

Model *Inquiry-Based Virtual Lab* terhadap Hasil Belajar, Kemampuan Berpikir Kreatif, dan Efikasi Diri Peserta Didik dalam Pembelajaran Fisika

I Made Agus Arya Wijaya Kusuma^{1*}, I Wayan Santyasa², I Gde Wawan Sudatha³ 

^{1,2,3} Program Studi S2 Teknologi Pembelajaran, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received January 28, 2024

Accepted April 15, 2024

Available online April 25, 2024

Kata Kunci:

Model *Inquiry-Based Virtual Lab*, Hasil Belajar, Kemampuan Berpikir Kreatif, Efikasi Diri

Keywords:

Inquiry-Based Virtual Lab Model, Learning Outcomes, Creative Thinking Abilities, Self-Efficacy



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Kurangnya kreativitas dan inovasi guru dalam menerapkan model pembelajaran fisika yang terintegrasi dengan teknologi masih menjadi permasalahan dalam pendidikan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan hasil belajar, kemampuan berpikir kreatif, dan efikasi diri peserta didik pada pelajaran fisika antara dua kelompok model pembelajaran yaitu *inquiry-based virtual lab (Inquiry-VL)* sebagai kelompok eksperimen dan *direct instruction-based virtual lab (DI-VL)* sebagai kelompok kontrol. Penelitian dilakukan pada peserta didik kelas XI, yang melibatkan 129 peserta didik. Metode pengambilan sampel dilakukan secara acak sederhana. Data hasil belajar dikumpulkan menggunakan tes pilihan ganda diperluas, kemampuan berpikir kreatif menggunakan tes uraian, dan efikasi diri menggunakan kuesioner. Analisis data menggunakan MANCOVA dengan batas signifikansi 5%. Hasil menunjukkan perbedaan signifikan secara keseluruhan antara kedua kelompok. Kelompok *Inquiry-VL* menunjukkan hasil belajar, kemampuan berpikir kreatif, dan efikasi diri yang lebih tinggi daripada kelompok *DI-VL*. Implikasinya, pembelajaran fisika dengan model *Inquiry-VL* lebih efektif untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir kreatif dan efikasi diri peserta didik.

ABSTRACT

The lack of teacher creativity and innovation in implementing physics learning models that are integrated with technology is still a problem in education. The aim of this research is to analyze differences in learning outcomes, creative thinking abilities, and students' self-efficacy in physics lessons between two groups of learning models, namely *inquiry-based virtual lab (Inquiry-VL)* as the experimental group and *direct instruction-based virtual lab (DI-VL)* as a control group. The research was conducted on class XI students, involving 129 students. Simple random sampling method and data collection on learning outcomes using expanded multiple-choice test, creative thinking abilities using descriptive test, and self-efficacy using questionnaire. Data analysis used MANCOVA with a significance level of 5%. Results showed overall significant differences between the two groups. The *Inquiry-VL* group showed higher learning outcomes, creative thinking abilities and self-efficacy than the *DI-VL* group. The implication is that learning physics using the *Inquiry-VL* model is more effective in improving learning outcomes, students' creative thinking abilities, and self-efficacy.

1. PENDAHULUAN

Peserta didik saat ini perlu memiliki kecakapan abad 21 seperti komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, dan inovasi untuk bersaing secara global. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa kecerdasan abad 21 melibatkan transformasi informasi menjadi pengetahuan dan pengembangan kompetensi untuk mengatasi tantangan (Prayogi, 2020). Oleh karena itu, pembelajaran di kelas harus mendukung perkembangan kemampuan abad 21. Kemajuan teknologi digital telah mengubah kehidupan menjadi lebih efisien, oleh sebab itu teknologi pendidikan memegang peranan penting untuk membangun SDM unggul di abad 21 (Sujana & Rachmatin, 2019; Zubaidah, 2019). Salah satu cara efektif adalah dengan menerapkan kecakapan ini dalam pembelajaran sains dan teknologi, khususnya fisika.

*Corresponding author

E-mail addresses: agusarya822@gmail.com (I Made Agus Arya Wijaya Kusuma)

Meskipun upaya telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas pendidikan melalui revisi kurikulum, namun tantangan masih ada. Hasil survei PISA 2022 menunjukkan kemampuan sains peserta didik Indonesia sangat rendah, berada di peringkat 66 dari 80 negara (Birhan et al., 2021; Pulkkinen & Rautopuro, 2022). Selain itu, hasil PISA 2022 juga menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik Indonesia tidak memiliki kemahiran di Level 5 atau 6 yang mencakup kemampuan berpikir kreatif dan mandiri menerapkan pengetahuan tentang sains ke berbagai situasi. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik Indonesia cenderung memiliki mindset dan karakter belajar yang rendah (Hamdani et al., 2019; Wisada et al., 2019). Mereka kurang percaya pada kemampuan untuk meningkatkan diri secara akademis, serta memiliki tingkat keyakinan dan kepercayaan diri yang rendah dalam menyelesaikan tugas belajar.

Pembelajaran fisika seharusnya mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti memecahkan masalah, berpikir kritis, berpikir kreatif, berargumentasi, dan mengambil keputusan (Jufriadi et al., 2022; Putri et al., 2021). Hasil evaluasi pelaksanaan kurikulum 2013 menunjukkan kesalahan pemahaman guru tentang konsep *mastery learning*. Pendekatan ini menyebabkan pembelajaran berpusat pada guru dan terasa membosankan, sehingga fisika masih dianggap sulit dan tidak disukai oleh peserta didik karena banyak rumus kompleks dan penjelasan yang rumit (Astuti, 2017; Susilaningasih et al., 2019). Penting untuk mengkaji model pembelajaran, terutama dalam pelajaran fisika, yang memanfaatkan *gadget* sebagai alat belajar untuk memotivasi peserta didik berpikir kreatif dan kolaboratif, sehingga pembelajaran fisika menjadi lebih menarik, menantang, dan tidak membosankan (Khairunisa, 2020; Rohmantika & Pratiwi, 2022). Meskipun teknologi pendukung seperti *virtual lab* tersedia secara luas, namun penggunaannya sering kali diterapkan dengan metode yang konvensional seperti model pembelajaran langsung (*direct instruction*), sehingga *virtual lab* berfungsi terbatas sebagai alat bantu untuk mempercepat dan mempermudah guru dalam mengajar tanpa inovasi maksimal yang berfokus pada kreativitas peserta didik (Goeltz & Cuevas, 2021; Tschand et al., 2020). Oleh karena itu, teknologi pendidikan sebagai studi dan praktik yang etis dalam memfasilitasi proses pembelajaran dan meningkatkan pencapaian belajar peserta didik memiliki urgensi melakukan kajian terhadap praktik-praktik pembelajaran yang menerapkan *virtual lab* agar terjadi pembelajaran yang bermakna dan berkualitas (Cantú-Ortiz et al., 2020; Kapilan et al., 2021).

