



Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa dalam Pembelajaran Inkuiri dengan Simulasi PhET: Studi Pendahuluan

¹Ni Nyoman Sri Putu Verawati, ^{2*}Roniati Sukaisih

¹Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, 83124, Indonesia

²MAN 3 Lombok Tengah, Sengkol, Pujut, Lombok Tengah, 83573, Indonesia

*Email Korespondensi: roniatisukaisih@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (HOTs) dengan indikator analisis, evaluasi, dan mencipta dalam pembelajaran inkuiri dengan simulasi PhET. Penelitian ini merupakan pre-eksperimental dengan one-group pretest-posttest design yang melibatkan 32 siswa sebagai subjek penelitian. Data keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dikumpulkan menggunakan instrument test berbentuk uraian. Keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dianalisis secara deskriptif menggunakan persamaan n-gain dan statistic menggunakan uji paired t-test dan Wilcoxon test dengan bantuan software IBM SPSS versi 23. Hasil penelitian menunjukkan pembelajaran inkuiri dengan simulasi PhET berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Hasil analisis peningkatan (n-gain) HOTs siswa juga menunjukkan peningkatan indicator analisis berkategori tinggi (n-gain= 0,8), sedangkan indicator evaluasi dan indicator mencipta berkategori sedang (n-gain= 0,7 dan n-gain= 0,6). Berdasarkan temuan tersebut dapat disimpulkan bahwa pembelajaran inkuiri dengan simulasi PhET dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi bentuk dan perubahan energy.

Kata kunci: keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTs), inkuiri, simulasi PhET

Students' Higher Order Thinking Skills in Inquiry Learning with PhET Simulation: Pre-Experimental Study

Abstract

This study aims to identify students' higher order thinking skills (HOTs) with indicators of analysis, evaluation, and creation in inquiry learning with PhET simulation. This research is a pre-experimental with one-group pretest-posttest design involving 32 students as research subjects. Data on students' higher order thinking skills were collected using a test instrument in the form of a description. Students' higher order thinking skills were analyzed descriptively using the n-gain equation and statistically using the paired t-test and Wilcoxon test with the help of IBM SPSS version 23 software. The results showed that inquiry learning with PhET simulation had a significant effect ($p < 0.05$) on students' higher order thinking skills. The results of the analysis of the increase (n-gain) of students' HOTs also showed an increase in the analytical indicators in the high category ($n\text{-gain} = 0.8$), while the evaluation and creation indicators were in the medium category ($n\text{-gain} = 0.7$ and $n\text{-gain} = 0.6$). Based on these findings, it can be concluded that inquiry learning with PhET simulation can improve students' higher order thinking skills on the form and change of energy.

Keywords: higher order thinking skills (HOTs), inquiry, PhET simulation

How to Cite: Verawati, N. N. S. P., & Sukaisih, R. (2021). Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa dalam Pembelajaran Inkuiri dengan Simulasi PhET: Studi Pendahuluan. *Empiricism Journal*, 2(1), 40–46. <https://doi.org/10.36312/ej.v2i1.591>



<https://doi.org/10.36312/ej.v2i1.591>

Copyright©2021, Verawati & Sukaisih

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *higher order thinking skills* (HOTs) merupakan tujuan utama pendidikan (Mahanal, 2019) sekaligus tantangan dalam pelaksanaan pembelajaran sains (Kusuma et al., 2017). Berdasarkan tingkatan kognitif dalam taksonomi Bloom, analisis (C4), evaluasi (C5), dan mencipta/kreasi (C6) termasuk dalam indicator-indikator HOTs (Anderson & Krathwohl, 2001). Brookhart (2010) mendefinisikan HOTs sebagai (1) transfer informasi dan pengetahuan melalui pembelajaran bermakna yang aktif,

