

Efektivitas E-Modul Project Based Learning Berintegrasi STEM Terhadap Kreativitas Siswa SMK

Annida Erin Miftakul Cahyani, Tantri Mayasari, Mislan Sasono

Pendidikan Fisika Universitas PGRI Madiun, Indonesia

annidaerin21@gmail.com

DOI: [10.20527/jipf.v4i1.1774](https://doi.org/10.20527/jipf.v4i1.1774)

Abstrak: Kreativitas perlu dimiliki oleh siswa SMK, khususnya dalam menghadapi berbagai tantangan di dunia kerja. Oleh karena itu, perlu dikembangkan e-Modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM yang mampu meningkatkan kreativitas siswa SMK. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas e-modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM terhadap kreativitas siswa dalam materi fisika suhu dan kalor. Penelitian dilaksanakan di kelas X Multimedia 1 SMKN Wonoasri, dengan sampel penelitian yang digunakan sebanyak 20 orang siswa yang dipilih secara random. Instrumen yang digunakan adalah tes hasil belajar yang berjumlah 5 buah soal essay. Data dianalisis menggunakan uji N-gain. Indikator kreativitas adalah berpikir lancar, berpikir luwes, elaborasi, dan berpikir orisinal. Dari analisis data, diperoleh hasil kemampuan berpikir lancar siswa memperoleh nilai *n-gain* sebesar 0,11, berpikir luwes *n-gain* sebesar 0,49, elaborasi memperoleh *n-gain* sebesar 0,21 dan berpikir orisinal memperoleh *n-gain* 0,44. Dengan demikian, disimpulkan bahwa bahwa efektivitas e-modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM berkategori sedang.

Kata Kunci: e-Modul, STEM, *Project Based Learning*, Kreativitas

Abstract: Creativity needs to be owned by vocational students, especially in facing various challenges in the world of work. Therefore, STEM integrated Project Based Learning E-Module needs to be developed that can improve the creativity of vocational students. This study aims to describe the effectiveness of the STEM integrated Project Based Learning e-module on student creativity in temperature and heat physics material. The study was conducted in Multimedia X class 1 Wonoasri Vocational School, with a sample of 20 students selected randomly. The instrument used was a learning achievement test which consisted of 5 essay questions. Data were analyzed using the N-gain test. Indicators of creativity are fluent thinking, flexible thinking, elaboration and original thinking. From the data analysis, the result of students' ability to think smoothly obtained an *n-gain* value of 0.11, flexible thinking of *n-gain* of 0.49, elaboration obtained *n-gain* of 0.21 and original thinking obtained *n-gain* of 0.44. Thus, it was concluded that the effectiveness of the Project Based Learning e-module integrated with STEM was of medium category.

Keywords: e-module, STEM, *Project Based Learning*, Creativity

© 2020 Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika

How to cite: Cahyani, A.E.M., Mayasari, T., & Sasono, M. (2020). Efektivitas e-modul project based learning berintegrasi stem terhadap kreativitas siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(1), 15-22.

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu tombak kemajuan suatu bangsa, sehingga seyogyanya harus sejalan dengan perkembangan dan tuntutan zaman yang ada sehingga dapat menjadi pribadi yang sukses dalam dan siap bersaing pada abad dunia 21 (Insyasiska, Zubaidah, & Susilo, 2015). Dalam rangka menyiapkan SDM yang berkualitas dan mampu memiliki keterampilan yang relevan sesuai dengan kebutuhan, maka dunia pendidikan memiliki tantangan yang berat (Hartini, Misbah, Zainuddin, Arifuddin, Miriam, Mahtari, & Dewantara, 2017; Suyidno, Dewantara, Nur, & Yuanita, 2017). Hal ini dikarenakan dunia pendidikan tidak hanya memberikan pengetahuan akan tetapi juga harus membimbing dan memberikan keterampilan kreativitas kepada peserta didik dengan harapan dapat bersaing dan bertahan dalam dunia pekerjaan (Kurnia, Zainuddin, & Mahardika, 2016). Perubahan paradigma pendidikan menunjukkan bahwa tidak cukup hanya memiliki pengetahuan saja akan tetapi siswa juga harus dapat mengaplikasikan pengetahuan yang dimilikinya (Marlina & Jayanti, 2019). Karna hal ini pemerintah membuka instansi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang dimana siswa tidak hanya dibekali pengetahuan saja akan tetapi juga dibekali keahlian-keahlian yang dapat menunjang pengetahuan yang dimilikinya.

