Evaluasi Program Praktikum Fisika Dasar Menggunakan Model CIPP

Mujib Ubaidillah, Putut Marwoto*, Wiyanto Wiyanto, Bambang Subali

Program Doktor Pendidikan IPA, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang, Jl Kelud Utara III, Semarang, Indonesia
*Corresponding Author: pmarwoto@mail.unnes.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi program praktikum fisika dasar. Metode Penelitian menggunakan CIPP (Contect, Input, Process, dan Product). Responden penelitian terdiri dari dosen fisika dasar, asisten praktikum, dan mahasiswa calon guru biologi sejumlah 34 orang yang berasal dari salah satu universitas di Jawa Barat, Indonesia. Instrumen terdiri dari lembar wawancara, lembar cek list, angket, lembar observasi keterampilan proses sains, lembar penilaian laporan praktikum, dan soal tes pemahaman konsep fisika. Data yang telah diperloleh kemudian dianalisis dan dikonversikan dengan kriteria efektifitas. Hasil evaluasi contex menunjukan bahwa program praktikum fisika dasar mempunyai tujuan untuk membekalkan pemahaman tentang konsep fisika siswa dan keterampilan laboratorium. Hasil evaluasi aspek input meliputi sarana dan prasarana, panduan praktikum, asisten praktikum dan laboran dengan nilai rata-rata persentase efektivitas sebesar 80.24% dengan kriteraia baik. Hasil evaluasi aspek proses meliputi persiapan praktikum, pelaksanaan praktikum dan system evaluasi praktikum rata-rata persentase efektifitas proses sebesar 83.42% dengan kriteria baik. Hasil evaluasi keefektifan product yang meliputi aspek keterampilan proses sains, laporan praktikum, kognitif, dan sikap dengan rata-rata persentase efektifitas produk sebesar 81.49% dengan kriteria baik. Pelaksanaan program praktikum fisika dasar dapat dilaksanakan dengan baik dan dapat ditingkatkan.

Kata kunci: praktikum fisika dasar, cipp model, keterampilan proses sains; evaluasi.

Abstract. This study aims to evaluate the basic physics practicum program. The research method uses CIPP (Context, Input, Process, and Product). Research respondents consisted of basic physics lecturers, practicum assistants, and 34 prospective biology teacher students from a university in West Java, Indonesia. The instruments consist of interview sheets, checklist sheets, questionnaires, science process skill observation sheets, practicum report assessment sheets, and physics concept understanding test questions. The data that has been obtained is then analyzed and converted to the effectiveness criteria. Context evaluation results show that the basic physics practicum program has the aim to explore the understanding of the concepts of student physics and laboratory skills. The evaluation results of the input aspects include facilities and infrastructure, practicum guides, practicum assistants, and laboratory assistants with an average effectiveness of 80.24% with good criteria. The evaluation results of process aspects include practicum preparation, practicum implementation, and practicum evaluation system, the average percentage of process effectiveness is 83.42% with good criteria. The evaluation results of the product's effectiveness include aspects of science process skills, practical reports, cognition, and attitudes. The average percentage of product effectiveness is 81.49%, with good criteria. The implementation of the basic physics practicum program can be appropriately implemented and can be improved.

Key words: basic physics practicum; cipp model; science process skills; evaluation.

How to Cite: Ubaidillah, M., Marwoto, P., Wiyanto, W., Subali, B. (2022). Evaluasi Program Praktikum Fisika Dasar Menggunakan Model CIPP. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 2022, 710-717.

PENDAHULUAN

Praktikum mempunyai peran sentral dalam pembelajaran sains (Lunetta et al., 2005; Mamlok-Naaman & Barnea, 2012). Praktikum berkontribusi pada perolehan pengetahuan konsep fisika siswa (Urbano, 2018; Williams et al., 2007). Tujuan praktikum fisika diantaranya melatih keterampilan praktis, membekalkan keterampilan investigasi dan menghubungkan pengetahuan dengan pengalaman sehari-hari siswa (Weiszflog & Goetz, 2022).

