

Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Konsep Laju Reaksi dengan Model Discovery PjBL Berbasis STEM di SMAN 1 Lemahabang Cirebon

Ade Sri Rahayu ^{*1}, Joko Sutarno ²

¹ SMAN 2 Cirebon, Kota Cirebon, Jawa Barat, Indonesia

² SMAN 8 Cirebon, Kota Cirebon, Jawa Barat, Indonesia

*Email: uade.sri.as55@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian tindakan kelas (PTK) yang bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar kimia konsep laju reaksi dengan menggunakan model pembelajaran *Discovery Project Based Learning* (PjBL) berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) di SMA N 1 Lemahabang kabupaten Cirebon. Penelitian ini dilaksanakan sebanyak dua siklus yang setiap siklusnya terdiri dari 1-2 kali pertemuan. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI-MIPA 3 SMA Negeri 1 Lemahabang kabupaten Cirebon yang berjumlah 34 siswa. Instrumen pengumpulan data menggunakan metode tes pada siswa, pemantauan kondisi proses belajar mengajar dan angket untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap pembelajaran yang dilakukan. Berdasarkan analisis penelitian menunjukkan bahwa pada siklus pertama terjadi peningkatan hasil belajar siswa konsep laju reaksi yaitu nilai sebelum diberikan tindakan dengan kriteria baik dan sangat baik 11,76 % dan setelah diberikan tindakan diperoleh nilai 44,11%, kemudian pada siklus kedua meningkat menjadi 79,41%, sedangkan siswa yang bernilai di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) mengalami penurunan. Oleh karena itu, penggunaan model pembelajaran PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan hasil belajar kimia siswa kelas XI-MIPA-3 SMA Negeri 1 Lemahabang Kabupaten Cirebon pada materi laju reaksi.

Kata kunci: *Project Based Learning* (PjBL), *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM), hasil belajar, laju reaksi dan siklus

ABSTRACT

This research is a classroom action research which aims to improve the chemistry learning outcomes of the reaction rate concept by using the *Discovery Project Based Learning* (PjBL) model based on *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) at SMAN 1 Lemahabang, Cirebon Regency. This research was conducted in two cycles, each cycle consisted of 1-2 meetings. The subjects of this study were 34 students of class XI-MIPA 3 at SMAN 1 Lemahabang. The data collection instruments used in this research were a test method for students, monitoring the conditions of the teaching and learning process and questionnaires to find out students' responses to the learning carried out. Based on the research analysis showed that in the first cycle there was an increase in student learning outcomes in the concept of reaction rate, namely the value before being given action with good and very good criteria of 11,76% and after being given action the value was 44,11%, then in the second cycle it increased to 79, 41%, while students who scored below the Minimum Completeness Criteria experienced a decline. Therefore, the use of the STEM-based *Discovery PjBL* model could improve the chemistry learning outcomes of students on the reaction rate material.

Keyword:: *Project Based Learning* (PjBL), *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM), learning outcomes, reaction rate and cycle

@2021 Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

PENDAHULUAN

Dunia pendidikan sangat berdampak dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) pada industri 4.0, sekolah dan pendidikan tinggi dituntut harus mampu mencetak generasi berkualitas yang dapat beradaptasi dengan tantangan. Berbagai upaya pembaharuan pendidikan telah dilaksanakan untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Salah satu langkah yang dilakukan pemerintah untuk meningkatkan kualitas lembaga pendidikan dengan menerapkan sistem pendidikan kurikulum 2013 yang berkarakter. Kurikulum 2013 merupakan kurikulum yang menuntut siswa untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran (*student centered*). Guru berperan sebagai fasilitator atau mediator serta perancang pembelajaran agar siswa aktif dan kreatif mencari pengetahuan baru.

Kreativitas siswa juga dituntut dalam proses pembelajaran, karena tujuan kurikulum 2013 adalah mempersiapkan siswa agar memiliki kemampuan hidup sebagai pribadi dan warga negara yang beriman, produktif, kreatif, inovatif, dan afektif serta mampu berkontribusi pada kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara dan peradaban dunia (Kemendikbud, 2013). Kreativitas dapat didefinisikan ke dalam empat jenis dimensi sebagai Jenis kreativitas yang dianalisis dalam penelitian berfokus pada process yaitu berpedoman pada indikator-indikator berpikir kreatif (Tawil&Liliasari, 2013).

