

## PROGRAM PENDAMPINGAN STEM PROJECT-BASED LEARNING BERBASIS RECYCLABLE MATERIALS PADA PEMBELAJARAN IPA

Anggun Zuhaida<sup>1\*</sup>, Muhammad Imaduddin<sup>2</sup>, Arifin Septiyanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tadris IPA, Universitas Islam Negeri Salatiga, Indonesia

<sup>2</sup>Tadris IPA, Institut Agama Islam Negeri Kudus, Indonesia

<sup>3</sup>Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia  
[anggunzuh@uinsalatiga.ac.id](mailto:anggunzuh@uinsalatiga.ac.id)<sup>1</sup>, [imad@iainkudus.ac.id](mailto:imad@iainkudus.ac.id)<sup>2</sup>, [arifinseptiyanto3@upi.edu](mailto:arifinseptiyanto3@upi.edu)<sup>3</sup>

---

### ABSTRAK

**Abstrak:** Pembelajaran IPA erat kaitannya dengan pembelajaran *Science, Technology, Engineering, and Mathematic* (STEM). Program pendampingan ini bertujuan untuk memberikan pendampingan *STEM-Project based Learning* (PjBL) berbasis *recyclable materials* bagi guru IPA, serta meningkatkan kompetensi pedagogik guru dalam mengimplementasikan *STEM-PjBL* berbasis *recyclable materials*. Proses pendampingan ini melibatkan kelompok MGMP IPA MTs di Kabupaten Kudus dengan jumlah 40 guru IPA MTs. Kegiatan pendampingan terdiri dari lima tahap, yaitu: (1) FGD dengan Calon Guru IPA; (2) Proses desain dan produksi; (3) FGD dengan Kelompok MGMP IPA MTs (kelompok kecil); (4) Proses pendampingan; serta (5) Diseminasi hasil. Peningkatan kompetensi pedagogik guru dapat dilihat dari keterterapan model *design thinking* dalam proses pembelajaran di kelas. Respon yang diberikan berkaitan dengan kondisi siswa dalam pembelajaran, proyeksi keberlanjutan pembelajaran STEM dari perspektif siswa, kebermaknaan pembelajaran STEM yang dilaksanakan terhadap pemahaman sains, kebermaknaan pembelajaran STEM terhadap pemahaman fenomena yang ada di sekitarnya, serta aktivitas STEM sebagai aktivitas yang membutuhkan kolaborasi. Respon menunjukkan 90% guru memiliki respon positif pada masing-masing aspek pernyataan.

**Kata Kunci:** STEM; *Project Based-Learning*; *Recyclable Materials*; Kompetensi Pedagogik.

**Abstract:** *Science learning is closely related to STEM learning. This mentoring program aims to provide STEM-PjBL mentoring based on recyclable materials for science teachers, and improve teachers' pedagogical competence in implementing STEM-PjBL based on recyclable materials. This mentoring process involves the 40 MTs science teachers. The mentoring activity consists of five stages, namely: (1) FGD with prospective science teachers, (2) design and production process, (3) FGD with MGMP IPA MTs (small group), (4) mentoring process, and (5) dissemination of results. The improvement of teachers' pedagogical competence can be seen from the applicability of the design thinking model in the learning process in the classroom. The responses given are related to the condition of students in learning, the projected sustainability of STEM learning from the perspective of students, the meaningfulness of STEM learning implemented towards understanding science, the meaningfulness of STEM learning towards understanding the phenomena around them, and STEM activities as activities that require collaboration. The responses show that 90% of teachers have positive responses to each aspect of the statement.*