Berdasarkan berbagai masalah yang telah diungkapkan di atas, diperlukan langkah-langkah inovatif dalam dunia pendidikan, terutama dalam pelajaran fisika. Inovasi ini berupa perubahan pola pembelajaran dari konvensional menuju inovatif yang mencakup perubahan dalam peran guru, orientasi pembelajaran, dan cakupan pembelajaran (Kurniawati & Nita, 2018; Sumarni et al., 2020). Model *inquiry learning* adalah salah satu model pembelajaran inovatif yang dapat dijadikan solusi bagi pemecahan permasalahan di atas. Model ini berpusat pada aktivitas peserta didik, bersifat demokratis, dan memberi kebebasan dalam mengkonstruksi pengetahuan. Menurut penelitian sebelumnya model ini mengibaratkan peserta didik sebagai ilmuwan yang bebas mengeksplorasi ide dan kemampuannya untuk menemukan pengetahuan sendiri (Hasanah & Supriansyah, 2022). Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa langkah-langkah pembelajaran *inquiry* terdiri dari 5 fase yaitu sebagai berikut. Pertama, fase menghadapkan peserta didik pada masalah, di mana guru memperkenalkan metode *inquiry* dan masalah yang memicu keingintahuan peserta didik. Kedua, fase pengumpulan dan verifikasi data, di mana peserta didik mengumpulkan data dan merumuskan hipotesis melalui diskusi kelompok. Ketiga, fase pengumpulan data dalam eksperimentasi, di mana peserta didik melakukan eksperimen untuk menguji hipotesis, dengan bimbingan guru. Keempat, fase mengolah dan memformulasikan penjelasan, di mana peserta didik menganalisis data untuk membuat kesimpulan, dibantu oleh pertanyaan pemandu dari guru. Kelima, fase analisis proses *inquiry*, di mana peserta didik menganalisis pola penyelidikan untuk memperkaya data dan menemukan solusi masalah (Pratiwi et al., 2019; Purnamawati et al., 2017).

Dalam pembelajaran fisika, *inquiry learning* memerlukan aktivitas percobaan laboratorium. Dengan perkembangan teknologi, penggunaan laboratorium virtual seperti *PhET* dan *Go-Labs* yang dapat diakses melalui *gadget* sangat penting digunakan untuk memotivasi kreativitas peserta didik (Agustina & Dwikoranto, 2021; Nurfahzuni & Budiyanto, 2023). Penelitian sebelumnya menemukan bahwa laboratorium virtual sama efektifnya dengan laboratorium riil dalam mengajarkan konsep (Ristina & W., 2020). Laboratorium virtual bukanlah pengganti, tetapi pelengkap laboratorium riil, terutama untuk konsep yang abstrak dan fenomena yang sulit dijangkau. Penggunaan media laboratorium virtual oleh guru harus dikontrol dengan baik untuk menciptakan pembelajaran yang bermakna dan berkualitas. Oleh karena itu, penggunaan laboratorium virtual perlu dioptimalkan dengan mengintegrasikannya dengan metode atau model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (Muawanah & Muhid, 2021; Widjastono, 2017). Model *inquiry learning* sangat cocok digunakan dalam merancang aktivitas *virtual lab*, yang disebut sebagai model laboratorium *virtual* berbasis *inquiry* (*inquiry-based virtual lab*). Model ini memotivasi peserta didik untuk menyelesaikan masalah secara mandiri dan kolaboratif melalui langkah-langkah pembelajaran *inquiry* dalam aktivitas praktikum *virtual* (Destiansari et al., 2022; Sumaeni et al.,

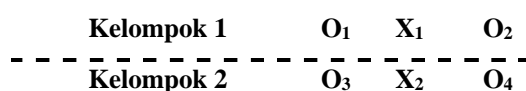
2022). Dengan model ini, guru dapat berinovasi memberikan ruang kreativitas yang luas kepada peserta didik untuk mengeksplorasi konsep secara aman dan menyenangkan.

Beberapa penelitian menyatakan bahwa pembelajaran *inquiry-based virtual lab* memiliki kelebihan, seperti menyediakan lingkungan yang relatif aman, memudahkan visualisasi fenomena fisika yang sulit dijangkau, memberikan hasil percobaan yang akurat, dan meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap fenomena fisika (Luki & Kustijono, 2017; Prabowo et al., 2016). Kombinasi model pembelajaran *inquiry* dan media *virtual lab* dalam model *inquiry-based virtual lab* memainkan peran penting dalam memberikan pengalaman belajar yang menarik dan efektif bagi peserta didik. Aktivitas *inquiry* yang dikembangkan dalam model *inquiry-based virtual lab* berada dalam spektrum *inquiry* terbimbing. Hal ini memungkinkan peserta didik melakukan kegiatan laboratorium ilmiah dengan bimbingan guru namun tetap menekankan peran aktif peserta didik dalam proses penemuan ilmiah termasuk merumuskan masalah, merancang eksperimen, dan menganalisis data (Ristina & W., 2020; Tanjung & Aritonang, 2021).