Kemampuan kreativitas dan inovatif dibutuhkan peserta didik untuk menghadapi tantangan dunia kerja yang akan mendatang (Almuharomah, Mayasari, & Kurniadi, 2019). Kreativitas merupakan salah satu dari *softskill* yang berupa sebuah keterampilan berhubungan dengan suatu pendekatan dalam menyelesaikan suatu permasalahan, berupa tindakan, pendekatan, ataupun inovasi yang benar-

benar baru (Resti, 2015). Kreativitas merupakan salah satu kemampuan untuk menghasilkan sebuah karya yang dapat berguna sehingga dapat dianggap bahwa kemampuan kreativitas seseorang dapat dilihat dari bagaimana cara dia bekerja ataupun hasil menyelesaikan tugas yang berkaitan dengan kreativitas (Suyidno et al., 2019). Kreativitas juga dapat diartikan bahwa kreativitas merupakan hasil dari sebuah kebiasaan dengan menggunakan intuisi dan imajinasi dalam mengembangkan sebuah ide-ide yang baru dalam memecahkan permasalahan-permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Ridwan, 2019). Kemampuan dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan dengan cara yang berbeda-beda merupakan salah satu contoh dalam berpikir kreatif, hal ini juga dipengaruhi oleh pemahaman siswa terhadap sebuah konsep yang di pelajari (Mentari, Zainuddin, & Misbah, 2016). Proses pembentukan kemampuan kreativitas ini tentunya harus didorong dengan sebuah pembelajaran yang bermakna, dimana pembelajaran tersebut dapat menguatkan kemampuan siswa dalam pemahaman dasar sebuah konsep fisika dan kemampuan dalam berpikir meliputi menganalisis, mengevaluasi dan pada akhirnya mampu memunculkan kreativitas siswa.

Pembelajaran fisika yang sesuai dengan kemampuan siswa dalam menunjang kemampuan kreativitas siswa merupakan pembelajaran yang melatih keterampilan-keterampilan hidup abad 21. Hal ini sesuai dengan pembelajaran yang terintegrasi STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dimana dalam pembelajaran ini mengkaitkan materi yang diajarkan terhadap ranah sains, teknologi, Teknik dan Matematika (Septiani & Rustaman, 2017). STEM (sains, teknologi, teknik, pendidikan matematika) dapat didefinisikan sebagai "pendidikan untuk meningkatkan siswa" minat dan pemahaman dalam teknologi

ilmiah dan untuk mengembangkan literasi STEM berdasarkan teknologi ilmiah dan kemampuan untuk menyelesaikan masalah di dunia nyata (Almuharomah et al., 2019). Seperti halnya pembelajaran pada umumnya pembelajaran STEM memiliki beberapa tahapan yang perlu dilakukan yaitu : (1) mengajukan pertanyaan dan mendefinisikan masalah; (2) mengembangkan dan menggunakan model, serta menyusun rencana melakukan investigasi; (3) menganalisis dan menafsirkan materi menggunakan matematika, teknologi; (4) membangun eksplansi yang mengarah pada solusi dan argumen berdasarkan bukti; (5) menyimpulkan, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan (Kelley, 2016). Dalam menunjang hal tersebut dibutuhkan sebuah pendekatan yang menunjang, salah satunya adalah PjBL (*Project Based Learning*).

PjBL (*project based Learning*) salah satu pendekatan dimana hasil akhir dari proses tersebut berupa produk yang dihasilkan dari kegiatan pembelajaran yang diajarkan. Pendekatan STEM dalam model pembelajaran PjBL ini dapat membantu siswa dalam mengintegrasikan keempat komponen materi dengan mengfokuskan pemecahan masalah dalam kehidupan nyata sehingga dapat melatih kreativitas peserta didik (Saleh, Muhammad, & Abdullah, 2020; Sunyoung, Rosli, Capraro, & Capraro, 2016).

