

PENGARUH MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* DISERTAI LKPD BERBASIS MULTIREPRESENTASI PADA PEMBELAJARAN IPA TERHADAP *SCIENTIFIC REASONING SKILLS* SISWA SMP

I. A. Antika¹, Supeno^{2*}, D. Wahyuni³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan IPA, FKIP Universitas Jember, Jember, Indonesia

*Corresponding Author: supeno.fkip@unej.ac.id

DOI: 10.24929/lensa.v12i2.226

Received: 18 Maret 2022

Revised: 22 Juli 2022

Accepted: 19 September 2022

ABSTRAK

Pengaruh model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi pada pembelajaran IPA terhadap *scientific reasoning skills* siswa SMP. *Scientific reasoning skills* merupakan salah satu kemampuan berpikir yang menjadi tuntutan pada abad 21. Kemampuan tersebut diharapkan dapat diajarkan di kelas IPA, sebagai persiapan untuk siswa dalam menghadapi tantangan global. Tujuan penelitian ini yakni mengkaji pengaruh dan peningkatan kemampuan *scientific reasoning skills* siswa menggunakan *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi. Adapun jenis penelitian ini yaitu eksperimen quasi dengan desain *non-equivalent pre-test and post-test control-group*. Penelitian dilaksanakan di SMPN 7 Jember pada kelas 7 dengan kelas kontrol dan kelas eksperimen masing-masing sejumlah 32 siswa. Hasil penelitian menunjukkan pembelajaran menggunakan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi berpengaruh secara signifikan terhadap *scientific reasoning skills* siswa. *Scientific reasoning skills* mengalami peningkatan setelah siswa mengikuti pembelajaran secara aktif.

Kata kunci: *scientific reasoning skills, problem-based learning, multirepresentasi.*

ABSTRACT

The effect of the *problem-based learning* model with multi-representation-based worksheets on science learning on the *scientific reasoning skills* of junior high school students. *Scientific reasoning skills* is the one of thinking skills demanded in the 21st century. It is hoped that this ability can be taught in science classes to prepare students to face global challenges. This study purpose was to examine the effect and improvement of learning with the *problem-based learning* model with multi-representation-based worksheets on students' *scientific reasoning skills*. This research is a quasi-experimental with a design *non-equivalent pre-test and post-test control-group*. The study was carried out at SMPN 7 Jember in grade 7 with 32 control and experimental students. The results showed that using a *problem-based learning* model with multi-representation-based worksheets significantly affected students' *scientific reasoning skills*. *Scientific reasoning skills* have increased after students actively participate in learning.

Keywords: *scientific reasoning skills, problem-based learning, multirepresentation.*

PENDAHULUAN

Sains dan teknologi menjadi bidang fundamental yang krusial bagi kemajuan suatu bangsa pada abad 21 (Rachmawati et al., 2018). Sains atau Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan cabang ilmu alam fundamental tentang alam semesta dan gejalanya di mana produk keilmuan sains diperoleh melalui serangkaian proses sains (Karmila et al., 2019). Pembelajaran IPA harus didesain dan diaplikasikan dengan tujuan berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi agar siswa memiliki keterampilan untuk bersaing di masa

mendatang (Jamaluddin et al., 2020; Alfarisi et al., 2022). Pembelajaran IPA abad 21 diharapkan mampu memanifestasikan sumber daya manusia yang menguasai berbagai bentuk keterampilan di abad 21 (Handajani & Pratiwi, 2018; Solihin et al., 2018), salah satunya ada keterampilan bernalar secara ilmiah (Anjani et al., 2020; Lestari et al., 2021; Mardhiyyah et al., 2022; Rojikin et al., 2022).