Berdasarkan permasalahan dan landasan teori yang dijabarkan di atas, model *inquiry-based virtual lab* muncul sebagai solusi yang menjanjikan. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan model pembelajaran *inquiry-based virtual lab* telah membuktikan kemampuannya dalam meningkatkan hasil belajar, kemampuan berpikir kreatif, dan efikasi diri peserta didik. Penelitian sebelumnya enunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran *inquiry* terbimbing dengan bantuan simulasi *PhET* mampu meningkatkan kreativitas peserta didik (Bosica et al., 2021). Hasil serupa juga diperoleh dalam penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran *inquiry* terbimbing dengan bantuan laboratorium virtual efektif meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada mata pelajaran fisika (Sumarno, 2019). Penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa model *inquiry* berbasis virtual lab berpengaruh signifikan terhadap efikasi diri peserta didik dalam menggunakan kemampuan *scientific inquiry*, dan menunjukkan efektivitas yang sama dengan model *inquiry* berbasis lab fisika biasa dalam memperkenalkan konsep fisika sederhana, namun lebih efektif dalam menjelaskan konsep yang lebih rumit (Lin et al., 2019; Simonton et al., 2021). Penelitian sebelumnya menemukan bahwa peserta didik yang menggunakan pembelajaran *inquiry* terbimbing berbantuan simulasi komputer memiliki keterampilan berpikir kreatif yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional (Al-Ahdal & Abduh, 2021; Sugianto et al., 2020). Selain itu, penelitian lain mengungkapkan bahwa penggunaan model *inquiry* dapat mempengaruhi kemampuan berpikir, efikasi diri, motivasi, serta hasil belajar peserta didik (Annisa, N. & Simbolon, 2018). Penelitian lain menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam self-efficacy dan hasil belajar fisika antara peserta didik yang menggunakan perangkat pembelajaran berbasis *inquiry* dan perangkat pembelajaran konvensional, dengan skor rata-rata self-efficacy peserta didik pada kelompok eksperimen lebih tinggi daripada kelompok kontrol (Sari, 2017). Hasil studi literatur review juga mendukung temuan-temuan ini, dengan kesimpulan bahwa penerapan model pembelajaran *inquiry* berbasis virtual lab dapat meningkatkan pemahaman konseptual, pengalaman belajar, kemampuan berpikir kreatif, serta memperkuat efikasi diri dalam konteks pembelajaran fisika. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan hasil belajar, kemampuan berpikir kreatif, dan efikasi diri peserta didik pada pelajaran fisika antara dua kelompok model pembelajaran yaitu *inquiry-based virtual lab (Inquiry-VL)* sebagai kelompok eksperimen dan *direct instruction-based virtual lab (DI-VL)* sebagai kelompok kontrol.

2. METODE

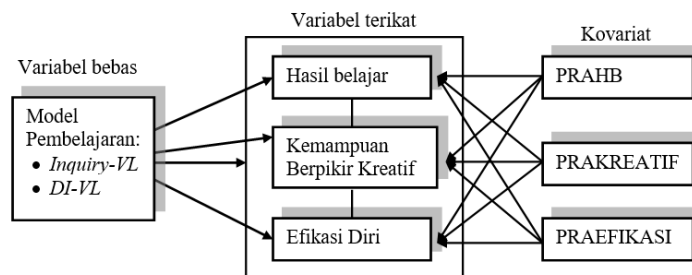
Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian eksperimen semu karena tidak semua variabel dapat dikendalikan dengan ketat. Rancangan penelitian menggunakan pretest-posttest nonequivalent control group design, yang bertujuan untuk mengevaluasi kesamaan antara kelompok dan menggunakan skor pretes hasil belajar (PRAHB), skor pretes kemampuan berpikir kreatif (PRAKREATIF), dan skor pretes efikasi diri (PRAEFIKASI) sebagai kovariat yang dikontrol statistik. Rancangan penelitian ditunjukkan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Rancangan *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design*

Populasi penelitian ini terdiri dari 129 siswa kelas XI SMAN 1 Amlapura pada semester genap tahun ajaran 2023/2024 yang terdiri dari tiga kelas dengan tingkat kemampuan setara. Pengambilan

sampel dari populasi ini menggunakan teknik acak sederhana, untuk memastikan bahwa dari tiga kelas yang masing-masing berjumlah 43 siswa, mempunyai peluang sama untuk dipilih. Proses pengambilan sampel dilakukan dalam dua tahap. Pada tahap pertama, dua kelas dipilih secara acak dari populasi. Tahap kedua, di antara dua kelas dipilih satu kelas sebagai kelompok eksperimen yang menerima model *inquiry-based virtual lab (Inquiry-VL)*, sedangkan kelas lainnya sebagai kelompok kontrol yang menerima model *direct instruction-based virtual lab (DI-VL)* model. Hubungan antara variabel independent dan variabel dependent dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Hubungan antara Variabel-Variabel Penelitian

Materi pokok yang dibelajarkan pada penelitian ini berdasarkan analisis capaian pembelajaran fase F yaitu: usaha dan energi, momentum dan impuls. Cakupan materi pokok tersebut dibelajarkan selama 6 kali pertemuan. Adapun metode pengumpulan data disajikan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Metode Pengumpulan Data

No	Jenis Data	Sumber Data	Instrumen	Waktu
1	Hasil belajar awal	Peserta didik	Tes hasil belajar (Pilihan ganda diperluas)	Sebelum penelitian
	Hasil belajar	Peserta didik	Tes hasil belajar (Pilihan ganda diperluas)	Sesudah penelitian
2	Kemampuan berpikir kreatif awal	Peserta didik	Tes kemampuan berpikir kreatif (Uraian)	Sebelum penelitian
3	Kemampuan berpikir kreatif	Peserta didik	Tes kemampuan berpikir kreatif (Uraian)	Sesudah penelitian
4	Efikasi diri awal	Peserta didik	Kuesioner efikasi diri (<i>check list</i>)	Sebelum penelitian
5	Efikasi diri	Peserta didik	Kuesioner efikasi diri (<i>check list</i>)	Sesudah penelitian

Tiga jenis data yang berbeda dikumpulkan dan dianalisis dalam penelitian ini: (1) hasil dari tes prestasi belajar fisika; (2) hasil dari tes kemampuan berpikir kreatif pada mata pelajaran fisika; dan (3) hasil dari kuesioner efikasi diri dalam pembelajaran fisika. Semua data diukur menggunakan instrumen yang telah diuji dan memenuhi standar validitas dan reliabilitas tes. Berdasarkan hasil uji instrument, tes hasil belajar yang digunakan terdiri dari 20 butir pertanyaan pilihan ganda diperluas. Tes kemampuan berpikir kreatif terdiri dari 10 butir pertanyaan esai. Kuesioner efikasi diri terdiri dari 30 butir pernyataan, baik positif maupun negatif. Berdasarkan hasil uji reliabilitas, tes hasil belajar dengan 20 butir soal pilihan ganda diperluas memiliki koefisien *Alpha Cronbach* sebesar 0,954, yang dikategorikan sebagai reliabilitas "sangat tinggi". Tes kemampuan berpikir kreatif dengan 10 butir soal esai menunjukkan koefisien *Alpha Cronbach* sebesar 0,822, juga dengan kategori reliabilitas "sangat tinggi". Selain itu, kuesioner efikasi diri yang terdiri dari 30 butir pernyataan memiliki koefisien *Alpha Cronbach* sebesar 0,902, dengan kategori reliabilitas "sangat tinggi".

