


## Pengaruh LKPD PjBL-STEM Terhadap Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Pada Materi Sistem Ekskresi

Mulyani Dwi Putri<sup>1</sup>, Muhyiatul Fadilah<sup>2</sup>, Ganda Hijrah Selaras<sup>3</sup>, Suci Fajrina<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, 25171, Indonesia

E-mail: [muhyifadilah@fmpa.unp.ac.id](mailto:muhyifadilah@fmpa.unp.ac.id)

\* Corresponding Author

 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.419>

### ARTICLE INFO

#### Article history

Received: 18 April 2025

Revised: 21 April 2025

Accepted: 25 April 2025

#### Kata Kunci:

LKPD PjBL Terintegrasi STEM, Kemampuan Argumentasi Ilmiah, Sistem Ekskresi

#### Keywords:

Integrated STEM PjBL LKPD, Scientific Argumentation Skills, Excretory System



### ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan LKPD PjBL terintegrasi STEM terhadap kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik fase F SMA dalam pembelajaran sistem ekskresi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah quasi-experimental dengan desain posttest only group control. Sampel penelitian terdiri dari peserta didik fase F di SMAN 2 Padang, dengan 39 peserta didik di kelas eksperimen dan 39 peserta didik di kelas kontrol. Instrumen yang digunakan berupa tes uraian untuk mengukur kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik. Analisis data dilakukan menggunakan uji t-test pada hasil posttest, yang menunjukkan nilai Sig.2 tailed sebesar 0,001 lebih kecil dari ( $\alpha=0,05$ ). Hasil ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen yang menggunakan LKPD PjBL terintegrasi STEM dengan kelas kontrol yang hanya menggunakan LKPD PjBL konvensional. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa LKPD PjBL terintegrasi STEM berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik.

This study aims to analyze the effect of using STEM-integrated PjBL LKPD on the scientific argumentation ability of phase F students in learning the excretion system. The method used in this study was quasi-experimental with a posttest only group control design. The research sample consisted of phase F students at SMAN 2 Padang, with 39 students in the experimental class and 39 students in the control class. The instrument used was a descriptive test to measure students' scientific argumentation ability. Data analysis was carried out using a t-test on the posttest results, which showed a Sig.2 tailed value of 0.001 smaller than ( $\alpha = 0.05$ ). These results indicate that there is a significant difference between the experimental class using STEM-integrated PjBL LKPD and the control class using only conventional PjBL LKPD. Thus, it can be concluded that STEM-integrated PjBL LKPD has an effect on improving students' scientific argumentation ability.



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

How to Cite: Mulyani Dwi Putri et al. (2025) Pengaruh LKPD PjBL-STEM Terhadap Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Pada Materi Sistem Ekskresi . 3(4) 704-711. doi: <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.419>

### PENDAHULUAN

Pembelajaran yang efektif di era abad 21 adalah pembelajaran yang dapat mengasah keterampilan berpikir kritis, penyelesaian masalah, kolaborasi, dan komunikasi. Kemampuan-kemampuan ini merupakan bagian dari keterampilan abad 21 yang penting untuk membekali peserta didik menghadapi tantangan global, salah satunya adalah kemampuan argumentasi ilmiah. (Kulsum & Nugroho, 2014). Argumentasi merupakan proses menghubungkan berbagai ide dengan alasan yang tepat, berdasarkan data yang tersedia (Saracalolu, et al., 2011).

Ke.mampuan argumen.tasi ilmiah sangat ber.kaitan erat de.ngan pe.nge.tahuan pe.se.rta didik, kare.na de.ngan be.rargume.ntasi, me.re.ka dapat me.ne.rapkan konse.p-konse.p sains yang te.lah dipe.lajari ke. dalam ke.hidupan se.hari-hari (Bulgre.n, e.t al., 2014). Dalam prose.s argume.ntasi ilmiah, validitas suatu argume.n tidak hanya dite.ntukan ole.h struktur argume.ntasinya, te.tapi juga ole.h ke.te.patan konse.p yang di.gunakan untuk me.ndukung klaim dalam suatu bidang ilmu, te.rutama biologi (Harianto, 2018). Te.rdapat be.be.rapa alasan me.ngapa ke.te.rampilan argume.ntasi pe.nting dalam pe.mbe.lajaran sains, yaitu: (1) ilmuwan me.nggunakannya untuk me.mpe.rluas se.rta me.mpe.rdalam pe.nge.tahuan ilmiah me.re.ka; (2) masyarakat me.nggunakannya dalam diskusi dan pe.rde.batan ilmiah; se.rta (3) pe.se.rta didik me.mbutuhkannya dalam prose.s pe.mbe.lajaran guna me.mpe.rkuat pe.mahaman me.re.ka. (Erduran, Simon & Osborne., 2004).

