



**PENGARUH MEDIA *GAME* EDUKASI BERBASIS STEM
PADA TOPIK KONVERSI SAMPAH ORGANIK MENJADI
ECOENZYME TERHADAP KETERAMPILAN
KOLABORASI DAN HASIL BELAJAR SISWA
KELAS X SMA**

SKRIPSI

Oleh

**Nadia Nuranisa
200210103030**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JEMBER
2024**



**PENGARUH MEDIA *GAME* EDUKASI BERBASIS STEM
PADA TOPIK KONVERSI SAMPAH ORGANIK MENJADI
ECOENZYME TERHADAP KETERAMPILAN
KOLABORASI DAN HASIL BELAJAR SISWA
KELAS X SMA**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana, pada
program studi Pendidikan Biologi.*

SKRIPSI

Oleh

**Nadia Nuranisa
200210103030**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
JEMBER
2024**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas kelimpahan rahmat serta hidayah-Nya, serta sholawat dan salam disampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini dipersembahkan dengan penuh cinta dan kasih kepada:

1. Teristimewa kedua orang tua saya, Bapak Sugeng Harianto dan Ibu Suharmi yang senantiasa memberikan kasih sayang, cinta, dukungan serta doa yang tiada hentinya, serta Adik tercinta Febrian Ahmad Adi Nugroho yang memberikan doa serta dukungan salam menyelesaikan skripsi ini;
2. Bapak dan Ibu guru yang telah mendidik dan memberikan ilmunya sejak TK, SD, SMP, SMA hingga Perguruan Tinggi;
3. Almamater Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Jember, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember sebagai tempat menuntut ilmu.

MOTTO

“Maka sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(Terjemahan Q.S. Al-Insyirah 94:5)¹

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat” (Terjemahan Q.S. Al-

Mujadalah 58:11)²

“It's not always easy, but that's life. Be strong because there are better days ahead” (Mark Lee from NCT)³

“Never give up on your dreams. Hard work and patience will get you there”

(Na Jaemin from NCT)⁴

^{1,2} Al-Qur'an dan Terjemahnya (Jakarta : Departemen Agama RI, Yayasan Penerjemah dan Penerbit Al_Qur'an)

³ <https://www.suara.com/lifestyle/2023/09/22/154745/10-quotes-mark-nct-paling-ikonik-kata-kata-motivasi-yang-bikin-semangat-jalani-hari>

⁴ <https://filosofcantik.com/kumpulan-quotes-motivasi-jaemin-nct/>

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nadia Nuranisa

NIM : 200210103030

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Pengaruh Media Game Edukasi Berbasis STEM Pada Topik Konversi Sampah Organik Menjadi Ecoenzyme Terhadap Keterampilan Kolaborasi Dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Juli 2024

Yang menyatakan,

(Nadia Nuranisa)

NIM. 200210103030

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Pengaruh Media Game Edukasi Berbasis STEM pada Topik Konversi Sampah Organik Menjadi Ecoenzyme terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 18 Juli 2024

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Drs. Slamet Hariyadi, M.Si

NIP : 196801011992031007

(.....)

2. Pembimbing Anggota

Nama : Dr. Dra. Jekti Prihatin, M.Si

NIP : 196510091991032001

(.....)

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Prof. Dr. Suratno, M.Si

NIP : 196706251992031003

(.....)

2. Penguji Anggota 1

Nama : Dr. Bea Hana S. S.Pd., M.Pd., MCE., CIQar (.....)

NIP : 199004012019032025

ABSTRACT

Implementing 21st-century learning requires teachers to apply TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge) so that it is easier to hone critical thinking, communication, creativity, and collaboration skills (4C). Collaboration is considered a skill that needs to be applied to students because students cannot accommodate each other and participate in group tasks and have low enthusiasm and motivation to learn. This study aims to determine the effect of STEM-based educational game media on the topic of conversion to coenzymes on collaboration skills and learning outcomes of grade X high school students. The exploration system used is Quasi-experimental (Nonequivalent Control Group Design), with control class samples using conventional media and experimental classes using STEM-based educational game media. Data collection techniques include observation for collaboration skills and pretest posttest to measure student learning outcomes on cognitive aspects. The ability of collaboration skills measured in this study includes aspects of productive work, mutual respect, compromise, contribution and responsibility. The results of the research that has been done obtained the average data of collaboration skills in the experimental class is 82.07 and in the control class is 73.19 then conducted an independent T-test sig <0.05 (P = 0.00) and Cohen's effect size of 0.0843 which means it shows a significant difference in the level of collaboration between experimental and control. Student learning outcomes in the experimental class were 85.79 and in the control class were 69.97 then measured using the Anakova test using SPSS 25. Student learning outcomes in cognitive aspects obtained a significance value of 0.000 (sig < 0.05) which means that the use of STEM-based educational game media has a significant effect on student cognitive learning outcomes.

Keywords: STEM-based educational game media, collaboration, learning outcomes

RINGKASAN

Pengaruh Media Game Edukasi Berbasis STEM Pada Topik Konversi Sampah Organik Menjadi Ecoenzyme terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA; Nadia Nuranisa, 200210103030; 2024, 43 halaman, Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan Pendidikan MIPA: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Pembelajaran di abad 21 siswa dituntut untuk lebih aktif, tidak hanya aktif berkomunikasi, tetapi juga mampu berkolaborasi. Segala peningkatan telah dilakukan pada aspek kualitas sumber daya manusia yang dikembangkan melalui jalur pendidikan. Salah satunya pengembangan kualitas siswa yang terus ditingkatkan yakni pada pembelajaran biologi. Permasalahan pembelajaran biologi di tingkat SMA yang dirasa sulit oleh siswa salah satunya pada materi perubahan lingkungan masih banyak miskonsepsi. Kemudian, belum maksimalnya penerapan media pembelajaran yang menarik. Hal ini menjadi suatu permasalahan yang mempengaruhi keterampilan kolaborasi siswa dan hasil belajar siswa rendah. Oleh karena itu, diperlukan penerapan media pembelajaran yang mampu menunjang suasana belajar yang menyenangkan dan rileks sehingga dapat mendorong siswa untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar. Media *game* edukasi berbasis STEM berpotensi untuk meningkatkan pemahaman, kemampuan kolaborasi siswa. Dalam penelitian sebelumnya, dijelaskan bahwa *game* edukasi telah menjadi komponen penting dari pedagogi modern dalam lanskap digital yang berkembang pesat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik sampah organik menjadi ecoenzyme terhadap keterampilan kolaborasi siswa dan hasil belajar siswa kelas X SMA.

Penelitian ini dilakukan di MA Negeri 3 Kediri pada semester genap tahun ajaran 2023/2024. Jenis penelitian yang digunakan adalah *quasi eksperimental (Nonequivalen Control group design)*. Populasi dalam penelitian ini yaitu kelas X MA Negeri 3 Kediri. Berdasarkan analisis yang dilakukan, diperoleh sampel terdiri atas 38 siswa X-A sebagai kelas eksperimen dengan menggunakan media

game edukasi berbasis STEM, LKPD serta 38 siswa X-B sebagai kelas kontrol dengan menggunakan media pembelajaran konvensional yaitu PPT dan LKPD. Teknik pengumpulan data adalah *pre-test* dan *post-test* yang digunakan untuk mengukur hasil belajar pada aspek kognitif siswa serta LKPD yang digunakan untuk mengukur keterampilan kolaborasi siswa. Metode analisis data yang digunakan untuk keterampilan kolaborasi menggunakan uji *independent t-test* dan menggunakan rumus *cohen's effect size* untuk mengetahui tingkat perbedaan kolaborasi kelas eksperimen dan kelas kontrol, sedangkan hasil belajar aspek kognitif menggunakan uji Anakova, dengan keseluruhan data di analisis menggunakan IBM SPSS 25. Berdasarkan uji *independent t-test* yang telah dilakukan, menunjukkan hasil signifikansi $0,000 < 0,005$ artinya terdapat perbedaan keterampilan kolaborasi pada kelas eksperimen dan kelas kontrol kemudian diukur dengan rumus *cohen's* menunjukkan tingkat perbedaan kolaborasi besar. Hasil belajar siswa aspek kognitif diukur menggunakan uji Anakova diperoleh nilai signifikansi 0,000 ($\text{sig} < 0,05$) yang berarti bahwa penggunaan media *game* edukasi berbasis STEM berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar kognitif siswa

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu terdapat pengaruh penerapan media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa kelas X SMA.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi dengan judul "Pengaruh Media Game Edukasi Berbasis STEM Pada Topik Konversi Sampah Organik Menjadi Ecoenzyme terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA" dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat penyelesaian pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, disampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Bambang Soepeno, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Prof. Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
4. Dr. Drs. Slamet Hariyadi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Dr. Dra. Jekti Prihatin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang juga telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian untuk penulisan skripsi ini;
6. Prof. Dr. Suratno, M.Si selaku Dosen Penguji Utama yang sudah bersedia memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
7. Dr. Bea Hana Siswati, S.Pd., M.Pd., MCE., CIQar selaku Dosen Penguji Anggota yang sudah bersedia memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
8. Dra. Pudjiastuti, M.Si. dan selaku Dosen Pembimbing Akademik selama masa perkuliahan

9. Bapak dan Ibu Dosen yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama masa studi di Pendidikan Biologi,
10. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan yang telah membantu selama masa studi;
11. Kedua orang tua tercinta, ayah Sugeng Harianto, Ibu Suharmi, dan adik tersayang Febrian Ahmad Adi Nugroho, serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa, perhatian, dan dukungan demi tercapainya cita-cita;
12. Laili Nurin Nabila, Muhammad Ali Faqih A. H sebagai saudara yang terus mendukung dan memberikan semangat serta bantuan dalam penelitian;
13. Jihan, Dyah, Rohimi, Mahfudhotul, Arina, Febi dan Findi sebagai sahabat yang terus mendukung dan memotivasi dalam pengerjaan skripsi;
14. Teman-teman Pendidikan Biologi angkatan 2020;
15. Member NCT yang selalu menjadi *moodboster* penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
16. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menerima segala kritik dan saran dari berbagai pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagaimana mestinya.

Jember, 7 Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Penelitian.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2. TINJAUAN TEORI	6
2.1 Media Pembelajaran	6
2.1.1. Pengertian Media Pembelajaran	6
2.1.2. Media Game Edukasi.....	7
2.2 Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i> (STEM).....	9
2.2.1. Pengertian STEM	9
2.2.2. Pendekatan STEM dalam Pembelajaran.....	9
2.2.3. Manfaat STEM	10
2.3 Keterampilan Kolaborasi Siswa.....	10

2.4 Hasil Belajar	12
2.5 Pencemaran Sampah Organik	13
2.5.1 Pengertian Pencemaran sampah	13
2.5.2 <i>Ecoenzyme</i>	14
2.6 Kerangka Berpikir.....	16
2.7 Hipotesis	17
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Populasi dan Sampel/Subyek Penelitian.....	18
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	18
3.3.1 Metode observasi.....	18
3.3.2 Metode tes	19
3.3.1. Metode Dokumentasi.....	19
3.4 Desain Penelitian	19
3.5 Prosedur Penelitian	20
3.6 Teknik Analisis Data	21
3.6.1 Analisis Keterampilan Kolaborasi	21
3.6.2 Analisis Hasil belajar siswa.....	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Penelitian	24
4.1.1 Keterampilan Kolaborasi Siswa	24
4.1.2 Hasil Belajar Siswa.....	25
4.2 Pembahasan	27
4.2.1. Keterampilan Kolaborasi Siswa	27
4.2.2. Hasil Belajar Siswa.....	32
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Kolaborasi.....	12
Tabel 3.1 Desain penelitian.....	19
Tabel 3.2 Skor Keterampilan Kolaborasi.....	21
Tabel 3.3 Kriteria keterampilan kolaborasi siswa.....	21
Tabel 3.4 Kriteria Nilai <i>Cohen's d effect Size</i>	22
Tabel 4.1 Rata-rata Nilai setiap Indikator Keterampilan Kolaborasi.....	24
Tabel 4.2 Analisis Statistik Keterampilan Kolaborasi Siswa	24
Tabel 4.3 Data Hasil Belajar Kognitif Siswa	25
Tabel 4.4 Hasil Uji Anakova Hasil Belajar Kognitif	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Game</i> edukasi	8
Gambar 2.2 Sampah Organik.....	13
Gambar 2.3 <i>Ecoenzyme</i>	15
Gambar 2.4. Bagan Kerangka berpikir	16
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Matriks Penelitian.....	44
Lampiran 2. Alur Tujuan Pembelajaran.....	44
Lampiran 3. Modul Kelas	44
Lampiran 4. Soal Pretes dan Postest	44
Lampiran 5. Lembar kisi-kisi.....	44
Lampiran 6. Hasil Nilai <i>Pretest</i> Dan <i>Posttest</i>	45
Lampiran 7. LKPD.....	45
Lampiran 8. Rubrik Keterampilan Kolaborasi.....	45
Lampiran 9. Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi	45
Lampiran 10. Nilai Keterampilan Kolaborasi.....	45
Lampiran 11. Lembar SPSS.....	46
Lampiran 12. Lembar Keterlaksanaan Pembelajaran	46
Lampiran 13. Surat Bukti Penelitian.....	46
Lampiran 14. Gambar Media <i>Game</i> Edukasi Berbasis STEM	46
Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian.....	46
Lampiran 16. Lembar Validasi	46