Untuk pengujian hipotesis, data hasil belajar, kemampuan berpikir kreatif dan efikasi diri yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan *Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA)*. Statistik MANCOVA digunakan karena dalam penelitian ini melibatkan lebih dari satu variabel terikat dan juga kovariat sebagai variabel bebas acak yang diduga dapat menyebabkan noise pada analisis data sehingga harus dikontrol secara statistik. Kovariat yang dimaksud terdiri dari skor pretest hasil belajar (PRAHB), skor pretest kemampuan berpikir kreatif (Prakreatif) dan skor pretest efikasi diri (Praefikasi). Sebelum dilakukan uji hipotesis menggunakan metode analisis MANCOVA terlebih dahulu dilakukan uji asumsi yang mencakup uji normalitas distribusi data, homogenitas varians data, linearitas dan keberartian arah regresi antara kovariat dan variabel terikat, serta multikolinieritas antar variabel terikat. Setiap uji, termasuk uji hipotesis dan asumsi, dilakukan dengan taraf signifikansi 0,05.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Secara umum, rekapitulasi hasil analisis deskriptif data *posttest* hasil penelitian ini adalah seperti Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Deskriptif Data Hasil Penelitian

Model Pembelajaran	Data	N	Skor Minimum	Skor Maksimum	Mean	Std. Deviation
<i>Inquiry-VL</i>	<i>Posttest</i> Hasil Belajar	43	44,00	79,00	62,95	10,28
	<i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kreatif	43	23,00	36,00	29,91	3,48
	<i>Posttest</i> Efikasi Diri	43	58,00	120,00	88,91	16,78
<i>DI-VL</i>	<i>Posttest</i> Hasil Belajar	43	32,00	77,00	55,33	13,12
	<i>Posttest</i> Kemampuan Berpikir Kreatif	43	16,00	31,00	22,51	4,27
	<i>Posttest</i> Efikasi Diri	43	50,00	104,00	74,09	14,83

Tabel 2 menunjukkan bahwa secara deskriptif kelompok *Inquiry-VL* mencapai rata-rata hasil belajar, kemampuan berpikir kreatif, dan efikasi diri lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok *DI-VL*. Berdasarkan deskripsi data tersebut, selanjutnya dilakukan uji hipotesis menggunakan statistik MANCOVA untuk mengetahui seberapa signifikan perbedaan yang dihasilkan dari perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sebelum pengujian hipotesis menggunakan *Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA)*, dilakukan terlebih dahulu uji asumsi terhadap sebaran data hasil penelitian yang meliputi uji normalitas, homogenitas, linieritas dan keberartian arah regresi, serta uji multikolinieritas. Hasil uji normalitas ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan Hasil Uji Normalitas

Sumber	Unit Analisis	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistik	df	Sig.	Statistik	df	Sig.
Hasil Belajar	<i>Inquiry-VL</i>	0,079	43	0,200	0,960	43	0,140
	<i>DI-VL</i>	0,085	43	0,200	0,963	43	0,172
Berpikir Kreatif	<i>Inquiry-VL</i>	0,115	43	0,184	0,964	43	0,188
	<i>DI-VL</i>	0,120	43	0,129	0,955	43	0,094
Efikasi Diri	<i>Inquiry-VL</i>	0,104	43	0,200	0,963	43	0,180
	<i>DI-VL</i>	0,062	43	0,200	0,970	43	0,321

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh bahwa sebaran data pada semua unit analisis memiliki signifikansi > 0,05 sehingga seluruh data unit analisis dinyatakan berdistribusi normal. Setelah dilakukan uji normalitas, kemudian dilanjutkan dengan uji homogenitas sebaran data yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan Hasil Uji Homogenitas Sebaran Data

		Test of Homogeneity of Variance			
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil Belajar	<i>Based on Mean</i>	2,927	1	84	0,091
	<i>Based on Median</i>	2,904	1	84	0,092
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	2,904	1	79,178	0,092
	<i>Based on trimmed mean</i>	2,920	1	84	0,091
Berpikir Kreatif	<i>Based on Mean</i>	2,558	1	84	0,114
	<i>Based on Median</i>	2,299	1	84	0,133
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	2,299	1	83,600	0,133
	<i>Based on trimmed mean</i>	2,570	1	84	0,113
Efikasi Diri	<i>Based on Mean</i>	1,082	1	84	0,301
	<i>Based on Median</i>	0,798	1	84	0,374
	<i>Based on Median and with adjusted df</i>	0,798	1	81,413	0,374
	<i>Based on trimmed mean</i>	1,089	1	84	0,300

Berdasarkan Tabel 4, hasil uji homogenitas varian untuk seluruh unit analisis menunjukkan angka signifikansi Levene statistics pada *based on mean* > 0,05. Ini berarti bahwa varian antar kelompok model pembelajaran adalah homogen. Hasil uji linearitas ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Linearitas dan Keberartian Arah Regresi antara Variabel Terikat dan Kovariabel

Model		F	Sig.
Inquiry-VL	Linearity	0,917	0,382
Hasil Belajar * Prahb	Deviation from Linearity	0,522	0,884
Di-VL	Linearity	0,016	0,903
Hasil Belajar * Prahb	Deviation from Linearity	0,709	0,778
Inquiry-VL	Linearity	1,181	0,288
Berpikir Kreatif * Prakreatif	Deviation from Linearity	0,653	0,816
Di-VL	Linearity	0,003	0,958
Berpikir Kreatif * Prakreatif	Deviation from Linearity	1,464	0,192
Inquiry-VL	Linearity	11,346	0,004
Efikasi Diri * Praefikasi	Deviation from Linearity	1,092	0,433
Di-VL	Linearity	21,123	0,000
Efikasi Diri * Praefikasi	Deviation from Linearity	1,217	0,348

Berdasarkan Tabel 5, nilai signifikansi semua data pada *deviation from linearity* > 0,05, yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang linier antara kovariat dengan variabel terikat. Artinya, peningkatan harga kovariat akan diikuti oleh peningkatan harga pada variabel terikat dan sebaliknya. Tabel 5, juga menunjukkan bahwa kovariat efikasi diri awal menunjukkan angka signifikansi *linearity* < 0,05, menunjukkan arah regresi yang berarti. Namun, kovariat hasil belajar awal dan kemampuan berpikir kreatif awal memiliki angka signifikansi *linearity* > 0,05, menunjukkan arah regresi yang tidak berarti. Hasil pengujian linieritas regresi dan keberartian arah regresi menunjukkan bahwa uji MANCOVA dapat dilanjutkan. Hasil pengujian multikolinearitas ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Multikolinearitas antar Variabel Terikat