**Keywords:** *STEM; Project Based-Learning; Recyclable Materials; Pedagogic Competence.*



#### Article History:

Received: 04-04-2023

Revised : 02-05-2023

Accepted: 03-05-2023

Online : 01-06-2023



*This is an open access article under the  
CC-BY-SA license*

## A. LATAR BELAKANG

Ilmu Pengetahuan Alam menjadi salah satu komponen dengan posisi penting dalam kurikulum pendidikan anak di berbagai negara (Lamanauskas, 2013). Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam membantu kita untuk menafsirkan dan memahami dunia, untuk mengelola risiko dan menempatkan ketidakpastian ke dalam perspektif yang berbeda, untuk memandu pengembangan teknologi dan inovasi dan untuk meramalkan dan merencanakan masa depan (*Directorate-General for Research and Innovation European Commission*, 2015; Mutasam et al., 2021). Namun faktanya, Kondisi kualitas pendidikan IPA di Indonesia dianggap masih memprihatinkan. Berdasarkan studi yang dilakukan *Organisation for Economic Co-operation and Development's (OECD's) Programme for International Student Assessment (PISA)* tahun 2018 menemukan raihan siswa usia 15 tahun dalam matematika dan sains di Indonesia mendapat nilai lebih rendah dari rata-rata OECD dalam membaca, matematika dan sains. Sekitar 40% siswa di Indonesia mencapai Level 2 atau lebih tinggi dalam sains (rata-rata OECD: 78%), hal ini menjadikan Indonesia berada dalam peringkat 72 dari 78 negara (OECD, 2018). Studi tersebut mendorong perlunya peningkatan kualitas pendidikan, mulai dari review kurikulum, peningkatan kualitas pendidik dan tenaga kependidikan serta peningkatan kualitas standar lainnya.

Kajian studi berkaitan dengan kesiapan Madrasah Tsanawiyah di Jawa Tengah dalam pelaksanaan kurikulum nasional memperlihatkan adanya faktor penghambat yang berkaitan dengan pembelajaran IPA termasuk karena tidak semua alat peraga maupun perlengkapan laboratorium IPA tersedia sesuai dengan tuntutan materi (Khasanah et al., 2022). Hal tersebut senada dengan hasil wawancara ketua MGMP IPA MTs kabupaten Kudus menyatakan bahwa pembelajaran IPA belum optimal pelaksanaannya terutama untuk praktikum. Praktikum masih dianggap menyita banyak waktu guru untuk persiapannya.

Sejalan dengan hal itu, melalui kerja sama dengan kelompok MGMP IPA MTs kabupaten Kudus, langkah nyata untuk memberikan kontribusi pada peningkatan kualitas pendidikan IPA akan dapat dibuktikan. MGMP IPA MTs terbagi menjadi dua area, yaitu Rayon Kudus 01, serta Rayon Kudus 02. Jumlah guru yang tergabung di Rayon 01 ini sebanyak 40 guru yang berasal dari 25 Madrasah Tsanawiyah di area Kudus barat. Berdasarkan penjarangan data awal pada kelompok MGMP IPA Rayon 01, diketahui beberapa kondisi yang terjadi pada proses pembelajaran IPA, yaitu: (1) aktivitas praktikum masih dianggap sebagai aktivitas yang menyita waktu karena memerlukan persiapan (80% responden); (2) laboratorium sekolah tidak memiliki laboran khusus untuk membantu pelaksanaan aktivitas praktikum (100% responden); (3) penggunaan alat dan laboratorium biasa digunakan pada jenjang kelas VIII (75% responden); dan (4) minimnya variasi alat peraga dan aktivitas pembelajaran yang memanfaatkan fasilitas

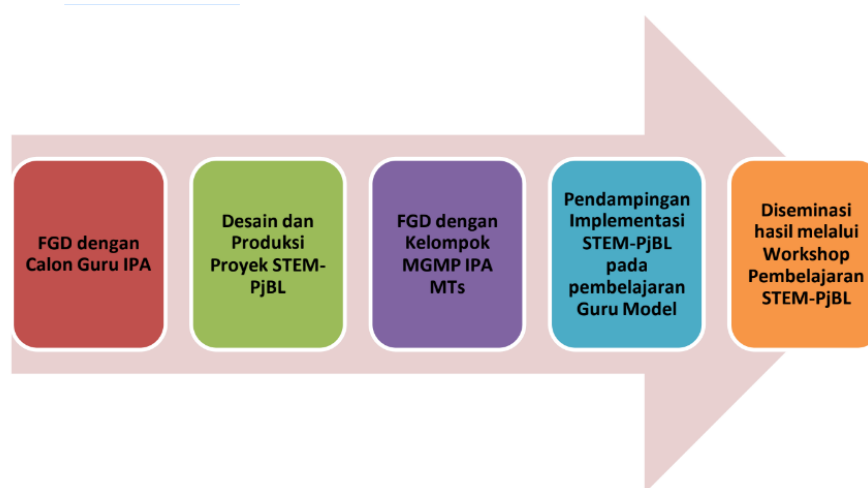
laboratorium (60% responden). Permasalahan dari guru IPA secara umum adalah belum terampilnya membelajarkan praktikum IPA serta minimnya fasilitas madrasah untuk aktivitas praktikum IPA siswa.