Kemampuan penalaran ilmiah atau biasa disebut dengan istilah *scientific reasoning skills* merupakan salah satu kemampuan berpikir yang menjadi tuntutan pada abad 21 (Osborne, 2013; Zhou et al., 2016). Kemampuan tersebut diharapkan dapat diajarkan di kelas IPA, sebagai persiapan untuk siswa dalam menghadapi tantangan global (Shofiyah et al., 2013; Utami et al., 2019). Hanson, 2016, menyatakan bahwa *scientific reasoning skills* merupakan proses dari prinsip-prinsip logika yang digunakan dalam proses ilmiah, yaitu merumuskan masalah, menyusun hipotesis, membuat prediksi, masalah dan solusi, melakukan percobaan, variabel kontrol dan analisis data. Menurut Nagara et al., 2019, *scientific reasoning* merupakan kemampuan yang perlu dikuasai oleh siswa agar mampu dan berhasil dalam menghadapi era globalisasi saat ini. Han, 2013, menyebutkan bahwa *scientific reasoning skills* sebagai keterampilan bernalar memiliki beberapa aspek penting, meliputi penalaran konservasi, penalaran proporsional, pengontrolan variabel, penalaran probabilistik, penalaran korelasi, dan penalaran hipotesis-deduktif.

Scientific reasoning skills merupakan kemampuan penting dalam pembelajaran, tetapi hasil dari beberapa studi menunjukkan bahwa *scientific reasoning skills* siswa masih dalam kategori kurang memuaskan (Supeno et al., 2017; Wardani et al., 2018). *Scientific reasoning skills* merupakan salah satu kemampuan yang diuji dalam *Programme for International Student Assessment* (PISA) level SMP menurut *Organization for Economic Cooperation and Development* (Schleicher, 2019). Namun demikian, prestasi siswa di Indonesia berada dalam kriteria yang tergolong kurang memuaskan (Yulianti & Zhafirah, 2020), terutama dalam prestasi bidang matematika dan sains. Ditinjau dari hasil tes *Programme for International Student Assessment* (PISA) tersebut, dalam bidang sains dan matematika, siswa di Indonesia menempati urutan peringkat bawah. Berdasarkan data terbaru di tahun 2018, dari 78 negara Indonesia berada di peringkat 70 dan 72, untuk kemampuan sains dan matematika. Berdasarkan beberapa data yang ada tersebut, dapat diketahui bahwa siswa Indonesia perlu meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah (Andani et al., 2018; Novanti et al., 2018).

Scientific reasoning berpotensi dapat diajarkan kepada siswa melalui penerapan model *problem-based learning*. *Problem-based learning* merupakan model pembelajaran yang memiliki kelebihan untuk melatih siswa dalam belajar melalui pemecahan masalah yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari (Arends, 2014). Kemudian dari permasalahan tersebut siswa dilatih menyelesaikan permasalahan dengan penalaran ilmiahnya dari serangkaian pembelajaran sistematis yang menjadikan siswa mampu mendapatkan solusi dari permasalahan tersebut dan siswa menjadi terlatih dalam memecahkan masalah-masalah kemudian mengambil kesimpulan dari pemahaman dan penalaran ilmiahnya sendiri (Sajiwo et al., 2019; Fitriyani et al., 2019; Hadiyanti et al., 2019; Nasihah et al., 2020). Model *problem-based learning* menekankan pada pembelajaran saintifik. Siswa dituntut untuk aktif dalam menemukan konsep dengan cara pemecahan masalah dalam implementasi pembelajarannya. Siswa dapat mengembangkan suatu tahapan penyelesaian masalah dengan menggunakan kemampuan penalaran ilmiahnya dari masalah yang disajikan oleh guru.

Implementasi pembelajaran memerlukan Lembar Kerja Siswa (LKPD). Namun seringkali LKPD yang digunakan di sekolah berupa aktifitas siswa dengan dominasi representasi verbal yang digunakan untuk menghitung solusi matematisnya saja. Tampilan dalam LKPD yang seringkali digunakan di sekolah tidak berwarna dan kurang disertai dengan representasi gambar kejadian serta percobaan yang kurang jelas dari permasalahan kegiatan sehari-hari (Maharani et al., 2015). Hal tersebut kurang bisa melatih *scientific reasoning skills* siswa serta menjadikan siswa lebih mudah bosan dan kurang tertarik untuk menggunakan LKPD tersebut. Upaya untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dicobakan implementasi model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi. Menurut A'yun, 2014, multirepresentasi berarti mempresentasikan informasi dalam bentuk gambar, verbal, grafik, dan matematik. Multirepresentasi dapat menekankan pemahaman konsep fisika karena lebih dari satu penyajian representasi (Anwar et al., 2017; Nurfaida et al., 2020). Penggunaan LKPD berbasis multirepresentasi mampu mengarahkan dan membantu siswa mengenai apa yang

harus dilakukan dalam menemukan suatu konsep dalam proses pembelajaran (Hasanah et al., 2017).