Model	Coefficients ^a						Collinearity Statistics	
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		T	Sig.	Tolerance	VIF
	B	Std. Error	Beta					
1 (Constant)	3.914	0,259			15.131	0,000		
Hasil Belajar	-0.008	0,003	-0.207		-2.781	0,007	0,962	1,039
Berpikir Kreatif	-0.057	0,007	-0.607		-7.780	0,000	0,879	1,138
Efikasi Diri	-0.005	0,002	-0.180		-2.287	0,025	0,860	1,163

a. Dependent Variable: Model

Berdasarkan data yang tercantum dalam Tabel 6, terlihat bahwa nilai toleransi > 0,10 sehingga nilai VIF < 10, hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi efek kolinearitas antar variabel terikat dalam model regresi. Temuan ini mengindikasikan bahwa uji MANCOVA dapat dilanjutkan. Adapun hasil uji hipotesis penelitian menggunakan statistik MANCOVA ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Multivariat

Effect		Multivariate Tests ^a				
		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	0,667	52,665 ^b	3,000	79,000	0,000
	Wilks' Lambda	0,333	52,665 ^b	3,000	79,000	0,000
	Hotelling's Trace	2,000	52,665 ^b	3,000	79,000	0,000
	Roy's Largest Root	2,000	52,665 ^b	3,000	79,000	0,000
Prahb	Pillai's Trace	0,011	0,294 ^b	3,000	79,000	0,830
	Wilks' Lambda	0,989	0,294 ^b	3,000	79,000	0,830
	Hotelling's Trace	0,011	0,294 ^b	3,000	79,000	0,830
	Roy's Largest Root	0,011	0,294 ^b	3,000	79,000	0,830
Prakreatif	Pillai's Trace	0,014	0,387 ^b	3,000	79,000	0,763
	Wilks' Lambda	0,986	0,387 ^b	3,000	79,000	0,763
	Hotelling's Trace	0,015	0,387 ^b	3,000	79,000	0,763

Multivariate Tests ^a						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Praefikasi	Roy's Largest Root	0,015	0,387 ^b	3,000	79,000	0,763
	Pillai's Trace	0,248	8,676 ^b	3,000	79,000	0,000
	Wilks' Lambda	0,752	8,676 ^b	3,000	79,000	0,000
	Hotelling's Trace	0,329	8,676 ^b	3,000	79,000	0,000
Model	Roy's Largest Root	0,329	8,676 ^b	3,000	79,000	0,000
	Pillai's Trace	0,518	28,253 ^b	3,000	79,000	0,000
	Wilks' Lambda	0,482	28,253 ^b	3,000	79,000	0,000
	Hotelling's Trace	1,073	28,253 ^b	3,000	79,000	0,000
	Roy's Largest Root	1,073	28,253 ^b	3,000	79,000	0,000

a. Design: Intercept + Prahb + Prakreatif + Praefikasi + Model; b. Exact statistic

Berdasarkan hasil pengujian dalam [Tabel 7](#), model pembelajaran memiliki perbedaan dampak yang signifikan terhadap hasil belajar, kemampuan berpikir kreatif, dan efikasi diri peserta didik secara simultan. Ini dibuktikan dengan nilai statistik *Pillai's Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace*, dan *Roy's Largest Root* yang menunjukkan signifikansi $\alpha = 0,001$ ($\alpha < 0,05$). Ditinjau dari sumber pengaruh kovariat terhadap variable terikat, diperoleh bahwa kovariat Prahb dan Prakreatif tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat karena angka signifikansinya $> 0,05$. Namun, kovariat Praefikasi berpengaruh signifikan dengan angka signifikansi $\alpha = 0,001$ ($\alpha < 0,05$). Untuk analisis secara univariat, pengaruh variabel bebas model pembelajaran terhadap masing-masing variabel terikat tersaji dalam [Tabel 8](#).

Tabel 8. Hasil Uji Pengaruh antar Subjek (*Tests Of Between-Subjects Effects*)

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Hasil_Belajar	1405,217	4	351,304	2,471	0,051
	Berpikir_Kreatif	1188,640	4	297,160	19,079	0,000
	Efikasi_Diri	10096,480	4	2524,120	13,032	0,000
Intercept	Hasil_Belajar	6236,823	1	6236,823	43,871	0,000
	Berpikir_Kreatif	1363,356	1	1363,356	87,534	0,000
	Efikasi_Diri	3232,171	1	3232,171	16,687	0,000
Prahb	Hasil_Belajar	108,367	1	108,367	0,762	0,385
	Berpikir_Kreatif	1,111	1	1,111	0,071	0,790
	Efikasi_Diri	28,856	1	28,856	0,149	0,701
Prakreatif	Hasil_Belajar	50,543	1	50,543	0,356	0,553
	Berpikir_Kreatif	10,188	1	10,188	0,654	0,421
	Efikasi_Diri	7,651	1	7,651	0,040	0,843
Praefikasi	Hasil_Belajar	0,679	1	0,679	0,005	0,945
	Berpikir_Kreatif	0,895	1	0,895	0,057	0,811
	Efikasi_Diri	5156,079	1	5156,079	26,620	0,000
Model	Hasil_Belajar	1050,880	1	1050,880	7,392	0,008
	Berpikir_Kreatif	1035,024	1	1035,024	66,453	0,000
	Efikasi_Diri	1683,196	1	1683,196	8,690	0,004

Hasil uji pengaruh antar subjek pada [Tabel 8](#), menunjukkan bahwa kovariat Prahb dan Prakreatif memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ pada seluruh variable terikat, sedangkan kovariat Praefikasi memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ pada variable terikat efikasi diri. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa hanya kovariat Praefikasi yang berpengaruh secara spesifik terhadap variabel terikat efikasi diri. Hasil pairwise comparisons ditunjukkan pada [Tabel 9](#).

Tabel 9. *Pairwise Comparisons*

Variabel Terikat	(i) Model	(j) Model	$\mu(i) - \mu(j)$	Std. Error	Sig.
Hasil Belajar	<i>Inquiry-VL</i>	<i>DI-VL</i>	7,565	2,782	0,008
	<i>DI-VL</i>	<i>Inquiry-VL</i>	-7,565	2,782	0,008
Kemampuan Berpikir Kreatif	<i>Inquiry-VL</i>	<i>DI-VL</i>	7,508	0,921	0,001
	<i>DI-VL</i>	<i>Inquiry-VL</i>	-7,508	0,921	0,001
Efikasi diri	<i>Inquiry-VL</i>	<i>DI-VL</i>	9,574	3,248	0,004
	<i>DI-VL</i>	<i>Inquiry-VL</i>	-9,574	3,248	0,004

Hasil uji perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*) antara model *Inquiry-VL* dan *DI-VL* dalam Tabel 9 menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan $\alpha < 0,05$ pada nilai rata-rata terestimasi pada hasil belajar, kemampuan berpikir kreatif, dan efikasi diri. Berdasarkan pengaruh variabel bebas model pembelajaran terhadap variabel terikat, seperti yang dihipotesiskan dalam penelitian ini, hasilnya sebagai berikut.