konstruktif, intensif, autentik, dan kooperatif (Mystakidis et al., 2019); berpikir kritis terkait berpikir reflektif untuk menentukan apa yang dipercaya dan dilakukan (Ennis, 2018); dan (3) pemecahan masalah melalui analisis untuk menemukan strategi-strategi pemecahan masalah yang paling efektif digunakan (Sukaisih et al., 2020). Beberapa keterampilan yang seringkali dikaitkan dengan HOTs diantaranya berpikir kritis, berpikir kreatif, pemecahan masalah, berpikir logis (Singh et al., 2017; Zubaideh, 2019) metakognisi (Asy'ari, Hidayat, et al., 2019; Muhali, 2019; Thomas, 2012; Zohar & Barzilai, 2013), dan keterampilan proses sains (Asy'ari, Fitriani, et al., 2019). Meskipun banyak hasil penelitian dan kajian teori yang menyatakan HOTs sebagai keterampilan penting dia harus dimiliki siswa sebagai bekal menghadapi tuntutan di masa depan (Diansah et al., 2021; Purnama & Nurdianingsih, 2019), namun pada kenyataannya, pembelajaran yang menekankan keterampilan tingkat tinggi masih sering terabaikan (Annuuru et al., 2017). Pernyataan tersebut diperkuat hasil penelitian yang menunjukkan secara umum siswa tidak mengetahui konsep HOTs dan menunjukkan respon minimnya pembelajaran HOTs berdasarkan pengalaman belajar yang dilalui (Yuliati & Lestari, 2018).

Hasil observasi menunjukkan bahwa rerata hasil ujian semester siswa adalah 55 sehingga menyebabkan 60% siswa harus melakukan remedial/ujian ulang. Kondisi tersebut salah satunya disebabkan oleh proses pembelajaran yang tidak mengharuskan siswa untuk melakukan langsung kegiatan-kegiatan pembuktian dalam pelajaran fisika yang dipelajari sehingga HOTs siswa tergolong rendah. Senada dengan uraian tersebut, Manalu (2019) menyatakan bahwa dalam pembelajaran fisika, guru belum menekankan untuk penguasaan HOTs pada siswa, hal tersebut terlihat dari penggunaan model pembelajaran yang bersifat semikonvensional. Lebih lanjut dijelaskan, siswa seringkali belajar dengan membaca, menghafal rumus, latihan soal, dan memahami konsep sehingga menyebabkan perbedaan hasil belajar fisika siswa termasuk HOTs (Fitriana et al., 2016) sehingga penggunaan pembelajaran yang memberikan perlakuan yang seragam penting dilakukan.

Salah satu pembelajaran yang seringkali digunakan untuk pembelajaran HOTs adalah pembelajaran inkuriri (Asy'ari et al., 2021; Prayogi & Muhali, 2015). Pembelajaran inkuri merupakan pembelajaran berorientasi pada siswa (Arends, 2012) yang memiliki langkah-langkah mengidentifikasi masalah, membuat hipotesis, mengumpulkan data, menganalisis data, dan mengambil keputusan (Eggen & Kauchak, 2012). Penelitian terkait penggunaan pembelajaran inkuriri untuk membelajarkan HOTs telah banyak dilakukan. Hasil penelitian Ita (2018) menemukan pembelajaran kooperatif berbasis dapat meningkatkan HOTs. Lebih lanjut, Purnamawati et al. (2017) yang menguji efektifitas lembar kerja siswa (LKS) berbasis inkuriri menyatakan bahwa LKS berbasis inkuri berpengaruh positif dalam menumbuhkembangkan HOTs siswa dimana keterampilan analisis, evaluasi ($n\text{-gain}$: 0,6) dan mencipta ($n\text{-gain}$: 0,7) meningkat setelah pembelajaran. Kebaruan dari penelitian ini ditinjau dari uraian penelitian sebelumnya adalah perbedaan pada materi ajar yang digunakan yaitu materi bentuk dan perubahan energi dengan simulasi PhET yang merupakan jenis multimedia yang digunakan dalam pembelajaran keterampilan proses sains yang memiliki fitur animasi, video, gambar statis, dan simulasi yang interaktif. PhET awalnya dikembangkan dan digunakan dalam pembelajaran fisika, tetapi PhET kini sudah banyak digunakan dalam pembelajaran-pembelajaran matematika, kebumian, biologi dan kimia pada jenjang sekolah dasar, menengah dan universitas. Secara keseluruhan PhET dinyatakan dapat membantu siswa dalam memahami konsep dan juga meningkatkan keterampilan proses sains spesifik siswa dalam pemecahan masalah (*PhET Interactive Simulations*, n.d.). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (HOTs) dengan indikator analisis, evaluasi, dan mencipta dalam pembelajaran inkuriri dengan simulasi PhET.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pre-eksperimental dengan one group pretest-posttest design (Fraenkel et al., 2012). Penelitian ini melibatkan 32 siswa di salahsatu Madrasah Aliyah Negeri di Lombok Tengah sebagai subjek penelitian. Data keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dikumpulkan menggunakan instrument test berbentuk uraian. Siswa terlebih dahulu diberikan tes awal (O_1) untuk mengetahui tingkat HOTs dan pengetahuan awal yang dimiliki pada materi bentuk dan perubahan energy. Siswa selanjutnya dibelajarkan menggunakan pembelajaran inkuriri dengan simulasi PhET (X). Pada tahap akhir,