Disisi lain, Pendidikan STEM yang pada awalnya digagas oleh *National Science Foundation* (NSF) gabungan dari empat disiplin ilmu yang berbeda di antaranya sains, teknologi, teknik (rekayasa) dan matematika (Chen et al., 2022; NSTC, 2013; Sanders, 2009; Wieselmann et al., 2022). Pendidikan berbasis STEM diinisiasi untuk membekali siswa dengan keterampilan berpikir kreatif sehingga mereka nantinya mampu memecahkan suatu permasalahan, bahkan hingga mereka masuk ke dunia kerja (Iskandar et al., 2020; White, 2014). Pembelajaran STEM merupakan salah satu alternatif pembelajaran IPA yang dapat membangun peserta didik untuk menghadapi pemenuhan tantangan pada abad ke-21 (Permanasari, 2016). Pendidikan STEM di Indonesia telah menjadi komitmen seluruh pemangku kepentingan di bidang pendidikan sains dalam beberapa tahun terakhir. Seluruh pemangku pendidikan sepakat untuk meningkatkan popularitas pendidikan STEM di berbagai pihak, terutama guru dan siswa (Kemendikbud, 2022).

Berdasarkan permasalahan pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam di Indonesia, tim pengabdian kepada masyarakat memberikan solusi inovatif melalui rangkaian program pendampingan implementasi STEM Project-Based Learning (STEM-PjBL) berbasis *recyclable materials* bagi guru kelompok MGMP IPA MTs. PjBL merupakan model pembelajaran yang disarankan dalam kurikulum 2013, sedangkan STEM (*science-technology-engineering-mathematics*) lebih pada sebuah strategi besar (Jauhariyyah et al., 2017). Implementasi STEM-PjBL memberi kesempatan siswa untuk belajar kontekstual melalui melaksanakan proyek secara kolaboratif, dan pada akhirnya menghasilkan suatu hasil produk. Program ini memberikan kesempatan guru untuk mendesain dan memproduksi alat peraga sebagai model produk proyek untuk siswanya. Selain itu, guru akan didampingi dalam implementasi pembelajaran IPA dengan model STEM-PjBL. Pada program pendampingan ini aktivitas proyek akan memanfaatkan bahan yang dapat didaur ulang (*recyclable materials*) agar dapat dengan mudah diterapkan dan direplikasi implementasinya oleh para guru. Hasil pendampingan ini diharapkan terjadi peningkatan kompetensi guru sebagaimana termuat dalam Permendiknas No 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang menyebutkan bahwa salah satu kompetensi Guru IPA pada MTs adalah kreatif dan inovatif dalam penerapan dan pengembangan IPA (Hasanah & Zuhaida, 2018). Berdasarkan hal tersebut, program pendampingan ini bertujuan untuk memberikan pendampingan STEM-*Project based Learning* (PjBL) berbasis *recyclable materials* bagi guru IPA, serta meningkatkan kompetensi pedagogik guru dalam mengimplementasikan STEM-PjBL berbasis *recyclable materials*.