Pe.nilai.an te.rhadap ke.mampuan argume.ntasi ilmiah pe.se.rta didik sangat pe.nting untuk me.nilai se.jauh mana me.re.ka me.nguasai konse.p yang diajarkan dalam prose.s pe.mbe.lajaran. Pe.mbe.lajaran aktif me.mbe.rikan pe.luang bagi pe.se.rta didik untuk me.nyampaik.an pe.ndapat me.re.ka, kare.na me.lalui argume.ntasi ilmiah, me.re.ka dapat me.nunju.kan pe.mahaman te.rhadap konse.p-konse.p ilmiah yang dianalisis dari fe.nome.na yang ada (Osborne., 2010). Me.skipun se.bagian be.sar guru te.lah be.rusaha untuk me.nge.mbang.kan pe.mahaman konse.p ilmiah me.lalui argume.ntasi ilmiah, pe.ne.rapan ke.te.rampilan ini di.kalangan pe.se.rta didik masih be.lum se.pe.nuhnya optimal.

Pe.ne.litian se.be.lumnya me.nge.nai ke.mampuan argume.ntasi ilmiah pe.se.rta didik me.nunju.kan bahwa ke.te.rampilan ini masih kurang te.rasah. Hanya se.dikit pe.se.rta didik yang be.rani me.nyampaik.an pe.ndapat se.lama prose.s pe.mbe.lajaran (Fatimah, 2016). Hal ini dapat dilihat dari jawaban yang me.re.ka sampai.kan, yang umumnya masih be.rupa pe.rnyataan tanpa didukung ole.h bukti se.rta alasan yang kuat. Salah satu faktor pe.nye.bab re.ndahnya ke.mampuan argume.ntasi ilmiah pe.se.rta didik adalah pe.mbe.lajaran yang be.lum se.pe.nuhnya me.mbe.rikan fasili.tas atau ke.se.mpatan bagi pe.se.rta didik untuk be.rlatih be.rargume.ntasi (Pritasari e.t al., 2016).

Ke.mampuan argume.ntasi ilmiah dapat didukung de.ngan pe.mbe.lajaran yang be.rbasis proye.k. Mode.l pe.mbe.lajaran be.rbasis proye.k me.mungki.kan pe.se.rta didik untuk me.rancang ke.giatan be.lajar se.cara mandiri, be.ke.rja sama dalam me.nye.le.saik.an proye.k, dan me.nghasilk.an suatu produk yang dapat dipre.se.nasik.an ke.pada orang lain (Capraro, Capraro, Morgan & Slough, 2013). Salah satu ke.untungan dari pe.mbe.lajaran be.rbasis proye.k adalah ke.mampuannya dalam me.ningkat.kan pe.mahaman konse.p pe.se.rta didik (Sastrika, Sadia & Mude.rawan, 2013). Pe.ne.litian lain me.ngungka.pkan bahwa pe.ne.rapan *Project-Based Learning* (PjBL) dapat me.ningkat.kan ke.mampuan argume.ntasi ilmiah te.rtul.is pe.se.rta didik de.ngan variasi skor yang be.ragam. Se.lain itu, pe.mbe.lajaran dalam ke.las PjBL te.rbukti me.mbe.rikan dampak positif dalam me.ngasah pe.mikiran kritis, me.ningkat.kan ke.te.rampilan sosial se.rta ke.mampuan be.ke.rja sama pe.se.rta didik, dan me.ningkat.kan motivasi me.re.ka dalam be.lajar (Affandi & Sukyadi, 2016). Se.lain PjBL, saat ini pe.mbe.lajaran be.rbasis pe.nde.katan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) juga se.makin digalakkan.

