

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

IMPLEMENTASI STEM PADA PEMBELAJARAN IPA DI INDONESIA: REVIEW ARTIKEL TAHUN 2018-2023

Arif Widiyatmoko^{*1}, Melissa Salma Darmawan¹

¹Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Semarang

*Email korespondensi: arif.widiyatmoko@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Penelitian mengenai implementasi STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada pembelajaran IPA di Indonesia telah menjadi bidang yang menarik selama satu dekade. STEM pada pembelajaran IPA dapat diimplementasikan pada berbagai model atau metode pembelajaran dan level pendidikan. Bahkan, variabel penelitian yang mampu ditingkatkan setelah implementasi STEM pada pembelajaran IPA di Indonesia bervariasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi STEM dalam pembelajaran IPA di Indonesia selama tahun 2018 hingga 2023. Metode penelitian ini adalah studi *narrative literature review* yakni mengumpulkan, mengevaluasi, dan meringkas penelitian-penelitian yang terkait dengan topik penelitian STEM pada pembelajaran IPA. Hasil analisis menunjukkan bahwa: 1) Implementasi STEM pada pembelajaran IPA di Indonesia paling banyak menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) yakni sebesar 87,5% disusul *Problem based Learning* (PBL) sebesar 8,3% dan *discovery-PjBL* sebesar 4,16%, 2) Level pendidikan SMA menjadi level pendidikan yang paling banyak mengimplementasikan STEM pada pembelajaran IPA yakni sebesar 48%, 3) Variabel penelitian yang seringkali ditingkatkan dalam implementasi STEM pada pembelajaran IPA adalah kemampuan berpikir kreatif yakni sebesar 34%.

Kata kunci: Pembelajaran; IPA; STEM

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

PENDAHULUAN

Penelitian mengenai implementasi STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada pembelajaran IPA di Indonesia telah menjadi bidang yang menarik selama satu dekade. Implementasi STEM dalam pembelajaran mengintegrasikan komponen sains, teknologi, teknik, dan matematika sebagai kesatuan dengan lebih memfokuskan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari (Sartika, 2019). Melalui STEM, siswa akan mampu membangun pengetahuannya dalam memahami konsep untuk diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari (Asri, 2018). STEM pada pembelajaran IPA dapat diimplementasikan pada berbagai model atau metode pembelajaran. Model pembelajaran merupakan suatu rencana pembelajaran yang dapat digunakan untuk membentuk kurikulum sehingga kegiatan belajar mengajar lebih baik (Khoerunnisa & Aqwal, 2020), sedangkan metode pembelajaran adalah teknik yang dilakukan dalam proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran (Hotimah, 2020).

Model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam implementasi STEM pada pembelajaran IPA adalah PjBL (*Project based Learning*). PjBL merupakan model pembelajaran yang memberikan praktik secara langsung sehingga siswa mampu menganalisis masalah dan menemukan solusinya, hal ini akan memberikan pengalaman belajar kepada siswa (Dywan & Airlanda, 2020). Wijayanto *et al.* (2020) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa hasil belajar siswa meningkat setelah diimplementasikannya PjBL dalam pembelajaran IPA dengan N-gain sebesar 0,62. Astuti *et al.* (2019) dalam penelitiannya juga mengintegrasikan STEM dengan model PjBL dan didapatkan hasil penguasaan konsep siswa meningkat sebesar 70,91% dengan kategori tinggi. Selain PjBL, terdapat model pembelajaran lainnya yang dapat diterapkan dalam implementasi STEM pada pembelajaran IPA, yakni PBL (*Problem based Learning*), dan *Discovery*-PjBL. Putri *et al.* (2020) dalam penelitiannya menerapkan PBL terintegrasi STEM didapatkan hasil kemampuan berpikir kritis siswa meningkat dengan N-gain sebesar 72%. Rahayu & Sutarno (2021) menerapkan *Discovery*-PjBL disimpulkan hasil belajar siswa meningkat dari 11,76% menjadi 44,11%.

Implementasi STEM dalam pembelajaran IPA tidak hanya diterapkan dengan model atau metode pembelajaran yang bervariasi saja, level pendidikan dan variabel penelitian juga sangat bervariasi. Level pendidikan diterapkannya STEM dalam pembelajaran IPA dimulai dari SD (Sekolah dasar) (Dywan & Airlanda, 2020), SMP (Sekolah Menengah Pertama) (Hariyanto *et al.*, 2019), SMA (Sekolah Menengah Atas) (Wijayanto *et al.*, 2019), dan SMK (Sekolah Menengah Kejuruan) (Cahyani *et al.*, 2020). Variabel yang dapat ditingkatkan setelah implementasi STEM dalam pembelajaran IPA, misalnya kemampuan berpikir kritis (Dywan & Airlanda, 2020), hasil belajar siswa (Wijayanto *et al.*, 2019), dan penguasaan konsep materi (Hariyanto *et al.*, 2019). Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas topik seputar STEM dalam pembelajaran IPA, seperti Singgih (2020) yang membahas STEM dalam pembelajaran IPA pada era revolusi industri 4.0 meliputi pengertian STEM dan penerapan STEM.

