

EFEKTIVITAS SIMULASI PhET DENGAN MODEL INKUIRI TERBIMBING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMP PADA MATERI LISTRIK DINAMIS

Ach Taufik Dwi Wardani¹, Laily Rosdiana^{2*}

^{1,2} Jurusan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

*E-mail: lailyrosdiana@unesa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan keterlaksanaan pembelajaran, keterampilan proses siswa, dan respons siswa setelah mengikuti pembelajaran dengan metode inkuiri terbimbing menggunakan PhET pada materi listrik dinamis. Metode penelitian ini menggunakan pre-eksperimental dengan desain *one group pretest and posttest* yang sasaran penelitian, yaitu 14 siswa kelas IX-B SMP Jati Agung Waru. Data yang diperoleh dengan metode observasi, tes, dan angket kemudian dianalisis secara deskripsi kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan persentase keterlaksanaan pembelajaran sebesar 96,22 selama 2 pertemuan dikatakan kategori sangat baik dan sangat praktis, yaitu mendapatkan lebih dari 90%. Keterampilan proses sains mendapatkan total *N-Gain* sebesar 0,82 yang berkategori tinggi dan efektif mengalami peningkatan. Siswa memberikan respons sebesar 90,15 dikategorikan sangat baik. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan metode inkuiri terbimbing yang menggunakan PhET dapat meningkatkan keterampilan proses sains pada materi listrik dinamis.

Kata Kunci: PhET, inkuiri terbimbing, dan keterampilan proses sains

Abstract

This research aimed to describe three important things in learning, namely implementation of learning, student process skills, and student response after participating in learning with guided inquiry methods using PhET on dynamic electrical materials. This research method uses pre-experimental with one group pretest and posttest design with research subjects are 14 students of class IX-B Jati Agung Waru Junior High School. Data obtained by observation, tests, and questionnaires method are then analyzed in quantitative descriptions. The results showed that the percentage of learning effectiveness of 96.22 during 2 meetings was said to be an excellent and very practical category that was getting more than 90%. Science process skills gained a total N-Gain of 0.82 which is high in category and effectively having increased. Students responded by 90.15 is categorized as excellent response. Based on the description above, it can be concluded that learning with guided inquiry methods that using PhET can improve the skills of science processes in dynamic electrical materials.

Keywords: PhET, guided inquiry, science process skills

How to cite: Wardani, A. T. D., & Rosdiana, L. (2022). Efektivitas simulasi PhET dengan model inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMP pada materi listrik dinamis. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(2). pp. 221-226.

© 2022 Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Kehadiran inovasi yang mengikuti kemajuan di era *Industrial Revolution 4.0* memunculkan tantangan baru dan potensi terbuka dalam berbagai aktivitas manusia. Revolusi industri 4.0 berpeluang memperluas peningkatan produktivitas, kualitas, dan efektivitas dalam proses produksi sehingga produk dapat berdaya saing secara internasional. Revolusi industri 4.0 juga

mempertimbangkan peningkatan kualitas hidup pribadi, transportasi dan komunikasi sederhana, dan pengakuan kerangka sistem keamanan kerja (Wicaksono, 2020). Hal ini bertujuan meningkatkan kualitas sumber daya manusia Indonesia, dapat menjadikan Indonesia memiliki daya saing yang tinggi dan dapat tumbuh menjadi negara berpenghasilan menengah sampai tinggi (Badan Pusat Statistik, 2019). Salah satu langkah yang dapat

dilaksanakan untuk menyiapkan sumber daya manusia Indonesia memiliki daya saing tinggi dan bagus, yaitu melalui Pendidikan dan ditopang suatu kurikulum.

