

## EFEKTIFITAS MODUL AJAR BERBASIS STEAM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA

**Sulispiana<sup>1\*</sup>, Wawan Muliawan<sup>2</sup>, Indra Himayatul Asri<sup>3</sup>**  
**Program studi Pendidikan Biologi, Universitas Hamzanwadi**

\*Email: [sulispiana.210303020@student.hamzanwadi.ac.id](mailto:sulispiana.210303020@student.hamzanwadi.ac.id)

**Abstract:** This study aims to: (1) Develop a STEAM-based biology teaching module to improve students' critical thinking skills. (2) Determine the feasibility and practicality of the STEAM-based biology teaching module. (3) Determine the effectiveness of the STEAM-based teaching module. This development research uses the Borg and Gall model, which is carried out with 7 development stages, namely: initial information collection, planning, initial product development, small-scale trials, product revision, limited-scale trials, and product revision. The trial subjects in this study were material experts, design experts, biology teachers, 20 students from the small-scale trial, and 70 students from the limited-scale trial at SMAN 1 Pringgasela. The data collection technique was carried out using a questionnaire and the data were analyzed using quantitative descriptive analysis techniques. Based on the results of data analysis and discussion, it can be concluded that the STEAM-based biology teaching module product to improve students' critical thinking skills is feasible, practical, and effective for use during the learning process. This feasibility can be seen from the average feasibility percentage obtained from material experts 87.03%, design experts 97.08%, and biology teachers 90.97% so it is included in the very feasible category. Furthermore, the practicality of the teaching module can be seen from the average practicality score from student responses, which is 2.82 and is included in the practical category. Then the effectiveness of the teaching module can be seen from the average N-Gain obtained from the limited scale test of the experimental class 0.79 and the limited scale test of the control class 0.46. Based on the average N-Gain obtained, it has moderate criteria with a fairly effective level of effectiveness. Based on the results of the average percentage of STEAM-Based Student Worksheets per group, it shows that the STEAM-Based Student Worksheets to improve students' critical thinking skills are in the critical category.

**Keywords:** Teaching Module, Science Technology Engineering Art and Mathematics (STEAM), Critical Thinking.

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengembangkan modul ajar biologi berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa. (2) mengetahui kelayakan dan kepraktisan modul ajar biologi berbasis STEAM. (3) mengetahui keefektifan modul ajar berbasis STEAM. Penelitian pengembangan ini menggunakan model *Borg and Gall* yang dilakukan dengan 7 tahapan pengembangan yakni: pengumpulan informasi awal, perencanaan, pengembangan produk awal, uji coba skala kecil, revisi produk, uji coba skala terbatas, revisi produk. Subyek uji coba dalam penelitian ini ialah ahli materi, ahli desain, guru biologi, 20 siswa uji coba skala kecil dan 70 siswa uji coba skala terbatas di SMAN 1 Pringgasela. Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan angket dan data dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif. Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa produk modul ajar biologi berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis siswa layak, praktis, dan efektif untuk digunakan selama proses pembelajaran. Kelayakan tersebut dapat dilihat dari perolehan rata-rata persentase kelayakan dari ahli materi 87.03%, ahli desain 97.08%, dan guru biologi 90.97% sehingga termasuk dalam kategori sangat layak. Eefektivitas modul ajar dapat dilihat dari perolehan N-Gain rata-rata uji skala terbatas kelas eksperimen 0.79 dan uji skala terbatas kelas kontrol 0.46. Berdasarkan N-Gain rata-rata yang diperoleh maka hal tersebut memiliki kriteria sedang dengan tingkat keefektifan cukup efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa berada pada kategori kritis.

**Kata Kunci:** Modul Ajar, *Science Technology Engineering Art and Mathematics* (STEAM), Berpikir Kritis.

Pendidikan di era modern menuntut adanya inovasi dalam pembelajaran yang mampu mengembangkan keterampilan abad ke-21, salah satunya adalah berfikir kritis. Berpikir kritis merupakan kemampuan esensial yang membantu siswa dalam menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah secara logis. Namun, kenyataan dilapangan menunjukkan bahwa pembelajaran di sekolah masih didominasi oleh metode konvensional yang kurang mendorong keterampilan berpikir kritis siswa. Kurikulum merupakan kerangka kerja yang digunakan dalam perencanaan, pengajaran, dan penilaian di dalam sistem pendidikan (Ornstein & Hunkins, 2018). Dalam era Abad ke-21, kurikulum harus memperhatikan kebutuhan siswa yang berbeda, mendorong kreativitas, kemampuan berpikir kritis, keterampilan kolaborasi, pemecahan masalah, literasi digital, dan kemampuan beradaptasi dengan perubahan yang cepat (Trilling & Fadel, 2009). Pengembangan Kurikulum Merdeka menjadi salah satu pendekatan yang relevan dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21 dalam pendidikan. Kurikulum Merdeka menciptakan lingkungan pembelajaran yang kolaboratif, dimana siswa aktif terlibat dalam pengambilan keputusan terkait dengan materi pembelajaran, metode pengajaran, dan penilaian (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek, 2022).

