

**PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK INTERAKTIF MATERI
LAJU REAKSI BERMUATAN SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING
AND MATHEMATICS (STEM)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat sarjana S-1



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS ILMU TARBIAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2022

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1199/Un.02/DT/PP.00.9/05/2022

Tugas Akhir dengan judul : Pengembangan E-Modul Materi Laju Reaksi Bermuatan Science Technology Engineering and Mathematics (STEM)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RISMA ALFINA INDRIANA
Nomor Induk Mahasiswa : 18106070048
Telah diujikan pada : Jumat, 20 Mei 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Agus Kamaludin, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 628c5e88ec5a0



Pengaji I
Muhammad Zamhari, S.Pd.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 628c4a87b2813



Pengaji II
Laili Nailul Muna, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 628c4c6178397



Yogyakarta, 20 Mei 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd.
SIGNED

Valid ID: 628c5e15cc8f2

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN/ BEBAS PLAGIASI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN/ BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Risma Alfina Indriana

NIM : 18106070048

Program Studi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Pengembangan Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan Science Technology Engineering and Matematics (STEM)" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Tulungagung, 18 Mei 2022

Penulis,


Risma Alfina Indriana
NIM. 18106070048

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga FM-UINSK-BM-05-02/RO

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Risma Alfina Indriana

NIM : 18106070048

Judul Skripsi : Pengembangan Modul Elektronik Interaktif Materi Laju

Reaksi Bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics*
(STEM)

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut diatas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 19 Mei 2021

Pembimbing

Agus Kamaludin, M. Pd.

NIP. 19830109 201503 1 002

NOTA DINAS KONSULTASN I



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-04/R0

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Skripsi Risma Alfina Indriana

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama	:	RismaAlfina Indriana
NIM	:	18106070048
Judul Skripsi	:	Pengembangan Modul elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan <i>Science technology Engineering and Mathematics</i> (STEM).

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Kimia.

Demikian yang dapat kami sampaikan. Atas perhatiannya kami mengucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 25 Mei 2022

Konsultan I

Laili Nailul Muna, M.Sc
NIP. 19910820 201903 2 018

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

NOTA DINAS KONSULTAN II



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-04/R0

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal: Skripsi Risma Alfina Indriana

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr.wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama	:	RismaAlfina Indriana
NIM	:	18106070048
Judul Skripsi	:	Pengembangan Modul elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan <i>Science technology Engineering and Mathematics</i> (STEM).

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Pendidikan Kimia.

Demikian yang dapat kami sampaikan. Atas perhatiannya kami mengucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 25 Mei 2022

Konsultan II


Muhammad Zamhari, S.Pd.Si., M.Sc.

NIP. 19910820 201903 2 018

INTISARI
PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK INTERAKTIF MATERI
LAJU REAKSI BERMUATAN SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING
AND MATHEMATICS (STEM)

Oleh:

Risma Alfina Indriana

NIM: 18106070048

Pembimbing: Agus Kamaludin, M.Pd.

Era revolusi industri 4.0 menuntut guru untuk dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan memanfaatkan teknologi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan guru adalah melalui bahan ajar yang diintegrasikan dengan teknologi dan model pembelajaran *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul elektronik interaktif bermuatan STEM pada materi laju reaksi dan mengetahui kualitas modul yang dihasilkan. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*R&D*) dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*). Produk berupa modul elektronik interaktif bermuatan (STEM) berbentuk HTML berisi materi, kuis interaktif, dan proyek (STEM). Produk dinilai oleh satu ahli materi, satu ahli media, dan empat *reviewer* (guru kimia SMA/MA). Hasil penilaian kualitas produk oleh ahli media mendapatkan persentase 96,67% dengan kategori sangat baik (SB), ahli materi mendapatkan persentase 82,22% dengan kategori baik (B), dan guru kimia SMA/MA mendapatkan persentase 95% dengan kategori sangat baik (SB). Modul direspon positif oleh siswa dengan persentase sebesar 96%. Berdasarkan hasil penilaian dapat disimpulkan bahwa produk yang dikembangkan layak digunakan dalam proses pembelajaran di SMA/MA pada materi laju reaksi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Kata kunci: Modul Elektronik Interaktif, STEM, Laju Reaksi.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

Menjadi manusia yang bermanfaat

“Keberadaanmu di dunia ini tidak ada artinya jika tidak bermanfaat bagi makhluk lain di dalamnya.”



HALAMAN PERSEMPAHAN

Atas karunia Allah SWT, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Sugeng dan Sriati

Selaku bapak dan mamah tercinta

Siti Qurotul Ainin dan Moh. Nanang Qosim

Selaku kakak tersayang

Dan

Almamater Tercinta

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS ILMU TARBIAH DAN KEGURUAN
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirrabbil'alamin, puji syukur senantiasa selalu penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan semesta alam yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia kepada setiap makhluk-Nya sehingga skripsi dengan judul **“Pengembangan Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan Science Technology Engineering and Mathematics (STEM)”** dapat penulis selesaikan. Shalawat serta salam tak pernah lupa terhaturkan kepada baginda Rasulullah SAW yang telah menghantarkan kita ke zaman yang terang benderang.

Terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan materi maupun moril sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Tanpa bantuan, kerjasama, serta dukungan mustahil skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan hormat, ucapan banyak terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr.Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengizinkan penulis untuk menulis skripsi ini.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Sri Sumarni, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah mengizinkan penulis untuk menulis skripsi ini.
3. Bapak Khamidinal, S.Si., M.Si. selaku Ketua Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Ilmu Tarbiah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang senantiasa memberikan dukungan dalam menempuh studi.

4. Bapak Agus Kamaludin, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan ilmu, waktu, perhatian, dukungan, dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Agus Kamaludin, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dukungan dan arahan selama menempuh studi.
6. Ibu Khairunnisa, M.Pd. selaku dosen validator instrumen, Ibu Laili Nailul Muna, M.Sc. selaku validator materi, Ibu Retno Aliyatul Fikroh, M.Sc. selaku validator media, Bapak Irfan Kamaludin Syam, S.Pd, Ibu Sinta Ristiyanti, S.Pd., Ibu Rihadina Rahma Putri, S.Pd., Ibu Santi Lestarin, S.Pd, selaku *reviewer* (guru kimia SMA/MA), serta peserta didik kelas XI MA Ibnu Sina, terima kasih atas kerja sama dan waktu yang telah penulis kembangkan.
7. Bapak dan Ibu tercinta, Bapak Sugeng dan Ibu Sriati serta saudari tersayang Ibu Siti Qurotul Ainin, Evi Rasmawati, Moh. Nanang Qosim dan Imam Kambali yang selalu memberikan do'a, nasehat, dan dukungan bagi penulis.
8. Keluarga besar Pendidikan Kimia 2018 (Fosfor), terima kasih untuk kebersamaan, motivasi, pembelajaran, pengalaman, dan segala hal berharga lainnya.
9. Keluarga KKN (Alumni Masaran) DPL Bapak Moch. Sinung Restendy, M.Sos. (Masaran, Munjungan, Trenggalek, Jawa Timur), terima kasih atas pengalaman berharga selama 2 bulan dan banyak pelajaran yang diberikan.
10. Keluarga MAN 3 Blitar, Ibu Choirunnikmah selaku guru pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu, kesempatan, dan bimbingannya. Terima kasih atas kebersamaan dan pelajaran berharga.

11. Dwi Mujayanti dan Novita Eka Nur Ilma Budiana, terima kasih atas segala hal yang telah diberikan, kalian adalah definisi sahabat yang tak kenal waktu, tak ada kata yang tepat untuk mengungkapkan seberapa berjasanya kalian. Semoga Allah selalu melindungi kalian.
12. Sahabat seperjuangan, Ana Mustafidatul Laili dan Anisa Rahmawati, sahabat yang selalu ada dalam repotnya penyusunan skripsi ini terima kasih atas segala yang telah diberikan. Semoga Allah selalu melindungi kalian.
13. Anisa Rahmawati, Ana Mustafidatul Laili, Atik Chandra Setya Arum, Yupita Tri Rezeki, Fitri Rahayu, Aqilatun Ni'mah, Khairunnisa Nurul Laili, dan Tika Rahayu Ningsih, teman seimbungan dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih support dan dukungannya, berbagi keluh kesah yang tak ada habisnya tapi akhirnya sekarang selesai juga, terimakasih atas segala yang telah diberikan.
14. Seseorang yang mengusahakan selalu ada, memberikan doa, dukungan, waktu dan perhatian, nasihat, bertanya kabar, bertukar cerita, dukungan, dan segala hal yang diberikan. Semoga Allah selalu melindungi mu.
15. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberikan ganjaran yang setimpal atas segala dorongan, bantuan, dukungan, semangat dan segala hal yang telah diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca.

Yogyakarta, 08 Juli 2022

Penulis,

Risma Alfina Indriana

NIM. 18106070048



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN/ BEBAS PLAGIASI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
NOTA DINAS KONSULTASN I.....	v
NOTA DINAS KONSULTAN II.....	vi
INTISARI	vii
HALAMAN MOTTO	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Spesifikasi produk yang dikembangkan.....	6
E. Manfaat Pengembangan.....	7
F. Asumsi dan Batasan Pengembangan.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	10
A. Kajian Teori	10
B. Penelitian yang Relevan.....	17
C. Kerangka Berpikir.....	19
D. Pertanyaan Penelitian.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
A. Jenis Penelitian	23
B. Prosedur Pengembangan.....	23
C. Penilaian Produk	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. Hasil Penelitian.....	35
B. Hasil Uji Coba Produk	43

