

Penggunaan Model Pembelajaran *Pogil* Berbantuan Kit Percobaan untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Siswa

Muhammad Andrik Muzaqi¹, Ani Rusilowati², Khumaedi³

^{1,2,3}Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri

Semarang, Indonesia

¹andrikmuzaqi@gmail.com

Abstrak: Fisika merupakan cabang ilmu sains yang berkaitan dengan cara mencari tahu tentang fenomena alam secara sistematis, sehingga fisika bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan, oleh karenanya fisika memerlukan model pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dalam belajar. Penelitian ini menerapkan model pembelajaran *POGIL* berbantuan kit percobaan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar dan keterampilan proses siswa. Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimen. Pengambilan sampling menggunakan teknik sampling jenuh yaitu seluruh populasi dijadikan sebagai sampel karena jumlah populasi yang sedikit. Dari analisis data hasil belajar siswa dan keterampilan proses siswa didapat bahwa keduanya mengalami peningkatan. Hasil belajar kelas eksperimen lebih baik dibanding kelas kontrol. Hal ini dapat dilihat dari $t_{hitung} = 2,49$. Nilai ini lebih besar dari $t_{tabel} = 1,99$ dengan $dk = 66$ dan taraf signifikansi sebesar 5% yang berarti H_0 diterima. Peningkatan keterampilan proses siswa dapat dilihat dari besar peningkatan nilai rata-rata melalui uji *Gain* didapatkan bahwa nilai gain untuk kelas eksperimen sebesar 0,66 dan kelas kontrol sebesar 0,56. Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah hasil belajar dan keterampilan proses siswa dapat ditingkatkan dengan pembelajaran model *POGIL* berbantuan kit percobaan pada pokok bahasan pemantulan cahaya.

Kata Kunci: *POGIL* (*Process Oriented Guided-Inquiry Learning*), Kit Percobaan, Hasil Belajar, Keterampilan Proses.

PENDAHULUAN

Fisika merupakan cabang sains yang diperoleh dan dikembangkan berdasarkan eksperimen, mencari jawaban atas pertanyaan apa, mengapa, dan bagaimana gejala-gejala alam. Fisika merupakan produk (pengetahuan fisika yang berupa fakta, teori, prinsip, dan hukum) temuan saintis dan proses (kerja ilmiah), oleh sebab itu dalam pembelajaran fisika harus memperhatikan karakteristik ilmu fisika sebagai proses dan produk.

Sebagaimana tertera dalam dalam Permendiknas no 20 tahun 2006 menyatakan bahwa sains berkaitan dengan cara mencari tahu tentang fenomena alam secara sistematis, sehingga sains bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan.

Fakta di lapangan menunjukkan pembelajaran fisika masih bersifat informatif dengan guru sebagai sumber belajar bukan sebagai fasilitator belajar. Hasil evaluasi kegiatan Bimtek KTSP tahun 2009 yang dilaksanakan oleh Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas menyatakan bahwa guru lebih mementingkan penyampaian informasi daripada membelajarkan siswa. Kondisi serupa juga terjadi di MTs Muhammadiyah Sirampog. Dari hasil observasi awal menunjukkan bahwa dalam penerapan pembelajaran masih bersifat *teacher centered*, siswa hanya menjadi objek belajar dan komunikasi terjadi hanya satu arah. Dari hasil wawancara dengan guru mata pelajaran fisika di MTs Muhammadiyah Sirampog, ternyata pada mata pelajaran fisika siswa kelas VIII belum mencapai ketuntasan belajar secara klasikal sebesar 85% dari jumlah siswa. Hal ini terlihat dari hasil tes ulangan harian pokok bahasan tekanan yang hanya mencapai ketuntasan belajar sebesar 66,66% dari jumlah siswa. Disamping itu, keterampilan proses sains siswa kurang berkembang karena dalam pembelajaran siswa cenderung tidak terlibat dengan objek nyata. Penggunaan media pembelajaran berupa kit percobaan yang banyak diteliti dapat meningkatkan kualitas pembelajaran juga masih rendah (Fauziah, 2001).

