

**PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK  
MATERI LAJU REAKSI BERBASIS *GREEN*  
*CHEMISTRY***

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi Sebagai Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana S1 dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh: **Bella Yunitamara**

NIM. 1808076001

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Bella Yunitamara

NIM : 1808076001

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**“PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK MATERI LAJU  
REAKSI BERBASIS *GREEN CHEMISTRY*”**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,  
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 29 September 2022  
Pembuat Pernyataan



**Bella Yunitamara**  
NIM: 1808076001

# HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang  
Telp. 024-76433366 fax. 7615387

## PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Pengembangan Modul Elektronik Materi Laju Reaksi Berbasis  
*Green Chemistry*  
Peneliti : Bella Yunitamara  
NIM : 1808076001  
Program Studi : Pendidikan Kimia

Telah ditujikan dalam sidang munaqosah oleh dewan penguji Fakultas sains dan teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 14 Oktober 2022

### DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

**Dr. Sri Mulyanti, M.Pd**  
NIP. 198702102019032012

Penguji Utama I

**Dr. Suwahono, S.Pd., M. Pd**  
NIP. 19720520199031004

Pembimbing I

**Dr. Sri Mulyanti, M.Pd**  
NIP. 198702102019032012

Sekretaris Sidang

**Wiwik Kartika Sari, M.Pd**  
NIP. 199302132019032020

Penguji Utama II

**Julia Mardhiya, M. Pd**  
NIP. 199310202019032014

Pembimbing II

**Wiwik Kartika Sari, M.Pd**  
NIP. 199302132019032020

## NOTA DINAS

Semarang, 29 September 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum. Wr.Wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Modul elektronik Materi Laju Reaksi Berbasis *Green Chemistry*

Nama : Bella Yunitamara

NIM : 1808076001

Program Studi : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Pembimbing I



**Dr. Sri Mulyanti, M.Pd**

NIP.198702102019032012

## NOTA DINAS

Semarang, 29 September 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum. Wr.Wb*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Modul elektronik Materi Laju Reaksi Berbasis *Green Chemistry*

Nama : Bella Yunitamara

NIM : 1808076001

Program Studi : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Pembimbing II



**Wiwik Kartika Sari, M.Pd**

NIP.199302132019032020

## ABSTRAK

Tantangan revolusi 4.0 membawa pengaruh pada dunia pendidikan salah satunya mengubah pola pikir peserta didik. Bahan ajar sebagai penunjang pembelajaran harus disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik. Kurangnya pemahaman konsep peserta didik terhadap materi laju reaksi dan prinsip *green chemistry* menjadi salah satu permasalahan dalam proses pembelajaran kimia. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan media pembelajaran berupa modul elektronik berbasis *green chemistry* pada materi laju reaksi. Metode penelitian yang digunakan yaitu R&D dengan model 4D yaitu *Define, Design, Develop* dan *Dissaminate* tetapi hanya dilakukan sampai tahap *Develop*. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, angket, dan dokumentasi. Analisis data dilakukan dengan validasi Aiken's dan uji praktikalitas. Berdasarkan hasil analisis data diketahui bahwa validasi ahli memperoleh skor rata-rata sebesar 0,82 dengan kategori valid, sedangkan hasil respon peserta didik mendapatkan persentase rata-rata sebesar 88,78% pada tiap aspek yang termasuk dalam kategori sangat baik dan sangat praktis untuk digunakan. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* valid dan praktis digunakan dalam proses pembelajaran.

**Kata kunci** : modul elektronik, *green chemistry*, laju reaksi.

## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Wr. Wb*

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan karunia dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Shalawat dan salam kepada nabi agung Muhammad SAW yang telah berjasa membawa era modern menjadi lebih baik dan nyaman setelah era jahiliah seperti saat ini.

Skripsi disusun untuk menyelesaikan tugas akhir dan persyaratan mendapatkan gelar sarjana Pendidikan program studi Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Bantuan, nasehat, dan motivasi serta do'a dari berbagai pihak tentunya tidak lepas dalam proses penyusunan skripsi ini. Oleh sebab itu, dengan ketulusan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag.
2. Ketua jurusan dan ketua Prodi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang Ibu Atik Rahmawati, S.Pd. M.Si
3. Ibu Dr. Sri Mulyanti M.Pd selaku dosen pembimbing I dan ibu Wiwik Kartika Sari, M.Pd selaku dosen pembimbing II

yang telah memberikan motivasi, dukungan, bantuan serta bimbingan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.

4. Segenap dosen pendidikan kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bimbingan, ilmu serta pengalaman dalam membimbing penulis menyelesaikan pendidikan S-1 dan menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
5. Kedua orang tua penulis, ayahanda Waluyo dan Ibu Sri Ayem dan saudara kandung penulis Arya Dwi Pangestu yang tidak pernah bosan memberikan dukungan lahir dan batin bagi penulis serta memberikan yang terbaik bagi anaknya dengan do'a, materi, kasih sayang yang tidak dapat dibalas dengan apapun sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik
6. Kepala SMA N Purwodadi Bapak Manap, M.Pd yang telah memberikan izin melaksanakan penelitian serta Ibu Sri Agustina S.Pd dan ibu Else Yusnaini S.Pd selaku guru Kimia di SMA N Purwodadi yang telah membantu peneliti menyelesaikan penelitian ini.
7. Aulya Fajarwati, S.Pd, Nadia Saputri, Bayu Pranata S.Pd, Nur Inayah Amaliyah, S.Pd, Rini Annisyyah Br Ginting, Nur Aisyah Borotan, Nur Elisa Hawa S.Pd selaku teman terbaik

penulis. Terimakasih telah memberikan dukungan, motivasi dan do'a kepada penulis.

8. Karyani, Yayan, Debby, Rangga, Ikhsan, kak jajang, kak chairul, mba mervi, dan mba binti serta mba desi selaku teman-teman seperjuangan dari Musi Rawas yang telah memberikan dukungan dan kenangan terindah selama berjuang bersama di tanah rantau, Semarang.
9. Sahabat seperjuangan di Pendidikan Kimia 2018 yang membawa kenangan terindah kepada penulis.

Seluruh pihak yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materill yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Penulis tidak dapat membalas segala kebaikan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan pada penulis, tetapi do'a dan ucapan terimakasih semoga Allah memberikan balasan terbaik bagi segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis selama ini. Aamiin.

*Wassalamu'alaikum WR WB.*

Semarang, 30 September 2022

Penulis



Bella Yunitamara

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>NOTA DINAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	10
C. Pembatasan Masalah .....	10
D. Rumusan Masalah .....	11
E. Tujuan Pengembangan .....	11
F. Manfaat Pengembangan .....	12
G. Asumsi Pengembangan .....	13
H. Spesifikasi produk yang dikembangkan.....	13
<b>BAB II LANDASAN PUSTAKA .....</b>	<b>15</b>
A. Kajian Teori .....	15
B. Kajian penelitian yang Relevan .....	31
C. Kerangka Berpikir .....	35
D. Pertanyaan Penelitian .....	36
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
A. Model Pengembangan .....	37
B. Prosedur Pengembangan.....	38
C. Desain Uji Coba Produk.....	42
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>50</b>
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	50
B. Hasil Uji Coba Produk.....	59
C. Revisi Produk.....	64
D. Kajian Produk Akhir.....	70
E. Keterbatasan Penelitian .....	86
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>87</b>

A. Simpulan .....	87
B. Saran.....	87
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut .....	88
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>95</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1	Kriteria kevalidan Aikens'V	46
Tabel 3.2	Skala Angket Respon Peserta didik	47
Tabel 3.3	Kriteria Penilaian Kualitas	48
Tabel 3.4	Kriteria Penilaian Kepraktisan	49
Tabel 4.1	Hasil Angket Respon Peserta Didik	61

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Perbedaan suatu partikel Konsentrasi Rendah dan Konsentrasi Tinggi	22
Gambar 2.2	Grafik Energi Potensial Reaksi Tanpa Katalis dan Dengan Katalis	23
Gambar 2.3	Reaksi Orde Nol	26
Gambar 2.4	Reaksi Orde Satu	27
Gambar 2.5	Reaksi Orde Dua	28
Gambar 2.6	Kerangka Berpikir	35
Gambar 3.1	Desain Uji Coba 6 Langkah	42
Gambar 3.2	Diagram Model Pengembangan 4D Menjadi 3D	43
Gambar 4.1	Hasil Respon Peserta Didik Tiap Aspek	62
Gambar 4.2	Halaman Depan Sebelum Revisi	65
Gambar 4.3	Halaman Depan Sesudah Revisi	66
Gambar 4.4	Halaman Kegiatan Praktikum Sebelum Revisi	66
Gambar 4.5	Halaman Kegiatan Praktikum Setelah Revisi	67
Gambar 4.6	Halaman tujuan pembelajaran Sebelum di Revisi	67
Gambar 4.7	Halaman tujuan pembelajaran Setelah di Revisi	68
Gambar 4.8	Halaman Faktor-Faktor Pengaruh Laju Reaksi Sebelum di Revisi	68
Gambar 4.9	Halaman Faktor-Faktor Pengaruh Laju Reaksi Setelah di Revisi	69
Gambar 4.10	Tampilan Kolom Hasil Kegiatan Praktikum Sebelum di Revisi	69
Gambar 4.11	Tampilan Kolom Hasil Kegiatan Praktikum Setelah di Revisi	70
Gambar 4.12	Tampilan Halaman Depan	71
Gambar 4.13	Informasi Terkait Prinsip <i>Green Chemistry</i>	73
Gambar 4.14	Halaman Kegiatan Belajar 1	74

Gambar 4.15	Halaman Informasi Penerapan Materi Laju Reaksi	75
Gambar 4.16	Pengaruh Konsentrasi Pada Laju Reaksi	76
Gambar 4.17	Aktifitas Ilmiah peserta didik berbasis <i>Green Chemistry</i>	77
Gambar 4.18	Halaman Kegiatan Belajar 3	78
Gambar 4.19	Validasi Para Ahli ditiap aspek	79

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Hasil Wawancara Guru Kimia	95
Lampiran 2	Angket Kebutuhan Peserta Didik	99
Lampiran 3	Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik	103
Lampiran 4	Instrumen Penilaian	106
Lampiran 5	Instrumen Validasi Oleh Ahli	119
Lampiran 6	Hasil Validasi Ahli I	123
Lampiran 7	Hasil Validasi Ahli II	127
Lampiran 8	Hasil Validasi Ahli III	131
Lampiran 9	Hasil Validasi Ahli IV	135
Lampiran 10	Hasil Validasi Ahli V	139
Lampiran 11	Analisis Hasil Validasi Ahli	143
Lampiran 12	Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik	145
Lampiran 13	Lembar Angket Respon Peserta Didik	154
Lampiran 14	Hasil Angket Respon Peserta Didik	157
Lampiran 15	Analisis Hasil Angket Respon Peserta Didik	152
Lampiran 16	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	165
Lampiran 17	Tabel Aiken's V	169
Lampiran 18	Tampilan Produk	170
Lampiran 19	Dokumentasi Penelitian	171
Lampiran 20	Surat Penunjukkan Dosen Pembimbing	172
Lampiran 21	Surat Permohonan Validator	173
Lampiran 22	Surat Izin Riset	174
Lampiran 23	Surat Keterangan Riset	175
Lampiran 24	Daftar Riwayat Hidup	176

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Pendidikan merupakan salah satu dari sekian banyak bidang kehidupan yang mengalami perubahan akibat kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Revolusi industri 4.0 merupakan salah satu dari beberapa faktor yang mempengaruhi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Prasetyo & Sutopo (2018) menyatakan bahwa revolusi 4.0 adalah masa di mana semua informasi di dalamnya dapat segera terkait atau berhubungan satu sama lain, tanpa dibatasi oleh waktu, dan tempat dengan menggunakan kecanggihan teknologi untuk mengoptimalkan nilai dari setiap tindakan yang terjadi. Adanya perubahan yang terjadi, maka diperlukan respon yang tepat dan cepat agar tidak menimbulkan dampak jangka panjang yang merugikan kehidupan manusia.

Menghadapi tantangan tersebut pemerintah telah melakukan upaya untuk mengatasi masalah tersebut dengan meningkatkan standar sumber daya manusia melalui pendidikan vokasi. Namun, proses belajar dan pola berpikir peserta didik telah dipengaruhi oleh revolusi industri 4.0. Salah satunya adalah peserta didik

lebih menyukai pembelajaran dari sumber elektronik yang mudah diakses daripada buku atau sumber cetak lainnya (Tulus & Winingsih, 2020). Akibatnya, pembelajaran abad ke-21 melibatkan modifikasi kurikulum dan kerangka pendidikan agar sesuai dengan revolusi 4.0.

Revolusi 4.0 mewajibkan kepada peserta didik memiliki keahlian di bidang teknologi, media, dan informasi, pengetahuan di bidang pembelajaran dan inovasi, serta pengalaman hidup dan karir (Giatman *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, guru memiliki tanggung jawab yang besar dalam merencanakan pembelajaran yang tepat bagi peserta didik. Salah satunya penggunaan bahan ajar yang tepat dalam proses pembelajaran.

Bahan ajar merupakan materi yang disusun secara terstruktur yang digunakan oleh guru dan peserta didik dalam proses belajar mengajar (Wibowo, 2018). Bahan ajar menurut Manulang *et al.*, (2020) merupakan kumpulan perangkat pembelajaran yang meliputi sumber belajar, proses pembelajaran, batasan, dan evaluasi yang dibuat secara sistematis dan menarik untuk memenuhi tujuan yang akan dicapai. Sehingga, segala macam sumber atau bahan yang dibuat secara terorganisir dan dimanfaatkan oleh peserta didik untuk belajar secara

mandiri yang disesuaikan dengan kurikulum disebut dengan bahan ajar.

Bahan ajar dapat dihasilkan secara dinamis dengan memperhitungkan tujuan pembelajaran dan kemajuan zaman (Asi, 2017). Penyusunan dan pemilihan bahan ajar yang tepat dapat membantu keberhasilan proses belajar mengajar dikelas (Hasanah *et al.*, 2016). Modul, audio, dan video pelajaran adalah beberapa jenis bahan ajar.

Salah satu bahan ajar yang digunakan di sekolah adalah modul. Modul merupakan salah satu alat pembelajaran yang digunakan untuk membantu peserta didik belajar atas inisiatif sendiri dan tanpa bimbingan guru untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Lasmiyati & Harta, 2014). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Gustarie *et al.*, (2019) yang menemukan bahwa penggunaan modul sebagai sumber belajar di kelas dapat membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran. Selain itu, berdasarkan hasil wawancara dengan guru di salah satu sekolah di Kabupaten Musi Rawas jenis modul yang digunakan dalam proses pembelajaran yaitu modul cetak.

Modul cetak yang digunakan memiliki beberapa kekurangan, antara lain: (1) konten materi yang disajikan bersifat linier, (2) kurangnya uji kompetensi yang dapat

membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritis, (3) tidak adanya penerapan prinsip *green chemistry* pada materi yang diberikan, dan (4) modul yang digunakan tidak dikembangkan dengan kecanggihan teknologi. Bahan ajar yang lugas dan komprehensif dengan menyajikan kegiatan ilmiah yang dapat membentuk pola pikir peserta didik serta menyajikan konten yang disajikan dengan kecanggihan teknologi berdasarkan prinsip *green chemistry* diperlukan dalam memperbaiki kelemahan yang dimiliki oleh modul cetak. Salah satunya dengan mengembangkan modul elektronik.

Modul elektronik merupakan kumpulan materi pembelajaran elektronik terstruktur dan sering dimanfaatkan sebagai bahan ajar mandiri (Utami *et al.*, 2018). Hal ini karena modul elektronik dapat menampilkan materi ajar yang komprehensif, menarik, dan interaktif, serta modul elektronik dipandang lebih inovatif dibandingkan dengan bahan ajar lainnya (Abdullah *et al.*, 2020). Menurut temuan penelitian yang dilakukan oleh Suarsana & Mahayukti (2013) terhadap penggunaan modul elektronik oleh peserta didik yaitu dapat mengubah perspektif buruk terhadap materi yang dipelajari dan memperoleh tanggapan yang positif. Sehingga dengan memanfaatkan teknologi mutakhir,

modul elektronik dapat menjadi solusi atas permasalahan yang ada dalam modul cetak. Modul elektronik sering digunakan dalam proses pembelajaran salah satunya dalam proses pembelajaran kimia.