Siklus pembelajaran yang diharapkan dalam Rencana Pendidikan 2013 adalah siklus pembelajaran yang diselesaikan oleh satuan pelatihan dengan cara yang sulit, mengharuskan, menyenangkan, cerdas, dan dapat memacu siswa sehingga siswa mengambil bagian yang berfungsi dan dapat menumbuhkan dorongan siswa, inovasi dan psikologi (Rosdiana & Ulya, 2021). Kurikulum 2013 menerapkan pendekatan berbasis sains untuk menghadapi pembelajaran dan penilaian nyata yang melibatkan standar penilaian dalam pembelajaran. Hal ini didukung dengan adanya pendekatan ilmiah yang terdiri dari 5M (mengamati, menanya, mengumpulkan atau mencari informasi dan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan) (Sudibyo et al., 2018). Guru harus tahu karakteristik siswa dengan menerapkan metode serta media yang tepat agar siswa tersebut dapat menghasilkan suatu hasil yang diinginkan oleh guru.

Guru dalam kegiatan belajar diharapkan tidak hanya menggunakan teknik konferensi, tetapi juga menggunakan eksperimen atau demonstrasi dengan simulasi untuk mendukung memperjelas gagasan pembelajaran. Ini berarti bahwa siswa tanpa pemahaman mendalam tentang konsep pembelajaran yang dipelajari, mengakibatkan berkurangnya keterampilan proses sains untuk aspek memecahkan masalah (Ngadinem, 2019). Pada proses pembelajaran guru banyak memberikan informasi, Siswa tidak diberikan kesempatan mengemukakan ide-ide, menawarkan pengalaman yang abstrak, lebih sedikit waktu untuk menyelesaikan masalah dan pembelajaran homogen. Hal tersebut menyebabkan rendahnya prestasi belajar siswa (Juhji, 2016). Menurut Laily Rosdiana (2017) seorang guru harus memiliki jiwa kreatif dan inovatif dalam menyampaikan suatu materi kepada siswa. Seorang pengajar juga perlu menggunakan media untuk menunjang pembelajaran agar proses pembelajaran menyenangkan dan tidak membosankan. Guru diharapkan bisa membuat atau menerapkan suatu media pembelajaran seperti PhET, yaitu media pembelajaran tentang praktikum secara *online* agar siswa untuk memecahkan suatu masalah yang rumit dan aktif di dalam pembelajaran IPA.

Ilmu Pengetahuan Alam untuk tingkat SMP/MTs Kelas VII Semester 1 terdapat salah satu materi tentang listrik dinamis. Materi ini tergolong ke dalam materi fisika. Pembelajaran fisika terdiri dari benda mati dan fenomena atau kejadian alam yang saling berkaitan sehingga terdapat konsep-konsep yang abstrak dan sulit dipahami siswa (Rizaldi et al., 2020). Pertanyaan-pertanyaan tersebut harus diperhitungkan oleh pendidik agar proses pembelajaran dapat sesuai dengan tujuan yang sebenarnya. Media yang tepat untuk permasalahan itu, yaitu PhET terutama untuk membantu siswa memahami konsep abstrak dalam fisika dan hasil yang diinginkan oleh guru (Rizaldi et al., 2020). Media Pembelajaran seperti PhET membuat siswa dapat meningkatkan keterampilan proses sainsnya di dalam pembelajaran IPA.

Dalam pembelajaran IPA yang baik jika itu dilakukan sebagai ilmu ditemukan (Sudibyo et al., 2018). Sains adalah karya manusia yang diciptakan/ditemukan, secara spesifik melalui strategi ilmiah dan memanfaatkan kemampuan proses sains. Metode ilmiah adalah pendekatan dengan pengakuan dengan akal dan cara-caranya (Sudibyo et al., 2018). Keterampilan proses sains adalah keterampilan pengetahuan siswa dan keterampilan yang diperlukan untuk mempelajari sains, serta pemecahan masalah, dan perkembangan sosial individu (Darmaji et al., 2019). Dalam keterampilan proses sains mengamati merupakan keterampilan paling mendasar selain itu meliputi mengklasifikasi, mengkomunikasikan, mengukur, menyimpulkan, memprediksi (Turiman et al., 2012). Dari beberapa pendapat di atas, dapat dikatakan bahwa kemampuan proses ilmiah adalah kemampuan kognitif (mental) dan psikomotorik (fisik) yang digunakan peneliti untuk berkonsentrasi pada sains dan memimpin penyelidikan sains (Basuki et al., 2019). Siswa diharapkan mampu mencapai keterampilan proses sains untuk meningkatkan proses belajar dan keterampilan di suatu pembelajaran dengan metode inkuiri terbimbing.