Berpikir kritis adalah kemampuan untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan mengambil keputusan secara rasional. Hal ini tentu saja sejalan dengan Permendikbud No. 103 tahun 2014 yang menyebutkan bahwa peserta didik adalah subjek yang memiliki kemampuan untuk secara aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi, dan menggunakan pengetahuan. *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics* (STEAM) dapat menjadi metode yang sangat efektif untuk membiasakan siswa berpikir secara kritis dan mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan di masa depan (Kemendikbud, 2014). Namun, di SMAN 1 Pringgasela proses belajar mengajar masih cenderung menggunakan metode belajar konvensional dimana proses pembelajaran masih didominasi oleh guru dan sangat jarang melakukan praktikum untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa serta keaktifan siswa dalam belajar. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengembangkan modul ajar berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem peredaran darah manusia.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan model *Borg and Goal*, tetapi hanya meliputi 7 tahapan yaitu: pengumpulan informasi awal, perencanaan, pengembangan produk awal, uji coba skala kecil, revisi produk, uji coba terbatas dan revisi produk. Penelitian ini menggunakan dua alat pengumpulan data yaitu angket dan tes. Angket adalah metode pengumpulan data yang melibatkan memberi responden sejumlah pernyataan atau pertanyaan tertulis untuk meminta jawaban (Sugiyono, 2021).

Pada penelitian ini angket diberikan kepada ahli materi, ahli desain, guru biologi dan siswa SMAN 1 Pringgasela untuk menilai modul ajar berbasis STEAM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem peredaran darah manusia sebagai evaluasi dan saran bagi peneliti untuk memperbaiki produk yang dikembangkan sebelum menjadi produk akhir. Sedangkan tes berupa *pre-test* dan *post-test* hanya diberikan kepada siswa untuk mengukur keefektifan modul ajar yang dikembangkan untuk meningkatkan berpikir kritis siswa setelah menggunakan produk modul ajar yang dikembangkan.

**Tabel 1 Pedoman Penskoran Berpikir Kreatif**

No	Indikator	Sub Indikator	Skor
1.	Mengidentifikasi (siswa mampu merumuskan informasi dengan jelas)	Menjelaskan seluruh informasi yang ada pada soal dengan benar.	3
		Menjelaskan seluruh informasi yang ada pada soal namun ada beberapa yang salah.	2
		Menjelaskan seluruh informasi yang ada pada soal namun semua salah	1
2.	Mengklarifikasi (siswa mampu menemukan kembali pertanyaan penting dalam permasalahan)	Menemukan inti soal dengan lengkap dan tepat.	3
		Menemukan inti soal namun kurang lengkap.	2
		Menemukan inti soal yang salah.	1
3.	Mengevaluasi (siswa mampu menyelesaikan masalah dengan menemukan alasan logis)	Memberikan alasan yang logis dan tepat.	3
		Memberikan alasan kurang tepat namun logis.	2
		Memberikan alasan namun salah.	1
4.	Menyimpulkan (siswa mampu menyimpulkan berdasarkan strategi dengan tepat)	Menyimpulkan dengan tepat.	3
		Menyimpulkan namun beberapa salah.	2
		Menyimpulkan semua salah.	1

Fisher (Amalia, 2020)

Teknik analisis data yang digunakan untuk mengolah data dari hasil validasi dan uji coba pengembangan yaitu analisis data kualitatif dan kuantitatif yang didapatkan dari angket sebagai penilaian dan masukan untuk menyempurnakan produk yang dikembangkan sebelum menjadi produk akhir. Data kualitatif didapatkan berdasarkan hasil validasi oleh tim ahli berupa saran dan komentar serta hasil respon peserta didik terhadap pembelajaran dan produk modul ajar selama uji coba terbatas dilakukan. Adapun data kuantitatif didapatkan dari hasil penilaian angket oleh ahli materi, desain, guru penggerak, dan angket respon siswa serta penilaian soal tes. Selanjutnya data yang berupa skor dari tanggapan ahli maupun siswa dikumpulkan melalui angket dan tes dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan teknik persentase dan kategorisasi (Zohrani & Mas'aniah, 2017: 73). Analisis data kuantitatif sebagai berikut:

Analisis data hasil angket penilaian validator dan siswa

Langkah-langkah yang digunakan untuk memberikan kriteria kualitas terhadap produk yang dikembangkan adalah:

- a. Data yang berupa skor tanggapan para ahli yang diperoleh melalui lembar validasi diubah menjadi data interval. Menggunakan Skala Likert 1-4, yaitu skor 4 (Sangat Baik/SB), skor 3 (Baik/B), skor 2 (Cukup/C), dan skor 1 (Kurang/K).

**Tabel 2 Skor Penilaian Validator, Guru Dan Respon Siswa**

Kriteria	Skor
Sangat baik (SB)	4
Baik (B)	3
Cukup (C)	2
Kurang (K)	1

Sumber: Sugiyono, 2022

- b. Menilai kelayakan modul ajar untuk diimplementasikan pada materi sistem pernapasan kelas XI. Setelah data tersebut diperoleh, untuk melihat bobot masing-masing tanggapan dan menghitung skor reratanya dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

**Keterangan :**

$\bar{x}$  = Skor rata-rata

$\sum x$  = Skor total masing-masing atau skor perolehan

$n$  = Jumlah validator/penilai

Untuk menentukan kelayakan produk yang dikembangkan, maka perlu diketahui persentase kelayakan produk tersebut dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Hasil} : \frac{\text{Total skor yang diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100 \%$$

Kategori kelayakan berdasarkan kriteria sebagai berikut (Arikunto, 2009: 35)

**Tabel 3 Kriteria Kelayakan Modul Ajar**

No	Skor dalam persen (%)	Kategori kelayakan
1	< 21 %	Sangat Tidak Layak
2	21-40 %	Tidak Layak
3	41-60 %	Cukup Layak
4	61-80 %	Layak
5	81-100 %	Sangat Layak

Sumber: Arikunto, 2009

- c. Untuk menganalisis kepraktisan modul ajar berbasis *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics* (STEAM) berdasarkan respon guru biologi dan respon peserta didik digunakan rumus rata-rata, yaitu:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

$\bar{x}$  : Rata-rata skor tiap aspek

$\sum \bar{x}$ : jumlah skor tiap aspek

$N$  : jumlah validator

**Tabel 4 Kriteria Kategori Penilaian Ideal Modul Ajar**

Interval	Kriteria
$\bar{X} > 3,25$	Sangat praktis
$2,75 > x > 3,25$	Praktis
$2,25 > x > 2,75$	Cukup praktis
$1,75 > x > 2,25$	Kurang praktis

Sumber: Ridwan, 2012

- d. Analisis efektifitas modul ajar  
Analisis efektifitas berupa hasil tingkat berpikir kritis data yang berupa skor hasil pengerjaan *pretest* dan *posttest* yang akan digunakan untuk mengetahui keefektifan perangkat pembelajaran terhadap berpikir kritis siswa setelah

menggunakan produk perangkat pembelajaran dianalisis dengan langkah-langkah sebagai berikut (Zohrani & Mas'aniah 2017):

- 1) Menentukan kriteria jawaban peserta didik. Adapun langkah yang dilakukan yaitu menganalisis hasil dari jawaban peserta didik terhadap pengerjaan *pretest* dan *posttest* dengan cara memberikan skor pada setiap jawaban siswa dengan menggunakan pedoman penskoran kemampuan berpikir kritis yang telah disajikan pada **tabel 1**.
- 2) Selanjutnya menghitung nilai yang terjadi sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan modul ajar tersebut dihitung dengan g faktor (N-Gain) sebagai berikut:

$$g = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor ideal} - \text{skor pretest}}$$

Kemudian interpretasi N-Gain menurut Hake (Knight, 2004: 9) pada **tabel 5** sebagai berikut:

**Tabel 5 Klasifikasi Interpretasi N-Gain**

Besar persentase	Intepretasi	Tingkat Efektivitas
$g > 0,7$	Tinggi	Efektif
$0,3 < g < 0,7$	Sedang	Cukup Efektif
$g < 0,3$	Rendah	Kurang Efektif

Sumber: Hake (knight, 2004)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Kelayakan Produk

