

PENGEMBANGAN LKPD PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING TERINTEGRASI STEM MENGGUNAKAN PHET SIMULATION UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Lailatul Fitriyah, Madlazim

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

Email: lailatul.17030184003@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian serta pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini dilatarbelakangi oleh kurang terlatihnya keterampilan peserta didik SMA Negeri 1 Driyorejo dalam aspek berpikir kritis. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat terwujudnya LKPD yang valid, praktis serta efektif digunakan dalam proses belajar mengajar, utamanya dalam melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Penelitian ini merupakan kategori penelitian pengembangan yang menggunakan metode ADDIE dengan peserta didik SMA kelas XI MIPA sebagai sasaran percobaannya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil yang mengungkapkan bahwa: 1) Tingkat LKPD yang divalidasi oleh dua dosen pendidikan fisika memperoleh skor validasi sebesar 96% dengan kategori sangat valid. Skor tersebut menyiratkan bahwa LKPD valid digunakan dalam pembelajaran 2) Tingkat kepraktisan LKPD yang didapatkan melalui angket respon dari peserta didik memperoleh skor kepraktisan sebesar 85,9 dengan kategori sangat praktis. Skor tersebut menandakan bahwa peserta didik memperlihatkan reaksi positif terhadap pengembangan LKPD 3) Tingkat keefektifan LKPD yang didapatkan dari perhitungan skor *N-gain* memperoleh skor 0,56 dengan kategori sedang. Skor tersebut membuktikan bahwa aspek pemikiran kritis peserta didik berkembang setelah penggunaan LKPD dalam pembelajaran. Berlandaskan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa LKPD pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing terintegrasi STEM menggunakan media *PhET Simulation* ini telah memenuhi tolok ukur valid, praktis serta efektif untuk meningkatkan keterampilan peserta didik dalam berpikir kritis.

Kata kunci: LKPD, Inkuiri Terbimbing, STEM, *PhET Simulation*, Berpikir Kritis.

Abstract

*The research and development of Student Worksheet (LKPD) was conducted by the lack of training in the skills of students of Driyorejo 1 Public High School in the critical thinking aspect. Through this research, it is hoped that a valid, practical and effective LKPD can be used in the teaching and learning process, especially in training and improving critical thinking skills. This research is a development research category that used the ADDIE method with high school students in class XI MIPA as the experimental target. Based on the research that has been done, the results showed that: 1) The level of LKPD which was validated by two physics education lecturers obtained a validation score of 96% with a very valid category. This score implied that the LKPD is valid for use in learning 2) The practicality level of the LKPD was obtained through the response questionnaire from students obtained a practicality score of 85.9 with the very practical category. This score indicates that students show a positive reaction to the development of LKPD. 3) The level of effectiveness of the LKPD obtained from the calculation of the *N-gain* score obtains a score of 0.56 in the moderate category. This score proves that the critical thinking aspects of students develop after the use of LKPD in learning. Based on these results, it can be concluded that the STEM integrated guided inquiry learning worksheet using *PhET Simulation* media has met valid, practical and effective benchmarks to improve students' skills in critical thinking.*

Keywords: LKPD, Guided Inquiry, STEM, *PhET Simulation*, Critical Thinking.

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan zaman yang terjadi saat ini, menuntut adanya sumber daya manusia (SDM) yang lebih bermutu guna menjawab tantangan global abad ke-21. Banyak usaha yang dapat dilakukan untuk

mewujudkan SDM yang bermutu, salah satunya adalah dengan meningkatkan mutu pendidikan. *The Partnership for 21st Century Skills* mengintegrasikan sebuah kerangka pendidikan yang terdiri dari pengetahuan akademis, keterampilan berpikir kritis

serta keterampilan sosial dalam sebuah kegiatan belajar mengajar. Hal ini semata mata dilakukan untuk mendorong peserta didik menguasai berbagai jenis kemampuan serta keterampilan yang dibutuhkan di abad ke-21 (Alismail dan Mc Guire, 2015).

Di Indonesia, perbaikan kurikulum secara berkala terus dilakukan untuk menyesuaikan dengan tuntutan dan perubahan zaman (Yazid dan Suprpto, 2018). Saat ini, kurikulum yang digunakan berpedoman pada kurikulum 2013 revisi. Kurikulum ini menuntut sebuah perubahan pusat utama dalam sebuah pembelajaran yang bukan lagi pendidik melainkan peserta didik. Kurikulum 2013 revisi menekankan pada metode-metode ilmiah yang diimplementasikan ke dalam proses pembelajaran. Pemerintah berharap kurikulum pendidikan semacam ini dapat membentuk generasi muda dengan bekal pengetahuan akademik yang unggul, keterampilan berpikir kritis dan keterampilan sosial yang mumpuni sehingga mampu bersaing dengan tuntutan, persoalan kehidupan serta pekerjaan pada era modern (Redhana, 2019).

Di era modern ini, keterampilan berpikir kritis menjadi salah satu keterampilan yang penting untuk dikuasai peserta didik. Berpikir kritis merupakan berpikir dengan spekulasi yang masuk akal dan terfokus pada penentuan keputusan tentang apa yang dipercaya dan langkah apa yang harus ditempuh setelahnya (Leen, Hong & Ying, 2014). Keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan yang sangat penting serta bersifat multi-fungsional karena dapat dimanfaatkan di segala aspek kehidupan. Keterampilan berpikir semacam itu melatih peserta didik agar mampu menetapkan tujuan, menentukan keterkaitan antar banyak hal dan mengambil keputusan yang tepat. Indikator berpikir kritis menurut Facione (2013) diantaranya yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi serta pengaturan diri.