Pendekatan STEM dalam model pembelajaran PjBL dengan bantuan bahan ajar, salah satunya adalah e-Modul. e-Modul memuat latihan-latihan yang membantu siswa dalam berpikir kreativitas dan implementasi materi terhadap proyek dalam kehidupan nyata serta keterkaitannya terhadap ranah STEM. Peneliti telah mengembangkan e-Modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM yang diharapkan mampu meningkatkan kreativitas siswa SMK. Tujuan dari artikel ini adalah

untuk mendeskripsikan efektivitas penggunaan e-Modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM dalam meningkatkan kreativitas siswa SMK.

METODE

Metode penelitian yang dipakai adalah deskriptif dengan pendekatan kualitatif, hal ini bertujuan agar data-data penelitian dapat disajikan secara layak dan data yang diperoleh dapat dijelaskan secara rinci (Almuharomah et al., 2019). Subjek penelitian adalah siswa kelas X Multimedia 1 SMK Negeri 1 Wonoasri dengan sampel siswa sebanyak 20 orang siswa yang dipilih secara random. Instrumen tes essay soal kreativitas terdiri dari 5 butir soal yang setiap soal mewakili indikator kreativitas t, yakni berpikir lancar (*fluency*), Berpikir Luwes (*Flexibility*), Berpikir Memerinci (*Elaboration*), dan Berpikir Orosinil (*Originality*) (Rahman, Azmi, Surat, Yusoff, & Marzuki, 2017; Stolaki & Economides, 2018). Tabel 1 menunjukkan kriteria indikator kreativitas.

Tabel 1. Karakteristik tingkat kreativitas

Kategori	Karakteristik Kreativitas
Sangat Kreatif	Peserta didik mampu menjawab 4 atau pertanyaan dengan tepat.
Kreatif	Peserta didik mampu mengajukan atau menjawab 3 soal dengan tepat
Cukup kreatif	Peserta didik mampu menjawab 2 soal dengan tepat
Kurang kreatif	Peserta didik mampu menjawab 1 soal dengan tepat

Data dianalisis dalam bentuk persentase. Selanjutnya, data diolah dengan menggunakan uji statistik N-Gain. Hasil uji statistik N-gain akan ditentukan kategorinya yakni tinggi, sedang, dan rendah (Hake, 1999).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan model pendekatan deskriptif kualitatif. Dengan materi pembelajaran fisika khususnya materi suhu dan kalor, tujuan dari penelitian yang dilakukan untuk mendeskripsikan efektivitas e-Modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM dalam meningkatkan kreativitas siswa SMK. Subyek penelitian yang dilakukan pada kelas X Multimedia 1 dengan jumlah sampel 20 siswa yang dipilih secara random. Sebelum melakukan penelitian, peneliti membuat e-Modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM, sehingga siswa dapat melatih kemampuan berpikir kreatif siswa.

Pada tahapan awal siswa diberikan soal *pre-test* yang mencakup indikator-indikator kreativitas hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan nilai sebelum dan sesudah diberikannya modul. Setelah pemberian soal *pretest*, siswa diajar pembelajaran fisika materi suhu dan kalor dengan menggunakan e-Modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM. Dalam soal *pretest* berisi 5 soal pilihan ganda yang mengacu pada indikator soal kreativitas, yaitu berpikir lancar, berpikir fleksibel, berpikir orisinal dan elaborasi.

Pada tahapan pertama dari model pengembangan ini adalah mengidentifikasi masalah. Hal ini meliputi mengidentifikasi kebutuhan awal dan materi. Hasil indentifikasi masalah diperoleh dari hasil wawancara tidak terstruktur dari siswa dan guru SMKN I Wonoasri, diperoleh informasi sebagai berikut 1) siswa mengalami kesulitan dalam proses pembelajaran fisika karena bahan ajar yang digunakan masih terbatas. 2) model pembelajaran yang digunakan oleh guru membuat siswa mudah jenuh dalam proses pembelajaran akan tetapi dengan model yang digunakan oleh guru siswa mempunyai salinan materi yang dapat

digunakan dalam proses pembelajaran mandiri. 3) belum adanya model dan modul yang meningkatkan kreativitas siswa 4) belum adanya modul yang diintegrasikan dengan ranah STEM dengan mengkaitkan projek dalam kehidupan sehari-hari.