Mode.l PjBL yang te.rinte.grasi STEM sangat dire.kome.ndasik.an dalam pe.mbe.lajaran biologi, kare.na me.ncakup ke.giatan praktikum yang me.mungki.kan pe.se.rta didik me.njadi le.bih aktif dan tanggap dalam me.nye.le.saik.an pe.rmasalah.an. Se.lain itu, mode.l ini me.mban.tu pe.se.rta didik dalam me.nde.finisik.an konse.p pe.mbe.lajaran se.rta me.nghubung.kannya de.ngan pe.ne.rapan dalam ke.hidupan se.hari-hari (Le.stari, Sarwi & Sumarti, 2018). Namun, dalam prose.s pe.mbe.lajaran, be.rbagai pe.rmasalah.an tidak dapat dihindari. Salah satu ke.ndala yang se.ring dialami pe.se.rta didik adalah ke.sulit.an dalam be.lajar, yang te.rjadi ke.tika me.re.ka me.ngalami hambatan dalam me.mahami atau me.nye.rap mate.ri pe.lajaran di se.kolah.

PjBL yang te.rinte.grasi STEM me.mbe.rikan tantangan se.kalig.us me.ndorong motivasi pe.se.rta didik, kare.na me.latih me.re.ka be.rpikir kritis, me.nganalisis, dan me.nge.mbang.kan ke.mampuan be.rfikir tingkat tinggi (Capraro e.t al., 2013). Pe.ne.litian me.nunju.kan bahwa PjBL te.rinte.grasi STEM le.bih me.narik dan me.motivasi pe.se.rta didik, me.mban.tu me.re.ka me.mahami mate.ri pe.mbe.lajaran, se.rta me.ndorong kre.ativitas le.bih baik di.banding.kan pe.ngguna.an mode.l PjBL konve.sional (Afriana e.t al., 2016). Pe.ne.litian se.rupa juga ditke.mukakan dalam ole.h Furi, Handayani dan Maharani (2018), yang me.nunju.kan bahwa pe.se.rta didik di ke.las e.kspe.rime.n de.ngan PjBL te.rinte.grasi STEM me.miliki rata-rata nilai kre.ativitas le.bih tinggi di.banding.kan ke.las kontrol yang hanya me.ngguna.kan mode.l PjBL.

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru Biologi di SMAN 2 Padang, didapatkan informasi bahwa pembelajaran umumnya masih menerapkan metode ceramah, tanya jawab, dan diskusi. Kemudian guru memberikan LKPD sebagai tugas kepada peserta didik dalam pembelajaran biologi saat di kelas. Tetapi belum ada penekanan khusus untuk mengembangkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik. Guru dalam pembelajaran juga telah menerapkan model PjBL. Namun belum diterapkannya model PjBL yang terintegrasi STEM. Hal ini menunjukkan bahwa guru sudah banyak menggunakan variasi dalam pembelajaran di kelas, namun dalam pembelajaran peserta didik belum maksimal diarahkan untuk berargumentasi secara ilmiah.

Dalam proses pembelajaran, biologi merupakan cabang ilmu sains yang mencakup aspek produk dan proses. Biologi melibatkan berbagai keterampilan proses, seperti melakukan pengamatan dengan menggunakan indera, mengelompokkan atau mengklasifikasikan, menerapkan konsep dan prinsip, memanfaatkan alat serta bahan, berkomunikasi, merumuskan hipotesis, menafsirkan data, melakukan eksperimen, serta mengajukan pertanyaan. Berdasarkan hasil observasi di SMAN 2 Padang pada peserta didik kelas XI Fase F menunjukkan 76% peserta didik menyatakan bahwa pelajaran biologi menjadi salah satu pelajaran yang sulit karena guru masih menerapkan pembelajaran yang konvensional sehingga proses pembelajaran terasa monoton. Pembelajaran biologi akan lebih mudah dipahami melalui pembelajaran berbasis praktikum di laboratorium pada beberapa sub materi yang sulit. Salah satu sub materi biologi yang dianggap sulit oleh peserta didik adalah sistem ekskresi. Materi ini memiliki peran penting dalam membantu peserta didik memahami konsep-konsep yang telah dipelajari sebelumnya.