Model pembelajaran yang mampu melatih dan mendorong meningkatnya keterampilan berpikir kritis peserta didik yang sesuai dengan kurikulum 2013 adalah inkuiri terbimbing (Firdaus & Wilujeng, 2018). Selaras dengan pernyataan tersebut, Puspita & Jatmiko (2013) dalam penelitiannya juga mengungkapkan hasil yang sama, bahwasanya terjadi peningkatan keterampilan berpikir kritis setelah diterapkan pembelajaran inkuiri terbimbing. Peserta didik dapat mempelajari, membangun konsep dan menemukan pengetahuan mereka sendiri melalui model pembelajaran tersebut. Mereka juga belajar untuk menentukan tujuan, membuat hipotesis atau dugaan sementara, melaksanakan eksperimen sederhana, mengumpulkan data eksperimen, menganalisis hasil eksperimen dan membuat kesimpulan. Model pembelajaran inkuiri terbimbing mampu memotivasi peserta didik menjadi pribadi dengan tingkat kecerdasan yang tinggi, dengan pemikiran kritis dan rasional serta dengan wawasan yang luas (Nurmayani et al., 2018).

Pendekatan STEM sangat sesuai apabila dipadukan dengan sintaks inkuiri terbimbing sehingga

dapat menumbuhkembangkan keterampilan berpikir kritis. Kurikulum STEM mengandung 4 keterampilan yaitu *collaboration* (kolaborasi), *creativity* (kreativitas), *critical thinking* (berpikir kritis) dan *communication* (komunikasi). Keempat keterampilan ini juga disebut dengan keterampilan abad 21 (Beers, 2011). Penerapan karakteristik STEM pada kurikulum nasional dapat mendorong guru untuk mampu mengaitkan materi dengan teknologi dalam kehidupan sehari-hari, hal tersebut tentunya memberikan pengaruh yang positif pada kegiatan dan hasil belajar (Murwianto et al, 2017). Keunggulan pendekatan STEM dibandingkan dengan pendekatan lain adalah mampu menyatukan unsur sains, teknologi, rekayasa dan perhitungan matematika ke dalam sebuah pembelajaran (Robert & Cantu, 2012). Apabila hal ini diterapkan secara berkelanjutan, maka akan dapat menghasilkan peserta didik yang kaya akan ilmu, kritis dan inovatif, terampil dalam menyelesaikan persamaan matematis serta mampu memanfaatkan teknologi yang semakin canggih.

Ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan dua hal yang saling terkait, dua hal tersebut menjadi faktor yang sangat diperlukan dalam perkembangan pendidikan di era digital. Ilmu pengetahuan alam diantaranya fisika merupakan mata pelajaran yang erat kaitannya dengan percobaan (Khasanah & Sunarti, 2016). Dengan teknologi yang semakin canggih, percobaan fisika dapat dilakukan secara virtual. *PhET Simulation* merupakan media percobaan virtual yang dapat menjelaskan fenomena fisika melalui eksperimen sederhana sehingga peserta didik mampu mengetahui dan mendalami konsep-konsep serta materi tertentu melalui penemuan (*phet.coloradu.edu*). Berdasarkan penelitian Fithriani et al. (2016) mengungkapkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik meningkat setelah dilakukan pembelajaran yang mengacu pada sintaks inkuiri terbimbing dengan media percobaan simulasi PhET.

Keberhasilan dalam kegiatan belajar mengajar (KBM) tidak terlepas dari media belajar yang digunakan. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan sebuah media belajar yang mampu menunjang kegiatan belajar mengajar antara guru dan peserta didik (Trianto, 2011). LKPD berupa lembaran tugas dimana didalamnya memuat ringkasan dan prosedur kerja yang merujuk pada kompetensi dasar dan inti yang digunakan (Prastowo, 2014). Pembelajaran inkuiri terbimbing terintegrasi STEM dapat berjalan dengan optimal ketika menggunakan LKPD yang selaras dengan tujuan yang akan dicapai. Penggunaan LKPD yang tepat dapat menjadikan suasana belajar lebih menyenangkan, selain itu juga dapat mengarahkan peserta didik untuk membangun konsep pengetahuan mereka sendiri (Ulas et al., 2011), alhasil pada akhirnya penggunaan LKPD dapat melatih keterampilan berpikir kritis (Lestari et al., 2018).

Berdasarkan data yang didapatkan oleh organisasi kerjasama ekonomi dan pembangunan (OECD) melalui riset penelitian TIMSS pada tahun 2015, Indonesia menduduki peringkat ke 45 dari 48 negara yang terlibat

dengan perolehan nilai yaitu 397. Soal-soal yang terdapat pada TIMSS dibuat untuk mengukur seberapa tinggi keterampilan yang dimiliki oleh peserta didik, diantaranya adalah berpikir kritis. Riset tersebut mengungkapkan bahwa peserta didik di Indonesia memiliki kemampuan yang tinggi pada aspek pengetahuan namun masih relatif rendah pada aspek penalaran dan penerapan. Hal ini membuktikan bahwa masih belum terlatihnya peserta didik untuk terbiasa berpikir kritis, sehingga keterampilan berpikir kritisnya masih tergolong rendah (Tajudin & Chinnapan, 2016).

Pra-penelitian yang dilakukan di SMA Negeri 1 Driyorejo Gresik juga mendukung pernyataan-pernyataan yang telah diuraikan diatas. Berdasarkan pra-penelitian melalui wawancara terhadap salah satu guru dan beberapa peserta didik kelas XI MIPA menunjukkan bahwasanya keterampilan berpikir kritis peserta didik masih dibawah rata-rata. Model dan media pembelajaran yang tidak memfasilitasi terciptanya keterampilan berpikir kritis menjadi salah satu akar permasalahan yang harus segera dibenahi. Pembelajaran di SMA tersebut masih menggunakan metode yang berpusat pada guru, dengan kata lain pembelajaran didominasi oleh sedangkan peserta didik cenderung pasif. Pembelajaran fisika semacam ini masih belum terintegrasi dengan perkembangan IPTEK dan masih didominasi oleh guru (Fathiah et al., 2015). Selain itu media pembelajaran yang digunakan hanya bersumber dari LKS yang didalamnya hanya memuat ringkasan materi, contoh soal dan latihan soal. Media tersebut tentu tidak mampu melatih keterampilan berpikir kritis karena penyelesaian soal secara mudah dapat dikerjakan melalui materi yang disajikan dan contoh soal yang ada. Peserta didik khususnya kelas XI MIPA belum terlatih untuk berpikir kritis dalam melaksanakan kegiatan yang bersifat ilmiah diantaranya menentukan rumusan masalah, mengajukan dugaan sementara, mengaitkan hubungan antar variabel, melakukan percobaan, mengolah data dan menarik kesimpulan. Permasalahan lain adalah tidak adanya alat praktikum fisika yang memadai sehingga peserta didik jarang sekali melakukan percobaan. Hal ini bertentangan dengan karakteristik mata pelajaran fisika yang erat kaitannya dengan percobaan. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan *PhET Simulation* sebagai media percobaan virtual yang dapat diakses secara mudah dan gratis sehingga peserta didik mampu memahami materi melalui penemuan tanpa harus menggunakan alat praktikum secara real. Salah satu hal yang harus dilakukan agar tercapai suatu kegiatan pembelajaran yang mampu menumbuhkan dan melatih keterampilan berpikir kritis adalah dengan pengembangan LKPD yang tepat.