Pada tahap kedua merupakan tahapan design pada tahapan ini merupakan tahapan perancangan, baik merancang desain e-modul yang akan dikembangkan serta pembuatan instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi soal tes dan angket respon siswa. 1) Desain kerangka modul serta spesifikasi modul yang meliputi cover, jenis huruf, ukuran huruf dan tombol pembuatan instrumen mencakup kisi-kisi instrumen soal, kisi-kisi angket respon siswa, dan instrumen validasi media dan materi. Tahap yang ketiga merupakan tahapan Development atau tahapan pengembangan Tahapan ini merupakan tahapan pembenahan meliputi instrumen soal, e-modul yang dibuat serta angket respon siswa yang diperoleh dari uji kelas kecil, sebelum semua instrumen diujikan pada uji kelas terbatas atau uji kelas besar.

Hasil validasi berupa saran yang diberikan validator digunakan untuk memperbaiki instrumen agar lebih baik dari sebelumnya hasil validasi instrumen soal diperoleh hasil CVR masing masing bernilai satu yang masuk dalam kategori layak karena CVR lebih dari ketetapan dengan jumlah validator 5 yaitu 0,99 dengan CVI bernilai satu yang berarti sangat sesuai (Lewshe,1975). Hasil validasi instrumen modul dan angket respon siswa menunjukkan nilai CVR dan CVI sebesar satu yang berarti modul yang digunakan sesuai dan layak. hasil instrumen respon siswa terhadap modul pembelajaran yang digunakan pada siswa yang dinilai oleh lima validator memperoleh nilai CVR sebesar satu yang berarti layak dan nilai CVI memperoleh nilai satu yang artinya respon siswa yang digunakan sesuai

untuk penelitian. Tahapan selanjutnya setelah semua instrumen divalidasi maka masuk pada uji kelas kecil yang dilakukan pada kelas X Audio visual 1, dengan jumlah responden sebesar 9 orang dengan peroleh nilai angket respon siswa sebesar 80,15 dengan masuk kategori sangat baik, dengan hasil *n-gain* kreativitas siswa sebesar 0,41 yang berarti mengalami peningkatan.

Pada tahapan selanjutnya yaitu uji eksperimen dengan jumlah siswa 20 orang kelas X multimedia diberikan soal dengan setiap soal mengacu pada indikator kreativitas. kemampuan berpikir lancar siswa memperoleh nilai *n-gain* sebesar 0,11, berpikir luwes *n-gain* sebesar 0,49, elaborasi memperoleh *n-gain* sebesar 0,21 dan berpikir orsinil memperoleh *n-gain* 0,44.

Hasil pengerjaan soal pretest dengan indikator berpikir lancar siswa sudah dapat memahami maksud dari soal yang ditanyakan, akan tetapi jawaban siswa baru dapat menyebutkan beberapa saja. Sehingga jawaban *posttest* siswa. Hasil jawaban *posttest* pada indikator berpikir lancar siswa sudah memahami dan mengetahui maksud dari soal sehingga siswa sudah dapat memberikan banyak gagasan dari soal yang diberikan. Berpikir lancar dapat diartikan bahwa siswa dapat menjawab dengan lancar dengan memberikan banyak ide (Rahman et al., 2017).

Hasil jawaban dari soal pretest soal dengan indikator berpikir luwes dapat diketahui bahwa siswa sudah mampu memahami maksud dari soal dengan berbagai ide yang bervariasi. Sehingga hasil *posttest* berpikir lancar diperoleh jawaban seperti pada. dari jawaban di atas dapat dilihat bahwa siswa sudah mampu menyebutkan berbagai variasi jawaban dalam mengatasi suatu permasalahan dalam soal. Berpikir luwes sendiri berarti siswa dapat menghasilkan suatu gagasan yang berbeda – beda (Annisa, Zainuddin, & M, 2017).

Hasil pengerjaan siswa dengan indikator mengelaborasi menyatakan bahwa siswa dapat memahami soal akan tetapi siswa belum selesai menyelesaikan tahapan soal sampai akhir dan jawaban yang dihasilkan salah. Dengan soal yang sama hasil *posttest* dengan indikator yang sama, hasil pengerjaan *posttest* mengalami peningkatan dibandingkan dengan hasil jawaban *posttest*. Siswa telah dapat menyelesaikan soal sampai akhir dan menggambarkan gambar grafik sesuai dengan jawaban secara runtut dan jawaban yang dihasilkan benar. Elaborasi salah satu tahapan dimana siswa dapat menguraikan gagasan secara detail dan kompleks secara sistematis (Bayyinah, An'nur, & Suriasa, 2014).

