

## MODEL PROJECT BASED LEARNING (PjBL) BERBASIS STEM UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Afni Nur Afifah<sup>1)</sup>, Nur Ilmiyati<sup>2)</sup>, Toto<sup>3)</sup>

<sup>1</sup> Prodi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Galuh Ciamis

Email: [afninurafifah@gmail.com](mailto:afninurafifah@gmail.com)

<sup>2</sup> Prodi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Galuh Ciamis

Email: [nurilmiyatis@yahoo.com](mailto:nurilmiyatis@yahoo.com)

<sup>3</sup> Prodi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Galuh Ciamis

Email: [totounigal\\_cms@yahoo.com](mailto:totounigal_cms@yahoo.com)

APA Citation: Afifah, A.N., Ilmiyati, N., & Toto. (2019). Model Project Based Learning (PjBL) Berbasis Stem Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi, 11(2), 73-78. doi: 10.25134/quagga.v11i2.1910.

Received: 26-07-2019

Accepted: 29-07-2019

Published: 29-07-2019

**Abstrak:** Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui model PjBL berbasis STEM dalam meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa. Populasi penelitian ini adalah siswa kelas X sebuah Madrasah Aliyah Negeri di Kabupaten Ciamis sebanyak empat kelas. Sampel penelitian satu kelas dengan menggunakan teknik purposive sampling. Penelitian ini menggunakan metode pre eksperimental. Instrumen yang digunakan adalah tes penguasaan konsep berupa pilihan ganda, dan tes keterampilan berpikir kritis berupa soal tes keterampilan berpikir kritis yang diadaptasi dari Piaw (2004). Data hasil penelitian dianalisis secara statistik. Hasil penelitian disimpulkan bahwa model PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan penguasaan konsep (sedang), dan peningkatan keterampilan berpikir kritis (tinggi).

**Kata kunci:** PjBL, STEM, Penguasaan Konsep, Keterampilan Berpikir Kritis

**Abstract:** The purpose of this study was to determine the STEM-based PjBL model in improving mastery of concepts and students' critical thinking skills. The population of this study was the tenth grade students of a State Madrasah Aliyah in Ciamis Regency of four classes. The research sample was one class using purposive sampling technique. This study uses the pre-experimental method. The instruments used were mastery tests in the form of multiple choices, and tests of critical thinking skills in the form of critical thinking skills test questions adapted from Piaw (2004). Data from the research results were analyzed statistically. The results of the study concluded that the STEM-based PjBL model can improve mastery of concepts (moderate), and increase critical thinking skills (high).

**Keywords:** PjBL, STEM, Mastery Concept, Critical Thinking Skills

### 1. PENDAHULUAN

Pendidik dituntut kreatif dan inovatif dalam menerapkan strategi pembelajaran. Hal ini untuk memenuhi tuntutan agar siswa mempunyai sejumlah keterampilan yang dituntut era abad 21, yaitu mempunyai keterampilan berpikir kritis, kreatif, memiliki kemampuan memecahkan masalah, dan membuat keputusan.

Masyarakat di era abad 21 ini dengan ciri globalisasi, kemajuan iptek, dan kemampuan menerima arus informasi yang padat dan cepat. Tentu ini memerlukan generasi yang mampu menghadapi segala tantangan serta siap menyesuaikan diri dengan situasi baru tersebut. Oleh karenanya, pendidik mempunyai kewajiban untuk mempersiapkan generasi yang memiliki kemampuan antara lain manusia melek teknologi

dan melek pikir, yang mampu “*think globally but act locally*”, pembangunan generasi masa depan merupakan syarat dari upaya pembaruan pendidikan. (Tirtahardja & Sulo 2005). Pemerintah Indonesia berupaya memperbarui dan menerapkan kurikulum yang mempunyai prinsip fleksibilitas, bahwa pendidikan pada saat ini harus menyesuaikan dengan karakteristik siswa abad 21.