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa implementasi LKPD yang mengacu pada model inkuiri terbimbing memberikan pengaruh yang cukup tinggi terhadap kenaikan tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik (Firdaus & Wilujeng, 2018). Selaras dengan penemuan tersebut, Puspita & Jatmiko (2013) dalam penelitiannya juga

mengungkapkan hasil yang sama, bahwa terjadi peningkatan keterampilan berpikir kritis setelah diterapkan pembelajaran inkuiri terbimbing. Penelitian yang lain menunjukkan bahwa implementasi LKPD dengan memasukkan unsur STEM didalamnya mampu menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Lestari et al., 2018) dan keterampilan berpikir kreatif (Wulandari, Madlazim, 2017). LKPD yang memadukan unsur STEM dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing memperoleh tingkat keefektifan yang cukup tinggi sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar (Arinillah, 2016). Di sisi lain, Clark (2014) melakukan penelitian tentang penggunaan media PhET dalam pembelajaran. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa media pembelajaran simulasi PhET disukai oleh peserta didik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperlukan sebuah pengembangan LKPD di SMA Negeri 1 Driyorejo Gresik. LKPD tersebut dibuat mengacu pada model pembelajaran inkuiri terbimbing terintegrasi STEM dengan menggunakan *PhET Simulation* sebagai media percobaannya untuk melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Adapun tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui pengembangan LKPD pembelajaran dengan menggunakan model inkuiri terbimbing terintegrasi STEM yang memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif. Sebagai batasan masalah, maka penelitian yang akan dilakukan dibatasi hanya pada materi teori kinetik gas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu jenis penelitian pengembangan yang menggunakan metode pengembangan ADDIE (*Analysis, design, develop, implement, evaluate*) (Sutarti & Irawan, 2017).

Subjek dalam penelitian ini adalah tingkat kevalidan, kepraktisan dan keefektifan dari sebuah LKPD berbasis inkuiri terbimbing terintegrasi STEM menggunakan media *PhET Simulation* dalam upaya melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Sedangkan objek yang digunakan adalah 10 peserta didik kelas XI SMAN 1 Driyorejo Gresik. Penelitian ini menggunakan uji coba terbatas dikarenakan penelitian ini lebih terfokus pada pengembangan LKPDnya. Penelitian dilakukan secara daring melalui aplikasi virtual *zoom*.

Pengumpulan data penelitian dilaksanakan melalui metode tes dengan menggunakan lembar *pretest* dan *posttest*. *Pretest* dilakukan diawal pembelajaran sedangkan *posttest* diakhir pembelajaran. Selain itu juga menggunakan metode angket melalui agket respon peserta didik. Angket ini berisi sejumlah pertanyaan terkait respon yang diberikan oleh peserta didik setelah menggunakan LKPD yang dikembangkan dalam sebuah pembelajaran fisika.

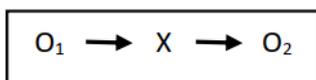
Berdasarkan metode yang digunakan, maka terdapat lima tahap yang dilakukan dalam proses penelitian dan pengembangan LKPD. Pada tahap

analisis (*analysis*) terdiri dari analisis permasalahan, analisis kerja, analisis kurikulum dan analisis kebutuhan. Peneliti melakukan analisis masalah untuk mengonfirmasi apakah peserta didik mengalami permasalahan dalam hal keterampilan berpikir kritis. Peneliti melakukan analisis kerja untuk mengetahui apakah keterampilan berpikir kritis mampu dipecahkan melalui pengembangan LKPD. Peneliti melakukan analisis kurikulum untuk mengetahui kurikulum yang diterapkan di SMAN 1 Driyorejo Gresik, hal ini dilakukan agar peneliti dapat menentukan kompetensi dasar yang akan digunakan dalam pembelajaran. Kompetensi dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah KD 3.6 dan 4.6 kelas IX SMA yakni pada materi teori kinetik gas. Selain itu, peneliti juga melakukan analisis kebutuhan untuk mengetahui kompetensi yang diperlukan dalam pengembangan LKPD, seperti model dan pendekatan pembelajaran, media pembelajaran serta keterampilan berpikir kritis yang ingin ditingkatkan. Peneliti telah menentukan model pembelajaran yang digunakan adalah inkuiri terbimbing terintegrasi STEM berbantu media *PhET simulation*.

Pada tahap perencanaan (*design*) dilakukan sebuah perancangan LKPD yang akan dikembangkan sehingga selaras dengan tujuan yang telah direncanakan. Pada tahap ini dilakukan perumusan indikator dan tujuan pembelajaran, pembuatan RPP, silabus dan draft LKPD yang akan dikembangkan, serta pembuatan instrumen-instrumen pembelajaran.

Pada tahap pengembangan (*develop*) dilakukan pembuatan, pengembangan dan penyempurnaan LKPD, pada tahap ini LKPD melalui proses validasi oleh 2 dosen jurusan pendidikan fisika. Apabila terdapat saran dan koreksi dari dosen ahli sebagai validator LKPD maka segera dilakukan revisi untuk selanjutnya menuju tahap finalisasi LKPD.