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya peningkatan hasil belajar dan keterampilan proses siswa melalui penggunaan model pembelajaran *POGIL* berbantuan kit percobaan. *POGIL* (*Process Oriented Guided-Inquiry Learning*) merupakan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar bekerjasama dalam suatu kelompok dalam memecahkan masalah, sedangkan guru berperan sebagai fasilitator, mengamati dan secara berkala menangani kebutuhan siswa secara individu dan kebutuhan kelas secara keseluruhan. Menurut Hanson (2006), dalam kelas *POGIL* siswa belajar secara kelompok yang dirancang khusus untuk meningkatkan pengetahuan dan meningkatkan keterampilan proses belajar, berpikir, pemecahan masalah, komunikasi, kerjasama, dan manajemen. Efektivitas dari *POGIL* telah diperkirakan oleh peneliti bidang pendidikan, salah satunya adalah penelitian oleh Zawadzki (2010) *POGIL* menumbuhkan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah, penguasaan konsep, tidak membuat bosan dan frustrasi.

Kit percobaan adalah seperangkat alat praktikum yang bertujuan untuk meningkatkan prestasi belajar siswa dengan kondisi yang dinamis, kreatif, relevan, dengan kehidupan sehari-hari dan membantu guru dalam proses belajar mengajar sebagai media/alat bantu untuk mencapai tujuan pengajaran sesuai dengan kurikulum (Fauziah, 2001). Hasil penelitian Widayanto (2009), keterampilan proses dan pemahaman siswa dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan kit

optik. Menurut Nanik (2004) dalam penelitiannya, terdapat perbedaan prestasi belajar IPA yang signifikan antara SD yang menggunakan kit percobaan dengan yang tidak menggunakan kit percobaan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: tahap perencanaan, pendahuluan, dan pelaksanaan. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIIIA dan VIIIB MTs Muhammadiyah Sirampog, sedangkan pengambilan sampel menggunakan teknik sampling jenuh dengan menjadikan seluruh populasi sebagai sampel karena jumlah populasi yang terbatas (Sugiyono, 68). Metode pengumpulan data dilaksanakan melalui tiga metode yaitu: (1) metode dokumentasi digunakan untuk memperoleh nilai ulangan harian siswa dan daftar nama siswa; (2) metode tes digunakan untuk mengukur kemampuan ranah kognitif siswa berupa hasil belajar siswa sebelum maupun sesudah pembelajaran dengan tes sejumlah 20 butir soal pilihan ganda; (3) metode observasi digunakan untuk mengetahui gambaran keterampilan proses siswa melalui lembar observasi.

Analisis data penelitian dibagi menjadi dua bagian, yaitu: (1) analisis data awal berupa uji kesamaan dua varian yang bertujuan untuk mengetahui apakah kelas eksperimen dan kelas kontrol mempunyai varian yang sama. Dengan kata lain, mempunyai awal yang sama atau berbeda; dan (2) analisis data akhir berupa uji normalitas, digunakan untuk melihat penyebaran atau distribusi nilai siswa dalam satu kelas, apakah nilai hasil *pre-test* dan *post-test* pada materi pemantulan cahaya kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal ataukah tidak. Uji perbedaan dua rata-rata data *post-test* (uji hipotesis) menggunakan uji-t yang bertujuan untuk mengetahui apakah rata-rata hasil kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol. Analisis peningkatan hasil belajar bertujuan untuk mengetahui signifikansi peningkatan pemahaman siswa yang ditinjau dari hasil belajar kognitif, rumus yang digunakan adalah *Normal Gain*. Analisis keterampilan proses diukur dengan lembar observasi. Indikator yang telah ditetapkan dalam lembar observasi dikuantitatifkan dengan memberi skor sesuai bobot yang telah ditetapkan sebelumnya, kemudian dianalisis dengan persentase menggunakan rumus distribusi prosentase. Persamaan-persamaan yang digunakan dipaparkan secara singkat sebagai berikut. Persamaan uji perbedaan dua rata-rata hasil *post-test* (Sugiyono, 2009: 138)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} + \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Persamaan distribusi persentase (Arikunto, 2009:235)