Penelitian terkait efektifitas praktikum sains ditinjau dari aspek kognitif, afektif dan praktis telah banyak diungkap.Hasil penelitian menunjukan bahwa praktikum dapat meningkatkan keterampilan proses sains (Darmaji et al., 2019; Fajarianingtyas & Hidayat, 2020; Kahar et al., 2019; Kurniawan et al., 2019; Tanti et al., 2020) keterampilan generic sains (Faradilla et al., 2018; Khoiri et al., 2020), keterampilan meneliti (Saputra et al., 2019), meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikasi (Amin & Ikhsan, 2021; Firmansyah et al., 2022; Koray & Köksal, 2009), dan mengembangkan kemampuan ilmiah (Etkina et al., 2010). Praktikum juga dapat meningkatkan keterampilan eksperimen dan metode ilmiah (Hofstein & Lunetta, 2004) dan sikap ilmiah (Susanti et al., 2018). Kegiatan praktikum fisika melatih kemampuan untuk menghasilkan pertanyaan penelitian, merancang, dan

mengembangkan peralatan penelitian untuk mengumpulkan data (Roth, 1994). Praktikum memberi efek positif terhadap aspek kognitif (Halawa et al., 2020). Praktikum yang dikombinasikan dengan diskusi dapat memberi efek positif terhadap perkembangan aspek kognitif dan afektif (Halawa et al., 2020).

Mahasiswa calon guru biologi dididik menjadi calon guru biologi professional dan menjadi asisten peneliti. Profil lulusan sebagai asisten peneliti membawa konsekuensi dalam proses pembelajaran. Mahasiswa calon guru dibekali dengan keterampilan meneliti seperti layaknya seorang ilmuwan bekerja di laboratorium. Keterampilan meneliti dilatih dan dikembangkan melalui kegiatan praktikum fisika dasar. Keterampilan proses sains penting dikuasai oleh mahasiswa calon guru. Keterampilan proses sains digunakan dalam kegiatan invesitigasi oleh ilmuwan (Kol & Yaman, 2022). Keterampilan penyelidikan layaknya seorang ilmuwan dapat dilatihkan dalam kegiatan praktikum (Roth, 1994).

Penelitian terkait aktivitas laboratorium telah dilakukan oleh Mamlok-Naaman & Barnea (2012) yang meneliti tentang kurikulum laboratorium kimia: terkait pengembangan, implementasi dan strategi penilaian. Hasil penelitian menunjukan bahwa kegiatan praktikum dengan pendekatan inkuiri sangat dianjurkan dalam pembelajaran (Mamlok-Naaman & Barnea, 2012). Penelitian evaluasi terhadap pembelajaran IPA menggunakan model CIPP telah dilakukan oleh Luthfi & Hamdi (2020) yang menunjukkan bahwa aspek context, input, process dan product menunjukan kriteria baik. Program praktikum fisika dasar perlu dilakukan evaluasi dengan tujuan mengevaluasi efektifitas program praktikum fisika dasar dalam kontribusinya untuk mendukung capaian profil lulusan sebagai asisten peneliti. Model evaluasi CIPP digunakan untuk mengevaluasi program praktikum fisika dasar. Model CIPP dapat digunakan untuk mengevaluasi suatu program sehingga dapat diukur efektifitasnya dan dapat digunakan untuk memperbaiki program di masa mendatang (Rosana et al., 2017; Umam & Saripah, 2018)

METODE

Model evaluasi CIPP digunakan untuk mengevaluasi program praktikum fisika dasar. Model CIPP terdiri dar context, input, process, dan product (Stufflebeam, 1971, 1983). Penelitian dilaksanakan di sebuah perguruan tinggi negeri di Jawa Barat, Indonesia. Responden penelitian terdiri dari dosen fisika dasar, asisten praktikum, dan mahasiswa calon guru biologi di sebuah perguruan tinggi di Jawa Barat Indonesia. Mahasiswa calon guru biologi berjumlah 34 orang. Instrumen penelitian berupa lembar wawancara, lembar ceklist untuk menilai sarana dan prasarana laboratorium, angket penilaian panduan fisika dasar, angket penilaian terhadap asisten praktikum dan laboran fisika dasar, lembar observasi keterampilan proses sains, lembar penilaian laporan praktikum, soal tes pemahaman konsep fisika dasar, dan lembar observasi sikap. Instrumen yang digunakan dalam penelitian sudah memenuhi unsur validitas dan reliabilitas. Data yang telah dikumpulkan dilakukan triangulasi data.