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran abad 21 merupakan pembelajaran yang mempersiapkan sumber daya manusia untuk kebutuhan abad sekarang. Pembelajaran di abad 21 siswa dituntut untuk lebih aktif, tidak hanya aktif berkomunikasi, tetapi juga mampu berkolaborasi, sedangkan peran guru hanya sebagai fasilitator. Penerapan pembelajaran abad 21 menuntut guru untuk menerapkan TPACK (*Technological Pedagogical and Content Knowledge*) sehingga lebih mudah mengasah keterampilan *critical thinking, communication, creativity and collaboration* (4C) (Hastuti dan Syukur, 2021). Kolaborasi dianggap sebagai keterampilan yang perlu untuk diterapkan oleh siswa (Rahmawati *et al.*, 2019).

Kolaborasi merupakan interaksi dimana orang bertanggung jawab atas tindakan mereka, termasuk belajar dan menghormati apa yang dapat dilakukan rekan mereka dan apa yang telah mereka berikan. Hal ini menunjukkan cara berinteraksi dengan orang lain dengan menghormati dan menunjukkan kemampuan dan kontribusi setiap anggota kelompok (Ansari dan Khan, 2020). Masalah yang paling krusial dari kualitas pendidikan saat ini adalah masalah rendahnya kualitas proses pembelajaran, rendahnya minat belajar, dan hasil belajar siswa terutama kemampuan kolaborasi. Ketidakmampuan siswa untuk berkolaborasi dan menghargai perbedaan pendapat ditandai dengan kurangnya kemampuan mereka untuk melakukan pembelajaran kelompok. Siswa tidak saling menampung dan memiliki pikiran yang tertutup, siswa tidak ingin berpartisipasi dalam tugas bersama serta semangat dan motivasi yang rendah untuk menyelesaikan tugas, dan sangat sedikit untuk memberikan apresiasi atas prestasi teman sebaya (Harackiewicz *et al.*, 2016). Pengalaman belajar dan teknologi telah menjadi bagian penting dari lanskap pendidikan yang terus berubah untuk mendorong kolaborasi, keterlibatan, dan hasil belajar siswa terutama dalam pelajaran biologi.

Biologi juga merupakan salah satu bidang yang menggabungkan banyak konsep, teori, dan prinsip yang kompleks (Ansori *et al.*, 2022). Siswa tidak dapat memahami dan menguasai pelajaran dalam kondisi monoton atau kurang menarik. Sebaliknya, jika guru dapat menerapkan suatu media pembelajaran yang membantu siswa mengaitkan pelajaran dengan dunia nyata, siswa akan sangat termotivasi (Keller, 2016). Materi perubahan dan pencemaran lingkungan, sub topik sampah organik menguraikan berbagai macam permasalahan, dimana materi tersebut banyak konsep dan teori kompleks. Dengan demikian penting bagi guru untuk menerapkan media yang menarik agar siswa fokus dan berpartisipasi aktif dalam pembelajaran biologi. Hal tersebut secara tidak langsung dapat mempengaruhi kemampuan siswa untuk berkolaborasi dalam belajar (Lestari, 2020). Keuntungan belajar dengan menggunakan media yang menarik dan efektif mempunyai tingkat partisipasi aktif yang tinggi supaya diperoleh hasil belajar yang berkualitas (Wijayanti, 2020).

Siswa yang kurang berpartisipasi aktif menyebabkan kesulitan dalam pembelajaran, hal ini ditandai dengan prestasi siswa yang rendah (Pasaribu *et al.*, 2023). Kesulitan belajar dapat dilihat dari sikap siswa yang tidak memperhatikan ketika guru mengajar. Siswa menyibukkan diri dengan kegiatannya masing-masing, dan justru tidak mengerjakan tugasnya ketika diberikan tugas (Haka *et al.*, 2023). Kesulitan belajar lainnya adalah kurangnya kemampuan guru memanfaatkan media dengan baik sehingga banyak murid yang tidak termotivasi untuk belajar (Abidin 2019). Dengan demikian, pasti akan berdampak pada seberapa aktif siswa berpartisipasi dalam proses belajar mengajar. Akibatnya, nilai yang diterima siswa cenderung tidak optimal, dan beberapa siswa bahkan mencapai nilai di bawah kriteria ketuntasan minimal (KKM) (Riskah *et al.*, 2024). Solusi yang dapat dipertimbangkan adalah pembelajaran biologi harus dilakukan dengan cara yang menyenangkan salah satunya dengan menggunakan media edukasi yang telah menjadi komponen penting dari pedagogi modern dalam lanskap digital yang berkembang pesat yaitu berupa media *game* edukasi berbasis STEM.

STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan kepada peserta didik untuk dapat bekerja mandiri maupun dengan cara berkolaborasi dalam menghasilkan sebuah hal baru yang bermanfaat (Sukmawijaya *et al.*, 2019). Pendekatan STEM memiliki tujuan utama yaitu pengembangan konsep Sains, Teknologi, Teknik dan Matematika, serta pengetahuan dan pemahaman proses, melalui upaya untuk menggabungkan beberapa atau semua dari empat disiplin ilmu menjadi satu pelajaran yang didasarkan pada hubungan antara mata pelajaran dan masalah dunia nyata (Falloon *et al.*, 2020).

Media *game* edukasi berbasis STEM menawarkan pendekatan pembelajaran yang dinamis dan menarik, khususnya di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) yang bertujuan meningkatkan hasil belajar siswa dan mendorong siswa untuk berkolaborasi. Terdapat banyak penelitian yang melihat seberapa efektif penggunaan media di kelas. Dengan demikian pembelajaran yang berkualitas membutuhkan media pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami dan menguasai materi biologi, salah satunya adalah materi perubahan dan pencemaran lingkungan. Media Game Edukasi (MGE), didalamnya terdapat pengaplikasian *tools* yang tersedia pada menu *game* dan tersedia pembahasan dari hasil yang telah dikerjakan oleh siswa, sehingga menghasilkan pengalaman baru serta menumbuhkan perasaan senang dan membangkitkan semangat belajar. Dengan demikian materi yang disampaikan oleh guru dan yang termuat dalam media *game* edukasi dapat tersalurkan dan siswa dapat menerima materi tersebut dengan baik dan diharapkan hasil belajar siswa meningkat (Najuah *et al.*, 2022). Kelebihan menggunakan media *game* edukasi yaitu media yang tidak terbatas ruang dan waktu. (Wardani, 2023).

Berdasarkan pada latar belakang tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Media *Game* Edukasi Berbasis STEM pada Topik Konversi Pencemaran Sampah Organik menjadi Ecoenzyme terhadap Keterampilan Kolaborasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi pencemaran sampah organik menjadi *Ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi kelas X SMA?
- b. Bagaimana pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi pencemaran sampah organik menjadi *Ecoenzyme* terhadap hasil belajar siswa kelas X SMA?

1.3 Batasan Penelitian

Untuk mempermudah penelitian dan menghindari kerancuan dalam penelitian, adapun batasan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut.

- a. Materi pelajaran yang diteliti adalah perubahan dan pencemaran lingkungan topik sampah organik.
- b. Peralatan *mobile* yang digunakan adalah laptop dan *smartphone*.
- c. Hasil belajar siswa yang diukur pada penelitian ini adalah aspek kognitif.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Untuk mengetahui pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi pencemaran sampah organik menjadi *Ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi kelas X SMA.
- b. Untuk mengetahui pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM yang praktis pada topik konversi pencemaran sampah organik menjadi *Ecoenzyme* terhadap hasil belajar siswa kelas X SMA.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagi peneliti digunakan sebagai penelitian guna menambah pengetahuan dan pengalaman belajar terkait penerapan media *game* edukasi pada siswa.
- b. Bagi siswa menjadi motivasi dalam kegiatan pembelajaran untuk saling berkolaborasi pada topik perubahan dan pencemaran lingkungan dengan cara yang menyenangkan.
- c. Bagi instansi atau sekolah, yaitu dapat memberikan manfaat terhadap peningkatan mutu pembelajaran dan hasil belajar siswa agar lebih maksimal dengan adanya media *game* edukasi.
- d. Bagi pendidik, yakni diharapkan bermanfaat memperbaiki media pembelajaran, khususnya menerapkan media edukasi sehingga dapat meningkatkan *game* hasil belajar siswa.

BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Media Pembelajaran

2.1.1. Pengertian Media Pembelajaran

Media adalah bentuk jamak dari “medium”, kata media berasal dari bahasa latin *medius* yang secara harfiah berarti tengah, perantara atau pengantar. Dalam Darmawan (2019), media didefinisikan sebagai materi yang membentuk lingkungan yang memungkinkan siswa memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap. Dalam hal ini pendidik, buku dan lingkungan sekolah berfungsi sebagai media. Arti umum adalah segala sesuatu yang dapat mentransfer informasi dari sumber informasi ke penerima informasi. Pembelajaran adalah kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh pengetahuan, menguasai kompetensi tertentu, dan membentuk sikap siswa. Keberhasilan pembelajaran dapat dilihat dari perubahan tingkah laku dan hasil belajar siswa (Puspitasari dan Hanif, 2019).

Media pembelajaran merupakan bagian dari sumber belajar, gabungan dari perangkat lunak (bahan pembelajaran) dan perangkat keras (alat pembelajaran) yang dapat merangsang perhatian, minat, pikiran dan perasaan siswa dalam kegiatan pembelajaran, sehingga tercapai tujuan pembelajaran (Surata *et al.*, 2020). Siswa akan lebih tertarik untuk belajar dengan media pembelajaran yang menarik (Latifah & Lazulva, 2020). Media pembelajaran juga memiliki peran penting dalam menunjang pencapaian proses belajar siswa. Media pembelajaran yang baik, media pembelajaran yang relevan dengan tujuan, materi, serta kaitan dengan karakteristik anak didik dalam belajar (Yusnia, 2019).

Media pembelajaran terdiri dari berbagai jenis komponen yang ada di lingkungan siswa yang dapat meningkatkan proses belajar mereka (Sadiman *et al.*, 2020). Beberapa contoh media pembelajaran adalah buku, media *game* edukasi dan lain sebagainya. Media pembelajaran mempunyai nilai praktis, diantaranya: pertama, media dapat mengatasi masalah keterbatasan pengalaman siswa; kedua, media dapat mengatasi keterbatasan ruang kelas. Media dalam hal ini terutama digunakan untuk menyajikan materi pembelajaran yang terlalu sulit dipahami

siswa secara lugas (Utomo *et al.*, 2020). Penggunaan media pembelajaran dalam proses pembelajaran memiliki banyak manfaat, di antaranya adalah meningkatkan daya tarik siswa terhadap materi pelajaran, membantu peserta didik dengan gaya belajar visual dan kinestetik, mempercepat proses pemahaman, dan membantu guru dalam mengajar (Sintaro, 2020).