## B. METODE PELAKSANAAN

Metode dalam program pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan Partisipatory Action Research (PAR). PAR adalah proses di mana kelompok sosial berusaha melakukan studi masalah mereka secara ilmiah dalam rangka mengarahkan, memperbaiki, dan mengevaluasi keputusan dan tindakan mereka (Morales, 2016). Proses perbaikan dalam program ini adalah pada kualitas pembelajaran IPA melalui kegiatan pendampingan implementasi IPA berbasis STEM-PjBL. Mitra PKM yang terlibat pada kegiatan PKM ini adalah kelompok MGMP IPA MTs yang berada pada rayon Kudus 01 dengan jumlah 40 guru IPA MTs yang berasal dari 25 MTs. Pelaksanaan kegiatan PKM ini dilakukan dengan melakukan pendampingan implementasi IPA berbasis STEM-PjBL. Tahapan kegiatan terdiri dari lima tahapan utama sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Tahapan Proses Pendampingan Implementasi STEM-PjBL pada Kelompok MGMP IPA MTs

1. Tahap Focus Group Discussion dengan Calon Guru IPA, FGD dilaksanakan dengan mahasiswa Tadris IPA IAIN Kudus dan Tadris IPA IAIN Salatiga. Aktivitas FGD ini dilaksanakan dengan tujuan untuk membentuk tim fasilitator aktivitas pendampingan implementasi pembelajaran STEM-PjBL. Capaian dari tahapan ini adalah diperoleh tim dengan pembagian tugas yang jelas pada proses persiapan dan pelaksanaan kegiatan pendampingan STEM-PjBL.
2. Tahap Desain dan Produksi Proyek STEM-PjBL, Pada tahap ini dilakukan desain alat peraga STEM-PjBL yang disesuaikan dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar mapel IPA MTs. Proses desain melalui kegiatan Focus Group Discussion (FGD) dengan melibatkan tim pengabdian kepada masyarakat dengan melibatkan tim fasilitator dari calon guru IPA. Alat peraga yang dihasilkan merupakan role model yang digunakan pada tahapan selanjutnya. Output dari tahap ini adalah diperoleh minimal 10 role model alat peraga STEM-PjBL.

3. Tahap Focus Group Discussion dengan Kelompok MGMP IPA MTs, Pada tahap ini dilaksanakan kegiatan FGD dengan kelompok kecil guru dari MGMP IPA MTs Kabupaten Kudus. Tujuan dari tahap ini adalah diperoleh pemahaman pada kelompok kecil guru, dan memilih guru model untuk kegiatan implementasi model pembelajaran STEM-PjBL. Output dari kegiatan ini adalah diperolehnya proyek pembelajaran STEM yang siap untuk diimplementasikan dan adanya guru model yang dapat mengimplementasikan STEM-PjBL pada pembelajaran IPA.
4. Pendampingan Implementasi STEM-PjBL pada Pembelajaran, proses pendampingan implementasi STEM-PjBL dilaksanakan pada sekolah target yang meliputi MTs dengan siswa dengan jenis kelamin homogen (laki-laki atau perempuan) dan heterogen. Output kegiatan ini adalah terlihat dapat diimplementasikan STEM-PjBL dan adanya guru model yang dapat mengimplementasikan STEM-PjBL pada pembelajaran IPA MTs.
5. Diseminasi Hasil melalui Workshop Pembelajaran STEM-PjBL, Kegiatan terdiri dari diskusi implementasi STEM-PjBL dan Aktivitas Hands-on melalui pembuatan proyek STEM. Sesi pembuatan proyek dipandu tim pengabdian dengan difasilitasi oleh mahasiswa atau calon guru. Selanjutnya, dibuat kesepakatan perencanaan implementasi pada madrasah yang dilaksanakan oleh guru model. Output dari kegiatan ini adalah peningkatan kompetensi pedagogik guru dalam merencanakan, memilih proyek, serta mengimplementasikan STEM-PjBL berbasis *recyclable materials*.

Output dari kegiatan ini adalah peningkatan kompetensi pedagogik guru dalam merencanakan, memilih proyek, serta mengimplementasikan STEM-PjBL berbasis *recyclable materials*. Evaluasi hasil implementasi pembelajaran IPA bersama dengan anggota MGMP yang lainnya. Kegiatan ini berupa pemaparan hasil implementasi oleh tiga guru model, focus group discussion (FGD) untuk memperbaiki hasil implementasi, serta penyesuaian dokumen perencanaan pembelajaran (RPP) STEM-PjBL. Selain itu, direncanakan program lanjutan yang sesuai dengan hasil yang peroleh. Output dari kegiatan ini adalah perangkat pembelajaran dan proyek STEM-PjBL yang dapat dipergunakan oleh anggota MGMP IPA.