Kimia merupakan gagasan, fakta, dan konsep yang terkandung dalam cabang ilmu pengetahuan alam. Karakteristik yang dimiliki ilmu kimia yaitu bersifat abstrak dan tak terlihat. Sehingga hal ini menyebabkan peserta didik menganggap bahwa ilmu kimia itu sulit untuk dikuasai, terutama pada materi tentang laju reaksi (Ibrahim, 2015). Hal ini sejalan dengan penelitian Rahman (2018) peserta didik menganggap materi laju reaksi sebagai materi yang sulit untuk dipelajari. Sehingga, materi laju reaksi memiliki peminat yang sedikit dalam pembelajaran ilmu kimia.

Hal yang sama dinyatakan oleh guru kimia di salah satu sekolah di Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatra Selatan. Berdasarkan informasi yang didapatkan, maka diketahui bahwa nilai peserta didik pada materi laju reaksi tergolong rendah. Hal ini disebabkan karena peserta didik menganggap materi laju reaksi sebagai materi yang sulit. Selain itu, diketahui bahwa hanya sebagian kecil peserta didik yang paham terhadap materi laju reaksi. Sedangkan sebagian besar peserta didik masih

kesulitan memahami bahkan mengalami miskonsepsi pada materi laju reaksi. Selain mempelajari tentang konsep, laju reaksi juga mempelajari tentang perhitungan yang kompleks. Sehingga diperlukan penjelasan yang mendalam.

Beberapa kesulitan yang dialami oleh peserta didik pada materi laju reaksi yaitu sebagai berikut: (1) definisi laju reaksi (2) menentukan persamaan laju reaksi (3) faktor pengaruh laju reaksi (4) teori tumbukan dan hubungannya dengan laju reaksi (Ibrahim, 2015). Adanya permasalahan tersebut membuat peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi selanjutnya. Hal ini dikarenakan materi laju reaksi sangat penting dipelajari oleh peserta didik dimana materi laju reaksi merupakan materi dasar untuk mempelajari materi berikutnya.

Selain sebagai materi dasar dalam mempelajari materi yang akan dipelajari, pemahaman peserta didik terhadap materi laju reaksi juga dapat digunakan untuk mengetahui bahwa reaksi yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari tidak selalu berjalan sesuai rencana, namun ada beberapa faktor yang mempengaruhinya (Arsyka & Wahyuni, 2021). Konsentrasi, luas permukaan, temperatur, dan katalis merupakan faktor-faktor yang

mempengaruhi laju reaksi. Seluruh faktor yang mempengaruhi laju reaksi tersebut dapat diketahui melalui kegiatan praktikum yang dilakukan oleh peserta didik.

Kegiatan praktikum adalah segala aktivitas ilmiah yang dilakukan oleh peserta didik untuk menguji dan menerapkan teori kimia di dunia nyata (Purnamasari *et al.*, 2018). Peserta didik dapat belajar secara efektif dan mendalam dengan terlibat secara langsung dalam kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum juga dapat membantu peserta didik dalam memahami suatu materi dalam keadaan yang sebenarnya (Redhana & Merta, 2017). Oleh sebab itu, kegiatan praktikum penting untuk dilakukan oleh peserta didik dalam memahami suatu materi yang dipelajari.

Menghadapi hal ini, timbul suatu permasalahan dalam pelaksanaan kegiatan praktikum yang dilakukan oleh peserta didik. Menurut Redhana & Merta (2017) menyatakan bahwa dalam melaksanakan kegiatan praktikum, peserta didik belum memperhatikan protokol kegiatan praktikum yang benar. Penggunaan bahan berbahaya untuk melakukan kegiatan praktikum, limbah yang dihasilkan dari kegiatan tersebut tidak dibuang dengan pemilihan bahan yang sesuai dan tidak melalui

sistem pengolahan limbah khusus sehingga menyebabkan limbah kimia yang dihasilkan berdampak pada lingkungan. Selain itu, tidak ada simbol bahaya, deskripsi kualitas bahan kimia, dan petunjuk tentang cara menggunakan peralatan laboratorium dalam buku petunjuk praktikum yang dimiliki oleh peserta didik. Hal ini dapat menyebabkan kelalaian peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan menerapkan prinsip *green chemistry*.

Prinsip *green chemistry* digunakan untuk menciptakan suatu produk tanpa menggunakan bahan berbahaya dan tidak mencemari lingkungan (Mitarlis *et al.*, 2017). Anastas & Eghbali (2010) mengklaim bahwa adanya prinsip *green chemistry* mampu membuat kegiatan praktikum yang aman karena tidak melibatkan bahan kimia berbahaya dan menjamin keselamatan kerja peserta didik. Oleh sebab itu, sangat penting bagi peserta didik untuk dapat mempelajari prinsip *green chemistry* dalam proses pembelajaran. Tujuan prinsip *green chemistry* menurut Asokan *et.al.*, (2019) adalah meminimalkan limbah, memanfaatkan energi, menggunakan sumber daya terbarukan, dan memanfaatkan bahan secara maksimal.

Prinsip *green chemistry* dapat diterapkan dalam pembelajaran kimia khususnya pada kegiatan praktikum yang dilakukan peserta didik. Hal ini dikarenakan Sifat bahan kimia yang berbeda-beda menyebabkan penanganan yang dilakukan terhadap setiap bahan kimia juga berbeda. Bahan kimia berbahaya dapat diganti dengan menggunakan bahan kimia yang lebih aman digunakan dan untuk mengurangi limbah yang ditimbulkan dapat menggunakan bahan kimia sesuai dengan kebutuhan (Rahmawati, 2019). Berdasarkan hasil wawancara bersama guru kimia di salah satu sekolah di Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatra Selatan salah satu hambatan dalam memaksimalkan prinsip *green chemistry* di sekolah adalah ketidaktahuan peserta didik terhadap prinsip *green chemistry*.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan Anisa & Mitarlis (2020) sebanyak 93,75% peserta didik tidak mengenal dan mendengar prinsip *green chemistry*. Hal ini tentunya membutuhkan solusi yang tepat dalam menghadapi permasalahan yang dihadapi yaitu dengan mengembangkan bahan ajar yang diintegrasikan dengan prinsip *green chemistry*. Maka dilakukan pengembangan modul elektronik berbasis *green chemistry* yang memiliki perbedaan dengan modul elektronik yang telah ada.

Letak perbedaan modul elektronik dengan modul cetak yang akan dikembangkan yaitu antara lain: (1) modul elektronik secara khusus dibuat untuk peserta didik pada materi laju reaksi dan disajikan lebih terstruktur, (2) modul elektronik dilengkapi dengan prosedur kerja yang benar dan dilengkapi dengan metode pembuangan limbah sesuai dengan jenis materialnya, (3) Informasi tentang prinsip *green chemistry* dan 12 prinsipnya tercantum di awal modul. Seluruh bagian dalam modul elektronik ini disesuaikan dengan lima prinsip *green chemistry*, yaitu sintesis kimia tidak berbahaya, rancangan bahan kimia yang aman, penggunaan pelarut yang lebih aman, desain efisiensi energi, pencegahan terjadinya kecelakaan kerja dalam laboratorium. Sehingga berdasarkan pemaparan di atas peneliti tertarik untuk mengembangkan modul elektronik berbasis *green chemistry* sebagai bahan ajar untuk mempelajari materi laju reaksi.

## **B. Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah berdasarkan latar belakang di atas yaitu sebagai berikut:

1. Guru dalam menyampaikan materi pembelajaran masih menggunakan modul cetak

2. Modul cetak yang digunakan guru membuat peserta didik kesulitan dalam memahami materi yang dipelajari
3. Sebagai bahan ajar mandiri, modul cetak membutuhkan biaya yang cukup besar dalam penyebarannya.
4. Keterbatasan bahan ajar kimia yang mengimplementasikan kegiatan mandiri dengan prinsip *green chemistry*

#### **C. Batasan Masalah**

1. Pengembangan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* digunakan untuk kelas XI
2. Pengembangan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* hanya sampai pada tahap desain (3D).

#### **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang timbul pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelayakan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*?
2. Bagaimana kepraktisan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*?

### **E. Tujuan Pengembangan**

Tujuan pengembangan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui tingkat kelayakan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*
2. Untuk mengetahui tingkat kepraktisan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*

### **F. Manfaat Pengembangan**

#### **1. Manfaat teoritis**

Hasil penelitian yang dilakukan diharapkan dapat membantu dalam kontribusi teoritik mengenai materi laju reaksi.

#### **2. Manfaat praktis**

##### **a. Manfaat bagi sekolah**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan inovasi bagi sekolah dalam mengembangkan sumber pembelajaran khususnya mata pelajaran kimia.

##### **b. Manfaat bagi guru**

- 1) Membantu guru untuk menjelaskan materi laju reaksi secara efektif
- 2) Menambah sumber bahan ajar bagi guru dalam pembelajaran kimia

##### **c. Manfaat bagi peserta didik**

- 1) Meningkatkan pemahaman peserta didik dalam mempelajari pelajaran kimia khususnya materi laju reaksi
- 2) Membantu peserta didik untuk mengetahui dan menerapkan prinsip *green chemistry* dalam kehidupan sehari-hari.

#### **G. Asumsi Pengembangan**

1. Modul elektronik dapat menjadi solusi bagi peserta didik saat kesulitan dalam mempelajari materi laju reaksi.
2. Produk akhir yang dikembangkan berupa modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* yang dikatakan layak dan valid untuk diuji coba dengan peserta didik dalam skala kecil.

#### **H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan**

1. Modul elektronik dikembangkan berdasarkan kompetensi inti (KI) pada kurikulum 2013.
2. Penelitian ini dilakukan khusus pada materi laju reaksi yang mencakup kompetensi dasar (KD) 3.6 dan 3.7 serta KD 4.6 dan 4.7.
3. Modul elektronik dirancang dengan komponen-komponen yang dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: bagian pendahuluan, bagian isi, dan bagian penutup.

## **BAB II**

### **LANDASAN PUSTAKA**

#### **A. KAJIAN TEORI**

##### **1. Modul Elektronik**

Modul elektronik merupakan media belajar berbasis elektronik yang didalamnya memuat kajian, cara kerja, dan aktivitas penilaian peserta didik yang dirancang secara terstruktur dan menarik guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Wibowo, 2018). Modul elektronik dapat dijadikan alat dalam mempermudah proses pembelajaran yang aktif dan interaktif bagi peserta didik, modul elektronik juga dapat membantu guru dalam membangun motivasi peserta didik aktif dalam belajar (Umbaryati, 2016).

Berdasarkan definisi di atas, modul elektronik adalah perangkat yang menampilkan informasi dalam format buku pada *hard drive, disket, CD, atau flash disk* sehingga dapat dilihat pada komputer atau pembaca buku elektronik lainnya. Tampilan fisik modul cetak dan modul elektronik menunjukkan perbedaan di antara keduanya. Biasanya, modul elektronik memodifikasi komponen modul cetak. Menurut Utami *et al.*, (2018) terdapat lima fungsi dari modul elektronik, yaitu:

- a. membantu peserta didik dalam menemukan konsep ilmiah sehingga meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memahami materi yang telah dipelajari
- b. membantu peserta didik dalam mengaplikasikan setiap materi yang dipelajari dalam kehidupan nyata.
- c. membantu mempermudah peserta didik dalam melakukan proses pembelajaran karena prosedur yang terdapat dalam modul elektronik ditulis dengan runtut
- d. menjadi sumber belajar dalam penguatan suatu materi bagi peserta didik

Menurut hernawan *et al.*, (2013) terdapat empat poin yang menjadi tujuan penyusunan modul elektronik, antara lain:

- a. membantu peserta didik untuk memahami materi yang dipelajari.
- b. menyajikan evaluasi soal yang dapat meningkatkan pemahaman materi yang dipelajari peserta didik.
- c. membantu peserta didik untuk belajar secara mandiri
- d. membantu guru dalam memberikan penilaian kepada peserta didik.

**a. Unsur-Unsur Modul Elektronik Sebagai Bahan Ajar**

Berdasarkan strukturnya, Modul elektronik lebih ringkas dan lebih kompleks jika dibandingkan dengan modul cetak dan buku. bahan ajar modul elektronik terdiri atas beberapa bagian antara lain: (1) sampul, (2) kata pengantar, (3) kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD), indikator dan tujuan pembelajaran, (4) daftar isi, (5) peta konsep, (6) teori yang disajikan, (7) rangkuman, (8) penunjang materi, (9) contoh dan latihan soal, (10) glosarium, (11) daftar pustaka, (13) riwayat penulis.

**b. Penyusunan Modul Elektronik**

Penyusunan *draf* modul elektronik merupakan kegiatan yang digunakan untuk mencapai kompetensi tertentu menjadi sebuah kesatuan yang tertata secara sistematis. Analisis kebutuhan, pengembangan desain modul, implementasi, penilaian, evaluasi dan validasi adalah beberapa pedoman pengembangan yang harus dilakukan (Jayanti, 2020).

**c. Karakteristik Modul Elektronik**

Modul elektronik memiliki karakteristik sebagai berikut:

- 1) Membantu peserta didik belajar secara mandiri

- 2) Seluruh materi pembelajaran dari suatu kompetensi disediakan dalam satu modul secara lengkap
- 3) Modul elektronik tidak tergantung pada bahan ajar lain
- 4) Bisa digunakan diberbagai tempat dan dapat digunakan dalam kurun waktu yang tidak terbatas
- 5) bersahabat dengan penggunaanya (Wibowo, 2018).

## 2. Laju Reaksi

Suatu proses yang dapat mengubah sistem awal pereaksi menjadi keadaan akhir reaksi dalam kurun waktu tertentu disebut juga dengan laju reaksi. Reaksi kimia yang terjadi menyangkut perubahan dari suatu pereaksi (reaktan) menjadi hasil reaksi (produk) yang dinyatakan dengan persamaan reaksi. Maka, laju reaksi dapat dinyatakan sebagai berkurangnya jumlah pereaksi untuk setiap satuan waktu tertentu atau bertambahnya jumlah hasil reaksi untuk setiap satuan waktu tertentu (detik, menit, jam, hari atau tahun). Secara sistematis dapat ditulis dengan :

$$v = -\frac{\Delta [A]}{\Delta t} \text{ atau } v = +\frac{\Delta [B]}{\Delta t}$$

Keterangan:

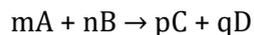
$v$  = laju reaksi

$\Delta [A]$  = Laju reaksi berkurangnya reaktan (A)

$\Delta [B]$  = Laju reaksi bertambahnya produk (B)

$\Delta t$  = waktu

Ukuran jumlah zat dalam reaksi kimia umumnya dinyatakan sebagai konsentrasi molar atau molaritas. Molaritas didefinisikan sebagai jumlah mol zat terlarut dalam 1 liter larutan, dengan satuan mol/L. Oleh sebab itu, diperlukan ukuran untuk menyatakan laju suatu reaksi kimia. Laju reaksi ini menyatakan besarnya perubahan konsentrasi zat pereaksi atau produk reaksi per satuan waktu tertentu. Berdasarkan persamaan reaksi berikut:



Maka laju reaksi dinyatakan dengan berkurangnya pereaksi A atau B dan bertambahnya produk C atau D dalam waktu tertentu. Maka berlaku bahwa perbandingan laju reaksi dari masing-masing zat yang terlibat dalam reaksi sama dengan perbandingan koefisien reaksi dari masing-masing zat tersebut, sehingga:

- Laju Pengurangan B =  $\frac{n}{m} \times$  laju berkurangnya A
- Laju Pertambahan C =  $\frac{p}{m} \times$  laju berkurangnya A
- Laju Pertambahan D =  $\frac{q}{m} \times$  laju berkurangnya A

Maka untuk membedakan pengurangan dan penambahan laju reaksi, laju pengurangan bertanda negatif dan laju penambahan bertanda positif.

$$\text{➤ Laju pengurangan A} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = \frac{1}{n} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{p} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{q} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

### 1) Pengertian laju reaksi

Laju reaksi menurut Keenan (1984) laju reaksi merupakan tahapan terkait berkurangnya konsentrasi suatu pereaksi dalam perhitungan kimia terkait dengan materi produk tertentu. Maka laju reaksi dapat menjelaskan kecepatan suatu proses tertentu. Pereaksi maupun produk dipengaruhi oleh kecepatan suatu reaksi (Suarsa, 2017). Oleh karena itu, semakin cepat waktu reaksi berlangsung, maka jumlah zat pereaksi akan semakin berkurang, sedangkan produk akan bertambah dan begitu juga sebaliknya.