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai kemampuan argumentasi ilmiah tertulis telah banyak dilakukan dengan berbagai penerapan model pembelajaran. Namun, hingga kini belum ada penelitian yang secara spesifik mengkaji penggunaan LKPD PjBL terintegrasi STEM dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik, khususnya dalam pembelajaran sistem ekskresi. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen untuk melihat pengaruh LKPD PjBL terintegrasi STEM terhadap kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik fase F di SMAN 2 Padang dalam pembelajaran sistem ekskresi.

## METODE

### Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan jenis penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*). Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Desain penelitian yang digunakan adalah *Posttest Only Control Design* (Lufri dan Ardi, 2017), dimana kelompok eksperimen dan kelompok kontrol diberikan perlakuan yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 1. Penelitian ini dilakukan di kelas XI fase F SMAN 2 Padang pada bulan Januari sampai Februari 2025. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah LKPD PjBL terintegrasi STEM materi sistem ekskresi, dan variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik kelas XI Fase F SMAN 2 Padang.

Tabel 1. Desain Penelitian *Posttest Only Control Design*

No	Ke.lompok	Treatment	Posttest
1	Eksperimen	X	T <sub>1</sub>
2	Kontrol	0	T <sub>2</sub>

Sumber: (Lufri dan Ardi, 2017)

Ke.te.rangan:

X : Perlakuan dengan LKPD PjBL terintegrasi STEM

0 : Pembelajaran dengan LKPD PjBL dari sekolah

T<sub>1</sub> : *Posttest* kelas eksperimen

T<sub>2</sub> : *Posttest* kelas kontrol

### Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh peserta didik kelas XI Fase F yang mengambil minat biologi di SMAN 2 Padang pada semester II tahun ajaran 2024/2025, dengan total 230 peserta didik yang tersebar dalam 6 kelas. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik *Purposive*.

*Sampling*, yaitu penentuan sampel berdasarkan kesediaan guru mata pelajaran yang mengajar di kelas tersebut serta kesesuaian dengan materi yang sedang dipelajari. Selain itu, pemilihan sampel mempertimbangkan karakteristik kedua kelas yang memiliki kemampuan yang relatif sama berdasarkan capaian pembelajaran sebelumnya. Melalui metode ini, diperoleh sampel penelitian sebanyak 78 peserta didik yang terbagi menjadi dua kelompok, yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen.

**Instrumen**

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik berupa 6 soal essay berdasarkan indikator Argumentasi Toulmin yang terdiri dari *claim* (klaim), *data* (bukti), *warrant* (jaminan), *backing* (dukungan), dan *rebuttal* (sanggahan). Level argumentasi ilmiah dimodifikasi dari kerangka analisis argumentasi yang dikembangkan oleh Erduran et al., (2004). Peserta didik diberikan tes kemampuan argumentasi ilmiah setelah menyelesaikan proses pembelajaran yang menggunakan LKPD PjBL terintegrasi STEM.

**Prosedur Penelitian**

Prosedur dalam penelitian ini dibagi dalam tiga tahapan: 1) pemilihan dua kelas sebagai sampel penelitian dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. 2) Pemberian perlakuan pada kedua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada kelas eksperimen proses pembelajaran menggunakan LKPD PjBL terintegrasi STEM dan penerapan pembelajaran terdiferensiasi dalam proyek berbasis tim. Pada kelas kontrol menggunakan LKPD PjBL. Penerapan pembelajaran dengan menggunakan sintak PjBL sebagai berikut: a) penentuan pertanyaan esensial, b) membuat desain project, c) menyusun jadwal, d) memantau pelaksanaan proyek peserta didik, e) penilaian hasil proyek, dan f) evaluasi pengalaman proyek. 3) Pada tahap akhir peserta didik diberikan *posttest* untuk menilai kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik dan melakukan analisis pengolahan data hasil yang diperoleh dari kedua sampel tersebut.