2.1.2. Media Game Edukasi

Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembelajaran adalah dengan mengembangkan media pembelajaran (Damopoli *et al.*, 2020). Media pembelajaran telah berkembang dari bentuk benda fisik seperti buku atau alat peraga menjadi bentuk. Saat ini, media pembelajaran berupa *game* menjadi pilihan pembelajaran yang semakin populer di seluruh dunia (Wahid, 2018).

Game adalah permainan yang menggunakan media elektronik, yaitu hiburan dalam bentuk multimedia yang dibuat semenarik mungkin agar pemainnya dapat memperoleh sesuatu yang menimbulkan kepuasan batin. Bermain *game* adalah salah satu cara untuk belajar. Jenis permainan sangat tergantung pada zamannya (Arifah *et al.*, 2022). *Game* khusus untuk pendidikan disebut *game* edukasi. Dari segi grafis yang digunakan pada media *game* edukasi yakni *game* 2D (dua dimensi) berupa *simulation* (simulasi). *Game* edukasi terdiri dari beberapa bagian, seperti audio, dan gambar. Hal penting adalah bahwa bagian-bagian ini memiliki kemampuan untuk meningkatkan ingatan siswa, seperti animasi, sehingga siswa dapat mengingat materi dalam jangka waktu yang lebih lama daripada dengan pendekatan pendidikan konvensional (Wijayanto, 2017).



Gambar 2.1 *Game* edukasi
(Sumber : *freepik*)

Game edukasi dirancang untuk merangsang serta meningkatkan daya pikir dan konsentrasi dalam memecahkan masalah. *Game* edukasi menjadi salah satu media pendukung yang dapat digunakan untuk memberikan materi pelajaran. *Game* edukasi mampu memberikan pengetahuan bagi para siswa dengan cara yang unik dan menarik serta sebagai salah satu media edukasi yang memiliki pola pembelajaran *learning by doing* (Wibowo dan Ramadhani, 2019). Pembelajaran yang terjadi adalah hasil dari kemampuan pengguna media *game* untuk mengatasi tantangan yang ada dalam media *game* edukasi. Pembelajaran diperoleh dari faktor-faktor kegagalan yang dialami oleh pengguna. Dengan demikian mendorong pengguna (siswa) untuk tidak mengulangi kegagalan tersebut di tahap selanjutnya. Untuk membuat sebuah media *game* edukasi yang berkualitas diperlukan beberapa faktor yang mendukungnya. Beberapa faktor tersebut antara lain: kenyamanan dengan audio dan visual, daya tarik tampilan yang ada, kepuasan bermain *game*, kendali *game* yang nyaman atau mudah, dan ukuran dari layar perangkat (Arifah, *et al.*, 2022).

Konsep belajar sambil bermain memungkinkan siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran. Pembelajaran dengan *game* edukasi idealnya dapat membekali siswa dengan kecakapan dalam pemecahan masalah. Setiap level yang diatur secara bertahap dalam permainan dapat melatih kemampuan kolaborasi siswa untuk memecahkan masalah dalam permainan dari sudut pandang ilmiah.

Genre game ini menawarkan siswa untuk mempraktekkan sesuatu dari dunia nyata. Dari kontrol sifat hingga masalah yang mungkin dihadapi (Najuah dan Simamora, 2022).

2.2 Pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM)

2.2.1. Pengertian STEM

STEM merupakan pendekatan interdisipliner untuk belajar antara *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Pendekatan empat dimensi ini merupakan perpaduan yang harmonis antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan pembelajaran yang berfokus pada pemecahan masalah yang kita temui dalam kehidupan sehari-hari (Khairiyah, 2019). STEM meliputi proses berpikir kreatif, analisis serta kolaborasi dimana siswa aktif, kolaboratif terampil sehingga pembelajaran dapat bermakna dan dapat menambah cakrawala (*California Department of Education* 2015). STEM telah diterapkan di sejumlah negara maju seperti USA, Jepang, Finlandia, Australia, dan Singapura. Tujuan dari penerapan STEM di Amerika Serikat adalah untuk menjadikan keempat disiplin ilmu (sains, teknologi, teknik, dan matematika) menjadi pilihan karir utama bagi siswa di negara tersebut. STEM telah digunakan dalam pembelajaran di berbagai jurusan dan bidang studi di berbagai jenjang pendidikan. Ini dapat dibuktikan oleh penelitian yang menunjukkan bahwa penerapan STEM dalam pembelajaran STEM meningkatkan prestasi siswa baik di bidang akademik maupun non-akademik. Penelitian sebelumnya juga menemukan bahwa penerapan STEM dalam pembelajaran STEM mampu mendorong siswa untuk menciptakan hal-hal baru dengan kolaborasi serta penguasaan pengetahuan mereka dalam menyelesaikan masalah (Permanasari, 2016).

2.2.2. Pendekatan STEM dalam Pembelajaran

Pendekatan STEM juga mengembangkan kemampuan kolaborasi siswa, sehingga mereka dapat menghadapi berbagai persaingan dunia global yang membutuhkan empat disiplin ilmu yaitu *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Pendekatan ini juga secara bertahap dapat mengubah sikap

emosional atau psikomotorik terhadap siswa (Anita *et al.*, 2021). Penerapan pendekatan ini dapat membantu siswa memperoleh topik yang sesuai dengan perkembangan zaman dan *trend*. STEM adalah pendekatan yang terdiri dari "mengapa", "bagaimana", "apa" dan "berapa banyak" untuk menjelaskan bagaimana sesuatu bisa terjadi. Inti dari *Science* adalah untuk mengetahui sebab dan akibat dari suatu peristiwa. Peran *Technology* adalah menemukan cara atau metode untuk memecahkan suatu masalah. *Engineering* adalah terkait membuat sesuatu terjadi berkali-kali dengan benar dan konsisten. *Mathematics* membantu dalam pengukuran yang tepat dan dapat menemukan jawaban logis. Penerapan pembelajaran berbasis STEM terbukti mampu meningkatkan kemampuan kolaborasi siswa (Nugraha *et al.*, 2020). Hal ini dapat membantu peserta didik saling kerjasama dalam memecahkan masalah yang nyata, sehingga model pembelajaran *Science Technology Engineering and Mathematics* dapat diintegrasikan kedalam media pembelajaran berupa *game* edukasi.

2.2.3. Manfaat STEM

Beberapa manfaat STEM dalam proses pembelajaran diantaranya:

- a. Memahami masalah nyata yang dihadapi siswa. Diharapkan bahwa ini akan menumbuhkan rasa empati dan mengurangi bentrok,
- b. Membantu siswa memahami hubungan antara sains dan matematika melalui pengintegrasian konten, dan
- c. Meningkatkan keterlibatan dalam proses desain engineering;
- b. Mengharapkan dan memfasilitasi kolaborasi siswa, diskusi, dan kepekaan;
- c. Mengundang resiko dengan memulai lingkungan belajar yang mencari lebih dari satu solusi untuk setiap masalah; dan
- d. Mengakui bahwa kegagalan adalah bagian dari proses dan menghargainya (Sukmana, 2017).

2.3 Keterampilan Kolaborasi Siswa

Keterampilan yang harus dimiliki siswa di abad 21 salah satunya adalah kolaborasi, serta mudah beradaptasi dengan situasi baru yakni dengan penerapan

teknologi (Sembung *et al.*, 2020). Keterampilan kolaborasi adalah kemampuan untuk berpartisipasi dalam setiap kegiatan untuk membangun hubungan dengan orang lain, menghargai hubungan dan bekerja dalam tim untuk mencapai tujuan yang sama (Lestari *et al.*, 2020). Namun, tugas guru dan latihan harus didiskusikan dan dijawab secara kelompok tanpa membedakan keterampilan masing-masing siswa. Berdasarkan pernyataan tersebut, kita dapat mengetahui bahwa keterampilan kolaborasi yang berfokus pada kerja sama tim dan komunikasi informasi berjalan dengan baik. Terdapat tiga teori mendukung keterampilan kolaborasi ini: (1) teori kognitif, yang memandang belajar sebagai interaksi aktif yang dilakukan antar kelompok, sehingga pertukaran informasi mengubah sikap, pengetahuan, dan keterampilan; (2) teori konstruktivisme sosial menekankan bahwa siswa akan memperoleh pengetahuan ketika mereka terlibat dalam interaksi sosial di mana mereka berada, dan (3) teori motivasi menjelaskan bagaimana pendidik melakukan hal-hal untuk membantu siswa mereka berkembang secara optimal, termasuk membangun keterampilan kolaboratif (Indriayu *et al.*, 2022).

Keterampilan kolaborasi, seperti bekerja dalam kelompok dan melakukan diskusi sangat penting bagi siswa. Berbekal keterampilan kolaborasi, siswa akan mahir menggerakkan dan memberi energi kepada orang lain untuk mengembangkan visi bersama dalam pemecahan masalah (Hidayati, 2019). Adapun indikator keterampilan kolaborasi dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Kolaborasi

No	Indikator	Uraian
1	Kerja produktif	Aktif melakukan diskusi, mengerjakan tugas secara efektif dan efisien, fokus berdiskusi dalam pencarian solusi serta komunikasi lancar dalam diskusi.
2	Saling menghargai	Menghargai dan menghormati setiap anggota kelompok, tidak memaksakan pendapat serta menerima keputusan bersama dalam penyelesaian masalah.
3	Kompromi	Mendiskusikan perbedaan pendapat/ide, fleksibel dalam bekerja sama untuk mencapai tujuan.
4	Kontribusi dan tanggung jawab	Berkontribusi dalam mengemukakan hasil pemikiran, menyatukan hasil diskusi dan mencari penyelesaian masalah, setiap anggota bertanggung jawab dalam tugas yang diberikan, tepat waktu serta mematuhi instruksi yang diberikan.

(Greenstein., 2012).

2.4 Hasil Belajar

Belajar didefinisikan sebagai proses memperoleh pengetahuan atau pengetahuan, latihan, dan perubahan tingkah laku atau tanggapan yang disebabkan oleh pengalaman (Paisah *et al*, 2013). Belajar tidak hanya merupakan penguasaan konsep teori mata pelajaran saja, kebiasaan, minat, bakat, penguasaan, persepsi, kesenangan, penyesuaian sosial, keinginan, cita-cita, keterampilan dan juga harapan. Hasil belajar menurut Rahmawati (2019) adalah kemampuan yang dimiliki siswa setelah menerima pengalaman belajarnya.

Hasil belajar merupakan perubahan nyata tingkah laku siswa setelah proses belajar mengajar sesuai dengan tujuan pengajaran, dan evaluasi hasil belajar adalah proses pemberian nilai terhadap hasil belajar yang diperoleh siswa menurut standar tertentu. Artinya yang dinilai adalah hasil belajar siswa. Guru menganggap hasil belajar sebagai akhir pengajaran, dan siswa menganggapnya sebagai akhir dari proses belajar (Dimiyati dan Mudjiono, 2020). Berdasarkan definisi hasil belajar di atas. Hasil belajar dapat diukur melalui kegiatan evaluasi yang dirancang untuk mengumpulkan data yang menunjukkan tingkat kemampuan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran (Setiawan *et al.*, 2019).

Hasil belajar yang dicapai siswa pada penelitian ini aspek kognitif. Aspek kognitif merupakan hasil belajar siswa mengenai daya ingat yang harus dikembangkan serta disimpan didalam memori. Daya ingat perlu dikembangkan

setiap hari agar pengetahuan yang dimiliki oleh siswa terus meningkat (Simamora *et al.*, 2021). Aspek kognitif dapat diukur dengan bantuan penggunaan tes. Taksonomi Bloom ranah kognitif menurut Anderson dan Krathwohl (2001), yang telah direvisi terdiri atas C1 hingga C6 mencakup: C1-mengingat (*remember*), C2-memahami (*understand*), C3-menerapkan (*apply*), C4-menganalisis (*analyze*), C5- mengevaluasi (*evaluate*), dan C6-menciptakan (*create*).

