

Workshop STEM-Robotic bagi Guru Sekolah Dasar dan Menengah

Ira Nofita Sari¹, Dwi Fajar Saputri², Adi Pramuda³, Boisandi⁴, Eti Sukadi⁵, Lia Angraeni⁶, Matsun⁷, Soka Hadiati⁸, Sy. Lukman Hakim Assegaf⁹

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9}Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas PGRI Pontianak, Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis: Ira Nofita Sari

E-mail: iranofitasari87@gmail.com

Abstrak

Pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan wawasan dan keterampilan guru dari tingkat dasar hingga menengah atas mengenai konsep, prinsip, dan manfaat implementasi STEM, coding, dan robotik dalam pembelajaran. Metode pelaksanaan PKM yang digunakan yaitu pelatihan dan pendampingan. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan PKM meliputi tahap 1) persiapan, 2) sosialisasi meliputi kegiatan pemaparan narasumber, diskusi, tanya jawab, 3) pelaksanaan pelatihan dan pendampingan oleh fasilitator meliputi praktik dan unjuk kerja 4) monitoring dan evaluasi. Kegiatan ini berhasil meningkatkan wawasan dan keterampilan guru dari tingkat dasar hingga menengah atas tentang implementasi STEM, coding, dan robotik berbasis STEM. Selain itu, keterampilan guru dalam menyusun perangkat pembelajaran berbasis STEM juga meningkat. Program ini juga berhasil memperkenalkan sumber digital yang mendukung penerapan STEM, coding, dan robotik dalam pembelajaran. Respon positif peserta menunjukkan motivasi untuk mengaplikasikan STEM, dan kemitraan antara perguruan tinggi dan sekolah menjadi langkah awal untuk menciptakan lingkungan pembelajaran inovatif dan berkelanjutan.

Kata kunci - Workshop, STEM, robotika

Abstract

This community service aims to improve the insight and skills of teachers from elementary to high school levels regarding the concepts, principles, and benefits of implementing STEM, coding, and robotics in learning. The PKM implementation method used is training and mentoring. The stages of implementing PKM activities include stages 1) preparation, 2) socialization including resource person presentation activities, discussions, questions and answers, 3) implementation of training and mentoring by facilitators including practice and performance 4) monitoring and evaluation. This activity has succeeded in improving the insight and skills of teachers from elementary to high school levels regarding the implementation of STEM, coding, and STEM-based robotics. In addition, teacher skills in compiling STEM-based learning devices have also increased. This program has also succeeded in introducing digital sources that support the implementation of STEM, coding, and robotics in learning. The positive response of participants shows the motivation to apply STEM, and partnerships between universities and schools are the first steps to creating an innovative and sustainable learning environment.

Keywords - Workshop, STEM, robotic

PENDAHULUAN

Di era revolusi industri 4.0 dan masyarakat 5.0, dampaknya terasa di berbagai aspek, termasuk pendidikan. Sistem pendidikan harus mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan masa depan yang semakin kompleks, khususnya dalam bidang sains dan teknologi. Pendidikan berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) diyakini sebagai solusi untuk menghadapi dunia yang terus berubah, penuh ketidakpastian, kompleksitas, dan ambiguitas (VUCA) (Alexander & Fry, 2016). Pembelajaran berbasis STEM dapat memberikan pengalaman belajar, pembelajaran aktif, dan bermakna secara kontekstual kepada siswa (King & Pringle, 2019; Quang et al., 2015). STEM dapat menghasilkan lulusan yang terampil dan memiliki kemampuan untuk menyelesaikan suatu permasalahan (Anggraini & Huzaifah, 2017). Oleh karena itu, pendekatan STEM saat ini sering digunakan dan diteliti karena sangat menarik (Qingna, 2021).