#### 1) Ahli Materi

Berdasarkan hasil validasi oleh validator diperoleh persentase kelayakan sebagai berikut:



**Gambar 1. Grafik Analisis Data Kelayakan Produk Berdasarkan Penilaian Ahli Materi**

#### 2) Ahli Desain

Berdasarkan hasil validasi oleh validator diperoleh persentase kelayakan sebagai berikut :



**Gambar 2. Grafik Analisis Data Kelayakan Produk Berdasarkan Penilaian Ahli Desain**

3) Respon Guru Biologi

Berdasarkan hasil validasi dari guru biologi diperoleh persentase kelayakan sebagai berikut:



**Gambar 3. Grafik Analisis Data Kelayakan Produk Berdasarkan Respon Guru Biologi**

b. Kepraktisan (Respon peserta didik)

Dari hasil respon peserta didik yang diberikan kepada 20 orang peserta didik dapat diperoleh kelayakan dengan nilai 2,82 secara keseluruhan dengan kriteria praktis. Berikut disajikan tabel hasil penilaian kepraktisan oleh peserta didik.

**Tabel 6 Hasil Kepraktisan Modul**

Responden	Jumlah Responden	Total Skor Perolehan	Rata-rata	Kategori	Keterangan
Peserta Didik	20	959	2.82	Praktis	Layak Digunakan

### Hasil Uji Coba Produk

Setelah produk tersebut divalidasi dan diperbaiki, uji coba produk skala kecil (terbatas) dilakukan untuk mengetahui reaksi siswa terhadap kelayakan dan kepraktisan produk.

#### 1) Uji Coba Skala Kecil

Pada tahap ini, uji coba skala kecil dilakukan. untuk menguji kelayakan dan kepraktisan produk yang telah di validasi. Pengerjaan LKPD dan soal test kemampuan kritis yang dilakukan oleh 20 siswa SMAN 1 Pringgasela.

##### a) Penilaian LKPD STEAM

**Tabel 7 Hasil Penilaian LKPD Uji Coba Skala Kecil**

No	Nama Kelompok	Jumlah Penilaian					Total Skor	Nilai	Kategori
		1	2	3	4	5			
1	Kelompok 1	1	2	2	1	2	8	53	Cukup Kritis
2	Kelompok 2	3	3	2	3	2	13	86	Sangat Kritis
3	Kelompok 3	3	2	2	3	2	12	80	Sangat Kritis
4	Kelompok 4	3	3	2	3	3	14	93	Sangat Kritis

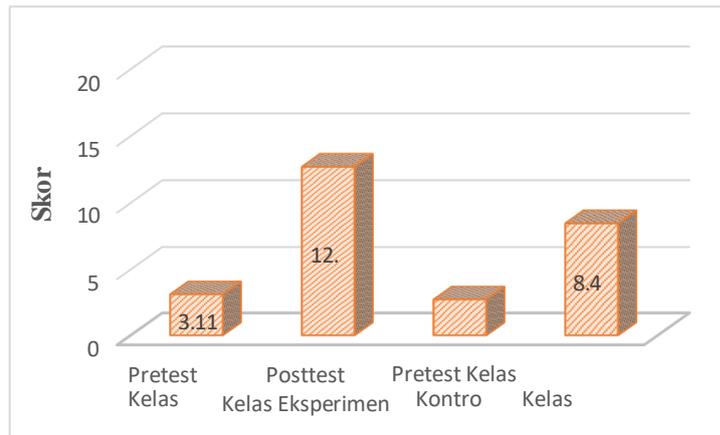
##### b) Penilaian Produk Alat Peraga

**Tabel 8 Hasil Penilaian Produk Uji Coba Skala Kecil**

No	Nama Kelompok	Aspek Yang Dinilai									Total Skor	Nilai	Kategori	
		Kerapian Produk				Kesesuaian Konsep			Sistematis					
		A	B	C	D	A	B	C	A	B				C
1	Kelompok 1	3	2	3	2	4	3	4	3	3	3	30	60	Cukup Kritis
2	Kelompok 2	3	2	2	3	4	3	4	3	3	3	30	60	Cukup Kritis
3	Kelompok 3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	38	76	Kritis
4	Kelompok 4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	42	84	Sangat Kritis

##### c) Penilaian Tes Kemampuan Berpikir Kritis

Untuk menguji efektifitas modul ajar terhadap berpikir kritis siswa, peneliti menggunakan desain satu kelompok dengan *pretest* dan *posttest*. Metode ini melibatkan pengukuran kemampuan siswa sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil skor *pretest* dan *posttest* penerapan modul ajar berbasis STEAM.