Pada indikator soal berpikir luwes dan lancar siswa pada tahap *pretest* hanya dapat menyebutkan beberapa soal saja akan tetapi pada tahapan *posttest* mengalami peningkatan siswa dapat menyebutkan lebih banyak gagasan dan cara dalam menyelesaikan permasalahan dalam suatu soal hal ini sesuai dengan (Anidom, Hartini, & Wati, 2015). Pada soal indikator orisinil saat *pretest* dan *posttest* siswa sudah mampu memberikan ide-ide baru mengaplikasikan ide yang dikemukakan dalam sebuah provok yang sesuai dengan pokok permasalahan yang terdapat pada soal.

Tahapan terakhir yang dilakukan setelah uji kelas besar atau uji kelas terbatas, pada tahap ini meliputi seluruh penelitian dari awal sampai tahap pengembangan yang dilakukan. Pada uji kelas terbatas memperoleh nilai *n-gain* sebesar 0,40 dengan masuk dalam kategori sedang, hal ini dikarenakan bahwa siswa masih merasa kesulitan dalam memahami materi dan mengeluarkan ide atau gagasan berupa karya yang nyata. Dari hasil *n-gain* tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil dari uji kelas kecil dapat dilanjutkan ke uji kelas besar dengan *n-gain* yang di dapat dapat dikatakan

bahwa e-Modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM meningkatkan kreativitas dan hasil belajar siswa walaupun tidak signifikan masih dalam kategori sedang. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *Project Based Learning* berintegrasi STEM meningkatkan kreativitas dan hasil belajar siswa (Herak & Lamanepa, 2019; Jauhariyyah, Suwono, & Ibrohim, 2018; Lutfi, Azis, & Ismail, 2018; Pertiwi, Abdurrahman, & Rosidin, 2017; Siswanto, 2018).

Hasil evaluasi diperoleh dari hasil tahapan implementasi dengan mengkaji kekurangan dan kelebihan dari media yang dibuat. Kelebihan dari hasil tersebut dapat dimanfaatkan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya sedangkan kekurangan dari penelitian yang dilakukan adalah 1) waktu penelitian yang sangat singkat sehingga proses pembelajaran tidak dapat dilaksanakan secara maksimal 2) dibutuhkannya handphone yang sesuai dengan aplikasi yang digunakan sehingga pada uji kelas terbatas peneliti menggunakan laptop sebagai media pembelajaran 3) modul yang dikembangkan hanya terbatas pada materi suhu dan kalor.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan kemampuan kreativitas siswa mengalami peningkatan *n-gain* sebesar 0,31 masuk dalam kategori sedang. Indikator yang memiliki nilai *n-gain* terendah adalah pada indikator berpikir lancar dan perolehan *n-gain* tertinggi adalah pada indikator berpikir luwes. Sehingga dapat disimpulkan bahwa efektivitas e-modul *Project Based Learning* berintegrasi STEM berkategori sedang. Hal ini karena dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya ialah kurang maksimalnya waktu dalam penelitian. Dengan demikian diperlukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut untuk memperbaiki e-Modul

Project Based Learning berintegrasi STEM agar lebih efektif jika diterapkan dalam pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Almuharomah, F. A., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2019). Pengembangan modul fisika stem terintegrasi kearifan lokal “beduk” untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa smp. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(1).
- Anidom, A. J., Hartini, S., & Wati, M. (2015). Pengembangan bahan ajar pada materi zat dan wujudnya berbasis kemampuan berfikir kreatif tingkat smp. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 3(1).
- Annisa, Y. N., Zainuddin, Z., & M, A. S. (2017). Pengembangan perangkat pembelajaran berorientasi keterampilan berpikir kreatif siswa smp pada pokok bahasan cahaya dengan model penemuan terbimbing. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(1).
- Bayyinah, R., An'nur, S., & Suriasa, S. (2014). Perbedaan keterampilan berpikir kreatif siswa terhadap strategi pembelajaran multiple intelligences dan contextual teaching learning. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 2(3).
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain score. *American Educational Association's Division D, Measurement and Research Methodology*.
- Hartini, S., Misbah, M., Zainuddin, Z., Arifuddin, M., Miriam, S., Mahtari, S., & Dewantara, D. (2017). Menyiapkan siswa dalam menyelesaikan berbagai permasalahan fisika guna mencapai generasi emas indonesia melalui physics competition (physton). *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(1).
- Herak, R., & Lamanepa, G. H. (2019). Meningkatkan kreatifitas siswa