### 2) Teori Tumbukan

Teori tumbukan menyatakan jika partikel-partikel di dalam zat saling bersentuhan satu sama lain maka akan terjadi penggabungan antar partikel. Banyaknya tumbukan yang terjadi dalam suatu sistem maka penggabungan molekul akan lebih banyak dan menyebabkan laju reaksinya akan semakin cepat. Tumbukan antar partikel

terjadi karena terdapat suatu energi yang membantu partikel tersebut untuk bergerak hingga akhirnya saling bertabrakan yang disebut dengan energi kinetik (Suarsa, 2017). Molekul-molekul yang saling bertumbukan akan menghasilkan suatu produk jika memenuhi syarat-syarat berikut ini:

**a. Tumbukan efektif**

Tumbukan efektif didefinisikan sebagai situasi dimana dua reaktan bertabrakan dalam arah yang sama dan memiliki energi yang cukup untuk menembus penghalang energi aktivasi. Orientasi partikel menentukan terjadinya tumbukan efektif. Tumbukan tidak akan menghasilkan senyawa yang diinginkan melainkan senyawa baru lainnya jika partikel yang bertabrakan tidak berbenturan dengan orientasi tumbukan yang tepat.

**b. Energi tumbukan yang cukup**

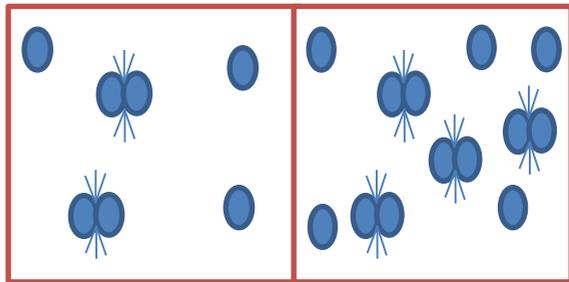
Reaksi kimia dapat terjadi ketika energi tumbukan dapat melewati energi penghalang yang dikenal dengan energi aktivasi. Energi optimal yang harus dilewati suatu reaksi

disebut dengan energi aktivasi ( $E_a$ ). Setiap proses dalam reaksi kimia harus memiliki energi tumbukan yang cukup untuk melampaui energi aktivasi agar reaksi tersebut dapat terjadi.

### **3) Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi**

#### **a) Konsentrasi**

Suatu reaksi akan berlangsung lebih cepat dengan meningkatnya konsentrasi reaktan. Meningkatnya jumlah partikel pereaksi dapat menyebabkan terjadinya tumbukan antar partikel dan dapat mengakibatkan kemungkinan terjadinya suatu reaksi yang semakin besar. Jumlah partikel berbanding lurus dengan bertambahnya konsentrasi pereaksi. Perbedaan partikel antara konsentrasi rendah dan konsentrasi tinggi disajikan pada **Gambar 2.1**.



Konsentrasi rendah      Konsentrasi tinggi

**Gambar 2. 1** perbedaan suatu partikel konsentrasi rendah dan konsentrasi tinggi

### **b) Luas Permukaan**

Cara yang dilakukan luas permukaan dalam mempercepat laju reaksi adalah dengan mengubah bentuk zat menjadi lebih kecil. Jika dalam keadaan larutan, pereaksi yang memiliki bentuk serbuk lebih cepat mengalami reaksi dibandingkan dengan pereaksi yang memiliki bentuk kepingan. Hal ini dikarenakan partikel bidang sentuh bentuk serbuk lebih banyak mengalami tumbukan dengan zat lain dan menyebabkan laju reaksi menjadi semakin cepat.

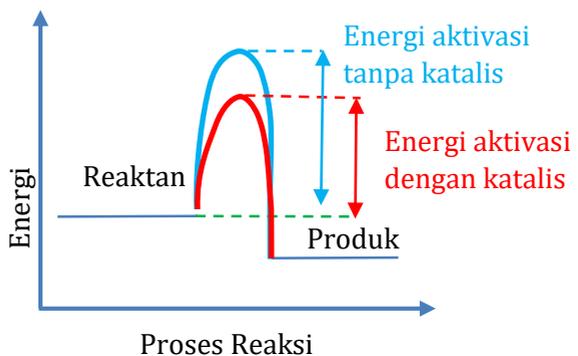
### c) Suhu

Suhu atau temperatur merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap laju reaksi. Hal ini dikarenakan, jika suhu semakin tinggi maka partikel-partikel yang ada akan semakin cepat bergerak. Hal ini mengakibatkan kemungkinan terjadinya tumbukan yang semakin besar dan laju reaksi akan semakin cepat.

### d) Katalis

Cara katalis mempengaruhi laju reaksi adalah dengan mengubah jalan suatu reaksi agar reaksi tersebut lebih cepat terjadi. Kinerja katalis dapat mempercepat laju reaksi dapat dilihat pada

**Gambar 2.2**



**Gambar 2. 2** Grafik energi potensial reaksi tanpa katalis dan dengan katalis

Proses yang terjadi pada **Gambar 2.2** diketahui bahwa reaksi tanpa menggunakan katalis digambarkan dengan satu kurva yang tinggi sedangkan reaksi yang menggunakan katalis memiliki kurva dengan dua puncak yang rendah. Maka, reaksi yang menggunakan katalis memiliki jalur reaksi dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Energi aktivasi yang lebih rendah membuat lebih banyak kemungkinan partikel mengalami tumbukan efektif sehingga laju reaksi semakin meningkat.

**4) Persamaan laju reaksi**

Persamaan laju reaksi dinyatakan dengan hubungan kuantitatif antara perubahan konsentrasi dengan laju reaksi. Bentuk persamaan laju reaksi dilihat pada **Pers 2.1 dan Pers 2.2.**



sehingga, persamaan laju reaksinya yaitu:

$$v = k[A]^x [B]^y \dots\dots\dots(\text{Pers 2.2})$$

Keterangan:

V= Laju reaksi (mol/liter)

K= Tetapan laju reaksi

X= Orde/tingkat reaksi terhadap A

Y= Orde/tingkat reaksi terhadap B

[A]= Konsentrasi awal A (mol/liter)

[B]= Konsentrasi awal B (mol/liter)

Orde reaksi tidak dapat ditentukan kecuali telah melaksanakan kegiatan percobaan dalam suatu reaksi. Setelah melaksanakan kegiatan percobaan maka akan didapatkan tingkat reaksi total yang merupakan jumlah tingkat reaksi untuk setiap pereaksi. Persamaan orde reaksi total dapat dilihat pada **Pers 2.3**.

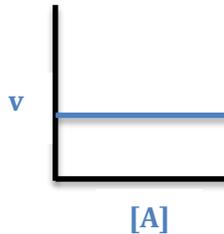
$$\text{Orde reaksi total} = x + y \dots\dots\dots(\text{Pers 2.3})$$

#### a. Orde nol

Orde nol dinyatakan apabila konsentrasi pereaksi tidak mempengaruhi besarnya laju reaksi. Hal ini berarti ketika konsentrasi pereaksi meningkat maka besarnya laju reaksi tidak akan berubah. Pada kondisi tersebut, reaksi berlangsung dengan laju yang tetap. Persamaan reaksi orde nol dapat dilihat pada **Pers. 2.4**.

Reaksi orde nol ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.

$k = \text{tetap} \dots \dots \dots$  (Pers. 2.4)



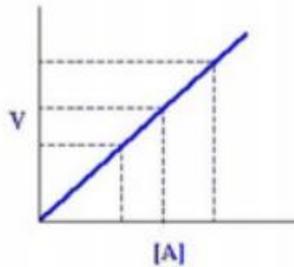
**Gambar 2.3** Reaksi orde nol

#### b. Orde satu

Orde satu dinyatakan jika besarnya laju reaksi berbanding lurus dengan pangkat satu konsentrasi dari satu pereaksi. Persamaan reaksi orde satu ditunjukkan pada **Pers. 2.5**. Reaksi orde satu ditunjukkan pada **Gambar 2.4**

Laju =  $k [A] \dots \dots \dots$  (Pers. 2.5)

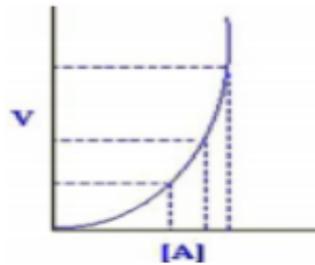
Maka reaksi tersebut dapat dinyatakan sebagai reaksi orde pertama. Reaksi orde pertama dipengaruhi konsentrasi reaksi dipangkatkan satu.



**Gambar 2. 4** reaksi orde satu

**c. Orde dua**

Apabila besarnya laju reaksi merupakan pangkat dua dari peningkatan konsentrasi pereaksinya disebut dengan reaksi orde dua. Maka jika konsentrasi pereaksi dinaikkan 2 kali semula, laju reaksi akan meningkat sebesar 4 kali semula. Reaksi orde dua dapat dilihat pada **Gambar 2.5.**



**Gambar 2. 5** reaksi orde dua

### 3. *Green Chemistry*

Menurut Mitarlis *et al.*, (2017), tujuan prinsip *green chemistry* adalah untuk memecahkan masalah lingkungan yang disebabkan oleh proses kimia. Prinsip *green chemistry* menekankan pada pengambilan langkah-langkah untuk mengurangi penggunaan dan produksi bahan kimia, baik dari segi proses maupun desain. Istilah *green chemistry* mengacu pada kategori suatu bahan kimia yang berbahaya dan menimbulkan resiko bagi makhluk hidup dan lingkungan.

*Green chemistry* merupakan disiplin ilmu kimia yang berfokus pada penerapan ilmu kimia yang aman, memanfaatkan bahan kimia yang aman untuk mengoptimalkan penggunaannya dalam melestarikan makhluk hidup dan lingkungan (N Fauziah *et al.*, 2019). Studi tentang desain produk

dan proses untuk meminimalkan penggunaan senyawa berbahaya dan menghindari polusi pada sumbernya adalah fokus bidang kimia yang dikenal sebagai *green chemistry*. Berikut merupakan prinsip umum yang mendasari *green chemistry* yaitu sebagai berikut:

1. Pencegahan limbah berbahaya berdasarkan hasil praktikum, yaitu menegaskan bahwa lebih baik mencegah produksi limbah daripada mengolah dan membersihkan limbah yang dihasilkan dari kegiatan praktikum.
2. Mengoptimalkan penggabungan semua bahan yang digunakan dalam proses untuk menjadi produk akhir.
3. Merancang senyawa dan produk kimia yang tidak berbahaya untuk menghasilkan zat yang tidak beracun
4. Menggunakan bahan kimia yang aman yaitu memaksimalkan penggunaan bahan kimia yang digunakan tidak berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan.
5. Merancang bahan kimia yang aman, yaitu produk kimia yang dirancang harus dapat

mempengaruhi fungsi yang diinginkan sambil meminimalkan dampaknya.

6. Menggunakan pelarut dan zat tambahan yang aman yaitu dengan meminimalkan dampak berbahaya dari penggunaan pelarut yang digunakan.
7. Mengoptimalkan efisiensi energi dari proses kimia yang dapat menimbulkan dampak baik bagi lingkungan.
8. Menggunakan bahan kimia yang dapat diperbarui, yaitu bahan mentah atau bahan baku yang digunakan harus dapat diperbarui dari bahan-bahan yang ada disekitar lingkungan.
9. Mengurangi penggunaan bahan kimia yang bersifat derivatif karena hal ini membutuhkan reagen tambahan yang cukup banyak dan dapat menghasilkan limbah lebih banyak daripada biasanya.
10. Mengutamakan penggunaan katalis, yaitu produk kimia harus dirancang sedemikian rupa sehingga hasilnya memiliki fungsi yang dapat menguraikan produk tersebut menjadi

produk degradasi yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup.

11. Menguraikan *real time* untuk mencegah polusi, yaitu langkah-langkah yang digunakan perlu dikembangkan lebih lanjut untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian dalam proses secara *real time* sebelum pembentukan zat berbahaya.
12. Mengurangi potensi kecelakaan kerja di dalam kegiatan praktikum, yaitu bentuk zat yang digunakan dalam proses kimia harus dipilih untuk meminimalkan potensi kecelakaan kimia, termasuk pelepasan, ledakan, dan kebakaran (Anisa & Mitarlis, 2020).

## **B. Kajian Penelitian Yang Relevan**

1. Penelitian yang dilakukan oleh Gusmadila Rahma Gevi & Andromeda (2019) tentang “Pengembangan Modul elektronik laju reaksi Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi *Virtual Laboratory* untuk SMA/MA” menurut temuan penelitian modul elektronik materi laju reaksi dapat dikembangkan melalui model pengembangan 4D dengan nilai validitas dan

- kepraktisan yang sangat tinggi (Gevi& Andromeda, 2019).
2. Penelitian yang dilakukan oleh Arsyka & Wahyuni (2021) tentang “Pengembangan Modul elektronik berbasis Multipel Representasi pada Pembelajaran *Flipped Classroom* Materi Laju reaksi” hasilnya diketahui bahwa modul elektronik yang dibuat dapat dimanfaatkan dalam kegiatan pembelajaran laju reaksi dengan pendekatan *flipped classroom* karena hasil analisis data validasi modul memenuhi kriteria dan uji keterbacaan yang valid (Arsyka & Wahyuni, 2021)
  3. Penelitian yang dilakukan oleh Manulang *et al.*, (2020) tentang “Pengembangan elektronik modul *Interaktif Chemistry Magazine Berbasis Kvisoft Flipbook Maker Pada Materi Laju Reaksi*” dengan persentase skor 93,1% yang termasuk dalam kriteria valid, maka hasil akhir penelitian memperoleh nilai validasi secara keseluruhan dengan baik. Guru dan peserta didik memiliki skor respon pengguna kriteria sangat baik masing-masing sebesar 93% dan 87,5% (Manulang *et al.*, 2020).

4. Penelitian yang dilakukan oleh Fanesa *et al.*, (2021) tentang "*Pengembangan modul praktikum Mandiri Terintegrasi Green Chemistry pada pokok bahasan Asam Basa*". Hasil penelitian diketahui bahwa tingkat kelayakan dan kepraktisan modul praktikum yang dikembangkan bisa dimanfaatkan secara praktis dalam pembelajaran mandiri di masa pandemi (Fanesa *et al.*, 2021).
5. Penelitian yang dilakukan oleh Astuti *et al.*, (2021) tentang "*Utilization of e-module in polymer synthetic based on green chemistry to improve student high level thinking*" diketahui bahwa menggunakan modul kimia sintesis dengan prinsip *green chemistry* dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi berdasarkan prinsip-prinsip keislaman. Akibatnya, menggunakan kimia sintesis berdasarkan modul elektronik *green chemistry* dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Astuti *et al.*, 2021).