Dalam pembelajaran sangat diperlukan interaksi positif antara guru dan siswa yang menyenangkan, dan tidak membosankan. Dalam suatu pembelajaran diperlukan pendekatan. Pendekatan merupakan titik tolak dalam memandang sesuatu, suatu filsafat atau keyakinan yang tidak selalu mudah membuktikannya (Mulyono, 2016). Oleh karena

itu, perlu adanya alternatif atau inovasi baru dari pendidik dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil rangkaian wawancara peneliti dengan guru mata pelajaran biologi kelas X MIPA pada sebuah Madrasah Alyah Negeri di Kabupaten Ciamis, bahwa proses pembelajaran sangat dominan dengan cara konvensional yang hanya duduk, dengar, dan diam, yang kadang-kadang diselingi beberapa pertanyaan. Siswa juga kurang mampu menyerap informasi yang didapatkan dari guru. Hal ini diperkuat dengan perolehan nilai yang jauh dari harapan. Sebenarnya para siswa memiliki potensi untuk menguasai konsep dan keterampilan berpikir, sebagaimana dikemukakan Yustyan, et al., (2015) bahwa pada dasarnya siswa memiliki keterampilan dalam penguasaan konsep dan keterampilan berpikir yang baik, seperti halnya keterampilan berpikir kritis dalam belajar, tetapi terkadang keterampilan tersebut tidak dapat berkembang dengan baik.

Dalam mengembangkan keterampilan para siswaitu, salah satunya yaitu dengan menggunakan pendekatan STEM. Apakah STEM itu? STEM merupakan akronim dari *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Reeve, 2013 dalam Yanuar, 2018; Devi et al., 2018; dan Toto, 2019). STEM sebagai pendekatan inter disiplin pada pembelajaran yang didalamnya para siswa menggunakan STEM dalam konteks nyata yang mengkoneksikan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global, sehingga menggunakan literasi STEM yang memungkinkan para siswabersaing dalam era ekonomi baru yang berbasis pengetahuan. STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) adalah pendekatan yang melibatkan siswa dalam kegiatan metakognitif. STEM memiliki sebuah implementasi di kelas yang menyediakan peluang bagipara siswa untuk memahami pentingnya integrasi yang berbeda disiplin dan aplikasinya (Anwari *et.al.* 2015, dalam Murnawianto, dkk. 2017).

Penerapan STEM memiliki peluang besar untuk melatih keterampilan berpikir para siswa melalui karakteristiknya (Murnawianto, 2017). Sementara Toto (2019) mengungkapkan bahwa penerapan pendekatan STEM untuk mengajarkan sains (IPA) banyak model pembelajaran yang dapat digunakan. Diantara model-model pembelajaran itu adalah *Project Based Learning, Problem Based Learning, Inquiry Learning, dan Cooperative Learning*. Selain pendekatan, model pembelajaran juga sangat penting untuk diperhatikan dalam mengatur jalannya proses

pembelajaran. Menurut (Kemendikbud; 2017) bahwa *Project Based Learning (PjBL)* adalah suatu model pembelajaran yang menggunakan suatu proyek dalam proses pembelajaran, dan berpusat pada siswa (*Student centered*). Model PjBL memberikan kebebasan kepada para siswa untuk merencanakan aktivitas belajar mereka, melaksanakan proyek secara kolaboratif, dan pada akhirnya menghasilkan produk kerja yang dapat dipresentasikan kepada orang lain (Kemendikbud; 2017). *Project Based Learning (PjBL)* adalah pembelajaran inovatif yang mendorong para siswa untuk melakukan penyelidikan bekerja secara kolaboratif dalam meneliti dan membuat proyek yang menerapkan pengetahuan mereka dari menemukan hal-hal baru, mahir dalam penggunaan teknologi dan mampu menyelesaikan suatu permasalahan. Suranti et al., (2016).