$$\text{Nilai} = (n/N) \times 100\%$$

Persamaan uji Gain ternormalisasi (Savinainen dan Scott, 2002)

$$\langle g \rangle = \frac{(S_{pos}) - (S_{pre})}{100\% - (S_{pre})}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data dan informasi lain yang diolah merupakan hasil dari tes hasil belajar siswa pada ranah kognitif melalui tes awal (pre-test) dan tes akhir (post-test), serta skor keterampilan proses siswa dalam pembelajaran.

Tabel 1. Hasil Uji Perbedaan Dua Rata-rata Data Hasil *Post-testi*

Kelas	Rata-rata	Varians	dk	t_{hitung}	t_{tabel}
Eksperimen	80,45	69,32	66	2,49	1,99
Kontrol	75,71	67,86			

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh $t_{hitung} = 2,49$. Karena $t_{hitung} > t_{tabel}$ dengan taraf signifikan 5%, maka H_a diterima, yang berarti rata-rata hasil belajar kelas eksperimen lebih baik dari pada rata-rata hasil belajar kelas kontrol.

Tabel 2. Uji Peningkatan Skor Rata-rata Hasil Belajar Siswa

Kelas	Rata-rata		$\langle g \rangle$	Kriteria	Signifikansi
	Pre-test	Post-test			
Eksperimen	48,44	80,45	0,62	Sedang	0,04
Kontrol	46,71	75,71	0,54	Sedang	

Dari Tabel 2 diperoleh peningkatan skor rata-rata hasil belajar siswa untuk kelas eksperimen sebesar 0,62 dengan kriteria sedang, dan untuk kelas kontrol sebesar 0,54 dengan kriteria sedang. Signifikansi dari gain aktual diuji dengan uji-t diperoleh t_{hitung} sebesar 0,04 dan t_{tabel} sebesar 1,99; yang menunjukkan peningkatan terjadi tidak signifikan karena $t_{hitung} < t_{tabel}$.

Tabel 3. Uji Gain Keterampilan Proses

Kelas	$\langle g \rangle$	Keterangan
Eksperimen	0,66	Sedang
Kontrol	0,56	Sedang

Dari Tabel 3 didapatkan bahwa nilai gain untuk kelas eksperimen sebesar 0,66 dengan kriteria sedang, dan kelas kontrol sebesar 0,56 dengan kriteria sedang.

Pembahasan

Penerapan model pembelajaran *POGIL* berbantuan kit percobaan pada kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan hasil belajar kognitif siswa. Hal ini terlihat dari hasil perhitungan peningkatan skor rata-rata (gain) antara skor *pre-test* dan *post-test*. Adanya peningkatan hasil belajar kognitif ini menunjukkan bahwa pembelajaran fisika pada pokok bahasan pemantulan cahaya dengan *POGIL* berbantuan kit percobaan dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Metode pembelajaran ini sangat menarik bagi siswa, terbukti siswa aktif dan antusias selama proses pembelajaran, karena siswa dihadapkan langsung dengan permasalahan nyata dan mereka dapat memecahkan permasalahan tersebut secara nyata pula. Proses pembelajaran ini menuntut siswa untuk ikut aktif berpikir, menemukan, serta memecahkan permasalahan. Hal ini sesuai pendapat Wiyanto (2008: 29) bahwa strategi pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir, menumbuhkan sikap, dan menanamkan konsep adalah pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar menemukan, bukan sekedar belajar menerima.

Hasil belajar kognitif kelompok eksperimen lebih baik dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini berdasarkan perhitungan data *post-test* antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol melalui uji *t*-tes menyimpulkan bahwa rata-rata hasil belajar siswa kelas VIII MTs Muhammadiyah Sirampog pada pembelajaran pokok bahasan pemantulan cahaya dengan model *POGIL* berbantuan kit percobaan lebih tinggi dibandingkan dengan pembelajaran eksperimen berbantuan kit percobaan.

Pelaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan pembelajaran model *POGIL* berbantuan kit percobaan, dimana siswa dibagi menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 4-5 anggota. Model ini memfasilitasi siswa untuk membangun pemahamannya secara berkelompok guna meningkatkan prestasi belajarnya. Sebagaimana hasil penelitian Bowen (2000: 116) yang menunjukkan bahwa siswa lebih berhasil dalam belajar bila bekerja dalam tim dibandingkan dengan belajar secara individu.

Pembelajaran ini juga memacu siswa untuk ikut serta aktif ambil bagian dalam proses pembelajaran. Keaktifan siswa dalam proses pembelajaran menjadi sebuah kunci penting meraih keberhasilan dalam belajar khususnya belajar fisika. Sejalan dengan pendapat Mundilarto (2002: 12) menyatakan bahwa guru harus memberikan kesempatan sebanyak mungkin kepada

siswa untuk berpikir dan menggunakan akalinya. Siswa jangan hanya dijadikan objek yang pasif dengan beban hafalan berbagai macam konsep dan rumus-rumus fisika.

Pembelajaran yang berpusat pada siswa akan lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran yang hanya berpusat pada guru. Salah satu strategi pola *POGIL* adalah memberikan peluang siswa berkreatifitas melalui kegiatan inkuiri terbimbing. Lewis (2005: 135-139) menyatakan bahwa dalam struktur pembelajaran *POGIL* siswa bekerjasama dalam tim untuk memperoleh pengetahuan dan peningkatan pemahaman melalui inkuiri terbimbing. Mereka menggunakan pengetahuannya dalam melatih menyelesaikan masalah, mengkomunikasikan hasilnya di dalam kelas, mencari cara belajar yang efektif, dan bagaimana mereka bisa berpikir supaya menjadi lebih baik kedepannya. Melalui kegiatan inkuiri terbimbing inilah salah satu faktor yang dominan dalam peningkatan kemampuan siswa saat melaksanakan sesi pembelajaran *POGIL* berbantuan kit percobaan.

Pembelajaran pada kelas eksperimen dengan menggunakan model *POGIL*, siswa dituntut untuk selalu bekerja sama dalam belajar maupun mencari solusi dari permasalahan yang ada, hal ini menuntut siswa untuk menggali potensi berpikirnya secara maksimal. Pada kelas kontrol pembelajaran menggunakan ekspositori, dimana siswa hanya dijadikan sebagai objek belajar dan keaktifan siswa tidak dituntut lebih yang mengakibatkan potensi berpikir siswa tidak tergali secara maksimal, meskipun dalam kelas kontrol pun diadakan praktik langsung melakukan percobaan dengan alat bantu kit percobaan secara berkelompok, tetapi bila dibandingkan dengan pembelajaran pada kelas eksperimen intensitasnya terlalu sedikit.

Keterampilan proses adalah keterampilan mengikuti langkah-langkah para ilmuwan dalam melaksanakan proses untuk mencapai produk sains (Mundilarto, 2002: 78). Hasil peningkatan keterampilan proses siswa diamati melalui lembar observasi keterampilan proses sebanyak 7 aspek pengamatan yaitu: merancang, percobaan, melakukan percobaan, mengamati, menganalisis, mentabulasi data, menyimpulkan, dan mengkomunikasikan hasil.

Pengamatan peningkatan keterampilan proses siswa melalui beberapa kegiatan. Kegiatan pertama adalah dengan kegiatan percobaan sifat perambatan cahaya, kegiatan kedua dengan kegiatan percobaan jenis-jenis pemantulan dan kegiatan ketiga dengan kegiatan percobaan hukum pemantulan cahaya.