**Teknik Analisis Data**

Pada penelitian ini, analisis data untuk mengukur kemampuan argumentasi ilmiah dilakukan melalui uji prasyarat, yang meliputi uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis. Pengujian hipotesis dilakukan dengan teknik *independent samples t-test*. Proses analisis data menggunakan *SPSS 22 for windows*. Nilai *posttest* kemampuan argumentasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai *Posttest* Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik

Nilai	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
N	39	39
Nilai Minimum	13	14
Nilai Maksimum	21	23
Nilai Rata-rata	58,11 (Cukup)	64,10 (Tinggi)

Sumber: (Analisis Data Penelitian, 2025)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil uji normalitas *posttest* pada kelas eksperimen menggunakan *Kolmogorov Smirnov* program *SPSS 22 for windows* diperoleh nilai *sig. (2-tailed)* sebesar 0,166 yang lebih besar dari  $\alpha$  (0,05), sehingga data *posttest* pada kelas eksperimen berdistribusi normal. Sementara itu, hasil uji normalitas *posttest* pada kelas kontrol menunjukkan nilai *sig. (2-tailed)* sebesar 0,91 yang juga lebih besar dari  $\alpha$  (0,05), sehingga data *posttest* pada kelas kontrol berdistribusi normal. Selanjutnya uji homogenitas (*Levene Statistic*) data diperoleh *sig. (2-tailed)* untuk *posttest* peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol sebesar  $0,254 > 0,05$ . Jadi, dari hasil analisis dengan program *SPSS 22 for windows* membuktikan bahwa data tes argumentasi ilmiah peserta didik dinyatakan homogen. Data memiliki varians homogen apabila taraf signifikan  $> 0,05$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Skor *Posttest* Kemampuan Argumentasi Ilmiah Kelas Eksperimen dan Kontrol

Uji	Kelas	Hasil	Kejelasan
Normalitas ( <i>Kolmogorov Smirnov</i> )	Eksperimen	<i>Sig.</i> 0,166 > 0,05	Normal
	Kontrol	<i>Sig.</i> 0,91 > 0,05	Normal
Homogenitas ( <i>Levene Statistic</i> )		<i>Sig.</i> 0,254 > 0,05	Homogen
Uji-t ( <i>2-tailed</i> )		<i>Sig.</i> 0,001 < 0,05	Ada perbedaan secara signifikan

Sumber: (Analisis Data Penelitian, 2025)

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis uji normalitas dan uji homogenitas menunjukkan bahwa skor kemampuan argumentasi ilmiah pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal serta homogen, ditunjukkan dengan nilai Sig > 0,05. Data yang telah memenuhi kriteria normalitas dan homogenitas kemudian dianalisis menggunakan uji hipotesis untuk menentukan apakah penelitian diterima atau ditolak. Uji hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji *independent sample t-test*. Pengujian analisis data ini dilakukan dengan bantuan program *SPSS 22 for windows* dimana hipotesis diterima jika nilai signifikansi < 0,05. Berdasarkan hasil analisis nilai *posttest*, diperoleh nilai *sig. (2-tailed)* <  $\alpha$  (0,001 < 0,05), maka  $H_1$  diterima. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik di kelas eksperimen dan kelas kontrol pada *posttest*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa LKPD PjBL terintegrasi STEM efektif dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik.

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 2 Padang dengan melibatkan sampel yaitu kelas XI Biologi 10 sebagai kelas kontrol yang menggunakan LKPD PjBL dan kelas Biologi 12 sebagai kelas eksperimen yang menerapkan LKPD PjBL terintegrasi STEM. Penerapan LKPD PjBL terintegrasi STEM dalam kelas eksperimen bertujuan untuk mengamati pengaruhnya terhadap peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik dibandingkan dengan LKPD PjBL saja. Berdasarkan hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa pembelajaran dengan LKPD PjBL terintegrasi STEM memberikan dampak signifikan terhadap kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik fase F di SMAN 2 Padang.

Pada abad ke-21, yang menjadi kunci utama kesejahteraan suatu negara adalah penguasaan sains dan teknologi (Anggreni et al., 2020, p. 42). Hal ini karena ilmu pengetahuan dan teknologi memungkinkan suatu negara bisa mengembangkan inovasi, meningkatkan efisiensi, dan juga meningkatkan kualitas hidup rakyatnya. Negara yang dapat mengembangkan dan menerapkan sains serta teknologi secara optimal akan memiliki keunggulan kompetitif di tingkat global dan berpeluang mencapai kesejahteraan yang lebih baik. Pada abad ke-21, penerapan model pembelajaran terintegrasi STEM menjadi salah satu pilihan strategis untuk mempersiapkan peserta didik sebagai generasi masa depan dalam menghadapi berbagai tantangan dan permasalahan yang mungkin timbul di masa mendatang.