Pertama, analisis multivariat menunjukkan perbedaan secara bersama-sama (*simultan*) dalam hasil belajar, kemampuan berpikir kreatif, dan efikasi diri antara peserta yang menggunakan model *Inquiry-VL* dan *DI-VL*. Hal ini ditandai dengan nilai statistik $F = 28,253$ pada *Pillai's Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace*, dan *Roy's Largest Root*, dengan signifikansi $\alpha = 0,001$ ($\alpha < 0,05$). Kedua, analisis univariat mengenai pengaruh model pembelajaran terhadap hasil belajar fisika menunjukkan perbedaan signifikan antara peserta yang menggunakan model *Inquiry-VL* dan *DI-VL*, dengan nilai statistik $F = 7,392$ dan $\alpha = 0,008$ ($\alpha < 0,05$). Peserta yang menggunakan model *Inquiry-VL* memiliki nilai rata-rata terestimasi hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan model *DI-VL* ($\Delta\mu = 7,565$). Ketiga, analisis univariat tentang pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kreatif dalam fisika menunjukkan perbedaan signifikan antara peserta yang menggunakan model *Inquiry-VL* dan *DI-VL*, dengan nilai statistik $F = 66,453$ dan $\alpha = 0,001$ ($\alpha < 0,05$). Kelompok *Inquiry-VL* memiliki nilai rata-rata terestimasi kemampuan berpikir kreatif yang lebih tinggi ($\Delta\mu = 7,508$). Keempat, analisis univariat mengenai pengaruh model pembelajaran terhadap efikasi diri peserta dalam pembelajaran fisika menunjukkan perbedaan signifikan antara peserta yang menggunakan model *Inquiry-VL* dan *DI-VL*, dengan nilai statistik $F = 8,690$ dan signifikansi $\alpha = 0,004$ ($\alpha < 0,05$). Kelompok *Inquiry-VL* memiliki nilai rata-rata terestimasi efikasi diri yang lebih tinggi ($\Delta\mu = 9,574$) dibandingkan dengan kelompok *DI-VL*.

Pembahasan

Berdasarkan pengaruh kovariat terhadap variabel terikat, penelitian ini menemukan bahwa efikasi diri awal (*Praefikasi*) secara signifikan mempengaruhi efikasi diri peserta didik. Sebaliknya, hasil belajar awal (*Prahb*) dan kemampuan berpikir kreatif awal (*Prakreatif*) tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat lainnya. Hal ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, seperti adanya miskonsepsi dalam pengetahuan awal peserta didik dan keyakinan diri yang kuat terhadap pengetahuan mereka sebelumnya. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa pengetahuan awal bisa menjadi pendukung sekaligus penghambat dalam belajar, karena pengetahuan sebelumnya mungkin bertentangan dengan informasi baru yang dipelajari (Bosica et al., 2021; Sukmawijaya et al., 2019). Di sisi lain, efikasi diri awal peserta didik memiliki pengaruh besar terhadap perkembangan efikasi diri mereka selanjutnya, yang dapat meningkat seiring dengan perkembangan kognitif. Penelitian lain menyatakan bahwa kinerja peserta didik cenderung meningkat ketika mereka yakin pada kemampuan mereka sendiri, percaya bahwa mereka bisa mencapai hasil yang diinginkan dalam situasi tertentu (Roebianto, 2020).

Model pembelajaran memainkan peran penting dalam mencapai hasil belajar optimal dalam pembelajaran fisika. Dalam penelitian ini, hasil analisis MANCOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam hasil belajar fisika antara dua kelompok. Kelompok *Inquiry-VL* menunjukkan rata-rata hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan model *DI-VL*. Model *Inquiry-VL* efektif karena memungkinkan eksplorasi konsep melalui eksperimen *virtual*, memperkuat keterampilan proses ilmiah, dan mengatasi keterbatasan laboratorium fisik. Peserta didik aktif merumuskan masalah, merancang percobaan, dan menganalisis data, sehingga dapat mengubah miskonsepsi menjadi pemahaman yang benar. Mereka bisa mengulang percobaan, memperdalam pemahaman, dan mengaplikasikan konsep dalam berbagai konteks. Sebaliknya, pembelajaran dengan model *DI-VL* cenderung berpusat pada guru dan memberikan peran pasif kepada peserta didik. Temuan ini konsisten dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran *inquiry* berbasis laboratorium virtual lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar fisika dibandingkan pembelajaran *direct instruction* (Destiansari et al., 2022; Roosyanti, 2022; Sumaeni et al., 2022). Oleh karena itu, model pembelajaran *Inquiry-VL* terbukti lebih unggul dalam meningkatkan hasil belajar fisika peserta didik dibandingkan model *DI-VL*.

Dilihat dari pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kreatif, hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara peserta didik yang belajar dengan model *Inquiry-VL* dan *DI-VL*. Kelompok *Inquiry-VL* menunjukkan rata-rata kemampuan berpikir kreatif yang lebih tinggi dibandingkan kelompok *DI-VL*. Hal ini disebabkan model *Inquiry-VL* melalui fase pengumpulan data dalam eksperimen mendorong peserta didik untuk mengembangkan eksperimen mereka sendiri sebagai langkah pembuktian hipotesis terhadap permasalahan yang dihadapi dalam kegiatan pre-lab (Bosica et al., 2021; Sugianto et al., 2020). Sebagai contoh, dalam pembelajaran tentang momentum dan impuls, peserta didik diajak merancang percobaan *virtual* yang menguji prinsip kekekalan momentum dalam berbagai jenis tabrakan. Guru berperan sebagai pembimbing dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan

panduan agar peserta didik dapat mengeksplorasi pengaruh berbagai variabel seperti massa dan kecepatan awal terhadap hasil tabrakan (Ristina & W., 2020; Widayastono, 2017).