Berdasarkan penelitian terdahulu pada poin 1, 2, dan 3 maka perbedaan pada penelitian diatas dengan penelitian yang akan dilaksanakan yaitu terletak pada basis modul elektronik yang digunakan. Pada

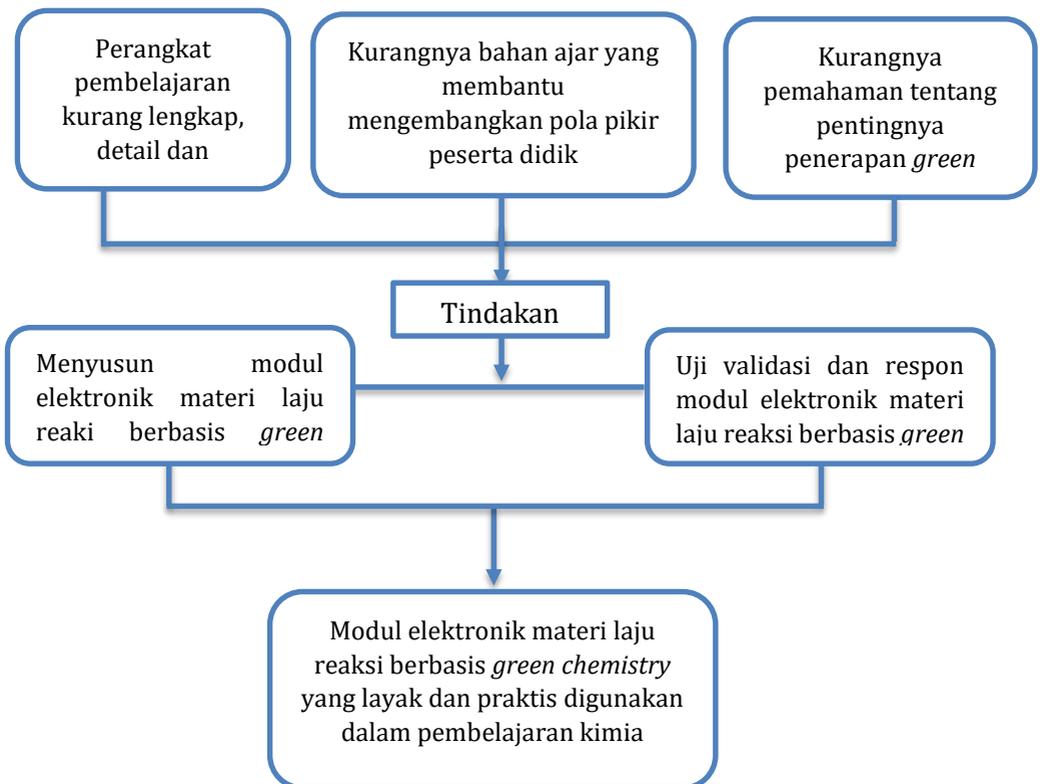
penelitian yang dilakukan berbasis *green chemistry*, sedangkan pada penelitian tersebut berbasis *virtual Laboratory* dan berbasis Multipel Representasi serta berbasis *kvisoft flipbook maker*. Adapun persamaan penelitian pada poin 1 dan 2 dengan penelitian yang akan dilaksanakan yaitu memiliki kesamaan terhadap jenis model pengembangan penelitian yang digunakan, serta bertujuan untuk menghasilkan modul elektronik pada materi laju reaksi.

Selain itu perbedaan pada penelitian di poin 4 dengan penelitian yang akan dilaksanakan yaitu bertujuan untuk menghasilkan modul praktikum mandiri pada pokok bahasan asam basa, sedangkan pada penelitian yang akan dilaksanakan yaitu bertujuan untuk menghasilkan modul elektronik pada materi laju reaksi. Persamaan pada penelitian di poin 4 dan penelitian yang akan dilaksanakan yaitu mengkaji *green chemistry* dalam bahan ajar yang dikembangkan. Pada penelitian di poin 5 memiliki perbedaan pada materi pengembangan Modul elektronik yang dilakukan. Penelitian di poin 5 mengembangkan modul elektronik pada materi polimer, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan mengembangkan modul elektronik pada

materi laju reaksi. Persamaan pada penelitian di poin 5 yaitu sama-sama melakukan penelitian untuk mengembangkan modul elektronik.

### C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir pada pengembangan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* ditunjukkan pada **Gambar 2.6**.



**Gambar 2.6** kerangka berpikir

#### **D. Pertanyaan Penelitian**

1. Bagaimana hasil validasi ahli terhadap modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*?
2. Bagaimana hasil respon guru kimia terhadap modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*?
3. Bagaimana hasil respon peserta didik terhadap modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*?

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Model Pengembangan

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Research and Development* (R&D). *Research and Development* (R&D) adalah jenis penelitian yang menampilkan suatu cara untuk menguji suatu teori dengan menetapkan prosedur, teknik, dan peralatan baru yang dikembangkan untuk menganalisis tentang kasus-kasus yang spesifik. Penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) sering digunakan dalam mengembangkan suatu produk baru atau memperbaiki produk yang sudah ada.

Penelitian R&D dalam dunia pendidikan digunakan untuk menghasilkan suatu produk, salah satunya pengembangan bahan ajar berupa modul elektronik. Model pengembangan yang digunakan yaitu 4-D yang diadaptasi dari *Thiagarajan, Semmel, dan Semmel* (1974) dengan 4 tahap yang dimiliki yaitu, *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *development* (pengembangan) dan *disseminate* (penyebaran). Namun penelitian yang dilakukan sampai tahap revisi serta uji coba produk dalam skala kecil dikarenakan keterbatasan dari penelitian yang dilakukan.

## **B. Prosedur Pengembangan**

Sebelum melaksanakan prosedur pengembangan penelitian, maka peneliti melaksanakan studi pendahuluan yang dilakukan dengan melaksanakan pra-riset. Wawancara kepada guru kimia dan menyebarkan angket kebutuhan peserta didik untuk mengetahui kebutuhan peserta didik dilakukan dalam tahap ini. Selanjutnya dilakukan tahapan pengembangan yang dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

### **1. *Define* (Tahap Pendefinisian)**

*Define* adalah tahap yang digunakan untuk mengumpulkan berbagai informasi yang digunakan untuk mendefinisikan kebutuhan yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan. Tahap pendefinisian peneliti melakukan analisis kebutuhan yang meliputi tiga langkah pokok, yaitu:

#### **1) Analisis Ujung Depan**

Analisis ujung depan bertujuan untuk mencari fakta yang ada dilapangan terkait dengan masalah dasar yang dialami peserta didik. Informasi didapatkan dari wawancara kepada guru kimia di SMA N Purwodadi.

## 2) Analisis peserta didik

Analisis peserta didik dilakukan dengan membagikan kuesioner kepada peserta didik untuk melihat karakter, kemampuan serta pengalaman peserta didik. Hasil analisis peserta didik digunakan untuk menentukan rancangan Modul elektronik.

## 3) Analisis Konsep

Analisis konsep digunakan untuk menentukan berbagai konsep yang harus peserta didik kuasai. Konsep yang dimaksud yaitu dapat mempermudah peserta didik dalam mendapatkan kemampuan yang diinginkan. Analisis konsep dilakukan dengan wawancara bersama guru kimia dan peserta didik di SMA N Purwodadi.

## 4) Analisis Tugas

Analisis tugas digunakan untuk menentukan isi dari media yang akan dikembangkan. Analisis tugas bertujuan untuk mengetahui kebutuhan mendasar peserta didik dan memastikan bahwa penyajian modul elektronik memenuhi segala aspek keterampilan

yang akan dicapai. Keterampilan ini mengacu pada KI 3 dan 4 pada kurikulum 2013.

#### 5) Perumusan Tujuan Pembelajaran

Penyusunan rumusan tujuan pembelajaran dilakukan berdasarkan silabus kimia kurikulum 2013 untuk SMA/MA kelas XI. Tujuan dilakukan perumusan pembelajaran yaitu untuk menentukan indikator yang ingin dicapai dalam proses belajar berdasarkan hasil analisis pendahuluan. Studi literatur juga dilakukan guna mendapatkan referensi yang sesuai dengan permasalahan yang ada.

### 2. **Design (Tahap Perancangan)**

Thiagarajan (1974: 7) membagi tahap *design* dalam empat kegiatan, yaitu: *constructing criterion-referenced test, media selection, format selection, initial design*. Kegiatan yang dilakukan pada tahap tersebut antara lain: 1) Menyusun tes kriteria, sebagai tindakan pertama untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik, dan sebagai alat evaluasi setelah implementasi kegiatan. 2) Memilih media pembelajaran yang sesuai dengan materi dan karakteristik peserta didik. 3) Pemilihan bentuk penyajian pembelajaran disesuaikan dengan media

pembelajaran yang digunakan. Bila guru akan menggunakan media audio visual, pada saat pembelajaran tentu saja peserta didik disuruh melihat dan mengapresiasi tayangan media audio visual tersebut. 4) Mensimulasikan penyajian materi dengan media dan langkah-langkah pembelajaran yang telah dirancang. Pada saat simulasi pembelajaran berlangsung, dilaksanakan juga penilaian dari teman sejawat. Peneliti dalam tahapan ini sudah harus membuat produk awal (*prototype*) atau rancangan produk. Tahapan perancangan pada penelitian ini dilakukan untuk membuat modul atau bahan ajar yang sesuai dengan kerangka isi hasil tahapan pendefinisian yang telah dilakukan sebelumnya.

### **3. *Develop* (Tahap Pengembangan)**

*Develop* atau tahapan pengembangan yang digunakan untuk menghasilkan produk dalam hal ini yaitu berupa perangkat pembelajaran berupa modul elektronik. Pada tahap *develop* terdapat dua langkah yang dapat dilakukan, yaitu:

#### *1) Expert Appraisal*

*Expert appraisal* merupakan teknik untuk memvalidasi atau menilai kelayakan rancangan

produk. Kegiatan *expert appraisal* dilakukan dengan evaluasi oleh ahli dalam bidangnya. Saran saran yang diberikan digunakan untuk memperbaiki materi dan rancangan pembelajaran yang telah disusun yaitu berupa rancangan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*.

## 2) *Developmental testing*

*Developmental testing* merupakan kegiatan uji coba rancangan produk pada sasaran subjek yang sesungguhnya. Saat uji coba dilakukan maka dicari data respon, reaksi atau komentar dari sasaran pengguna modul elektronik. Hasil uji coba digunakan untuk memperbaiki produk. Setelah produk diperbaiki kemudian diujikan kembali sampai memperoleh hasil yang efektif.

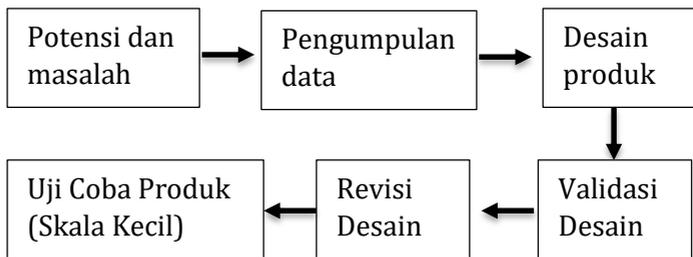
Tahap pengembangan dilakukan dengan cara menguji isi dan keterbacaan modul elektronik tersebut kepada pakar yang terlibat pada saat validasi rancangan dan peserta didik yang akan menggunakan modul atau buku ajar tersebut. Hasil pengujian kemudian digunakan untuk revisi sehingga modul elektronik tersebut benar-benar telah memenuhi kebutuhan pengguna. Ketika ingin

mengetahui efektivitas modul elektronik dalam meningkatkan hasil belajar, kegiatan dilanjutkan dengan memberi soal-soal latihan yang materinya diambil dari modul atau buku ajar yang dikembangkan.

## C. Desain Uji Coba Produk

### 1. Desain Uji Coba

Rancangan dalam mengembangkan modul elektronik pada penelitian ini yaitu:



**Gambar 3.1** Desain Uji Coba 6 Langkah

### 2. Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini yaitu para ahli dan peserta didik. Penelitian dilaksanakan di SMAN Purwodadi Kelas XI IPA tahun ajaran 2022/2023. Sembilan peserta didik menjadi responden modul elektronik dalam uji coba skala kecil. Pemilihan peserta didik dilakukan berdasarkan saran dari guru

dan tingkat pemahaman dengan kategori tinggi, sedang, dan rendah.

### 3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan beberapa teknik sebagai berikut:

#### 1) Wawancara

Upaya untuk mempelajari lebih lanjut tentang tantangan peserta didik dalam belajar kimia, khususnya materi laju reaksi, maka teknik wawancara dilakukan. Guru dan peserta didik dari SMA N Purwodadi diwawancarai secara tidak langsung melalui *WhatsApp*. Tujuan dari wawancara adalah untuk mempelajari isu-isu terkini sehingga peneliti dapat membuat data awal dalam penelitian yang akan dilakukan untuk menemukan solusi dari permasalahan yang ditemukan.

#### 2) Angket

Kumpulan pertanyaan yang harus dijawab oleh narasumber berbentuk kuesioner yang digunakan untuk mengumpulkan data. Angket kebutuhan peserta didik dan angket validasi ahli

adalah beberapa jenis angket yang digunakan dalam penelitian ini.

### 3) Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk menunjang teknik wawancara dan angket. Dokumentasi yang dihasilkan berupa foto pada saat wawancara dan pada saat peserta didik menggunakan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*.

## 4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan kepraktisan Modul elektronik dengan cara menganalisis seluruh data yang telah diperoleh. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan dua tahap yaitu sebagai berikut:

### a. Uji Validitas Ahli

Upaya untuk menjawab pertanyaan apakah modul elektronik sudah layak digunakan maka dilakukan uji validitas ahli. *Rating scale* 1 sampai 5 digunakan dalam kuesioner validasi untuk menilai validitas instrumen menggunakan validitas *Aiken's V* dengan cara sebagai berikut:

#### 1) Perhitungan dengan rumus

$$V = \frac{\sum s}{[n(C - 1)]}$$

Keterangan:

S : r-lo

lo : angka penilaian terendah (1)

C : angka penilaian tertinggi (5)

r : angka yang diberikan validator

n : jumlah validator

- 2) Nilai yang didapatkan berdasarkan koefisien *Aiken's V* kemudian diubah dengan standar kriteria sesuai **Tabel 3.1**

**Tabel 3.1** kriteria Kevalidan Aiken's V

Indeks	Kategori kelayakan
0,81-1,0	Sangat layak
0,41-0,8	Cukup layak
< 0,4	Kurang layak

- b. Angket tanggapan peserta didik

Selanjutnya data penelitian yang diperoleh dari hasil angket respon peserta didik diolah dan dianalisis untuk mengetahui tingkat kepraktisan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*. Skala penilaian 1-5 digunakan dalam Instrumen angket respon peserta didik. Adapun tabel skala angket disajikan dalam **Tabel 3.2**

**Tabel 3.2** Skala Angket Respon Peserta didik

Kriteria penilaian	Skor	
	Positif	Negatif
Sangat setuju (SS)	5	1
Setuju (S)	4	2
Kurang Setuju (KS)	3	3
Tidak setuju (TS)	2	4
Sangat Tidak Setuju (STS)	1	5

Total nilai yang didapatkan dari respon peserta didik selanjutnya dijumlahkan berdasarkan langkah-langkah berikut ini:

- 1) Menghitung nilai rata-rata dari hasil penilaian oleh peserta didik dengan rumus :

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

Keterangan:

$\bar{X}$  : nilai rerata tiap indikator

$\sum X$  : Jumlah nilai total setiap indikator

$n$  : Jumlah *reviewer*

- 2) Mengubah nilai rata-rata menjadi nilai kualitatif sesuai dengan kriteria penilaian kualitas yang disajikan pada **Tabel 3.3** berikut ini (Widoyoko, 2010) :

**Tabel 3.3** Kriteria Penilaian Kualitas

Rentang nilai (I)	Kategori Kualitas
$\bar{X} > Xi + 1,8 S_{bi}$	Sangat baik (SB)
$Xi + 0,6 S_{bi} < \bar{X} \leq Xi + 1,8 S_{bi}$	Baik (B)
$Xi - 0,6 S_{bi} < \bar{X} \leq Xi + 0,6 S_{bi}$	Cukup (C)
$Xi - 1,8 S_{bi} < \bar{X} \leq Xi + 0,6 S_{bi}$	Kurang (K)
$\bar{X} \leq Xi - 1,8 S_{bi}$	Sangat Kurang(SK)

Keterangan:

$\bar{X}$  : nilai akhir rerata

$Xi$  : rerata ideal, yang dihitung dengan

Rumus :

$Xi$  :  $\frac{1}{2}$  (nilai tertinggi + nilai terendah)

$S_{bi}$  : Simpangan baku ideal yang dapat dihitung dengan rumus:

$S_{bi}$  :  $\frac{1}{6}$  (nilai tertinggi - nilai terendah)

Dimana:

Nilai tertinggi =  $\Sigma$  Butir kriteria x 5

Nilai terendah =  $\Sigma$  Butir kriteria x 1

- 3) Menghitung persentase kepraktisan kualitas modul elektronik berbasis *green chemistry* pada setiap aspek dengan rumus (Widoyoko, 2010):

$$\% \text{ tiap aspek} = \frac{\text{skor rata-rata tiap aspek}}{\text{skor maksimal tiap aspek}} \times 100\%$$

Hasil presentase kepraktisan kualitas modul elektronik berbasis *green chemistry* pada setiap aspek kemudian ditafsirkan dalam bentuk **Tabel 3.4** di bawah ini (Darwis, 2011):

**Tabel 3.4** Kriteria Penilaian Kepraktisan

<b>No.</b>	<b>Rentan Nilai</b>	<b>Tingkat Penilaian</b>
1.	$X > 80$	Sangat praktis
2.	$60 < X \leq 80$	Praktis
3.	$40 < X \leq 60$	Cukup praktis
4.	$20 < X \leq 40$	Kurang praktis
5.	$X < 20$	Tidak praktis

Hasil penilaian modul elektronik berbasis *green chemistry* layak dan praktis digunakan jika presentase kepraktisan setiap aspek berada pada persentase  $\geq 61$  dengan kriteria praktis atau sangat praktis.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan bahan ajar yang layak dan praktis digunakan oleh guru dan peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar. Peserta didik dapat terlibat dalam kegiatan ilmiah yang berkaitan dengan materi laju reaksi dalam modul elektronik berbasis *green chemistry*. Karakteristik modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* kelas XI disesuaikan dengan kurikulum 2013.

