

## **The Effect of STEM-Fishbone diagram Learning on Critical Thinking Ability and Self-Efficacy: A Study on High School Students**

*Laila Puspita<sup>1\*</sup>, Nur Hidayah<sup>2</sup>, Neneng Puspitasari<sup>3</sup>, Komarudin<sup>4</sup>*

<sup>1, 2, 3</sup>*Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Indonesia*

<sup>4</sup>*Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia*

### **Abstract**

The purpose of this study was to determine the effect of STEM-fishbone diagram learning on critical thinking skills and self-efficacy of high school (SMA) students. This type of research is Quasi Experimental Design. The population in this study were all students of class XI SMA Al-Kautsar Bandar Lampung. The sampling technique used cluster random sampling, obtained class XI MIPA 5 (experimental class) and class XI MIPA 7 (control class). The collection technique used is in the form of tests and questionnaires. The research instrument used was a test of the ability to think critically and self-efficacy. The technique uses the MANOVA test. The results of the study stated that there was an influence of STEM-fisbone diagram learning on the critical thinking skills and self-efficacy of high school students in Bandar Lampung, besides that it was also known that there was an influence of STEM-fisbone diagram learning on the critical thinking skills of high school students in Bandar Lampung and there was an influence on learning STEM-fisbone diagram on self-efficacy of high school students in Bandar Lampung.

*Keywords: STEM; fishbone diagrams; critical thinking skills; self-efficacy.*

## **Pengaruh Pembelajaran STEM-Fishbone diagram Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Self-Efficacy: Studi pada Siswa SMA**

### **Abstrak**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pembelajaran STEM-fishbone diagram terhadap kemampuan berpikir kritis dan self-efficacy siswa Sekolah Menengah Atas (SMA). Jenis penelitian ini yaitu *Quasi Experimental Design*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA Al-Kautsar Bandar Lampung. Teknik pengambilan sampel dengan menggunakan *cluster random sampling*, diperoleh kelas XI MIPA 5 (kelas eksperimen) dan kelas XI MIPA 7 (kelas control). Teknik pengumpulan yang digunakan berupa tes dan angket. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes kemampuan berpikir kritis dan angket *self-efficacy*. Teknik menggunakan uji MANOVA. Hasil penelitian menyatakan bahwa terdapat pengaruh pembelajaran STEM-fishbone diagram terhadap kemampuan berpikir kritis dan self-efficacy siswa SMA di Bandar Lampung, selain itu juga diketahui bahwa terdapat pengaruh pembelajaran STEM-fishbone diagram terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA di Bandar Lampung dan terdapat pengaruh pembelajaran STEM-

*fishbone diagram* terhadap *self-efficacy* siswa SMA di Bandar Lampung.

**Kata kunci:** STEM; fishbone diagram; kemampuan berpikir kritis; self-efficacy.

## PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir kritis dapat menunjang tercapainya tujuan pelajaran siswa terutama pembelajaran biologi, karena kemampuan ini menuntut siswa untuk secara aktif dan terampil membuat konsep, menerapkan, menganalisis, mensintesis, dan atau mengevaluasi informasi yang dikumpulkan atau dihasilkan dari pengamatan, pengalaman, refleksi, penalaran komunikasi, atau sebagai panduan untuk keyakinan dan tindakan (Elisanti, Sajidan, & Prayitno, 2017; Khairani, Suyanti, & Saragi, 2020; Ralston & Bays, 2015) tidak hanya menyerap ide dari guru (Fitriani, Asy'ari, Zubaidah, & Mahanal, 2019). Selain itu, kemampuan ini dianggap sebagai salah satu syarat dari proses Pendidikan (Maulidiya & Nurlaelah, 2019). Seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis akan selalu peka terhadap informasi atau situasi yang sedang dihadapinya, dan cenderung bereaksi terhadap situasi atau informasi tersebut (Nafiâ & Prasetyo, 2015; Novianti, 2020; Shanti, Sholihah, & Martyanti, 2017). Upaya untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran berkaitan dengan usaha untuk menumbuhkan kepekaan siswa untuk mengumpulkan informasi dan menggunakan informasi dari berbagai sumber dan bidang keilmuan dalam merespon situasi tersebut.