Pembelajaran yang dilakukan guru tentu diharapkan mampu meningkatkan hasil belajar dan perilaku siswa. Perilaku siswa terdiri dari dua dimensi, yaitu *types of content behavior* (pengetahuan fakta, konsep, teori, prinsip, dan prosedur), dan *type of mental behavior* (kemampuan memahami, memecahkan masalah, berpikir kritis dan kreatif) yang merupakan perilaku mental tingkat tinggi (*the higher forms of mental behavior*) (Rusyana, 2014). Pernyataan ini bermakna bahwa proses pembelajaran siswa harus mencapai pada perubahan perilaku baik itu perilaku yang berkaitan dengan materi pelajaran, seperti pemahaman konsep, maupun perilaku yang berkaitan dengan mental anak, seperti keterampilan berpikir kritis, sehingga mampu terbangun prilaku mental tingkat tinggi untuk menghadapi tantangan-tantangan pada abad 21.

Penguasaan konsep merupakan hasil utama dari pendidikan, mencakup pengetahuan tentang kategori, klasifikasi, dan hubungan antara dua atau lebih kategori (lebih kompleks). Penguasaan konsep menjelaskan gambaran suatu peristiwa yang menjadikan seseorang mampu untuk berkomunikasi, mengklasifikasikan ide, gagasan dari suatu gambaran atau peristiwa yang terjadi. Sama halnya dengan siswa yang mampu memberikan tanggapan terhadap pertanyaan atau rangsangan yang didapatnya selama proses pembelajaran (Dahar, 2011, dalam Suranti, et al., 2016; Anderson dan Krathwol, 2015, dalam Suranti, et al, 2016; Bundu, dalam Arisanti, et al., 2016).

Berpikir Kritis adalah pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus pada memutuskan apa yang diyakini atau dilakukan.

Keterampilan berpikir kritis merupakan pemikiran yang bersifat selalu ingin tahu terhadap informasi yang ada untuk mencapai suatu pemahaman yang mendalam. (Yustyan, et al., 2015). Keterampilan berpikir kritis dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran biologi yang tercantum dalam standar isi yang diantaranya adalah memupuk sikap ilmiah yaitu tidak mudah percaya tanpa ada dukungan, hasil observasi empiris, memahami konsep-konsep biologi dan penerapannya untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Keterampilan berpikir kritis menurut Facione (Yustyan et al. 2015) meliputi *interpretation, analysis, inferensi, evaluation, explanation, and self-regulation*.

PjBL berbasis STEM dalam arti PjBL yang teriegrasi dengan STEM dapat meningkatkan minat belajar siswa, pembelajaran yang bermakna, dan membantu siswa dalam memecahkan suatu masalah serta menunjang karir dimasa yang akan datang. PjBL berbasis STEM juga memberikan tantangan dan motivasi bagipara siswa, karena hal tersebut mampu melatih siswa berpikir kritis, analisis dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Tseng, et al. 2013; dan Capraro, et al.2013, dalam Afriana, et al., 2016) Dengan demikian perpaduan antara model *Project Based Learning (PjBL)* dengan pendekatan STEM dapat mengoptimalkan kegiatan pembelajaran yang mendukung pencapaian keberhasilan belajar dalam penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model *Project Based Learning (PjBL)* berbasis STEM dalam meningkatkan penguasaan konsep, dan keterampilan berpikir kritis.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Pre-Eksperimental, dimana penelitian ini hanya menggunakan satu kelas eksperimen saja, dan tidak menggunakan kelas kontrol. Desain penelitian yang digunakan adalah One-Group Pretest-Posttest Design. Pada desain ini terdapat pretest, sebelum perlakuan (pembelajaran). Dengan demikian hasil perlakuan dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum diberi perlakuan. (Sugiyono,2017).