C. Revisi Produk.....	62
D. Kajian Produk Akhir	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
A. Simpulan Produk.....	73
B. Saran Tahap Lanjut Produk.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	76



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kisi-kisi Instrumen Penilaian untuk Ahli Materi.....	28
Tabel 3. 2 Kisi-kisi Instrumen Penilaian untuk Ahli Media.....	28
Tabel 3. 3 Kisi-kisi Instrumen untuk Guru Kimia SMA/MA.....	28
Tabel 3. 4 Kisi-kisi Instrumen Respon Peserta Didik.....	29
Tabel 3. 5 Aturan Pemberian Skor	30
Tabel 3. 6 Kriteria Kategori Penilaian Ideal.....	30
Tabel 3. 7 Aturan Pemberian Skor Respon Peserta Didik Pernyataan Posisitif.	32
Tabel 3. 8 Aturan Pemberian Skor Respon Peserta Didik Pernyataan Negatif.	32
Tabel 4. 1 Data Penilaian Kualitas Modul Elektronik Interaktif materi laju reaksi bermuatan <i>Science Tehnology Engineering and Mathematics</i> (STEM) oleh Ahli Materi	44
Tabel 4. 2 Hasil Penilaian Aspek Isi Menurut Ahli Materi	45
Tabel 4. 3 Hasil Penilaian Aspek Bahasa Menurut Ahli Materi.....	46
Tabel 4. 4 Hasil Penilaian Aspek <i>Science Technology Engineering and Mathematics</i> (STEM) Menurut Ahli Materi.....	47
Tabel 4. 5 Data Penilaian Kualitas Modul Elektronik Interaktif materi laju reaksi bermuatan <i>Science Tehnology Engineering and Mathematics</i> (STEM) Menurut Ahli Media ..	48
Tabel 4. 6 Hasil Penilaian Aspek Penyajian Menurut Ahli Media	49
Tabel 4. 7 Hasil Penilaian Aspek Kegrafikan Menurut Ahli Media.....	50
Tabel 4. 8 Hasil Penilaian Aspek Karakteristik Modul Menurut Ahli Media..	51
Tabel 4. 9 Data Penilaian Modul Elektronik Interaktif materi laju reaksi bermuatan <i>Science Tehnology Engineering and Mathematics</i> (STEM) Menurut <i>Reviewer</i> (Guru Kimia SMA/MA)	52
Tabel 4. 10 Hasil Penilaian Aspek Isi Menurut <i>Reviewer</i> (Guru Kimia SMA/MA)	53
Tabel 4. 11 Hasil Penilaian Aspek Bahasa Menurut <i>Reviewer</i> (Guru Kimia SMA/MA)	54

Tabel 4. 12 Hasil Penilaian Aspek Penyajian Menurut Reviewer Guru Kimia (SMA/MA)	55
Tabel 4. 13 Hasil Penilaian Aspek Kegrafikan Menurut Reviewer (Guru Kimia SMA/MA)	56
Tabel 4. 14 Hasil Penilaian Aspek Karakteristik Modul Menurut <i>Reviewer</i> (Guru Kimia SMA/MA).....	56
Tabel 4. 15 Hasil Penilaian Aspek <i>Science Technology Engineering and Mthematics</i> (STEM) Menurut <i>Reviewer</i> (Guru Kimia SMA/MA).....	57
Tabel 4. 16 Hasil Analisis Respon Peserta didik terhadap Modul Elektronik Interaktif materi laju reaksi bermuatan <i>Science Tehnology Engineering and Mathematics</i> (STEM) Menurut Respon Peserta Didik	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Prosedur Pengembangan Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM	26
Gambar 4.1 Halaman Sampul Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM	38
Gambar 4.2 Halaman Petunjuk Penggunaan Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM	39
Gambar 4.3 Proyek STEM yang ada dalam Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM	39
Gambar 4.4 Salah Satu Isi Materi dalam Subab Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM	40
Gambar 4.5 Tampilan Kuis Interaktif dalam Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM	40
Gambar 4.6 Salah Satu Tampilan Pop Up Gambar dalam Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM	41
Gambar 4.7 Grafik Kualitas Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM Menurut Ahli Materi	44
Gambar 4.8 Grafik Kualitas Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM Menurut Ahli Media	48
Gambar 4.9 Grafik Kualitas Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM Menurut Reviewer (Guru Kimia SMA/MA)	52
Gambar 4.10 Grafik Kualitas Modul Elektronik Interaktif Materi Laju Reaksi Bermuatan STEM Menurut Respon Peserta Didik	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Subjek Penelitian	83
Lampiran 2. Instrumen Penelitian.....	105
Lampiran 3. Tabulasi Data dan Perhitungan Kualitas Media Menurut Penilaian Dosen Ahli.....	154
Lampiran 4. Tabulasi Data dan Perhitungan Kualitas Media Menurut Penilaian <i>Reviewer</i> (Guru Kimia SMA/MA).....	165
Lampiran 5. Tabulasi Data dan Perhitungan Respon Peserta Didik	174
Lampiran 6. Daftar Riwayat Hidup.....	179