Tabel 1. Struktur Data dan Instrumen Evaluasi Program

Aspect	Komponen	Sumber Data	Teknik	Instrument
Input	Dokumen kurikulum	Kurikulum Rencana pembelajaran fisika dasar	Analisis dokumen	Dokumentasi
	Tujuan praktikum	Dosen fisika dasar	Wawancara	Lembar Wawancara
Context	Sarana dan Prasarana	Sarana dan Prasarana	Ceklist	Lembar ceklist
	Panduan Praktikum	Panduan Praktikum	Angket	Lembar angket
	Asisten praktikum	Asisten Praktikum	Angket	Lembar angket
	Laboran	Laboran	Angket	Lembar angket
Process	Persiapan Praktikum	Dosen	Angket	Lembar angket
	Pelaksanaan praktikum	Asisten Praktikum	Angket	Lembar angket
	System evaluasi		Angket	Lembar angket
Product	Kognitif	Mahasiswa	Tes	Soal pemahaman konsep
	Keterampilan proses sains	Mahasiswa	Observasi	Lembar observasi
	Laporan Praktikum	Laporan praktikum	Rubrik penskoran	Lembar rubrik
	Sikap	Mahasiswa	Observasi	Lembar rubrik

Instrumen penilaian sarana dan prasarana laboratorium menggunakan skala Guttmen dengan skor 1 (ya) dan 0 (tidak). Lembar angket penilaian panduan praktikum, asisten praktikum, dan laboran menggunakan skala 4 (4=sangat setuju, 3=setuju, 2=tidak setuju dan 1= sangat tidak setuju). Angket lembar penilaian aspek konteks disebar kepada mahasiswa calon guru biologi. Angket aspek proses untuk menjaring penilaian evaluasi proses praktikum. Instrumen berupa lembar angket dengan skala 4 (4=sangat setuju, 3=setuju, 2=tidak setuju dan 1= sangat tidak setuju). Penilaian produk pada komponen kognitif untuk mengukur pemahaman konsep fisika setelah siswa melaksanakan praktikum. Soal pemahaman konsep terdiri dari 10 soal essay dengan penilaian skala 100. Komponen keterampilan proses sains yang diukur yaitu mengamati, klasifikasi, menggunakan alat ukur, memprediksi, menyusun hipotesis, mendesain percobaan, mengontrol variable, menginterpretasi, dan definisi operasional. Instrumen lembar observasi keterampilan proses sains disertai dengan rubrik menggunakan skala 1-4 (4=sangat baik, 3= baik, 2=cukup, 1= kurang). Penilaian laporan praktikum menggunakan skala 1-4 dengan pedoman pensekoran. Penilaian aspek sikap meliputi tanggung jawab, disiplin, rasa ingin tahu dan kejujuran. Instrumen observasi dengan disertai rubrik digunakan untuk menilai sikap mahasiswa calon guru selama praktikum. Data dianalisis menggunakan *percentage of aspect*, kemudian dari dikoversikan menjadi kriteria pada Tabel 2. Persentase efektifitas setiap aspek menggunakan rumus *percentage of aspect* (PA) (Umam & Saripah, 2018).

$$PA = \frac{rata - rata\ skor\ responden}{skor\ maksimum}\ x\ 100\%$$

Tabel 2. Kriteria Keefektifan

No	Rentang skor	Kriteria
1	90%-100%	Sangat baik
2	80%-89%	Baik
3	70%-79%	Cukup
4	≤69%	Kurang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Context

Evaluasi aspek konteks praktikum fisika dasar terkait dengan tujuan dari kegiatan praktikum. Analisis dokumen kurikulum dan wawancara dengan dosen fisika dasar. Telaah dokumen melipui dokumen kurikulum pendidikan biologi, dan rencana pembelajaran fisika dasar. Hasil telaah dokumen kurikulum menunjukan bahwa, profil lulusan pendidikan biologi dicetak menjadi pendidik biologi, asisten peneliti, pengembang bahaan ajar dan pengelola laboratorium di bidang biologi. Asisten peneliti memunyai deskripsi sebagai lulusan yang mampu bekerja dalam tim, menerapkan kaidah penelitian ilmiah dalam bidang biologi dan Pendidikan biologi, mengkomunikasikan hasil penelitian pada forum nasional maupun internasional.

Kemampuan meneliti calon guru biologi perlu ditekankan sejak dini melalui pembelajaran salah satunya praktikum. Tujuan praktikum fisika dasar yaitu mahasiswa calon guru biologi memperoleh pengetahuan fisika melalui kegiatan eksperimen, menumbuhkan sikap ilmiah, dan mengembangkan keterampilan laboratorium. Praktikum fisika dasar dilaksanakan sesuai dengan topik materi fisika dasar. Topik praktikum fisika dasar yang dilaksanakan dalam satu semester meliputi pengukuran, bidang miring, hukum hooke, hukum gauge, hukum ohm, rangkaian seri dan parallel, transformator, optika, praktikum fisika dasar dilaksanakan terpisah dari pembelajaran teri di kelas. Jadwal pelaksanaan praktikum disesuaiakn dengan praktikum mata kuliah lain. Praktikum fisika dasar dengan praktikum matakuliah lain tidak bersamaan. Durasi pelaksanaan praktikum fisika dasar selama 90 menit.