Peran guru dalam kurikulum 2013 tidak lagi hanya sekedar mengajarkan pengetahuan saja, tetapi juga harus mampu sebagai pendidik sekaligus pembimbing dengan memberikan pengarahan sehingga siswa untuk dapat lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran yang mampu menumbuhkan kreativitas. Kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan, karena kenyataan di lapangan menunjukkan pembelajaran kimia saat ini umumnya masih berorientasi penguasaan konsep (Sudarmin, 2009).

Hasil analisis beberapa artikel penelitian menunjukkan bahwa implementasi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dalam pembelajaran sangat populer karena dibutuhkan pada pembelajaran bidang sains dalam mengasah kemampuan kognitif, manipulatif, mendesain, memanfaatkan teknologi, dan pengaplikasian pengetahuan (Capraro, *et al.*, 2013). Pada implementasinya STEM dapat diintegrasikan dengan model pembelajaran *Project based learning, discovery based learning and Inquiry Based*

Pembelajaran kimia pokok bahasan laju reaksi, merupakan Pembelajaran yang sulit menurut sebagian besar siswa. Hasil ulangan harian siswa hanya memperoleh 56,00. sementara nilai KKM yang harus dicapai siswa adalah 78, Hal ini disadari guru karena kurang tepat dalam menggunakan strategi untuk memfasilitasi belajar yang optimal untuk pembelajaran materi laju reaksi. Akibatnya banyak siswa yang tidak memahami materi pelajaran yang disampaikan oleh gurunya dengan baik, karena itu peneliti merasa diperlukan suatu model pembelajaran yang inovatif dengan harapan siswa dapat mengembangkan keterampilan, seperti berfikir kritis dalam pemecahan masalah, kreatif, berkomunikasi dengan baik,serta mampu bekerjasama. Selaras dengan harapan tersebut maka, penulis berupaya merancang pembelajaran materi laju reaksi model *discovery PjBL (project base learning)* berbasis STEM (*science, technology, engineering, and mathematics*) dengan harapan model pembelajaran ini dapat memudahkan siswa dalam pemahaman materi terutama penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Pemilihan model *discovery PjBL* berbasis STEM pada pembelajaran ini karena model ini melibatkan secara maksimal kemampuan siswa untuk mencari dan menemukan sesuatu secara sistematis, logis, analitis sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dan berguna bagi kehidupan mereka sehari-hari. Model *discovery PjBL* berbasis STEM merupakan suatu pembelajaran yang diintegrasikan dengan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk menumbuhkan kreativitas siswa melalui proses tugas proyek yang berkaitan dalam masalah kehidupan sehari-hari. Penerapan materi laju reaksi di kehidupan sehari-hari yang akan dibahas yaitu pada konsep pematangan buah pisang yang dilakukan bersamaan dengan konsentrasi kalsium karbida yang tepat yang diterapkan pada konsep laju reaksi yang dipelajari di kelas XI SMA.

METODE

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 1 Lemahabang kabupaten Cirebon pada materi laju reaksi. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI IPA SMA yang berjumlah berjumlah 34 peserta dan dilakukan selama 4 bulan mulai oktober sampai dengan bulan Desember 2019 pada tahun ajaran 2019-2020. Pengamatan siklus I pertemuan pertama dilaksanakan pada tanggal 17 Oktober 2019

Siklus II pertemuan pertama dilaksanakan pada tanggal 24 Oktober 2019. Penelitian ini menghadirkan dua orang observer yaitu guru Kimia di SMA N 1 Lemahabang, yang bertugas mengamati dan mencatat kejadian-kejadian yang ditemukan selama proses belajar mengajar berlangsung.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian tindakan kelas (PTK) yaitu suatu bentuk penelitian dengan menggunakan tindakan-tindakan yaitu pembelajaran yang dapat mempergunakan *discovery PjBL berbasis STEM*, untuk meningkatkan kualitas pembelajaran serta dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Rancangan penelitian sebagai berikut:

1. Perencanaan tindakan
 - a. Membuat skenario pembelajaran dengan menggunakan model *discovery PjBL berbasis STEM*.
 - b. Membuat rencana pelaksanaan pembelajaran pada tiap kali pertemuan untuk setiap siklus dengan menggunakan model *discovery PjBL berbasis STEM*.
 - c. Membuat LKS (Lembar kerja Siswa)
 - d. Membuat tes akhir siklus pada tiap siklus
 - e. Membuat lembar observasi
 - f. Mengumpulkan data berupa nilai awal untuk mengetahui kemampuan akademik siswa dan mengambil data nilai awal yang digunakan untuk pembagian kelompok.
 - g. Membagi siswa dalam kelompok yang heterogen baik dari segi kemampuan akademik maupun jenis kelamin.
 - h. Mempersiapkan fasilitas dan sarana pendukung yang diperlukan dikelas. Jika digunakan instrumen pengamatan tertentu, perlu dikemukakan bagaimana pembuatannya, siapa yang akan menggunakan dan kapan akan digunakan.
 - i. Mempersiapkan instrumen untuk menganalisis data mengenai proses dan hasil tindakan.
 - j. Melakukan simulasi pelaksanaan tindakan perbaikan untuk menguji keterlaksanaan rancangan.
 - k. Menjelaskan kepada siswa tentang pembelajaran yang akan digunakan yaitu *discovery PjBL berbasis STEM*
2. Pelaksanaan Tindakan
Pada tahap ini, penulis bertugas meneliti hasil belajar siswa dengan menggunakan LKS, dan tes akhir. Sedangkan observator bertugas mengobservasi tindakan yang dilakukan oleh penulis dan siswa selama pelajaran berlangsung
3. Refleksi
Pada tahap refleksi, penulis dan observatory yang bersangkutan bersama-sama mendiskusikan hasil perubahan yang diperoleh setelah melaksanakan tindakan yang akan digunakan sebagai acuan atau revisi bagi pelaksanaan siklus selanjutnya.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dokumentasi, tes, dan observasi. Observasi digunakan untuk mengetahui aktivitas siswa dan guru pada saat proses belajar mengajar dengan menggunakan pembelajaran *discovery PjBL berbasis STEM*. Hasil observasi ini akan digunakan sebagai bahan acuan pada saat tahap refleksi. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis data kualitatif dan analisis data kuantitatif. Analisis kualitatif digunakan untuk menganalisa hasil observasi, dan tes hasil belajar kimia berdasarkan nilai kuantitas dan kualitas yang diperoleh selama penelitian yang kemudian dipaparkan secara sederhana dalam bentuk naratif yang disajikan dalam bentuk sederhana dalam kalimat sederhana. Analisis kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah statistik deskriptif. Hasil analisis data yang diperoleh pada saat penelitian berlangsung, yaitu pada siklus I dan siklus II, kemudian dianalisis untuk mengetahui seberapa besar peningkatan hasil belajar kimia siswa setiap siklus. Apabila permasalahan tersebut belum dapat terselesaikan maka akan dilanjutkan pada siklus berikutnya.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara bertahap terjadi perubahan hasil belajar siswa di kelas. Peningkatan tersebut diketahui dari hasil distribusi frekuensi presentase nilai hasil belajar. Peningkatan hasil belajar kimia siswa yaitu nilai sebelum diberikan tindakan dengan kriteria baik dan sangat baik 11,76 % dan setelah diberikan tindakan pada siklus pertama diperoleh nilai 44,11% kemudian meningkat menjadi 79,41% pada siklus kedua sedangkan siswa yang bernilai kurang dari KKM mengalami penurunan, sehingga ditemukan bahwa penggunaan model pembelajaran *discovery PjBL berbasis STEM* dapat meningkatkan hasil belajar kimia siswa kelas XI mipa 3 SMA Negeri 1 Lemahabang kabupaten Cirebon pada konsep laju reaksi.