Berdasarkan penjabaran di atas, implementasi model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi perlu dicobakan khususnya pada pembelajaran IPA. Implementasi pembelajaran tersebut diharapkan dapat berdampak terhadap *scientific reasoning skills* siswa SMP. Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) mengkaji pengaruh pembelajaran dengan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi terhadap *scientific reasoning skills* siswa, dan 2) mengkaji peningkatan *scientific reasoning skills* siswa setelah pembelajaran menggunakan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi.

METODE

Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini eksperimen quasi, subjek penelitian yang digunakan meliputi siswa kelas 7I dan 7J SMPN 7 Jember. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik *cluster random sampling* berdasarkan hasil analisis bahwa seluruh siswa kelas 7 terdistribusi secara homogen. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun akademik 2021/2022. Teknik pengumpulan data didapatkan dari wawancara, observasi, dokumentasi dan tes. Wawancara kepada guru IPA dilakukan pada saat sebelum melaksanakan penelitian untuk memperoleh gambaran umum pembelajaran yang berlangsung. Observasi dilakukan secara kesinambungan berpedoman pada indikator-indikator data penelitian yang dilakukan pada saat penelitian sedang berlangsung guna mendapatkan data yang dibutuhkan. Tes untuk mengukur *scientific reasoning skills* terdiri 12 soal pilihan ganda. Tes disusun berdasarkan aspek-aspek dari *scientific reasoning skills* (Han, 2013), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Analisis data penelitian yang digunakan adalah uji normalitas, uji hipotesis, serta uji N-Gain. Desain penelitian ini yaitu *non-equivalent pre-test and post-test control group* dengan menggunakan 2 kelas yang diawali *pre-test*. Kelas eksperimen diteruskan dengan perlakuan dan diakhiri *post-test*. Untuk kelas kontrol tanpa perlakuan atau pembelajaran seperti biasanya dan diakhiri dengan *post-test*. Skema dari desain penelitian ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Indikator *Scientific Reasoning Skills*

Aspek <i>Scientific Reasoning Skills</i>	Penjelasan
Penalaran konservasi (<i>conservation reasoning</i>)	Kemampuan mempertahankan pemahaman konsep meskipun tampilan objek berubah, tetapi sifat tertentu dari suatu objek tetap sama
Penalaran proporsional (<i>proportional reasoning</i>)	Kemampuan menyelesaikan masalah dengan menggabungkan proporsi yang satu dengan yang lain
Pengontrolan variabel (<i>controlnof variables</i>)	Kemampuan mengontrol variabel yang paling tepat yang digunakan untuk memecahkan masalah
Penalaran probabilistik (<i>probability reasoning</i>)	Kemampuan cara berpikir siswa untuk memecahkan masalah melalui berbagai kecenderungan
Penalaran korelasi (<i>correlation reasoning</i>)	Kemampuan menganalisis masalah dengan menggunakan hubungan-hubungan atau sebab akibat
Penalaran hipotesis-deduktif (<i>hypothetical-deductive reasoning</i>)	Kemampuan menarik kesimpulan dengan menguji terlebih dahulu sebuah hipotesis.

Tabel 2. *Non-equivalent Pre-test and Post-test Control Group Design*

Group	Pre-test	Treatment	Post-test
Group A	O_1	X	O_2
Group B	O_1	-	O_2

Keterangan:
 O_1 : *pre-test*

X : perlakuan

O_2 : *post-test*

Teknik Analisis Data

Proses analisis data untuk mengkaji pengaruh model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi pada pembelajaran IPA terhadap *scientific reasoning skills* siswa menggunakan uji *independent sample t-test* dengan syarat *pre-test* dan *post-test* terdistribusi normal.