Rancangan modul elektronik berbasis *green chemistry* terdiri dari halaman depan, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan modul elektronik, informasi terkait *green chemistry*, peta konsep, uraian materi laju reaksi yang terdiri dari tiga kegiatan belajar, aktivitas ilmiah peserta didik berbasis *green chemistry*, rangkuman materi, contoh soal, latihan soal, glosarium, daftar pustaka dan riwayat penulis. Pengembangan produk pada penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada model pengembangan 4-D yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), tetapi tidak sampai tahap *disseminate* (penyebaran) karena

keterbatasan peneliti. Langkah-langkah yang dilakukan antara lain:

### 1. *Define* (pendefinisian)

Tahap *define* dimulai dengan pemeriksaan pendahuluan di SMA N Purwodadi Kabupaten Musi Rawas Provinsi Sumatera Selatan. Mencari informasi tentang kesulitan yang muncul dan kebutuhan peserta didik merupakan tujuan dari tahap *define*. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap *define* yaitu dengan melalui 5 tahapan berikut:

#### a. Analisis Ujung Depan

Tahap analisis ujung depan bertujuan untuk mendapatkan data terkait dengan permasalahan yang ada dalam proses belajar mengajar kimia di kelas XI SMA N Purwodadi. Data yang diperoleh dari hasil wawancara bersama guru selaku pendidik kemudian di analisis secara langsung. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia di SMA N Purwodadi yang dapat di lihat pada **lampiran 1** mendapatkan hasil bahwa:

- 1) Proses pembelajaran kimia disesuaikan dengan kurikulum 2013, tetapi dalam pelaksanaanya belum optimal karena

keterbatasan bahan ajar yang digunakan guru dalam proses pembelajaran.

- 2) Ilmu kimia dianggap sebagai ilmu yang sulit dipahami dan pengetahuan terkait dengan *green chemistry* belum cukup populer di kalangan peserta didik, padahal ilmu kimia dan pentingnya pengetahuan terkait dengan *green chemistry* sarat dengan nilai-nilai yang bisa digunakan peserta didik dalam membangun karakter di kehidupan sehari-hari.
- 3) Bahan ajar yang biasa digunakan oleh guru dalam proses belajar mengajar yaitu buku cetak yang tersedia di sekolah. Berdasarkan informasi yang di dapatkan, buku cetak yang digunakan memiliki beberapa kelemahan diantaranya buku cetak yang tersedia di sekolah terbatas, membutuhkan ruang penyimpanan yang cukup besar, dan berat dalam membawanya. Selain itu jika ditinjau dari isi buku cetak maka buku cetak memiliki beberapa kelemahan seperti materi yang ada pada buku cetak bersifat linier, belum ada aktivitas yang dapat mengembangkan pola

pikir peserta didik, dan materi yang disajikan tidak dihubungkan dengan prinsip-prinsip *green chemistry*.

- 4) Tampilan ilustrasi dan gambar yang tersedia kurang menarik perhatian peserta didik.
- 5) Bahan ajar yang digunakan tidak menyajikan kegiatan belajar yang di hubungkan dengan prinsip *green chemistry*. Bahkan sebanyak 100% peserta didik tidak mengetahui prinsip *green chemistry*.

b. Analisis peserta didik

Penyebaran angket kebutuhan peserta didik menggunakan *Google Form* dilakukan dalam analisis peserta didik. Diketahui bahwa 66,7% peserta didik menganggap kimia sebagai mata pelajaran yang sulit berdasarkan hasil angket kebutuhan pada **Lampiran 3**. Selain itu, 77,8% peserta didik percaya bahwa materi laju reaksi lebih sulit daripada topik kimia lainnya.

Pemanfaatan bahan dan sumber belajar yang digunakan diketahui bahwa 77,8% peserta didik menyatakan bahwa sumber belajar yang peserta didik gunakan adalah buku. Tetapi sumber belajar yang digunakan guru dalam

menjelaskan pelajaran kimia belum bisa membuat peserta didik memahami materi yang dipelajari, hal ini dibuktikan dari 66,7% peserta didik beranggapan bahwa bahan ajar yang digunakan belum bisa membuat peserta didik memahami materi yang di pelajari. Buku dan sumber belajar yang digunakan guru juga belum dikaitkan dengan prinsip *green chemistry*, hal ini ditunjukkan dengan fakta bahwa seluruh peserta didik menyatakan bahan ajar yang digunakan guru sebagai bahan ajar kimia tidak diintegrasikan dengan prinsip *green chemistry*. Informasi lain yang diperoleh adalah bahwa selama proses pembelajaran guru juga belum menggunakan media elektronik seperti modul elektronik.

c. Analisis Tugas (*Task Analysis*)

Tahap analisis tugas bertujuan untuk mengetahui pembelajaran dalam silabus. modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* disesuaikan dengan hasil angket kebutuhan peserta didik. Urutan uraian materi yang ada pada modul elektronik disesuaikan dengan kompetensi dasar (KD) pada materi laju reaksi meliputi konsep laju reaksi berdasarkan

teori tumbukan, pengaruh laju reaksi, orde reaksi dan persamaan laju reaksi. Berdasarkan kompetensi tersebut, diharapkan peserta didik mampu:

- 1) Menjelaskan konsep laju reaksi berdasarkan teori tumbukan
- 2) Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
- 3) Menghitung orde reaksi berdasarkan data percobaan laju reaksi
- 4) Menjelaskan persamaan laju reaksi
- 5) Menuliskan persamaan laju reaksi
- 6) Menentukan nilai tetapan laju reaksi

d. Analisis Konsep

Tahap analisis konsep digunakan untuk memilih konsep pembelajaran yang dilakukan dengan menentukan isi materi dalam Modul elektronik berbasis *green chemistry*. Analisis konsep dilakukan berdasarkan kompetensi dasar (KD) kimia kelas XI tahun 2013. Adapun kompetensi dasar (KD) yang digunakan sebagai berikut:

3.6 Mengenali teori tumbukan untuk menjelaskan proses reaksi kimia

- 4.6 Menguraikan hasil penelitian teori tumbukan untuk menjelaskan reaksi kimia
  - 3.7 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan teori tumbukan
  - 4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
  - 3.7 Menentukan orde reaksi dan tetapan laju reaksi berdasarkan data hasil percobaan
  - 4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi
- e. Merumuskan tujuan (*Spesifying Instructionl Objectives*)

Upaya untuk menguraikan tujuan dalam proses pembelajaran di dasarkan pada analisis materi dan kurikulum. Informasi yang didapatkan dari guru kimia dan penyebaran angket kebutuhan peserta didik adalah sebagai berikut:

- 1) Penerapan pembelajaran kimia menggunakan kurikulum 2013 belum maksimal karena terbatasnya bahan ajar yang digunakan.

- 2) Indikator dan tujuan pembelajaran disesuaikan dengan Kompetensi Dasar (KD) dan Kompetensi Inti (KI) yang terdapat dalam silabus.
- 3) Peserta didik menganggap topik bahasan laju reaksi sebagai materi yang sulit dipahami.
- 4) Prinsip *green chemistry* belum diterapkan dalam kegiatan pembelajaran kimia.

## 2. *Design* (Perancangan)

Tahap *design* dilakukan dengan menyusun suatu produk dalam hal ini yaitu modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*. Beberapa kegiatan yang dilakukan dalam perancangan produk, antara lain:

- a. Menyusun tes kriteria berupa angket kebutuhan peserta didik untuk mengetahui kemampuan awal yang dimiliki peserta didik. Berdasarkan hasil yang didapatkan peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari materi kimia khususnya pada materi laju reaksi, selain itu bahan ajar yang digunakan tidak diimplementasikan dengan kecanggihan teknologi sedangkan peserta didik memilih bahan ajar yang diimplementasikan dengan

teknologi dibandingkan bahan ajar cetak yang biasa digunakan.

- b. Menyusun media pembelajaran yang dibutuhkan peserta didik berdasarkan hasil tes kriteria sebelumnya. Media pembelajaran yang dipilih yaitu modul elektronik yang disesuaikan dengan kurikulum 2013. Tampilan dan isi modul elektronik disusun guna memudahkan peserta didik dalam mempelajari materi laju reaksi.
- c. Pemilihan bentuk penyajian modul elektronik disusun menggunakan *Microsoft Word 2013* berfungsi dalam pembuatan tata letak isi modul elektronik, selanjutnya aplikasi *Any Flip* digunakan untuk menghasilkan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*. Perangkat lunak *Any Flip* dapat mengubah file PDF menjadi *FlipBook* dengan file *HTML 5* dan *Flash*. Sehingga memungkinkan modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* untuk dapat diakses di *smartphone*, laptop, dan komputer *desktop*.
- d. Melaksanakan uji coba terbatas untuk mensimulasikan penyajian materi dengan bahan ajar yang dirancang.

### 3. *Develop (Pengembangan)*

Tahap pengembangan pada penelitian yang dilakukan yaitu dengan melalui langkah berikut ini:

#### 1) *Expert Appraisal*

Tahapan *expert appraisal* dilakukan dengan melakukan validasi kepada para ahli dibidangnya untuk memberikan penilaian terhadap rancangan modul elektronik yang telah dikembangkan layak dan valid digunakan. Para ahli yang membantu memberikan saran dan perbaikan pada modul elektronik di penelitian ini yaitu berjumlah 5 orang yang terdiri dari 3 dosen kimia UIN Walisongo Semarang dan 2 guru kimia SMA N Purwodadi.

#### 2) *Developmental testing*

Tahapan *Developmental testing* dilakukan dengan melaksanakan uji coba terhadap modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* yang telah dikembangkan. Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui respon peserta didik sebagai sasaran subjek yang sesungguhnya. Uji coba produk pada penelitian ini dilakukan dengan 9 peserta didik dengan tingkat kategori rendah, sedang dan tinggi.

## **B. Hasil Uji Coba Produk**

Tahap uji coba dilakukan dengan menghasilkan produk dari tahap sebelumnya yaitu berupa modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*. Langkah awal yaitu dengan melakukan validasi kepada para ahli yang terdiri dari 3 dosen kimia di UIN Walisongo Semarang dan 2 guru kimia di SMA N Purwodadi. Tahap uji coba produk dilakukan di kalangan peserta didik kelas XI IPA SMA N Purwodadi Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan.

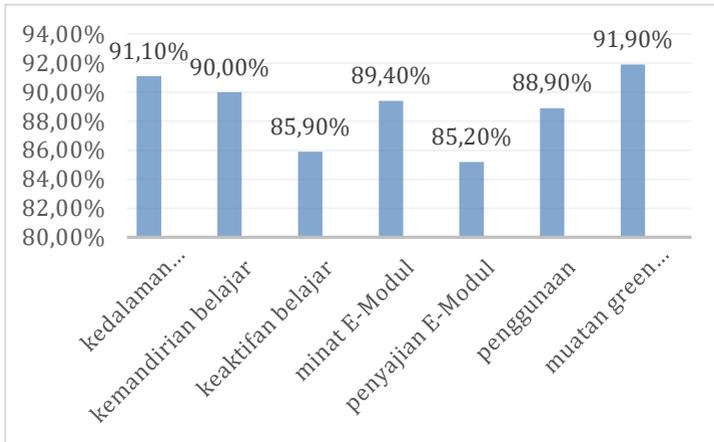
Uji coba produk dilakukan dalam skala kecil dengan 9 peserta didik yang direkomendasikan oleh guru kimia di SMA N Purwodadi berdasarkan tingkat kemampuan belajar tinggi, sedang, dan rendah. Tingkatan kemampuan akademik yang berbeda dilakukan untuk mewakili populasi yang menjadi sasaran dalam modul elektronik berbasis *green chemistry*. Pengujian bertujuan untuk mengetahui respon peserta didik dalam menggunakan modul elektronik pada proses pembelajaran. Pengujian ini dilakukan dengan membagikan angket respon peserta didik terhadap modul elektronik yang dikembangkan. Adapun analisis perhitungan hasil angket respon peserta didik terhadap modul elektronik materi laju reaksi

berbasis *green chemistry* pada tiap indikator dapat di lihat pada **Tabel 4.1**

**Tabel 4.1** Hasil Angket Respon Peserta Didik

Aspek	Skor Responden								
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
<b>Kemudahan dalam memahami materi</b>	10	9	8	8	8	10	10	9	10
<b>Kemandirian belajar</b>	10	8	10	8	8	9	10	9	9
<b>Keaktifan belajar</b>	12	13	13	12	13	12	15	14	12
<b>Minat E-Modul</b>	18	20	15	17	16	18	20	18	19
<b>Penyajian E-Modul</b>	12	14	12	12	11	12	15	14	13
<b>Penggunaan E-Modul</b>	15	15	12	12	11	13	15	14	13
<b>Muatan Green Chemistry</b>	14	14	14	13	12	14	15	14	14
<b>Jumlah Rata-rata</b>	91	93	84	82	79	88	100	92	90
<b>%Kepraktisan Kategori</b>	88,78 88,78 % Sangat Baik (SB)								

Berdasarkan data pada tabel di atas, maka dapat diketahui bahwa persentase rata-rata respon peserta didik terhadap E-Modul berbasis *green chemistry* pada materi laju reaksi sebesar 88,78% dan termasuk dalam kriteria sangat baik sehingga bisa digunakan dalam pembelajaran kimia. Sedangkan persentase tiap aspek dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



**Gambar 4.1** Hasil Respon Peserta Didik Tiap Aspek

Berdasarkan keterangan pada **Gambar 4.1** terlihat jelas bahwa modul elektronik memenuhi kriteria sangat baik untuk digunakan dalam pembelajaran kimia karena rata-rata persentase respon peserta didik adalah 88,78%. Aspek materi yang sederhana untuk dipahami dan kemandirian belajar dengan persentase masing-masing sebesar 91,10% dan 90,0% sehingga keduanya memiliki kategori sangat baik dan bermanfaat. Menurut Ahmadi *et al.*, (2016), aspek kemudahan dalam memahami materi dan aspek kemandirian belajar dikatakan praktis digunakan jika persentase yang di dapatkan menyatakan modul elektronik memudahkan peserta didik memahami materi laju reaksi dan membuat

peserta didik dapat belajar secara mandiri dengan atau tanpa bantuan guru.