Selama proses penelitian berlangsung tanggapan guru terhadap pembelajaran kimia dengan menggunakan model *discovery* PjBL berbasis STEM adalah baik guru merasa mendapatkan tantangan baru dalam mengajar serta merasa senang melihat umpan balik siswa yang lebih aktif dan kreatif baik dalam proses belajar, serta pengumpulan tugas. Hal ini dapat dilihat dari kualitas pembelajaran yang terus meningkat setiap siklusnya. Peningkatan kualitas terjadi secara bertahap pada tiap siklus yang akhirnya meningkatkan hasil belajar. Kualitas pembelajaran ini juga diperkuat dengan keaktifan siswa yang tinggi sehingga pembelajaran menjadi lebih hidup dan lebih menyenangkan.

Tanggapan siswa pada saat wawancara menunjukkan bahwa pembelajaran dengan model PjBL berbasis STEM merupakan hal baru yang belum pernah diterapkan guru dalam pembelajaran. Siswa secara berkelompok diberikan kesempatan untuk berdiskusi mengenai fenomena disekitar kehidupan nyata yang dikaitkan dengan aspek STEM. Siswa memberikan respon positif terhadap model PjBL berbasis STEM dengan pola belajar diskusi mampu memaksimalkan kemampuan mereka dalam memotivasi untuk lebih aktif dalam berpikir dan terlibat langsung dalam pembelajaran dan mengeksplorasi pengetahuannya.

Tabel 1. Persentase Kelayakan Pembelajaran keberhasilan belajar siklus I

Rata-rata hasil belajar	Jumlah siswa	Persentase (%)	Keterangan
$90 \leq X \leq 100$	0	0	Baik Sekali
$80 \leq X < 90$	6	17,64	Baik
$70 \leq X < 80$	16	47,05	Cukup
$60 \leq X < 70$	5	14,70	Kurang
$0 \leq X < 60$	7	20,58	Kurang Sekali
Jumlah	34	100	

Pada akhir siklus 1 diadakan tes konsep laju reaksi pada siswa kelas XI-MIPA 3 hasilnya masih tergolong rendah, karena hanya 15 siswa atau 44,11 % yang mendapatkan nilai diatas standar KKM 78 atau tuntas dari seluruh siswa yang berjumlah 34 orang, sedangkan 19 siswa atau 55,88 % yang mendapatkan nilai dibawah standar KKM 78 atau tidak tuntas. Hal ini membuktikan bahwa ketuntasan tidak mencapai 70 % dari jumlah siswa. Hasil evaluasi tersebut, akan dilanjutkan dan diperbaiki pada siklus kedua.

Tabel 2. Kriteria Persentase Keberhasilan belajar siswa kelas XI IPA siklus II

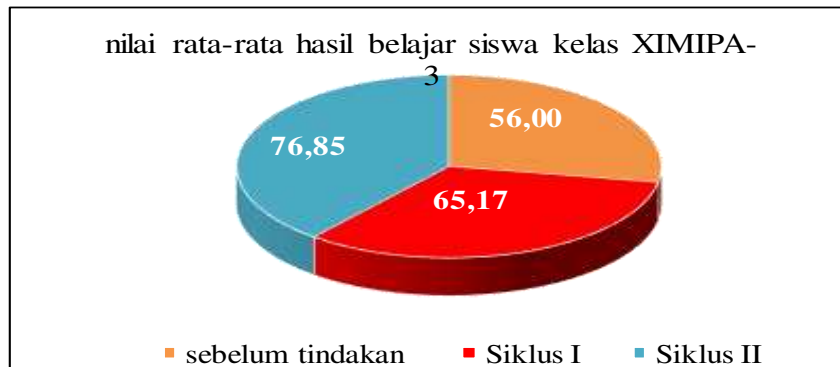
Rata-rata hasil belajar	Jumlah siswa	Persentase (%)	Keterangan
$90 \leq X \leq 100$	0	0	Baik Sekali
$80 \leq X < 90$	15	44,11	Baik
$70 \leq X < 80$	15	44,11	Cukup
$60 \leq X < 70$	2	5,88	Kurang
$0 \leq X < 60$	2	5,88	Kurang Sekali
Jumlah	34	100	

Adanya peningkatan yang cukup tinggi pada siklus kedua ini, dari 34 siswa yang mendapat nilai diatas nilai KKM 78 sebanyak 27 siswa atau 79,41% dan siswa yang mendapat nilai dibawah KKM sebanyak 7 orang atau 20,58%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa dari siklus I ke siklus II mengalami peningkatan hasil belajar 35,3 %.