Melalui kegiatan ini, peserta didik dilatih untuk berpikir kreatif, mengajukan pertanyaan baru, dan mencari solusi inovatif terhadap masalah fisika yang kompleks. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran *inquiry lab* lebih efektif daripada model pembelajaran konvensional dalam mengembangkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Temuan serupa didukung oleh penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa model pembelajaran berbasis *inquiry* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik (Sumarno, 2019). Hasil penelitian lain menambahkan bahwa model pembelajaran *inquiry* juga berdampak positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif dalam pelajaran fisika di SMA (Asih & Ramdhani, 2019). Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran fisika berbasis model *inquiry*, yang didukung oleh laboratorium virtual, efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik (Ristina & W., 2020).

Berdasarkan temuan penelitian ini, perbedaan situasi pembelajaran antara model *Inquiry-VL* dan *DI-VL* memiliki dampak signifikan terhadap efikasi diri peserta didik. Model *Inquiry-VL* lebih efektif dalam meningkatkan efikasi diri peserta didik dalam pembelajaran fisika karena memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk aktif terlibat dalam pembelajaran, berbeda dengan model *DI-VL* yang cenderung membatasi peran peserta didik sehingga kurang merangsang efikasi diri mereka. Selain itu, model *Inquiry-VL* memberikan pengalaman tantangan yang menarik dengan memulai aktivitas penyelidikan dari permasalahan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Sementara itu, model *DI-VL* kurang menghadirkan tantangan karena pembelajaran berbasis pada instruksi langsung dari guru. Lebih lanjut, model *Inquiry-VL* memberikan pengalaman keberhasilan pribadi melalui penggunaan media laboratorium virtual yang mendukung eksplorasi tanpa rasa takut salah dan dapat dicoba berulang kali dalam waktu singkat.

4. SIMPULAN

Berdasarkan seluruh temuan penelitian, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *inquiry-based virtual lab (Inquiry-VL)* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar fisika, kemampuan berpikir kreatif, dan efikasi diri peserta didik baik secara serempak maupun masing-masing. Sebagai implikasinya, guru disarankan menerapkan model *Inquiry-VL* dalam pembelajaran fisika dengan tujuan meningkatkan hasil belajar, kemampuan berpikir kreatif, maupun efikasi diri. Dampak lainnya bahwa, dalam penggunaan media *virtual lab*, guru sebaiknya mengintegrasikannya dengan model pembelajaran *inquiry* untuk mewujudkan kegiatan laboratorium fisika yang bermakna, dan berpusat pada aktivitas pada peserta didik. Guru juga diharapkan mengakomodir efikasi diri awal dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kinerja akademis peserta didik.

5. DAFTAR RUJUKAN

- Agustina, F. R., & Dwikoranto. (2021). Development of STEM model student worksheets with PhET simulation on Hooke's law material to improve the ability students' critical thinking. *Journal of Physics: Conference Series*, 2110(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2110/1/012023>.
- Al-Ahdal, A. A. M. H., & Abduh, M. Y. M. (2021). English Writing Proficiency and Apprehensions Among Saudi College Students: Facts and remedies. *TESOL International Journal*, 16(1), 34–56. <https://www.researchgate.net/profile/Mariam-Abduh/publication/348327244>.
- Annisa, N., & Simbolon, N. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Ipa Berbasis Model Pembelajaran Guided Inquiry Pada Materi Gaya Di Kelas Iv Sd Negeri 101776 Sampali. *School Education Journal Pgsd Fip Unimed*, 8(2), 217–229. <https://doi.org/10.24114/sejpsd.v8i2.10199>.
- Asih, N., & Ramdhani, S. (2019). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan Kemandirian Belajar Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Means End Analysis. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(3), 435–446. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v8i3.534>.
- Astuti, L. I. N. S. (2017). Penguasaan Konsep IPA Ditinjau Dari Konsep Diri. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 7(1), 40–48. <https://doi.org/10.30998/formatif.v7i1.1293>.
- Birhan, W., Shiferaw, G., Amsalu, A., Tamiru, M., & Tiruye, H. (2021). Exploring the context of teaching character education to children in preprimary and primary schools. *Social Sciences & Humanities Open*, 4(1). <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2021.100171>.
- Bosica, J., Pyper, J. S., & MacGregor, S. (2021). Incorporating problem-based learning in a secondary school mathematics preservice teacher education course. *Teaching and Teacher Education*, 102, 103335. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103335>.
- Cantú-Ortiz, F. J., Galeano Sánchez, N., Garrido, L., Terashima-Marin, H., & Brena, R. F. (2020). An artificial

- intelligence educational strategy for the digital transformation. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 14(4), 1195–1209. <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00702-8>.
- Destiansari, E., Amizera, S., Anggraini, N., & Arifin, Z. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Praktikum Digital Berbantuan Virtual Laboratorium pada Materi Pencemaran Air. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 736. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.6104>.
- Goeltz, J. C., & Cuevas, L. A. (2021). Guided inquiry activity for teaching titration through total titratable Acidity in a general chemistry laboratory course. *Journal of Chemical Education*, 98(3), 882–887. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01198>.
- Hamdani, M. S., Wardani, M., & Widi, K. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Team Games Tournamen (TGT) pada Pembelajaran Tematik Terpadu Kelas 5 untuk Peningkatan Keterampilan Kolaborasi. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 3(4), 440. <https://doi.org/10.23887/jisd.v3i4.21778>.
- Hasanah, V., & Supriansyah, S. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Auditori, Intellectually, Repetition (AIR) Berbantu Media Audio Visual Terhadap Rasa Percaya Diri Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 6893–6899. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3411>.
- Jufriadi, A., Huda, C., Aji, S. D., Pratiwi, H. Y., & Ayu, H. D. (2022). Analisis Keterampilan Abad 21 Melalui Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Kampus Merdeka. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 7(1), 39–53. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v7i1.2482>.
- Kapilan, N., Vidhya, P., & Gao, X.-Z. (2021). Virtual laboratory: A boon to the mechanical engineering education during covid-19 pandemic. *Higher Education for the Future*, 8(1), 31–46. <https://doi.org/10.1177/2347631120970757>.
- Khairunisa, D. (2020). Menumbuhkan Karakter Kreatif dan Peduli Melalui Project Based Learning Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Guru Dikmen Dan Diksus*, 3(1), 85–101. <https://doi.org/10.47239/jgdd.v3i1.188>.
- Kurniawati, I. D., & Nita, S.-. (2018). Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa. *DoubleClick: Journal of Computer and Information Technology*. <https://doi.org/10.25273/doubleclick.v1i2.1540>.
- Lin, K. Y., Hsiao, H. S., Williams, P. J., & Chen, Y. H. (2019). Effects of 6E-oriented STEM Practical Activities in Cultivating Middle School Students' Attitudes toward Technology and Technological Inquiry Ability. *Research in Science and Technological Education*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1561432>.
- Luki, N., & Kustijono, R. (2017). Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis Algodoo Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pokok Bahasan Gerak Parabola. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 06(03), 27–35. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/19846/18158>.
- Muawanah, E. I., & Muhid, A. (2021). Strategi Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Selama Pandemi Covid – 19: Literature Review. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, 12(1), 90–98. <https://doi.org/10.23887/jjbc.v12i1.31311>.
- Nurfahzuni, D., & Budiyanto, M. (2023). Implementasi Guided Inquiry Learning Berbantuan Simulasi Interaktif Phet Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains*, 11(1), 53–60. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/article/view/46672>.
- Prabowo, C. A., Ibrohim., & Saptasari, M. (2016). Pengembangan modul pembelajaran inkuiri berbasis laboratorium virtual. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 1(6), 1090–1097. <https://doi.org/10.17977/jp.v1i6.6422>.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). 21st Century Science Learning with Students' Scientific Literacy. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 34–42. <https://doi.org/10.20961/jmpf.v9i1.31612>.
- Prayogi, R. D. (2020). Kecakapan abad 21: Kompetensi digital pendidik masa depan. *Manajemen Pendidikan*, 14(2). <https://doi.org/10.23917/jmp.v14i2.9486>.
- Pulkkinen, J., & Rautopuro, J. (2022). The correspondence between PISA performance and school achievement in Finland. *International Journal of Educational Research*, 114. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.102000>.
- Purnamawati, D., Ertikanto, C., & Suyatna, A. (2017). Keefektifan Lembar Kerja Siswa Berbasis Inkuiri untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 6(2), 209–219. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v6i2.2070>.
- Putri, Y. A., Ekawati, E. Y., & Pujayanto, P. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis LCDS dengan Model Konstruktivisme untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Hukum Gravitasi Newton. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.20961/jmpf.v11i1.47235>.