2.5 Pencemaran Sampah Organik

2.5.1 Pengertian Pencemaran sampah

Sampah adalah sisa padat atau semi padat dari proses alam atau kegiatan sehari-hari manusia yang tidak lagi diperlukan (Megah *et al.*, 2018). Sampah Rumah Tangga meliputi limbah organik dan limbah anorganik yang berasal dari kehidupan masyarakat. Pencemaran sampah organik menjadi masalah yang semakin meningkat di seluruh dunia karena pembuangan bahan *biodegradable* yang tidak tepat, seperti sisa makanan yang dapat memiliki konsekuensi yang signifikan bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Menurut Program Lingkungan PBB, limbah organik menyumbang hingga 60% limbah padat kota di negara-negara berkembang. Ini menyebabkan masalah seperti emisi metana, kontaminasi air tanah, dan penyebaran hama penyakit (Elsheikh *et al.*, 2021).



Gambar 2.2 Sampah Organik
Sumber.<https://id.theasianparent.com/>

Proses degradasi sampah organik secara alami biasanya mudah, tetapi membutuhkan banyak waktu dan bantuan mikroorganisme (Hasyim *et al.*, 2023).

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan strategi pengelolaan sampah organik yang luas yang berpusat pada pengurangan volume sampah organik dan penerapan sistem pembuangan berkelanjutan. *Ecoenzyme* dan pengomposan adalah salah satu metode paling efektif untuk mengelola sampah organik. Pengomposan adalah proses di mana mikroorganisme memecah bahan organik, mengubah tanah menjadi lebih kaya nutrisi, yang dapat digunakan untuk meningkatkan kesuburan kebun dan lahan pertanian (Prasetya *et al.*, 2020). Komposting atau pembuatan *Ecoenzyme* adalah dua metode yang dapat digunakan untuk mengelola penggunaan dan pengolahan sampah organik (Junaidi *et al.*, 2021). Pada bab pembelajaran biologi perubahan lingkungan terdapat 6 jp, dan pembahasan pada topik pencemaran sebanyak 2 jp. Pada penelitian ini dengan menggunakan konsep konversi pada tema pencemaran sampah organik menjadi *ecoenzyme*

2.5.2 *Ecoenzyme*

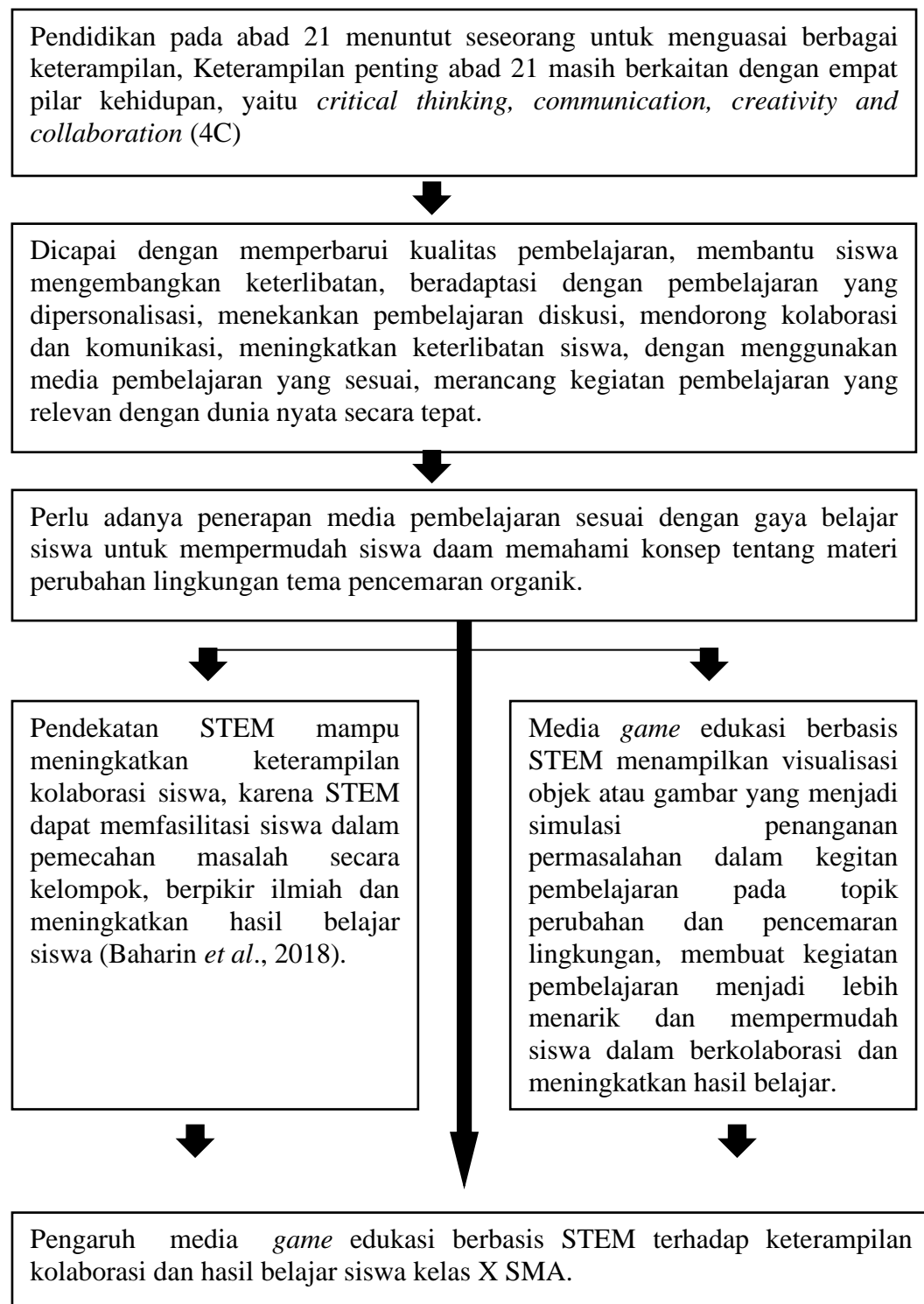
Ecoenzyme atau Enzim ramah lingkungan merupakan hasil fermentasi dari limbah dapur organik, limbah buah dan sayuran, gula (gula merah atau sukrosa) dan air. Warnanya coklat tua dan memiliki aroma fermentasi asam manis yang kuat. *Ecoenzyme* dapat digunakan sebagai cairan desinfektan, cairan pembersih, deterjen, penjernihan air, penghilang bau, pengawetan makanan, insektisida, pestisida, pupuk organik, dan biokatalis (Harahap *et al.*, 2021). Teknologi *ecoenzyme* dapat menjadi solusi bagi pengelolaan sampah organik di masa depan. Berdasarkan penelitian sebelumnya dijelaskan bahwa pemahaman siswa terhadap manfaat *ecoenzyme* secara umum dalam kehidupan sehari-hari masih sangat rendah, sebagian siswa hanya memahami *ecoenzyme* sebagai pupuk tanaman. Mayoritas siswa lebih menggunakan produk instan yang berbahan kimia (Meilani *et al.*, 2023)



Gambar 2.3 *Ecoenzyme*
Sumber. Instagram

Ecoenzyme dapat digunakan sebagai alternatif produk pembersih. Seperti yang kita tahu, dengan menggunakan produk pembersih berbahan kimia, kita juga mencemari air, sungai, dan ekosistem sekitarnya. *Ecoenzyme* produk yang terbuat dari bahan organik tanpa bahan kimia, dan tentunya ramah lingkungan karena dapat terurai secara alami. (Kurniasih, 2022). Di Indonesia, *Ecoenzyme* mulai digunakan sebagai salah satu cara untuk membersihkan limbah domestik dan industri di sungai. *Ecoenzyme* diyakini mampu menguraikan limbah yang berdampak negatif terhadap keberlangsungan organisme sungai (Pranata *et al.*, 2021).

2.6 Kerangka Berpikir



Gambar 2.4. Bagan Kerangka berpikir

2.7 Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut.

- a. Ada pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi pencemaran sampah organik menjadi *Ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi siswa kelas X SMA.
- b. Ada pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi pencemaran sampah organik menjadi *Ecoenzyme* terhadap hasil belajar siswa kelas X SMA.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen semu, juga dikenal sebagai desain *Quasi eksperimen (Nonequivalent Control Group Design)* yakni penelitian yang menguji pengaruh atau sebab akibat suatu variabel terhadap variabel lain (Sugiyono, 2015). Penelitian ini dibagi ke dalam dua kelompok yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu kelas eksperimen dan kelas Kontrol.

3.2 Populasi dan Sampel/Subjek Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas X MAN 3 Kediri yang terdiri atas beberapa kelas. Kelas yang dipilih adalah mempunyai karakteristik yang sama atau homogen. Kesamaan tersebut diukur dari analisis nilai ulangan harian biologi materi sebelumnya. Kemudian dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas pada nilai ulangan harian biologi materi sebelumnya. Uji homogenitas dengan menggunakan *levene test* dimana taraf signifikan 5%, apabila $p > 0,05$ maka kelas dianggap homogen. Selanjutnya dipilih dua kelas, satu kelas sebagai kelas kontrol dan kelas lainnya sebagai kelas eksperimen dengan cara diundi. Pada penelitian ini kelas X-A sebagai kelas eksperimen dan X-B kelas kontrol.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik dan instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.3.1 Metode observasi

Metode observasi dilaksanakan untuk melihat keterlaksanaan media *game* edukasi berbasis STEM dalam meningkatkan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi keterampilan kolaborasi siswa pada tiap kelompok saat kegiatan diskusi. Observasi dilakukan oleh observer, dimana seorang observer mengamati kelompok belajar. Observasi

berpedoman pada lembar keterampilan kolaborasi yang berisikan indikator keterampilan kolaborasi, pada lampiran 9.

3.3.2 Metode tes

Tes dilaksanakan untuk melihat sejauh mana pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Tes yang akan diujikan terdiri dari *pretest* dan *posttest*. Hasil tes dianalisis untuk mengetahui pengaruh media *game* edukasi terhadap hasil belajar siswa.

3.3.1. Metode Dokumentasi

Dokumentasi yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mendokumentasikan kegiatan berupa foto selama kegiatan pembelajaran berlangsung.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian *Nonequivalent Control Group Design*. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan kelas eksperimen yang menggunakan media *game* edukasi berbasis STEM dan kelas kontrol menggunakan media konvensional yaitu buku ajar. Desain *Nonequivalent Control Group Design* ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Desain penelitian

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
E	01	X	02
K	03	-	04

(Sugiyono, 2015)

Keterangan :

