

DIDAKTIKA

Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar

Volume 3, Nomor 2, 121–128, 2020

Journal homepage: <https://journal.uny.ac.id/index.php/didaktika>



The Comparison of the Effect of Different Types of Learning Models on Science Process Skills of Pre-Service Elementary School Teacher

Prima Mutia Sari^{1,✉}, Sri Lestari Handayani¹, Nurwahyuni¹

¹Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta, Indonesia

Abstract

The aim of this research was to compare the influence of learning models on the science process skills of pre-service elementary school teachers. The research method was quasi-experimental with The Matching Only Design. The research population was all 5th-semester students of pre-service elementary school teachers with 350 students. The sample was class 5E, 5G, and 5H selected by Cluster Random Sampling. The instrument was the science process skills test. The data was analyzed using the Median test. The results showed a significant difference in science process skills between Inquiry Learning, Problem Based Learning, and Discovery Learning.

Keywords: Science Process Skill, Inquiry Learning, Problem Based Learning, Discovery Learning

Perbandingan Pengaruh Berbagai Jenis Model Pembelajaran Terhadap Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh model *Inquiry Learning*, *Problem Based Learning*, dan *Discovery Learning* terhadap keterampilan proses sains mahasiswa calon guru sekolah dasar. Metode penelitian yang digunakan adalah Quasi Eksperimen dengan Desain *The Matching Only Design*. Populasi penelitian ini adalah seluruh mahasiswa semester lima Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) di salah satu Perguruan Tinggi swasta di Jakarta dengan total sejumlah 350 orang. Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah 3 kelas yaitu kelas 5E, 5G dan 5H. Teknik sampling yang digunakan adalah Cluster Random Sampling. Instrumen yang digunakan adalah tes keterampilan proses sains berjumlah 20 soal pilihan ganda. Analisis data menggunakan Uji Median. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan nilai rata-rata keterampilan proses sains dengan menggunakan *Inquiry Learning*, *Problem Based Learning* dan *Discovery Learning*

Kata kunci: Keterampilan Proses Sains, *Inquiry Learning*, *Problem Based Learning*, *Discovery Learning*

✉ Prima Mutia Sari
Affiliation Address: Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
E-mail: primamutiasari@uhamka.ac.id

PENDAHULUAN

Keterampilan proses sains merupakan keterampilan dasar untuk memahami sains. Keterampilan proses sains digambarkan sebagai keterampilan yang digunakan peserta didik saat melakukan sains yang dikembangkan melalui suatu penyelidikan atau pemecahan masalah. Seorang calon guru sekolah dasar harus menguasai keterampilan proses sains karena menurut hasil penelitian, seorang guru yang memiliki pemahaman dalam penguasaan keterampilan proses sains akan mampu menerapkannya dalam pembelajaran (Ambross, Meiring, & Blignaut, 2014). Keterampilan proses sains dibagi menjadi dua yaitu keterampilan proses sains dasar dan keterampilan proses sains terpadu. Keterampilan proses sains dasar terdiri dari observasi, menggunakan ruang atau waktu, menyimpulkan, berkomunikasi, klasifikasi, pengukuran dan prediksi. Keterampilan proses sains terpadu meliputi mengontrol variable, mendefinisikan secara operasional, membuat hipotesis, menafsirkan data, melaksanakan percobaan, membuat suatu permodelan dan mempresentasikan informasi (Özgelen, 2012). Penelitian tentang pandangan guru tentang keterampilan proses sains di Afrika Selatan mengungkapkan bahwa menurut para guru keterampilan proses sains yang paling penting adalah interpretasi data (grafik dan tabel, termasuk kemampuan mengkonstruksi sebuah argument), mengajukan pertanyaan, observasi, pengukuran, kemampuan untuk merencanakan percobaan serta mencatat dan mengkomunikasikan suatu informasi (Molefe & Stears, 2014). Dalam penelitian ini indikator keterampilan proses sains yang diukur adalah melakukan pengamatan (observasi), menafsirkan pengamatan (interpretasi), mengelompokkan (klasifikasi), meramalkan (prediksi), berkomunikasi, berhipotesis, merencanakan percobaan atau penyelidikan, menggunakan alat/bahan, menerapkan konsep atau prinsip, mengajukan pertanyaan, melaksanakan percobaan/eksperimentasi (Rustaman et al., 2003).