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri 4.0. ditandai dengan hadirnya empat hal, yaitu komputer super, kecerdasan buatan, sistem siber, dan kolaborasi manufaktur (Karnegi & Iswahyudi, 2019). Seiring perkembangan teknologi yang begitu pesat dan canggih, guru dituntut dapat mengembangkan media pembelajaran untuk menghasilkan peserta didik yang mampu menjawab tantangan revolusi 4.0 dan tercapainya program belajar *student center* (Fitriyah, 2019). Pemanfaatan teknologi dalam proses pembelajaran *student center* dapat meningkatkan minat belajar peserta didik serta menjadi suatu inovasi pembelajaran yang berdampak positif (Ibda, 2018). Kehadiran teknologi dan informasi dalam proses pembelajaran memberikan dampak positif berupa kualitas pembelajaran lebih baik dan meningkatnya keaktifan peserta didik dalam mencari materi pembelajaran sehingga peserta didik tidak hanya bergantung pada materi yang disampaikan oleh guru saja (Cholik, 2017). Guru dituntut untuk dapat menghadirkan media pembelajaran yang mengkolaborasikan bahan ajar dengan teknologi yang memungkinkan peserta didik dapat secara langsung memanfaatkan sumber belajar yang tersedia (Kuswanto, 2019). Namun faktanya berdasarkan penelitian yang dilakukan Sulastri et al., (2021) banyak guru yang masih gagap teknologi sehingga kesulitan dalam menggunakan teknologi atau membuat media pembelajaran bermuatan teknologi.

Integrasi media pembelajaran dengan teknologi guna meningkatkan kualitas pembelajaran dapat diwujudkan dalam bentuk bahan ajar interaktif bermuatan multimedia (Hastari et al., 2019). Penggunaan bahan ajar interaktif bermuatan

multimedia diperlukan untuk mendukung pembelajaran yang berpusat pada kegiatan peserta didik (Situmorang et al., 2015). Salah satu bahan ajar interaktif bermuatan multimedia adalah modul elektronik (R. Pratama & Alamsyah, 2020). Modul elektronik didefinisikan sebagai suatu media pembelajaran yang menggunakan komputer dengan menampilkan teks, gambar, video, audio, animasi, dan grafik dalam proses pembelajaran (Winatha et al., 2018). Kehadiran jaringan unit informasi digital seperti gambar, animasi, serta video pada modul elektronik lebih efektif dalam menciptakan suasana belajar aktif pada peserta didik (Restiyowati & Sanjaya, 2012). Selain itu, jaringan unit informasi digital juga dapat membantu peserta didik yang sulit menerima materi melalui media teks saja (Bire et al., 2014). Modul elektronik memiliki kelebihan, diantaranya: (1) konsep materi dapat divisualisasikan dalam bentuk animasi, (2) disajikan dalam tampilan yang menarik, (3) materi dapat disajikan secara interaktif dan dinamis, (4) dapat diakses kapan saja dan dimana saja (Gevi & Andromeda, 2019). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh suryadie dalam Herawati, Sunarya & Muhtadi, (2020) bahwa modul elektronik dapat meningkatkan minat peserta didik dalam belajar. Akan tetapi, penggunaan modul elektronik sangat terbatas dan penggunaan modul masih dalam bentuk cetak yang terkesan monoton (Herawati & Muhtadi, 2018). Oleh karena itu, untuk menunjang keaktifan peserta didik dalam pembelajaran pengembangan modul elektronik ini menjadi sangat penting dilakukan (Nafidah & Suratman, 2021).

Ilmu kimia adalah materi pelajaran yang sebagian besarnya bersifat abstrak dan kasat logika, artinya kebenaran dijelaskan dan dibuktikan dengan logika