Berkenaan dengan lima tahap yang sudah dipaparkan, akan digali sejumlah data untuk menunjukkan tingkat keberhasilan dari program ini yang meliputi: (a) respon siswa pada pembelajaran STEM-PjBL; (b) tingkat pengetahuan siswa pada pembelajaran STEM-PjBL; (c) ketertarikan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran STEM-PjBL; dan (d) antusiasme guru dalam mengikuti kegiatan pelatihan implementasi STEM-PjBL. Evaluasi terkait dengan siswa dilaksanakan pada saat tahap pendampingan pelaksanaan STEM-PjBL di madrasah. Sedangkan evaluasi terhadap guru

dilakukan pada saat tahapan diseminasi hasil melalui proses workshop pembelajara STEM-PjBL.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Proses Pendampingan Implementasi STEM-PjBL Berbasis *Recyclable Materials* bagi Kelompok MGMP IPA MTs Kabupaten Kudus

##### a. *Focus Group Discussion* dengan Calon Guru IPA

*Focus group discussion* dengan mahasiswa ditujukan untuk menganalisis kurikulum dengan memilih KD dan proyek yang akan digunakan pada implementasi pembelajaran berbasis STEM-PjBL. Pada aktivitas FGD dengan kelompok mahasiswa, mahasiswa tampak aktif dalam memberikan respon dan inisiatif terhadap pengembangan proyek pada pembelajaran STEM-PjBL. Hal ini dapat dilihat dari keaktifan anggota tim mahasiswa dalam berkoordinasi dan mengikuti perencanaan kegiatan implementasi pendampingan STEM-PjBL. Aktivitas ini FGD ini dilaksanakan selama tiga hari di laboratorium IPA IAIN Kudus. Pelaksanaan FGD dengan calon guru IPA dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** *Focus Group Discussion* dengan Tim Mahasiswa untuk Menentukan Kebutuhan Belanja Alat dan Bahan

##### b. Desain dan Produksi Proyek STEM-PjBL

Desain proyek dan produksi model sampel alat digunakan untuk kegiatan implementasi dan workshop pembelajaran STEM-PjBL. Pada kegiatan ini dihasilkan 10 desain proyek yang dijadikan alternatif pada proses implementasi. Hasil desain yang telah diperoleh ini selanjutnya akan didiskusikan melalui FGD kelompok kecil guru MGMP IPA MTs. Meskipun demikian, sebelum didiskusikan, simulasi pembuatan dilaksanakan untuk melihat durasi dan keterlaksanaan pembuatan dilaksanakan pada masing-masing proyek. Proses desain dan simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Simulasi pembuatan miniatur detektor banjir

c. Focus Group Discussion dengan Kelompok MGMP IPA MTs

Sesi FGD diawali dengan memberikan brainstorming berkaitan dengan kondisi level literasi sains dan perkembangan pembelajaran IPA dengan menggunakan pendekatan STEM-PjBL. FGD ini dihadiri oleh 9 guru yang berasal dari beberapa MTs di Kabupaten Kudus. Pada kegiatan FGD ini nampak kelompok guru antusias dalam memahami STEM-PjBL. Hal ini terlihat dari beragam pertanyaan yang berkaitan dengan STEM oleh guru-guru madrasah. Pada sesi FGD ini juga ditunjukkan beberapa sampel proyek yang sudah dibuat dan disimulasikan sebelumnya oleh calon guru IPA. Didasarkan hasil FGD, kesepakatan proyek yang akan diimplementasikan adalah proyek pembuatan Wagle Bot. Proyek ini merupakan cakupan dari kompetensi dasar 3.5 dan 4.5. kelas IX. Kegiatan simulasi dan pendampingan dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Sesi simulasi proyek STEM-PjBL oleh mahasiswa tadaris IPA

d. Pendampingan Implementasi STEM-PjBL pada Pembelajaran

Pendampingan dilaksanakan dengan sintaks atau langkah-langkah yang dimodifikasi dari *Design Thinking* untuk menghasilkan suatu produk berbasis *recyclable materials*. Pada proses pendampingan guru diberikan STEM-PjBL Kit dan LKPD untuk diimplementasikan di sekolah masing-masing. Implementasi kegiatan STEM-PjBL dapat dilihat pada Gambar 5.