Inkuiri merupakan proses bertanya dan menemukan tanggapan atas pertanyaan ilmiah yang diberikan oleh guru terhadap peserta didik. Soal IPA ialah soal yang dapat mendorong siswa untuk menyelidiki topik pertanyaan. Metode yang terlibat dengan mencari, mendapatkan, dan memperoleh data melalui pengamatan/percobaan ilmiah atau berpotensi mencoba memanfaatkan kemampuan berpikir kritis, sistematis, dan logis. Model inkuiri terbimbing ialah model pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk melacak lebih banyak cara menemukan ide-ide logis serta prinsip ilmiah dan menumbuhkan imajinasi dalam berpikir kritis, yang dalam praktiknya selalu diarahkan oleh seorang guru. (Juhji, 2016). Sehingga model inkuiri sangat baik untuk siswa yang kesulitan listrik dinamis untuk melakukan praktikum dengan media pembelajaran PhET. Penelitian relevan tentang penelitian ini yang telah dilakukan sebelumnya oleh Nana (2020), Maulina & Kustijono (2017), Basri (2020) dan Ruhiat & Utami (2019). Tetapi, penelitian ini tentang inkuiri terbimbing dengan media PhET belum pernah dilaksanakan dengan karakteristik siswa berbeda dan kurangnya fasilitas pembelajaran di sekolah.

Berdasarkan hasil wawancara guru IPA di SMP Jati Agung bahwa KD Listrik dinamis tergolong sulit. Karena pada materi tersebut ditemukan banyak formulasi rumus dan berbagai peristiwa yang harus dikaitkan dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga pada materi listrik dinamis siswa mengalami kesulitan. Banyak faktor yang memengaruhi keterampilan proses sains rendah, salah satu faktor yang paling penting, yaitu kurang adanya media yang mendukung pada materi ini. Berdasarkan hasil survei di SMP Jati Agung keterampilan proses sainsnya masih dalam kategori rendah dengan hasil rata-rata keseluruhan 24,3 pengerjaan pretes dengan orientasi KPS. Nilai ini juga masih di bawah standar kelulusan sekolah, yaitu 80. Ada faktor lainnya, yaitu karena pembelajaran masih berpusat pada guru. Oleh karena itu, penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing yang dilakukan dengan pembelajaran di kelas

dan praktikum online, diharapkan siswa menjadi lebih memahami mengenai materi yang diajarkan dengan menerapkan keterampilan proses sains dalam pembelajarannya dan dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Tahun Ajaran 2021-2022 Semester Ganjil pada subjek 1 kelas dan selama 2 kali pertemuan dengan menggunakan satu pertemuan rencana *pretest posttest* ditentukan untuk mengetahui peningkatan kemampuan siswa setelah mengikuti pembelajaran. Sampel dari penelitian ini ialah 14 siswa kelas XI B SMP Jati Agung Waru pada Semester Ganjil tahun pelajaran 2021-2022. Populasi penelitian ini merupakan siswa kelas XI SMP Jati Agung sebanyak ≤ 140 siswa yang terbagi 6 kelas. Masing-masing kelas terdiri dari $\geq 15-20$ siswa. Apabila jumlah populasi ≥ 100 orang, maka dapat diambil 10% hingga 25% dari keseluruhan untuk dijadikan sampel penelitian (Arikunto, 2006). Berdasarkan pendapat tersebut peneliti mengambil seluruh menjadi sampel karena populasi yang di sekolah tersebut kecil dengan memanfaatkan strategi pemeriksaan purposive, yang merupakan metode pemeriksaan di mana analisis bergantung pada penilaian mereka sendiri saat memilih individu dari populasi untuk mengambil bagian dalam penelitian (Sugiyono, 2015). Pemilihan kelas secara acak dan yang terpilih, maka semua siswa tersebut dijadikan sampel penelitian.