STEM sangat berkaitan dengan mata pelajaran IPA (Jin, 2020; Zhan et al., 2021). Integrasi STEM ke mata pelajaran IPA dimaksudkan agar siswa siap menghadapi realitas tantangan di masa yang akan datang (Zhan et al., 2021). Namun, saat ini pembelajaran IPA di sekolah masih menemui hambatan. Pada kenyataannya siswa tidak menguasai kompetensi yang diharapkan karena siswa tidak merespon pembelajaran yang diberikan oleh guru (Imanuel, 2015). Hambatan seperti ini dapat terjadi karena kurangnya pemahaman guru saat mengimplementasikan STEM (Diana & Turmudi, 2021). Oleh karena itu guru dituntut untuk dapat memahami konsep STEM dan mengaplikasikan teknologi ke dalam pembelajaran (Widiyatmoko et al., 2023).

Revolusi industri 4.0 dan society era 5.0 saat ini juga berkaitan erat dengan sains, coding, dan robotic (Widiyatmoko et al., 2023). Robotika merupakan salah satu cara yang dapat menumbuhkan pendidikan STEM (Asri, 2018; Arifudin et al., 2022). Secara kognitif dapat mengembangkan aspek kognitif seperti kemampuan berpikir logis, kreatif, inovatif, problem solving, keterampilan sosial/bekerjasama siswa mulai jenjang dasar hingga jenjang sekolah menengah. (Afari & Khine, 2017; Asri, 2018). Inovasi dalam implementasi STEM berupa coding dan robotika dapat menarik perhatian siswa dalam belajar IPA. Siswa dapat belajar langsung dan yang terpenting lingkungan belajar dapat berubah menjadi menyenangkan melalui integrasi sifat praktis dan teknologinya. Di Kalimantan Barat, implementasi STEM dalam pembelajaran melalui coding dan robotik belum banyak dilakukan oleh sekolah. Meskipun penerapan STEM telah banyak dilakukan dan dilaporkan berdampak positif, namun di Indonesia, penerapan STEM dirasakan belum optimal (Diana & Turmudi, 2021; Fauzi et al., 2023).

Berdasarkan hasil angket kepada beberapa sekolah dari tingkat dasar hingga menengah atas, guru sangat tertarik dengan implementasi STEM, coding, dan robotic dalam pembelajarannya. Namun, banyak pula guru dan sekolah yang belum menerapkannya. Hal ini dapat dikarenakan: 1) belum memiliki wawasan yang memadai mengenai STEM, coding, dan robotic berbasis STEM (2) guru belum memiliki keterampilan dalam menyusun perangkat sains, coding, dan robotic berbasis STEM, (3) kurangnya pengetahuan sumber-sumber digital yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan sains, coding, dan robotic berbasis STEM.

Berdasarkan paparan yang telah disampaikan, maka pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk meningkatkan wawasan guru dari tingkat dasar hingga menengah atas mengenai konsep, prinsip, dan manfaat implementasi STEM, coding, dan robotic berbasis STEM dalam pembelajaran. Selain itu, program ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan guru dalam menyusun perangkat pembelajaran berbasis STEM, termasuk pengembangan rancangan pembelajaran sains, coding, dan robotic yang sesuai dengan kebutuhan kurikulum. Program ini juga dirancang untuk memfasilitasi akses guru terhadap sumber-sumber digital yang relevan dan bermanfaat untuk mendukung implementasi STEM, coding, dan robotic di sekolah. Dengan demikian, diharapkan guru dapat termotivasi untuk mengaplikasikan STEM, coding, dan robotic dalam kegiatan pembelajaran melalui proyek sederhana maupun program berkelanjutan. Kegiatan ini juga bertujuan membangun jaringan kolaborasi antara sekolah dan perguruan tinggi untuk menyediakan pelatihan, konsultasi, dan

pendampingan secara berkesinambungan, sehingga menciptakan lingkungan pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan perkembangan teknologi serta kebutuhan abad ke-21.