siswa diberikan tes akhir (O_2) untuk mengetahui perubahan/peningkatan HOTS siswa setelah dibelajarkan menggunakan pembelajaran inkuiri dengan simulasi PhET. Secara sederhana proses-proses tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain penelitian one group pretest-posttest design

Pretest	Perlakuan	Posttest
O ₁	X	O ₂

Data HOTs siswa dianalisis menggunakan Kolmogorov-Smirnov test untuk menentukan normalitas data penelitian sebelum melakukan uji peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa menggunakan paired t-test jika dinyatakan berdistribusi normal dan Wilcoxon test jika data peneltian dinyatakan tidak berdistribusi normal. Analisis data secara statistic dilakukan dengan bantuan software IBM SPSS 23 version. Selain dianalisis secara statistic, peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa juga dianalisis secara deskriptif menggunakan persamaan n-gain (Persamaan 1) (Hake, 1999).

Skor n-gain yang diperoleh dari hasil analisis data penelitian selanjutnya dikategorisasikan menggunakan Tabel 2.

Table 2. Kriteria peningkatan HOTS siswa (n-gain)

Skor	Kategori
n-gain > 0,70	Tinggi
0,30 – 0,70	Sedang
n-gain < 0,30	Rendah

Selain kategorisasi peningkatan siswa setelah pembelajaran menggunakan pembelajaran inkuiri dengan simulasi PhET, HOTs siswa juga dikategorisasi berdasarkan Tabel 3.

Tabel 3. Kategori HOTs siswa (Kusuma et al., 2017)

Skor	Kategori
76-100	Unggul
56-75	Baik
26-55	Cukup
1-25	Rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Uji prasyarat menggunakan Kolmogorov-Smirnov test dilakukan sebelum uji peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Tabel 4). Berdasarkan hasil analisis data. Indikator analisis dan mencipta dinyatakan berdistribusi normal, sedangkan indicator evaluasi dinyatakan tidak berdistribusi normal, sehingga uji paired t-test dilakukan untuk data berdistribusi normal, dan Wilcoxon test untuk data tidak berdistribusi normal.

Table 4. Normalitas data penelitian

Item	N	Keterampilan berpikir tingkat tinggi		
		Std. Deviation	Sig.	Normalitas
Analisis		11.74	0,200	Ya
Evaluasi	32	11.31	0,0003	Tidak
Mencipta		9.88	0,200	Ya

Tabel 4 menunjukkan bahwa indicator evaluasi dinyatakan tidak berdistribusi normal ($\text{sig.} < 0,05$) sehingga Wilcoxon test dilakukan untuk menentukan peningkatan indicator tersebut setelah pembelajaran menggunakan pembelajaran inkuiri dengan simulasi PhET. Berbeda dengan indicator evaluasi, indikator analisis dan indicator mencipta dinyatakan berdistribusi normal ($\text{sig.} > 0,05$) sehingga paired t-test dilakukan untuk menentukan peningkatan indicator analisis dan mencipta siswa setelah pembelajaran.