Instrumen yang digunakan dalam mengumpulkan data adalah 1) Lembar observasi tingkah laku siswa saat pembelajaran secara langsung. 2) Tes yang digunakan berbasis KPS yang berjumlah 10 soal mewakili indikator keterampilan proses sains masing-masing meliputi mengamati; mengklasifikasi; memprediksi; mengukur; menyimpulkan; mengomunikasikan. 3) Angket digunakan untuk mengetahui respons setelah pembelajaran usai. Lembar observasi digunakan untuk mengumpulkan data keterlaksanaan pembelajaran, hasil belajar afektif, dan hasil belajar psikomotorik melalui strategi persepsi. Tes digunakan untuk mendapatkan informasi *pretest-posttest* berbasis keterampilan proses. Sedangkan angket digunakan untuk mengetahui respons terhadap pembelajaran. Data yang diperoleh dari pengamatan serta kuesioner di analisis secara deskriptif kuantitatif menerapkan patokan rubrik dan skor pemahaman aturan pada informasi hasil percobaan, analisis *N-gain* ternormalisasi untuk mengetahui perbedaan kemampuan awal dan akhir. Hake (1998) memaparkan dimana hasil skor *gain* ternormalisasi di bagi ke dalam tiga kategori disajikan Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria *N-Gain*

Rentang <i>N-Gain</i>	Kriteria <i>N-Gain</i>
$(<g>) < 0,3$	Rendah
$0,7 > (<g>) \geq 0,3$	Sedang
$(<g>) \geq 0,7$	Tinggi

Model pembelajaran inkuiri terbimbing mampu meningkat keahlian proses sains siswa apabila *N-Gain*

mencapai nilai rata-rata sebesar $> 0,30$ dengan kategori sedang (Hake,1998). Selanjutnya, diuji t berpasangan guna memahami signifikansi perbedaannya. Namun, sebelumnya, dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas sampel dengan menggunakan SPSS versi 21.0

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membahas keterlaksanaan pembelajaran pada setiap pertemuan disajikan Tabel 2.

Tabel 2 Persentase keterlaksanaan pembelajaran

Fase Pembelajaran	Pertemuan 1		Pertemuan 2	
	P1	P2	P1	P2
Pendahuluan	94,40	91,60	100,00	92,90
Inti	94,40	91,60	95,00	92,50
Penutup	100,00	100,00	100,00	100,00
Rata-rata	96,02			

Keterangan:

P1: Pengamat 1

P2: Pengamat 2

Persentase pada Tabel 2 menunjukkan keterlaksanaan pembelajaran PhET dengan metode inkuiri terbimbing pada materi listrik dinamis telah terlaksana dengan baik dengan rata-rata persentase tiap fase dalam setiap pertemuan, yaitu 94,73;93,37; dan 100. Pada fase pembelajaran inti siswa diberi stimulus metode inkuiri terbimbing yang mempunyai sintaks untuk mencapai tujuan inkuiri tersebut. Sintaks inkuiri terbimbing, yaitu identifikasi dan menetapkan masalah, merencanakan dan memprediksi hipotesis, menyelidiki dan mengumpulkan data, interepasi data dan mengembangkan kesimpulan, dan refleksi. Berdasarkan sintaks inkuiri terbimbing lebih terpusat siswa bertujuan agar siswa lebih kreatif dan inovatif bukan itu saja agar tidak bosan terhadap pelajaran IPA, hal ini sesuai penelitian dari Budiyo & Hartini (2016) yang mengungkapkan bahwa inkuiri terbimbing mampu meningkatkan keaktifan, keterampilan proses, motivasi dan pengalaman belajar siswa. Walaupun berpusat pada siswa metode inkuiri terbimbing guru tidak melepas, tetapi peran guru di sini membimbing siswa untuk memecahkan masalahnya. Selain memberi metode inkuiri terbimbing siswa dikasih PhET agar lebih mudah tercapai tujuan agar keterampilan proses sains. Hal ini sesuai pernyataan Ruhiat & Utami (2019) bahwa menggunakan metode inkuiri dengan bantuan PhET sangat efektif guna menambah keahlian pada proses sains siswa.