Aspek keaktifan belajar diperoleh persentase sebesar 85,9% dengan kategori baik dan sangat praktis digunakan. Menurut Dibyantini & Sulastri (2022) menyatakan bahwa pada aspek keaktifan belajar dapat membantu peserta didik aktif dalam belajar materi laju reaksi. Sehingga modul elektronik berbasis *green chemistry* dapat mendorong semangat peserta didik untuk mempelajari materi laju reaksi.

Aspek minat belajar mendapatkan persentase sebesar 89,4% dengan kategori sangat baik dan sangat praktis digunakan. Menurut Ahmadi & Haryanto (2018) minat belajar peserta didik dapat dikuatkan melalui bahan ajar yang menyenangkan seperti modul elektronik. Maka, dapat dikatakan bahwa modul elektronik dapat meningkatkan minat belajar peserta didik

Aspek penyajian modul elektronik dan penggunaan Modul elektronik mendapatkan persentase masing-masing sebesar 85,2% dan 88,9% dengan kategori baik dan sangat praktis digunakan. Menurut Rizkiana *et al.*, (2020) aspek penyajian memberikan tampilan bahan ajar yang diberikan menarik peserta didik dalam mempelajari suatu materi. Artinya, penyajian modul elektronik

berbasis *green chemistry* menarik dengan bacaan, gambar serta bahasa yang digunakan sederhana sehingga mudah dipahami peserta didik.

Selain itu, aspek muatan *green chemistry* mendapatkan persentase sebesar 91,9% dengan kategori baik dan sangat praktis digunakan. Artinya modul elektronik berbasis *green chemistry* memuat prinsip *green chemistry* yang jelas dan membuat peserta didik lebih paham terhadap prinsip *green chemistry* yang disajikan dalam modul elektronik (Fanesa *et al.*, 2021). Oleh sebab itu, dapat dikatakan bahwa modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* valid dan praktis untuk digunakan.

### C. Revisi produk

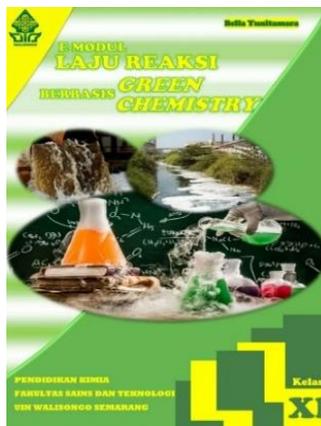
Perbaikan produk yang telah dikembangkan dilakukan berdasarkan saran para ahli dan guru kimia. Antara lain sebagai berikut:

1. Perbaiki warna sampul depan modul elektronik
2. Modul elektronik yang dikembangkan basis *green chemistry*nya belum begitu terlihat, kegiatan praktikumnya juga kurang memunculkan *green chemistry*

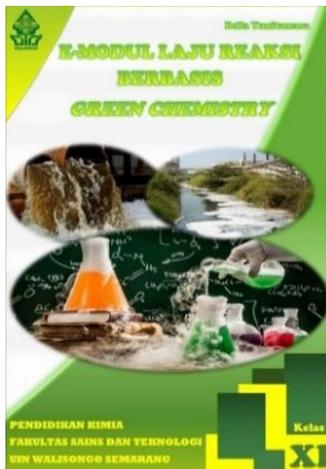
3. Tambahkan tujuan pembelajaran disetiap kegiatan pembelajaran
4. Tambahkan gambar dan contoh soal pada faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
5. Memperbaiki tampilan kolom hasil kegiatan praktikum

Langkah selanjutnya, berdasarkan saran para ahli maka dilakukan hal sebagai berikut:

1. Memodifikasi halaman depan modul elektronik berbasis *green chemistry* seperti pada **Gambar 4.2** dan **Gambar 4.3**



**Gambar 4.2** Halaman Depan Sebelum Revisi



**Gambar 4.3** Halaman Depan Sesudah Revisi

2. Memperbaiki kegiatan praktikum berbasis *green chemistry* seperti pada **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5**

ARTITAN KEMAH BERBASIS GREENEY

Latihan kegiatan praktikum berikut untuk memantapkan keterampilan faktor yang mempengaruhi laju reaksi menggunakan teknik kimia sederhana yang ada di sekitar kalian!

**WARNING !!**  
Sebelum melaksanakan praktikum, kalian wajib menggunakan sarung tangan dan masker agar meminimalkan keracunan kimia yang akan kalian lakukan!

**Siapkan alat dan bahan berikut ini!**

Alat	Bahan
Gelas kimia	Kalsium diklorida
Lempeng	Biji
Alas	Tubuh vitamin C (jambu mentah)
Termometer	Kalsium hidroksida
	Sulfida cincin
	Paku
	Kardus ayam (untuk isolasi)

**A. Pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi**

Lengkapi kerja!

- Karbitan 200 vitamin C dibakar 40 ml, dituangkan dengan menggunakan 2000 mg tablet vitamin C, beri label sebagai larutan A dan vitamin C.
- Ditambahkan 5 ml, maka larutan vitamin C, dan campuran dengan 5 ml, larutan sodium, kemudian tambahkan dengan 15 ml, larutan aquades. Beri label A pada gelas kimia tersebut.
- Ditambahkan larutan B dengan menggunakan 15 ml aquades kemudian 15 ml larutan dengan Peristiwa 10, dan 5 ml larutan pati.
- Tuangkan larutan A ke dalam larutan B.
- Mendapat warna merah segera setelah kedua larutan tersebut campur akan perubahan warna.

14

**Gambar 4.4** Halaman Kegiatan Praktikum Sebelum Revisi

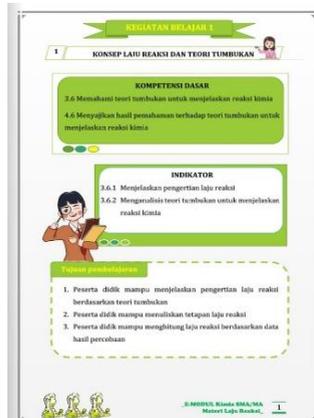


**Gambar 4.5** Halaman Kegiatan Praktikum Setelah Revisi

- Menambahkan tujuan pembelajaran disetiap kegiatan belajar seperti pada **Gambar 4.6** dan **Gambar 4.7**



**Gambar 4.6** Halaman Tujuan Pembelajaran Sebelum di Revisi



**Gambar 4.7** Halaman Tujuan Pembelajaran Setelah di Revisi

4. Menambahkan gambar dan contoh soal pada faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi seperti ditunjukkan pada **Gambar 4.8** dan **Gambar 4.9**



**Gambar 4.8** Halaman Faktor-Faktor Pengaruh Laju Reaksi Sebelum di Revisi

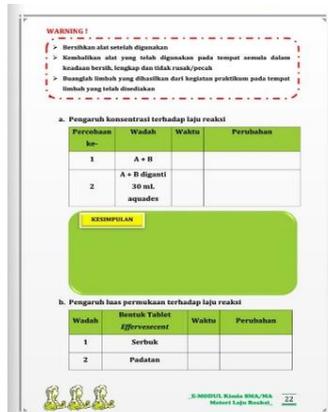


**Gambar 4.9** Halaman Faktor-Faktor Pengaruh Laju Reaks Setelah di Revisi

5. Memperbaiki tampilan kolom hasil kegiatan praktikum seperti pada **Gambar 4.10** dan **Gambar 4.11**



**Gambar 4.10** Tampilan Kolom Hasil Kegiatan Praktikum Sebelum di Revisi



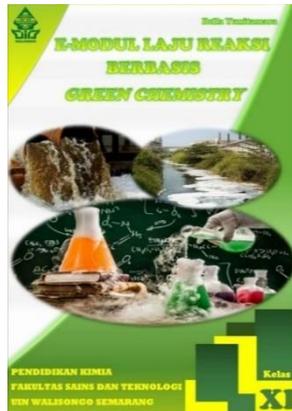
**Gambar 4.11** Tampilan Kolom Hasil Kegiatan Praktikum Setelah di Revisi

#### D. Kajian Produk Akhir

Produk akhir dari pengembangan yang dilakukan menghasilkan modul elektronik yaitu berupa link modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* berikut: <https://anyflip.com/sejzq/ebxc/> yang terdiri dari:

##### 1. Halaman sampul (*Cover*)

Halaman sampul merupakan halaman yang menerangkan jenis media pembelajaran, judul Modul elektronik, judul materi, sasaran pengguna, identitas dan instansi penulis. Tampilan halaman depan dapat dilihat pada **Gambar 4.12**



**Gambar 4.12** Tampilan Halaman Depan

## 2. Informasi prinsip *Green Chemistry*

Tujuan mengenalkan prinsip *green chemistry* adalah untuk meningkatkan pemahaman peserta didik tentang beberapa prinsip, seperti:

- 1) Pencegahan limbah berbahaya berdasarkan hasil praktikum, yaitu menegaskan bahwa lebih baik mencegah produksi limbah daripada mengolah dan membersihkan limbah yang dihasilkan dari kegiatan praktikum.
- 2) Mengoptimalkan penggabungan semua bahan yang digunakan dalam proses untuk menjadi produk akhir.
- 3) Merancang senyawa dan produk kimia yang tidak berbahaya untuk menghasilkan zat yang tidak beracun
- 4) Menggunakan bahan kimia yang aman yaitu memaksimalkan penggunaan bahan kimia yang

digunakan tidak berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan. 5) Merancang bahan kimia yang aman, yaitu produk kimia yang dirancang harus dapat mempengaruhi fungsi yang diinginkan sambil meminimalkan dampaknya. 6) Menggunakan pelarut dan zat tambahan yang aman yaitu dengan meminimalkan dampak berbahaya dari penggunaan pelarut yang digunakan. 7) Mengoptimalkan efisiensi energi dari proses kimia yang dapat menimbulkan dampak baik bagi lingkungan. 8) Menggunakan bahan kimia yang dapat diperbarui, yaitu bahan mentah atau bahan baku yang digunakan harus dapat diperbarui dari bahan-bahan yang ada disekitar lingkungan. 9) Mengurangi penggunaan bahan kimia yang bersifat derivatif karena hal ini membutuhkan reagen tambahan yang cukup banyak dan dapat menghasilkan limbah lebih banyak daripada biasanya. 10) Mengutamakan penggunaan katalis, yaitu produk kimia harus dirancang sedemikian rupa sehingga hasilnya memiliki fungsi yang dapat menguraikan produk tersebut menjadi produk degradasi yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup. 11) Menguraikan *real time* untuk mencegah polusi, yaitu langkah-langkah yang digunakan perlu dikembangkan

lebih lanjut untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian dalam proses secara *real time* sebelum pembentukan zat berbahaya. 12) Mengurangi potensi kecelakaan kerja di dalam kegiatan praktikum, yaitu bentuk zat yang digunakan dalam proses kimia harus dipilih untuk meminimalkan potensi kecelakaan kimia, termasuk pelepasan, ledakan, dan kebakaran. Adapun informasi terkait prinsip *green chemistry* dapat dilihat pada **Gambar 4.13**



**Gambar 4.13** Informasi Terkait Prinsip *Green Chemistry*

### 3. Halaman kegiatan belajar 1

Halaman kegiatan belajar 1 merupakan halaman yang berisi materi terkait pengertian laju reaksi, contoh soal konsep laju reaksi, pengertian teori

tumbukan dan syarat-syarat teori tumbukan, contoh soal teori tumbukan, dan latihan soal pada kegiatan belajar 1 yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran sesuai kompetensi dasar dan indikator yang akan dicapai. Kegiatan belajar 1 bertujuan untuk menambah wawasan peserta didik terkait materi laju reaksi dan teori tumbukan dengan menyajikannya menggunakan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami seperti pada **Gambar 4.14**

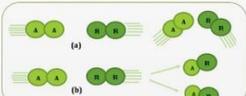
**TEORI TUMBUKAN**

Teori tumbukan menyatakan jika suatu zat akan bereaksi satu sama lain jika partikel-partikelnya saling bertumbukan. Terjadinya tumbukan antar partikel ini dibantu dengan adanya energi kinetik yang membuat partikel tersebut untuk bergerak hingga akhirnya saling bertabrakan. Gerakan ini dapat menyebabkan suatu reaksi yaitu bergerak dan bertumbukan antar partikel yang akhirnya menghasilkan suatu reaksi kimia. Suatu reaksi akan saling bertumbukan jika memenuhi syarat-syarat berikut ini:

**1. Tumbukan Efektif**

Tumbukan efektif menjadi tumbukan yang memungkinkan adanya tumbukan yang menghasilkan reaksi. Keadaan partikel yang bertumbukan dengan arah orientasi yang tepat menjadi syarat adanya tumbukan efektif ini. Ketika partikel yang saling bertumbukan tidak mengalami tumbukan dengan orientasi tumbukan yang tepat, maka tumbukan tidak akan menghasilkan reaksi kimia dan akan menghasilkan senyawa baru lainnya. Agar terjadi tumbukan yang efektif maka diperlukan orientasi tumbukan molekul yang tepat. Orientasi ini merupakan arah atau posisi antar molekul yang bertumbukan.

Perhatikan gambar di bawah ini!



**Gambar 4.14** (a) Orientasi tidak tepat sehingga tidak terjadi reaksi kimia  
(b) Orientasi tepat sehingga terjadi reaksi kimia

S. ANGGILU, Kelas X/1A, SMA/MA  
Materi Laju Reaksi, 5

**Gambar 4.14** Halaman Kegiatan Belajar 1

#### 4. Informasi penerapan laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari

Informasi penerapan laju reaksi bertujuan untuk menyajikan contoh penerapan materi laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari kepada peserta didik.

Informasi penerapan materi laju reaksi terdapat pada pengantar kegiatan belajar 2. Salah satunya yaitu emisi gas buang pada mobil yang berbahaya bagi kesehatan. Gas buang yang dihasilkan mengandung sejumlah gas berbahaya seperti gas karbon monoksida (CO), gas nitrogen monoksida (NO), dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>). Informasi penerapan materi laju reaksi dapat dilihat pada **Gambar 4.15**

**Penerapan materi laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari**

**Gambar 2.1** Emisi gas buang pada kendaraan  
Sumber: Wolfig.id

Gas buang kendaraan merupakan sumber utama polusi udara yang mengandung sejumlah gas berbahaya, seperti gas CO, gas NO, dan NO<sub>2</sub>. Gas CO berbahaya karena dapat merusak penebaran darah dalam tubuh, sedangkan gas NO dan NO<sub>2</sub> dapat menyebabkan ozon menipis dan terjadinya hujan asam. Selain gas tersebut, asap kendaraan juga mengandung timbel yang berasal dari zat aditif pada bensin yang dapat membahayakan lingkungan dan manusia seperti mencemari air tanah dan pada konsentrasi tinggi akan berakibat kardiogenik. Mengatasi hal ini, salah satu caranya yaitu dengan mengganti bensin dengan bensin bebas timbel.

Upaya pencegahan emisi gas buang kendaraan, salah satu penelitian yang dilakukan oleh pemerintah yaitu dengan mereaksikan gas CO dengan gas NO dan reakt antara hidrokarbon dengan gas NO<sub>2</sub> yang memiliki reaksi sebagai berikut:

$$\text{CO (g)} + \text{NO (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{N}_2 \text{ (g)}$$

$$\text{CH}_4 \text{ (g)} + 2 \text{NO}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{N}_2 \text{ (g)} + 2\text{H}_2\text{O (g)}$$

Akan tetapi, reaksi tersebut hanya dapat dilakukan pada suhu yang sangat tinggi, sedangkan pada suhu rendah mesin tidak dapat bekerja

© HINDUS KINERJA SMA/MA  
Metode Laju Reaksi, 9

### **Gambar 4.15** Halaman Informasi Penerapan Materi Laju Reaksi

#### 5. Halaman kegiatan belajar 2

Halaman kegiatan belajar 2 berisi materi yang dapat dipelajari peserta didik terkait faktor-faktor pengaruh laju reaksi seperti, luas permukaan, konsentrasi, suhu, dan katalis. Salah satu materi yang

disajikan yaitu pengaruh laju reaksi seperti konsentrasi yang dijelaskan menggunakan bahasa dan gambar yang sederhana yang ditunjukkan pada **Gambar 4.16**

**Konsentrasi**

Perhatikan gambar di bawah ini!