Selanjutnya, berdasarkan hasil penelitian pada mahasiswa program studi pendidikan guru sekolah dasar di salah satu Perguruan Tinggi di Jakarta didapatkan hasil keterampilan proses sains mahasiswa masih rendah dengan nilai rata-rata seluruh indikator sebesar 46,46

(Sari & Zulfadewina, 2018). Salah satu cara untuk meningkatkan keterampilan proses sains adalah dengan memperbaiki proses pembelajaran melalui penerapan model-model pembelajaran tertentu. Pembelajaran pada Kurikulum 2013 menggunakan pendekatan saintifik atau pendekatan berbasis proses keilmuan. Dalam pendekatan saintifik terdapat model pembelajaran misalnya *Discovery Learning*, *Project-Based Learning*, *Problem-Based Learning*, *Inquiry Learning* (Musfiqon & Nurdyansyah, 2015).

Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa beberapa model pembelajaran tersebut dapat meningkatkan keterampilan proses sains. Pertama, model pembelajaran inquiry terbimbing dapat meningkatkan keterampilan proses siswa sekolah dasar di Turki (Koksal & Berberoglu, 2014). Selanjutnya, peningkatan keterampilan proses sains juga terlihat dari penerapan model pembelajaran berbasis masalah (PBL) (Taşoğlu & Bakaç, 2010). Kemudian, penerapan model *Discovery Learning* dapat meningkatkan keterampilan proses sains pada mata pelajaran kimia (Ayadiya & Sumarni, 2015). Penelitian yang dilakukan terhadap siswa kelas enam sekolah dasar di Turki mengemukakan bahwa inkuiri terbimbing membantu dalam mengembangkan tingkat pencapaian siswa, akan tetapi pengaruh model tersebut pada prestasi akademik lebih kecil daripada pengaruhnya pada keterampilan proses sains atau dengan kata lain model ini dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Model inkuiri terbimbing dalam penelitian ini diterapkan pada materi Reproduksi, Perkembangan dan Pertumbuhan Makhluh Hidup (Koksal & Berberoglu, 2014). Kemudian penerapan *Inquiry Based Learning* pada siswa kelas lima sekolah dasar di Turki mengungkapkan bahwa model ini memberikan pengaruh positif pada keterampilan proses sains terutama pada indikator keterampilan mengukur, klasifikasi dan berhipotesis (Şimşek & Kabapınar, 2010). Kemudian penerapan kegiatan inkuiri selama 12 jam pada siswa kelas 11 di Thailand mengungkapkan bahwa kegiatan ini dapat meningkatkan keterampilan proses sains terpadu siswa (Lati, Supasorn, & Promarak, 2012).

Model *PBL* memberikan efek positif dalam keterampilan proses sains mahasiswa *Department of Science Education* pada salah satu Universitas di Turki. Model ini diterapkan pada materi Hukum I Newton. Akan tetapi menurut beberapa siswa waktu yang terbatas dan ketidaktahuan pendekatan menghambat pembelajaran tersebut (Tatar & Münir Oktay, 2011). Hal ini menjadi catatan untuk penelitian yang dilakukan. Mahasiswa harus dikenalkan terlebih dahulu dengan model *PBL* sebelum diterapkan lebih lanjut. Selanjutnya keterampilan proses sains siswa yang menggunakan *PBL* menjadi lebih baik karena proses pembelajaran dengan *PBL* membuat siswa berperan aktif dalam melakukan penyelidikan masalah. Mereka harus menganalisis dan mengidentifikasi masalah, mengembangkan hipotesis dan membuat prediksi, mengumpulkan dan menganalisis data dan informasi, melakukan eksperimen (jika diperlukan), dan merumuskan kesimpulan. Penelitian ini dilakukan pada siswa kelas X SMA di Sumatera Utara (Sagala, Rahmatsyah, & Simanjuntak, 2017).

Pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *Guided Discovery* berbasis kolaborasi menggunakan media flash pada mata pelajaran Fisika pada salah satu SMA di Medan, mengungkapkan bahwa penggunaan *Guided Discovery* dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa dibandingkan dengan menggunakan pembelajaran konvensional (Pardede, Motlan, & Suyanti, 2016). Selanjutnya model *Discovery Learning* juga dapat meningkatkan literasi sains siswa kelas tujuh di Nganjuk, Jawa Timur. Beberapa indikator literasi sains mirip dengan keterampilan proses sains seperti kemampuan membuat grafik atau tabel dari data, prediksi dan membuat kesimpulan. Jadi dengan kata lain secara tidak langsung model ini juga dapat meningkatkan keterampilan proses sains (Dewi, Nurmilawati, & Budiretnani, 2017)

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa model-model dalam pendekatan saintifik tersebut dapat meningkatkan keterampilan proses sains. Akan tetapi model-model tersebut rata-rata diterapkan pada siswa mulai dari sekolah dasar sampai SMA. Selain itu belum ada data perbandingan model-model tersebut terhadap keterampilan proses sains. Oleh karena itu

dibutuhkan penelitian untuk membandingkan model-model tersebut agar dapat diketahui model yang paling efektif terhadap keterampilan proses sains sehingga penelitian ini akan berfokus pada perbandingan penguasaan keterampilan proses sains menggunakan model *Discovery Learning*, *Problem Based Learning*, *Inquiry Learning* mahasiswa calon guru sekolah dasar. Hasilnya diharapkan menjadi landasan dalam pengembangan model pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains mahasiswa calon guru sekolah dasar khususnya dalam pembelajaran IPA.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah Quasi Eksperimen. Dalam penelitian ini subjek penelitian terdiri dari tiga kelas eksperimen (Fraenkell & Wallen, 2007). Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2019 di Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar di salah satu Perguruan Tinggi Swasta di Jakarta.

Populasi penelitian ini adalah seluruh mahasiswa semester lima Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) Tahun Akademik 2019/2020 dengan total sejumlah 350 orang. Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah 3 kelas yaitu kelas 5E, 5G dan 5H. Teknik sampling yang digunakan adalah *Cluster Random Sampling*, karena di dalam pengambilan sampel, peneliti memilih secara acak kelas yang akan dijadikan sampel

Desain penelitian adalah *The Matching Only Design*. Kelas penelitian terdiri dari kelas 5E yang menggunakan model *Inquiry Learning*, kelas 5G yang menggunakan model *Problem Based Learning*, dan kelas 5H yang menggunakan model *Discovery Learning*. Penelitian diawali dengan pemberian tes awal (*pretest*), kemudian dilanjutkan dengan pemberian perlakuan sesuai dengan sintask dari setiap model pembelajaran. Selanjutnya diberikan tes akhir (*posttest*) keterampilan proses sains.

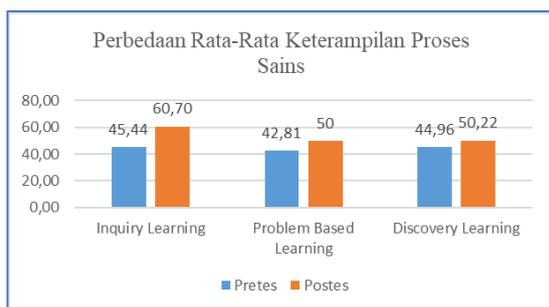
Instrumen yang digunakan adalah tes keterampilan proses sains berjumlah 19 soal pilihan ganda yang telah dikembangkan dan divalidasi oleh peneliti. Analisis uji coba instrumen tes meliputi uji validitas, uji reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran. Teknik tes ini terdiri dari soal

pretest dan *posttest* untuk mengukur keterampilan proses sains.