Pertumbuhan teknologi yang terjadi saat ini, membutuhkan kemampuan berpikir kritis yang baik sebagai bentuk respon cepat dan kesiapan siswa dalam menghadapi perubahan tersebut (Wati & Fatimah, 2016). Menelaah urgensi tersebut, maka kemampuan berpikir kritis perlu ditumbuhkan sedini mungkin, mulai dari tingkat dasar dan menengah, sebagai dasar untuk mengembangkan pola pikir siswa secara logis dan responsif terhadap perubahan yang terjadi, yang pada akhirnya dapat mengembangkan karakter siswa. Dampak revolusi industri 4.0 dan pandemi Covid-19 menuntut terjadinya revolusi di berbagai bidang, termasuk bidang pendidikan. Perubahan digitalisasi menuntut setiap elemen pendidikan untuk mampu beradaptasi dengan perubahan tersebut (Handaka, Sukarmin, & Sunarno, 2018). Dampak perubahan system tersebut dapat mempengaruhi perkembangan perilaku dan kepercayaan diri siswa (*self-efficacy*).

*Self-efficacy* memegang peran yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari, seseorang akan mampu menggunakan potensi dirinya secara optimal apabila *self-efficacy* mendukungnya (Lumbantobing, 2020). Dalam teori sosial kognitif, rendahnya efikasi diri

akan menyebabkan meningkatnya kecemasan dan perilaku menghindar (Fatimah, Manuardi, & Meilani, 2021; I. Purnamasari, 2020). Individu akan menghindari aktivitas-aktivitas yang dapat memperburuk keadaan, hal ini bukan disebabkan oleh ancaman tapi karena merasa tidak mempunyai kemampuan untuk mengelola aspek-aspek yang berisiko (Lestari, 2020).

Beberapa studi menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis sangat dipengaruhi oleh model pembelajaran (Burić, 2020; Calaguas & Consunji, 2022; J. Chen, 2016; Jung, Zhou, & Lee, 2017; Liu, 2018; Namaziandost & Çakmak, 2020) dan media pembelajaran yang digunakan oleh guru (Hong dkk., 2016). Salah satunya yaitu dengan menerapkan pendekatan pembelajaran *Science, Technology, Engineering And Mathematics* (STEM) yang merupakan pendekatan interdisipliner (Hsu & Fang, 2019; Kennedy & Odell, 2014; Komarudin, Suherman, & Anggraini, 2021; Puspitasari, Herlina, & Suyatna, 2020; Widjaja, Hubber, & Aranda, 2019), yang menuntut siswa mempunyai ilmu dan keahlian dibidang sains, teknologi, teknik dan juga matematika, sehingga membangun kemampuan berpikir kritis seperti penyelesaian masalah, penelitian ilmiah dan pengembangan kemampuan diri siswa untuk meningkatkan efikasi diri (Ibnah & Rosidin, 2018). Dalam pelaksanaannya, pembelajaran STEM perlu diintegrasikan dengan media pembelajaran yang dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran (Khalil & Osman, 2017; Kurniati, Andra, & Distrik, 2021; Lin, Chien, & Chang, 2020; Selisne, Sari, & Ramli, 2019; Shukri, Ahmad, & Daud, 2020). Ada beberapa media pembelajaran yang dapat digunakan yaitu antara lain *fishbone diagram*. *Fishbone diagram* merupakan alat visualisasi guna mengidentifikasi, mengeksplorasi serta menggambarkan secara rinci dan grafis segala alasan atau pemicu masalah (Wang, Chen, Liang, & Jiang, 2013). Maka dengan itu diharapkan alat tersebut mampu membantu setiap anggota kelompok memiliki pemikiran yang sistematis, mendorong partisipasi kelompok, dan memerlukan individu dan tim untuk mengenali, menggali dan menanyakan keseluruhan pemicu dari masalah tersebut.