Table 5 menunjukkan peningkatan (n-gain) HOTS siswa berdasarkan tiap indicator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran inkui dengan simulasi PhET

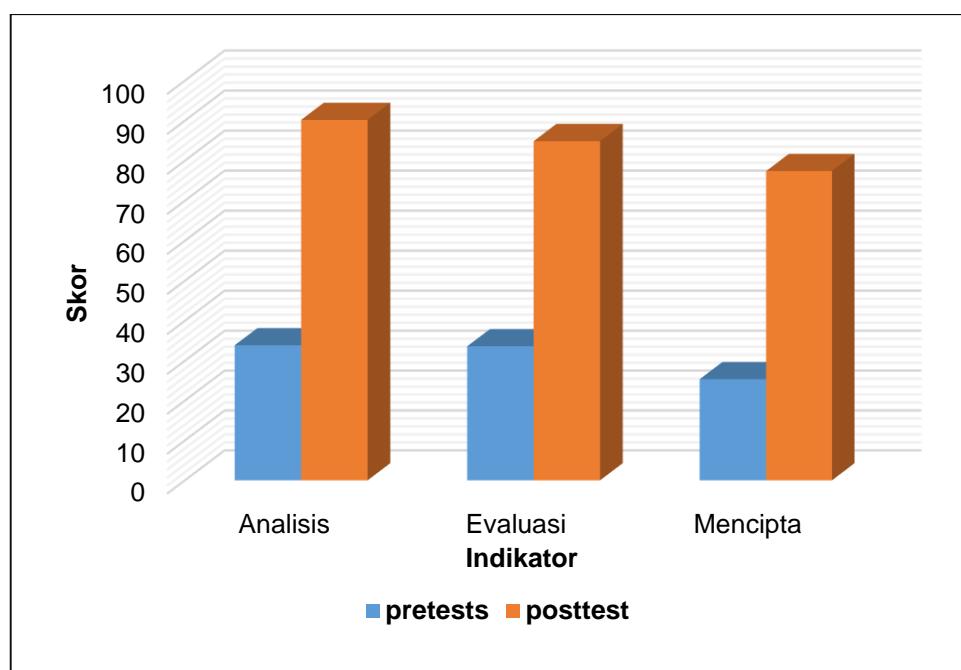
berpengaruh signifikan terhadap HOTs siswa pada tiap indicator yaitu analisis, evaluasi, dan mencipta.

Table 5. Hasil analisis paired t-test, Wilcoxon test, dan n-gain HOTs siswa

	Item	Tes	N	Mean	Std. Deviation	Df	p	n-gain
Pair 1	Analisis	Pretest	32	31.12	11.90	31	0,000	0,8
		Posttest		90.18	9.27			
Pair 2	Mencipta	Pretest	32	23.21	10.79	31	0,000	0,6
		Posttest		77.41	14.11			
Wilcoxon test								
Item		z		p			n-gain	
Evaluasi		-4.944			0,000			0,7