Azhar & Arsih (2022) membahas etno-STEM dalam pembelajaran IPA yang meliputi tren topik dan tren penelitian terkait STEM. Namun, belum ada penelitian yang secara khusus membahas mengenai implementasi STEM dalam pembelajaran IPA yang meliputi model atau metode pembelajaran yang digunakan, level pendidikan yang menerapkan STEM dalam pembelajaran IPA, dan variabel penelitian yang ditingkatkan setelah implementasi STEM pada pembelajaran IPA. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis implementasi STEM dalam pembelajaran IPA di Indonesia selama tahun 2018 hingga 2023.

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi *narrative literature review* yakni mengumpulkan, mengevaluasi, dan meringkas penelitian-penelitian yang terkait dengan topik terkait. Menurut Chua (2016) tinjauan literatur merupakan membuat referensi kritis dan siSTEMatis terhadap dokumen yang berisi gagasan, desain penelitian, data dan rincian metode pengumpulan informasi yang terkait dengan topik penelitian. Tinjauan pustaka dalam studi ini dilakukan dengan menggunakan database: *Education Resources Information Center* (ERIC), *Research Gate*, dan mesin pencari Google Scholar. Pemilihan artikel dilakukan dengan kriteria: 1) artikel dicari dengan kata kunci: STEM dalam pembelajaran IPA, 2) artikel diterbitkan pada 2018-2023, 3) semua artikel harus merupakan artikel jurnal peer-reviewed atau makalah konferensi 4) artikel yang mengkaji variabel penelitian yang ditingkatkan setelah implementasi STEM pada pembelajaran IPA. Dalam penelitian ini, analisis dalam kasus dilakukan untuk menganalisis artikel dalam dataset. Artikel tersebut dianalisis secara terpisah kemudian dirangkum dalam sebuah tabel atau diagram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi STEM dalam pembelajaran mengintegrasikan komponen sains, teknologi, teknik, dan matematika sebagai kesatuan dengan lebih memfokuskan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari (Sartika, 2019). Melalui STEM, siswa akan mampu membangun pengetahuannya dalam memahami konsep untuk diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari (Asri, 2018). STEM pada pembelajaran IPA dapat diimplementasikan pada berbagai model atau metode pembelajaran, level pendidikan, bahkan variabel penelitian yang ditingkatkan.

STEM telah menunjukkan keberhasilan dalam pengimplementasiannya pada pembelajaran IPA. Keberhasilan tersebut antara lain STEM mampu mengarahkan pembelajaran IPA yang berdampingan dengan teknologi (Singgih, 2020; Wicaksono, 2020), motivasi meningkat karena telah menerima pelatihan STEM (Dokme & Kayunlu, 2022), peningkatan berpikir kritis, berpikir kreatif, dan hasil belajar siswa (Putri *et al.*, 2020), menciptakan suasana belajar lebih aktif (Wahyuni, 2021), serta meningkatkan berbagai kompetensi siswa (Oktavia, 2019). Thovawira *et al.* (2020) dalam penelitiannya menganalisis mengenai manfaat dan tantangan implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran Indonesia, disimpulkan bahwa STEM mampu memberikan pengaruh yang cukup baik bagi siswa seperti peningkatan keterampilan berpikir kreatif, kompetensi dalam menghadapi revolusi industri 4.0, termasuk penerapan STEM dengan robotika dan persepsi guru terhadap STEM.

Keberhasilan STEM dalam pembelajaran IPA menunjukkan bahwa pendekatan STEM mampu menjadi salah satu alternatif pendekatan yang diharapkan dapat diimplementasikan pada pembelajaran IPA dengan mengintegrasikan berbagai model atau metode pembelajaran dan diterapkan di berbagai level pendidikan. Terdapat 24 artikel yang dianalisis berdasarkan model/metode pembelajaran yang digunakan, level pendidikan, dan variabel penelitian yang ditingkatkan setelah implementasi STEM dalam pembelajaran IPA. Analisis model/metode pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran IPA berbasis STEM, level pendidikan, dan variabel penelitian yang ditingkatkan setelah implementasi STEM pada pembelajaran IPA disajikan pada Tabel 1.