Tabel 3. Perbandingan nilai hasil belajar siswa siklus I dan Siklus II

No	Rentang Nilai	Sebelum Tindakan		Siklus I		Siklus II		Keterangan
		Σ	%	Σ	%	Σ	%	
1	$90 \leq X \leq 100$	0	0	0	0	0	0	Baik sekali
2	$80 \leq X < 90$	0	0	6	17,64	15	44,11	Baik
3	$70 \leq X < 80$	8	23,52	16	47,05	15	44,11	Cukup
4	$60 \leq X < 70$	5	14,70	5	14,70	2	5,88	Kurang
5	$0 \leq X < 60$	21	61,76	7	20,58	2	5,88	Kurang sekali

Berdasarkan perbandingan hasil belajar diatas maka untuk nilai rata-rata hasil belajar siswa sebelum diberikan tindakan dan setelah diberikan tindakan baik pada siklus I dan siklus II dapat dilihat pada grafik



Grafik 1. Indikator Konsep Pemahaman

Berdasarkan tabel siklus 1 dan siklus 2 tersebut pada rangkaian proses penelitian dengan menggunakan penerapan model PBL berpendekatan STEM adalah meningkatkan hasil belajar siswa. penelitian tindakan kelas ini berlangsung selama 2 kali siklus untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian ini. Dimana pada siklus II dikatakan tuntas sesuai syarat ketentuan yaitu mencapai 70% siswa mencapai KKM dengan jumlah siswa 27 orang dan proses pembelajaran dengan menggunakan model *Discovery PjBL berbasis STEM* tidak harus dilanjutkan ke siklus berikutnya.



Gambar 1. Proses Belajar Mengajar dengan model PjBL berbasis STEM

PEMBAHASAN

Dari hasil observasi siklus I pertemuan pertama peneliti banyak mengalami kendala dan hambatan pada proses pembelajaran dikelas. Hal ini dikarenakan model pembelajaran *discovery PjBL berbasis STEM* merupakan model pembelajaran yang membutuhkan persiapan dari segala aspek. Siswa telah terbiasa dengan model konvensional, yang tidak memerlukan persiapan mental tertentu. Pada siklus I terjadi beban pada diri siswa dalam penyelesaian pengumpulan tugas namun pada siklus II Penyelesaian tugas yang merupakan kejenuhan siswa sebelumnya dirasa sudah berkurang karena sebagian besar siswa merasa tugas tersebut bermakna dalam memecahkan persoalan hidup sehari-hari.

Pada pertemuan siklus II proses pembelajaran dengan menggunakan model *discovery PjBL berbasis STEM*. semakin meningkat. Siswa semakin aktif, serta antusias dalam mengerjakan tugas penelitian. Terdapat peningkatan yang sangat baik dari data observasi antara lain siswa lebih percaya diri dalam memaksimalkan kemampuan akademiknya, diskusi lebih hidup. Karena banyak siswa yang berlomba untuk menjawab pertanyaan dan pemecahan masalah dalam proyek yang telah mereka buat. Pada siklus ke II pertemuan ke 2 sudah mulai terlihat peningkatan mulai dari proses belajar mengajar di kelas keaktifan siswa seperti siswa tidak malu-malu, saling berinteraksi dengan siswa yang lain, berdiskusi dengan teman yang lain, serta lebih semangat dan tidak mengantuk lagi. Selain itu, pengelolaan kelas sudah tertib dalam pembagian kelompok dan hasil belajar siswa sudah mulai meningkat hal ini terjadi karena model *discovery PjBL berbasis STEM* sudah tidak asing lagi bagi mereka dan siswa sudah mulai terbiasa dengan tantangan model belajar tersebut.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran Project Based Learning (PjBL) dapat meningkatkan aktivitas dan prestasi belajar siswa (Sitaresmi et. al., 2017). Selain itu, pembelajaran berbasis proyek ethno-STEM menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa (Sumarni & Kadarwati, 2020). Penelitian Syukriah et.al. (2020) menunjukkan bahwa model PjBL yang dikombinasikan dengan PDEODE telah meningkatkan hasil belajar kognitif siswa secara signifikan. Penelitian Aprianty et.al. (2020) juga mendapati bahwa model PjBL-STEM dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa. Selain penerapan model pembelajaran, penggunaan perangkat pembelajaran berbasis STEM-PjBL juga efektif digunakan dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan penelitian Triana et.al. (2020) yaitu perangkat pembelajaran perubahan lingkungan berbasis STEM-PjBL efektif terhadap keterampilan 4C siswa.