**Gambar 4 Grafik Skor Rata-Rata *Pretest* dan *Posttest* Berpikir Kritis Siswa Pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol**

Selanjutnya untuk peningkatan kemampuan kritis atau uji keefektifan dapat dilihat melalui presentase perolehan N-Gain berdasarkan jumlah siswa, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 9 Hasil Perolehan N-Gain Kelas Uji Skala Terbatas**

Responden	Jumlah Responden	Kategori			N-Gain	Kriteria
		Tinggi	Sedang	Rendah		
Kelas Eksperimen	34	29	5	0	0.79	Tinggi
Kelas Kontrol	36	0	31	5	0.46	Sedang

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol terdapat perbedaan hasil akhir atau N-Gain yang diperoleh, dimana hasil perolehan N-Gain pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Persentase perolehan N-Gain berdasarkan jumlah siswa pada kelas eksperimen dan kontrol mempunyai kategori sedang dan tinggi. Pada kelas eksperimen jumlah siswa yang mendapatkan N-Gain tinggi lebih banyak dibandingkan dengan N Gain kategori sedang. Sedangkan di kelas kontrol mendapatkan N- Gain dengan kategori sedang dan rendah. Oleh karena itu dapat diketahui bahwa produk modul ajar biologi berbasis *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics* (STEAM) efektif digunakan dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian dan pengembangan yang dilakukan di SMAN 1 Pringgasela dengan menggunakan model Borg and Gall yang dilakukan dengan 7 tahapan pengembangan beberapa kesimpulan dapat diambil: modul ajar yang dikembangkan dinilai

sangat layak, mudah dan efisien untuk digunakan dalam proses belajar. Hal ini dilihat dari persentase kelayakan rata-rata 87,03% dari ahli materi, 97,08% dari ahli desain, dan 90,97% penilaian dari guru biologi dan skor praktis dengan rata-rata 2.82. Perolehan N-Gain saat uji skala terbatas pada kelas kontrol dan kelas eksperimen tes kemampuan berpikir kritis siswa efektif digunakan selama proses pembelajaran berlangsung di kelas. Hal ini berdasar skor rata-rata *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen pada materi sistem peredaran darah yaitu 3,11 dan 12,7 dengan perolehan N-Gain 0,79 yang termasuk dalam kategori tinggi. Sementara itu pada kelas kontrol skor rata-rata *pretest* dan *posttest* berturut-turut yaitu 2,75 dan 8,47 dengan perolehan N-Gain 0,46 dengan kategori sedang. Ini menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh hasil yang lebih baik karena menggunakan teknik pembelajaran yang lebih efisien.

## Saran

Adapun saran untuk peneliti agar pada penelitian selanjutnya yakni dalam pengembangan modul ajar biologi berbasis *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics* (STEAM) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa bisa juga dilakukan pada materi-materi yang lainnya, baik untuk kelas X, XI maupun kelas XII.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kemendikbudristek. (2022). *Panduan implementasi Kurikulum Merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Ornstein, A. C., & Hunkins, F. P. (2018). *Curriculum: Foundations, principles, and issues* (Edisi ke- 8). Pearson Higher Education.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2014). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kemendikbud.
- Fatmawati, B. (2023). *Metodologi Penelitian*. Selong: Universitas Hamzanwadi
- Ferazona, S. (2020). A Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Penggunaan Strategi Active Sharing Knowledge Upaya Mempersiapkan Generasi Abad 21: Berpikir Kritis. *Perspektif Pendidikan dan Keguruan*, 11(1), 64-70.
- Fisher, A. (2007). *Berpikir Kritis sebuah Pengantar*. Jakarta: Erlangga
- Lubis, M. U., Siagian, F. A., Zega, Z., Nuhdin, N., & Nasution, A. F. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Sebagai Upaya Peningkatan Keterampilan Abad 21 Dalam Pendidikan. *ANTHOR: Education and Learning Journal*, 2(5), 691-695.
- Maulidiansy, H., & Hendrayana, A. (2023). E-Motivector (E-Modul Interaktif Berbantuan Video Creator) yang Mendukung Pembelajaran STEAM. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 6(2), 336-346.
- Pudjiastuti, C. A., Roshayanti, F., & Dewi, E. R. S. (2024). Potensi Implementasi Steam (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) Pada Pembelajaran Biologi Di SMA St. Louis Semarang. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran (JPP)*, 6(1).
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.