Pada tahap penerapan (*implementation*) dilakukan uji coba terbatas secara online melalui aplikasi zoom. Uji coba terbatas ini dilakukan pada tahun ajaran 2020/2021 dengan objek penelitian yaitu 10 peserta didik kelas XI IPA SMAN 1 Driyorejo Gresik. Hasil dari penelitian akan menunjukkan persentase kelayakan LKPD untuk meningkatkan pemikiran kritis peserta didik. Desain penelitian yang digunakan pada uji coba terbatas ini adalah *one-group pre-test post-test design* seperti pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. *one-group pre-test post-test design*.

Langkah pertama, peserta didik diberikan soal *pre-test* (O_1) sebelum melakukan pembelajaran untuk mengetahui tingkat keterampilan awalnya. Kemudian peserta didik melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan LKPD yang dikembangkan, serta model dan media pembelajaran yang telah ditentukan (X). Setelah itu, peserta didik diminta untuk mengerjakan

soal *post-test* untuk mengetahui keterampilan akhir setelah melakukan pembelajaran.

Pada tahap evaluasi (*evaluation*), peneliti melakukan pengolahan serta menganalisis data-data yang didapatkan dari tahap penerapan seperti hasil *pretest posttest* dan lembar angket respon. Hal ini dilakukan agar diketahui tingkat kevalidan, kepraktisan dan keefektifan dari LKPD yang dikembangkan.

Sebuah penelitian tentunya dilengkapi dengan instrumen pembelajaran. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah instrument validitas, kepraktisan dan keefektifan LKPD. Instrumen validitas LKPD yang dikembangkan diisi oleh 2 orang dosen dari jurusan fisika. LKPD dinyatakan valid jika mencapai minimal kriteria kevalidan yaitu ≥ 61 . Kriteria skor kevalidan dapat diamati pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kriteria Interpretasi Skor Validasi

Rentang skor (%)	Kategori
0-20	Tidak valid
21-40	Kurang valid
41-60	Cukup valid
61-80	Valid
81-100	Sangat valid

(Riduwan, 2015)

Instrumen kepraktisan sebuah LKPD ditinjau dari hasil angket respon yang diberikan oleh peserta didik. Data penilaian berupa *checklist* pada angket respon yang telah dibagikan. Penilaian tingkat kepraktisan LKPD dihitung berdasarkan skor rata-rata yang diperoleh. LKPD dikatakan praktis apabila memenuhi minimal kriteria praktis yaitu ≥ 61 . Kriteria skor kepraktisan dapat diamati pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kriteria Interpretasi Skor Praktis

Rentang skor (%)	Kategori
0-20	Tidak praktis
21-40	Kurang praktis
41-60	Cukup praktis
61-80	Praktis
81-100	Sangat praktis

(Riduwan, 2015)

Instrumen keefektifan sebuah LKPD ditinjau dari peningkatan atau tidaknya keterampilan berpikir kritis peserta didik. Efektivitas LKPD dapat dilakukan melalui pemberian soal *pretest* dan *posttest*. Kemudian perolehan skor dari soal tersebut digunakan untuk perhitungan nilai *N-gain* (*normalized gain*). LKPD dikatakan efektif jika memenuhi minimal kriteria sedang atau tinggi. Kriteria skor keefektifan dapat diamati pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Kriteria Interpretasi Skor *N-gain*

Skor gain	Kategori
$g < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang

$$g \geq 0,7$$

Tinggi
(Hake, 1999)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti mengembangkan LKPD dengan memasukkan unsur STEM ke dalamnya. LKPD tersebut diajarkan dengan mengacu pada sintaks inkuiri terbimbing berbantu *PhET simulation* sebagai media eksperimennya. LKPD tersebut bertujuan untuk melatih dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis. LKPD ini terdiri atas 3 bagian yaitu LKPD 1 membahas tentang hukum Boyle, LKPD 2 membahas tentang hukum Charles dan LKPD 3 membahas tentang hukum Gay Lussac.



Gambar 1. Bagian Science dan Technology dalam LKPD

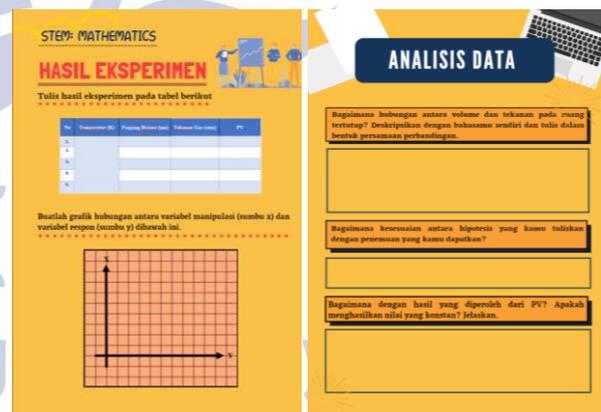
Gambar 1 menunjukkan unsur *Science* dan *technology* yang terdapat pada LKPD. Peserta didik diberikan sebuah fenomena sains yang berhubungan dengan penerapan teknologi dari materi teori kinetik gas, dalam hal ini penerapan teknologinya adalah kantong udara pada pesawat terbang. Kemudian mereka diminta untuk memecahkan fenomena tersebut melalui penemuan (inkuiri) yaitu dengan melakukan percobaan virtual menggunakan media *PhET simulation*. Media ini merupakan bentuk perkembangan teknologi digital yang memudahkan peserta didik melakukan percobaan fisika dimana saja dan kapan saja. Pada bagian ini juga terdapat tujuan, rumusan masalah, hipotesis (dugaan sementara) dan variabel yang harus diisi oleh peserta didik sebelum melakukan percobaan. Keterampilan berpikir kritis

yang ingin dilatih pada bagian ini adalah keterampilan menginterpretasi dan menyimpulkan (inferensi). Interpretasi adalah keterampilan untuk mengidentifikasi masalah dan menjelaskannya sesuai dengan pengetahuan yang ia miliki. Sedangkan inferensi adalah keterampilan untuk menyeleksi unsur-unsur yang dibutuhkan dalam menentukan hipotesis yang masuk akal serta menentukan variabel percobaan (Facione, 2013).