Sejaun itu studi tentang STEM cenderung hanya mengintegrasikan dengan model pembelajaran yang lain (Azizah, Parno, & Supriana, 2020; Bicer & Lee, 2019; C.-S. Chen & Lin, 2019; Kurniati dkk., 2021; Mutakinati, Anwari, & Kumano, 2018; D. Purnamasari & Utomo, 2020; Triana, Anggraito, & Ridlo, 2020; Tseng, Chang, Lou, & Chen, 2013), cenderung mengintegrasikannya dengan lembar kerja siswa (Safitri, Haryanto, & Harizon, 2021; Sayekti, 2020), dan cenderung mengintegrasikannya dengan modul

pembelajaran (Khalil & Osman, 2017; D. Purnamasari & Utomo, 2020; Puspitasari dkk., 2020; Setyaningsih dkk., 2022; Shukri dkk., 2020). Kecenderungan-kecenderungan tersebut memperlihatkan bahwa study yang ada belum mengakomodasi integrasi STEM dengan media pembelajaran yang memvisualisasikan materi pelajaran secara lebih rinci, sistematis, menarik dan mudan dipahami oleh siswa, seperti *fishbone diagram*. Oleh karena itu dengan mengintegrasikan antara pembelajaran STEM dengan *fishbone diagram* diharapkan berpengaruh terhadap *self-efficacy* dan berpikir kritis siswa. Tujuan tulisan ini melengkapi kekurangan dari studi terdahulu dengan mengakomodasi pembelajaran STEM-*fishbone diagram* dalam mempengaruhi kemampuan berpikir kritis dan *self-efficacy* siswa SMA di Bandar Lampung.

#### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yaitu penelitian kuantitatif dengan metode penelitian menggunakan metode *quasy experiment*. Desain eksperimen yang digunakan yaitu *posttest only control design* (ilustrasi dapat dilihat pada Tabel 1).

**Tabel 1. Design Posttest Only Control Design**

Kelas	Perlakuan	Posttest
Kelas eksperimen	X	$Y_e$
Kelas kontrol	-	$Y_c$

Keterangan: X : STEM-*fishbone diagram*;  $Y_e$ = post-test kelas eksperimen;  $Y_c$ = post-test kelas kontrol

Penelitian dilaksanakan di SMA di Bandar Lampung berjumlah. Pengambilan sampel menggunakan teknik *Cluster Random Sampling*. Diperoleh kelas XI A5 dengan jumlah 35 siswa sebagai kelas eksperimen dan kelas XI A7 dengan jumlah 36 siswa sebagai kelas kontrol. Instrumen yang digunakan dalam penelitian yakni instrumen tes dan angket. Tes esai digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa, sedangkan angket untuk mengukur *self-efficacy*. Instrumen tes esai dikembangkan dengan indikator kemampuan berpikir kritis yang dimodifikasi dari Ennis (Kokom, 2014), dan angket yang dikembangkan berdasarkan indikator *self-efficacy* dari Bandura (Lunenburg, 2011). Ujicoba dilakukan agar instrumen benar-benar layak digunakan untuk penelitian. Analisis data pada penelitian ini terdiri dari uji prasyarat dan uji hipotesis. Uji prasyarat meliputi uji normalitas dengan *kolmogorov-smirnov* dan uji homogenitas *Levene's test*. Hasil uji normalitas menunjukkan data kedua kelas terdistribusi normal. Uji homogenitas menunjukkan data kedua kelas homogen. Pengujian hipotesis menggunakan uji Manova

menggunakan aplikasi SPSS 7.0.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini berasal dari perhitungan melalui instrumen tes kemampuan berpikir kritis dan angket *self-efficacy*.