- Ristina, K. dan A., & W. (2020). Desain Pembelajaran Virtual Laboratorium Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Aktivitas Peserta Didik Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia. *Indonesian Journal of Science Education*, 8(1), 114–127. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.15761>.
- Roebianto, A. (2020). The Effects of Student's Attitudes and Self-Efficacy on Science Achievement. *Jurnal Pengukuran Psikologi Dan Pendidikan Indonesia (JP3I)*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.15408/jp3i.v9i1.14490>.
- Rohmantika, N., & Pratiwi, U. (2022). Pengaruh Metode Eksperimen Dengan Model Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Lontar Physics Today*, 1(1), 9 – 17. <https://doi.org/10.26877/lpt.v1i1.10340>.
- Roosyanti, A. (2022). Interactive Simulations Sebagai Laboratorium Virtual Pada Pembelajaran Sains Sekolah Dasar Selama Pandemi Covid-19. *AULADUNA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 9(2), 121–135. <https://journal3.uin-alauddin.ac.id/index.php/auladuna/article/view/26794>.
- Sari, N. F. (2017). Perbandingan Hasil Belajar Siswa yang Diajar Menggunakan Model Pembelajaran Quantum Teaching dengan Model Pembelajaran Langsung (Direct Instruction) Pada Sub Bab Materi Pokok Sistem Respirasi Pada Manusia di Kelas XI SMA Swasta Medan Putri Tahun Pembelaja. *Edu Science*, 4(2), 18–24. <https://doi.org/10.36987/jes.v4i2.935>.
- Simonton, K. L., Layne, T. E., & Irwin, C. C. (2021). Project-based learning and its potential in physical education: an instructional model inquiry. *Curriculum Studies in Health and Physical Education*, 12(1), 36–52. <https://doi.org/10.1080/25742981.2020.1862683>.
- Sugianto, I., Suryandari, S., & Age, L. D. (2020). Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri Terhadap Kemandirian Belajar Siswa Di Rumah. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3), 159–170. <https://doi.org/10.47492/JIP.V1I3.63>.
- Sujana, A., & Rachmatin, D. (2019). Literasi Digital Abad 21 Bagi Mahasiswa PGSD: Apa, Mengapa, dan Bagaimana. *Conference Series Journal*, 1(1), 1–7. <https://www.researchgate.net/profile/Dewi-Rachmatin-2/publication/341786748>.
- Sukmawijaya, Y., Suhendar, & Juhanda, A. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Stem-Pjbl Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *BioEduIN*, 9(9), 28–43. <https://doi.org/10.15575/bioeduin.v9i2.5893>.
- Sumaeni, B., Sutrio, & Gunada, I. W. (2022). Pengembangan E-Learning Fisika Berbasis Masalah Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(3c), 1913–1920. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i3c.748>.
- Sumarni, R. A., Bhakti, Y. B., Astuti, I. A. D., Sulisworo, D., & Toifur, M. (2020). Analisis Kebutuhan Guru Smp Mengenai Metode Pembelajaran Flipped Classroom. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 236–242. <https://doi.org/10.31764/orbita.v6i2.3168>.
- Sumarno. (2019). Pembelajaran kompetensi abad 21 menghadapi era Society 5.0. *Prosiding SEMDIKJAR (Seminar Nasional Pendidikan Dan Pembelajaran)*, 3, 272–287. <http://ojs.semdikjar.fkip.unpkediri.ac.id/index.php/SEMDIKJAR/article/view/28>.
- Susilaningih, E., Drastisianti, a., Lastri, Kusumo, E., & Alighiri, D. (2019). The analysis of concept mastery using redox teaching materials with multiple representation and contextual teaching learning approach. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 475–481. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.18072>.
- Tanjung, R., & Aritonang, H. (2021). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Virtual Laboratorium pada Materi Optik. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 7(4), 1–13. <http://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/43853>.
- Tschand, M., Mayer, B., & Sorkoa, S. R. (2020). An interdisciplinary digital learning and research factory: The Smart Production Lab. *Procedia Manufacturing*, 45, 491–496. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.061>.
- Widyastono, H. (2017). Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi pada Sekolah Menengah pertama Negeri Akreditasi A di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Kwangsan*, 5(1), 21–38. <https://doi.org/10.31800/jurnalkwangsan.v5i1.37>.
- Wisada, P. D., Sudarma, I. K., & Yuda S, A. I. W. I. (2019). Pengembangan Media Video Pembelajaran Berorientasi Pendidikan Karakter. *Journal of Education Technology*, 3(3), 140. <https://doi.org/10.23887/jet.v3i3.21735>.
- Zubaidah, S. (2019). Pendidikan Karakter Terintegrasi Keterampilan Abad ke-21. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 3(2), 1–24. <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v3i2.125>.