METODE

Subjek dalam pengabdian ini terdiri guru-guru Matematika dan IPA yang ada di Kalimantan Barat. Kegiatan Pelatihan dilakukan secara offline (luar jaringan) dan online (dalam jaringan). Metode pelaksanaan kegiatan PKM yang digunakan yaitu pelatihan dan pendampingan. Adapun tahapan pelaksanaan kegiatan PKM meliputi tahap 1) persiapan, 2) sosialisasi meliputi kegiatan pemaparan narasumber, diskusi, tanya jawab, 3) pelaksanaan pelatihan dan pendampingan oleh fasilitator meliputi praktik dan unjuk kerja 4) monitoring dan evaluasi. Secara rinci dijabarkan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan, kegiatan yang dilakukan yaitu menganalisis situasi pada mitra, persiapan (baik bahan, jadwal, peralatan), koordinasi internal tim dengan pihak mitra telah dilaksanakan dan persiapan pelaksanaan kegiatan.
2. Tahap Sosialisasi kegiatan PkM oleh tim Pengabdian kepada mitra dalam bentuk pemaparan tentang pelaksanaan pelatihan.
3. Tahap Pelatihan dan Pendampingan dilakukan pada beberapa kegiatan yaitu:
 - a. Kegiatan pelatihan dilakukan pemberian materi mengenai pembelajaran berbasis pendekatan STEM, coding dan robotic.
 - b. Pendampingan guru dalam menggunakan KIT STEM-Coding Robotic mensimulasikan.
4. Tahap Monitoring dan Evaluasi. Monitoring dilakukan selama pelaksanaan pelatihan dan pendampingan guru-guru saat menggunakan KIT STEM-Coding Robotic. Untuk mengetahui ketercapaian pelaksanaan kegiatan PkM maka instrument pengumpulan data menggunakan lembar observasi, angket, pre-test dan post-test.
5. Evaluasi. Evaluasi pada kegiatan PKM ini dilakukan menggunakan angket. Angket yang diberikan kepada peserta terdiri atas beberapa indikator yang meliputi materi, fasilitator, fasilitas. Angket dengan indikator tersebut diharapkan dapat mengukur keberhasilan dari keterlaksanaan program PKM yang dilakukan.

Keberlanjutan dari kegiatan PKM ini yaitu guru dapat terus mengembangkan dan terampil dalam membuat modul proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Pengabdian pada Masyarakat (PPM) ini diselenggarakan oleh tim PPM program studi pendidikan fisika yang berjumlah 9 orang yang berperan sebagai fasilitator. Kegiatan inti dari PPM ini dilaksanakan selama satu hari pada tanggal 27 September 2024 dengan dihadiri peserta yaitu guru-guru SD, SMP dan SMA yang berjumlah 25 orang. Kegiatan yang dilakukan yaitu pemberian pelatihan dan pembimbingan kepada guru-guru dalam pengenalan pembelajaran STEM, robotic dan membuat robot sederhana menggunakan Studuino. Berikut rincian kegiatan yang telah dilakukan.

1. Penyampaian materi tentang STEM

Kegiatan PPM diawali dengan penyampaian materi tentang STEM yang disampaikan oleh narasumber Arif Hidayat, Ph.D dilihat pada Gambar 1 Pada kegiatan ini, guru-guru diinformasikan tentang hakikat pembelajaran STEM, meliputi pengertian, prinsip-prinsip dasar, dan manfaatnya dalam pembelajaran yang kontekstual dan berbasis proyek. Selanjutnya, disampaikan pula materi mengenai robotic, yang dijelaskan secara rinci mengenai potensi pemanfaatannya dalam pembelajaran berbasis STEM, seperti terlihat pada Gambar 2. Penjelasan ini mencakup bagaimana robotic dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran interaktif, meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, dan mendorong inovasi teknologi. Robotic dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran interaktif melalui integrasi teknologi yang melibatkan simulasi, eksperimen langsung, dan pemecahan masalah berbasis proyek. Guru-guru diajarkan cara menggunakan robotic sebagai alat untuk memperkenalkan konsep-konsep abstrak dalam sains dan teknologi menjadi lebih konkret dan menarik bagi siswa. Selain itu, penggunaan robotic terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

berpikir kritis siswa, karena siswa dilatih untuk menganalisis, merancang, dan memprogram robot untuk menyelesaikan tantangan tertentu. Aktivitas ini juga mendorong siswa untuk berpikir logis dan kreatif, mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu seperti matematika, fisika, dan teknologi. Lebih lanjut, robotic memberikan peluang besar untuk mendorong inovasi teknologi, di mana siswa tidak hanya menjadi pengguna teknologi, tetapi juga kreator yang dapat mengembangkan solusi berbasis teknologi untuk permasalahan nyata.

