

IMPLEMENTASI MODEL PjBL-STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Ade Fitriyani¹⁾ Toto²⁾ Euis Erlin²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Galuh, Ciamis

²⁾ Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Galuh, Ciamis

Email : totofkipunigal@gmail.com

erlineuis@yahoo.com

Abstract

This study aims to investigate the effect of the application of PjBL-STEM to students' high-level thinking skills. The participants includes 26 students of junior high school in grade 9. It was taken by purposive sampling technique. The research method used is a Quasi Experiment with Pretest-Posttest design. data collection technique was carried out through the pretest and posttest. Data collection was carried out using the instrument of high-order thinking skills, consisting of analysis, evaluation, and creation level in the form of descriptions. Z test used to analysis of data. The research results were statistically analyzed including the N-Gain, normality, and Z test. The findings showed that $Z_{hitung} 2.89 \geq Z_{tabel} 2.33$, it was indicates that the hypothesis is accepted. The conclusion of the study that there is a very significant effect of the application of the PjBL-STEM model on improving students' higher order thinking skills at biotechnology material. Implication of this study can be used to improve students' higher order thinking skills in science learning, especially in biotechnology material.

Keywords: PjBL, STEM, High Level Thinking Skills.

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penerapan model PjBL-STEM terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Sampel penelitian pada penelitian ini adalah siswa kelas IX SMP berjumlah 26 orang yang diambil dengan teknik *purposive sampling*. Metode penelitian yang digunakan adalah Quasi Eksperimen dengan disain *The-One Group Pretest-Posttest*. Teknik pengambilan data dilakukan melalui pretest dan posttest. Instrumen penelitian berupa soal keterampilan berpikir tingkat tinggi yang meliputi analisis, evaluasi, dan mencipta dalam bentuk uraian Data hasil penelitian dianalisis secara statistik yang meliputi uji N-Gain, uji normalitas, dan uji hipotesis (uji Z). Hasil perhitungan uji hipotesis dengan menggunakan uji Z diperoleh hasil $Z_{hitung} = 2,89 \geq Z_{tabel} = 2,33$ yang menunjukkan bahwa hipotesis diterima, Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat signifikan penerapan model PjBL-STEM terhadap peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi bioteknologi. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dalam pembelajaran IPA khususnya pada materi bioteknologi.

Kata kunci : PjBL, STEM, Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi.

PENDAHULUAN

Salah satu keterampilan abad 21 yang perlu dimiliki siswa adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi atau HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) yang meliputi keterampilan berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan memecahkan masalah dan membuat keputusan,. (Darmadi, *et al.*, 2018 ; Devi, *et al.*, 2018 ; Sani, 2019). HOTS (*Higher Order Thinking Skills*). Satu aspek yang menjadi focus pada penelitian ini yaitu yang terkait keterampilan berpikir kritis. Merujuk pada kemampuan berpikir menurut Taksonomi Bloom, yang merupakan kemampuan berpikir kritis mencakup aspek analisis (C4), evaluasi (C5) dan mencipta (C6). HOTS merupakan suatu keterampilan berpikir yang tidak hanya sekadar mengingat, menyatakan kembali, atau merujuk tanpa melakukan pengolahan (Setiawati *et al.*, 2018). Untuk memperoleh keterampilan tersebut, maka dalam proses pembelajaran diperlukan kegiatan yang dapat mendorong tercapainya keterampilan berpikir tingkat tinggi yang melibatkan proses analisis, evaluasi, dan mengkreasi (Anderson dan Krathwohl, 2001).

Pemilihan model pembelajaran yang tepat merupakan suatu tindakan yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran dapat membantu siswa dalam belajar dengan membangun pengetahuan dan keterampilan melalui sebuah proyek sebagai inti dari pembelajaran (Afriyana, 2016). Dalam pelaksanaan pembelajaran PjBL dapat diintegrasikan dengan pendekatan STEM (*Science*,

Technology, Engineering, Mathematics). PjBL merupakan model pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktivitas secara nyata (Darmadi, *et al.*, 2018), STEM merupakan bidang interdisipliner yang terdiri dari empat disiplin ilmu yaitu *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics* (Mustafa, 2016; Toto, 2019). Pendekatan STEM mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, pembelajaran berpusat pada siswa, dan mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Mustafa, 2016).