Gambar 2. Bagian Engineering dalam LKPD

Gambar 2 menampilkan unsur *engineering*. Pada halaman ini guru meminta peserta didik untuk mendesain sebuah percobaan virtual menggunakan media *PhET simulation* sesuai dengan langkah kerja yang terdapat pada LKPD. Keterampilan berpikir kritis yang dilatih pada bagian ini adalah inferensi. Inferensi pada bagian ini adalah keterampilan untuk merancang dan melakukan percobaan sampai diperoleh data percobaan yang diinginkan (Facione, 2013).



Gambar 3. Bagian Mathematics dalam LKPD

Gambar 3 menampilkan unsur *mathematics*. Setelah melakukan percobaan dan mendapat data pada tabel percobaan, maka peserta didik diminta untuk menganalisis data tersebut dan merepresentasikannya dalam sebuah grafik hubungan antara variabel manipulasi dan variabel respon. Dari grafik matematis tersebut maka peserta didik dapat menemukan formula atau persamaan hukum-hukum pada teori kinetik gas yaitu hukum boyle, charles dan gay-lussac secara mandiri melalui penemuan (inkuiri). Formula tersebut kemudian dijadikan landasan untuk menjelaskan fenomena yang disajikan diawal pembelajaran. Keterampilan berpikir kritis yang dilatih pada bagian ini adalah keterampilan menganalisis, mengevaluasi dan menjelaskan (eksplanasi). Analisis adalah keterampilan untuk mengkaji hubungan antar suatu variabel, pernyataan maupun konsep serta keterampilan untuk mengolah data yang diperoleh dari percobaan. Evaluasi adalah keterampilan untuk mengevaluasi atau menarik kesimpulan dari pernyataan, deskripsi dan analisis sebuah permasalahan. Sedangkan eksplanasi adalah keterampilan untuk menjelaskan sesuatu kepada orang lain seperti mempresentasikan hasil percobaan (Facione, 2013).

Validitas LKPD

Sebelum LKPD diimplementasikan dalam sebuah pembelajaran, maka LKPD harus melalui tahap validasi terlebih dahulu untuk diuji validitasnya. Validasi dilakukan oleh 2 ahli dari dosen pendidikan fisika. Peneliti menyiapkan lembar validasi yang akan diisi oleh para ahli. Lembar validasi dihitung berdasarkan skor yang telah diberikan. Skor validasi yang diberikan oleh validator terhadap LKPD yang dikembangkan dapat diamati pada Tabel 4 dan Tabel 5 dibawah ini:

Tabel 4. Skor Validasi yang Didapatkan Berdasarkan Aspek Penilaian

Aspek yang divalidasi	Skor validator 1 (%)	Skor validator 2 (%)	Kategori
	1 (%)	2 (%)	
Kelayakan materi	100	93,7	Sangat valid
Petunjuk pengerjaan	100	91,6	Sangat valid
Pertanyaan Analisis	95	95	Sangat valid
Unsur STEM	100	95	Sangat valid
Keterampilan berpikir kritis	96	93,7	Sangat valid

Tabel 5. Skor Validasi Total yang Diperoleh

Ahli	Skor	Kategori
Validator 1	98,2	Sangat valid
Validator 2	93,8	Sangat valid
Rata-rata	96	Sangat valid

Merujuk pada Tabel 4 diatas maka terdapat lima aspek yang divalidasi.

Aspek pertama yaitu tentang kelayakan materi. Pada aspek kelayakan materi diperoleh skor validasi sebesar 96,8% dan masuk dalam kategori sangat valid. Hal ini mengungkapkan bahwa materi yang digunakan dalam LKPD sinkron dengan tujuan dan indikator pembelajaran, kompetensi dasar serta kurikulum yang diterapkan yaitu kurikulum 2013. Seperti halnya pernyataan Harahap et al. (2017) bahwasanya tujuan pembelajaran harus dijadikan acuan dalam penyusunan LKPD, begitu pula dengan penjabaran materi yang juga harus mengacu pada KI dan KD seperti halnya syarat ketika menyusun perangkat pembelajaran yang baik. Magdalena et al. (2013) juga menyatakan bahwa bahan ajar yang akan digunakan oleh peserta didik tidak boleh bertentangan dengan tuntutan kurikulum. Selain itu kategori sangat valid yang diperoleh juga menunjukkan bahwa susunan kalimat pada materi mudah dipahami, gambar yang disajikan pada LKPD jelas, menarik dan mampu menyampaikan pesan materi dengan baik. Selaras dengan hal tersebut, Umbaryati (2016) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa gambar yang bagus untuk LKPD adalah gambar yang mampu menjadikan makna dari gambar tersebut sampai kepada peserta didik dengan pemahaman yang tepat.

Aspek kedua yaitu tentang petunjuk pengerjaan. Pada aspek ini diperoleh skor validasi sebesar 95,8% dan masuk pada kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwasanya petunjuk pengerjaan pada LKPD sudah tersusun dengan baik. Hal ini dikarenakan langkah percobaan disusun secara sistematis, penyusunan kalimat pada langkah percobaan mudah dipahami serta pencantuman gambar pada percobaan dengan jelas. Petunjuk pengerjaan dalam LKPD ini telah disesuaikan dengan sintaks inkuiri terbimbing sehingga mampu mengarahkan peserta didik untuk mencari formula, konsep dan pengetahuan mereka sendiri melalui penemuan. Menurut Rahmi et al. (2018) mengungkapkan bahwasanya petunjuk LKPD yang jelas (tidak membingungkan) dapat mengarahkan guru dan peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar, khususnya pada kegiatan percobaan.