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

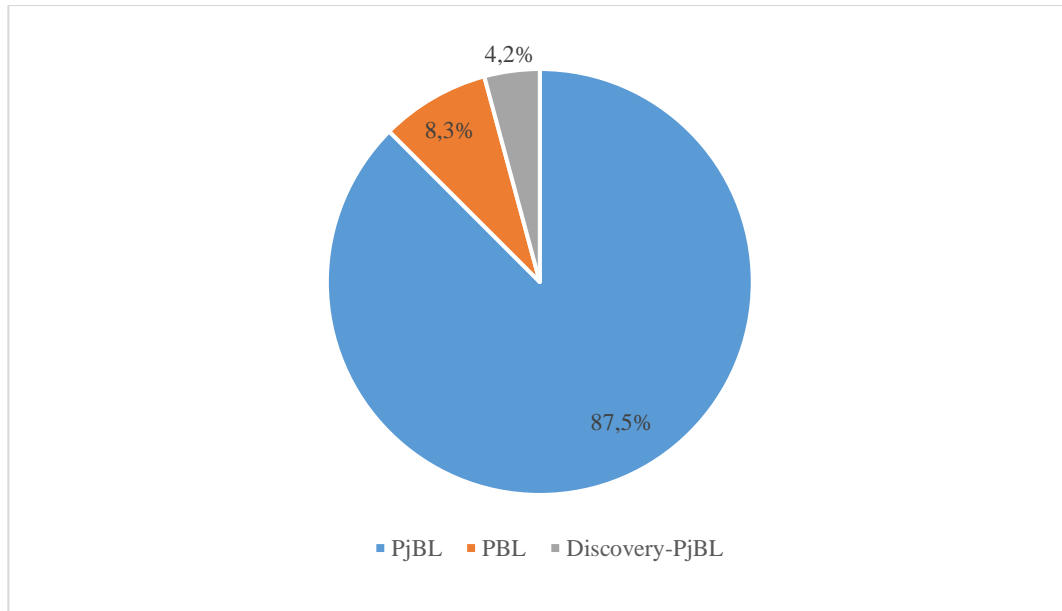
Tabel 1. Analisis model/metode pembelajaran, level pendidikan, dan variabel penelitian dalam pembelajaran IPA berbasis STEM

Variabel penelitian pembelajaran IPA berbasis STEM		Penulis
Model/Metode Pembelajaran	PjBL (<i>Project based Learning</i>)	Dywan & Airlanda (2020); Wijayanto <i>et al.</i> (2020); Ardiansyah <i>et al.</i> (2020); Astuti <i>et al.</i> (2019); Hariyanto <i>et al.</i> (2019); Riyanti (2020); Sutiono <i>et al.</i> (2022); Mamahit <i>et al.</i> (2020); Darmawan (2020); Sumardiana <i>et al.</i> (2019); Haryanti & Suwarma (2018); Cahyani <i>et al.</i> (2020); Prabawati & Agustika (2020); Septiyani (2022); Triana <i>et al.</i> (2020); Karlina <i>et al.</i> (2023); Fadhilatunnisa & Sudarti (2022); Sumarni <i>et al.</i> (2019); Mawarni & Sani (2020); Kanza <i>et al.</i> (2020)
	<i>Discovery-Project based Learning</i>	Rahayu & Sutarno (2021)
	PBL (<i>Problem based Learning</i>)	Cahyaningsih & Roektingroem (2018); Adiwiguna <i>et al.</i> (2019).
Level Pendidikan	SD (Sekolah Dasar)	Dywan & Airlanda (2020); Prabawati & Agustika (2020); Septiyani (2022); Adiwiguna <i>et al.</i> (2019)
	SMP (Sekolah Menengah Pertama)	Hariyanto <i>et al.</i> (2019); Riyanti (2020); Sutiono <i>et al.</i> (2022); Haryanti & Suwarma (2018); Karlina <i>et al.</i> (2023); Fadhilatunnisa & Sudarti (2022); Cahyaningsih & Roektingroem (2018)
	SMA (Sekolah Menengah Atas)	Wijayanto <i>et al.</i> (2020); Maulana (2020); Astuti <i>et al.</i> (2019); Mamahit <i>et al.</i> (2020); Darmawan (2020); Sumardiana <i>et al.</i> (2019); Rahayu & Sutarno (2021); Triana <i>et al.</i> (2020); Sumarni <i>et al.</i> (2019); Mawarni & Sani (2020); Kanza <i>et al.</i> (2020)
	SMK (Sekolah Menengah kejuruan)	Cahyani <i>et al.</i> (2020)
Variabel Penelitian	Berpikir kritis	Dywan & Airlanda (2020); Sumardiana <i>et al.</i> (2019); Fadhilatunnisa & Sudarti (2022); Cahyaningsih & Roektingroem (2018); Adiwiguna <i>et al.</i> (2019)
	Hasil belajar siswa	Wijayanto <i>et al.</i> (2020); Darmawan (2020); Prabawati & Agustika (2020); Rahayu & Sutarno (2021)
	Kemandirian belajar siswa	Maulana (2020)
	Kemampuan membuat perangkat pembelajaran	Ardiansyah <i>et al.</i> (2020)
	Penguasaan/pemahaman konsep	Astuti <i>et al.</i> (2019); Hariyanto <i>et al.</i> (2019)
	Berpikir kreatif	Riyanti (2020); Sutiono <i>et al.</i> (2022); Mamahit <i>et al.</i> (2020); Cahyani <i>et al.</i> (2020); Septiyani (2022); kartlina <i>et al.</i> (2023); Sumarni <i>et al.</i> (2019); Mawarni & Sani (2020)
	Keterampilan berkomunikasi	Haryanti & Suwarma (2018)
	Keterampilan abad 21	Triana <i>et al.</i> (2020)
	Keaktifan belajar	Kanza <i>et al.</i> (2020)