E : Kelas Eksperimen

K : Kelas Kontrol

01 : skor *pretest* eksperimen

02 : skor *posttest* eksperimen

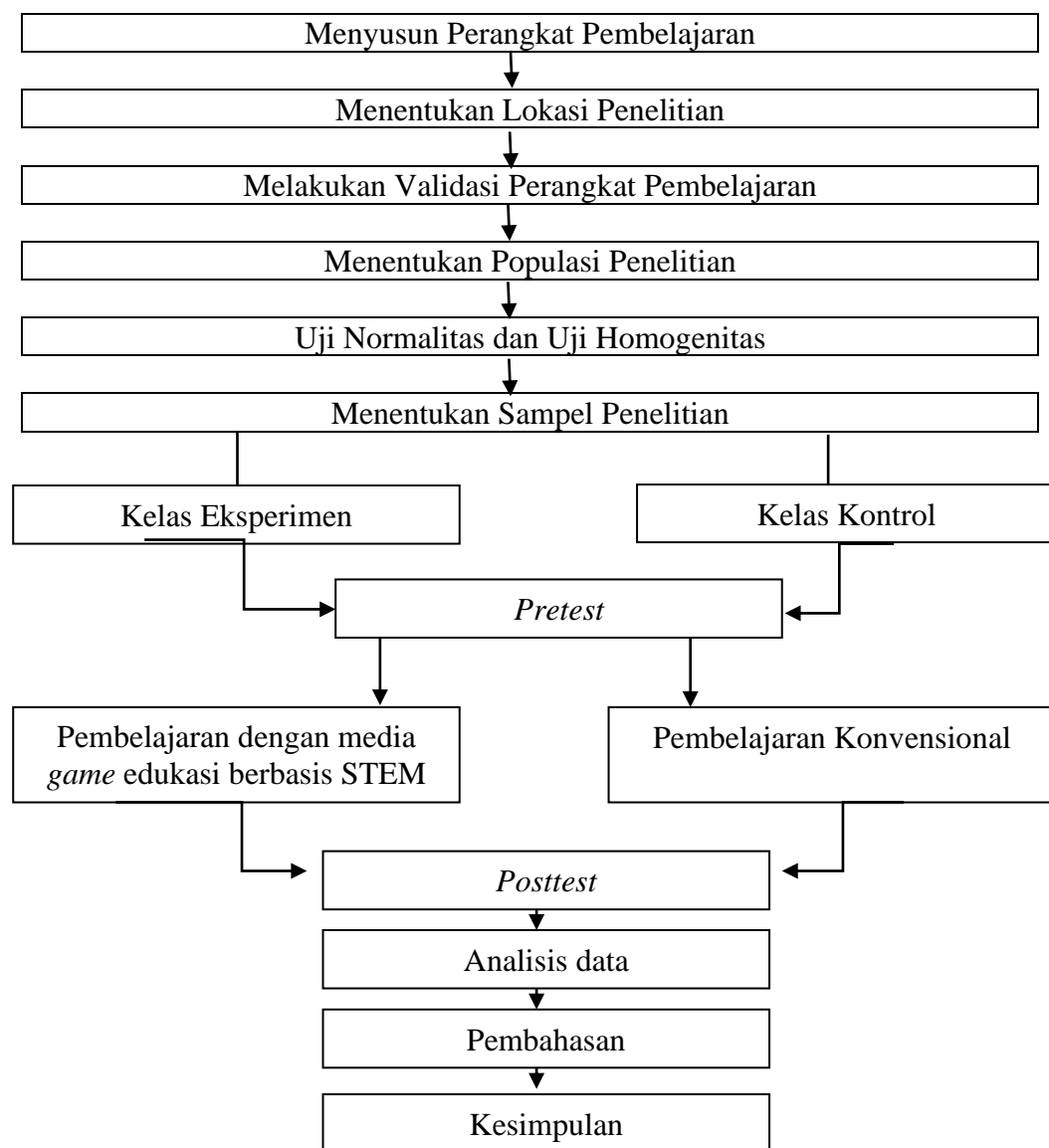
03 : skor *pretest* kontrol

04 : skor *posttest* kontrol

X : *Treatment* (menggunakan media *game* edukasi berbasis STEM)

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan, sebelum penelitian yaitu menyusun perangkat pembelajaran, menentukan populasi atau kelas yang akan diteliti dengan uji normalitas dan uji homogenitas, menentukan sampel penelitian. Tahap pelaksanaan yaitu memberikan *pretest*, melakukan penelitian dengan menggunakan media, memberikan *posttest*, Tahap penyelesaian mengolah hasil data penelitian keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa, menyusun hasil analisis dan pembahasan dan kesimpulan.



Gambar 3 1. Alur Penelitian

3.6 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mempresentasikan data secara teratur serta rasional untuk dapat disajikan dalam menyusun jawaban masalah yang menjadi tujuan dari penelitian ini. Adapun metode analisis data dalam penelitian ini meliputi:

3.6.1 Analisis Keterampilan Kolaborasi

Analisis berdasarkan hasil observasi keterampilan kolaborasi diukur menggunakan rubrik keterampilan kolaborasi siswa dengan kisaran skor 1-4. Adapun kisaran skor terdapat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Skor Keterampilan Kolaborasi

Skala	Kategori
4	Kolaboratif
3	Cukup Kolaboratif
2	Kurang Kolaboratif
1	Tidak Kolaboratif

Selanjutnya dianalisis menggunakan teknik analisis persentase dengan rumus sebagai berikut (Rohmad *et al.*, 2013).

$$P = \frac{Fn}{N} \times 100$$

Keterangan :

P = Penilaian

Fn = Jumlah skor yang diperoleh

N = Jumlah skor maksimum

Kemudian nilai tersebut dikategorikan berdasarkan penilaian acuan patokan seperti pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Kriteria keterampilan kolaborasi siswa

Interval Nilai %	Kategori
81,27-100	Kolaboratif
62,51-81,27	Cukup kolaboratif
43,76-62,51	Kurang kolaboratif
25-43,74	Tidak kolaboratif

(Khoirunnisa & Sudiby, 2023).

Setelah mengetahui hasil keterampilan kolaborasi siswa, untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara kedua sampel dilakukan *uji independent sample t-test* menggunakan SPSS 25. Sebelum melakukan *uji independent sample T-test* melakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Pengukuran untuk mengetahui berapa besar perbedaannya, maka dilakukan *uji Cohen's d effect size* dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Cohen's } d = \frac{M1 - M2}{SD \text{ Pooled}}$$

$$\text{dengan } SD \text{ Pooled} = \frac{\sqrt{SD1^2 - SD2^2}}{2}$$

Keterangan :

M1 : Rata-rata nilai kelas Eksperimen

M2 : Rata-rata nilai kontrol

SD Pooled : Standar deviasi

SD1 : Standar deviasi kelas eksperimen

SD2 : Standar deviasi kelas kontrol

Perbedaan terstandar antara nilai rata-rata dari kelas eksperimen dan kontrol kemudian dikategorikan berdasarkan nilai *Cohen's d effect size* sebagai berikut:

Tabel 3.4 Kriteria Nilai *Cohen's d effect Size*

Ukuran (ES)	Penafsiran
$0,00 \leq ES < 0,20$	Sangat kecil
$0,20 \leq ES < 0,50$	Kecil
$0,50 \leq ES < 0,80$	Sedang
$0,80 \leq ES < 1,30$	Besar
$1,30 \leq ES$	Sangat besar

(Cohen, 1988)

3.6.2 Analisis Hasil belajar siswa

Dalam analisis hasil belajar siswa menggunakan hasil skor *pretest* dan *posttest* dengan soal pilihan ganda 6 soal dan essay 4 soal. Desain tes yang diterapkan di kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tes *pretest* dilakukan sebelum diberikan *treatment*, sedangkan *posttest* dilakukan setelah pemberian *treatment* pada kelas eksperimen. Pengolahan data penelitian menggunakan analisis

kovarian (Anakova) yang diambil dari nilai *pretest dan posttest* siswa dengan taraf signifikansi 5% dengan hipotesis dan ketentuan sebagai berikut.

Ketentuan:

Jika probabilitas $> 0,05$, maka H_0 : diterima

Jika probabilitas $< 0,05$, maka H_1 : diterima

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Keterampilan Kolaborasi Siswa

Pada penilaian keterampilan kolaborasi siswa diperoleh dari LKPD dengan penilaian sesuai indikator kolaborasi pada Tabel 2.1. Berdasarkan hasil keterampilan kolaborasi siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol, diperoleh nilai rata-rata setiap indikator dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Rata-rata Nilai setiap Indikator Keterampilan Kolaborasi

		Indikator			Kontribusi dan tanggung jawab
		Kerja produktif	Saling menghargai	Kompromi	
Kelas Eksperimen	Rerata±SD	3,45±0,69	3,24±0,79	3,08±0,78	3,37±0,68
Kelas Kontrol	Rerata±SD	3,08±0,75	2,87±0,70	2,76±0,68	2,97±0,64
Rerata total		3,27	3,06	2,92	3,17

Berdasarkan 4 indikator keterampilan kolaborasi yang diukur, indikator *Kerja produktif* yang paling tinggi. Pada kelas eksperimen diperoleh rata-rata sebesar 3,45 dan pada kelas kontrol diperoleh rata-rata sebesar 3,08. *Kompromi* adalah indikator paling rendah. Pada kelas eksperimen rata-rata sebesar 3,08 sedangkan pada kelas kontrol rata-rata sebesar 2,76. Indikator *saling menghargai* pada kelas eksperimen diperoleh rata-rata sebesar 3,24 sedangkan pada kelas kontrol diperoleh rata-rata sebesar 2,87. Terakhir, indikator *kontribusi dan tanggung jawab* pada kelas eksperimen diperoleh rata-rata sebesar 3,37 dan pada kelas kontrol rata-rata sebesar 2,97. Hasil statistik keterampilan kolaborasi siswa dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Analisis Statistik Keterampilan Kolaborasi Siswa

Kolaborasi	N	Rerata±SD	t	Sig. (2-tailed)	Cohen's d Effect Size
Eksperimen	38	82,07±11,73	3,676	,000	0,0843
Kontrol	38	73,19±9,18			
Rerata total		77,63			

Berdasarkan tabel diatas nilai rata-rata keterampilan kolaborasi siswa kelas eksperimen diperoleh rata-rata sebesar 82,07 dan pada kelas kontrol diperoleh rata-rata sebesar 73,19 dengan rata-rata total 77, 63 yang termasuk kategori cukup kolaboratif. Berdasarkan data hasil keterampilan kolaborasi dilakukan Uji Normalitas *one sample Kolmogorov Smirnov test* dapat dilihat pada lampiran 11 diperoleh nilai signifikansi keterampilan kolaborasi kelas eksperimen sebesar $0,169 > 0,05$ dan pada kelas kontrol dengan signifikansi $0,200 > 0,05$ sehingga berarti data berdistribusi normal. Uji homogenitas *levene test* data hasil keterampilan kolaborasi diperoleh nilai *sig based on mean* sebesar 0,124. Nilai $0,124 > 0,05$ berarti data homogen. Uji *Independent sample-test* dilakukan untuk pengambilan keputusan terdapat perbedaan nilai rata-rata apabila nilai *sig (2-tailed)* $< 0,05$. Dari Tabel 4.2 diatas diperoleh *Sig (2-tailed)* $0,000 < 0,05$ berarti terdapat perbedaan signifikan keterampilan kolaborasi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Untuk mengetahui seberapa besar perbedaan rata-rata dapat dihitung menggunakan rumus *cohen's d effect size* kemudian digolongkan berdasarkan kriteria nilai *cohen's* pada Tabel 3.3 Hasil dari perhitungan *cohen's d effect size* diperoleh 0,0843 yang berarti *cohen's d effect size* besar.

4.1.2 Hasil Belajar Siswa

Hasil belajar siswa kognitif diperoleh dari nilai *pretest* dan *posttest* siswa pada materi perubahan lingkungan antara kelas eksperimen dan kontrol. Perbedaan hasil belajar siswa kognitif terdapat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Data Hasil Belajar Kognitif Siswa

Kelas	Evaluasi	Rerata \pm SD	Komponen	
			Nilai terendah	Nilai Tertinggi
Kelas Eksperimen	<i>Pretest</i>	50,55 \pm 7,347	35	69
	<i>Posttest</i>	85,79 \pm 5,691	69	95
Kelas Kontrol	<i>Pretest</i>	45,79 \pm 7,182	30	58
	<i>Posttest</i>	69,97 \pm 7,092	47	82

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara nilai *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Nilai rata-rata *pretest* kelas eksperimen sebesar 50,55 sedangkan pada kelas kontrol sebesar 45,79. Nilai

posttest kelas eksperimen diperoleh rata-rata nilai sebesar 85,79 dan pada kelas kontrol diperoleh rata-rata sebesar 69,97. Berdasarkan hasil belajar kognitif pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa kelas eksperimen terdapat peningkatan lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.