matematika serta secara rasional dapat dirumuskan (Raharjo et al., 2017). Materi kimia yang bersifat abstrak dan penuh dengan logika matematika salah satunya adalah laju reaksi. Laju reaksi merupakan materi kimia yang memiliki karakteristik materi berupa pemahaman konsep dan aplikasinya (Putri & Mitalis, 2015). Pemahaman konsep yang ada dalam materi laju reaksi berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, memiliki cakupan materi yang luas, dan memerlukan teori yang dihubungkan dengan kehidupan nyata (Rachmawati et al., 2017). Hal tersebut juga dijelaskan oleh Adawiyah et al., (2019) bahwa materi laju reaksi merupakan salah satu materi yang mempelajari hal-hal mikroskopik seperti teori tumbuhan dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi sehingga untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep tersebut diperlukan bahan ajar yang dapat memvisualisasikan materi yang ada dalam kejadian nyata dalam kehidupan sehari-hari. Bahan ajar yang dapat memvisualisasikan konsep-konsep tersebut diperlukan untuk mempermudah peserta didik dalam mengkontruksi materi laju reaksi (Pahriah & Hendrawani, 2018). Selain visualisasi konsep diperlukan juga bahan ajar yang mampu mengintegrasikan pengetahuan dan keterampilan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Berdasarkan hasil penelitian Hasanah et al., (2021) menyatakan bahwa peserta didik hanya mempelajari materi laju reaksi dengan cara menghafal, menghitung, dan menganalisis tanpa mengaitkan materi dengan lingkungan sekitar dan pendekatan saintifik dikarenakan pemahaman konsep masih abstrak.

Pengembangan bahan ajar interaktif dapat dijadikan alternatif untuk mencapai kemampuan berpikir kritis yang sedang digalakkan di abad 21 (Ananda & Dasna,

2019). Salah satu bentuk pengembangan bahan ajar yang dapat melatih kemampuan berpikir kritis adalah modul bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics (STEM)* (Permanasari, 2016). Modul bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) merupakan modul yang mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, dan nilai ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika untuk menyelesaikan sebuah masalah yang berhubungan dengan pembelajaran dalam konteks kehidupan sehari-hari (Setiawan et al., 2020). Menurut Permanasari dalam Tipani et al., (2019), modul berbasis *Science Technology Engineering and Mathematics* STEM mampu meningkatkan penguasaan pengetahuan, mengaplikasikan pengetahuan untuk memecahkan masalah, serta mendorong peserta didik untuk mencipta sesuatu yang baru. Hal ini karena dalam modul bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) peserta didik tidak hanya sekedar menghafal konsep saja, tetapi peserta didik dilatih untuk mengamati, mengidentifikasi masalah, mencari informasi, mengungkapkan gagasan, merancang percobaan dan mencetuskan gagasan-gagasan penyelesaian suatu masalah (Irmita, 2018). Disamping itu, peserta didik akan dituntun untuk menganalisis suatu produk laju reaksi seperti *biokatalis* dalam pengaruhnya mempercepat reaksi kimia pada proses metabolisme. Dengan demikian, peserta didik akan terpacu untuk berpikir kreatif (Syahirah et al., 2020). Meskipun bahan ajar berupa modul bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) sudah dikembangkan sejak tahun 2017, faktanya menurut penelitian (Oktaviani et al., 2020) modul tersebut sampai saat ini masih sangat terbatas jumlah produk dan materinya.

Berdasarkan paparan masalah tersebut, maka pengembangan modul interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (*STEM*) sangat dibutuhkan. Pengembangan modul interaktif materi laju reaksi bermuatan STEM diharapkan dapat membantu peserta didik meningkatkan pemahaman konsep laju reaksi dan meningkatkan keaktifan serta keterampilan berpikir kritis peserta didik. Selain itu, diharapkan modul interaktif ini dapat membantu guru dalam proses pembelajaran sehingga memudahkan guru dalam memberikan penjelasan materi laju reaksi dan peserta didik mendapatkan pengalaman belajar kimia yang menyenangkan.

B. Rumusan masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (*STEM*)?
2. Bagaimana kualitas produk pengembangan modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (*STEM*) menurut penilaian ahli materi, ahli media, dan *reviewer* (guru kimia SMA/MA)?
3. Bagaimana respon peserta didik terhadap modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (*STEM*)?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pengembangan ini antara lain:

1. Menganalisis karakteristik modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (*STEM*).

2. Mengetahui kualitas produk pengembangan modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics (STEM)* menurut penilaian ahli materi, ahli media, dan *reviewer* (guru kimia SMA/MA).
3. Menganalisis respon peserta didik terhadap modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics (STEM)*.

D. Spesifikasi produk yang dikembangkan

Spesifikasi produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah:

1. Produk yang dikembangkan berupa modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics (STEM)*.
2. Modul berisi materi laju reaksi SMA/MA kelas XI dalam bentuk elektronik yang dapat menampilkan gambar, animasi, dan video yang mendukung isi materi dan kegiatan aplikatif yang bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics (STEM)*
3. Modul mengandung materi dan soal interaktif sehingga peserta didik akan mendapatkan pengalaman belajar yang menyenangkan.
4. Modul didesain dengan *Microsoft Word 2013*, *Mathtype*, dan *flip Pdf pro*.
5. Modul memiliki bagian-bagian meliputi:
 - a. Bagian I (Pendahuluan)
Berisi petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran dan tujuan pembelajaran.
 - b. Bagian II (Materi dan kegiatan laju reaksi)
Berisi peta konsep, sub materi 1 tentang pengertian laju reaksi, sub materi 2 tentang perumusan laju reaksi, sub materi 3 tentang faktor-faktor yang memengaruhi laju

reaksi, sub materi 4 tentang persamaan laju reaksi dan orde reaksi, dan sub materi 5 tentang penerapan laju reaksi.

c. Bagian III (Latihan Soal)

Berisi latihan soal dan pembahasan.