Beberapa penelitian terkait model PjBL dan pendekatan STEM sudah dilakukan beberapa peneliti. Sambite (2019) menyatakan bahwa penerapan PjBL berbasis alat peraga sederhana pada pembelajaran Fisika dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa pada setiap siklusnya. Hasil penelitian Lukitasari (2018) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dengan menggunakan portofolio elektronik dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa. Baharin (2018) menyatakan bahwa pendekatan pendidikan STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi di kalangan siswa. Penelitian yang dilakukan oleh para peneliti ini, salah satunya dilakukan pada materi Fisika dan penelitian STEM dilakukan secara terpisah dengan PjBL. Hal ini yang mendorong peneliti untuk melakukan penelitian dengan cara mengintegrasikan STEM pada PjBL yang proses penelitiannya difokuskan pada pembelajaran Biologi khususnya materi Bioteknologi. Tseng, *et al.* (2013) mengungkapkan bahwa PjBL terintegrasi oleh STEM dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, menciptakan pembelajaran yang bermakna, membantu siswa dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari, dan mendukung karir masa depan. Dengan demikian, pembelajaran yang diterapkan akan dirasa lebih bermanfaat karena dalam PjBL-STEM siswa diajak untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep dan bereksplorasi melalui sebuah kegiatan proyek, sehingga siswa terlibat aktif dalam prosesnya. Karakteristik PjBL dengan PjBL-STEM memiliki persamaan, namun PjBL-STEM lebih menekankan pada proses mendesain (Afriana, 2016). Menurut Breiner *et al.* (2012, dalam Mutakinati, 2018) PjBL-STEM di sekolah dapat memotivasi siswa berkinerja rendah untuk lebih tertarik belajar keras di bidang STEM dan mengurangi kesenjangan prestasi. STEM dalam PjBL menantang sekaligus memotivasi siswa, serta menuntut untuk berpikir kritis dan analisis sehingga meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Capraro, *et al.*, 2013).

Keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan keterampilan yang harus dimiliki siswa. Berdasarkan hasil observasi di sebuah SMP Negeri di Kabupaten Ciamis, keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa masih rendah, sehingga kompleksitas keterampilan siswa dalam menyelesaikan tes atau soal-soal yang menuntut analisis, evaluasi, dan mengkreasi masih kurang terlatih. Dalam kaitannya dengan penerapan model pembelajaran PjBL yang diterapkan di sekolah tersebut, berdasarkan informasi pelaksanaan pembelajaran model PjBL masih belum efektif atau belum dilaksanakan sesuai prosedur sehingga proses pembelajaran kembali didominasi oleh guru, akibatnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran cenderung rendah sehingga minat dan motivasi belajar siswa dalam belajar masih kurang, hal ini dapat menyebabkan rendahnya kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Pada penelitian ini Pengintegrasian STEM pada model PjBL pada pembelajaran Biologi materi Bioteknologi merupakan salah satu solusi untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, karena dengan pendekatan STEM siswa dapat memiliki pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk memecahkan permasalahan terkait dengan materi yang diajarkan. Dengan demikian, siswa dapat memiliki literasi sains dan teknologi yang ditingkatkan melalui kegiatan membaca, menulis, mengamati, serta melakukan penyelidikan ilmiah yang dapat dijadikan acuan dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan bidang ilmu STEM. Dengan demikian, penerapan model PjBL STEM pada materi Bioteknologi yang diharapkan dapat memberdayakan keterampilan berpikir tingkat tinggi, merupakan kajian yang layak diteliti, sehingga peneliti bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model PjBL-STEM terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi bioteknologi.. Diharapkan penerapan model PjBL-STEM pada penelitian ini

memiliki implikasi yang cukup positif untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dalam pembelajaran IPA khususnya pada materi bioteknologi

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah Quasi Eksperimen dengan disain *The-One Group Pretest-Posttest Design*, hasil perlakuan dapat diketahui lebih akurat karena dapat dibandingkan keadaan sebelum dan setelah diberi perlakuan (Sugiyono, 2015).. Sampel penelitian yaitu satu kelas sebanyak 26 siswa yang diambil dengan teknik *purposive sampling*. Instrumen penelitian berupa soal tes keterampilan berpikir tingkat tinggi yang meliputi analisis, evaluasi, dan mencipta dalam bentuk uraian/essay. Tahap pelaksanaan penelitian dilakukan dengan pemberian *pretest* pada siswa, melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan model PjBL-STEM, kemudian memberikan *posttest*. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik yang meliputi uji N-Gain, uji normalitas, dan uji hipotesis uji Z (Sugiono,2015)..