**Tabel 2.** Hasil *Posstest* Kemampuan Berpikir Kritis dan *Self-Efficacy*

Nilai	Kemampuan Berpikir kritis		<i>Self-Efficacy</i>	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Tertinggi	93,33	83,33	92	82
Terendah	60,00	53,33	56	35
Rata-rata	78,67	67,43	71,78	57,97

Pada tabel 2, terlihat perbedaan ketercapaian kemampuan berpikir kritis maupun *self-efficacy* antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Dimana rata-rata tes kemampuan berpikir kritis kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Selain itu rata-rata skor angket *self-efficacy* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Berdasarkan perolehan kedua kemampuan tersebut, kelas eksperimen dengan menggunakan pembelajaran *STEM-fisbone diagram* memiliki rata-rata yang lebih tinggi pada kemampuan berpikir kritis maupun *self-efficacy* siswa dibandingkan kelas control yang tidak menggunakan pembelajaran *STEM-fisbone diagram*. Berdasarkan hasil perhitungan uji oneway MANOVA menggunakan aplikasi SPSS 17.0 memperoleh hasil pada Tabel 2 yaitu:

**Tabel 3.** *Multivariate Test*

Effect		Value	F	Hypothesis		Sig.
				df	Error df	
Intercept	Pillai's Trace	.992	4406.978 <sup>a</sup>	2.000	68.000	.000
	Wilks' Lambda	.008	4406.978 <sup>a</sup>	2.000	68.000	.000
	Hotelling's Trace	129.617	4406.978 <sup>a</sup>	2.000	68.000	.000
	Roy's Largest Root	129.617	4406.978 <sup>a</sup>	2.000	68.000	.000
KELAS	Pillai's Trace	.453	28.165 <sup>a</sup>	2.000	68.000	.000
	Wilks' Lambda	.547	28.165 <sup>a</sup>	2.000	68.000	.000
	Hotelling's Trace	.828	28.165 <sup>a</sup>	2.000	68.000	.000
	Roy's Largest Root	.828	28.165 <sup>a</sup>	2.000	68.000	.000

a. Exact statistic

b. Design: Intercept + KELAS

Tabel 3. Memperlihatkan bahwa nilai  $F(2,68) = 28,165$ ;  $P = 0,000$ ; *Hotelling Trace* = 0,828; Karena nilai  $P$  (*sig*)  $\leq 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak. Yang berarti

terdapat pengaruh pembelajaran STEM-*fishbone diagram* terhadap kemampuan berpikir kritis dan *self-efficacy* siswa. Selanjutnya hasil uji Univariate terhadap masing-masing variable terikat terlihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Test of Between-Subject Effects**

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	Kemampuan_Berpikir_Kritis	1630.922 <sup>a</sup>	1	1630.922	31.324	.000
	Self_Efficacy	3424.883 <sup>b</sup>	1	3424.883	31.996	.000
Intercept	Kemampuan_Berpikir_Kritis	364716.724	1	364716.724	7004.968	.000
	Self_Efficacy	298364.826	1	298364.826	2787.412	.000
KELAS	Kemampuan_Berpikir_Kritis	1630.922	1	1630.922	31.324	.000
	Self_Efficacy	3424.883	1	3424.883	31.996	.000
Error	Kemampuan_Berpikir_Kritis	3592.515	69	52.065		
	Self_Efficacy	7385.765	69	107.040		
Total	Kemampuan_Berpikir_Kritis	370700.000	71			
	Self_Efficacy	310136.000	71			
Corrected Total	Kemampuan_Berpikir_Kritis	5223.437	70			
	Self_Efficacy	10810.648	70			