Pada kegiatan pertama dilaksanakan percobaan sifat perambatan cahaya. Hasil pengamatan dari kegiatan percobaan diketahui bahwa sebagian besar siswa masih kurang terampil menggunakan kit percobaan. Hal tersebut dikarenakan mereka belum terbiasa melakukan percobaan fisika, sehingga masih kaku dalam menggunakan media percobaan dan

masih banyaknya pertanyaan mengenai apa saja yang harus dilakukan oleh mereka. Pada kegiatan-kegiatan selanjutnya, yaitu kegiatan kedua dan ketiga siswa sudah mulai terbiasa dalam melaksanakan kegiatan percobaan.

Pada pengamatan kelas eksperimen menunjukkan bahwa aktivitas mereka dalam melakukan percobaan lebih baik dalam pengorganisasian dibandingkan dengan kelas kontrol, dikarenakan dalam kelas eksperimen sudah terbiasa dengan pembelajaran *POGIL* yang mengedepankan kerja sama antar anggota kelompok dalam aktivitasnya. Dalam kelas eksperimen peran masing-masing anggota sudah ditentukan dari awal, ada yang sebagai ketua, pengatur strategi, juru bicara, dan pencatat data sehingga kinerja mereka lebih sistematis. Dari hasil pengolahan data diperoleh bahwa terdapat peningkatan keterampilan proses siswa pada setiap kegiatan.

Peningkatan skor rata-rata menunjukkan bahwa keterampilan proses pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol dengan perbedaan nilai peningkatan yang tidak signifikan, meskipun secara kinerja pada kelompok eksperimen lebih sistematis dan terorganisir. Hal ini dapat disebabkan beberapa faktor, di antaranya adalah pada kelas eksperimen penjelasan mengenai kegiatan percobaan yang akan mereka laksanakan dijelaskan secara tertutup, hanya perwakilan pengatur strategi masing-masing kelompok, yang bisa saja mengakibatkan kesalahpahaman penjelasan guru yang diterima perwakilan kelompok sehingga terjadi kesalahan dalam kelompok mereka masing-masing. Beda halnya dengan kelas kontrol yang dijelaskan secara terbuka kepada seluruh siswa sehingga kemungkinan kesalahan penjelasan kegiatan percobaan bisa diminimalisasi. Kegiatan yang dilakukan oleh siswa yang bertujuan untuk melatih keterampilan proses secara umum mengalami peningkatan dengan kriteria baik sekali, tetapi dari 7 aspek yang diamati saat kegiatan berlangsung dan dari hasil lembar kerja siswa; keterampilan proses menganalisis dan mentabulasi data dilihat dari hasil penilaian dipandang masih rendah dibanding dengan 5 aspek penilai lainnya.

Pembelajaran *POGIL* dalam pelaksanaannya melatih siswa untuk meningkatkan keterampilan proses siswa. Siswa dituntut untuk selalu aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran. Bukan hanya hasil dalam ranah koognitif saja yang menjadi pusat perhatian juga merupakan proses dalam pembelajaran juga mendapat perhatian khusus. Geiger (2010) dalam judul penelitiannya "*Implementing POGIL in Allied Health Chemistry Courses: Insights from Process Education*" membuktikan *POGIL* sebagai pembelajaran inovatif dan strategi yang bukan hanya meningkatkan keberhasilan pemahaman konsep, lebih dari itu *POGIL* juga dapat meningkatkan keterampilan proses siswa. Sejalan dengan Geiger, Runquist & Kerr (2005: 231-

233) menyimpulkan bahwa fokus dari penguasaan *POGIL* tidak hanya ranah isi saja, bahkan lebih dari itu *POGIL* juga fokus dengan peningkatan keterampilan proses yang penting untuk memperoleh, menerapkan, dan menghasilkan pengetahuan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran model *POGIL* berbantuan kit percobaan dapat meningkatkan hasil belajar dan keterampilan proses siswa.