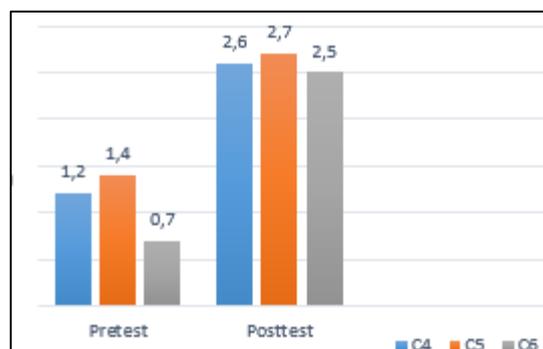
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian diperoleh dengan pemberian *pretest* dan *posttest* dalam bentuk soal uraian yang telah diuji validitas, reliabilitas, dan taraf kesukarannya. Berikut adalah hasil perhitungan rata-rata *pretest* dan *post test* sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Perhitungan Rata-rata *Pretest*, *Posttest*, dan N-Gain

Variabel	Rata-rata <i>Pretest</i>	Rata-rata <i>Posttest</i>	Rata-rata Gain	Rata-rata Indeks Gain	Rata-rata N-Gain (100%)	Kriteria
HOTS	41	89	48	0,82	82	Tinggi

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai data keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan rata-rata N-Gain sebesar 82% yang menunjukkan peningkatan hasil belajar dengan kriteria tinggi. Kemudian berdasarkan uji normalitas dengan taraf signifikansi 1% diperoleh $\chi^2_{hitung} = 9,30 \leq \chi^2_{daftar} = 11,3$, hal ini menunjukkan bahwa data tersebut berdistribusi normal. Berdasarkan perhitungan uji hipotesis dengan menggunakan uji Z diperoleh hasil bahwa $Z_{hitung} = 2,89 \geq Z_{tabel} = 2,33$ yang menunjukkan bahwa hipotesis diterima, dalam artian bahwa penerapan PjBL-STEM memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi bioteknologi. Hal ini dibuktikan dengan perolehan nilai rata-rata keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan nilai rata-rata *pretest* yaitu 41 dan nilai rata-rata *posttest* yaitu 89, apabila ditinjau dari Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang telah ditetapkan sekolah yaitu 74, maka perolehan nilai tersebut sudah memenuhi KKM setelah diberi perlakuan. Selain itu, hal ini juga dapat dilihat dari hasil analisis rata-rata soal setiap ranah HOTS yaitu C4 (analisis), C5 (evaluasi), dan C6 (mencipta), nilai rata-rata setiap ranah mengalami peningkatan.



Gambar 1. Grafik Nilai Rata-rata Ranah HOTS

Berdasarkan gambar 1, dapat dilihat bahwa keterampilan siswa dalam menyelesaikan soal HOTS dengan ranah kognitif C5 lebih tinggi dibandingkan dengan ranah kognitif C4 dan C6 walaupun selisihnya tak terlalu jauh, hal ini karena pada soal C5 menuntut untuk mengungkapkan pendapat, menilai, dan mengkritisi pilihan sendiri sehingga siswa dapat menyelesaikannya dengan mudah. Dengan demikian menunjukkan bahwa model PjBL-STEM cocok untuk diterapkan dalam pembelajaran IPA khususnya pada materi bioteknologi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Sambite (2018) bahwa PjBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa di setiap siklusnya. Hal ini karena dengan PjBL siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran sehingga minat dan motivasi siswa dalam belajar mengalami peningkatan. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan Baharin (2018) bahwa PjBL merupakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa yang dapat diintegrasikan dengan berbagai disiplin ilmu, serta menghubungkan apa yang dipelajari dengan kehidupan nyata, sehingga menghasilkan pembelajaran yang bermakna. Lukitasari (2018) menyatakan bahwa PjBL dapat mengarahkan siswa untuk melakukan kegiatan menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan suatu produk. Serangkaian kegiatan tersebut memungkinkan siswa untuk mencapai keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Penggunaan pendekatan STEM dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk memahami pentingnya integrasi berbagai disiplin ilmu dan penerapannya. Pendekatan STEM berpotensi melatih keterampilan berpikir siswa melalui karakteristik dalam pendekatannya. Murnawianto (2017) menyatakan bahwa pendekatan STEM memiliki karakteristik yang komprehensif, sehingga memberikan kesempatan kepada siswa untuk melatih kemampuan berpikirnya. STEM dapat mengembangkan keterampilan memecahkan masalah, menarik minat siswa untuk lebih tertarik terhadap pembelajaran, sehingga mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Mustafa, 2016).