Tabel 4. merupakan hasil univariat uji MANOVA dapat dilihat pada baris kelas dan baris *error* pada yang memperlihatkan bahwa nilai  $F(1,69) = 31,996$ ;  $P = 0,000$ ; karena nilai uji terhadap kemampuan berpikir kritis diperoleh bahwa ( $sig$ )  $\leq 0,05$ , maka  $H_{0B}$  ditolak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh pembelajaran STEM-*fishbone diagram* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu nilai uji terhadap *self-efficacy* diperoleh bahwa  $sig. 0,000 \leq 0,05$ , maka  $H_{0C}$  ditolak. Sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh pembelajaran STEM-*fishbone diagram* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Hal tersebut dikarenakan proses pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan pembelajaran STEM-*fishbone diagram* yang mana hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa pembelajaran STEM dapat mengembangkan kemampuan literasi sains (Afriana, Permanasari, & Fitriani, 2016; Mtetwa, 2018; Parno, Yuliati, Widodo, & Munfaridah, 2018; Prima, Oktaviani, & Sholihin, 2018; Yuliati, Hapsari, Nurhidayah, & Halim, 2018), memicu kebiasaan berpikir kritis, mengembangkan keterampilan analitik, memetakan ide dengan menggambar atau deskripsi visual masalah yang mengoptimalkan kerja otak dan membantu siswa meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan daya nalarnya.

Proses pembelajaran STEM-*fishbone diagram* yang diterapkan pada kelas

eksperimen meningkatkan *self-efficacy* siswa untuk mampu menyelesaikan permasalahan. Tahapan tersebut meliputi *reflection*, *research*, *discovery*, *application* dan *communication*. Pada tahap pertama yaitu *reflection*, siswa diarahkan untuk menganalisis video menggunakan *fishbone diagram* dan mengerjakan LKS mengenai materi sistem peredaran darah. Dengan menggunakan teknik *fishbone diagram*, membantu anggota kelompok menemukan konteks masalah atau teori dan faktor-faktor yang ada pada video tersebut. Siswa juga membuat beberapa rumusan masalah serta hipotesis yang bisa melatih siswa untuk mampu memberikan penjelasan sederhana, serta melatih berpikir siswa, sehingga tahap ini mampu mengembangkan pengetahuan ilmiah. Ini relevan dengan (Bhakti dkk., 2020; Elliott dkk., 2022; Sari, Duygu, Sen, & Kirindi, 2020) bahwa pembelajaran STEM siswa dapat mengaitkan bagaimana proses sains, teknologi, rekayasa dan matematika dapat tercipta sehingga meningkatkan minat, menarik perhatian siswa, dengan teknik *fishbone diagram* memicu keaktifan kerja dalam kelompok, belajar lebih bermakna, berpikir secara sistematis dan memudahkan dalam mengorganisasikan materi secara jelas sehingga membentuk *self-efficacy* saat menuntaskan tugasnya.

Penerapan proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM-*fishbone diagram*, selain membantu membiasakan diri siswa aktif, berlatih berpikir kritis secara mandiri, juga membantu memiliki keyakinan terhadap kemampuannya dalam mengatasi suatu permasalahan yang dihadapi. Selain itu STEM memiliki keterkaitan secara nyata seperti praktik pembelajaran secara langsung, belajar berkomunikasi dengan teman maupun pendidik sehingga menjadikan pembelajaran lebih menarik, meningkatkan minat dan memberikan pengaruh positif terhadap diri siswa. Salah satunya siswa akan memiliki pandangan terhadap suatu tugas atau persoalan bukanlah hal yang sulit dan dapat diselesaikan. Hal ini sejalan dengan (Ramli, Yohandri, Sari, & Selisne, 2020) bahwa LKS STEM menuntut siswa bekerja secara mandiri, menyediakan informasi pendukung berupa uraian ringkas dalam membentuk konsep, fenomena kehidupan sehari-hari, tugas dan juga langkah kerja menuntut siswa mengembangkan kompetensinya.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil uji hipotesis analisis data, maka dapat kesimpulan bahwa terdapat pengaruh pembelajaran STEM-*fishbone diagram* terhadap kemampuan berpikir kritis dan *self-efficacy* siswa SMA di Bandar Lampung, selain itu juga diketahui bahwa terdapat pengaruh pembelajaran STEM-*fishbone diagram* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA di Bandar Lampung dan terdapat pengaruh pembelajaran STEM-*fishbone*

*diagram* terhadap *self-efficacy* siswa SMA di Bandar Lampung. Saran pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM-*fishbone diagram* harus memiliki penyesuaian atau management waktu yang tepat dan baik sehingga proses pembelajaran akan terlaksana lebih optimal.