Keterampilan proses sains yaitu hasil penelitian ini berupa pretes dan posttes yang berbasis ketrampilan proses sains yang dianalisis menggunakan uji normalitas, uji homogenitas, uji *N-Gain* ternormalisasi dan uji t yang disajikan pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Gambar 1.

Tabel 3 Data Hasil Uji Normalitas.

Data	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Nilai KPS	0.921	14	0.228

Nilai signifikansi didapat dalam kajian yang diterapkan secara uji normalitas, yaitu $0,228 > 0,05$. Hal tersebut menunjukkan data yang diperoleh normal.

Tabel 4 Data Hasil Uji Homogenitas

Levene Statistic	$df_{pretest}$	$df_{posttest}$	Sig.
3.845	1	26	0.061

Sampel penelitian yang dikatakan homogen jika signifikansi $> 0,05$. Data yang diperoleh di atas sebesar $0,061 > 0,05$ menunjukkan data tersebut termasuk homogen.

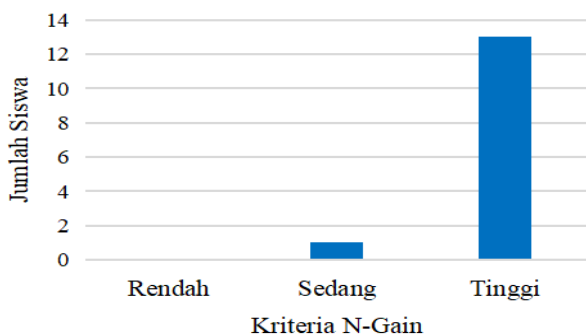
Tabel 5 Data Hasil Uji-t

	t_{stat}	df	Sig.
Pretest dan Posttest	-20,236	13	0,000

Berdasarkan Tabel 5 mendapatkan nilai probabilitas sig. 0.000; $p < 0.05$ artinya ada perbedaan rerata signifikan diantara hasil pretes dan posttes dengan menggunakan PhET.

N-Gain

Analisis data N-Gain digunakan menentukan peningkatan hasil antara pretest dan posttest ditinjau dari kemampuan proses sains. Peningkatan kemampuan proses sains memanfaatkan analisis N-Gain dikelas IX-B disajikan di Gambar 1.

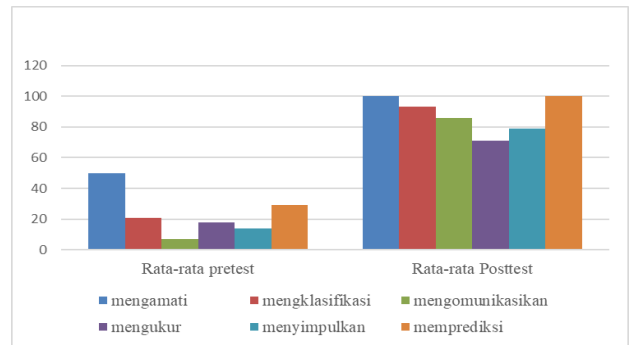


Gambar 1 Hasil analisis N-gain keterampilan proses sains

Berdasarkan Gambar 1 hasil penambahan keahlian keproses sains dengan N-Gain kelas IX-B bisa diketahui 1 siswa mendapatkan N-Gain berkategori sedang dan sisanya, yaitu 13 mendapatkan N-Gain berkategori tinggi. Siswa yang mendapatkan N-Gain sedang dan tinggi sudah tuntas terhadap materi listrik dinamis karena sudah di atas kriteria KKM, yaitu 80 yang berpanduan dalam Kemendikbud RI (2015). Itu dipengaruhi oleh tingkat mental seperti pengetahuan, keterampilan, dan afektif tiap siswa yang berbeda (Miller et al., 2010).

Konsekuensi dari pemeriksaan tingkat pencapaian setiap sudut keterampilan proses sains tersaji di Gambar 2.

Dibawah ialah analisa tiap aspek keterampilan proses sains.