Analisis data menggunakan Uji Median. Uji ini digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari beberapa kelompok yang disebabkan oleh satu variable bebas yang terdiri dari beberapa jenis. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah Model Pembelajaran yang terdiri dari model pembelajaran *Discovery Learning*, *Problem Based Learning* dan *Inquiry Learning*. Untuk menggunakan uji ini maka data harus memenuhi uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterampilan proses sains yang diukur dalam penelitian ini terdiri dari sepuluh indikator keterampilan proses sains yaitu observasi (melakukan pengamatan), interpretasi (menafsirkan), prediksi, berkomunikasi, berhipotesis, merencanakan percobaan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep dan mengajukan pertanyaan. Instrumen yang digunakan adalah tes pilihan ganda sebanyak 19 pertanyaan yang mencakup indikator dan sub indikator keterampilan proses sains. Perbedaan rata-rata keterampilan proses dari ketiga kelas dengan menggunakan model pembelajaran *Inquiry Learning*, *Problem Based Learning*, dan *Discovery Learning* tes awal (*pretes*) dan tes akhir (*postes*) di dapatkan seperti pada [Gambar 1](#) di bawah ini :



Gambar 1. Perbedaan Rata-Rata Keterampilan Proses Sains

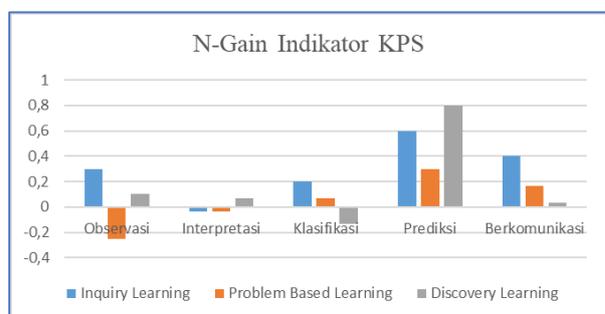
Berdasarkan perolehan tes awal (*pretes*) dapat dilihat kelas yang menggunakan model pembelajaran *Inquiry Learning* mendapatkan nilai sebesar 45.44, model pembelajaran *Problem Based Learning* sebesar 42.81 dan model pembelajaran *Discovery Learning* sebesar 44.96 dari nilai ideal 100. Dari data ini terlihat kelas yang menggunakan model

pembelajaran *Inquiry Learning* mempunyai nilai tes awal (*pretes*) paling tinggi. Kemudian, nilai rata-rata tes akhir (*postes*) keterampilan proses sains pada kelas yang menggunakan model pembelajaran *Inquiry Learning* sebesar 60.70, model pembelajaran *Problem Based Learning* sebesar 50 dan model pembelajaran *Discovery Learning* sebesar 50.22. Dari data ini terlihat bahwa nilai rata-rata tes akhir (*postes*) paling tinggi adalah pada kelas yang menggunakan model pembelajaran *Inquiry Learning*. Selanjutnya untuk perolehan rata-rata N-gain pada ketiga kelas dengan menggunakan setiap model pembelajaran dapat dilihat pada [Tabel 1](#) di bawah ini.

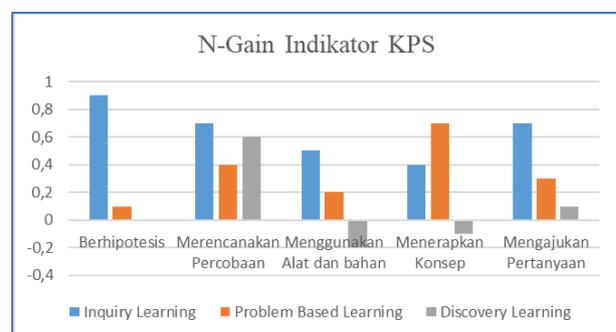
Tabel 1. Perbedaan Gain dan N-Gain Keterampilan Proses Sains

Model Pembelajaran	Gain	N-Gain	Kriteria peningkatan
<i>Inquiry Learning</i>	15.3	0.3	Sedang
<i>Problem Based Learning</i>	7.2	0.1	Rendah
<i>Discovery Learning</i>	5.3	0.1	Rendah

Selanjutnya untuk masing-masing indikator keterampilan proses sains pada ketiga kelas dapat dilihat peningkatan (N-Gain) seperti pada [Gambar 2](#) dan [Gambar 3](#) di bawah ini.



Gambar 2. N-Gain Indikator KPS Bagian 1



Gambar 3. N-Gain Indikator KPS Bagian 2

Data keterampilan proses sains ketiga kelas kemudian dianalisis dengan menggunakan program SPSS versi 25 untuk mengetahui signifikansi perbedaan rata-rata. Namun karena jumlah sampel yang digunakan ada yang kurang dari 30 maka uji statistik yang digunakan adalah uji statistik non parametrik yaitu dengan menggunakan uji *Median*. Hasil pengujian dengan menggunakan uji *Median* selengkapnya dapat dilihat pada [Tabel 2](#).