Input

Evaluasi aspek input praktikum fisika dasar meliputi sarana dan prasarana, panduan praktikum, asisten praktikum dan laboran fisika dasar. Sarana dan prasarna mendapatkan persentase 84.21% dengan kriteria baik. Aspek panduan praktikum mendapatkan persentase 79.75 dengan kriteria cukup, asisten praktikum dan laboran mendapatkan kriteria cukup. Persentase efektifitas aspek konteks secara keseluruhan sebesar 80.24% dengan kriteria baik. Hasil evaluasi aspek input ditunjukan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Aspek Input Praktikum Fisika Dasar

No	Aspek yang dievaluasi	$\bar{X}$	PA (%)	Kriteria
1	Sarana dan Prasarana	84.21	84.21	Baik
2	Panduan Praktikum	3.19	79.75	Cukup
3	Asisten Praktikum	3.16	79.00	Cukup
4	Laboran	3.12	78.00	Baik
	Persentase efektivitas aspek input		80.24	Baik

Process

Evaluasi proses praktikum meliputi persiapan praktikum, pelaksanaan praktikum, dan sistem evaluasi praktikum. Instrumen yang digunakan untuk menulai evaluasi proses yaitu angket dengan skala 1 (sangat tidak setuju) sampai 4 (sangat setuju). Tabel 4 menunjukan informasi persentase keefektifan dari proses sebesar 83,42% kategori baik. Persiapan praktikum, pelaksanaan praktikum dan system evaluasi praktikum dengan kriteria baik. Hasil evaluasi proses ditunjukan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Aspek Proses Pelaksanaan Praktikum Fisika Dasar

No	Aspek yang dievaluasi	$\bar{X}$	PA (%)	Kriteria
1	Persiapan Praktikum	3.29	82.25	Baik
2	Pelaksanaan Praktikum	3.34	83.50	Baik
3	Sistem Evaluasi	3.38	84.50	Baik
	Persentase efektivitas aspek proses		83.42	Baik

Evaluasi proses dari program praktikum fisika dasar fokus pada proses pembelajaran praktikum. Kesuksesan parktikum fisika dasar ditentukan oleh persiapan praktikum yang baik. Persiapan praktikum yang dilakukan oleh dosen, laboran dan asisten praktikum diantaranya mempersiapkan alat dan bahan praktikum, mengkalibrasi peralatan praktikum, mempersiapkan panduan praktikum, dan penjadwalan praktikum. Aspek persiapan praktikum memperoleh persentase efektifitas sebesar 82.25% dengan kategori baik.

Pelaksanaan praktikum menjadi kunci dalam kegiatan eksperimen. Dosen, laboran, dan asisten praktikum berkolaborasi sehingga kegiatan praktikum dapat dilaksanakan dengan baik. Pada pelaksanaan praktikum keterampilan proses sains diobservasi. Siswa diharuskan membuat laporan sementara dalam kegiatan eksperimen. Persentase efektifitas pelaksanaan praktikum sebesar 83.50 dengan kategori baik. Hal ini mengindikasikan bahwa pelaksanaan praktikum efektif. System evaluasi dalam kegiatan praktikum mendapatkan persentase 84.50 dengan kriteria baik. Hal ini mengindikasikan bahwa system evaluasi yang dilakukan dalam praktikum efektif.

Product

Evaluasi hasil belajar meliputi aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap. Tabel 5 menunjukkan bahwa aspek produk mempunyai nilai efektifitas sebesar 81.49% dengan kategori baik. Evaluasi produk meliputi keterampilan proses sains dengan nilai efektifitas 80.21% (kategori baik), laporan praktikum 81.75% (kategori baik), aspek kognitif dari tes pemahaman konsep fisika dengan nilai efektifitas 80.00% (kategori baik) dan efektifitas sikap sebesar 84.00% (karegori baik). Hasil evaluasi produk ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Product Praktikum Fisika Dasar

No	Aspek yang dievaluasi	$\bar{X}$	PA (%)	Kriteria
1	Keterampilan proses sains	3.21	80.21	Baik
2	Laporan eksperimen	3.27	81.75	Baik
3	Kognitif	80.00	80.00	Baik
4	Sikap	3.36	84.00	Baik
	Persentase efektifitas aspek product		81.49	Baik