Adapun ada atau tidaknya pengaruh perbedaan media *game* edukasi berbasis STEM dilakukan uji Anakova. Uji Anakova dapat dilakukan setelah melakukan Uji Normalitas dan Uji Homogenitas terhadap nilai *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil Uji Normalitas menggunakan *One Sample Kolmogorov Smirnov* dapat dilihat pada lampiran 11, menunjukkan hasil signifikansi *pretest* adalah 0,200 dan pada *posttest* signifikansi sebesar 0,76. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai *pretest* dan *posttest* mempunyai probabilitas $>0,05$ sehingga data berdistribusi normal. Uji homogenitas menggunakan *Levene Statistic* dapat dilihat pada lampiran 11 menunjukkan signifikansi *based on mean* sebesar 0,533 untuk *pretest* dan 0,455 untuk *posttest*, dari data tersebut menunjukkan probabilitas $> 0,05$ sehingga data homogen. Hasil Uji Anakova terdapat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Uji Anakova Hasil Belajar Kognitif

Sumber	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model Terkoreksi	5360,813 ^a	2	2680,407	79,829	,000
<i>Intercept</i>	5707,525	1	5707,525	169,983	,000
Pretest	608,168	1	608,168	18,113	,000
Kelas	3323,357	1	3323,357	98,977	,000
Error	2451,121	73	33,577		
Total	468793,000	76			
<i>Corrected Total</i>	7811,934	75			

a. R Squared = ,686 (Adjusted R Squared = ,678)

Berdasarkan Uji Anakova pada Tabel 4.4 diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 ($\text{sig} < 0,05$) sehingga berarti penggunaan media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil belajar kognitif siswa. Nilai *pretest* digunakan sebagai kovariat untuk mengetahui apakah perlakuan yang diberikan berpengaruh terhadap hasil belajar kognitif siswa.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dijelaskan, dilakukan pembahasan terkait penelitian pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa adalah sebagai berikut.

4.2.1 Keterampilan Kolaborasi Siswa

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui bagaimana pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi siswa. Media *game* edukasi mengintegrasikan subjek-subjek STEM. Pendekatan STEM terintegrasi cocok diaplikasikan pada pembelajaran sains, karena dalam penerapannya dapat mendorong siswa untuk memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, dan mampu mengaplikasikan pengetahuan (Nava & Prasetyo, 2018). Tujuan penerapan media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi siswa adalah untuk mempersiapkan siswa memahami tantangan global dan berpartisipasi aktif dalam proses kolaborasi. Widodo (2019) menyatakan bahwa, apapun kecerdasan siswa, jika mereka tidak dapat berkolaborasi dengan baik, mereka akan sulit untuk menyampaikan ide kepada anggota kelompoknya. Proses pembelajaran menggunakan media *game* edukasi ini membuat siswa berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran, sehingga pembelajaran tidak hanya berpusat pada belajar, tetapi bagaimana menyelesaikan masalah secara berkolaborasi yang membuat pembelajaran lebih bermakna.

Pengukuran keterampilan kolaborasi siswa menggunakan LKPD dengan kelas eksperimen menggunakan media *game* edukasi berbasis STEM sedangkan pada kelas kontrol dengan media konvensional yaitu buku ajar dan video *youtube* seperti pembelajarn yang setiap hari diterapkan oleh guru di kelas. LKPD merupakan salah satu bahan ajar yang dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa melalui kegiatan penemuan konsep untuk meningkatkan

kemampuan kolaborasi siswa (Firdaus & Wilujeng, 2018). Guru mengorganisir siswa menjadi enam kelompok secara heterogen, dengan masing-masing kelompok terdiri dari 5-6 orang. Guru memerintahkan siswa untuk menghitung dari 1 hingga 6, dan siswa yang mendapatkan angka yang sama akan bergabung dengan teman kelompoknya. Selain itu guru juga membicarakan aturan main dalam pengerjaan LKPD. Tahapan memonitor peserta didik, guru membagikan LKPD terlebih dahulu pada setiap kelompok yang telah terbentuk pada pertemuan sebelumnya. Guru juga bertugas memonitor serta memandu siswa dalam mengerjakan LKPD. Siswa kelas eksperimen dapat berkolaborasi dan berkomunikasi untuk memecahkan masalah melalui media *game* edukasi berbasis STEM. Pada penelitian ini, LKPD yang termasuk dirancang sesuai dengan penggunaan media *game* edukasi berbasis STEM yang berguna untuk meningkatkan kemampuan kolaborasi siswa. Pada kelas kontrol menggunakan video dari *youtube* dan buku ajar. Kegiatan LKPD ini mengajarkan siswa tentang konsep dan melalui kegiatan di dalam LKPD ini siswa mendapatkan pengalaman belajar baru dalam memahami materi perubahan lingkungan dengan cara berkolaborasi untuk menemukan suatu solusi untuk menyelesaikan sebuah permasalahan. Pada tahapan menguji hasil siswa memaparkan hasil diskusi mereka. Guru juga mengevaluasi hasil dengan dilakukan refleksi bersama siswa terhadap kegiatan yang telah dilakukan.

Penilaian LKPD berdasarkan pada indikator keterampilan kolaborasi pada lampiran 9. Adapun indikator keterampilan kolaborasi sebagai berikut.

a. Kerja Produktif

Kerja produktif merupakan keterampilan menggunakan waktu secara efisien dengan tetap fokus pada tugasnya tanpa diperintah serta dapat menghasilkan hasil kerja yang dibutuhkan (Greenstein, 2012). Guru menentukan lamanya waktu pengerjaan LKPD sehingga siswa dapat bekerja secara produktif agar tugas yang diberikan dapat terselesaikan secara tepat dan maksimal. Berdasarkan data hasil penelitian diperoleh rata-rata keterampilan kolaborasi pada aspek kerja produktif sebesar 3,45 pada kelas eksperimen dan pada kelas

kontrol diperoleh rata-rata sebesar 3,08. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat kerja produktif pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

b. Saling Menghargai

Aspek saling menghargai pada kelas eksperimen diperoleh rata-rata sebesar 3,24 sedangkan pada kelas kontrol adalah 2,87. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat saling menghargai antar kelompok pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Sikap saling menghargai merupakan sikap yang sopan dan menghargai setiap ide atau pendapat yang dikemukakan oleh orang lain. Anggota kelompok menghargai pendapat atau ide yang disampaikan oleh anggota lain dalam forum (Greenstein, 2012). Kelompok tidak memaksakan pendapat serta menerima keputusan bersama dalam penyelesaian masalah yang terdapat dalam LKPD.

c. Kompromi

Berdasarkan data keterampilan kolaborasi pada aspek kompromi rata-rata kelas eksperimen adalah 3,08 sedangkan pada kelas kontrol sebesar 2,76. Aspek kompromi merupakan sikap selalu mendiskusikan perbedaan pendapat dan menerima penugasan yang diberikan (Greenstein, 2012). Pada permasalahan dalam LKPD terkait masalah sampah organik di lingkungan sekitar masih belum diselesaikan dengan baik. Sampah organik semakin menumpuk dan melimpah, mencemari lingkungan sekitar. Dengan demikian, sampah organik harus diproses kembali untuk menghasilkan produk yang dapat digunakan secara luas, seperti *ecoenzyme* yang dapat digunakan untuk membersihkan tangan (*Hand sanitizer*). *Hand sanitizer* merupakan sabun tangan beralkohol yang digunakan tanpa dibilas dengan air untuk membunuh mikroorganisme (Rusdianasari *et al.*, 2021).

Pada aspek kompromi, siswa pada kelas eksperimen sebagai subjek *Science* tergambar pada topik perubahan lingkungan untuk membantu mengurangi permasalahan pencemaran sampah. Siswa berperan sebagai *Engineer* lingkungan ditugaskan untuk mendiskusikan dengan anggota kelompok membuat produk dari sampah organik melalui media *game* edukasi berbasis STEM. Komponen *Technology* berkaitan dengan inovasi yang dapat digunakan untuk memodifikasi

alam demi memudahkan kelangsungan hidup manusia, yakni pada bagian inovasi alternatif produk dari *ecoenzyme* yang dipikirkan oleh siswa untuk membantu mengurangi pencemaran sampah organik di lingkungan sekitar mereka yaitu dengan menciptakan produk *hand sanitizer*. Komponen *Mathematics* berkaitan dengan desain yang ditunjukkan pada tahapan pembuatan *handsanitizer* yang diciptakan oleh setiap kelompok menggunakan media *game* edukasi berbasis STEM .

d. Kontribusi dan Tanggung Jawab

Tanggung jawab adalah sikap dan perilaku seseorang untuk melaksanakan tugas dan kewajibannya yang seharusnya dia lakukan (Ardila, 2017). Tanggung jawab dan kontribusi (peran dan tugas) mengacu pada fakta bahwa setiap anggota kelompok memikul tanggung jawab atas tugas yang harus diselesaikan dengan membantu anggota kelompok lainnya untuk belajar, mematuhi instruksi yang diberikan. Setiap kelompok bertanggung jawab atas pencapaian tujuan yang ditetapkan dan setiap anggota kelompok bertanggung jawab atas kontribusi pribadinya untuk mencapai tujuan perolehan masing-masing individu (Catalano, 2018). Indikator Kontribusi yakni mengemukakan hasil pemikiran, menyatukan hasil diskusi dan mencari penyelesaian masalah (Greenstein, 2012). Siswa diberikan kesempatan untuk memaparkan hasil diskusi mereka, dan bertanggung jawab atas pemaparan jawaban mereka. Berdasarkan hasil keterampilan kolaborasi aspek kontribusi dan tanggung jawab diperoleh rata-rata sebesar 3,37 pada kelas eksperimen dan pada kelas kontrol diperoleh rata-rata sebesar 2,97. Hal tersebut menunjukkan bahwa aspek kontribusi dan tanggung jawab pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.

Berdasarkan data penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan nilai keterampilan kolaborasi siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan nilai sig (*2-tailed*) 0,000. Dapat dilihat bahwa nilai keterampilan kolaborasi siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil uji besar perbedaan rata-rata *Cohen's Effect Size* diperoleh 0,843,

dan berdasarkan kriteria *Cohen's effect size* termasuk kriteria besar. Dengan demikian menunjukkan bahwa media *game* edukasi berbasis STEM berpengaruh terhadap keterampilan kolaborasi siswa.

Berdasarkan hasil dari setiap indikator keterampilan kolaborasi siswa diperoleh kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal tersebut dikarenakan kelas kontrol mendapat pengulangan pembelajaran, namun pada kelas eksperimen terdapat pembelajaran bermakna (*meaningful learning*) dengan menggunakan media *game* edukasi berbasis STEM. Dengan demikian kegiatan diskusi lebih menyenangkan. Keadaan yang menyenangkan dan rileks, sehingga akan memunculkan hormon positif seperti dopamin, serotonin, oksitosin dan endorfin yang mampu mengoptimalkan otak sehingga selama proses pembelajaran berlangsung siswa mampu untuk tetap fokus dan mudah dalam menangkap informasi yang diberikan (Farhud *et al.*, 2014). Penggunaan media *game* edukasi berbasis STEM dalam pembelajaran berpengaruh terhadap keterampilan kolaborasi siswa. Hal tersebut dapat dilihat dari data yang diperoleh bahwa pada kelas eksperimen yang mengimplementasikan media *game* edukasi berbasis STEM tingkat kolaborasi lebih tinggi setiap aspeknya dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan media konvensional. Pada kelas eksperimen siswa mendapatkan pengalaman belajar baru dengan cara mengaplikasikan konsep dan teori yang berasal dari dunia nyata dengan menerapkan media *game* edukasi berbasis STEM. Siswa lebih banyak berkompromi dan berkontribusi untuk menyelesaikan tugas yang diberikan, siswa harus berkolaborasi untuk menganalisis masalah, membuat rencana alternatif, dan mengevaluasi solusi. Media *game* edukasi berbasis STEM memiliki beberapa keunggulan sebagai media edukasi, yaitu merangsang minat siswa terhadap materi yang dipelajari sambil bermain tanpa terbatas ruang dan waktu, membuat siswa senang dan nyaman dalam belajar, meningkatkan kolaborasi dan rasa percaya diri siswa ketika siswa mampu menjawab dan menyelesaikan permainan (Naimah *et al.*, 2019). Media *game* edukasi berbasis STEM termasuk genre media simulasi dikarenakan media *game* ini berdasarkan hal-hal yang ada di dunia nyata untuk pembelajaran biologi topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme*.

Berikut adalah contoh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa.