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan menggunakan uji *Median* terlihat bahwa rata-rata nilai tes awal (*pretest*) antara kelas yang menggunakan model *Inquiry Learning*, model *Problem Based Learning*, model *Discovery Learning* tidak terdapat perbedaan yang signifikan yang berarti ketiga kelas memiliki kemampuan awal yang sama. Kemudian pada rata-rata tes akhir (*posttest*) terlihat perbedaan yang signifikan antara kelas yang menggunakan model *Inquiry Learning*, model *Problem Based Learning*, model *Discovery Learning*. Hasil penelitian pada [Tabel 1](#) menunjukkan bahwa nilai N-gain keterampilan proses sains tertinggi adalah menggunakan model *Inquiry Learning*. Hal ini dikarenakan pada model *Inquiry Learning*, mahasiswa terlibat aktif dalam melakukan suatu penemuan, dimulai dari merumuskan masalah, menentukan desain penelitian, merumuskan hipotesis, melaksanakan eksperimen dan menarik kesimpulan. Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang mengungkapkan bahwa dalam pembelajaran inkuiri, peserta didik dapat mengembangkan keterampilan proses sains melalui kegiatan investigasi atau penyelidikan yang dilakukan oleh peneliti atau ilmuwan ([Jiwanto, Sugianto, & Khumaedi, 2017](#)).

Selanjutnya, indikator keterampilan proses sains yang diukur dalam penelitian ini adalah kemampuan melakukan pengamatan (observasi), menafsirkan (interpretasi), mengelompokkan (klasifikasi), prediksi, berkomunikasi, berhipotesis, merencanakan percobaan, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep dan mengajukan

pertanyaan. Berdasarkan hasil penelitian pada [Gambar 1](#) dan [Gambar 2](#) terlihat bahwa terdapat indikator yang memiliki N-Gain tertinggi pada semua model pembelajaran yang digunakan yaitu kemampuan merencanakan percobaan. Kemampuan ini merupakan kemampuan menggunakan pikiran untuk menentukan desain suatu percobaan melalui masalah yang dikemukakan ([Rustaman et al., 2003](#)). Pada model *Inquiry Learning* mahasiswa diminta untuk menentukan sendiri desain penelitian yang akan mereka gunakan sesuai dengan tema atau permasalahan yang diberikan, mahasiswa menentukan alat dan bahan yang akan digunakan serta prosedur atau langkah-langkah dalam suatu percobaan atau eksperimen. Pada model *Problem Based Learning* mahasiswa berfokus pada pemecahan masalah yang telah diberikan sebelumnya, pemecahan masalah dapat ditemukan dengan berbagai cara seperti studi literature dan melakukan percobaan, akan tetapi tujuan utama dari kegiatan yang dilakukan adalah menemukan pemecahan masalah sehingga mereka kurang dapat merancang percobaan dengan baik. Kemudian pada model *Discovery Learning*, mahasiswa tidak merancang percobaan sendiri karena mereka sudah diberikan lembar kerja yang berisi langkah-langkah serta alat dan bahan yang akan digunakan, akan tetapi karena sudah sering melakukan praktikum, mereka juga dapat merencanakan suatu percobaan dengan baik.

Secara keseluruhan setiap model memberikan pengaruh kepada keterampilan proses sains mahasiswa, akan tetapi secara berurutan model pembelajaran yang memberikan pengaruh terbaik terhadap keterampilan proses sains adalah model *Inquiry Learning*, model *Problem Based Learning* dan model *Discovery Learning*.