KESIMPULAN

Hasil penelitian membuktikan bahwa penerapan model PBL berpendekatan STEM dapat mendorong kemampuan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran kimia materi laju reaksi kelas XI IPA SMAN 1 Lemahabang dengan kriteria baik dan siswa memberikan tanggapan positif terhadap penerapan model PBL berbasis STEM pada materi laju reaksi. Peningkatan hasil belajar kimia materi laju reaksi pada siswa pada setiap siklus yaitu hasil belajar kimia siswa yang tuntas dari 44,11% pada siklus pertama menjadi 79,41% pada siklus kedua. Begitupun siswa yang tidak memenuhi standar $KKM \geq 75$ mengalami penurunan pada setiap siklus, siswa yang tidak memenuhi KKM sebanyak 55,88% pada siklus pertama mengalami penurunan menjadi 20,58% pada siklus kedua

REFERENSI

- Aprianty, H., Gani, A., & Pada, U.T. (2020). Implementation of Project-Based Learning Through STEM Approach To Improve Students' Science Process Skills and Learning Outcomes. *JTK: Jurnal Tadris Kimiya*. 5 (2), 144-152.
- Capraro, R., Capraro, M., & Morgan, J.R. (2013). *STEM Project-Based Learning*. Rotterdam: Sense Publisher.
- Farwati, R., Permanasari, A., Firman, H., & Suhery, T. (2017). Integrasi Project Based Learning dalam STEM Education Berorientasi pada Aktualisasi Literasi Lingkungan dan Kreativitas. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*. Universitas Sriwijaya.
- Kemendikbud. (2013) *Pengembangan Analisis Hasil Belajar Siswa*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Mullis, I.V. (2012). TIMMS 2011 International Results in Mathematics. *International Association for Evaluation of Educational Achievement*.
- Permanasari, A. (2016). STEM Education: inovasi dalam pembelajaran sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS)*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Shernoff, D.J., Sinha, S., Bressler, D.M., dan Ginsburg, L. (2017). Assessing Teacher Education and Professional Development Needs for the Implementation of Integrated Approaches to STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 4(1) 3, 1-16.

- Sitairesmi, K.S., Saputro, S., & Utomo, S.B. (2017). Penerapan Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) Untuk Meningkatkan Aktivitas dan Prestasi Belajar Siswa Pada Materi Sistem Periodik Unsur (SPU) Kelas X MIA 1 SMA Negeri 1 Teras Boyolali Tahun Pelajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, 6 (1), 54-61.
- Sudarmin. (2009). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Mahasiswa melalui Pembelajaran Kimia Terintegrasi Kemampuan Generik Sains. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Pendidikan dan Penerapan MIPA*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sudarmin. (2015). *Model Pembelajaran Inovatif Kreatif (Model PAIKEM dalam Konteks Pembelajaran dan Penelitian Sains Bermuatan Karakter)*, Semarang: Swadaya Manunggal.
- Sumarni, W. & Kadarwati, S. (2020). Ethno-STEM Project-Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 9 (1), 11-21
- Syah, M. (2007). *Psikologi Pendidikan dengan Pendekatan Nilai*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Syukriah, S., Nurmaliah, C., & Abdullah A. (2020). The implementation of project-based learning model to improve students' learning outcomes. AICMSTE 2019: IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series, 1-8.
- Tawil, M. & Liliyasi. (2013). *Berpikir kompleks dan ilmentasinya dalam pembelajaran IPA*. Makasar: Badan Penerbit UNM.
- Triana, D., Anggraito, Y.U., & Ridlo, S. (2020). Effectiveness of Environmental Change Learning Tools Based on STEM-PjBL Towards 4C Skills of Students. *Journal of Innovative Science Education*. 9 (2), 191-187.