Gambar 4.1 Tampilan media *game* edukasi berbasis STEM

Pada saat ini di era abad 21, semua level pendidikan menekankan pada keterampilan kolaborasi siswa. Penting bagi siswa untuk diberikan suatu pemahaman dalam bekerja secara kolaborasi sehingga pada diri siswa akan tertanam rasa saling menghargai, menghormati, tanggung jawab, tenggang rasa, dan lainnya. Ketika belajar dalam kelompok-kelompok kecil siswa cenderung dapat belajar lebih banyak dan mengingat materi ajar lebih lama jika dibandingkan dengan materi ajar tersebut diajarkan dalam bentuk lain, misalnya dalam bentuk ceramah (Warsono & Hariyanto, 2012). Pada era revolusi industri 4.0, kemampuan untuk berkolaborasi dengan orang lain menjadi salah satu kemampuan sosial yang harus dimiliki. Hal tersebut bahkan menjadi persyaratan saat mempekerjakan sumber daya manusia. Memahami bahwa setiap anggota tim memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing diperlukan agar tim dapat bekerja sama dan saling melengkapi. Berkolaborasi membutuhkan kemampuan untuk berkomunikasi dengan orang lain agar prosesnya menyenangkan bagi semua pihak (Pajarianto *et al.*, 2022).

4.2.2 Hasil Belajar Siswa

Hasil belajar juga disebut sebagai hasil seseorang setelah menyelesaikan suatu pelajaran dalam bentuk nilai hasil belajar yang diperoleh dari tes. Hasil tes ini menunjukkan prestasi seseorang setelah melakukan aktivitas belajar sesuai

dengan target yang telah ditentukan (Sinar, 2018). Selain untuk mengetahui pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi siswa, penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* terhadap hasil belajar siswa yaitu aspek kognitif. Hal tersebut ditunjukkan pada Uji Anakova pada tabel 4.4 diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,000 ($\text{sig} < 0,05$) sehingga berarti penggunaan media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil belajar kognitif siswa. Hasil belajar kognitif didukung pada sintaks pendahuluan, dimana siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diberikan soal *pretest* (Nahartyo, 2013). *Pretest* berfungsi untuk mempersiapkan siswa dalam proses pembelajaran, dan untuk mengetahui kemampuan awal yang sudah dimiliki oleh siswa (Supriyadi, 2018). Kemudian proses pembelajaran dengan menyampaikan gambaran besar materi pelajaran. Materi yang diberikan dalam pembelajaran adalah perubahan lingkungan sub topik pencemaran sampah organik. di dalam *pretest* didominasi dengan pemikiran-pemikiran yang masih sederhana dan hanya berdasar pada tulisan tentang perubahan lingkungan yang sudah disajikan.

Pada kelas eksperimen terjadi peningkatan hasil belajar kognitif dikarenakan penerapan media *game* edukasi berbasis STEM. Semakin sulit pemahaman konsep materi yang didapatkan pada materi perubahan lingkungan dimana masih banyak terjadi miskonsepsi antara siswa, maka siswa membutuhkan suasana pembelajaran yang menarik sehingga otak mampu rileks dan dapat menerima materi dengan mudah. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Supradewi (2010), belajar akan lebih mudah dan cepat apabila siswa dalam kondisi santai dan reseptif. Keadaan yang menyenangkan dan rileks akan memunculkan hormon positif seperti dopamin, serotonin, oksitosin dan endorfin yang mampu mengoptimalkan otak sehingga selama proses pembelajaran berlangsung siswa mampu untuk tetap fokus dan mudah dalam menangkap informasi yang diberikan (Farhud *et al.*, 2014). Tujuannya agar materi dapat masuk pada memori otak, dimana informasi yang masuk ke *short-term memory* apabila dilakukan

pengulangan maka akan tersimpan ke *long-term memory* (Moreno, 2010). Hal ini didukung dengan siswa diajak membuat kesimpulan dari pembelajaran yang telah dilakukan dan guru memberi umpan balik. Dengan demikian menunjukkan bahwa penggunaan *game* edukasi berbasis STEM dalam pembelajaran sains tidak hanya dapat meningkatkan kemampuan kolaborasi siswa, tetapi juga dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Dawson & Venville, 2013).

Pada akhir pembelajaran dilakukan tanya jawab, dalam hal ini siswa cukup aktif untuk mereview hasil kerja masing-masing kelompok, dilanjutkan dengan pengerjaan *posttest*. *Posttest* adalah tes yang diberikan di akhir kegiatan pembelajaran. Fungsi pemberian *Posttest* adalah untuk mengetahui sejauh mana pencapaian siswa setelah melaksanakan pembelajaran (Supriyadi, 2018), oleh karena itu, tujuan diberikannya tes ini untuk mengukur kualitas hasil belajar aspek kognitif siswa pada kelas eksperimen ataupun kelas kontrol. Pada hasil *posttest*, siswa dalam memberikan penjelasan terkait jawabannya sudah lebih mendalam ditunjukkan dengan penyertaan bukti faktual dalam narasi yang ditulis sebagai jawaban *posttest*. Sebagian besar siswa kelas eksperimen menjawab berdasarkan informasi bacaan yang disajikan dalam lembar *posttest*, dan juga berdasarkan informasi lain yang diperoleh selama pembelajaran menggunakan media *game* edukasi berbasis STEM. Berdasarkan penelitian terhadap hasil belajar siswa menunjukkan bahwa hasil rata-rata *posttest* kelas eksperimen sebesar 85,79 sedangkan pada kelas kontrol sebesar 69,97.

Berdasarkan pembahasan yang telah dijabarkan diatas, dapat diketahui bahwa penggunaan media *game* edukasi berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa. Hal ini dikarenakan media *game* edukasi tersebut menyenangkan, rileks, dan kolaboratif. dengan demikian siswa lebih aktif berkontribusi serta mengemukakan pendapat tanpa rasa takut atau khawatir dan mampu meningkatkan rasa percaya diri.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dari pengaruh media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa kelas X SMA yang telah dilaksanakan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- a. Penggunaan media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* terhadap keterampilan kolaborasi siswa kelas X SMA berpengaruh signifikan terhadap keterampilan kolaborasi siswa, dimana probabilitas yang diperoleh setelah melakukan uji T adalah 0,000 (sig <0,05) serta dari rumus *cohen's effect size* diperoleh kriteria perbedaan keterampilan kolaborasi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah besar.
- b. Penggunaan media *game* edukasi berbasis STEM pada topik konversi sampah organik menjadi *ecoenzyme* terhadap hasil belajar siswa yaitu pada ranah kognitif menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol yakni dengan signifikansi sebesar 0,000 (sig <0,05).

5.2 Saran

Saran terkait pengembangan media *game* edukasi berbasis STEM dijabarkan sebagai berikut.

- a. Bagi guru biologi, diharapkan media *game* edukasi berbasis STEM dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif pada materi biologi kelas X topik perubahan lingkungan tema pencemaran sampah organik.
- b. Bagi peneliti, diharapkan menggunakan satu sumber indikator keterampilan kolaborasi, pengukuran keterampilan kolaborasi dapat menggunakan hal lain (tidak harus LKPD), memunculkan unsur *mathematic* pada media *game* edukasi berbasis STEM serta penerapan model pembelajaran seharusnya sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustyaningrum, N. & Gusmania, Y.(2017). Praktikalitas dan Keefektifan Modul Geometri Analitik Ruang Berbasis Konstruktivisme. *Jurnal Dimensi*.6(3), 412-420.
- Ahmad, S. Z. (2016). The flipped classroom model to develop egyptian EFL students' listening comprehension. *English Language Teaching, Jurnal Binominal*. 9(9), 166-178.
- Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*.Yogyakarta: PT. Remaja Rosdakarya.
- Ali, N. 2019. Urgensi Bioetika Dalam Perkembangan Biologi Modern Menurut Perspektif Islam.*Jurnal Binominal*. 2(1): 64-85.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition*. Longman.
- Anita, Y., A. Thahir., Komarudin., Suherman, & N. D. Rahmawati. 2021. Media Pembelajaran terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 10(3): 401-412.
- Ansari, J, A, N, & Khan, N, A.(2020).Exploring the role of social media in collaborative learning the new domain of learning. *Smart Learning Environments Journal*.7(1),1-16.
- Anshori, M. M., Umamah, N., & Srikantun, S. (2022). Organisasi Kurikulum (Fokus: Konsep, Prinsip, Elemen, Integrasi, dan Ruang Lingkup Pengorganisasian). *Journal Social Society*, 2(2), 85-104.
- Ardila, R., Nurhasaah, & Salimi, M. (2017). Pendidikan Karakter Tanggung Jawab dan Pembelajaran di Sekolah. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pendidikan*.
- Arifah, S. N., Y. Fernando, & Rusliyawati. 2022. Upaya Meningkatkan Diri Melalui Game Edukasi Pengembang Kepribadian Berbasis Mobile. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak*. 3(3)295-315.
- Ayu, M. (2020). Online learning: Leading e-learning at higher education. *The Journal of English Literacy and Education*, 7(1), 47-54.
- Bancin, A., & Ambarita, B. (2020). Education Model Based on Life Skill (a Meta-Synthesis). 384(Aisteel), 319–324.

<https://doi.org/10.2991/aisteel-19.2019.69>.

- Callifornia Departement of Education. 2015. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Online. <http://Www.Cde.Ca.Gov/Pd/Ca/Sc/Stemintrod.Asp>. Diakses Pada 6 Juni 2023.
- Chandiany, L & Fauzan, M. N.(2020). *Tutorial Pembuatan Protipe Prediksi Ketinggian Air (PKA) dan Augmented Reality Berbasis Iot Versi 2*. Bandung: Kreatif Industri Nusantara.
- Catalano, C. (2018). The Developement of Personal Skills by Collaborative Learning Activities . *Educatia 21 Journal*, Vol 16, No 1. Hal 87-91.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Damopolii, V., Bitto, N., & Resmawan, R. (2020). Efektivitas Media Pembelajaran Berbasis Multimedia pada Materi Segiempat. *ALGORITMA: Journal Of Mathematics Education*, 1(2), 74–85. <https://Doi.Org/10.15408/Ajme.V1i2.14069>
- Darmawan, D. 2019. *Penggunaan Media Audio Kaset terhadap Motivasi Belajar*. Jakarta:Bumi Aksara.
- Dawson, V., & Venville, G.(2013). Introducing High School Biology Student To Argumentation about Socio-Scientifis Issues. *Canadian Journal of Science, Mathematich And Technology Education*.13(4),365-372.
- Dhitasarifa, I., Yuliatun, A. D., & Savitri, E. N. (2023, July). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Pada Materi Ekologi di SMP Negeri 8 Semarang. in *Proceeding Seminar Nasional IPA*.
- Elsheikh, A. H., Abd E. M., Das, S. R., Muthuramalingam, T., & Lu, S. (2021). A New Optimized Predictive Model Based on Political Optimizer For Eco-Friendly MQL-Turning Of AISI 4340 Alloy with Nano-Lubricants. *Journal of Manufacturing Processes*, 67, 562-578.
- Falloon, G., Hatzigianni, M., Bower, M., Forbes, A., & Stevenson, M. (2020). Understanding K-12 STEM Education: a Framework for Developing STEM Literacy. *Journal of Science Education and Technology*, 29(3), 369–385. <https://doi:10.1007/s10956-020-09823-x>.