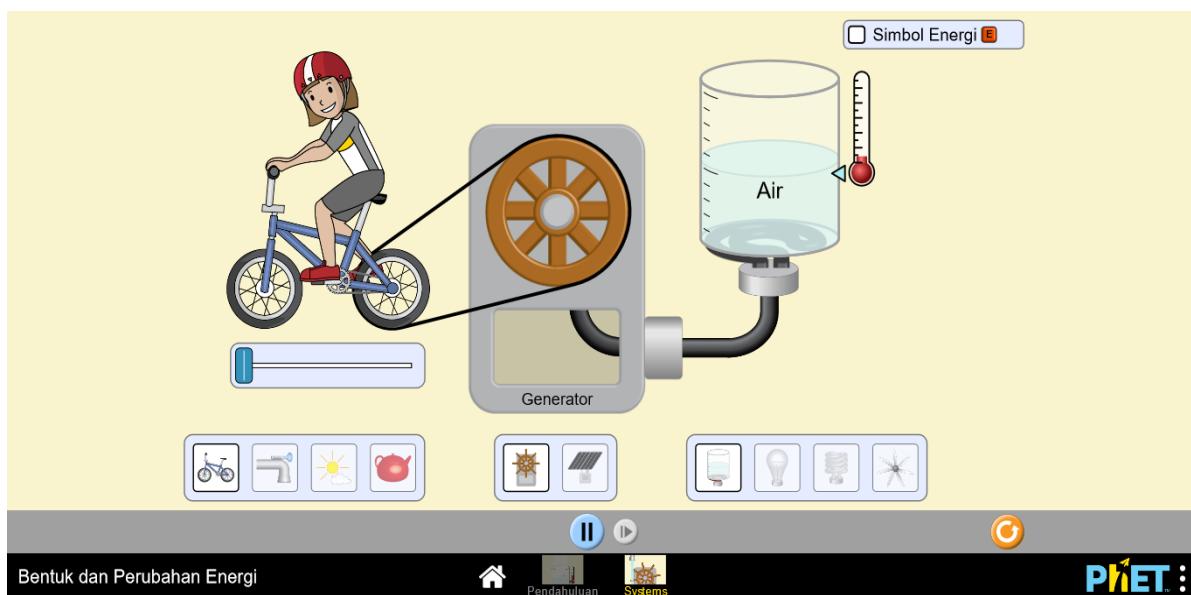
Pembahasan

Pembelajaran inkuri dengan simulasi PhET memberikan dampak signifikan terhadap HOTs siswa ($p < 0,05$). Temuan tersebut juga didukung dengan peningkatan HOTs siswa berdasarkan tinjauan indicator-indikator HOTs yang diukur dalam penelitian ini (Gambar 1). Pembelajaran inkuri yang menekankan pada keterlibatan aktif siswa dalam menemukan pengetahuan melalui proses analisis dan kegiatan percobaan menyebabkan terjadinya peningkatan HOTs siswa. Sejalan dengan pernyataan tersebut, Rohmawatiningsih et al. (2018) menyatakan bahwa keterlibatan langsung dalam pembelajaran dan situasi nyata merupakan kegiatan penting dalam membelajarkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Lebih lanjut Hunaepi et al. (2020) menjelaskan pembelajaran inkuri membantu siswa dalam membangun pengetahuan melalui kegiatan bertanya, merumuskan hipotesis, dan menguji hipotesis untuk membangun pemahaman mendalam terhadap pengetahuan tersebut.



Gambar 1. Peningkatan HOTs siswa berdasarkan tinjauan indicator

Peningkatan HOTs siswa setelah pembelajaran inkuri dengan kategori tiap indicator yaitu analisis berkategorii tinggi (n-gain: 0,8); evaluasi berkategorii sedang (n-gain: 0,7); dan mencipta berkategorii sedang (n-gain: 0,6) tidak terlepas dari penggunaan simulasi PhET sebagai media aktualisasi konsep-konsep fisika yang bersifat abstark pada materi bentuk dan perubahan energy (Gambar 2).



Gambar 2. Materi ajar bentuk dan perubahan energy pada simulasi PhET

Simulasi materi ajar pada media simulasi PhET memiliki karakteristik interaktif dengan menampilkan gambar statis, animasi, video, dan simulasi membuat siswa lebih tertarik selama proses pembelajaran. Sejalan dengan pernyataan tersebut, penelitian terdahulu menyatakan PhET menyediakan gambar, animasi, dan simulasi interaktif yang dibuat seperti permainan (Thohari et al., 2019) sehingga berdampak pada aktifitas dan antusiasme siswa dalam pembelajaran (Pujiyono et al., 2016) peningkatan pemahaman konsep fisika siswa (Batuyong & Antonio, 2018). Selain itu, tampilan pada simulasi PhET yang menarik juga disinyalir mempengaruhi rasa ingin tahu siswa (Mahulae et al., 2017) sehingga efektif untuk membantu siswa dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak (Alatas et al., 2017).