Pendekatan STEM dirancang untuk meningkatkan literasi sains dan teknologi peserta didik, yang terlihat melalui kemampuan mereka dalam membaca, menulis, mengamati, serta mengaplikasikan konsep-konsep sains dalam kehidupan sehari-hari (Mu'minah & Aripin, 2019). Selain itu, penerapan PjBL terintegrasi STEM juga berkontribusi dalam membentuk karakter peserta didik, karena mendorong mereka menjadi individu yang mampu memecahkan masalah, berinovasi, dapat menciptakan hal baru, tanggap teknologi, mandiri, berpikir secara logis dan kritis, serta dapat mengaitkan pengetahuan yang diperoleh dengan konteks kehidupan nyata (Rohmah et al., 2019).

LKPD PjBL terintegrasi STEM yang dikembangkan memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik karena beberapa faktor, diantaranya: (1) pembelajaran berbasis proyek memungkinkan peserta didik mengembangkan pemahaman dan mengeksplorasi konsep secara mendalam melalui proyek yang diberikan, sehingga peserta didik dapat berperan aktif dalam proses pembelajaran. (2) pendekatan STEM mendukung peserta didik dalam

***Pengaruh LKPD PjBL-STEM Terhadap Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Pada Materi Sistem Ekskresi, Mulyani Dwi Putri, Muhyiatul Fadilah, Ganda Hijrah Selaras, Suci Fajrina***

menyelesaikan permasalahan kompleks yang berkaitan dengan kehidupan nyata dengan menggabungkan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika.

Dalam proses pembelajaran, STEM berperan sebagai strategi yang mendorong peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam berbagai tahapan, mulai dari mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah, membuat keputusan, merancang ide, merencanakan serta melaksanakan proyek, hingga mengevaluasi hasilnya. Penerapan LKPD PjBL terintegrasi STEM mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi pengetahuan melalui proses pembuatan produk dan pemecahan masalah, sehingga mereka lebih aktif dalam pembelajaran. Pendekatan STEM juga memungkinkan peserta didik membangun konsep secara mandiri dan memperluas pemahamannya. Hal ini sejalan dengan penelitian Ferdiansyah (2015) yang menyatakan bahwa penggunaan model PjBL yang terintegrasi dengan STEM terbukti mampu meningkatkan penguasaan konsep dalam mata pelajaran yang dipelajari. Selain itu, pengalaman berpikir yang diperoleh dalam proses pembelajaran ini berkontribusi terhadap pengembangan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik.

Proses PjBL dimulai dengan perumusan pertanyaan esensial. Pertanyaan esensial adalah pertanyaan utama yang dirumuskan oleh peserta didik, yang harus ditangani dan diselesaikan melalui proyek (Hamidah et al., 2020). Perumusan pertanyaan esensial memfasilitasi pemahaman peserta didik tentang fokus proyek, menentukan jenis proyek, dan memandu proses investigasi. Merumuskan pertanyaan esensial merangsang keingintahuan intelektual dan mendorong peserta didik untuk menganalisis masalah secara mendalam. Hal ini secara langsung meningkatkan kemampuan untuk memunculkan pemikiran kritis. Peserta didik didorong untuk mempertimbangkan secara komprehensif berbagai aspek masalah dan menganggap tantangan sebagai peluang untuk belajar, yang memperkuat pemikiran kreatif dan penerimaan mereka terhadap ide-ide baru. Analisis konsep pada tahap ini merupakan salah satu bentuk aspek STEM unsur sains (*science*).