**Gambar 5.** Implementasi STEM-PjBL

- e. Diseminasi Hasil melalui Workshop Pembelajaran STEM-PjBL
- Kegiatan diseminasi hasil implementasi dilaksanakan melalui workshop pada tanggal 12 Oktober 2019 di Aula lantai 4 Perpustakaan Terpadu IAIN Kudus. Kegiatan ini dihadiri oleh 34 guru, serta difasilitatori oleh para 10 mahasiswa yang terlibat pada kegiatan. Kegiatan ini terdiri dari tiga tahapan kegiatan yang meliputi: (1) pemaparan potensi STEM PjBL; (2) Evaluasi kegiatan implementasi di tiga madrasah; dan (3) Pembuatan Proyek STEM-PjBL dan evaluasi. Proyek yang disimulasikan pada kegiatan ini terdiri dari beberapa jenis yang mencakup: (1) Detektor Banjir; (2) Wiggle Bot; (3) Ballon Vehicle dari Botol Bekas; (4) Parasut telur. Diseminasi workshop kegiatan dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Diseminasi Workshop Pembelajaran STEM-PjBL

## 2. Monitoring dan Evaluasi

Selama kegiatan workshop berjalan, tim pelaksana melakukan observasi langsung sebagai bentuk monitoring terhadap peserta workshop. Dari hasil observasi, peserta menunjukkan peningkatan kemampuan pedagogi dalam mengimplementasikan STEM-PjBL berbasis *recyclable materials*. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa 90% guru memiliki respon positif terhadap kegiatan yang dilaksanakan. Sementara itu, menurut angket respon siswa menunjukkan bahwa respon positif mendominasi pelaksanaan pembelajaran STEM-PjBL. Respon yang diberikan berkaitan dengan kondisi siswa yang menikmati pembelajaran, proyeksi keberlanjutan pembelajaran STEM dari perspektif siswa, kebermaknaan pembelajaran STEM yang dilaksanakan terhadap pemahaman sains, kebermaknaan



pembelajaran STEM terhadap pemahaman fenomena yang ada di sekitarnya, serta aktivitas STEM sebagai aktivitas yang membutuhkan kolaborasi. Adapun perubahan level pemahaman siswa dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perubahan respon pada pemahaman desain Wigle Bot yang dibuat sebelum dan sesudah uji coba atau fase testing

Level Pemahaman	Jumlah Siswa			
	Mts NU Banat	MTs N 1 Kudus	MTs NU TBS	
Breadth	Pre	13	1	10
	Post	0	0	6
Depth	Pre	6	15	5
	Post	14	8	9
Extent	Pre	4	7	13
	Post	5	8	10
Mastery	Pre	15	14	11
	Post	19	21	14

Di sisi lain pada Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat perubahan level pemahaman terhadap desain wiggle bot yang dibuat. Pemahaman siswa pada level *mastery* dari ketiga sekolah menunjukkan peningkatan dan level *breadth* menunjukkan penurunan dari ketiga sekolah yang terlibat pada kegiatan.

### 3. Kendala Kegiatan

Sebagian besar peserta berpendapat jika implementasi STEM-PjBL memerlukan manajemen waktu yang baik oleh guru sehingga dapat diimplementasikan dengan tepat dan efisien. Untuk mengantisipasi ini, kegiatan STEM-PjBL dapat dijadikan sebagai proyek akhir untuk kegiatan evaluasi berbasis proyek. Kemudian, banyak respon guru yang mengeluhkan ketersediaan alat dan bahan STEM-PjBL. Kondisi ini sebenarnya dapat diantisipasi dengan perencanaan penyediaan alat dan bahan, serta pemanfaatan bahan yang ada di sekitar siswa. Banyak guru yang merespon kendala kelas dengan jumlah siswa yang besar. Solusi untuk manajemen kelas oleh guru adalah pelaksanaan kegiatan dengan STEM-PjBL tidak harus dilaksanakan di dalam kelas tetapi dapat dilaksanakan di luar kelas.