Beberapa saran yang dapat diberikan peneliti setelah melaksanakan penelitian pembelajaran model *POGIL* berbantuan kit percobaan, yaitu: (1) guru dipandang perlu menerapkan pembelajaran *POGIL* berbantuan kit percobaan untuk diterapkan pada materi pemantulan cahaya, karena pembelajaran ini terbukti mampu meningkatkan hasil belajar dan keterampilan proses siswa, dan (2) perlu adanya penekanan keterampilan proses menganalisis dan mentabulasi data percobaan ketika membelajarkan fisika dengan *POGIL* berbantuan kit percobaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2009. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Bowen, C.W. 2000. A Quantitative Literature Review of Cooperative Learning Effect on High School and College Chemistry Achievement. *Journal of Chemical Education*, 77 (2): 116-119.
- Fauziah, S., Sari, Y. Y., & Ghani, A. R. A. (2023). IMPLEMENTASI PROGRAM BINA AKHLAK DALAM MENDUKUNG PENDIDIKAN KARAKTER PROFETIK DI SDIT AS-SALAAM KARANGGAN. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 12(3), 1-14.
- Fauziyah, I. 2001. *Studi Eksplorasi Pemanfaatan Alat Peraga Kit IPA SD Sebagai Sumber Belajar dalam Pembelajaran IPA Oleh Guru-guru SD Se-Kecamatan Batur Kabupaten Banjar Negara Tahun 2000/2001*. Skripsi. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Geiger, M. P . 2010. *Implementing POGIL in Allied Health Chemistry Courses: Insights from Process Education*. Online. Tersedia di www.processeducation.org/ijpe/2010/pogil.pdf [diakses 14-02-2012].
- Hanson, D. M. 2006. *Instructor's Guide to Process-Oriented Guided-Inquiry Learning*. Pacific Crest. Online. Tersedia, www.pogil.org/uploads/media_items/pogil-instructor-s-guide-1.original.pdf [diakses 06-01-2012].

- Ibrahim, N., & Gatot, M. (2023). Pengembangan E-Modul Pada Pembelajaran Pendidikan Agama Islam di SMA. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 12(3), 59-70.
- Lewis, S. E. & J. E. Lewis. 2005. Departing From Lecture: An Evaluation of Peer-Led Guided Inquiry Alternative. *Journal of Chemistry Education*, 82 (1): 135-139.
- Mundilarto. 2002. *Kapita Selektta Pendidikan Fisika*. Yogyakarta: UNY.
- Mursid, R., Saragih, A. H., & Hartono, R. (2022). The effect of the blended project-based learning model and creative thinking ability on engineering students' learning outcomes. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 10(1), 218-235.
- Nanik, T. 2004. *Pengaruh Penggunaan Kit IPA dalam Pembelajaran IPA Terhadap Prestasi Belajar IPA Siswa kelas VI Sekolah Dasar Negeri Purworejo Kota Pasuruan*. Skripsi. Surabaya: Pasca Sarjana Universitas PGRI Adi Buana.
- Pangesty, D. A. R., Arief, Z. A., & Hartono, R. (2022). The Development of Multiple Intelligence-Based E-Books on Grade V Science Learning In Elementary Schools. *International Journal on Engineering, Science & Technology (IJonEST)*, 4(3).
- Pangesty, D. A. R., Nursirwan, H., Marliah, A., Yasa, L. N., & Hartono, R. (2021). The influence of Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC) model on students' written mathematical communication skills in primary school. *Technium Soc. Sci. J.*, 22, 249.
- Runquist, O dan S. Kerr. 2005. Are We Serious about Preparing Chemists for the 21st Century Workplace or Are We Just Teaching Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 82 (2): 231-233.
- Savinainen, A. dan P. Scott. 2003. The Force Concept Inventory: a tool for monitoring student learning. *Physics Education*, 37(1), 45-52.
- Widayanto. 2009. Pengembangan Keterampilan Proses dan Pemahaman Siswa Kelas X melalui Kit Optik. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 5 (1): 1-9.
- Wiyanto. 2008. *Menyiapkan Guru Sains Mengembangkan Kompetensi Laboratorium*. Semarang: UNNES Press.
- Zawadzki, R. 2010. Is process-oriented guided-inquiry learning (POGIL) suitable as a teaching method in Thailand's higher education. *Asian Journal on Education and Learning*, 1(2): 66-74.