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

Tabel 1 menunjukkan implementasi STEM pada pembelajaran IPA ditinjau dari model pembelajaran yang digunakan, level pendidikan, dan variabel penelitian yang ditingkatkan. Berdasarkan model pembelajaran yang digunakan pada pembelajaran IPA berbasis STEM, review hasil menunjukkan bahwa PjBL paling banyak digunakan yakni sebesar 87,5%. Rincian lebih lanjut dari model pembelajaran disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Persentase Jumlah Artikel yang Mempublikasikan Beberapa Model Pembelajaran IPA berbasis STEM

Gambar 1 menunjukkan penelitian STEM dalam pembelajaran IPA didominasi oleh model pembelajaran PjBL yakni sebesar 87,5%. Model pembelajaran *project-based learning* adalah model pembelajaran berbasis proyek yang menitikberatkan pada proses mental intelektual untuk memecahkan berbagai persoalan yang dihadapi, sehingga menemukan suatu konsep atau generalisasi yang dapat diterapkan dalam pemecahan masalah (Widana & Septiari, 2021). Peran guru adalah sebagai fasilitator di mana ia akan membantu peserta didik dalam proses belajar ketika ia dibutuhkan. Pada model pembelajaran ini guru memberikan kesempatan sepenuhnya kepada peserta didik untuk menuangkan gagasan-gagasan sehingga dapat memberikan rangsangan positif bagi peserta didik baik secara fisik maupun mental dalam rangka menemukan konsep baru.

Model pembelajaran PjBL menjadi model pembelajaran yang paling banyak diterapkan pada pembelajaran IPA berbasis STEM. Hal ini dikarenakan STEM yang identik dengan proyek atau penemuan baru yang dapat dikembangkan oleh siswa (Ananda & Salamah, 2021). Proyek yang dilakukan oleh siswa merupakan proyek dengan mengintegrasikan 4 komponen STEM yakni sains, teknologi, teknik, dan matematika. Sains berkaitan dengan pengetahuan yang digunakan dalam merancang proyek, teknologi berkaitan dengan penerapan pengetahuan dan keterampilan untuk merancang dan mengembangkan proyek, teknik berkaitan dengan cara atau teknik dalam menyelesaikan proyek, dan matematika berkaitan dengan logika berpikir dalam menyelesaikan proyek. Sintaks model pembelajaran PjBL meliputi menentukan pertanyaan