Proses analisis data untuk mengkaji peningkatan *scientific reasoning skills* siswa setelah pembelajaran menggunakan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi menggunakan uji N-Gain dengan perhitungan sebagai berikut (Hake, 1998):

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_f \rangle - \langle S_i \rangle}{100 - \langle S_i \rangle}$$

Keterangan:

S_f : Rata-rata *post-test*

S_i : Rata-rata *pre-test*

Selanjutnya, hasil perhitungan menggunakan Rumus N-Gain yang dinormalisasi dikategorikan berdasarkan klasifikasi yang terdapat pada Tabel 3 berikut (Hake, 1998).

Tabel 3. Klasifikasi N-Gain

Rata-rata <i>N-Gain</i>	Klasifikasi
$N-Gain \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq N-Gain < 0,7$	Sedang
$0,3 > N-Gain$	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang diperoleh dalam bentuk analisis nilai *pre-test* dan *post-test* *scientific reasoning skills* siswa. Data awal *scientific reasoning skills* siswa diperoleh melalui *pre-test* yang dilakukan di awal pertemuan sebelum dilakukan pembelajaran dan hasil *post-test* dilakukan setelah 3 kali pertemuan pembelajaran. *Pre-test* dan *post-test* dilakukan semua kelas, baik di kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Penilaian dilakukan sesuai dengan rumus yang telah ditentukan, yaitu jumlah jawaban yang benar dibagi dengan jumlah seluruh soal dikalikan dengan seratus. Adapun data *scientific reasoning skills* siswa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data *Scientific Reasoning Skills*

Kelas	Jumlah Siswa	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah	Rata-rata	Standard Deviasi
<i>Pre-test</i> eksperimen	32	83	8	36,75	15.66
<i>Pre-test</i> kontrol	32	75	8	37,71	15.37
<i>Post-test</i> eksperimen	32	100	33	69,31	16.26
<i>Post-test</i> kontrol	32	92	25	59,31	16.41

Tabel 4 menyajikan data rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kelas kontrol sebesar 37,71 di mana nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan kelas eksperimen yaitu sebesar 36,75. Sedangkan rata-rata nilai *post-test* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Kelas eksperimen sebesar 69,31 dibandingkan kelas kontrol sebesar 59,31. Standard deviasi yang diperoleh dari data kelas kontrol dan eksperimen tergolong bernilai besar, artinya data kurang merata. Soal *pre-test* dan *post-test* yang diberikan pada siswa memuat 6 indikator *scientific reasoning skills* yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Rata-rata Skor Tiap Indikator *Scientific Reasoning Skills*

Indikator <i>Scientific Reasoning Skills</i>	Rata-rata Skor Kelas Eksperimen	Rata-rata Skor Kelas Kontrol
Penalaran Konservasi	59	56

Indikator <i>Scientific Reasoning Skills</i>	Rata-rata Skor Kelas Eksperimen	Rata-rata Skor Kelas Kontrol
Penalaran Proporsional	50	44
Pengontrolan Variabel	55	47
Penalaran Probabilistik	37	33
Penalaran Korelasi	33	25
Penalaran Hipotesis-Deduktif	31	21
Rata-rata	41,16	37,66

Hasil data tiap indikator *scientific reasoning skills* menunjukkan bahwa rata-rata skor *scientific reasoning skills* kelas eksperimen sebesar 41,16 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 37,66. Skor tertinggi *scientific reasoning skills* kelas eksperimen pada penalaran konservasi, yaitu sebesar 59 dan skor terendah pada penalaran hipotesis-deduktif, yaitu sebesar 31. Skor tertinggi *scientific reasoning skills* kelas kontrol pada penalaran konservasi, yaitu sebesar 56 dan skor terendah *scientific reasoning skills* kelas kontrol pada penalaran hipotesis-deduktif, yaitu sebesar 21.

Selanjutnya dilakukan analisis statistik untuk mengkaji pengaruh pembelajaran dengan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi terhadap kemampuan *scientific reasoning skills* siswa. Untuk itu dilakukan beberapa uji statistik berupa uji normalitas dan *independent sample t-test*. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan SPSS untuk mengetahui bahwa data terdistribusi normal atau tidak. Hasil dari uji normalitas ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Normalitas Data *Scientific Reasoning Skills*

	Uji Normalitas Data			
	Kelas	Statistic	Kolmogorov-smirnov ^a	
			Df	Sig.
<i>Scientific reasoning skill</i>	Eksperimen	,131	32	,176
	Kontrol	,149	32	,068