**Tabel 1.** Rancangan Eksperimen

Pretest	Perlakuan	Posttest
O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

Keterangan :

O<sub>1</sub>: Pretest

X: Perlakuan

O<sub>2</sub>: Posttest

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas X MIPA sebuah Madrasah Aliyah Negeri di Kabupaten Ciamis pada semester genap tahun pelajaran 2018/2019. Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah satu kelas yang berjumlah 36 orang dari sejumlah empat kelas X MIPA pada sekolah tersebut. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*, dimana pengambilan sampel ditentukan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis, sehingga pemilihan sampel jatuh kepada kelas yang kemampuannya paling bawah diantara keempat kelas dalam populasi itu.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan kriteria jenis penelitian kuantitatif yang ditentukan. Tes penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis berupa *posttest* dan *pretest*. Instrumen yang digunakan berupa soal pilihan ganda yang berbeda untuk setiap variabelnya.

Data hasil pretest dan posttest dianalisis dengan melakukan uji normalitas, dengan rumus:

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

(Riduwan, 2014)

Keterangan :

O<sub>i</sub> : Frekuensi Observasi

E<sub>i</sub> : Frekuensi Ekspetasi

Setelah uji Normalitas dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan pengujian hipotesis. Untuk data penguasaan konsep jika  $\chi^2_{\text{daftar}} > \chi^2_{\text{hit}}$  maka data ini berdistribusi normal yang kemudian dilanjutkan uji hipotesis dengan uji Z.

$$Z = \frac{\frac{x}{n} - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}}$$

Keterangan :

x= banyak data yang termasuk kategori hipotesa

n= banyak data

p= proporsi pada hipotesa

Dari hasil perhitungan uji hipotesis data penguasaan konsep dengan menggunakan uji z diperoleh nilai  $Z_{hitung} \leq Z_{tabel}$  maka hipotesis ditolak. Kemudian Untuk data keterampilan berpikir kritis  $\chi^2_{daftar} < \chi^2_{hit}$  maka data ini berdistribusi tidak normal yang kemudian dilanjutkan uji hipotesis dengan uji wilcoxon.

$$W = \frac{n(n+1)}{4} - x \sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}$$

Dari hasil perhitungan uji hipotesis data keterampilan berpikir kritis dengan menggunakan uji wilcoxon, jika diperoleh nilai  $W_{hitung} < W_{daftar}$ , maka hipotesis diterima.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini diperoleh dengan pemberian tes awal dan tes akhir berbentuk soal pilihan ganda sebanyak 15 soal untuk mengukur penguasaan konsep dan 15 soal keterampilan berpikir kritis. Soal tersebut telah diuji validitas, reliabilitas dan taraf kesukarannya.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 2.** Hasil Rata-rata pretest, posttest dan N.Gain

Variabel	Rata-rata pretest	Rata-rata posttest	Rata-rata Gain	Rata-rata Indeks gain	Rata-rata N.Gain (%)	Kriteria
Penguasaan Konsep	52	67	15	0,31	31	Sedang
Keterampilan Berpikir kritis	41	85	45	0,75	75	Tinggi

Pada tabel diatas, diperoleh nilai data penguasaan konsep dengan rata-rata  $N_g$  sebesar 31% yang menunjukkan peningkatan dengan kriteria (sedang), sementara pada keterampilan berpikir kritis diperoleh rata-rata  $N_g$  sebesar 75% yang menunjukkan peningkatan yang memiliki kriteria (tinggi).

Pengujian data dilakukan menggunakan uji normalitas. Data yang dihitung dalam uji normalitas yaitu menggunakan data  $N_g$  dengan menggunakan taraf signifikansi 1% ( $\alpha = 0,01$ ) untuk penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis.

Berdasarkan perhitungan uji Normalitas yang dilakukan menggunakan program microsoft excel 2007 menunjukkan bahwa nilai dari data penguasaan konsep yaitu  $\chi^2_{hit} = 9,39 \leq \chi^2_{daftar} = 11,30$ . Hal ini menunjukkan bahwa data tersebut berdistribusi normal. Setelah itu uji hipotesis dilakukan dan memperoleh nilai  $Z_{hitung}$  lebih

besar dari pada  $Z_{tabel}$ . Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis diterima, dalam arti bahwa model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and mathematics*) dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa.