Tujuan praktikum diantaranya dapat mengembangkan keterampilan tingkat tinggi siswa (Mamlok-Naaman & Barnea, 2012). Perlu mendesain panduan praktikum yang melatihkan keterampilan berpikir tingkat tinggi mahasiswa calon guru. Keterampilan tingkat tinggi yang dapat dikembangkan melalui praktikum berpikir kritis, berpikir kreatif dan inovatif, *problem solving*, *decision making*, komunikasi dan kolaborasi. Panduan praktikum *cookbook* membantu siswa belajar mengikuti arahan dalaam panduan, mengajarkan teknik eksperimen, namun kurang melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi (Malik et al., 2018).

Praktikum dalam pembelajaran sains mendorong keterlibatan siswa dalam membangun pengetahuan sains, rasa ingin tahu, minat, mengembangkan berbagai keterampilan dan pemahaman konseptual (Kızılaslan, 2019; Malik & Ubaidillah, 2020, 2021). Praktikum membangun budaya interaksi antar siswa. Interaksi antar siswa dalam kelompok praktikum dapat membantu perkembangan kognitif siswa. Hal ini sejalan dengan teori belajar konstruktivisme Vygotsky. Pengetahuan dikonstruk melalui interaksi siswa dengan lingkungannya (Morcom, 2016; Shvarts & Bakker, 2019; Smagorinsky, 2018).

Keterampilan proses sains mempunyai peranan yang penting bagi siswa dalam pemecahan masalah (Darmaji et al., 2020). Keterampilan proses sains yang diukur dalam penilaian meliputi mengamati, klasifikasi, menggunakan alat ukur, memprediksi, menyusun hipotesis, mendesain percobaan, mengontrol variable, menginterpretasi, dan devinisi operasional. Keterampilan proses sains berkaitan dengan hasil belajar. Keterampilan proses sains merupakan keterampilan dasar yang diperlukan dalam membiasakan siswa dalam membangun pengetahuan sains, rasa tanggung jawab dan mencapai metode penelitian yang baik (Bayir & Evmez, 2019). Keterampilan proses sains diperlukan oleh semua siswa agar literate sains dan menjadikan siswa sebagai ilmuwan di masa mendatang. Aktivitas eksperimen di laboratorium sangat ditekankan bagi siswa dalam mencapai kompetensi yang telah ditetapkan.

Laporan praktikum merupakan bukti outentik setelah siswa melaksanakan paraktikum. Penilaian praktikum dilakukan sebagai bagian dari aktivitas praktikum. Laporan praktikum dibuat mandiri oleh masing-masing siswa. Setiap laporan praktikum diberi penilaian oleh dosen mata kuliah fisika dasar. Hal ini sesuai dengan pendapat bahwa penilaian laporan praktikum lazim dilakukan oleh pendidik (Gya & Bjune, 2021; Larriba et al., 2021; Sherrer, 2020). Aspek penilaian praktikum yang dilakukan meliputi tujuan praktikum, prosedur eksperimen, dasar teori, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan referensi. Sebagai bahan evaluasi praktikum ke depan bahwa penulisan laporan praktikum dapat mengadopsi penulisan artikel ilmiah yang terdiri dari pendahululan, prosedur eksperimen, hasil dan diskusi, kesimpulan dan daftar pustaka (Larriba et al., 2021).

Penilaian aspek kognitif yang diakses pemahaman konsep fisika. Pemahaman konsep fisika siswa penting untuk diukur sebagai akibat dari proses pembelajaran. Pemahaman konsep menunjukan penguasaan siswa terhadap materi. Pemahaman konsep terkait dengan kemampuan individu yang yang mencirikan kemampuan menyimpulkan, membaca, menulis, berfikir kompleks, menganalisis dan menafsirkan data (Lin et al., 2015). Pemahaman konsep sangat dibutuhkan dalam memahami *real world problem* (DeSchryver et al., 2013). Pemahaman konsep siswa yang baik membantu pemecahan masalah (Darmaji et al., 2020). Praktikum dapat meningkatkan pemahaman konsep sains (Bajpai, 2013; Bugarcic et al., 2012; Durmuş & Bayraktar, 2010; Hakim et al., 2016; Herga et al., 2016). Konflik kognitif siswa dalam praktikum dapat mengubah konsep siswa terhadap sains (Prayogi et al., 2019; Prayogi & Verawati, 2020). Sikap sebagai luaran dari pembelajan praktikum fisika merupakan bagian penting. Sikap tanggung jawab, disiplin, rasa ingin tahu dan kejujuran siswa dapat dipotret dari kegiatan eksperimen. Praktikum dapat mempengarui perubahan konseptual (Durmuş & Bayraktar, 2010), sikap (Aşiksoy & Islek, 2017), dan prestasi (Yang & Heh, 2007).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan evaluasi program praktikum fisika dasar aspek context, tujuan praktikum fisika dasar yaitu memperkuat penguasaan konsep fisika, sikap dan mengembangkan keterampilan laboratorium. Persentase keefektifan aspek input sebesar 80.24% dengan kriteria baik, persentase efektifitas aspek proses sebesar 83.42% dengan kriteria baik. dan persentase keefektifan product sebesar 81.49% dengan kriteria baik. Hasil evaluasi praktikum fisika dasar memberikan informasi bahwa kegiatan praktikum memberi kontribusi dalam mencapai profil lulusan sebagai