## REFERENCE

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project based learning integrated to stem to enhance elementary school's students scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, (Query date: 2022-07-03 18:59:21). Diambil dari <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii/article/view/5493>
- Azizah, U., Parno, & Supriana, E. (2020). Effect of STEM-based 7E learning cycle on concepts acquisition and creative thinking on temperature and heat. *AIP Conference Proceedings*, 2215(1), 050001. AIP Publishing LLC.
- Bhakti, Y., Astuti, I., Okyranida, I., Asih, D., Marhento, G., Leonard, L., & Yusro, A. (2020). Integrated STEM project based learning implementation to improve student science process skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1464(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1464/1/012016>
- Bicer, A., & Lee, Y. (2019). Effect of STEM PBL embedded informal learning on student interest in STEM majors and careers. *Journal of Mathematics Education*, 12(1), 57–73.
- Burić, I. (2020). Teacher self-efficacy, instructional quality, and student motivational beliefs: An analysis using multilevel structural equation modeling. *Learning and Instruction*, 66(Query date: 2022-07-03 10:35:23). <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101302>
- Calaguas, N., & Consunji, P. (2022). A structural equation model predicting adults' online learning self-efficacy. *Education and Information Technologies*, (Query date: 2022-07-03 10:38:00). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10871-y>
- Chen, C.-S., & Lin, J.-W. (2019). A practical action research study of the impact of maker-centered STEM-PjBL on a rural middle school in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 85–108.
- Chen, J. (2016). A multi-user virtual environment to support students' self-efficacy and interest in science: A latent growth model analysis. *Learning and Instruction*, 41(Query date: 2022-07-03 10:35:23), 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.09.007>
- Elisanti, E., Sajidan, S., & Prayitno, B. A. (2017). The profile of critical thinking skill students in XI grade of senior high school. 1st Annual International Conference on Mathematics, Science, and Education (ICoMSE 2017), 117–121. Atlantis Press.
- Elliott, R., Loh, C., Psenka, C., Lewis, J., Kim, K.-Y., Haapala, K. R., ... Okudan Kremer, G. E. (2022). Advancing transformative STEM learning: Converging perspectives from education, social science, mathematics, and engineering. *Journal of*



- Integrated Design and Process Science, 26(1), 1–22. <https://doi.org/10.3233/JID-220006>
- Fatimah, S., Manuardi, A. R., & Meilani, R. (2021). Tingkat Efikasi Diri Performa Akademik Mahasiswa Ditinjau Dari Perspektif Dimensi Bandura. *Prophetic: Professional, Empathy, Islamic Counseling Journal*, 4(1), 25–36.
- Fitriani, H., Asy'ari, M., Zubaidah, S., & Mahanal, S. (2019). Exploring the Prospective Teachers' TM Critical Thinking and Critical Analysis Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), 379–390.
- Handaka, A., Sukarmin, S., & Sunarno, W. (2018). Pembelajaran Fisika Melalui Konstruktivisme Menggunakan Metode Inkuiri Terbimbing Dan Inkuiri Bebas Termodifikasi Ditinjau Dari Motivasi Berprestasi Dan Sikap Ilmiah. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 7(2), 190–198.
- Hong, J., Hwang, M., Szeto, E., Tsai, C., Kuo, Y., & Hsu, W. (2016). Internet cognitive failure relevant to self-efficacy, learning interest, and satisfaction with social media learning. *Computers in Human Behavior*, 55(A), 214–222. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.010>
- Hsu, Y.-S., & Fang, S.-C. (2019). Opportunities and challenges of STEM education. Dalam *Asia-Pacific STEM Teaching Practices* (hlm. 1–16). Springer.
- Ibnah, I., & Rosidin, U. (2018). The Effectiveness of Applying STEM Approach to Self-Efficacy and Student Learning Outcomes for Teaching Newton's Law. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 4(1), 12–15.
- Jung, K., Zhou, A., & Lee, R. (2017). Self-efficacy, self-discipline and academic performance: Testing a context-specific mediation model. *Learning and Individual Differences*, (Query date: 2022-07-03 10:38:00). Diambil dari <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1041608017301735>
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246–258.
- Khairani, S., Suyanti, R. D., & Saragi, D. (2020). The Influence of Problem Based Learning (PBL) Model Collaborative and Learning Motivation Based on Students' Critical Thinking Ability Science Subjects in Class V State Elementary School 105390 Island Image. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 3(3), 1581–1590.
- Khalil, N., & Osman, K. (2017). STEM-21CS module: Fostering 21st century skills through integrated STEM. *K-12 STEM Education*, 3(3), 225–233.
- Kokom, K. (2014). *Pembelajaran Kontekstual Konsep Dan Aplikasi*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Komarudin, K., Suherman, S., & Anggraini, A. (2021). Analysis of Mathematical Concept Understanding Capabilities: The Impact of Makerspae STEM Learning Approach Models and Student Learning Activities. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 2(1), 35–43.
- Kurniati, R. D., Andra, D., & Distrik, I. W. (2021). E-module development based on PBL integrated STEM assisted by social media to improve critical thinking skill: A preliminary study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012077. IOP