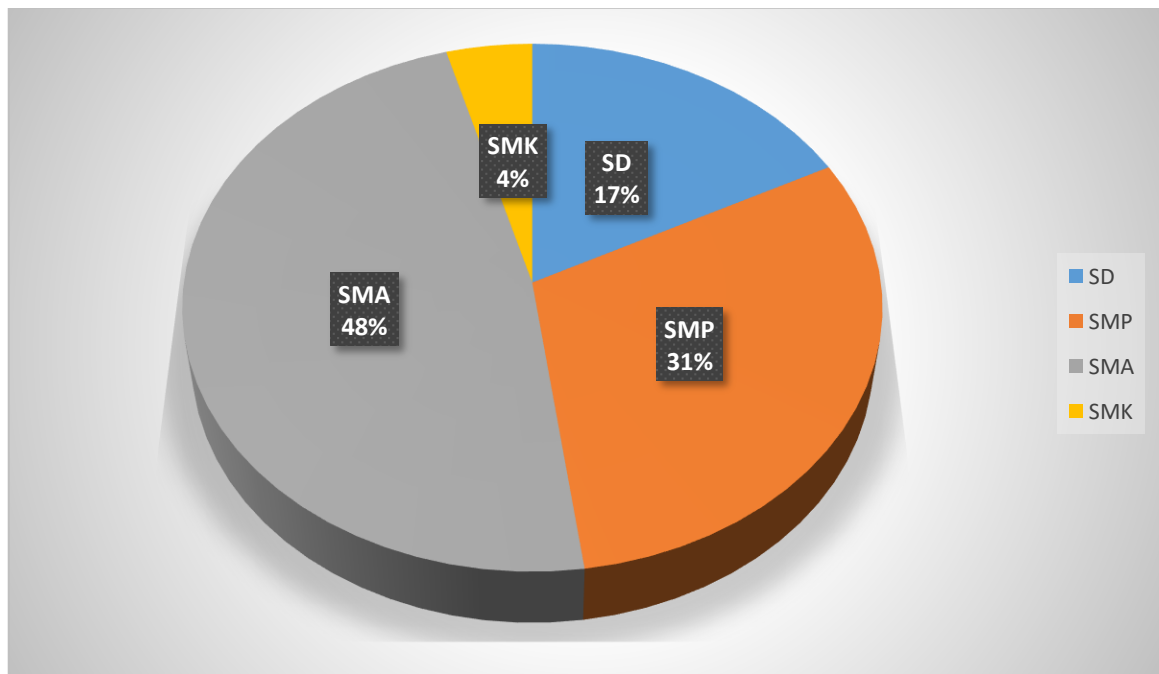
SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

mendasar, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal, memonitor kemajuan proyek, menguji proses dan hasil belajar, dan mengevaluasi pengalaman.

Model pembelajaran lain yang dapat diterapkan dalam implementasi STEM pada pembelajaran IPA adalah PBL. PBL merupakan pembelajaran yang berdasarkan pada permasalahan. Permasalahan yang ada berasal dari kenyataan disekitar serta menantang siswa sehingga siswa mampu mengidentifikasi. Dalam PBL, proses pembelajaran berlangsung dari pemberian masalah yang selanjutnya diidentifikasi masalah tersebut dengan tujuan siswa mengidentifikasi masalah-masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis. Setelah proses identifikasi dilanjutkan dengan pengumpulan data yang selanjutnya akan diolah dan diperiksa benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan tadi dengan temuan alternatif dan dihubungkan dengan hasil pengolahan data. Berdasarkan proses tersebut, model pembelajaran PBL dilaksanakan secara sistematis dengan membangun ketrampilan siswa melalui pemecahan masalah, pengidentifikasian, dan solusi yang diberikan dalam menyelesaikan masalah. STEM juga berkaitan dengan PBL karena proyek berbasis STEM yang dibuat adalah proyek berdasarkan masalah atau kebutuhan. Sehingga, penting bagi siswa untuk dapat menganalisis masalah dengan baik.

Berdasarkan level pendidikan pembelajaran IPA berbasis STEM yang diimplementasikan, terdapat level pendidikan SD, SMP, SMA, dan SMK. Hasil analisis level pendidikan menunjukkan bahwa level pendidikan SMA paling banyak mengimplementasikan pembelajaran IPA berbasis STEM yakni sebesar 48%. Analisis Jenjang sekolah disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase Level Pendidikan