asisten peneliti. Praktikum fisika dasar yang telah dilaksanakan dapat dilanjutkan dan ditingkatkan. Penggunaan panduan praktikum fisika dasar yang melatihkan keterampilan berpikir tingkat tinggi perlu diwujudkan. Keterampilan berpikir tingkat tinggi tercermin dalam pertanyaan-pertanyaan di dalam panduan praktikum. Perlu materi praktikum yang memadukan konsep biologi dan fisika sekaligus. Kegiatan diskusi dan presentasi setelah melaksanakan praktikum perlu diadakan. Diskusi dan presentasi memperkuat struktur kognitif mahasiswa calon guru dalam mengkonstruk pengetahuan fisika. Penulisan laporan praktikum perlu ditingkatkan seperti format research paper. Pembiasaan penulisan laporan praktikum yang mengadaptasi dari artikel penelitian agar terbiasa berlatih menulis karya ilmiah.

REFERENSI

Amin, D. I., & Ikhsan, J. (2021). Improving higher order thinking skills via semi second life. *European Journal of Educational Research*, *10*(1), 261–274. https://doi.org/10.12973/EU-JER.10.1.261

Aşiksoy, G., & Islek, D. (2017). The impact of the virtual laboratory on students' attitudes in a general physics laboratory. *International Journal of Online Engineering*, *13*(4), 20–28. https://doi.org/10.3991/ijoe.v13i04.6811

Bajpai, M. (2013). Developing concepts in physics through virtual lab experiment: An effectiveness study. *International Journal of Educational Technology*, *3*(1), 43–50.

Bayir, E., & Evmez, S. (2019). The effects of inquiry-based experiment-integrated science games among secondary school students. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, *8*(3), 434–439. https://doi.org/10.11591/ijere.v8i3.20244

Bugarcic, A., Zimbardi, K., Macaranas, J., & Thorn, P. (2012). An inquiry-based practical for a large, foundation-level undergraduate laboratory that enhances student understanding of basic cellular concepts and scientific experimental design. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *40*(3), 174–180. https://doi.org/10.1002/bmb.20587

Darmaji, D., Kurniawan, D. A., & Suryani, A. (2019). Effectiveness of Basic Physics II Practicum Guidelines Based On Science Process Skills. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, *4*(1), 1. https://doi.org/10.26737/jipf.v4i1.693

Darmaji, Kurniawan, D. A., Astalini, Perdana, R., Kuswanto, & Ikhlas, M. (2020). Do a science process skills affect on critical thinking in science? Differences in urban and rural. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, *9*(4), 874–880. https://doi.org/10.11591/ijere.v9i4.20687

DeSchryver, M. D., Leahy, S. M., Koehler, M. J., & Wolf, L. G. (2013). The Habits of Mind Necessary to Generate New Ways of Teaching in a Career of Constant Change. *TechTrends*, *57*(3), 40–46. https://doi.org/10.1007/s11528-013-0661-1

Durmuş, J., & Bayraktar, Ş. (2010). Effects of Conceptual Change Texts and Laboratory Experiments on Fourth Grade Students' Understanding of Matter and Change Concepts. *Journal of Science Education and Technology*, *19*(5), 498–504. https://doi.org/10.1007/s10956-010-9216-9

Etkina, E., Karelina, A., Ruibal-Villasenor, M., Rosengrant, D., Jordan, R., & Hmelo-Silver, C. E. (2010). Design and reflection help students develop scientific abilities: Learning in introductory physics laboratories. *Journal of the Learning Sciences*, *19*(1), 54–98. https://doi.org/10.1080/10508400903452876