E. Manfaat Pengembangan

Adapun manfaat dari produk yang akan dikembangkan antara lain:

1. Menambah ketersediaan modul elektronik interaktif bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM).
2. Modul dapat digunakan guru sebagai pendamping buku ajar dalam pembelajaran.
3. Memberikan inovasi dan inspirasi bagi penelitian dalam dunia pendidikan untuk mengembangkan modul elektronik interaktif bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM).

F. Asumsi dan Batasan Pengembangan

Asumsi dan keterbatasan pengembangan pada penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Asumsi Pengembangan

- a. Modul yang disusun dapat menjadi bahan ajar untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.
- b. Modul elektronik interaktif bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) belum banyak dikembangkan khususnya pada materi laju reaksi.

- c. Ahli materi memiliki pemahaman yang baik tentang kebenaran konsep kimia pada materi laju reaksi dan memahami kriteria materi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM).
- d. Ahli media, guru kimia SMA/MA, dan dosen pembimbing memiliki pemahaman tentang standar modul interaktif yang baik.
- e. *Peer reviewer* memiliki pemahaman yang baik tentang standar kualitas modul yang baik.

2. Batasan Pengembangan

- a. Modul elektronik interaktif bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) hanya berisi materi laju reaksi.
- b. Modul elektronik interaktif berisi materi dan beberapa kegiatan yang bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM).
- c. Modul divalidasi oleh satu dosen ahli materi, satu dosen ahli media, tiga teman sejawat (*peer reviewer*), dan empat guru kimia SMA/MA (*reviewer*).
- d. Modul direspon oleh sepuluh peserta didik SMA/MA kelas XI di Yogyakarta.
- e. Modul elektronik interaktif bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) tidak dilakukan uji coba dalam proses pembelajaran.
- f. Metode pengembangan yang digunakan adalah model 4-D dimana hanya dibatasi pada tahap *develop* (pengembangan).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan Produk

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian pengembangan yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) yang dikembangkan diexport dalam bentuk HTML yaitu link yang dapat diakses melalui media elektronik apapun asalkan tersambung sinyal internet, berisi materi laju reaksi secara lebih mendalam, dilengkapi dengan latihan soal setiap subbab dan latihan soal berupa kuis interaktif secara keseluruhan, dilengkapi dengan proyek STEM, dan dilengkapi dengan ilustrasi pendukung materi berupa gambar dan animasi video.
2. Modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) dinilaikan kepada dosen ahli materi, dosen ahli media, dan *reviewer* (guru kimia SMA/MA). Penilaian dari satu dosen ahli materi diperoleh hasil dengan skor rata-rata 37 dengan skor maksimal ideal 45, persentase keidealannya 82,2%, dan termasuk kategori Baik (B). Penilaian dari satu dosen ahli media diperoleh hasil dengan skor rata-rata 58 dengan skor maksimal ideal 60, persentase keidealannya 96,7%, dan termasuk kategori Sangat Baik (SB). Sedangkan penilaian dari empat *reviewer* (guru kimia SMA/MA) diperoleh hasil dengan skor rata-rata 100 dengan skor maksimal ideal 105, persentase keidealannya 95,0%, dan termasuk kategori Sangat Baik (SB).
3. Modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) direspon oleh peserta didik SMA/MA kelas

XI MIPA. Respon dari sepuluh peserta didik diperoleh hasil dengan skor rata-rata 9,6 dengan skor maksimal ideal 10 sehingga diperoleh persentase keidealannya 96% dan termasuk kategori Sangat Baik (SB).

B. Saran Tahap Lanjut Produk

Penelitian ini merupakan pengembangan salah satu media belajar kimia SMA/MA. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh saran pemanfaatan, diseminasi, dan pengembangan produk lebih lanjut yang dijabarkan sebagai berikut:

1. Saran Pemanfaatan

Modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) yang dikembangkan perlu diujicobakan dalam proses pembelajaran kimia di sekolah dan proses belajar mandiri peserta didik untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan Modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) lebih lanjut.

2. Diseminasi

Modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) yang dikembangkan yang telah diujicobakan kepada peserta didik dalam pembelajaran kimia di sekolah dan mandiri dapat disebarluaskan setelah memperoleh predikat layak.

3. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Modul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) dapat dikembangkan lebih lanjut dalam

proses pembelajaran yang melibatkan guru dan peserta didik, maupun belajar mandiri peserta didik. Selain itu, perlu dilakukan penelitian sejenis dengan bentuk pengembangan yang berbeda misalnya odul elektronik interaktif materi laju reaksi bermuatan *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) dengan materi kimia yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Sukaryawan, M., Reaksi, M. L., & Lima, K. (2019). Pengembangan modul laju reaksi berbasis konstruktivisme lima fase needham. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia*, 6(1), 18–24. <https://doi.org/10.36706/jppk.v6i1.8484>
- Ali, M. (2010). *Metodologi dan aplikasi riset pendidikan*. Pustaka Cendekia utama.
- Ananda, Y. Y. T., & Dasna, I. W. (2019). Pembelajaran learning cycle 5E dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi laju reaksi. *Inovasi Kimia Dan Pembelajarannya Era Industri 4.0, November*, 418–425. <http://kimia.fmipa.um.ac.id/wp-content/uploads/2020/06/39-Yosep-Yuswanto.pdf>
- Arifin, Z. (2011). *Penelitian pendidikan: metode dan paradigma baru*. Remaja Rosdakarya.
- Bire, A. L., Geradus, U., & Bire, J. (2014). Pengaruh Gaya Belajar Visual, Auditorial, dan Kinestetik Terhadap Prestasi Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan*, 44(2), 168–174. <https://doi.org/10.21831/jk.v44i2.5307>
- Chang, R. (2004). *Kimia dasar: inti dan terapan* (2nd ed.). Erlangga.
- Cholik, C. A. (2017). Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan pendidikan di indonesia. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 2(6), 21–30. <https://jurnal.syntaxliterate.co.id/index.php/syntax-literate/article/view/130>
- Emzir. (2008). *Metodologi penelitian pendidikan: kuantitatif dan kualitatif*. Rajawali Press.
- Fitriyah, R. N. (2019). Pengembangan kompetensi guru di era revolusi industri 4.0 melalui pendidikan dan pelatihan. *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Dan Call for Papers*, 1, 359–364. https://www.unisbank.ac.id/ojs/index.php/sendi_u/article/view/7302
- Gevi, G. R., & Andromeda, A. (2019). Pengembangan e-modul laju reaksi berbasis inkuiri terbimbing terintegrasi virtual laboratory untuk SMA/ MA. *Edukimia*, 1(1), 53–61. <https://doi.org/10.24036/ekj.v1.i1.a8>
- Hasanah, I., Melati, H. A., & Rasmawan, R. (2021). Pengembangan modul kimia pendekatan saintifik pada materi laju reaksi di madrasah aliyah (MA). *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(6), 4160–4171. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i6.746>
- Hastari, G. A. W., Gede Agung, A. A., Sudarma, I. K., & Teknologi Pendidikan, P. (2019). Pengembangan modul elektronik berpendekatan kontekstual pada mata pelajaran ilmu pengetahuan sosial kelas VIII sekolah menengah pertama. *Jurnal EDUTECH Universitas Pendidikan Ganesha*, 7(1), 33–43. <https://doi.org/10.23887/jeu.v7i1.20006>
- Herawati, Sunarya, N., & Muhtadi, A. (2020). Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran kimia kelas XI IPA SMA. *Jurnal At-Tadbir STAI Darul Karmal NW Kembang Kerang*, 4(1), 57–69. <http://ejournal.kopertais4.or.id/sasambo/index.php/atTadbir>
- Herawati, N. S., & Muhtadi, A. (2018). Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran Kimia kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 5(2), 180–191. <https://doi.org/10.21831/jitp.v5i2.15424>
- Ibda, H. (2018). Penguatan literasi baru pada guru madrasah ibtidaiyah dalam menjawab tantangan. *Journal of Research and Thought of Islamic Education*, 1(1), 1–19. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/58526760/1._JRTIE_H_Ibda.pdf