- melalui stem dalam pembelajaran ipa increasing student creativity through stem in science learning. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 4(1), 89–98.
- Insyasiska, D., Zubaidah, S., & Susilo, H. (2015). Pengaruh project based learning terhadap motivasi belajar, kreativitas, kemampuan berpikir kritis, dan kemampuan kognitif siswa pada pembelajaran biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1).
- Jauhariyyah, F. R. A., Suwono, H., & Ibrohim, I. (2018). Science, technology, engineering and mathematics project based learning (STEM-PjBL) pada pembelajaran sains. In *Seminar Nasional Pendidikan IPA*.
- Kelley, T. R. (2016). A Conceptual framework for integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 3(11).
- Kurnia, L., Zainuddin, Z., & Mahardika, A. I. (2016). Pengembangan bahan ajar ipa fisika berorientasi kemampuan berpikir kreatif menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing di SMPN 13 Banjarmasin. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3).
- Lutfi, L., Azis, A. A., & Ismail, I. (2018). Pengaruh project based learning terintegrasi stem terhadap literasi sains, kreativitas dan hasil belajar peserta didik. In *Seminar Nasional Biologi*.
- Marlina, W., & Jayanti, D. (2019). 4C dalam pembelajaran matematika untuk menghadapi era revolusi industri 4.0. *Prosiding Sendika*, 5(1), 392–396.
- Mentari, I., Zainuddin, Z., & Misbah, M. (2016). Pengembangan perangkat pembelajaran fisika berorientasi kemampuan berpikir kreatif pada pokok bahasan zat dan wujudnya di SMP Negeri 15 Banjarmasin. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(2).
- Pertiwi, R. S., Abdurrahman, A., & Rosidin, U. (2017). Efektivitas lks stem untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2).
- Rahman, S., Azmi, N. H., Surat, S., Yusoff, A. N., & Marzuki, M. A. (2017). Idea generation training: Impact on originality, fluency, flexibility, and elaboration among university students. *International Journal of Economic Research*, 14(16).
- Resti, V. D. A. (2015). Analisis kreativitas mahasiswa dalam penyusunan peta konsep berbentuk e-mind map berdasarkan kajian neurosains. *Jurnal Pendidikan Biologi Volume*, 6(2), 128–134.
- Ridwan, S. (2019). Intellectual capital dan knowledge management dalam inovasi dan kreasi media pembelajaran berbasis kemampuan 4c dan literasi. *Proceedings of the ICECRS*, 2(1), 75. <https://doi.org/10.21070/picecrs.v2i1.2414>
- Saleh, S., Muhammad, A., & Abdullah, S. M. S. (2020). STEM project-based approach in enhancing conceptual understanding and inventive thinking skills among secondary school students. *Journal of Nusantara Studies (JONUS)*, 5(1).
- Septiani, A., & Rustaman, N. Y. (2017). Implementation of performance assessment in stem (science, technology, engineering, mathematics) education to detect science process skill. *Journal of Physics: Conference Series*, (812), 1–6.
- Siswanto, J. (2018). Keefektifan pembelajaran fisika dengan pendekatan stem untuk meningkatkan kreativitas mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9(2).

- Stolaki, A., & Economides, A. A. (2018). The creativity challenge game: an educational intervention for creativity enhancement with the integration of information and communication technologies (ICTs). *Computers & Education*, 123.
- Sunyoung, H. A. N., Rosli, R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) project based learning (PBL) on students' achievement in four mathematics topics. *Journal of Turkish Science Education*, 13(3).
- Suyidno, Dewantara, D., Nur, M., & Yuanita, L. (2017). Maximize student's scientific process skill within creatively product designing: creative responsibility based learning. In *Proceeding The 5th South East Asia Development Research (SEA-DR) International Conference*.
- Suyidno, S., Susilowati, E., Arifuddin, M., Misbah, M., Sunarti, T., & Dwikoranto, D. (2019). Increasing students' responsibility and scientific creativity through creative responsibility based learning. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 9(2), 178–188.