Konsentrasi rendah



Konsentrasi tinggi



**Gambar 2.3** Pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi

Umumnya, laju reaksi akan semakin cepat ketika konsentrasi pereaksi bertambah begitu juga sebaliknya. Logikanya dengan bertambahnya jumlah partikel pereaksi maka akan semakin mempermudah terjadinya proses tumbukan antar partikel sehingga kemungkinan terjadinya laju reaksi yang semakin besar. Jumlah partikel ini berbanding lurus dengan bertambahnya jumlah konsentrasi pereaksi.

**Contoh soal**

Tabung manakah yang memiliki laju reaksi lebih cepat dibanding yang lainnya?



HCl 0,1 M +  
Gamping  
telur



HCl 1 M +  
Gamping  
telur



HCl 3 M +  
Gamping  
telur



HCl 3 M +  
Gamping  
telur

**JAWAB** > Reaksi HCl 3 M + Gamping telur memiliki Asamtartrat larutnya paling besar, sehingga laju reaksi akan semakin cepat.



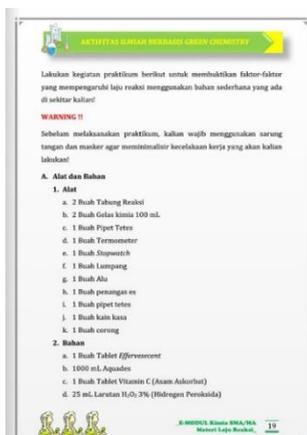
© ANDRIEL Simanungkalit, MA  
 Materi Laju Reaksi, 11

**Gambar 4.16** Pengaruh Konsentrasi pada Laju Reaksi

## 6. Aktivitas ilmiah peserta didik berbasis *green chemistry*

Aktivitas ilmiah peserta didik merupakan kegiatan praktikum yang dapat dilakukan peserta didik untuk dapat memahami materi laju reaksi berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Kegiatan praktikum yang disajikan berisi bahan dan alat praktikum, instruksi langkah sebelum dilaksanakan kegiatan praktikum, langkah kerja peserta didik, kolom hasil pengamatan peserta didik, dan latihan soal yang telah disesuaikan berdasarkan

prinsip *green chemistry*. Hal ini bertujuan untuk membantu peserta didik memahami materi laju reaksi berdasarkan kegiatan praktikum yang dilakukan seperti pada **Gambar 4.17**



**Gambar 4.17** Aktifitas Ilmiah peserta didik berbasis *Green Chemistry*

## 7. Halaman kegiatan belajar 3

Kegiatan belajar 3 berisi materi terkait persamaan laju reaksi, orde reaksi, menentukan persamaan laju reaksi contoh soal, dan latihan soal yang disesuaikan dengan kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Kegiatan pembelajaran 3 dapat dilihat pada **Gambar 4.18**

**3. Laju Reaksi Orde Dua**

Laju reaksi orde dua adalah keadaan ketika lajunya laju reaksi akan mengalami perubahan sebanding pangkat dua dari konsentrasi pereaksinya. Jika konsentrasi dinaikkan 2 kali dari keadaan awal maka laju reaksi juga akan naik sebesar 4 kali dari semula ( $2^2=4$ ). Berikut merupakan grafik laju reaksi dengan orde dua:

Grafik reaksi orde dua



$v = k [\text{pereaksi}]^2$

**4. Menemukan Persamaan Laju Reaksi**

Persamaan laju reaksi digunakan untuk menyatakan hubungan yang terjadi antara konsentrasi pereaksi dengan laju reaksi. Hal ini terjadi ketika terdapat beberapa percobaan yang dilakukan dengan menggunakan konsentrasi awal yang berbeda, dan laju reaksi ditentukan setiap percobaan dilakukan. Kemudian hasil reaksinya dibandingkan dengan percobaan yang satu dengan yang lainnya untuk mengetahui laju awal yang bergantung pada konsentrasi awal pereaksi. Sebagai contoh, perhatikan reaksi berikut ini:

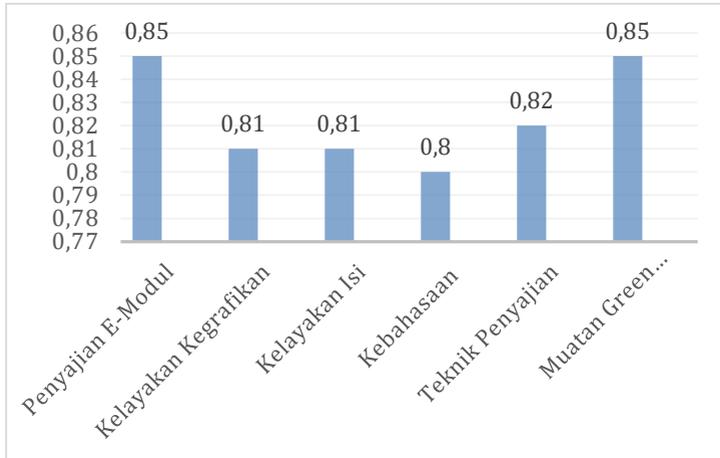
$$2\text{NO}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NOBr}(\text{g})$$

Percobaan	$[\text{NO}]$ (M)	$[\text{Br}_2]$ (M)	Laju (M/detik)
1	0,1	0,05	6
2	0,1	0,1	12
3	0,2	0,05	24

KEMENTERIAN Pendidikan dan Kebudayaan  
Materi Laju Reaksi, 30

**Gambar 4.18** Halaman Kegiatan Belajar 3

Setelah *draft* modul elektronik selesai, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan validasi dengan para ahli. Produk akhir dari penelitian ini adalah modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry*. Sehingga, untuk mengetahui kevalidan dari modul elektronik yang dikembangkan, maka dilakukan uji validitas oleh para ahli dan guru kimia sebelum di ujicobakan kepada peserta didik. Perolehan nilai dari para ahli dan guru kimia kemudian dianalisis menggunakan rumus *Aiken's V*. Adapun validasi para ahli terhadap modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* pada tiap aspek dapat dilihat pada **Gambar 4.19**



**Gambar 4.19** Validasi Para Ahli ditiap Aspek

Berdasarkan **Gambar 4.19** diketahui aspek pertama yaitu aspek penyajian modul elektronik didapatkan nilai validasi rata-rata 0,85 dengan kategori valid. Penyajian modul elektronik meliputi sistematika penyajian yaitu pendahuluan, isi dan penutup. Aspek penyajian berfungsi membuat penggunaan modul elektronik sesuai dengan kebutuhan peserta didik (Supriadi, 2012). Sehingga, pada aspek penyajian tampilan yang diberikan dapat membantu peserta didik memahami materi yang dipelajari.

Aspek kedua yaitu kelayakan kegrafikan yang meliputi desain sampul modul elektronik, Ukuran modul elektronik, Desain isi modul elektronik, dan kualitas tampilan yang mendapatkan skor rata-rata 0,81 dengan kategori valid. Aspek

kelayakan kegrafikan meliputi desain sampul modul elektronik, ukuran modul elektronik, desain isi modul elektronik serta kualitas tampilan. Kelayakan kegrafikan memberikan stimulus bagi peserta didik dalam mempelajari materi yang disediakan (Asmiyunda *et al.*, 2018). Sehingga modul elektronik laju reaksi valid digunakan dalam pembelajaran.

Aspek ketiga meliputi kelayakan isi yang mendapatkan nilai rata-rata 0,81 dengan kategori valid. Aspek kelayakan isi digunakan untuk mengukur penguasaan konsep peserta didik ketika menggunakan modul elektronik dalam kegiatan pembelajaran (Oktharia *et al.*, 2017). Artinya, materi yang disusun dalam modul elektronik dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep materi laju reaksi.

Aspek keempat yaitu kebahasaan yang meliputi kejelasan informasi dan kesesuaian dengan EYD yang memperoleh skor rata-rata 0,80 dengan kategori valid. Aspek kebahasaan meliputi kejelasan informasi dan kesesuaian EYD. Aspek kebahasaan bertujuan untuk memberikan penguasaan bahasa yang mudah dipahami oleh peserta didik (Oktharia *et al.*, 2017). Sehingga, penggunaan bahasa dalam modul elektronik sudah sesuai dengan ketentuan EYD dan memudahkan peserta didik dalam menerima informasi yang ada pada Modul elektronik.

Aspek kelima yaitu teknik penyajian yang meliputi penyajian pembelajaran dan pendukung penyajian yang memperoleh nilai rata-rata 0,82 dengan kategori valid. Aspek penyajian meliputi penyajian pembelajaran dan pendukung penyajian. Teknik penyajian yang diberikan pada Modul elektronik memiliki fungsi untuk memberikan penyampaian Modul elektronik yang menarik minat belajar peserta didik (Utami *et al.*, 2018). Hal ini berarti bahwa penyajian Modul elektronik yang dikembangkan dapat membantu peserta didik mempelajari materi laju reaksi.

Aspek terakhir yaitu aspek muatan *green chemistry* yang memperoleh skor rata-rata 0,85 dengan kategori valid. Aspek muatan *green chemistry* dapat membantu peserta didik untuk mengetahui konsep laju reaksi berdasarkan prinsip *green chemistry* (Wahyuningsih & Rohmah, 2017). Artinya, muatan *green chemistry* yang ada pada modul elektronik dapat menyampaikan materi laju reaksi dan prinsip *green chemistry* dengan baik.

Berdasarkan skor rata-rata keseluruhan tiap aspek dari para ahli dan guru kimia diperoleh skor 0,82 dengan kategori valid. Sehingga berdasarkan hasil penilaian serta perbaikan yang telah dilakukan, maka modul elektronik berbasis *green chemistry* dapat dikatakan layak dan valid untuk diujicobakan kepada peserta didik.

### **E. Keterbatasan Penelitian**

Keterbatasan penelitian pada pengembangan Modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* ini yaitu diantaranya sebagai berikut:

1. Pengembangan modul elektronik berbasis *green chemistry* hanya dilakukan pada materi laju reaksi tidak pada materi kimia lainnya.
2. Modul elektronik berbasis *green chemistry* berupa file HTML5 yang hanya dapat diakses secara *online*, sehingga tidak dapat digunakan secara *offline*.
3. Uji coba modul elektronik berbasis *green chemistry* hanya dilakukan pada skala kecil.

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Simpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan produk antara lain yaitu:

1. Modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* dinyatakan layak berdasarkan hasil angket validasi dari ahli dan guru kimia yang memperoleh skor rata-rata 0,82 dengan kategori valid.
2. Modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* berdasarkan hasil angket respon peserta didik dinyatakan praktis pada uji coba terbatas dengan persentase kepraktisan sebesar 88,78% dalam kategori sangat baik.

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* valid dan praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

#### B. Saran

Bersumber dari hasil penelitian pengembangan, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sebagai berikut:

1. Modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* dapat di uji cobakan dalam skala besar untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan dari bahan ajar yang dikembangkan.
2. Modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* bisa dikembangkan tidak hanya pada materi laju reaksi saja tetapi pada materi kimia lainnya.

### **C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut**

Modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* diseminasikan dengan cara membuat karya tulis berupa artikel jurnal yang dipublikasikan. Produk juga diberikan kepada guru kimia dan peserta didik di SMA N Purwodadi. Namun, produk yang dikembangkan terbatas pada materi laju reaksi. Pengembangan lebih lanjut diperlukan terkait materi kimia lainnya. Modul elektronik materi laju reaksi berbasis *green chemistry* diujicoba pada skala kecil dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan dan kepraktisan produk, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut hingga tahap uji efektifitas produk.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdullah, Ramadhan, S., & Linda, R. (2020). Pengembangan E-Module Interaktif Chemistry Magazine Berbasis Kvisoft Flipbook Maker Pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Zarah*, 8(1), 7–13.
- Ahmadi, H. P., Suryati, & Khery, Y. (2016). Pengembangan Modul Contextual Teaching and Learning (Ctl) Berorientasi Green Chemistry Untuk Pertumbuhan Literasi Sains Siswa. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 4(1), 17.
- Ahmadi, I., Dewi, F., & Haryanto. (2018). *Pengembangan E-LKPD Berbasis Praktikum pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit Kelas X MIA di SMA Xaverius 2 Kota Jambi*. Laporan penelitian. Universitas Jambi
- Anastas, P., & Eghbali, N. (2010). Green Chemistry : Principles and Practice. *Chemical Society Reviews*, 39, 301–312.
- Anisa, D., & Mitarlis. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berwawasan Green Chemistry untuk Meningkatkan kemampuan Literasi Sains Peserta Didik pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit. *UNESA Journal of Chemical Education*, 9(3), 407–416.
- Arsyka, A. T. Z., & Wahyuni, T. S. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Multipel Representasi pada Pembelajaran Flipped Classroom Materi Laju Reaksi. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 11(2).
- Asi, N. B. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Kimia Bahan Makanan Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 8(9), 163–170.

- Asmiyunda, Guspatni, & Azra, F. (2018). Pengembangan E-Modul Keseimbangan Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Kelas XI SMA/ MA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 2(2), 155.
- Asokan, A., Murshid, A., Benny, M., Francis, A., & Mirza, A. (2019). A Review on Green Chemistry and Green Engineering on Environmental Sustainability. *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)*, 3(3), 194–201.
- Astuti, D. D., Rahmatullah, S., Sukmawardani, Y., & Subarkah, C. Z. (2021). Utilization of e-module in polymer synthetic based on green chemistry to improve student high level thinking. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1).
- Dibyantini, R. E., & Sulastri. (2022). Pengembangan bahan ajar e-modul berbasis masalah terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi laju reaksi. *Educenter : Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(6), 593–598.
- Fanesa, B., Kusuma, R., Hakim, A., Arian, Y., Anwar, S., & Junaidi, E. (2021). Pengembangan Modul Praktikum Mandiri Terintegrasi Green Chemistry Pada Pokok Bahasan Asam Basa. *Chemistry Education Practice*, 4(3), 251–255.
- Fauziah, N, Andayani, Y., & Hakim, A. (2019). Problem-based learning tools oriented of green chemistry in reaction rate concept Problem-based learning tools oriented of green chemistry in reaction rate concept. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Fauziah, N. S., & Mashami, R. A. (2016). Pengembangan Modul Problem Based Learning (Pbl) Berorientasi Green Chemistry Untuk Peningkatan Literasi Sains Siswa. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 4(2), 94.