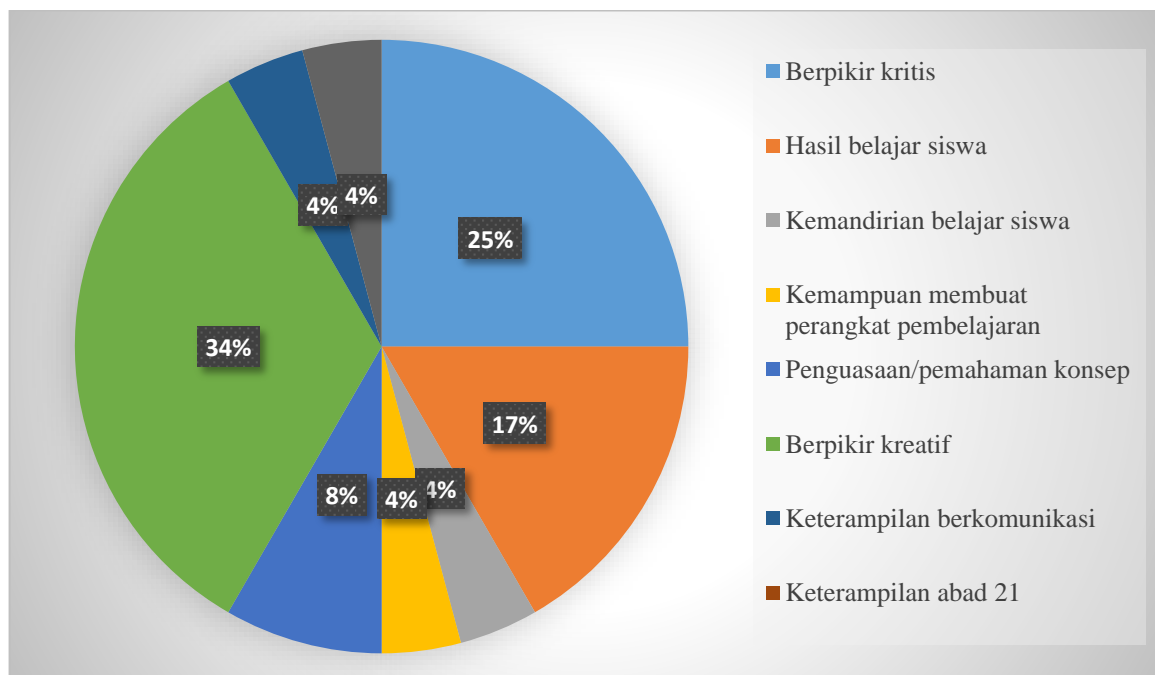
Gambar 2 merupakan persentase level pendidikan yang mengimplementasikan STEM pada pembelajaran IPA. Level pendidikan SMA merupakan level pendidikan yang paling banyak mengimplementasikan STEM pada pembelajaran IPA. Hal ini dikarenakan SMA identik dengan pengalaman belajar berbasis proyek yang mana dapat menjadikan siswa dapat

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

terlibat lebih aktif dan dapat menerapkan pengetahuan dalam konteks nyata (Pane & Siahaan, 2021).

Berdasarkan variabel penelitian yang ditingkatkan pada pembelajaran IPA berbasis STEM, terdapat kemampuan berpikir kreatif, berpikir kritis, literasi sains, hasil belajar siswa, kemandirian siswa, dan keterampilan abad 21. Hasil analisis variabel penelitian yang ditingkatkan pada pembelajaran IPA berbasis STEM menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kreatif paling banyak ditingkatkan pada pembelajaran IPA berbasis STEM yakni sebesar 34%. Analisis variabel penelitian yang ditingkatkan disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Variabel penelitian yang ditingkatkan pada pembelajaran IPA berbasis STEM

Gambar 3 menunjukkan variabel penelitian yang paling banyak ditingkatkan dalam implementasi STEM pada pembelajaran IPA. Variabel penelitian lain yang ditingkatkan adalah keterampilan abad 21, membuat perangkat pembelajaran, keaktifan, komunikasi, hasil belajar siswa, kemandirian siswa, pemahaman konsep, dan berpikir kritis. Kemampuan berpikir kreatif dalam pembelajaran IPA sangat penting untuk mengembangkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam ilmu pengetahuan. Kemampuan berpikir kreatif ini erat kaitannya dengan kebebasan siswa dalam menjalankan proyek berbasis STEM nya. Terdapat beberapa cara untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif dalam pembelajaran IPA, seperti: 1) siswa mengidentifikasi masalah dalam konteks IPA dan mendorong mereka untuk mencari solusi kreatif. Siswa diberikan ruang untuk berpikir divergen dalam menemukan alternatif solusi dan berpikir konvergen untuk memilih solusi terbaik, 2) siswa diberikan kesempatan untuk melakukan eksperimen dan penemuan sendiri. Siswa didorong untuk berpikir kritis tentang proses dan hasil eksperimen, serta mengajak mereka untuk menghubungkan penemuan-penemuan tersebut dengan konsep-konsep ilmiah yang telah dipelajari.