Hasil uji normalitas menyatakan bahwa nilai signifikansi *post-test* kelas eksperimen dan kelas kontrol bernilai $> 0,05$, di mana kelas eksperimen memperoleh signifikansi 0,176 sedangkan kelas kontrol memperoleh signifikansi 0,68. Hal ini berarti bahwa data *scientific reasoning skills* siswa terdistribusi normal. Jika data dinyatakan terdistribusi normal maka selanjutnya dilakukan uji parametrik atau uji *independent sample t-test* yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji *Independent Sample T-test*

	Kelas	Rata-rata	p-value
<i>Scientific Reasoning Skills</i>	Eksperimen	69,31	0,016
	Kontrol	59,31	

Berpedoman pada keputusan hasil uji *independent sample t-test*, dapat diputuskan bahwa nilai *P-value scientific reasoning skills* sebesar 0,016 yang menunjukkan bahwa $0,016 < 0,05$. *P-value* lebih kecil dari 0,05, dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata nilai *scientific reasoning skills* siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil rata-rata nilai dari kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, sehingga dapat disimpulkan bahwa model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi berpengaruh signifikan terhadap *scientific reasoning skills* siswa. Hasil penelitian sebelumnya oleh Nurzaman et al., 2018, menyebutkan penerapan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi mampu secara efektif mengembangkan *higher-order thinking skills*, salah satunya adalah kemampuan bernalar. Ketika siswa diberikan LKPD berbasis multirepresentasi, mereka cenderung mudah memahami materi pelajaran dan menyelesaikan masalah yang diberikan, karena permasalahan dilengkapi

gambar, verbal, matematik dan grafik sehingga pemikiran siswa dapat fokus pada proses pengolahan informasi dari pengetahuan dasar hingga tingkat tinggi. Hal tersebut mampu melatih *scientific reasoning skills* siswa dalam proses pemecahan masalah menjadi lebih efektif. Hasil penelitian oleh Herman, 2007, juga menyebutkan penerapan model *problem-based learning* mampu meningkatkan *scientific reasoning skills* serta bahan ajar yang menyajikan peristiwa-peristiwa dalam kehidupan sehari-hari berpotensi meningkatkan *scientific reasoning skills* siswa.

Selanjutnya dilakukan kajian terhadap peningkatan *scientific reasoning skills* siswa setelah implementasi model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi. Analisis data dilakukan menggunakan uji N-Gain. Adapun ringkasan hasil perhitungan uji N-Gain score disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Ringkasan Hasil Perhitungan Uji N-Gain Score

Kelas	Rata-rata <i>pre-test</i>	Rata-rata <i>post-test</i>	N-Gain Score	Keterangan
Eksperimen	36,75	69,31	0,51	Sedang
Kontrol	37,71	59,31	0,34	Sedang

Hasil ringkasan perhitungan uji N-Gain score menunjukkan bahwa *scientific reasoning skills* pada kelas eksperimen memperoleh rata-rata N-Gain score sebesar 0,51 yang masuk dalam kategori sedang. Sedangkan rata-rata N-Gain score pada kelas kontrol diperoleh sebesar 0,34. Skor N-Gain kelas kontrol juga termasuk dalam kategori sedang, akan tetapi lebih rendah dibandingkan kelas eksperimen. Hasil penelitian mendukung penelitian ini adalah penelitian oleh Yusup, 2009, yang menyebutkan bahwa pembelajaran menggunakan LKPD berbasis multirepresentasi menunjang pemahaman pada permasalahan siswa sebelum menyelesaikannya. Berdasarkan hasil penelitian, pembelajaran dengan menerapkan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi efektif untuk meningkatkan *scientific reasoning skills*. Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Marga et al., 2020, menyebutkan bahwa *scientific reasoning* merupakan aktivitas berpikir yang abstrak, dan untuk pelaksanaannya diperlukan beberapa representasi. Penelitian menggunakan representasi berupa gambar, grafik, verbal dan matematik menjadikan proses *scientific reasoning* dapat berjalan dengan baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan di atas maka kesimpulan yang diperoleh sebagai berikut:

1. Proses pembelajaran IPA menggunakan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi berpengaruh signifikan terhadap *scientific reasoning skills* siswa SMP
2. Proses pembelajaran IPA menggunakan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi dapat meningkatkan *scientific reasoning skills* siswa SMP

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, adapun saran yang diajukan adalah berikut:

1. Bagi guru, disarankan untuk menggunakan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi khususnya pada materi yang tergolong abstrak karena dapat melatih *scientific reasoning skills* siswa serta kegiatan pembelajaran yang aktif dan menarik.
2. Bagi peneliti lain, hasil penelitian penerapan model *problem-based learning* disertai LKPD berbasis multirepresentasi dapat digunakan untuk referensi pada penelitian selanjutnya pada materi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, D. Q. (2014). *Pengaruh Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Modified Free Inquiry dan Guided Inquiry terhadap Kemampuan Multirepresentasi Ditinjau dari Kemampuan Awal dan Keterampilan Proses Sains*. UNS (Sebelas Maret University).
- Alfarisi, M. F., Supeno, S., & Wicaksono, I. (2022). Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa dalam Pembelajaran IPA Materi Tata Surya Menggunakan Media Komik Manga Chibi Digital. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(2).
- Andani, I. D., Prastowo, S. H. B., & Supeno, S. (2018). Identifikasi Kemampuan Penalaran Hipotesis-Deduktif Siswa SMA dalam Pembelajaran Fisika Materi Hukum Newton. *Quantum: Seminar Nasional Fisika, Dan Pendidikan Fisika*, 562–568.
- Anjani, F., Supeno, S., & Subiki, S. (2020). Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa SMA dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Inkuiri Terbimbing Disertai Diagram Berpikir Multidimensi. *Lantanida Journal*, 8(1), 13–28.
- Anwar, D. F. T., Mahardika, I. K., & Supeno, S. (2017). Characteristics of Physics Module about Mechanics-Based on Multi Representation to Improve Students of Senior High School Reasoning Ability. *Pancaran Pendidikan*, 6(3).
- Arends, R. (2014). *Learning to teach*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Fitriyani, R. V., Supeno, S., & Maryani, M. (2019). Pengaruh LKS Kolaboratif pada Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah Fisika Siswa SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2), 71–81.
- Hadiyanti, D. R., Mahardika, I. K., & Astutik, S. (2019). Efektivitas Model PBL Berbantuan Simulasi Phet untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematik Siswa SMA. *FKIP E-PROCEEDING*, 3(2), 119–124.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Han, J. (2013). *Scientific Reasoning: Research, Development, and Assessment*. The Ohio State University.
- Handajani, S., & Pratiwi, H. (2018). The 21st Century Skills with Model Eliciting Activities on Linear Program. *Journal of Physics: Conference Series*, 1008(1), 12059.
- Hanson, S. T. (2016). *The Assessment of Scientific Reasoning Skills of High School Science Students: A Standardized Assessment Instrument*. Illinois State University.
- Hasanah, H., Mahardika, I. K., & Supriadi, B. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Disertai LKS Berbasis Multirepresentasi Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa dalam Pembelajaran Fisika di SMAN Kabupaten Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2), 135–140.
- Herman, T. (2007). Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMP. *Cakrawala Pendidikan*, 1(1), 41–62.
- Jamaluddin, J., Jufri, A. W., Muhlis, M., & Bachtiar, I. (2020). Pengembangan Instrumen Keterampilan Berpikir Kritis pada Pembelajaran IPA di SMP. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(1), 13–19.
- Karmila, D. D., Supeno, S., & Subiki, S. (2019). Keterampilan Inkuiri Siswa SMA dalam Model Pembelajaran Inkuiri Berbantuan Virtual Laboratory. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 8(3), 151–158.
- Lestari, S. P. C., Supeno, S., & Wicaksono, I. (2021). Pengaruh Penggunaan Comic Life Terhadap Kemampuan Scientific Explanation dan Hasil Belajar IPA. *Musamus Journal of Science Education*, 3(2), 50–60.
- Maharani, D., Prihandono, T., & Lesmono, A. D. (2015). Pengembangan LKS Multirepresentasi Berbasis Pemecahan Masalah pada Pembelajaran Fisika di SMA 1. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(3), 236–242.
- Mardhiyyah, L., Supeno, S., & Ridlo, Z. R. (2022). Development of E-Modules to Improve Scientific Explanation Skills in Science Learning for Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(1), 34–44.
- Marga, A. D. P., Supriana, E., & Hidayat, A. (2020). Pengaruh Pembelajaran Group Investigation dengan Multi Representasi pada Topik Alat-Alat Optik terhadap Penalaran Ilmiah dan Kemampuan Masalah Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(4), 486–492.

