*, 11(2), 292-297.

Owolade AO, Oladipupo PO, Kareem AO and Salami MO. (2022). Effectiveness of Guided and Open Inquiry Instructional Strategies on Science Process Skills and Self-Efficacy of Biology Students in Osun State, Nigeria. African Journal of Teacher Education. 11(1): 56-74

Parawansa, F. S., Fitri, R., & Fadhila, M. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Inquiri Terbimbing Dalam Mengembangkan Keterampilan Proses Sains: Literature Review. *ALVEOLI: Jurnal Pendidikan Biologi, 3*(1), 1-10.

Rau, M. A. (2020). Comparing multiple theories about learning with physical and virtual representations: Conflicting or complementary effects? *Educational Psychology Review, 32*(2), 297-325.

Rohmantika, N., & Pratiwi, U. (2022). Pengaruh Metode Eksperimen Dengan Model Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Pembelajaran Fisika. *Lontar Physics Today, 1*(1), 9-17.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2020). Intrinsic and extrinsic motivation from a self-determination theory perspective: Definitions, theory, practices, and future directions. *Contemporary Educational*

Psychology, 61, 101860. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101860

Sasse, H., Weber, A. M., Reuter, T., & Leuchter, M. (2025). Teacher Guidance and On-the-Fly Scaffolding in Primary School Students' Inquiry Learning. *Science Education, 109*(2), 579-604.

Supornpanitkul, Y., Poonputta, A., & Prasitnok, O. (2025). Development of science process skills and learning achievement using flipped classroom learning management through inquiry-based learning for grade 8 students. *Journal of Education in Science, Environment and Health, 11*(1), 74-81. https://doi.org/10.55549/jeseh.761

Susilawati, S., & Sridana, N. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa. *Biota, 8*(1), 27–36.

Tatalovic, M. (2020). Science comics as tools for science education and communication: A brief, exploratory study. *Journal of Science Communication, 19*(4), A02. https://doi.org/10.22323/2.19040202

Tohari, B., & Rahman, A. (2024). Konstruktivisme Lev Semonovich Vygotsky dan Jerome Bruner: Model pembelajaran aktif dalam pengembangan kemampuan kognitif anak. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*, *4*(1), 209-228.

Usman, M., & Huda, K. (2021). Virtual lab as distance learning media to enhance student's science process skill during the COVID-19 pandemic. *Journal of Physics: Conference Series, 1882*(1), 012126. IOP Publishing.

Von Reumont, J., & Budke, A. (2020). Learning about climate change with comics and text: a comparative study. *Sustainability Science, 18*(4), 1823-1841. https://doi.org/10.1007/s11625-023-01398-x

Walil, K., Suryawati, I., & Akmal, N. (2021). Practicum-Based Inquiry Learning to Improve Learning Outcome of Students at Senior High School. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan.* 13(2): 1504-1512

Wati, R. Y., Ningrat, H. K., & Didik, L. A. (2021). Pembelajaran fisika berbasis CTL melalui metode eksperimen untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar materi tata surya. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika, 9*(1), 40-49.

Wu, P. H., Kuo, C. Y., Wu, H. K., Jen, T. H., & Hsu, Y. S. (2018). Learning benefits of secondary school students' inquiry-related curiosity: A Cross-Grade comparison of the relationships among curiosity, engagement, and inquiry abilities. *Science Education, 102*(5), 917-950. https://doi.org/10.1002/sce.21456

Yulianti, M. R., Usman, H., Yunus, M., & Gurel, I. S. (2025). Needs analysis for educational comic media as a learning tool in elementary schools. *Educare: International Journal for Educational Studies, 6*(1), 97-110. https://doi.org/10.35719/educare.v6i1.367