Selain itu, keterampilan guru dalam menyusun perangkat pembelajaran berbasis STEM juga mengalami peningkatan yang signifikan setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan. Program ini juga berhasil memperluas pengetahuan peserta terkait sumber-sumber digital yang relevan, yang dapat mendukung penerapan STEM, coding, dan robotic dalam pembelajaran. Adanya respon positif dari peserta menunjukkan bahwa kegiatan ini tidak hanya memberikan manfaat praktis, tetapi juga memotivasi mereka untuk mulai mengaplikasikan konsep STEM dalam kegiatan pembelajaran. Kemitraan yang terjalin antara perguruan tinggi dan sekolah melalui program ini menjadi langkah awal yang strategis untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang inovatif dan berkelanjutan.



Gambar 1.
Penyampaian Materi STEM



Gambar 2.
Penyampaian Materi Robotic

2. Pembuatan Robot Sederhana menggunakan Studuino

Peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok, dengan masing-masing kelompok terdiri dari dua orang. Setiap kelompok akan menerima panduan untuk pembuatan robot sederhana, serta satu set Studuino, yang merupakan alat utama dalam kegiatan ini. Pada saat pembuatan robot, peserta akan dibimbing secara langsung oleh tim PPM (Program Pengabdian Masyarakat) yang akan memberikan

arahan dan penjelasan teknis terkait cara menggunakan Studuino serta prinsip dasar yang diperlukan dalam pembuatan robot.

Pada Gambar 3 tampak peserta sangat bersemangat dan termotivasi untuk menyelesaikan robot sederhana yang ingin mereka buat. Antusiasme ini terlihat jelas karena mereka bekerja sama dalam kelompok untuk mengatasi tantangan dan belajar melalui eksperimen langsung. Keberhasilan mereka dalam menyelesaikan pembuatan robot ini menunjukkan tingkat pemahaman dan keterampilan yang mereka peroleh selama proses tersebut.

Setelah berhasil membuat robot, produk yang dihasilkan dari kegiatan ini adalah robot sederhana yang dirancang dan dibuat oleh masing-masing kelompok. Sebagai bagian dari evaluasi, peserta kemudian diminta untuk mempresentasikan hasil kerja mereka. Presentasi ini bertujuan untuk melatih kemampuan komunikasi peserta, serta memberikan kesempatan untuk berbagi pengalaman dan proses yang telah mereka jalani dalam pembuatan robot.



Gambar 3.
Pembuatan Robot

3. Hasil Peningkatan Pengetahuan Mitra

Sebelum memberikan materi pembelajaran, tim PkM memberikan soal untuk mengukur pengetahuan awal peserta. Soal ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman peserta mengenai topik yang akan dipelajari, serta untuk menilai tingkat kesiapan mereka dalam mengikuti materi yang akan disampaikan. Dengan mengetahui tingkat pengetahuan awal peserta, tim PPM dapat menyesuaikan pendekatan dan strategi pembelajaran yang tepat agar dapat lebih efektif.

Setelah peserta mengikuti proses pembelajaran dan membuat perangkat pembelajaran, mereka kemudian diberikan soal kembali untuk mengukur pengetahuan akhir mereka. Soal ini dirancang untuk mengevaluasi sejauh mana pemahaman dan keterampilan peserta meningkat setelah mengikuti materi yang diajarkan. Hasil dari pengukuran pengetahuan akhir ini akan menunjukkan dampak dari kegiatan pembelajaran terhadap perkembangan pengetahuan peserta.

Adapun hasil peningkatan pengetahuan mitra dapat dilihat dalam Tabel 1. Tabel ini menyajikan data yang menggambarkan perbandingan antara nilai pengetahuan awal dan pengetahuan akhir peserta. Berdasarkan hasil yang terlihat dalam Tabel 4.1, dapat diketahui bahwa terdapat peningkatan pengetahuan mitra setelah mengikuti kegiatan pembelajaran. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa proses pembelajaran yang dilakukan efektif dalam memperkaya pengetahuan peserta dan mencapai tujuan yang diharapkan.