KESIMPULAN

Pembelajaran inkuri dengan simulasi PhET dinyatakan berpengaruh positif ($p < 0,05$) dan dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi bentuk dan perubahan energy. Hasil tersebut juga didukung peningkatan HOTs siswa setelah pembelajaran inkuri berdasarkan tinjauan tiap indicator yaitu analisis berkategori tinggi ($n\text{-gain}: 0,8$); evaluasi ($n\text{-gain}: 0,7$) dan mencipta ($n\text{-gain}: 0,6$) berkategori sedang.

REKOMENDASI

Penting untuk memperhatikan waktu yang dibutuhkan dalam melakukan percobaan agar pelaksanaan pembelajaran lebih efektif. Selain itu penggunaan establishing set yang autentik perlu dipersiapkan lebih baik untuk lebih mengontekstualisasikan materi ajar dengan fenomena sekitar siswa

DAFTAR PUSTAKA

- Alatas, F., Pohan, H., & Nisa, A. S. (2017). *The Implementation of Virtual Laboratory Phet Guided Discovery Learning on Students' Achievement: Dynamic Electricity Topic*. 61–65. <https://doi.org/10.2991/icems-17.2018.13>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives* (Complete ed). Longman.
- Annuuru, T. A., Johan, R. C., & Ali, M. (2017). Peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pelajaran ilmu pengetahuan alam peserta didik sekolah dasar melalui model pembelajaran treffinger. *Educational Technologia*, 1(2), 136–144.
- Arends, R. (2012). *Learning to teach* (9th ed). McGraw-Hill.
- Asy'ari, M., Fitriani, H., Zubaidah, S., & Mahanal, S. (2019). The Science Process Skills of Prospective Biology Teachers in Plant Cell Material Based on Gender. *International*

- Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(19), 168. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i19.11208>
- Asy'ari, M., Hidayat, S., & Muhalis, M. (2019). Prototipe buku ajar fisika dasar reflektif-integratif berbasis problem solving untuk meningkatkan pengetahuan metakognisi. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2). <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i2.27089>
- Asy'ari, M., Prayogi, S., Mirawati, B., Syarifuddin, Hunaepi, Syahrir, & Suhirman. (2021). Development of physics learning tools based on inquiry to increase creative thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1816(1), 012094. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1816/1/012094>
- Batuyong, C. T., & Antonio, V. (2018). *Exploring the Effect of PhET® Interactive Simulation-Based Activities on Students' Performance and Learning Experiences in Electromagnetism*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Exploring-the-Effect-of-PhET%C2%AE-Interactive-on-and-in-Batuyong-Antonio/07ed9395b1fe4f154c97231e4c1a7604dee676d7>
- Brookhart, S. M. (2010). *How to assess higher-order thinking skills in your classroom*. ASCD.
- Diansah, I., Suyatna, A., & Viyanti. (2021). STEM-based physics multimedia design for stimulating HOTS on water and wind energy topic: Physics teacher perception. 1796(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012002>
- Eggen, P. D., & Kauchak, D. P. (2012). *Strategies and models for teachers: Teaching content and thinking skills* (6th ed). Pearson.
- Ennis, R. H. (2018). Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision. *Topoi*, 37(1), 165–184. <https://doi.org/10.1007/s11245-016-9401-4>
- Fitriana, V. N., Parno, P., & Wartono, W. (2016). Pengaruh strategi flow diagram dalam pembelajaran inkuiiri terbimbing terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi dan keterampilan proses sains. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(10), 1958–1963.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed). McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Change/Gain Scores**. 4.
- Hunaepi, H., Firdaus, L., Samsuri, T., Susantini, E., & Raharjo, R. (2020). Efektifitas Perangkat Pembelajaran Inkuiiri Terintegrasi Kearifan Lokal Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 10(3), 269–281. <https://doi.org/10.24246/j.js.2020.v10.i3.p269-281>
- Ita, I. (2018). Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi dan Hasil Belajar Kognitif Siswa melalui Pembelajaran Kooperatif berbasis Inkuiiri. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1), 23–28. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v11i1.19734>
- Kusuma, M. D., Rosidin, U., Abdurrahman, A., & Suyatna, A. (2017). The Development of Higher Order Thinking Skill (Hots) Instrument Assessment In Physics Study. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSRJRME)*, 07(01), 26–32. <https://doi.org/10.9790/7388-0701052632>
- Mahanal, S. (2019). Asesmen Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 3(2), 51–73. Scopus.
- Mahulae, S. P., Sirait, M., & Sirait, M. (2017). The effect of inquiry training learning model using PhET media and scientific attitude on students' science process skills. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 7(5), 24–29.
- Manalu, A. (2019). Pengaruh model pembelajaran inkuiiri terbimbing (guided inquiry) terhadap higher order of thinking skills (hots). *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 7(3), 91–96. <https://doi.org/10.24114/inpafi.v7i3.14797>
- Muhalis, M. (2019). Pembelajaran Inovatif Abad Ke-21. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 3(2), 25–50. Scopus.
- Mystakidis, S., Berki, E., & Valtanen, J. (2019). The Patras Blended Strategy Model for Deep and Meaningful Learning in Quality Life-Long Distance Education. *Electronic Journal of E-Learning*, 17(2). <https://doi.org/10.34190/JEL.17.2.01>
- PhET Interactive Simulations. (n.d.). PhET. Retrieved January 15, 2021, from <https://phet.colorado.edu/in/research>
- Prayogi, S., & Muhalis, M. (2015). Pengembangan Model Pembelajaran Aktif Berbasis Inkuiiri (ABI) untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Prisma Sains*:

- Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 3(1), 21–26. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v3i1.1074>
- Pujiyono, P., Sudjito, D. N., & Sudarmi, M. (2016). Desain pembelajaran dengan menggunakan media simulasi phet (physics education and technology) pada materi medan listrik. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.15294/upej.v5i1.12708>
- Purnama, Y. I., & Nurdianingsih, F. (2019). The Impact of Higher Order Thinking Skills (HOTS) Instructions in Teaching EFL Speaking Skill from the Perspective of Students' Motivation. *Lingua Cultura*, 13(4), 313–319. <https://doi.org/10.21512/lc.v13i4.6105>
- Purnamawati, D., Ertikanto, C., & Suyatna, A. (2017). Keefektifan Lembar Kerja Siswa Berbasis Inkuiiri untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni [Journal of Physics Education Al-Biruni]*, 6(2), 209–219. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v6i2.2070>
- Rohmawatiningsih, W., Rachman, I., & Kodama, Y. (2018). Improving critical thinking skills and environment caring attitude through integrated environment-based learning model. *Journal of Sustainable Development Education and Research*, 2(1), 69–73. <https://doi.org/10.17509/jsder.v2i1.12360>
- Singh, R., Singh, C., M, T. M. T., Mostafa, N., & Singh, T. (2017). A Review of Research on the Use of Higher Order Thinking Skills to Teach Writing. *International Journal of English Linguistics*, 8(1), p86. <https://doi.org/10.5539/ijel.v8n1p86>
- Sukaisih, R., Muhalis, M., & Asy'ari, M. (2020). Meningkatkan keterampilan metakognisi dan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran model pemecahan masalah dengan strategi konflik-kognitif. *Empiricism Journal*, 1(1), 37–50. <https://doi.org/10.36312/ej.v1i1.329>
- Thohari, U. H., Madlazim, M., & Rahayu, Y. S. (2019). Developing Learning Tools Guided Discovery Models Assisted PhET Simulations For Trainning Critical Thinking Skills High School Students. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 6(4), 401–407. <https://doi.org/10.18415/ijmmu.v6i4.1008>
- Thomas, G. P. (2012). Metacognition in science education: Past, present and future considerations. In B. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7>
- Yuliati, S. R., & Lestari, I. (2018). Higher-order thinking skills (hots) analysis of students in solving hots question in higher education. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 32(2), 181–188. <https://doi.org/10.21009/PIP.322.10>
- Zohar, A., & Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: Current and future directions. *Studies in Science Education*, 49(2), 121–169. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.847261>
- 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>