Tahap kedua melibatkan perancangan desain proyek. Aktivitas perancangan proyek mencakup pemilihan jenis proyek berdasarkan pertanyaan esensial dan penentuan aktivitas dalam proses penyelesaian (Hamidah et al., 2020). Aktivitas perancangan proyek ini memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui pemilihan jenis proyek, pemecahan masalah, dan kemampuan merencanakan aktivitas dalam proses penyelesaian. Tahap ini juga mendorong peserta didik untuk terlibat dalam pengambilan risiko dan perilaku kolaboratif. Selama proses ini, peserta didik belajar bekerja dalam tim, berbagi ide, dan menghargai beragam perspektif anggota tim saat merancang solusi inovatif. Proses mendesain dan merancang ini adalah salah satu bentuk aspek STEM unsur rekayasa (*engineering*). Peserta didik juga merencanakan serta memeriksa alat dan bahan yang akan digunakan ketika pelaksanaan proyek. Perencanaan dan pengecekan alat ini merupakan salah satu bentuk aspek STEM yaitu teknologi (*technology*).

Tahap ketiga adalah menyusun penjadwalan. Peserta didik mulai menyusun estimasi waktu memulai proyek, pelaksanaan proyek, penyelesaian proyek, penilaian proyek, hingga waktu evaluasi proyek. Dalam proses perkiraan estimasi jadwal, peserta didik menggunakan penghitungan sederhana untuk menyesuaikan alokasi waktu yang disediakan dengan banyak jadwal kegiatan yang harus dikerjakan agar proyek dapat berjalan efektif. Tahapan perhitungan ini merupakan salah satu bentuk aspek STEM unsur matematika (*mathematics*).

Tahap keempat adalah memantau pelaksanaan proyek peserta didik. Tahap ini merupakan fase utama di mana peserta didik melaksanakan proyek seperti yang dirancang, dimulai dari proses investigasi dan berpuncak pada penyelesaian proyek (Hamidah et al., 2020). Tahap ini memfasilitasi pengembangan keterampilan peserta didik dalam proses data dan informasi, pemecahan masalah, kemandirian, kerja sama tim, dan keterampilan komunikasi antar kelompok. Proses pelaksanaan proyek juga mendorong pengembangan kreativitas dan penalaran abduktif, di mana peserta didik harus mengidentifikasi solusi yang paling layak dan tepat ketika dihadapkan dengan tantangan yang muncul selama penyelesaian proyek. Dalam tahapan ini termasuk ke dalam aspek sains (*science*) dan teknologi (*technology*).

Tahap kelima adalah penilaian hasil proyek. Pada tahap ini, kelompok peserta didik mempresentasikan hasil proyek mereka, sedangkan anggota kelompok lainnya mengajukan pertanyaan mengenai hasil yang dipresentasikan. Bersamaan dengan itu, guru melakukan penilaian formatif menggunakan rubrik untuk mengevaluasi proses dan hasil proyek (Hamidah et al., 2020). Tahap penilaian hasil proyek menyediakan platform bagi peserta didik untuk berbagi ide,

mendiskusikan temuan, dan menerima umpan balik, yang sangat penting untuk pengembangan kemampuan argumentasi ilmiah. Proses ini tidak hanya menumbuhkan kemampuan untuk mempre-sentasikan pekerjaan dengan percaya diri tetapi juga menumbuhkan optimisme dan keyakinan diri bahwa kontribusi mereka dapat memberikan dampak positif.

Tahap akhir dalam pembelajaran PjBL adalah mengevaluasi proyek, di mana peneliti menilai hasil dengan memberikan umpan balik tentang hasil proyek peserta didik (Hamidah et al., 2020). Proses mengevaluasi pengalaman belajar setelah proyek menekankan pentingnya refleksi, yang memfasilitasi pengalaman peserta didik dan meningkatkan motivasi mereka untuk membuat perubahan di masa mendatang.

Berdasarkan uraian yang disebutkan di atas, penggunaan LKPD PjBL terintegrasi STEM memiliki dampak positif terhadap kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik. Melalui partisipasi aktif dalam proyek, peserta didik dapat mengembangkan kemampuan berkolaborasi, mengambil risiko yang diperhitungkan, menunjukkan empati, menghargai berbagai perspektif, dan menerapkan pemikiran kritis dan kreatif dalam penyelesaian proyek.