Tabel 2. Hasil Analisis Perbedaan Rata-Rata Keterampilan Proses Sains

Jenis Tes	Model Pembelajaran	Taraf Signifikansi	Kriteria nilai signifikansi	Kesimpulan
Pretes	<i>Inquiry Learning, Problem Based Learning, Discovery Learning</i>	0.659	0,05	Tidak berbeda signifikan
Postes	<i>Inquiry Learning, Problem Based Learning, Discovery Learning</i>	0.000	0,05	Berbeda signifikan

PENUTUP

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan nilai rata-rata keterampilan proses sains pada kelas yang menggunakan model *Inquiry Learning, Problem Based Learning* dan *Discovery Learning*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan model pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan proses sains.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambross, J., Meiring, L., & Blignaut, S. (2014). The implementation and development of science process skills in the natural sciences: A case study of teachers' perceptions, (February 2015), 37–41. <https://doi.org/10.1080/18146627.2014.934998>
- Ayadiya, N., & Sumarni, W. (2015). The Application of Discovery Learning With Scientific Approach to Improve The Students' Science Process Skill. In *Proceedings of Joint Conference on Chemistry FSM, Diponegoro University* (pp. 466–469).
- Dewi, S. R., Nurmilawati, M., & Budiretnani, D. A. (2017). Improving of scientific literacy ability using discovery learning model at the seventh grade students of state JHS 3 Ngronggot, Nganjuk-Indonesia. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(3), 266. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v3i3.4597>
- Fraenkell, J. R., & Wallen, N. E. (2007). *How to Design and Evaluate Research in Education* (Seventh Ed). New York: Mc Graw-Hill Higher Education.
- Indrawati. (2000). *Keterampilan Proses Sains: Tinjauan Kritis dari Teori ke Praktis*. Bandung: Depdikbud Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah Pusat Pengembangan Penataran Guru Ilmu Pengetahuan Alam.
- Jiwanto, I. N., Sugianto, & Khumaedi. (2017). Pengaruh Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Kooperatif Jigsaw Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Smp. *Jipva (Jurnal Pendidikan Ipa Veteran)*, 1, 1–8.
- Koksal, E. A., & Berberoglu, G. (2014). The Effect of Guided-Inquiry Instruction on 6th Grade Turkish Students' Achievement, Science Process Skills, and Attitudes Toward Science. *International Journal of Science Education*, 36(November 2014), 66–78. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.721942>
- Lati, W., Supasorn, S., & Promarak, V. (2012). Enhancement of Learning Achievement and Integrated Science Process Skills Using Science Inquiry Learning Activities of Chemical Reaction Rates. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 4471–4475. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.279>
- Molefe, L., & Stears, M. (2014). Rhetoric and Reality: Science Teacher Educators' Views and Practice Regarding Science Process Skills. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 18(December 2014), 37–41. <https://doi.org/10.1080/10288457.2014.942961>
- Musfiqon, H., & Nurdyansyah. (2015). *Pendekatan Pembelajaran Saintifik* (Nizamia Le). Sidoarjo.
- Özgelen, S. (2012). Students' Science Process Skills within a Cognitive Domain Framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(4), 283–292. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.846a>
- Pardede, E., Motlan, & Suyanti, R. D. (2016). Efek Model Pembelajaran Guided Discovery Berbasis Kolaborasi Dengan Media Flash Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Hasil Belajar Kognitif

- Tinggi Fisika Siswa Sma. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(1), 12–17.
- Rustaman, N. Y., Dirdjosoemarto, S., Yudianto, S. A., Achmad, Y., Subekti, R., Rochintaniawati, D., & K., M. N. (2003). *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Jurusan Biologi FPMIPA UPI.
- Sagala, N. L., Rahmatsyah, & Simanjuntak, M. P. (2017). The Influence of Problem Based Learning Model on Scientific Process Skill and Problem Solving Ability of Student. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 7(4), 1–9. <https://doi.org/10.9790/7388-0704040109>
- Sari, P. M., & Zulfadewina. (2018). Profile of Science Process Skill Mastery from Pre-service Elementary School Teacher. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 3(2), 65–72. <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.5b00135>
- Şimşek, P., & Kabapınar, F. (2010). The effects of inquiry-based learning on elementary students' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 1190–1194. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.170>
- Taşoğlu, A. K., & Bakaç, M. (2010). The effects of problem based learning and traditional teaching methods on students' academic achievements, conceptual developments and scientific process skills according to their graduated high school types. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2409–2413. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.346>
- Tatar, E., & Münir Oktay. (2011). The effectiveness of problem-based learning on teaching the first law of thermodynamics. *Research in Science & Technological Education*, 29(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02635143.2011.599318>

This page is intentionally left blank