## D. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat terkait proses pendampingan implementasi STEM-PjBL terdiri dari lima tahap yang meliputi: (1) FGD dengan Calon Guru IPA (mahasiswa pendidikan IPA); (2) Proses desain dan produksi proyek STEM-PjBL; (3) FGD dengan Kelompok MGMP IPA MTs (kelompok kecil); (4) Proses pendampingan implementasi STEM-PjBL melalui guru model; serta (5) Diseminasi hasil melalui workshop pembelajaran STEM-PjBL. Kemudian terdapat peningkatan kompetensi pedagogik guru dalam

mengimplementasikan STEM-PjBL berbasis *recyclable materials* dapat dilihat dari keterterapan model design thinking dalam proses pembelajaran di kelas dan ditunjukkan adanya 90% guru memiliki respon positif terhadap program pendampingan STEM-PjBL. Sarannya adalah keterlibatan dari pemangku kebijakan serta pakar untuk melaksanakan kegiatan pelatihan dalam rangka peningkatan kompetensi guru yang dilaksanakan secara berkelanjutan dan penyusunan bahan ajar tentang STEM-PjBL secara sistematis yang nantinya bisa dijadikan acuan guru dalam pembelajaran.

## DAFTAR RUJUKAN

- Chen, S.-K., Yang, Y.-T. C., Lin, C., & Lin, S. S. J. (2022). Dispositions of 21st-Century Skills in STEM Programs and Their Changes over Time. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(4), 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10288-0>
- Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). (2015). *Science education for responsible citizenship: Report to the European Commission of the expert group on science education*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/12626>
- Hasanah, N., & Zuhaida, A. (2018). Desain Madrasah Sains Integratif: Integrasi Sains dan Agama dalam Perangkat dan Pelaksanaan Pembelajaran. *Edukasia: Jurnal Penelitian Pendidikan Islam*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.21043/edukasia.v13i1.3517>
- Iskandar, I., Sastradika, D., Jumadi, Pujiyanto, & Defrianti, D. (2020). Development of creative thinking skills through STEM-based instruction in senior high school student. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4), 1-7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042043>
- Jauhariyyah, F. R., Suwono, H., & Ibrohim. (2017). Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) pada Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 2(1), 432-436.
- Kemendikbud. (2022). *Kemendikbudristek Dorong Berkembangnya Komunitas Sains Berbasis STEM di Satuan Pendidikan*. Kemendikbud.
- Khasanah, A. N., Santosa, S., Indrowati, M., & Septiyanto, A. (2022). Effect of Picture and Picture Integration with Guided Note Taking accompanied by Optimization of Teaching Aids Learning Outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 724-730. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1420>
- Lamauskas, V. (2013). Natural science education importance in adolescence. *Journal of Baltic Science Education*, 12(4), 396-398. <https://doi.org/10.33225/jbse/13.12.396>
- Mutasam, U., Ibrohim, I., & Susilo, H. (2021). Penerapan Pembelajaran Sains Berbasis Inquiry Based Learning Terintegrasi Nature of Science Terhadap Literasi Sains. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(10), Article 10. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i10.14131>
- NSTC. (2013). Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education 5-Year Strategic Plan. In *NSTC*.
- OECD. (2018). PISA 2018 Results Combined Executive Summaries. In *OECD: Vol. I, II, III*. <https://doi.org/10.1787/g222d18af-en>
- Permanasari, A. (2016). STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains. *Seminar Nasional Pendidikan Sains "Peningkatan Kualitas Pembelajaran Sains Dan Kompetensi Guru Melalui Penelitian & Pengembangan Dalam Menghadapi Tantangan Abad-21" Surakarta, 22 Oktober 2016*, 23-34.

- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26. <https://doi.org/10.11340/skinresearch1959.41.49>
- White, D. W. (2014). What Is STEM Education and Why Is It Important? *Florida Association of Teacher Educators Journal* 2014, 1(14), 1–9.
- Wieselmann, J. R., Sager, M. T., & Price, B. C. (2022). STEM Project-Based Instruction: An Analysis of Teacher-Developed Integrated STEM PBI Curriculum Units. *Education Sciences*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/educsci12090626>