Gambar 2 Persentase ketercapaian tiap aspek keterampilan proses sains

Berpedoman Gambar 2, hasil rata-rata pretest aspek dengan ketercapaian terendah dikelas, yaitu aspek mengomunikasikan dengan persentase sebesar 7% dan aspek yang ketercapaian yang tertinggi dikelas, yakni mencermati persentase sebanyak 50%. Hasil rata-rata posttest tercapaiannya persentase aspek keterampilan proses sains dikelas yang terendah, yakni aspek mengukur dengan persentase sebesar 71% dan aspek yang ketercapaian yang tertinggi pada kelas, yaitu aspek memprediksi dan aspek mengamati sama hasilnya, yaitu sebesar 100%. Hasil ketercapaian rata-rata pretest dan rata-rata posttest mengalami perubahan yang signifikan di kelas tersebut.

Hal ini dikarenakan oleh berbagai hal. Menurut Budiyo & Hartini (2016), adanya keterampilan proses sains dalam pengkajian inkuiri terbimbing. siswa melakukan observasi dengan dorongan keterampilan proses sains agar mendapatkan hasil yang baik. Menurut Miller (2010), hasil yang didapatkan berbeda dikarenakan pemahaman siswa mengenai sistem ilmiah berpengaruh dan variabel lainnya seperti sarana prasarana, alokasi waktu dan metode yang diajarkan kepada siswa

Pembelajaran ini mendapatkan respons dari siswa, yaitu 90,1 % yang dikatakan menurut skala likert sangat praktis atau juga bisa disebut sangat baik. Analisis respons siswa menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggunakan media pembelajaran PhET dengan metode inkuiri terbimbing sangat baik guna menambah keahlian proses sains siswa. Guru tidak pernah melakukan kegiatan ini sehingga dalam pembelajaran ini siswa sangat antusias. Hal ini menunjukkan bahwa siswa merasa aktif dan senang terhadap pembelajaran. Hal ini dapat didukung dengan meningkatnya hasil keterampilan proses sains siswa.

Pembelajaran ini mendapatkan respons dari siswa, yaitu 90,1 % yang dikatakan menurut skala likert sangat praktis atau juga bisa disebut sangat baik. Analisis respons siswa menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggunakan media pembelajaran PhET lewat sistem inkuiri terbimbing sangat baik dalam menambah keahlian proses sains siswa. Guru tidak pernah melakukan kegiatan ini sehingga dalam pembelajaran ini siswa sangat antusias. Hal tersebut memberi penjelasan dimana

siswa merasa aktif dan senang terhadap pembelajaran. Selain itu, dapat didukung oleh tingkat keahlian yang dihasilkan pada tahap sains siswa.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa pembelajaran yang menggunakan media PhET dengan metode inkuiri terbimbing pada materi listrik dinamis telah terlaksana dengan merata baik. Kemampuan di bidang sains yang mencapai ketuntasan di tiap kategori dapat dibuktikan dari hasil *posttest* lebih tinggi dari hasil *pretest*. Perolehan *N-Gain*, yaitu sebesar 0,82 yang berkategori tinggi dan angket respons siswa mendapatkan hasil sebesar 90,1 % yang berkategori sangat baik. Dengan demikian, efektivitas PhET penerapan sistem inkuiri terfokus dalam memperbaiki kreatifitas dalam sains bisa di terapkan pada materi listrik dinamis.