Penerapan model PjBL yang diintegrasikan dengan STEM memberi kesempatan kepada siswa untuk melatih keterampilan berkolaborasi antar siswa, memecahkan masalah, berpikir kritis, berpikir kreatif, dan berpikir ilmiah yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Baharin, 2018). Penemuan di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan model PjBL yang diintegrasikan dengan STEM masih dirasa asing bagi siswa, hal ini karena siswa belum terbiasa dengan prosedur yang berlangsung dalam PjBL-STEM karena selama ini kegiatan pembelajaran yang dilakukan masih didominasi oleh guru, sehingga dalam pelaksanaannya masih terdapat beberapa siswa yang masih pasif dalam kegiatan pembelajaran, ini terjadi karena siswa memiliki latar belakang yang berbeda-beda, hal ini terlihat pada saat proses diskusi berlangsung.

Namun walaupun demikian, PjBL-STEM memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa, hal ini karena dengan PjBL-STEM siswa dituntut untuk belajar aktif dan terlibat langsung dalam kegiatan pembelajaran. Dalam pengaplikasiannya, kegiatan pembelajaran dengan model PjBL yang diintegrasikan dengan STEM dilakukan berdasarkan sintaks model PjBL-STEM menurut Laboy-Rush (2010) yang terdiri dari 5 tahapan yaitu *Reflection*, *Research*, *Discovery*, *Application*, dan *Communication*. Pembelajaran dilaksanakan tiga kali pertemuan. Pertemuan pertama dilaksanakan 3 tahap yaitu *Reflection*, *Research*, dan *Discovery*. Pada tahap *Reflection* siswa dibawa ke dalam konteks masalah dan menginspirasi siswa untuk segera mulai menyelidiki dalam tahapan ini terjadi proses berpikir analisis dimana siswa menghubungkan pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya dengan materi bioteknologi. Pada tahap *Research* siswa mengumpulkan informasi yang menunjang penelitian yang akan dilakukan mengenai bioteknologi konvensional, pada tahap ini terjadi proses analisis dan evaluasi dimana siswa memutuskan mengenai produk bioteknologi konvensional yang akan dibuat. Kemudian pada tahap *Discovery* terjadi proses analisis, evaluasi, dan mencipta dimana siswa mengumpulkan penemuan-penemuan mengenai produk yang akan dibuat yang dilanjutkan dengan penyusunan rencana proyek sebuah produk bioteknologi konvensional dengan inovasi baru, merumuskan tujuan, menyusun langkah kerja, menyusun anggaran biaya, serta menentukan alat bahan yang diperlukan. Pertemuan

pertama berjalan dengan baik sesuai dengan tujuan yang diharapkan, namun dibutuhkan banyak waktu untuk merencanakan sebuah proyek dengan inovasi terbaru.

Pertemuan kedua dilaksanakan tahap *Appication* pada tahap ini terjadi proses mencipta dimana siswa secara kolaboratif melaksanakan proyek bioteknologi konvensional yang telah direncanakan sebelumnya. Selain itu pada tahap ini juga terjadi proses evaluasi karena setelah pembuatan produk siswa menguji hasil produk sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan, kemudian hasil yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki langkah sebelumnya. Keterlaksanaan proses pembelajaran pada pertemuan kedua berjalan dengan baik. Pertemuan ketiga yaitu *Communication* dimana siswa mengkomunikasikan hasil proyek yang telah dibuat. Pada tahap ini terjadi proses analisis dan evaluasi, tahap ini siswa mengetahui apakah produk yang telah dibuat ini layak atau tidak serta memperbaiki kekurangan yang mungkin terjadi melalui kegiatan diskusi. Pada tahap ini juga terjadi proses mencipta karena mereka harus menampilkan video presentasi semenarik mungkin.

Pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan model PjBL terintegrasi STEM berjalan cukup baik, namun hanya beberapa kelompok siswa saja yang membuat produk dengan inovasi baru. Hal ini karena siswa tidak memiliki keberanian untuk mencoba hal yang baru atau takut gagal sebelum mencoba. Namun dengan penggunaan PjBL-STEM ini, aktivitas dan hasil belajar siswa dapat meningkat, hal ini karena selama proses pembelajaran siswa berpeluang untuk dapat menghubungkan pengetahuan dengan proyek yang dirancangnya.