- Nagara, D. T., Musyaffa, A. F., & Kusairi, S. (2019). Analisis Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa SMK Negeri 1 Singosari. *FKIP E-Proceeding*, 3(2), 203–210.
- Nasihah, E. D., Supeno, S., & Lesmono, A. D. (2020). Pengaruh Tutor Sebaya dalam Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Fisika Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1), 44–57.
- Novanti, S. K. E., Yulianti, E., & Mustikasari, V. R. (2018). Pengembangan Instrumen Tes Literasi Sains Siswa SMP Materi Tekanan Zat dan Penerapannya dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 2(2), 6–12.
- Nurfaida, N., Ali, M. S., & Abdullah, H. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Multi Representasi pada Siswa Kelas XI SMAN 1. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 16(2), 117–126.
- Nurzaman, G., Hindriana, A. F., & Satianugraha, H. (2018). Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) Berbantu Multirepresentasi Terhadap Kemampuan Penalaran Siswa pada konsep Pencemaran Lingkungan di Kelas X. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 10(1), 18–23.
- Osborne, J. (2013). The 21st Century Challenge for Science Education: Assessing Scientific Reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 265–279.
- Rachmawati, I., Feranie, S., Sinaga, P., & Saepuzaman, D. (2018). Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Ilmiah dan Berpikir Kritis Ilmiah Siswa SMA pada Materi Keseimbangan Benda Tegar. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(2), 25–30.
- Rojikin, M., Rasyid, R. Z., & Supeno, S. (2022). Development of E-Modules to Improve Scientific Explanation Ability of Students in Science Learning on Digestive System Materials. *SEJ (Science Education Journal)*, 6(1), 1–21.
- Sajiwo, W. T., Sarwanto, S., & Ashadi, A. (2019). Kelayakan Modul IPA SMP/MTS Berbasis Problem Based Learning pada Materi Suhu dan Pemuain. *Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA*, 8(2), 129–136.
- Schleicher, A. (2019). *PISA 2018: Insights and Interpretations*. OECD Publishing.
- Shofiyah, N., Supardi, Z. A. I., & Jatmiko, B. (2013). Mengembangkan Penalaran Ilmiah (*Scientific Reasoning*) Siswa Melalui Model Pembelajaran 5E pada Siswa Kelas X SMAN 15 Surabaya. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(1).
- Solihin, M. W., Prasutowo, S. H. B., & Supeno, S. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(3), 299–306.
- Supeno, S., Kurnianingrum, A. M., & Cahyani, M. U. (2017). Kemampuan Penalaran Berbasis Bukti dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pembelajaran Dan Pendidikan Sains*, 2(1), 65–78.
- Utami, P., Supeno, S., & Bektiarso, S. (2019). Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Inkuiri dengan Bantuan Scaffolding Konseptual untuk Meningkatkan Keterampilan Penalaran Ilmiah Fisika Siswa SMA. *FKIP E-PROCEEDING*, 4(1), 134–140.
- Wardani, P. O., Supeno, S., & Subiki, S. (2018). Identifikasi Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa SMK tentang Rangkaian Listrik pada Pembelajaran Fisika. *FKIP E-Proceeding*, 3(1), 183–188.
- Yulianti, E., & Zhafirah, N. N. (2020). Analisis Komprehensif pada Implementasi Pembelajaran dengan Model Inkuiri Terbimbing: Aspek Penalaran Ilmiah. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 125–130.
- Yusup, M. (2009). Multirepresentasi dalam pembelajaran fisika. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP Unsri*, 1–7.
- Zhou, S., Han, J., Koenig, K., Raplinger, A., Pi, Y., Li, D., Xiao, H., Fu, Z., & Bao, L. (2016). Assessment of Scientific Reasoning: The Effects of Task Context, Data, and Design on Student Reasoning in Control of Variables. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 175–187.