Siswa juga dapat menerapkan konsep-konsep ilmiah yang telah dipelajari dalam situasi nyata. Pemberian proyek atau tugas dapat memungkinkan siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam konteks sehari-hari. Siswa dapat

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

mengekspresikan pemahaman mereka tentang konsep-konsep IPA dengan cara yang kreatif. Misalnya, mereka dapat membuat video, poster, atau presentasi multimedia yang unik untuk menjelaskan konsep atau hasil penelitian mereka. Siswa didorong untuk mengajukan pertanyaan ilmiah dan melakukan penelitian mandiri. Bantu mereka mengembangkan keterampilan mencari sumber informasi yang dapat dipercaya, menganalisis data, dan menghasilkan kesimpulan yang kreatif. Kerja tim dan diskusi dalam pembelajaran IPA juga dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis, melihat masalah dari sudut pandang yang berbeda, dan menciptakan solusi yang inovatif. Lingkungan pembelajaran yang merangsang kreativitas juga sangat penting, seperti ruang kelas yang menyediakan materi dan peralatan untuk eksperimen, kolaborasi, dan ekspresi kreatif.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, penerapan STEM dalam pembelajaran IPA perlu dilakukan, sejalan dengan Nurhaliza *et al.* (2021) yang menyatakan STEM efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran.

KESIMPULAN

Kesimpulan berdasarkan analisis yang telah dilakukan adalah: 1) Implementasi STEM pada pembelajaran IPA di Indonesia paling banyak menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) yakni sebesar 87,5% disusul *Problem based Learning* (PBL) sebesar 8,3% dan *discovery-PJBL* sebesar 4,16%, 2) Level pendidikan SMA menjadi level pendidikan yang paling banyak mengimplementasikan STEM pada pembelajaran IPA yakni sebesar 48%, 3) Variabel penelitian yang seringkali ditingkatkan dalam implementasi STEM pada pembelajaran IPA adalah kemampuan berpikir kreatif yakni sebesar 34%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwiguna, S., Dantes, N., & Gunamantha, M. (2019). Pengaruh model Problem-Based Learning (PBL) berorientasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan literasi sains siswa Kelas V SD di Gugus I Gusti Ketut Pudja. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 3(2), 94-103.
- Ananda, P. N., & Salamah, U. (2021). Meta Analisis Pengaruh Integrasi Pendekatan STEM Dalam Pembelajaran IPA Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 7(1).
- Ardiansyah, R., Diella, D., & Suhendi, H. Y. (2020). Pelatihan pengembangan perangkat pembelajaran abad 21 dengan model pembelajaran project-based learning berbasis STEM bagi guru IPA. *Publikasi Pendidikan*, 10(1), 31.
- Asri, Y. N. (2018). Pembelajaran berbasis STEM melalui pelatihan robotika. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(2), 74-78.
- Astuti, I. D., Toto, T., & Yulisma, L. (2019). Model project based learning (PjBL) terintegrasi STEM untuk meningkatkan penguasaan konsep dan aktivitas belajar siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(2), 93-98.
- Azhar, M., & Arsih, F. (2022). Etno-STEM Dalam Pembelajaran Ipa: A Systematic Literature Review. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 10(2), 147-163.
- Cahyani, A. E. M., Mayasari, T., & Sasono, M. (2020). Efektivitas e-modul project based learning berintegrasi STEM terhadap kreativitas siswa smk. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1), 15.
- Cahyaningsih, F., & Roektingroem, E. (2018). Pengaruh pembelajaran IPA berbasis STEM-PBL terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar kognitif. *Jurnal TPACK IPA*, 7(5), 239-244.