Afria (2016) menyatakan bahwa dengan PjBL-STEM siswa akan memperoleh pengetahuan dengan proyek sebagai inti dari pembelajaran, pengalaman belajar siswa atau akuisisi konsep dibangun berdasarkan produk akhir yang dihasilkan dalam pembelajaran. Hal ini karena model PjBL dengan pendekatan STEM memiliki kemampuan dalam mengajak siswa untuk melakukan pembelajaran yang bermakna dalam memahami sebuah konsep dan bereksplorasi melalui sebuah proyek (Capraro, *et al.*, 2013), sehingga siswa terlibat aktif dalam prosesnya dan memberikan pengalaman belajar yang bermakna.

PjBL-STEM memberi pengalaman kepada siswa untuk menghubungkan pengetahuan yang telah diperoleh dengan kehidupan nyata, sehingga membuat pengalaman belajar yang menarik bagi siswa karena siswa dituntut untuk berpikir kritis dalam memecahkan masalah, selain itu siswa juga dituntut untuk mampu berkolaborasi sehingga siswa berkesempatan untuk memberikan ide, meningkatkan produk, serta menerapkan keterampilan mendesain (inovasi). Hal ini diperkuat dengan pernyataan Capraro, *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa STEM dalam PjBL menantang sekaligus memotivasi siswa, serta menuntut untuk berpikir kritis dan analisis sehingga meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Dengan demikian, penerapan model *Project Based Learning* yang diintegrasikan dengan pendekatan STEM memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi bioteknologi. PjBL-STEM telah mengikuti tren di era globalisasi saat ini, yang berarti PjBL-STEM sudah memiliki tujuan yang sesuai dengan karakteristik abad 21 yang menuntut siswa untuk memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat signifikan penerapan model PjBL-STEM terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi bioteknologi. Dalam memperkaya wawasan penerapan PjBL-STEM pada materi IPA untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk materi yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- 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*. 5 (2): 261-267.
- Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing (A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives)*. New York. Addison Wesley Lonman Inc.
- Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U.K.A. (2018). Integrating STEM Education Approach in Enhancing Higher Order Thinking Skills. *International Journal of Academic Research in Bussiness, and Social Sciences*. 8 (7): 810-822.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (Eds), (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach* (2nd Edition) . Rotterdam, The Netherlands: Sense Publisher.
- Darmadi, Hamid., Sulha, & Jamalong, Ahmad. (2018). *Pengantar Pendidikan (Suatu Konsep Dasar, Teori, dan Implementasi)*. Bandung: Alfabeta.
- Devi, P. Kamalia, et al. 2019. *Materi IHT Instruktur Pelatihan Pembelajaran Berbasis STEM : Kemendikbud SEAMEO Regional Center for QITEP in Science*.
- Laboy-Rush, Diana. (2010). *Integrated STEM Education Through Project-Based Learning*. (Online). Diakses dari: www.learning.com/stem/whitepaper/integrated-STEM-through-Project-basedLearning.
- Lukitasari, M., Handika, J., & Murtafiah, W. (2018). Higher Order Thinking Skills: Using E-Portofolio in Project-Based Learning. IOP Conf. Series: *Journal of Physics. Conf. Series*. 983 012047.
- Murnawianto, S., Sarwanto., & Rahardjo, S.B. (2017). Stem-Based Science Learning In Junior High School: Potency For Training Students' Thinking Skill. *Jurnal Pancaran Pendidikan*. 6 (4): 69-80.
- Mustafa, N., Izmail, Z., Tasir, Z. & Said, M.N.H. (2016). A Meta-Analysis on Effective Strategies for Integrated STEM Education. *American Scientific Publisher*. 12: 4225-4229.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. (2017). Analysis Of Student's Critical Thinking Skill Of Middle School Throught STEM Education Project-Bsed Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 7 (1): 54-65.
- Sambite, S.C.V., Musajam, M., Widyaningsih, S.W., & Yusuf, I. (2019) Penerapan *Project Based Learning* Berbasis Alat Peraga untuk Meningkatkan HOTS Peserta Didik. *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*. 7 (2): 141-147.
- Sani, Ridwan Abdullah. (2019). *Pembelajaran Berbasis HOTS (Higher Order Thinking Skills)* (Edisi Revisi). Tangerang: Tira Smart.
- Setiawati, W., Asmira, O., Ariyana, Y., Bestary, R., & Pudjiastuti, A. (2018). *Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*. Direktorat Jendral Guru dan Tenaga Kependidikan.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sugiyono. (2015). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta cv.
- Toto. (2019). STEM-based Science Learning Design in the 2013 Curriculum. IOP Conf. Series: *Journal of Physics. Conf. Series* 1233. 012094.