Mengacu pada pengujian yang telah diterapkan, peneliti bisa memberi saran, yaitu (1) guru sebaiknya berkonsentrasi pada siswa yang kemampuan menangkap pelajaran lemah, agar bisa menguasai pembelajaran secara optimal; (2) asumsi untuk penggunaan waktu yang sesuai secara produktif harus dipertimbangkan pada strategi penerapan sistem belajar yang mana belum sesuai kurikulum, untuk mencocokkan apa yang umumnya diinginkan; (3) pengaturan tempat belajar dikondisikan supaya meminimalisir gangguan dari lingkungan diluar ruangan; serta (4) diharapkan sampel penelitian diperbesar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2006). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Yogyakarta: Rineka Cipta.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Potret Pendidikan Indonesia Statistik Pendidikan 2019*. <https://www.bps.go.id/publication/2019/11/29/1deb588ef5fdbfba3343bb51/potret-pendidikan-statistik-pendidikan-indonesia-2019.html>
- Basri, D. A. (2020). Implementasi simulasi PhET (physics education technology) dan kit ipa terhadap keterampilan proses sains peserta didik SMA Negeri 6 Pinrang. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 15(3), 31–42. <https://doi.org/10.35580/jspf.v15i3.13496>
- Basuki, F. R., Jufrida, J., Kurniawan, W., Devi, I. P., & Fitaloka, O. (2019). Tes keterampilan proses sains: Multiple choice format. *Jurnal Pendidikan Sains (Jps)*, 7(2), 101. <https://doi.org/10.26714/jps.7.2.2019.9-19>
- Budiyono, A., & Hartini, H. (2016). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap keterampilan proses sains siswa SMA. *Wacana Didaktika*, 4(2), 141–149. <https://doi.org/10.31102/wacanadidaktika.4.2.141-149>
- Darmaji, D., Kurniawan, D. A., & Irdianti, I. (2019). Physics education students' science process skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(2), 293–298. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i2.28646>
- Wicaksono, G. A. (2020). Penyelenggaraan pembelajaran ipa berbasis pendekatan stem dalam menyongsong era revolusi industri 4.0. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1), 54–62. <https://doi.org/10.24929/lensa.v10i1.98>
- 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. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Juhji. (2016). Peningkatan keterampilan proses sains siswa. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 2(1), 58–70. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JPPPI/article/download/419/583>
- Kemendikbud RI. (2015). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2015. *Kemendikbud.Go.Id*, 3. <https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2015/06/permendikbud-no-12-tahun-2015-tentang-program-indonesia-pintar-4285-4285>
- Maulina, R. N., & Kustijono, R. (2017). Efektifitas pembelajaran fisika berbantuan media virtual PhET disamping pelaksanaan lab riil untuk melatih keterampilan proses sains. *Seminar nasional fisika 2017*, November, 65–69. <https://fisika.fmipa.unesa.ac.id/proceedings/index.php/snf/article/download/34/23>
- Miller, H. R., Mcneal, K. S., & Herbert, B. E. (2010). Inquiry in the physical geology classroom: Supporting students' conceptual model development. *Journal of Geography in Higher Education*, 34(4). <https://doi.org/10.1080/03098265.2010.499562>
- Nana, N. (2020). Penerapan eksperimen virtual PhET terhadap model pembelajaran POE2WE pada tumbukan untuk melatih keterampilan proses sains. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 7(1), 17–27. <https://doi.org/10.36706/jipf.v7i1.10912>
- Ngadinem, N. (2019). Penggunaan media simulasi PhET untuk meningkatkan keterampilan proses sains. *Jurnal Ilmiah WUNY*, 1(1). <https://doi.org/10.21831/jwuny.v1i1.26850>
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamal, J. (2020). PhET: Simulasi interaktif dalam proses pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10–14. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103>
- Rosdiana, L., & Ulya, R. M. (2021). The Effectiveness of the animation video learning earth's layer media to improve students' concept understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1899(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1899/1/012172>
- Rosdiana, L., & Sari, D. A. P. (2017). Respon mahasiswa terhadap pembelajaran model inkuiri dengan menggunakan animasi. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 1(1), 33. <https://doi.org/10.26740/jppipa.v1n1.p33-36>
- Ruhat, Y., & Utami, I. S. (2019). Penerapan model inkuiri terbimbing berbantuan PhET untuk meningkatkan keterampilan proses saians siswa pada konsep gerak harmonik sederhana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika Untirta*, 2(1),

247–255.

Sudibyo, E., Nurita, T., & Fauziah, A. N. M. (2018). Penggunaan lembar kerja berorientasi pendekatan keterampilan proses untuk melatih keterampilan proses sains siswa SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 3(1), 21. <https://doi.org/10.26740/jppipa.v3n1.p21-26>

Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.

Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.253>