Publishing.

- Lestari, H. (2020). Peningkatan Pemahaman Nature of Science (NoS) Siswa Melalui Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Ditinjau dari Tingkat Efikasi Diri. *Reslaj: Religion Education Social Laa Roiba Journal*, 2(2), 219–242.
- Lin, P.-L., Chien, Y.-T., & Chang, C.-Y. (2020). Teachers' responses to an integrated STEM module: Collaborative curriculum design in Taiwan, Thailand, and Vietnam. Dalam *Integrated Approaches to STEM Education* (hlm. 491–509). Springer.
- Liu, S. (2018). Principal Instructional Leadership, Teacher Self-Efficacy, and Teacher Professional Learning in China: Testing a Mediated-Effects Model. *Educational Administration Quarterly*, 54(4), 501–528. <https://doi.org/10.1177/0013161X18769048>
- Lumbantobing, P. A. (2020). The contribution of lecturer pedagogical competence, intellectual intelligence and self-efficacy of student learning motivation. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 3(1), 564–573.
- Lunenburg, F. C. (2011). Self-Efficacy in the Workplace: Implications for Motivation and Performance. 14(1), 1.
- Maulidiya, M., & Nurlaelah, E. (2019). The effect of problem based learning on critical thinking ability in mathematics education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4), 042063. IOP Publishing.
- Mtetwa, D. (2018). Classroom Implementation of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning and Instruction: A Paradigmatic Shift. *Zimbabwe Journal of Educational Research*, (Query date: 2022-07-03 18:59:21). Diambil dari <https://www.ajol.info/index.php/zjer/article/view/169073>
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Kumano, Y. (2018). Analysis of Students' Critical Thinking Skill of Middle School through STEM Education Project-Based Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54–65.
- Nafiâ, I., & Prasetyo, A. P. B. (2015). Analisis kebiasaan berpikir kritis siswa saat pembelajaran IPA kurikulum 2013 berpendekatan scientific. *Journal of Biology Education*, 4(1).
- Namaziandost, E., & Çakmak, F. (2020). An account of EFL learners' self-efficacy and gender in the Flipped Classroom Model. *Education and Information Technologies*, 25(5), 4041–4055.
- Novianti, W. (2020). Urgensi Berpikir Kritis Pada Remaja di Era 4.0. *Journal of Education and Counseling (JECO)*, 1(1), 38–52.
- Parno, P., Yuliati, L., Widodo, L., & Munfaridah, N. (2018). The improvement of students' scientific literacy through problem-based STEM learning on static fluid. *International Conference on Mathematics and Science Education of Universitas Pendidikan Indonesia*, 3, 464–469. Indonesia. Diambil dari <http://science.conference.upi.edu/proceeding/index.php/ICMScE/article/view/107>
- Prima, E., Oktaviani, T., & Sholihin, H. (2018). STEM learning on electricity using