- Farhud, D. D., Malmir, M., & Khanahmadi, M. (2014). Happiness & Health: The Biological-Systematic Review Article. *Iranian J Publ Health*, 43(11), 1468-1477. <http://ijph.tums.ac.ir/>.
- Firdaus, M., & Wilujeng, I.(2018). Pengembangan LKPD Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*.4(1):26-40.
- Greenstein, L. M. (2012). *Assessing 21st century skills: A guide to evaluating mastery and authentic learning*. Corwin Press.
- Haka, N., Mirani, B. E. H., Kesumawardani, A. D., Masya, H., Ningrum, M. C., & Rakhmawati, I. Menentukan Peningkatan Pemahaman Konsep dan Motivasi Belajar Pada Mata Pelajaran Biologi Menggunakan Model Problem Based Learning Berbasis Web Google Sites.(2023). *JEID Journal of Educational Integration And Development* , 3(4).
- Harahap, R. G., Nurmawati, N., Dianiswara, A., & Putri, D. L. (2021). Pelatihan Pembuatan Eco-Enzyme sebagai Alternatif Desinfektan Alami di Masa Pandemi Covid-19 bagi Warga Km. 15 Kelurahan Karang Joang. *SINAR SANG SURYA: Jurnal Pusat Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 67–73.
<https://Ojs.Ummetro.Ac.Id/Index.Php/Sinarsangsurya/Article/View/1505>.
- Harackiewicz, J. M., Smith, J. L., & Priniski, S. J. (2016). Interest matters: The importance of promoting interest in education. *Policy insights from the behavioral and brain sciences*, 3(2), 220-227.
<https://doi.org/10.1177/2372732216655542>.Interest.
- Hartati, R., & Sholihin, H.(2015). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa melalui Implementasi Model PBL pada Pembelajaran IPA Terpadu SMP. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi dan Sains*, 1-5.
- Hastuti, D, & M, Syukur.(2021). Penerapan Pembelajaran Abad 21 Berbasis HOTS dengan Menggunakan Pendekatan TPACK Di SMA Negeri 11 Enrekang. *Journal Of Sociology Education Review*. 1(3) : 144-152.
- Hasyim, R. A., Ruswati, A. E., Khairani C., Maulana, A., Fatkurrohman, B. B. (2023). Optimalisasi Sampah Organik untuk Budidaya Maggot sebagai Penanggulangan Pencemaran Lingkungan di Desa Candiretno, Kecamatan Secang, Kabupaten Magelang Moehamad Aman. *Journal of Innovation In Community Empowerment (JICE)*, 5(1), 45-52.
- Hidayati, N. (2019). Collaboration Skill of Biology Students At Universitas Islam Riau, Indonesia. *International Journal of Scientific And Technology Research*. 8(11), 208–211.

- Hosniyah, H., Mariatun, I. L., Alhasir, A., & Rois, A. A. (2023). Penggunaan Model Pembelajaran Student Facilitator and Explaining untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V Di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(6), 3420-3427.
- Jayawardana, H. B. A. (2017). Paradigma pembelajaran biologi di era digital. *Jurnal Bioedukatika*, 5(1), 12-17.
- Indriayu, M., Harini, S., Nugroho, J. A., & Octoria, D. (2022). *Pendidikan Kewirausahaan Berbasis Keterampilan Non Kognitif dapat Membentuk Generasi Yang Job Creator*. Yogyakarta: Deepublish.
- Junaidi, M. R., Zaini, M., Ramadhan, H. M., Ranti, B. Y. Z. B., Firmansyah, M. W., Umayasari, S., Sulisty, A., Aprilia, R. D., & Hardiansyah, F. (2021). Pembuatan Eco Enzyme sebagai Solusi Pengolahan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat*, 2(2), 118–123.
- Khairiyah, N. (2019). *Pendekatan Science, Tecnology, Engineering dan Mathematics (STEM)*. Medan: Spasi Media.
- Keller, J. M. (2016). Motivation, Learning, and Technology: Applying the ARCS-V Motivation Model. *Participatory Educational Research*, 3(2), 1–15.
<https://doi.org/10.17275/per.16.06.3.2>.
- Khoirunnisa, S. I., & Sudiby, E. (2023). Profil Keterampilan Kolaborasi Siswa SMP dalam Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD. *ScienceEdu*, 6(1), 89-97.
<https://doi.org/10.19184/Se.V6i1.40152>.
- Kurniasih, S. M. A. Hardiansyah., dan L. Nulhakim. (2022). Pelatihan Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga Menjadi Eco-Enzyme di Desa Tenjoayu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 1(02):70-74.
- Latifah, N., & Lazulva. (2020). Desain Dan Uji Coba Media Pembelajaran Berbasis Video Animasi Powtoon sebagai Sumber Belajar pada Materi Sistem Periodik Unsur. *JEDCHEM (Journal Education And Chemistry)*, 2(1), 26–31.
- Lestari, B. I., S. R. Hikamah, & Muslim, I. B. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran RCCDE terhadap Keterampilan Kolaborasi Siswa pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Bioshell*. 9(2);46-50.

- Lestari, E. T.(2020). *Cara Praktis Meningkatkan Motivasi Siswa Sekolah Dasar*. Sleman: Deepublish.
- Meilani, I. A., Asih, E., Auliatusahra, E. (2023). Potensi Penggunaan Ecoenzyme terhadap Lingkungan pada Bidang Pertanian. *Croos border*, 6(2):1134-2245.
- Megah, S. I., Dewi, D. S., & Wilany, E. (2018). Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga digunakan untuk Obat dan Kebersihan. Minda Baharu, *Jurnal Bioshell*.2(1), 50.
[https://Doi.Org/10.33373/Jmb.V2i1.2275](https://doi.org/10.33373/Jmb.V2i1.2275).
- Moreno, R.(2010). *Cognitive Load Theory*.New York: Cambridge University.
- Nahartyo, E. (2013). *Desain Dan Implementasi Riset Eksperimen*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Naimah, J., Winarni, D. S., & Widiyawati.(2019). Pengembangan *Game* Edukasi Science Adventure untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 7(2):91-100.
- Najuah, R. Sidiq., & Simamora, R. S.(2022).*Game Edukasi: Strategi dan Evaluasi Belajar Sesuai Abad 21*.Sumatera : Yayasan Kita Menulis.
- Nava, T. H. N. S., & Prasetyo, Z. K.(2018). Pengaruh Pendekatan Socio-Scientific Issue Berbasis STEM terhadap Literasi Sains Siswa. *E-Journal Pendidikan IPA*.7(5),162-167.
- Nugraha, B. E., & Gutami , R. S. (2020). Logarithmus: KIT Robot Edukasi Science, Technical Engineering and Matematic (STEM) untuk Menyongsong “Merdeka Belajar”. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Dan Aplikasinya*. 1(2).
- Paisah, N., Fatmaryanti, S. D., & Akhdinirwanto, R. W. (2013). Penerapan media kotak dan kartu misterius (Kokami) untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis pada siswa kelas vii smp negeri 25 purworejo. *Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 3(1), 28-32.
- Pajarianto, H., Salju, S., & Pramono, B. (2022). *READ: Restoration, Enlightening, Advance, Delightful*. Bandung: Indonesia Emas Group.
- Pasaribu, Y. , Ulfa, S. W., & Rohani.(2023). Pengembangan Lkpd Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Belajar Siswa Pada Materi Virus Kelas X Sma Negeri 1 Sorkam. *Bionatural*, 10(2), 99 – 109.

- Permanasari, A. 2016. STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains. In *Seminar Nasional Pendidikan Sains VI 2016*. Sebelas Maret University.
- Pranata, L., I. Kurniawan., S. Indaryati., Rini, K. Suryani., & Yuniarti, E..2021. Pelatihan Pengolahan Sampah Organik dengan Metode Eco- Enzyme. *Journal of Community Service*. 1(1):171-179.
- Prasetya, B. Soemarno., Hanuf, A. A., Purwanti, N. K. D.(2023). *Pengelolaan Lahan Di Kebun Jeruk*. Malang : UB PRESS.
- Puspitasari, Y. D, & M, Hanif.(2019). Using Learning Media to Increase Learning Motivation in Elementary School. *Journal of Education*. 4(2):53-60.
- Rahmawati. (2019). Pengaruh Pemanfaatan Media Audio Kaset terhadap Motivasi Belajar Dan Prestasi Belajar Siswa Di Kelas V SD Moguwoharjo. Skripsi. FPTK: IKIP Yogyakarta.
- Riskah., Ali, M., & Asmah, S.(2024).Penerapan Media Mysterious Card Box dalam Pembelajaran Biologi untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X Mipa SMA Negeri 7 Bone. *Jurnal Penelitian Multidisiplin*,2(1), 424-431.
- Rohmad, A., Suhandini, P., & Sriyanto, S. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Eksplorasi, Elaborasi, Dan Konfirmasi (EEK) Serta Kebencanaan Sebagai Bahan Ajar Mata Pelajaran Geografi SMA/MA Di Kabupaten Rembang. *Edu Geography*, 1(2), 1–5.
- Rusdianasari, R., Syakdani, A., Zaman, M., Zaman, M., Sari, F. F., Nasyta, N. P., & Amalia, R. (2021). Utilization of Eco-Enzymes From Fruit Skin Waste As Hand Sanitizer. *AJARCDE / Asian Journal of Applied Research For Community Development And Empowerment*, 5(3), 1–5. <https://doi.org/10.29165/Ajarcde.V5i3.72>.
- Sadiman, A. S., Rahardjo, R., Haryono, A., & Rahardjito. (2010). *Media Pendidikan*. Jakarta: Pustekom Dikbud Dan PT Rajagrafindo Persada.
- Sembung, F. Y., I. B. P. Arnyana, & Mulyadiharja, S.(2020). Pengembangan Media Pembelajaran Google Sites Berbasis STEM Materi Pencemaran Lingkungan Kelas X SMA Negeribali Madura. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 9(2):174-186).
- Simamora, R., Saragih, E. M. (2021). Pengaruh Kebiasaan Belajar dan Minat Belajar Siswa terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Matematc Pedagogic*. 6(1) : 45-52.






- Sinar.(2018). *Method Active Learning*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukmana, R. W.(2017). Pendekatan Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Sebagai Alternatif dalam Mengembangkan Minat Belajar Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. Vol 2 (2): 191-199.
- Sukmawijaya, Y., Suhendar, S., & Juhanda, A.(2019). Pengaruh Model Pembelajaran STEM-Pjbl terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal BIOEDUIN*, 9(2), 28-43.
- Supradewi, R. (2010). Otak, Musik, dan Proses Belajar. *Buletin Psikologi*, 18(2), 58-68.
<https://doi.org/10.22146/bpsi.11538>.
- Supriyadi, M.(2018). Pelaksanaan Proses Belajar Mengajar Pendidikan Jasmani Olahraga Dan Kesehatan Pada Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*.1(2),1-9.
- Utomo, A., Hasanah, P. L., Hariyadi, S., & Narulita, E.(2020). The Effectiveness of STEAM-Based Biotechnology Module Equipped with Flash Animation for Biology Learning in High School. *International Journal of Instruction*. 13(2) :463-476.
- Wahid, A. (2018). Pentingnya Media Pembelajaran dalam Meningkatkan Prestasi Belajar. *Istiqra*, 5(2), 1–11.
- Wardani, D. A. W.(2023). Tren Baru: Urgensi Multimedia Interaktif dalam Ekseibilitas Pendidikan di Era Digital. *Jurnal Jawa Dwipa*, 4(2), 139-153.
- Warsono, H., & Hariyanto, M. S. (2012). Pembelajaran aktif teori dan asesmen. *Bandung: PT Remaja Rosdakarya*.
- Wibowo, F., M, & M. A. Ramadhani. 2019. Pengembangan Game Edukasi Biologi untuk Peningkatan Pemahaman Materi Genetika. *Jurnal RESTI*.3(3):349-356.
- Wijayanto, E. (2017). Pengaruh Penggunaan Media Game Edukasi terhadap Hasil Belajar IPA Siswa Kelas IV SDN Kajartengguli Prambon Sidoarjo. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 5(3)338-347.

Yusnia, Y. (2019). Penggunaan Media Video Scribe Dalam Pembelajaran Literasi Sains untuk Mahasiswa PGPAUD. *Cakrawala Dini: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 10(1), 71-75.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Penelitian	
Lampiran 2. Alur Tujuan Pembelajaran	
Lampiran 3. Modul Kelas	
Lampiran 4. Soal Pretes dan Postest	
Lampiran 5. Lembar kisi-kisi	

Lampiran 6. Hasil Nilai <i>Pretest</i> Dan <i>Posttest</i>	
Lampiran 7. LKPD	
Lampiran 8. Rubrik Keterampilan Kolaborasi	
Lampiran 9. Lembar Observasi Keterampilan Kolaborasi	
Lampiran 10. Nilai Keterampilan Kolaborasi	

Lampiran 11. Lembar SPSS	
Lampiran 12. Lembar Keterlaksanaan Pembelajaran	
Lampiran 13. Surat Bukti Penelitian	
Lampiran 14. Gambar Media <i>Game</i> Edukasi Berbasis STEM	
Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian	
Lampiran 16. Lembar Validasi	