Hasil uji hipotesis terhadap kemampuan argumentasi ilmiah menggunakan uji statistik *independent sample t-test* dengan taraf signifikansi 5% menunjukkan bahwa penggunaan LKPD PjBL terintegrasi STEM lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik dibandingkan dengan hanya menggunakan LKPD PjBL konvensional. Hal ini didukung dengan rata-rata nilai kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik di kelas eksperimen sebesar 64,10 dengan kategori tinggi dan kelas kontrol sebesar 58,11 dengan kategori cukup.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh hasil analisis data *posttest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan *SPSS 22 for windows* menunjukkan bahwa nilai  $\text{sig} < \alpha = 0,05$  ( $0,001 < 0,005$ ), maka  $H_1$  diterima yaitu terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada materi sistem ekskresi. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan LKPD PjBL terintegrasi STEM (*Science, technology, engineering, and mathematics*) terbukti berpengaruh signifikan terhadap kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik kelas XI fase F di SMAN 2 Padang.

## REFERENSI

- Affandi, A. & Sukyadi, D. (2016). Project-based learning and problem-based learning for EFL students' writing achievement at the tertiary level. *Rangsit Journal of Educational Studies*, 3(1), 23-40.
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta didik Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202.
- Anggreni, L. D., Jampel, I. N., & Diputra, K. S. (2020). Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Penilaian Portofolio Terhadap Literasi Sains. *Jurnal Mimbar Ilmu*, 25(1), 41-52.
- Bulgren, J. A. Ellis, J. D., & Marquis, J. G. (2014). The Use and Effectiveness of an Argumentation and Evaluation Intervention in Science Classes. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 82-97.
- Capraro Robert M., Mary M.C., and James R. M. (2013). *STEM Project-Based Learning An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach (2nd Edition)*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933.
- Ferdiansyah, Ichsanul. (2015). Perbedaan Hasil Belajar Peserta Didik Menggunakan Pendekatan STS, SETS, dan STEM pada Pembelajaran Konsep Virus. *Skripsi*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Furi, L. M. I., Sri H., Shinta M. (2018). Eksperimen Model Pembelajaran PjBL dan PjBL Terintegrasi STEM atau (PjBL STEM) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Kreativitas Peserta didik Pada Kompetensi Dasar Teknologi Pengolahan Susu. *Jurnal Penelitian Pendidikan (35)(1)*.

- Hamidah, H., Rabbani, T.A.S., Fauziah, S., Puspita, R.A., & Gasalba, R.A.N. (2020). *HOTS oriented module: project-based learning*. SEAMEO QITEP in Language.
- Harianto, Y. (2018). Analisis Pengaruh Penguasaan Konsep dan Literasi Kuantitatif Terhadap Kualitas Argumentasi Peserta didik pada Materi Sistem Koordinasi. In (Tesis). Bandung: Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Kulsum & Nugroho. 2014. Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Problem Solving Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep dan Komunikasi Ilmiah Peserta didik Pada Mata Pelajaran Fisika. Diakses dari <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>.
- Lestari, T., Sarwi, S. and Sumarti, S. 2018. STEM-Based Project Based Learning Model to Increase Science Process and Creative Thinking Skills of 5th Grade. *Journal of Primary Education*. 7, 1 (Feb. 2018), 18-24. DOI:<https://doi.org/10.15294/jpe.v7i1.21382>.
- Mu'minah, I. H., & Aripin, I. (2019). Implementasi STEM dalam Pembelajaran Abad 21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 1, 1495-1503.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328(5977), 463-466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>.
- Pritasari, A. C., Dwiastuti, S., & Probasari, R.M. (2016). Improvement of Argumentation Skill Through Implementation of Problem Based Learning in X MIA 1 SMA Batik 2 Surakarta in The Academic Year 2014/2015. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 1-7.
- Rohmah, U. N., Ansori, Y. Z., & Nahdi, D. S. (2019). Pendekatan Pembelajaran Stem dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta didik Sekolah Dasar. *Seminar Nasional Pendidikan*, 471-478.
- Saracoglu, O. F., & Caskurlu, E. (2011). Tax Amnesty With Effects And Effecting Aspects: Tax Compliance, Tax Audits And Enforcements Around; The Turkish Case. *International Journal Of Business And Social Science*, 2(7), 95-103.
- Sastrika, I.A., Sadia, I.W. and Muderawan, I.W. (2013) Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Pemahaman Konsep Kimia Dan Keterampilan Berpikir Kritis. *E-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi Ipa*, 3, 1-10.