Tabel 1.
Hasil Tes Pengetahuan Peserta

No.	Pertanyaan	Jawaban Benar	
		Sebelum	Sesudah
1	Implementasi STEM dalam pembelajaran IPA diterapkan melalui	10	24
2	Dalam pembelajaran IPA, pendekatan STEM dapat diterapkan dalam model pembelajaran PBL	9	24
3	Perhatikan foto peserta didik yang sedang belajar membuat periskop. Tugas ini merupakan tugas materi sifat - sifat cahaya yang disajikan guru melalui pendekatan STEM. Topik Sains dan Matematika yang diterapkan oleh peserta didik pada percobaan periskop tersebut adalah... .	5	20
4	Diantara pernyataan berikut yang kurang sesuai dengan tujuan atau pentingnya pendidikan STEM pada peserta didik adalah... .	6	22
5	Topik pembelajaran yang paling tepat untuk dikembangkan dalam pembelajaran dengan pendekatan STEM adalah	8	22
6	Jika Anda seorang guru IPA, hendak merancang pembelajaran STEM pada topik Pemisahan Campuran dan produk yang akan dibuat adalah sebuah alat penyaring air, maka konsep Sains, Teknologi, Engineering, dan Matematika yang dapat diintegrasikan adalah	5	20
7	Tiga orang peserta didik dalam kelompok membuat model kapal. Mereka menggambar skema disertai keterangan ukuran setiap bagian. Tahap yang dilakukan peserta didik tersebut termasuk ke dalam aspek....	4	23
8	Peserta didik dalam kelompok mengukur massa plastisin dengan neraca sebelum digunakan dalam percobaan pengujian pengaruh berat benda terhadap tekanan kapal. Tahap yang dilakukan peserta didik tersebut termasuk ke dalam aspek....	7	23
9	Peserta didik menganalisis data percobaan. Mereka membagi berat dengan luas alas model kapal. Tahap yang dilakukan peserta didik tersebut termasuk ke dalam aspek....	8	21
10	Permasalahan air tercemar di lingkungan rumah menginspirasi seorang peserta didik membuat alat penjernih air sederhana. Di dalam STEM, alat penjernih air sederhana termasuk aspek....	6	23

4. Pemberian angket kepada peserta PPM

Pada akhir kegiatan PPM, peserta mengisi angket tentang penilaian pelaksanaan PPM yang telah dilakukan. Adapun hasil analisis angket disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Rekapitulasi Data Angket Kepuasan

No.	Indikator	Nilai	Kriteria
1	Keahlian dan kesiapan fasilitator	3.74	Sangat Baik
2	Kegunaan materi yang disampaikan	3.72	Sangat Baik
3	Kesesuaian materi yang disampaikan dengan tema PPM	3.68	Sangat Baik
4	Kesuaian pelaksanaan pelatihan dengan harapan peserta	3.60	Sangat Baik
5	Kesesuaian fasilitas yang diberikan pada saat pelaksanaan pelatihan	3.58	Sangat Baik
Rata-Rata		3.70	Sangat Baik