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

- Chua, Y. P. (2016). *Mastering Research Methods*. Selangor: McGraw-Hill Education (Malaysia) Sdn Bhd.
- Darmawan, A. (2020). The Influence of Project-Based Learning-STEM Model On Student Learning Outcomes. *Jurnal Pena Sains*, Vol, 7(2).
- Dökme, İ., Açıksöz, A., & Koyunlu Ünlü, Z. (2022). Investigation of STEM fields motivation among female students in science education colleges. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 8.
- Dywan, A. A., & Airlanda, G. S. (2020). Efektivitas model pembelajaran project based learning berbasis STEM dan tidak berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 344-354.
- Fadhilatunnisa, N., & Sudarti, S. (2022). Analisis Komparasi Efektivitas Model Pembelajaran STEM dan PjBL dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(3), 810-814.
- Haryanti, A., & Suwarma, I. R. (2018). Profil keterampilan komunikasi siswa SMP dalam pembelajaran IPA berbasis STEM. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 3(1), 49-54.
- Hotimah, H. (2020). Penerapan Metode Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Bercerita Pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Edukasi*, 7(2), 5-11.
- Kanza, N. R. F., Lesmono, A. D., & Widodo, H. M. (2020). Analisis keaktifan belajar siswa menggunakan model project based learning dengan pendekatan STEM pada pembelajaran fisika materi elastisitas di kelas XI MIPA 5 SMA Negeri 2 jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(2), 71-77.
- Karlina, C. M., Susilowati, E., & Fakhrudin, I. A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran STEM-PJBL terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Negeri 1 Slogohimo Wonogiri di Era Pandemi pada Materi Hidrosfer. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 3(1), 33-41.
- Khoerunnisa, P., & Aqwal, S. M. (2020). Analisis Model-model pembelajaran. *Fondatia*, 4(1), 1-27.
- Mamahit, J. A., Aloysius, D. C., & Suwono, H. (2020). Efektivitas model project-based learning terintegrasi STEM (PjBL-STEM) terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(9), 1284-1289.
- Mawarni, R., & Sani, R. A. (2020). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa Padamateri Pokok Fluida Statis Di Kelas Xi Smanegeri 4 Tebing Tinggi TP 2019/2020. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 8(2).
- Nurhaliza, P., Syafitri, Y., Usmeldi, U., & Asrizal, A. (2021). Meta Analisis Pengaruh Penerapan STEM dalam Model Pembelajaran Pada Mata Pelajaran IPA dan Fisika Terhadap Keterampilan Siswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika (JPPF)*, 7(2), 171-178.
- Oktavia, R. (2019). Bahan ajar berbasis science, technology, engineering, mathematics (STEM) untuk mendukung pembelajaran ipa terpadu. *Semesta: Journal of Science Education and Teaching*, 2(1), 32-36.
- Pane, E. P., & Siahaan, F. E. (2021). Penerapan Model Praktikum Berbasis Proyek Dan Inquiri Pada Materi Hidrokarbon Di Kelas XI Sma. *CHEDS: Journal of Chemistry, Education, and Science*, 5(2), 42-49.
- Putri, C. D., Pursitasari, I. D., & Rubini, B. (2020). Problem based learning terintegrasi STEM di era pandemi covid-19 untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 4(2), 193-204.

SEMINAR NASIONAL IPA XIII

“Kecemerlangan Pendidikan IPA untuk Konservasi Sumber Daya Alam”

- Prabawati, P. L. S., & Agustika, G. N. S. (2020). Project-based learning based on STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) enhancing students science knowledge competence. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(4), 621-629.
- Rahayu, A. S., & Sutarno, J. (2021). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Konsep Laju Reaksi dengan Model Discovery PjBL Berbasis STEM di SMAN 1 Lemahabang Cirebon. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 4(1).
- Riyanti, R. (2020). Efektivitas Penggunaan Perangkat Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Berbasis E-Learning Untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 4(2), 206-215.
- Sartika, D. (2019). Pentingnya pendidikan berbasis STEM dalam kurikulum 2013. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan)*, 3(3).
- Singgih, S. (2020). STEM Dalam Pembelajaran Ipa Di Era Revolusi Industri 4. 0. Indonesian *Journal of Natural Science Education*, 3(1), 299-304.
- Septiyani, I. (2022). Pengaruh Model Project Based Learning Terintegrasi STEM Secara Daring Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SD. *Alpen: Jurnal Pendidikan Dasar*, 6(1), 28-33.
- Sumardiana, S., Hidayat, A., & Parno, P. (2019). Kemampuan berpikir kritis pada model project-based learning disertai STEM siswa SMA pada suhu dan kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 4(7), 874-879.
- Sumarni, W., Wijayati, N., & Supanti, S. (2019). Analisis kemampuan kognitif dan berpikir kreatif siswa melalui pembelajaran berbasis proyek berpendekatan STEM. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 4(1), 18-30.
- Sutiono, Y., Yunus, R., & Suyidno, S. (2022). Meningkatkan Kreativitas dan Keyakinan Diri Peserta Didik Melalui Project Based Learning Terintegrasi STEM. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 507-517.
- Thovawira, F. A., Safitri, I., Supartik, S., Sitompul, N. N. S., & Anggriyani, I. (2020). SySTEMatic literature review: implementasi pendekatan STEM (manfaat dan tantangan) di indonesia. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2).
- Triana, D., Anggraito, Y. U., & Ridlo, S. (2020). Effectiveness of environmental change learning tools based on STEM-PjBL towards 4C skills of students. *Journal of Innovative Science Education*, 9(2), 181-187.
- Wahyuni, N. P. (2021). Penerapan pembelajaran berbasis STEM untuk meningkatkan hasil belajar IPA. *Journal of Education Action Research*, 5(1), 109-117.
- Wicaksono, A. G. (2020). Penyelenggaraan pembelajaran IPA berbasis pendekatan STEM dalam menyongsong era revolusi industri 4.0. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1), 54-62.
- Wijayanto, T., Supriadi, B., & Nuraini, L. (2020). Pengaruh model pembelajaran project based learning dengan pendekatan STEM terhadap hasil belajar siswa sma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(3), 113-120.