Penemuan di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggunakan strategi *student center learning* belum terbiasa mereka lakukan, kebiasaan strategi belajar yang menggunakan metode konvensional memberikan pengaruh kepada siswa saat belajar. Pada proses pembelajarannya, siswa hanya mendengarkan apa yang guru sampaikan tanpa adanya pemanfaatan sumber belajar yang lainnya. Sebagian besar siswa tidak menggunakan teknologi untuk mencari informasi tentang konsep-konsep pada materi yang dipelajari. Sedangkan pembelajaran dengan menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) memerlukan waktu yang cukup banyak dalam memecahkan masalah untuk menemukan konsep sebenarnya sehingga kecil kemungkinan siswa mendapatkan informasi lebih mengenai materi tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, sejalan dengan beberapa faktor ketidak berpengaruh. Dalam pembelajaran yang menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL) memiliki kekurangan, diantaranya memerlukan waktu banyak dalam pembelajarannya. Selain itu pembelajaran berbasis proyek ini berfokus pada aktivitas siswa. Dalam penelitian ini model *Project Based Learning* (PjBL) dipadukan dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering and mathematics*). STEM memberikan pengaruh yang kecil terhadap penguasaan konsep siswa karena kemungkinan diakibatkan oleh adanya hambatan-hambatan implementasi pendekatan STEM, sesuai dengan pendapat Ejiwale (2013) yang menyatakan bahwa meskipun hasil National Assessment of Educational Progress (NAEP) terbaru menunjukkan peningkatan dalam pengetahuan matematika dan sains siswa AS, sebagian besar siswa masih gagal mencapai tingkat kemahiran yang memadai.

Hambatan-hambatan yang ada dalam implementasi Pendekatan STEM diantaranya adanya *Poor preparation and inspiration of students*. Siswa lebih terbiasa belajar dengan metode-metode konvensional, sehingga siswa belum memiliki kesiapan, motivasi dan inspirasi untuk belajar dalam penerapan pendekatan STEM. Selanjutnya *Lack of connection with*

*individual learners in a wide variety of ways.* Kurangnya hubungan siswa terhadap hal yang dapat meningkatkan pembelajaran di bidang STEM. Kemudian *Lack of support from the school system.* Kurangnya dukungan dari sistem sekolah. Terakhir *Poor method of assessment.* Metode penilaian hasil pembelajaran tidak hanya didasarkan pada ranah kognitif, tapi harus mencakup ranah afektif dan psikomotorik.

Data keterampilan berpikir kritis memperoleh nilai  $\chi^2_{hit} = 30,54$  lebih besar dari pada  $\chi^2_{daftar} = 11,30$ . Hal ini menunjukkan bahwa data tersebut berdistribusi tidak normal. Dan diperoleh nilai uji hipotesis  $W_{hit} = 91$  lebih kecil dari pada  $W_{tabel} = 313$ , dengan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  menunjukkan bahwa hipotesis diterima dalam arti bahwa model *Project Based Learning (PjBL)* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hasil penelitian ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan Sularmi, et al., (2018) bahwa model *Project based Learning (PjBL)* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, hal ini terjadi karena siswa memiliki peran aktif dan mengalami peningkatan motivasi dalam pembelajaran.

Penggunaan pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa secara logis. Hal ini sesuai dengan pendapat Anwari et al., (2015, dalam Murnawianto et al., 2017), yang menyatakan bahwa STEM melibatkan siswa dalam kegiatan metakognitif. Kegiatan metakognitif ini meliputi proses memilih, mencari, bertanya, membagi, menyusun hipotesis, dan proses pembuatan keputusan (Sularmi, et al., 2018). Dalam implementasinya STEM menyediakan peluang bagi siswa untuk memahami pentingnya integrasi yang berbeda disiplin dan aplikasinya dalam belajar. Dengan demikian siswa dapat meningkatkan pemikiran logis mereka melalui implementasi tersebut. Sejalan dengan itu, STEM juga dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah yang diajukan dan menyelesaikannya dengan pemikiran kritis. Sesuai dengan pendapat lain yang dikemukakan Murnawianto et al., (2017) yang menyatakan bahwa Pendidikan STEM memiliki karakteristik komprehensif (*problem solving and critical analysis*) dalam memberi kesempatan bagi siswa untuk melatih kemampuan berpikir mereka. Penerapan pendidikan STEM memiliki peluang besar untuk melatih keterampilan berpikir siswa melalui karakteristik dalam pendekatannya.