Tabel 2 menunjukkan skor penilaian peserta terhadap kegiatan PKM yang telah dilaksanakan. Dalam tabel tercatat berbagai aspek yang dinilai oleh peserta terkait dengan jalannya kegiatan, mulai dari materi yang disampaikan hingga kualitas fasilitasi yang diberikan oleh dosen. Hasil dari angket yang diisi oleh peserta menunjukkan bahwa kegiatan PKM berlangsung sesuai dengan materi yang mereka perlukan. Peserta merasa bahwa materi yang diajarkan relevan dan bermanfaat, terutama terkait dengan pembuatan robot sederhana, yang merupakan bagian utama dari kegiatan ini. Selain itu, hasil angket juga mengungkapkan bahwa fasilitator (dosen) memainkan peran penting dalam mempermudah peserta dalam mengikuti kegiatan. Dosen berhasil memberikan penjelasan yang jelas dan mendalam, serta membantu peserta dalam menghadapi tantangan teknis yang muncul selama proses pembuatan robot sederhana. Dengan bimbingan yang baik dari fasilitator, peserta merasa lebih percaya diri dan mampu menyelesaikan tugas yang diberikan dengan baik. Secara keseluruhan, skor penilaian ini menunjukkan bahwa kegiatan PKM berjalan lancar dan memberikan dampak positif bagi peserta.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini adalah bahwa kegiatan ini berhasil meningkatkan wawasan mitra, khususnya guru dari tingkat dasar hingga menengah atas, mengenai konsep dan manfaat implementasi STEM, coding, dan robotic berbasis STEM. Selain itu, keterampilan guru dalam menyusun perangkat pembelajaran berbasis STEM juga mengalami peningkatan yang signifikan setelah mengikuti pelatihan dan pendampingan. Program ini juga berhasil memperluas pengetahuan peserta terkait sumber-sumber digital yang relevan, yang dapat mendukung penerapan STEM, coding, dan robotic dalam pembelajaran. Adanya respon positif dari peserta menunjukkan bahwa kegiatan ini tidak hanya memberikan manfaat praktis, tetapi juga memotivasi mereka untuk mulai mengaplikasikan konsep STEM dalam kegiatan pembelajaran. Kemitraan yang terjalin antara perguruan tinggi dan sekolah melalui program ini menjadi langkah awal yang strategis untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang inovatif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Universitas PGRI Pontianak atas dukungan pembiayaan tahun 2024 dengan nomor kontrak 041/L.202/PKM/06/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Afari, E., & Khine, M. S. (2017). Robotics as an Educational Tool: Impact of Lego Mindstorms. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(6), 437–442. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.6.908>
- Alexander, R., & Fry, A. (2016). *Practising What We Teach: Iterative Design Methods for Innovation*

- Education. Fifth 21st CAF Conference in Harvard, Boston, USA, 11(1), 1–15.
- Anggraini, F. I., & Huzaifah, S. (2017). Implementasi STEM dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Menengah Pertama. Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya, 1(1), 722–731.
- Arifudin, R., Setiawan, A., Abidin, Z., Efrilianda, D. A., & Jumanto, J. (2022). Pembelajaran STEM Berbasis Robotika Sederhana Bagi Guru Sekolah Dasar di Karimunjawa. *Abdimasku : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(3), 570. <https://doi.org/10.33633/ja.v5i3.825>
- Asri, Y. N. (2018). Pembelajaran Berbasis Stem Melalui Pelatihan Robotika. *WaPfi (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(2), 74. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v3i2.13735>
- Diana, N., & Turmudi, T. (2021). Kesiapan Guru dalam Mengembangkan Modul Berbasis STEM untuk Mendukung Pembelajaran di Abad 21. *Edumatica : Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(02), 1–8. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v11i02.11720>
- Fauzi, A., Jaya, F., Maharani, M., Nurul, P., & Nur, N. (2023). Assistance in designing STEM-based learning at the Muhammadiyah 1 Paiton research-based elementary school. *Journal of Community Service and Empowerment*, 4(1), 145–151.
- Imanuel, S. A. (2015). Kesulitan Belajar IPA Peserta Didik Sekolah Dasar. *Vox Edukasi*, 6(2), 108–119.
- King, N. S., & Pringle, R. M. (2019). Black girls speak STEM: Counterstories of informal and formal learning experiences. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(5), 539–569. <https://doi.org/10.1002/tea.21513>
- Qingna, J. (2021). Supporting Indigenous Students in Science and STEM Education: A Systematic Review. *Education Sciences*, 11(9), 555–555.
- Quang, L., Hoang, L., Chuan, V., Nam, N., Anh, N., & Nhung, V. (2015). Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education through Active Experience of Designing Technical Toys in Vietnamese Schools. *British Journal of Education, Society & Behavioural Science*, 11(2), 1–12. <https://doi.org/10.9734/bjesbs/2015/19429>
- Widiyatmoko, A., Yanitama, A., Arifudin, R., Pamelasari, S. D., Darmawan, M. S., Astutianingtyas, D. F., & Saputra, A. (2023). Peningkatan Pemahaman Sains, Coding, dan Robotik Berbasis STEM untuk Guru Matematika dan IPA SMP Kota Semarang. *Journal of Community Empowerment*, 3(1), 7–14. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/JCE/article/view/72574%0Ahttps://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/JCE/article/download/72574/24985>