Fajarianingtyas, D. A., & Hidayat, J. N. (2020). Keterampilan Proses Dan Hasil Belajar. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia, 8 (2)*(2), 152–163. https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i1.15515

Faradilla, M., Hasan, M., & Sulastri. (2018). The effectiveness of guided inquiry-based student worksheets on students' generic science skills. *Journal of Physics: Conference Series*, *1088*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1088/1/012106

Firmansyah, J., Suhandi, A., Setiawan, A., & Permanasari, A. (2022). PJB-Lab: practicing 4C skills in physics practicum. *Physics Education*, *57*(3), 35004. https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac3dc4

Gya, R., & Bjune, A. E. (2021). Taking practical learning in STEM education home: Examples from do-it-yourself experiments in plant biology. *Ecology and Evolution*, *11*(8), 3481–3487. https://doi.org/10.1002/ece3.7207

Hakim, A., Liliasari, Kadarohman, A., & Syah, Y. M. (2016). Effects of the natural product mini project laboratory on the students conceptual understanding. *Journal of Turkish Science Education*, *13*(2), 27–36.

https://doi.org/10.12973/tused.10165a

Halawa, S., Hsu, Y. S., Zhang, W. X., Kuo, Y. R., & Wu, J. Y. (2020). Features and trends of teaching strategies for scientific practices from a review of 2008–2017 articles. *International Journal of Science Education*, *42*(7), 1183–1206. https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1752415

Herga, N. R., Cagran, B., & Dinevski, D. (2016). Virtual laboratory in the role of dynamic visualisation for better understanding of chemistry in primary school. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *12*(3), 593–608. https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1224a

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, *88*(1), 28–54. https://doi.org/10.1002/sce.10106

Kahar, M. S., Wekke, I. S., Ibrahim, I., Amri, I., & Pristianto, H. (2019). Students' profile of science process in conducting physics practicum. *AIP Conference Proceedings*, *2081*(October). https://doi.org/10.1063/1.5094024

Khoiri, N., Rusilowati, A., Wiyanto, Sulhadi, & Jafar, R. (2020). Generic skills pattern of physical teacher's candidate through design of school physics practicum guidelines. *Journal of Physics: Conference Series*, *1567*(3). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032091

Kızılaslan, A. (2019). The development of science process skills in visually impaired students: Analysis of the activities. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, *8*(1), 90–96. https://doi.org/10.11591/ijere.v8i1.17427

Kol, Ö., & Yaman, S. (2022). *The Effects of Studies in the Field of Science on Scientific Process Skills : A Meta-Analysis Study Süleyman YAMAN*. *9*(July), 469–494.

Koray, Ö., & Köksal, M. S. (2009). The effect of creative and critical thinking based laboratory applications on creative and logical thinking abilities of prospective teachers. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, *10*(1), 1–13.

Kurniawan, W., Darmaji, D., Astalini, A., Kurniawan, D. A., Hidayat, M., Kurniawan, N., & Farida, L. Z. N. (2019). Multimedia physics practicum reflective material based on problem solving for science process skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, *8*(4), 590–595. https://doi.org/10.11591/ijere.v8i4.20258

Larriba, M., Rodríguez-Llorente, D., Cañada-Barcala, A., Sanz-Santos, E., Gutiérrez-Sánchez, P., Pascual-Muñoz, G., Álvarez-Torrellas, S., Águeda, V. I., Delgado, J. A., & García, J. (2021). Lab at home: 3D printed and low-cost experiments for thermal engineering and separation processes in COVID-19 time. *Education for Chemical Engineers*, *36*, 24–37. https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.02.001

Lin, T. J., Jadallah, M., Anderson, R. C., Baker, A. R., Nguyen-Jahiel, K., Kim, I. H., Kuo, L. J., Miller, B. W., Dong, T., & Wu, X. (2015). Less is more: Teachers' influence during peer collaboration. *Journal of Educational Psychology*, *107*(2), 609–629. https://doi.org/10.1037/a0037758

Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2005). *Learning and teaching in the school science laboratory : An analysis of research , theory and practice* (S. Abell & N. Lederman (eds.); Handbook o, Issue March). The Pennsylvania State University.