- pdf?response-content-disposition=inline%253B
filename%253DPenguatan_Literasi_Baru_Pada_Guru_Madras.pdf&X-Amz-
Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-
Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%252F2020
- Irmita, L. U. (2018). Pengembangan modul pembelajaran kimia menggunakan pendekatan science, technology, engineering and mathematic (STEM) pada materi kesetimbangan kimia. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 2(2), 26–36. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v2i2.2665>
- Karnegi, D., & Iswahyudi. (2019). Tantangan pembelajaran berbasis teknologi informasi era revolusi industri 4.0 di SMA negeri 5 prabumulih. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 138–147. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/Prosidingpps/index>
- Kuswanto, J. (2019). Pengembangan modul tnteraktif pada mata pelajaran IPA terpadu kelas VIII. *Jurnal Media Infotama*, 15(2), 51–56. <https://doi.org/10.37676/jmi.v15i2.866>
- Menengah, D. P. D. dan. (2018). *Tips dan trik penyusunan e-modul*. Pembinaan SMA.
- Nafidah, R., & Suratman, B. (2021). Pengembangan bahan ajar digital interaktif berbantuan adobe flash pada mata pelajaran korespondensi kelas X OTKP di SMK YPM 3 taman. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 9(1), 39–50. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/jpap/article/view/8764>
- Oktaviani, A., Anom, K., & Lesmini, B. (2020). Pengembangan modul kimia terintegrasi STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dan PBL (Problem-Based Learning). *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 2(2), 64. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.2.6279>
- Pahriah, & Hendrawani. (2018). Efektifitas penggunaan modul multipel representasi berbasis inkuiri pada materi laju reaksi terhadap pemahaman konsep calon guru kimia. *Prosiding Seminar Nasional, 06(1)*, 68–72. <https://doi.org/10.1234/.v0i0.435>
- Permanasari, A. (2016). Peningkatan kualitas pembelajaran sains dan kompetensi guru melalui penelitian & pengembangan dalam menghadapi tantangan abad-21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains*, 23–34. <https://jurnal.flkip.uns.ac.id/index.php/snps/article/viewFile/9810/7245>
- Pratama, C. . (2003). *Kimia dasar II*. Jurusan Kimia FMIPA UNY.
- Pratama, R., & Alamsyah, M. (2020). Analisis kebutuhan guru terhadap pengembangan modul virtual kimia berbasis inkuiri terbimbing. *Prosiding Seminar Sains*, 1(1), 254–257. <http://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/view/4102%0Ahttp://www.proceeding.unindra.ac.id/index.php/sinasis/article/download/4102/644>
- Putri, D., & Mitarlis. (2015). Pengembangan lembar kerja siswa berbasis mind mapping pada materi laju reaksi untuk melatihkan keterampilan berfikir kreatif siswa kelas XI SMA. *UNESA Journal of Chemical Education*, 4(2), 340–348. <https://doi.org/10.26740/ujced.v4n2.p%25p>
- Rachmawati, D., Suhery, T., & Anom, K. (2017). Pengembangan modul kimia dasar berbasis STEM problem based learning pada materi laju reaksi untuk mahasiswa program studi pendidikan kimia. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017*, 239–248. <http://conference.unsri.ac.id/index.php/semnasipa/article/view/692>

- Raharjo, M. W. C., Suryati, S., & Khery, Y. (2017). Pengembangan e-modul interaktif menggunakan adobe flash pada materi ikatan kimia untuk mendorong literasi sains siswa. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 5(1), 8. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v5i1.102>
- Restiyowati, I., & Sanjaya, I. G. M. (2012). Pengembangan e-book interaktif pada materi kimia semester genap kelas XI SMA. *UNESA Journal of Chemical Education*, 1(1), 130–135. <https://doi.org/10.23917/ppd.v7i1.10559>
- Setiawan, N. C. E., Sutrisno, S., Munzil, M., & Danar, D. (2020). Pengenalan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan pengembangan rancangan pembelajarannya untuk merintis pembelajaran kimia dengan sistem SKS di kota madiun. *Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 56. <https://doi.org/10.36312/linov.v5i2.465>
- Situmorang, M., Sitorus, M., & Situmorang, Z. (2015). Pengembangan bahan ajar kimia SMA/MA inovatif dan interaktif berbasis multimedia. *Prosiding SEMIRATA 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat*, 533–542. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/semirata2015/article/view/14267>
- Sugiyono. (2009). *Metode penelitian pendidikan (pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D)*. Alfabeta.
- Sulastri, Nurdiyana, Setiawati, Suanto, & Rustandi, R. (2021). Pelatihan pembuatan bahan ajar dan media pembelajaran. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 97–103. <https://doi.org/10.18261/issn2387-4546-2007-04-01>
- Suryani, K., Utami, I. S., Khairudin, Ariska, & Rahmadani, A. F. (2020). Pengembangan modul digital berbasis STEM menggunakan aplikasi 3D flipbook pada mata kuliah sistem operasi. *Jurnal Mimbar Ilmu*, 25(3), 358–367. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/MI/article/view/28702>
- Syahirah, M., Anwar, L., & Holiwarni, B. (2020). Pengembangan modul berbasis STEM (Science, Technology, Engineering And Mathematics) pada pokok bahasan elektrokimia. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(4), 317–324. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i4.1602>
- Tipani, A., Toto, & Yulisma, L. (2019). Implementasi model PjBL berbasis STEM untuk meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir analitis siswa. *BIO EDUCATIO: (The Journal of Science and Biology Education)*, 4(2), 70–76. <http://www.jurnal.unma.ac.id/index.php/BE/article/view/1700>
- Winatha, K. R., Suharsono, N., & Agustini, K. (2018). Pengembangan e-modul interaktif berbasis proyek mata pelajaran simulasi digital. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15(2), 188–199. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v15i2.14021>