- arduino-phet based experiment to improve 8th grade students' STEM literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1), 012030. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012030>
- Purnamasari, D., & Utomo, S. B. (2020). Analysis of STEM-PBL based e-module needs to improve students' critical-thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511(1), 012096. IOP Publishing.
- Purnamasari, I. (2020). Hubungan Antara Efikasi Diri Dengan Kecemasan. *Psikoborneo: Jurnal Ilmiah Psikologi*, 8(2), 238–248.
- Puspitasari, R. D., Herlina, K., & Suyatna, A. (2020). A Need Analysis of STEM-integrated Flipped Classroom E-module to Improve Critical Thinking Skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 178–184.
- Ralston, P. A., & Bays, C. L. (2015). Critical thinking development in undergraduate engineering students from freshman through senior year: A 3-cohort longitudinal study. *American Journal of Engineering Education (AJEE)*, 6(2), 85–98.
- Ramli, R., Yohandri, Y., Sari, Y. S., & Selisne, M. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Fisika Berbasis Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 4(1), 13–16.
- Safitri, R., Haryanto, H., & Harizon, H. (2021). Development of PBL-STEM-based E-LKPD to improve students' science literacy skills on reaction rate materials. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 13(2), 113–129.
- Sari, U., Duygu, E., Sen, Ö., & Kirindi, T. (2020). The Effects of STEM Education on Scientific Process Skills and STEM Awareness in Simulation Based Inquiry Learning Environment. *Journal of Turkish Science Education*, (Query date: 2022-07-03 18:59:21). Diambil dari <https://eric.ed.gov/?id=EJ1272994>
- Sayekti, A. M. (2020). Development of PJBL-based LKPD with STEM approach design to improve critical thinking skills. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(3), 3390–3394.
- Selisne, M., Sari, Y. S., & Ramli, R. (2019). Role of learning module in STEM approach to achieve competence of physics learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1185(1), 012100. IOP Publishing.
- Setyaningsih, E., Agustina, P., Anif, S., Ahmad, C. N. C., Sofyan, I., Saputra, A., ... Hidayat, M. L. (2022). PBL-STEM Modul Feasibility Test for Preservice Biology Teacher. *Indonesian Journal on Learning and Advanced Education (IJOLAE)*, 4(2), 118–127. <https://doi.org/10.23917/ijolae.v4i2.15980>
- Shanti, W. N., Sholihah, D. A., & Martyanti, A. (2017). Meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui problem posing. *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)*, 8(1), 48–58.
- Shukri, A. A. M., Ahmad, C. N. C., & Daud, N. (2020). Integrated STEM-based module: Relationship between students' creative thinking and science achievement. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(2), 173–180.
- Triana, D., Anggraito, Y. U., & Ridlo, S. (2020). Effectiveness Environmental Change Learning Tools Based on STEM-PjBL Towards Students' Collaboration and

- Communications Skills. *Journal of Innovative Science Education*, 9(3), 244–249.
- Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J., & Chen, W.-P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87–102.
- Wang, Y., Chen, M., Liang, Y., & Jiang, Y. (2013). Surveillance in Programming Plagiarism Beyond Techniques: An Incentive-Based Fishbone Model. (2010), 12.
- Wati, W., & Fatimah, R. (2016). Effect Size Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Numbered Heads Together (Nht) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(2), 125.
- Widjaja, W., Hubber, P., & Aranda, G. (2019). Potential and challenges in integrating science and mathematics in the classroom through real-world problems: A case of implementing an interdisciplinary approach to STEM. *Dalam Asia-Pacific STEM Teaching Practices* (hlm. 157–171). Springer.
- Yuliati, L., Hapsari, A., Nurhidayah, F., & Halim, L. (2018). Building scientific literacy and physics problem solving skills through inquiry-based learning for STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1108(Query date: 2022-07-03 18:59:21), 012026. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1108/1/012026>