Aspek yang ketiga yaitu tentang pertanyaan analisis. Pada aspek ini diperoleh skor validasi sebesar 95% dan masuk pada kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa pertanyaan pada halaman analisis dirumuskan dengan jelas dan sesuai dengan fenomena yang disajikan di awal pembelajaran, pertanyaan disusun menggunakan kalimat yang sesuai dengan EBI dan KBBI, serta pertanyaan yang disusun mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Aspek keempat yaitu unsur STEM. Pada aspek ini diperoleh skor validasi sebesar 97.5% dan masuk pada kategori sangat valid. Skor tersebut menyatakan bahwa LKPD tersebut telah memuat keempat unsur STEM yaitu *science, technology, engineering* dan *mathematics*, dimana unsur ini dapat melatih peserta

didik semakin terampil dalam berpikir kritis. Hasil tersebut selaras dengan penelitian Lestari et al (2018) yang mengungkapkan bahwa implementasi LKPD melalui pendekatan STEM dapat menumbuhkan pemikiran kritis peserta didik dalam menyikapi sebuah fenomena atau permasalahan.

Aspek kelima yaitu tentang keterampilan berpikir kritis. Pada aspek ini diperoleh skor validasi sebesar 94,8% dan masuk pada kategori sangat valid. Hasil ini menyatakan bahwasanya pada setiap poin-poin LKPD yang dikembangkan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, diantaranya keterampilan menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi, menyimpulkan dan menjelaskan.

Berdasarkan Tabel 4 yang telah diuraikan sedemikian rupa, maka dapat dikatakan bahwasanya semua aspek pada instrumen validasi mendapatkan kategori sangat valid, artinya LKPD yang dikembangkan telah layak digunakan untuk pembelajaran. Namun, disisi lain peneliti tetap melakukan perbaikan produk sesuai revisi yang diberikan oleh validator.

Perbaikan yang disarankan oleh validator 1 adalah memperbaiki letak sumbu pada grafik percobaan. Sumbu x pada bagian horizontal sebagai variabel manipulasi dan sumbu y pada bagian vertikal sebagai variabel respon. Sedangkan revisi yang diberikan oleh validator 2 adalah menyesuaikan tata tulis agar sesuai dengan EBI dan mengecek kembali konsistensi indikator pada LKPD, RPP dan silabus yang digunakan. Selain produk yang dikembangkan berupa LKPD, para validator juga menilai RPP yang akan digunakan saat pembelajaran. Validator 1 menyarankan agar dilakukan perbaikan rumusan dan tujuan pembelajaran pada RPP agar sesuai dengan indikator dan proses pembelajaran. Sedangkan validator 2 menyarankan agar RPP dipisah-pisah sesuai dengan jumlah pertemuannya. Setelah peneliti melakukan proses revisi, maka LKPD yang dikembangkan sudah siap diujicobakan pada pembelajaran.

Berdasarkan Tabel 5, menunjukkan bahwa hasil keseluruhan dari validasi LKPD yang dikembangkan mendapatkan skor 96% dan masuk dalam kategori sangat valid. Hasil ini menyatakan bahwasanya LKPD berbasis inkuiri terbimbing terintegrasi STEM menggunakan media *PhET simulation* telah memenuhi standar LKPD yang baik dan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil yang didapatkan didukung penelitian terdahulu oleh Mahjatia et al. (2020) bahwasanya LKPD terintegrasi STEM yang dipadukan dengan sintaks inkuiri terbimbing teruji valid diterapkan dalam pembelajaran.

Kepraktisan LKPD

Tahap selanjutnya setelah melewati proses validasi adalah proses implementasi untuk menghitung tingkat kepraktisan LKPD yang dikembangkan. Tingkat kepraktisan LKPD yang dikembangkan dapat dianalisis melalui jawaban angket respon yang diberikan oleh peserta didik. Angket tersebut dibagikan

kepada peserta didik pada akhir pertemuan sesudah mereka selesai mengerjakan *pretest*, melakukan pembelajaran dengan menggunakan LKPD yang dikembangkan dan mengerjakan *posttest*. Menurut Andriani et al. (2018) menyatakan bahwa untuk dapat mengetahui secara mendalam apakah peserta didik merasa senang atau tidak senang atas sebuah pembelajaran maka dapat dilakukan dengan pemberian angket respon secara tertulis. Hasil kepraktisan yang diperoleh melalui pengisian angket terhadap LKPD yang dikembangkan dapat diamati pada Tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Angket Kepraktisan Berdasarkan Aspek Penilaian

Aspek Penilaian	Skor (%)	Kategori
Kemudahan penggunaan	82,5	Sangat praktis
Kemenerikan sajian	90,6	Sangat praktis
Manfaat yang diperoleh	84,7	Sangat praktis
Rata-rata	85,9	Sangat Praktis

Berdasarkan indikator kepraktisan yang terdapat pada angket respon yang diisi oleh peserta didik pada Tabel 6 maka terdapat tiga aspek penilaian yaitu kemudahan penggunaan, kemenarikan sajian dan manfaat yang diperoleh peserta didik

Pada aspek yang pertama tentang kemudahan penggunaan mendapatkan skor 82,5% dan masuk dalam kategori sangat praktis. Skor tersebut menyatakan bahwa bahasa yang digunakan pada LKPD adalah bahasa yang mudah dimengerti oleh peserta didik. Selain itu, karena mudah digunakan maka peserta didik juga dapat melakukan percobaan mandiri sewaktu-waktu dengan panduan yang terdapat pada LKPD. Hal ini merujuk pada ungkapan Harahap et al (2017) bahwasanya kegiatan yang tercantum pada LKPD harus mendorong munculnya motivasi untuk melakukan percobaan mandiri, karena pada dasarnya fungsi LKPD adalah mengarahkan peserta didik untuk lebih aktif dalam belajar.

Pada aspek yang kedua tentang kemenarikan sajian mendapatkan skor 90,6% dan masuk dalam kategori sangat praktis. Skor tersebut menyatakan bahwasanya desain dan tampilan LKPD menarik bagi peserta didik, ukuran *font* yang digunakan dapat terbaca dengan jelas, jenis *font* yang digunakan menarik serta kombinasi warna yang digunakan pada LKPD sesuai dan membuat peserta didik semangat dalam mengerjakan LKPD tersebut. LKPD yang didesain semenarik mungkin dengan kombinasi warna dan gambar yang tepat mampu meningkatkan motivasi peserta didik untuk membaca dan mengerjakan kegiatan dalam LKPD (Karsini & Ritonga, 2020).