Luthfi, N. F., & Hamdi, S. (2020). Evaluation of online learning in Natural Science for junior high school. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, *24*(2), 218–227. https://doi.org/10.21831/pep.v24i2.35015

Malik, A., Setiawan, A., Suhandi, A., Permanasari, A., & Sulasman, S. (2018). HOT Lab – Based Practicum Guide for Pre-Service Physics Teachers HOT Lab – Based Practicum Guide for Pre-Service Physics Teachers. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, *288 (2018)*, 1–7. https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012027

Malik, A., & Ubaidillah, M. (2020). Students critical-creative thinking Skill: A multivariate analysis of experiments and gender. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, *8*(Special issue), 49–58. https://doi.org/10.23947/2334-8496-2020-8-SI-49-58

Malik, A., & Ubaidillah, M. (2021). Multiple skill laboratory activities: How to improve students' scientific communication and collaboration skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *10*(4), 585–595. https://doi.org/10.15294/jpii.v10i4.31442

Mamlok-Naaman, R., & Barnea, N. (2012).

Laboratory activities in Israel. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *8*(1), 49–57. https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.816a

Morcom, V. (2016). Scaffolding peer collaboration through values education: Social and reflective practices from a primary classroom. *Australian Journal of Teacher Education*, *41*(1), 81–99. https://doi.org/10.14221/ajte.2016v41n1.5

Prayogi, S., Muhali, Yuliyanti, S., As'ary, M., Azmi, I., & Verawati, N. N. S. P. (2019). The effect of presenting anomalous data on improving student's critical thinking ability. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *14*(6), 133–137. https://doi.org/10.3991/ijet.v14i06.9717

Prayogi, S., & Verawati, N. N. S. P. (2020). The effect of conflict cognitive strategy in inquiry-based learning on preservice teachers' critical thinking ability. *Journal of Educational, Cultural and Psychological Studies*, *2020*(21), 27–41. https://doi.org/10.7358/ecps-2020-021-pray

Rosana, D., Kadarisman, N., Maryanto, A., & Sugiharsono, A. (2017). The evaluation of science learning program, technology and society application of Audio Bio Harmonic System with solar energy to improve crop productivity. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *6*(1), 63–70. https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9596

Roth, W. -M. (1994). Experimenting in a constructivist high school physics laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*(2), 197–223. https://doi.org/10.1002/tea.3660310209

Saputra, H., Suhandi, A., & Setiawan, A. (2019). Profile of inquiry skills pre-service physics teacher in Aceh. *Journal of Physics: Conference Series*, *1157*(3), 1–7. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032046

Sherrer, S. M. (2020). A virtual laboratory module exploring photosynthesis during COVID-19. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, *48*(6), 659–661. https://doi.org/10.1002/bmb.21464

Shvarts, A., & Bakker, A. (2019). The early history of the scaffolding metaphor: Bernstein, Luria, Vygotsky, and before. *Mind, Culture, and Activity*, *26*(1), 4–23.

Smagorinsky, P. (2018). Is Instructional Scaffolding Actually Vygotskian, and Why Should It Matter to Literacy Teachers? *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, *62*(3), 253–257.

Stufflebeam, D. L. (1971). *the Relevance of the Cipp Evaluation Model for Educational Accountability*.

Stufflebeam, D. L. (1983). The Cipp Model for Program Evaluation. *Evaluation Models*, 117–141. https://doi.org/10.1007/978-94-009-6675-8_7

Susanti, N., Fatimah, S., & Kurniasih, N. (2018). The Learning of Science-Based Laboratory Experiments to Improve the Student's Scientific Attitudes on Optical Materials. *Journal of Physics: Conference Series*, *1114*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012042

Tanti, Kurniawan, D. A., Kuswanto, Utami, W., & Wardhana, I. (2020). Science process skills and critical thinking in science: Urban and rural disparity. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *9*(4), 489–498. https://doi.org/10.15294/jpii.v9i4.24139

Umam, K. A., & Saripah, I. (2018). Using the Context, Input, Process and Product (CIPP) Model in the Evaluation of Training Programs. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, *2*(July), 19. https://doi.org/10.20961/ijpte.v2i0.26086

Urbano, D. (2018). Effectiveness of traditional laboratory classes to learn basic concepts of electric circuits: A case study. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, *716*, 693–701. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73204-6_76

Weiszflog, M., & Goetz, I. K. (2022). Transforming laboratory experiments for digital teaching: remote access laboratories in thermodynamics. *European Journal of Physics*, *43*(1), 015701. https://doi.org/10.1088/1361-6404/ac3193

Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, *40*(2), 201–216. https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782505

Yang, K.-Y., & Heh, J.-S. (2007). The impact of internet virtual physics laboratory instruction on the achievement in physics, science process skills and computer attitudes of 10th-grade students. *Journal of Science Education and Technology*, *16*(5), 451–461.