Pendekatan STEM memiliki tujuan yang sesuai dengan karakteristik pendidikan abad 21, salah satunya keterampilan berpikir kritis yaitu pemikiran yang bersifat selalu ingin tahu terhadap informasi yang ada untuk mencapai suatu pemahaman yang mendalam. Dengan demikian pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Yanuar (2018) berpendapat bahwa keterampilan abad 21 yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran dengan pendekatan STEM adalah keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, berkomunikasi dan berkolaborasi.

Dengan menggunakan model *Project Based Learning (PjBL)* yang dipadukan dengan pendekatan STEM (istilah yang peneliti gunakan yaitu berbasis STEM) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini disebabkan karena aktivitas yang dilaksanakan dalam pembelajaran lebih berorientasi pada keterlibatan aktif siswa, yang mampu menstimulus siswa untuk berpikir kritis. Dengan demikian penggunaan model *Project Based Learning (PjBL)* berbasisSTEM (*Science, Technology, Engineering and mathematics*) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada siswa. Sejalan dengan pendapat Capraro et al., (2013, dalam Afriana, et al., 2016) yang mengungkapkan bahwa STEM dalam PjBL memberikan tantangan dan memotivasi siswa karena melatih siswa berpikir kritis, analisis dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan: 1) Model *Project Based Learning (PjBL)* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) dapat meningkatkan penguasaan konsep siswa (sedang).2) Model *Project Based Learning (PjBL)* berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering and mathematics*) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa (tinggi).

#### Saran

Peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian model-model pembelajaran lain yang berbasis STEM untuk menyebarkan aplikasi STEM yang disarankan dalam kurikulum 2013.

## 5. REFERENSI

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*.
- Arisanti, W. O., Sopandi, W., & Widodo, A. (2016). Analisis Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SD Melalui Project based Learning. *Edu Humaniora : Jurnal Pendidikan Dasar*.
- James, A. E. (2013). Barriers to Successful implementation of STEM Education. *Journal of Education and Learning*.
- Kemendikbud. (2017). *Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: PT.Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Mulyono, N. (2016). *Kurikulum dan Pembelajaran*. Bandung: Rizqi Press.
- Murnawianto, s., Sarwanto, & Rahardjo, S. B. (2017). Stem-Based Science Learning In Junior High School: Potency For Training Students' Thinking Skill. *Pancaran Pendidikan*.
- Rusyana, A. (2014). *Keterampilan Berpikir*. Jakarta: Penerbit Ombak.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung :Alfabeta, CV.
- Sularmi, Dwiyo, H. U., & I, N. R. (2018). pengaruh project based learning terhadap kemampuan berpikir kritis. *jurnal Pendidikan*.
- Suranti, N. M., Gunawan, & Sahidu, H. (2016). Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Media Virtual Terhadap Penguasaan. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*.
- Tirtahardja, U., & Sulo, S. (2005). *Pengantar Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Toto. (2019). STEM-Based Science Learning Design in the 2013 Curriculum. IOP Conf. Series: *Journal of Physics*. Conf.Series 1233. 012094.
- Yanuar, Y. (2018). *Unit Pembelajaran STEM*. Bandung: South East Asia Ministry of Education Organization (SEAMEO) Regional Centre for Quality.
- Yustyan, S., widodo, N., & pantiwati, y. (2015). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Dengan Pembelajaran Berbasis Scientific Approach Siswa Kelas X SMA Panjura Malang. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*.