Pada aspek yang ketiga tentang manfaat yang diperoleh peserta didik sesudah menggunakan LKPD mendapatkan skor 84,7% dan masuk dalam kategori

sangat praktis. Skor tersebut menyatakan bahwasanya peserta didik merasakan kemudahan dalam memahami konsep dan menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari setelah menggunakan LKPD yang dikembangkan. Hal itu sesuai dengan pernyataan Sulistiyowati (2018) bahwa LKPD dikatakan praktis apabila respon peserta didik dengan menggunakan LKPD tersebut memudahkan dalam pembelajaran. Selain itu kegiatan percobaan virtual pada LKPD menggunakan media *PhET Simulation* membuat peserta didik merasa lebih mudah memahami konsep serta lebih terampil dalam melakukan percobaan. Selaras dengan pernyataan tersebut, Clark (2014) menyatakan bahwa penggunaan laboratorium virtual khususnya fisika membuat peserta didik merasa senang karena mereka mampu memahami konsep lebih mudah. Peserta didik juga mengungkapkan bahwa unsur STEM yang dipadukan dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing pada LKPD akan bermanfaat bagi mereka di masa mendatang. Manfaat yang paling utama menurut peserta didik setelah menggunakan LKPD yang dikembangkan adalah mampu melatih keterampilan berpikir kritisnya. Secara keseluruhan, menyatakan bahwa respon peserta didik terhadap LKPD tersebut adalah positif.

Berdasarkan Tabel 6 yang telah diuraikan sebelumnya, menunjukkan bahwa hasil keseluruhan dari kepraktisan LKPD yang dikembangkan mendapatkan skor 85,9% dan masuk dalam kategori sangat praktis. Hasil ini menyatakan bahwasanya LKPD berbasis inkuiri terbimbing terintegrasi STEM dengan menggunakan media *PhET simulation* praktis diterapkan dalam pembelajaran dan mendapatkan respon yang positif dari peserta didik. Hasil yang diperoleh ini didukung oleh penelitian Mahjatia et al. (2020) bahwasanya LKPD berbasis STEM melalui penerapan model inkuiri terbimbing dinyatakan praktis karena memudahkan peserta didik dalam proses pembelajaran.

Efektivitas LKPD

Pada tahap implementasi, selain diketahui kepraktisan LKPD juga dapat diketahui efektivitas LKPD yang dikembangkan. Efektivitas LKPD dapat dilihat dan diukur dari hasil belajar sebelum melakukan pembelajaran melalui *pretest* dan hasil belajar setelah melakukan pembelajaran melalui *posttest* (Putri & Djamas, 2017). Dari hasil belajar yang diperoleh dapat diketahui adanya peningkatan atau tidak adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis. Apabila terjadi peningkatan, maka LKPD terbukti efektif digunakan dalam sebuah pembelajaran.

Soal yang diberikan pada saat *pretest* dan *posttest* berjumlah lima soal esai untuk mengukur sejauh mana keterampilan berpikir kritis yang dimiliki oleh peserta didik. Dalam lima soal tersebut mengandung 5 indikator keterampilan berpikir kritis diantaranya interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi dan eksplanasi. Hasil yang diperoleh kemudian dijadikan landasan untuk menghitung skor *N-gain*.

Hasil perhitungan skor *N-gain* yang diperoleh peserta didik dapat diamati pada Tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Hasil Perhitungan *N-gain*

Rata-rata <i>Pretest</i>	Rata-rata <i>Posttest</i>	<i>N-gain</i> g	Kategori
51,20	78,80	0,56	Sedang

Dari perhitungan *N-gain* diatas diperoleh skor 0,56 dengan kategori sedang. Dengan menggunakan standar KKM 70 untuk mata pelajaran fisika maka 7 dari 10 peserta didik mencapai nilai KKM sedangkan 3 diantaranya masih belum mencapai KKM. Hasil *N-gain* yang didapatkan berkategori sedang dikarenakan ada beberapa peserta didik yang kehilangan sinyal disaat melakukan pembelajaran. Sehingga ada beberapa poin/materi yang terlewatkan. Namun berdasarkan nilai *N-gain* yang didapatkan, menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis inkuiri terbimbing terintegrasi STEM menggunakan media *PhET simulation* mampu mengoptimalkan sebagian besar keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil tersebut sesuai dengan hasil dari penelitian Firdaus & Wilujeng (2018) bahwa pemikiran kritis peserta didik meningkat secara konsisten dalam kriteria sedang setelah menggunakan LKPD pembelajaran inkuiri terbimbing. Selaras dengan pernyataan tersebut, Wibiane & Supardi (2020) juga menyatakan hal yang sama bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik meningkat secara signifikan setelah melakukan pembelajaran inkuiri terbimbing. Peneliti lain juga menghasilkan kesimpulan yang mendukung hasil penelitian, diantaranya Lestari et al. (2018) yang mengatakan bahwa implementasi LKPD terintegrasi STEM terbukti efektif dalam upaya meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Merujuk pada Tabel 7 yang telah diuraikan, maka terbukti bahwa LKPD berbasis inkuiri terbimbing terintegrasi STEM menggunakan media *PhET simulation* efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan di SMAN 1 Driyorejo Gresik dengan melakukan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis inkuiri terbimbing terintegrasi STEM menggunakan media *PhET simulation* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, maka diperoleh hasil berupa tingkat kevalidan, kepraktisan dan keefektifan terhadap LKPD yang dikembangkan.

Pada tahap validasi LKPD, diperoleh skor 96% dan masuk dalam kategori sangat valid. Pada tahap implementasi menggunakan LKPD yang dikembangkan, diperoleh skor kepraktisan sebesar 85,9% dan masuk dalam kategori sangat praktis. Pada tahap implementasi menggunakan metode *one-group pre-test post-test design*, diperoleh skor *N-gain* sebesar 0,56 dan masuk dalam kategori sedang. Dengan demikian, dapat ditarik kesimpulan bahwa LKPD

berbasis inkuiri terbimbing terintegrasi STEM menggunakan media *PhET simulation* ini telah memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alismail, H.A., McGuire, P. (2015). 21st century standards and curriculum: current research and practice. *Journal of Education and Practice*, 6(6), 150-154.
- Andriani, N., Saparini, S., Akhsan, H. (2018). Kemampuan literasi sains fisika siswa smp kelas vii di sumatera selatan menggunakan kerangka pisa (program for international student assessment). *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 278-291.
- Arinillah, G. A. (2016). *Pengembangan buku siswa dengan pendakata terpadu science, technology, engineering, and mathematics (stem) berbasis inkuiri terbimbing pada materi kalor*. Skripsi Sarjana. Universitas Lampung, Bandar Lampung. Dipublikasikan.
- Beers, S. Z. (2017). *21st century skills: preparing for their future*. London: ASD Author.
- Clark, T. M. (2014). Use of a phet interactive simulation in general chemistry laboratory: models of the hydrogen atom. *Journal of Chemical Education*, 9(8), 1198-1202.
- Facione. (2013). *Critical thinking: what it is and why it counts*. Measured Reasons and The California: Academic Press, Millbrae, CA.
- Fathiah, Kaniawati, I., Utari, S. (2015). Analisis didaktik pembelajaran yang dapat meningkatkan korelasi antara pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah siswa SMA pada materi fluida dinamis. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika*, 1(1), 111-118.
- Firdaus, M., Wilujeng, I. (2018). Pengembangan LKPD inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(1), 26-40.
- Fithriani, S. L., Halim, A., & Khaldun, I. (2016). Penggunaan media simulasi phet dengan pendekatan inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada pokok bahasan kalor di sma negeri 12 banda aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(2), 45-52.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: a six thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal Physics*, 66(1), 64-74.
- Harahap, A. V., Simatupang, Z., Susanti, E. (2017). Pengembangan lembar kegiatan peserta didik (lkipd) pada materi pokok eubacteria berbasis pendekatan ilmiah. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 5(3), 330-338.
- IEA. 2015. *TIMSS 2015 International result in mathematics*. Tersedia di <http://timss2015.org/wp-content/uploads/filebase/full%20pdfs/T15-international-result-in-mathematics-and-science.zip> diunduh tanggal 03 Januari 2021.
- Kartini, R., Ritonga, P. S. (2020). Desain dan uji coba lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis probing-prompting pada materi system periodik unsur. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 10(01), 53-63.
- Khasanah, A., Sunarti, T. (2016). Lembar kerja siswa (lks) menggunakan metode addie pada materi gerak lurus di man Surabaya. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 5(3), 45-48.
- Leen, C. C., Hong, K. F. F. H., & Ying, T.W. (2014). *Creative and critical thinking in singapore schools*. Singapore: Nanyang Technological University.
- Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi lks dengan pendekatan stem (science, technology, engineering, and mathematics) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(2), 202-207.
- Magdalena, et al. (2020). Analisis bahan ajar. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311-326.
- Mahjatia, N., Susilowati, E., Miriam, S. (2020). Pengembangan lkipd berbasis stem untuk melatih keterampilan proses sains siswa melalui inkuiri terbimbing. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3), 139-150.
- Murwianto, S., Sarwanto, Sentot, B. R. (2017). STEM-based learning in junior high school: potensi for training student' thinking skill. *Pancaran Pendidikan FKIP Universitas Jember*, 6(4): 69-80.
- Nurmayani, L., Doyan, A., Verawati, N. S. S. P. (2018). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(1), 98-104.

- Prastowo, A. (2014). *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif*. Jakarta: Diva Press.
- Puspita, A. T., Jatmiko, B. (2013). Implementasi model pembelajaran inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika materi fluida statis kelas XI di SMA negeri 2 sidoarjo. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 2(3), 121-125.
- Putri, S. D., Djamas, D. (2017). Pengembangan perangkat pembelajaran fisika berbasis keterampilan berpikir kritis dalam problem based learning. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(1), 125-135.
- Rahmi, L., Razak, A., Violita, dan Sumarmin, R. (2018). Development of student's worksheet with inquiry learning model on ecological and environmental changes for class x senior high school. *International Journal of Progressive Sciences and High Technologies*, 6(2): 448-453.
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239-2253.
- Riduwan. (2015). *Dasar-dasar statistika*. Bandung: Alfabeta.
- Roberts, A., Cantu, D. (2012). *Applying stem instructional strategies to design and technology curriculum*. Technology Education in The 21st Century, Proceeding of the PATT 26 Conference. Linkoping University, Stockholm.
- Sulistiyowati, S. (2018). *Pengembangan lembar kerja siswa berbasis science, technology, engineering and mathematics materi gelombang bunyi untuk meningkatkan literasi sains siswa smp*. Skripsi Sarjana. Universitas Lampung, Bandar Lampung. Dipublikasikan.
- Sutarti, S., Irawan, I. (2017). *Kiat sukses meraih hibah penelitian pengembangan*. Sleman: Deepublish.
- Tajudin, N. M., Chinnappan, M. (2016). The link between high order thinking skills, representation, and conepts in enhancing timss task. *Internasional Journal of Instruction*, 9(2), 199-214.
- Trianto. 2011. *Model-model pembelajaran inovatif beorientasi konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Ulas, A. H., Sevin, O., & Tan, E. (2012). The effect of worksheets based upon 5e cycle model on student success in teaching of adjectives as grammatical components. *Social and Behaviorial Science*.
- Umbaryati. (2016). *Pentingnya lkpd pada pendekatan scientific pembelajaran matematika*. Prosiding Seminar Nasional Matematika IX. Universitas Lampung.
- Wibiane, A., Supardi, Z.A.I. (2020). The implementation of inquiry learning model to improve critical thinking skills of 4th Surabaya senior high school's students in physics material static fluid. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(2), 64-68.
- Wulandari, D., Madlazim. (2019). Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing metode stem untuk meningkatkan keterampilan berfikir kreatif pada materi pemanasan global. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(3), 779-783.
- Yazid, M. M., Suprpto, N. (2018). Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing untuk melatih kemampuan pemecahan masalah. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 246-251.