- Gevi, G. R., & Andromeda. (2019). Pengembangan E-Modul Laju Reaksi Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Virtual Laboratory Untuk SMA/ MA. *Edukimia Journal*, 1(1), 53–61.
- Giatman, S. M., Sukardi, & Irfan, D. (2019). Pengembangan e-modul project based learning mata kuliah manajemen proyek pada pendidikan vokasi. *Paduraksa*, 8, 105–116.
- Gustarie, C., Hidayat, A., & Suherman, F. (2019). Pengaruh Penggunaan Bahan Ajar Modul terhadap Ketuntasan Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Ekonomi. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Ekonomi Akuntansi*, 5(1), 21–29.
- Hasanah, I., Wahyuni, S., & Bachtiar, R. W. (2016). Pengembangan Modul Mitigasi Bencana Berbasis Potensi Lokal yang Terintegrasi dalam Pelajaran IPA di SMP. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Jember*, 5(3), 226–234.
- Ibrahim, N. L. (2015). Analisis Miskonsepsi Siswa SMA Kelas XI pada Konsep Laju Reaksi Menggunakan Two-Tier Multiple Choice dan Certainty Of Response Index (CRI). *Jurnal Penelitian*, 151, 10–17.
- Jayanti, N. F. (2020). Desain dan uji coba E-Modul android berbasis literasi sains terintegrasi nilai islam pada materi laju reaksi. In *skripsi*.
- Lasmiyati, & Harta, I. (2014). Pengembangan Modul Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Minat SMP. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 161–174.
- Manulang, E., Linda, R., & Noer, A. M. (2020). Pengembangan E-Module Kimia Berbasis Exe-Learning Pada Materi Laju

- Reaksi. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, 5(2), 70.
- Mitarlis, Ibnu, S., Rahayu, S., & Sutrisno. (2017). Environmental literacy with green chemistry oriented in 21st century learning. *AIP Conference Proceedings*, 1911(020020), 1–6.
- Oktharia, E., Rudibyani, R. B., & Sofia, E. (2017). Pengembangan Instrumen Asesmen Pengetahuan untuk Mengukur Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 6(1), 74–85.
- Prasetyo, H., & Sutopo, W. (2018). Industri 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek Dan Arah Perkembangan Riset. *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 17.
- Purnamasari, D. I., Melati, H. A., & Lestari, I. (2018). *Pengembangan penuntun praktikum kimia pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit kelas x sma: Vol. 7. No 5.*
- Rahman, L. (2018). *Pengembangan modul pembelajaran pada materi laju reaksi di sma negeri 3 seunagan.* Skripsi. Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam, Banda Aceh.
- Rahmawati, S. (2019). Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry Untuk Sma / Ma Kelas Xi. *Journal of Tropical Chemistry Research & Education (JTC-RE)*, 1(1), 8–14.
- Redhana, I. W., & Merta, L. M. (2017). Green Chemistry practicum to improve student learning outcomes of reaction rate topic. *Cakrawala Pendidikan*, 3, 382–403.
- Rizkiana, F., Apriani, H., & Khairunnisa, Y. (2020). Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry Untuk Siswa Sma Kelas Xi Semester 2.

*Lantanida Journal*, 8(1), 73.

Suarsa, I. W. (2017). *Teori Tumbukan Pada Laju Reaksi Kimia*. Universitas Udayana.

Suarsana, I. M., & Mahayukti, G. . (2013). Pengembangan E-Modul Berorientasi Pemecahan Masalah Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 2(2).

Supriadi, R. (2012). Media Pembelajaran Interaktif Perangkat Lunak Pengolah Angka untuk Kelas XI SMA Negeri 2 Wates. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

Thiagarajan, Semmel & Semmel. 1974. *Instructional Development For Training Teachers Of Exceptional Children*. Bloomington: Indiana University

Tulus, A., & Winingsih, P. H. (2020). The Development of Interactive Learning Modul Based on Multimedia Using Tri-Nga Approach on Physics Subject Matter in Straight Movements Changed. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7, 1–7.

Umbaryati. (2016). *Pentingnya LKPD pada Pendekatan Scientific Pembelajaran Matematika*. PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/21473>

Utami, R. E., Nugroho, A. A., Dwijayanti, I., & Sukarno, A. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Etnomatematika Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 2(2), 268.

Wahyuningsih, A. S., & Rohmah, J. (2017). Pengembangan

Modul Praktikum Kimia Dasar Berbasis Green Chemistry untuk Mahasiswa Calon Guru Ipa. *Jurnal Pena Sains*, 4(1), 43.

Wibowo, E. (2018). *Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Dengan Menggunakan Aplikasi Kvisoft Flipbook Maker*. SKRIPSI. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

## Lampiran 1 Hasil Wawancara Guru Kimia

Indikator	Pertanyaan	Jawaban
Kurikulum	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kurikulum apakah yang diterapkan pada pembelajaran kimia?</li> <li>2. Apakah pembelajarannya sudah maksimal jika menerapkan kurikulum 2013?</li> <li>3. Jika menerapkan kurikulum 2013, apakah proses pembelajaran disesuaikan dengan kurikulum tersebut?</li> <li>4. Apakah jam pelajaran yang disediakan sesuai materi yang akan disampaikan?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kurikulum 2013,</li> <li>2. Belum maksimal, karena keterbatasan bahan ajar</li> <li>3. Iya, disesuaikan dengan kurikulum 2013</li> <li>4. Iya, disesuaikan dengan jam pelajaran</li> <li>5. kurangnya rasa ingin tahu peserta didik terhadap mata pelajaran kimia</li> <li>6. Nilai KKM 75</li> <li>7. Masih banyak peserta didik yang belum mencapai nilai KKM</li> </ol>

	<p>5. Berdasarkan pengalaman sebagai pendidik, apa penyebab peserta didik mengalami kesulitan pada mata pelajaran kimia?</p> <p>6. Berapa KKM pada mata pelajaran kimia kelas XI?</p> <p>7. Apakah peserta didik banyak yang mencapai nilai KKM tersebut?</p> <p>8. Apa metode belajar yang digunakan dalam proses belajar di kelas? Dan apa kendalanya?</p>	<p>8. Menggunakan metode ceramah dan kendalanya peserta didik hanya berfokus pada guru</p>
<p>Media pembelajaran</p>	<p>9. Apakah ibu pernah membuat media pembelajaran yang dikembangkan secara mandiri?</p>	<p>6. Pernah, membuat modul ajar bagi peserta didik</p> <p>7. Pernah, tetapi dibatasi</p>

	<p>10. Apakah dalam pembelajaran kimia peserta didik pernah menggunakan android atau <i>smartphone</i>?</p> <p>11. Bagaimana pendapat ibu mengenai media pembelajaran menggunakan laptop atau handphone?</p> <p>12. Apakah ibu mengetahui konsep <i>green chemistry</i>?</p> <p>13. Apakah ibu setuju jika <i>green chemistry</i> diterapkan dalam pembelajaran kimia?</p>	<p>penggunaanya, yaitu ketika sedang ada mata pelajaran dan guru yang menyuruh membawa hp untuk mata pelajaran saja</p> <p>8. Bagus, dengan menggunakan HP atau laptop peserta didik bisa belajar lebih banyak terkait materi sendiri</p> <p>9. Mengetahui, tetapi belum pernah mengaitkan dengan pelajaran kimia</p> <p>10. Setuju, agar menambah wawasan peserta didik</p>
Sumber atau bahan belajar	14. Sumber belajar apa yang sering	11. Buku ajar kimia, dan LKS

	<p>digunakan dalam proses belajar peserta didik?</p> <p>15. Apa saja konten/isi dari sumber belajar yang digunakan peserta didik?</p> <p>16. Sumber belajar mana yang paling sering digunakan?</p> <p>17. Apakah ibu pernah menggunakan modul ajar dalam bentuk elektronik?</p> <p>18. Apa harapan bapak/ibu jika dilakukan pengembangan bahan ajar berupa Modul elektronik berbasis <i>green chemistry</i>?</p>	<p><b>12.</b> Isi konten dalam sumber belajar peserta didik ya ada materi dan soal-soal latihan</p> <p><b>13.</b> Yang paling sering digunakan Buku ajar yang tersedia di sekolah</p> <p><b>14.</b> Belum pernah</p> <p><b>15.</b> Harapannya semoga bisa membantu kegiatan belajar mengajar dan meningkatkan motivasi peserta didik serta menarik peserta didik untuk belajar kimia secara mandiri.</p>
--	--	--

**Lampiran 2** Angket Kebutuhan Peserta Didik**Angket Kebutuhan Peserta Didik****Nama** :**Kelas** :**Sekolah** : SMA N Purwodadi**Petunjuk Pengisian:**

1. Bacalah dengan teliti kemudian jawablah dengan jujur pertanyaan yang disediakan
2. Jawaban saudara/I sangat membantu pelaksanaan penelitian di sekolah ini
3. Jawaban saudara/I akan di rahasiakan, untuk itu jawablah dengan sungguh-sungguh

**Pertanyaan:**

1. Apakah menurut Saudara/i mata pelajaran kimia sulit?
  - Ya
  - Tidak
2. Pembelajaran seperti apa yang lebih Saudara/I sukai?
  - Individu
  - Kelompok
3. Seberapa sering Saudara/I belajar kimia?
  - Setiap hari
  - Ketika ada jam pelajaran kimia saja
  - Ketika akan dilaksanakan ulangan

- Tidak pernah
4. Menurut Saudara/i, materi kimia apa yang mudah?
- Hidrokarbon
  - Minyak bumi
  - Termokimia
  - Laju reaksi
  - Kesetimbangan kimia
5. Menurut Saudara/i, materi kimia apa yang sulit?
- Hidrokarbon
  - Minyak bumi
  - Termokimia
  - Laju reaksi
  - Kesetimbangan kimia
6. Apakah proses belajar mengajar dilakukan dengan kegiatan praktikum?
- Ya
  - Tidak
7. Apakah guru sering mengaitkan materi pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari?
- Ya
  - Tidak
8. Apakah Saudara/I mengetahui konsep *green chemistry*?
- Ya
  - Tidak

9. Sumber belajar apa yang Saudara/I gunakan dalam pembelajaran kimia?
- Buku
  - LKS
  - Modul
10. Apakah sumber belajar yang Saudara/I gunakan membuat Saudara/I memahami materi yang dipelajari?
- Ya
  - Tidak
11. Apakah saudara/I membutuhkan sumber belajar dalam bentuk elektronik?
- Ya
  - Tidak
12. Apakah materi pembelajaran yang diberikan guru dikaitkan dengan prinsip *green chemistry*?
- Ya
  - Tidak
13. Media apa yang sering guru gunakan dalam pembelajaran?
- Media cetak
  - Media audio
  - Media elektronik

14. Selama kegiatan pembelajaran kimia, pernahkah Saudara/i menggunakan modul kimia berbentuk elektronik?
- Pernah
  - Tidak pernah
15. Apakah saudara/I tertarik apabila pembelajaran kimia menggunakan modul dalam bentuk elektronik?
- Ya
  - Tidak
16. Seberapa sering Saudara/I menggunakan alat komunikasi (HP, Komputer) dalam sehari?
- <1 jam
  - 1-2 jam
  - 3-4 jam
  - 24 jam
17. Untuk apa biasanya Saudara/I menggunakan HP/Komputer?
- Sumber belajar
  - Alat komunikasi
  - Bermain game
18. Apakah saudara/I setuju jika pembelajaran menggunakan media elektronik
- Setuju
  - Tidak setuju

### Lampiran 3 Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik

No	Pertanyaan	Jawaban	Persentase %
1	Apakah menurut Saudara/i mata pelajaran kimia mudah?	Ya	33,3 %
		Tidak	66,7 %
2	Pembelajaran seperti apa yang lebih Saudara/I sukai?	Individu	66,7%
		Kelompok	33,3%
3	Seberapa sering Saudara/I belajar kimia?	Setiap hari	11,1 %
		Ketika ada pelajaran kimia saja	66,7%
		Ketika akan dilaksanakan ulangan	22.2%
		Tidak pernah	0%
4	Menurut Saudara/i, materi kimia apa yang susah?	Hidrokarbon	0%
		Minyak bumi	11,1%
		Termokimia	11,1%
		Laju reaksi	77,8%
		Kesetimbangan kimia	0%
5	Menurut Saudara/i, materi kimia apa yang mudah?	Hidrokarbon	22,2%
		Minyak bumi	44,4%
		Terokimia	0%
		Laju reaksi	0%
		Kesetimbangan kimia	33,3%
6	Apakah proses belajar mengajar dilakukan dengan kegiatan praktikum?	Ya	100%
		Tidak	0%
7	Apakah guru sering mengaitkan materi	Ya	55,6%
		Tidak	44,4%

	pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari?		
8	Apakah Saudara/I tidak mengetahui prinsip <i>green chemistry</i> ?	Ya	100%
		Tidak	0%
9	Sumber belajar apa yang Saudara/I gunakan dalam pembelajaran kimia?	Buku	77,8%
		LKS	0%
		Modul	22,2%
10	Apakah sumber belajar yang Saudara/I gunakan membuat Saudara/I memahami materi yang dipelajari?	Ya	33,3%
		Tidak	66,7%
11	Apakah saudara/I membutuhkan sumber belajar dalam bentuk elektronik?	Ya	100%
		Tidak	0%
12	Apakah materi pembelajaran yang diberikan guru tidak dikaitkan dengan prinsip <i>green chemistry</i> ?	Ya	100%
		Tidak	0%
13	Media apa yang sering guru gunakan dalam pembelajaran?	Media cetak	100%
		Media audio	0%
		Media elektronik	0%

14	Selama kegiatan pembelajaran kimia, pernahkah Saudara/i menggunakan modul kimia berbentuk elektronik?	Pernah	0%
		Tidak pernah	100%
		Sering	0%
15	Apakah saudara/I tertarik apabila pembelajaran kimia menggunakan modul dalam bentuk elektronik?	Ya	100%
		Tidak	0%
16	Seberapa sering Saudara/I menggunakan alat komunikasi (HP, Komputer) dalam sehari?	< 1 jam	0%
		1-2 jam	0%
		3-4 jam	22,2%
		24 jam	77,8%
17	Untuk apa biasanya Saudara/I menggunakan HP/Komputer?	Sumber belajar	44,4%
		Bermain game	44,4%
		Alat komunikasi	11,1%

**Lampiran 4** Instrumen Penilaian

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN MODUL  
ELEKTRONIK MATERI LAJU REAKSI BERBASIS *GREEN*  
CHEMISTRY OLEH AHLI**

NO.	INDIKATOR	SKOR	DESKRIPSI
1.	Penyajian Modul elektronik	5	a. Sistematika penyajian dalam setiap kegiatan belajar sesuai asas (pendahuluan, isi dan penutup) b. Penyajian konsep disajikan secara runtut dari yang mudah ke sukar, dari yang konkret ke abstrak, dari yang sederhana ke kompleks, dan dari yang dikenal sampai yang belum dikenal c. Terdapat soal latihan pada setiap akhir kegiatan belajar
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan diatas
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan diatas
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan diatas
		1	Tidak Mencakup semua poin yang disebutkan diatas
	KELAYAKAN KEGRAFIKAN		
	Desain	5	a. Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi. b. Menggunakan kombinasi

1.	Sampul (Cover) e- module  i. Tata letak sampul modul elektronik		huruf yang efisien dan Memiliki identitas untuk memudahkan administrasinya.
			c. Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca.
			d. Gambar/ilustrasi sampul modul elektronik pada materi laju reaksi berbasis <i>green chemistry</i> menggambarkan isi/materi ajar dan mengungkapkan karakter objek.
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan diatas
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan diatas
	2	Mencakup satu poin yang disebutkan diatas	
	1	Tidak Mencakup semua poin yang disebutkan diatas	
	ii. Tipografi cover modul elektronik	5	<p>a. Judul Modul elektronik dapat memberikan informasi secara komunikatif tentang isi materi berdasarkan materi tertentu</p> <p>b. Warna judul buku ditampilkan lebih menonjol daripada warna latar belakangnya</p> <p>c. Tidak terlalu banyak menggunakan kombinasi jenis huruf yang dapat mengganggu tampilan unsur kata</p>

2.			d. Tidak menggunakan huruf hias/dekorasi yang dapat mengurangi tingkat keterbacaan dan kejelasan informasi yang disampaikan	
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan diatas	
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan diatas	
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan diatas	
		1	Tidak Mencakup semua poin yang disebutkan diatas	
	iii. Ilustrasi sampul modul elektronik	5	a. Ilustrasi dapat menggambarkan isi/materi ajar b. Secara visual dapat diungkapkan melalui ilustrasi yang ditampilkan berdasarkan materi ajarnya c. Bentuk dan ukuran sesuai realita objek d. Warna sesuai realita objek	
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan diatas	
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan diatas	
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan diatas	
		1	Tidak Mencakup semua poin yang disebutkan diatas	
		Ukuran modul elektronik	5	Ukuran Modul elektronik mengikuti standar ISO, yaitu B5 (76 mm x 250 mm). Toleransi

			perbedaan ukuran antara 0-20 mm. a. 0-5 mm b. 5-10 mm c. 10-15 mm d. 15-20 mm
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan diatas
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan diatas
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan diatas
		1	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan diatas
3. Desain Isi modul elektronik			
	i. Tata letak isi modul elektronik	5	a. Penempatan unsur tata letak lengkap dan konsisten berdasarkan pola (judul, subjudul, teks, gambar/ilustrasi, keterangan gambar, angka halaman). b. Penggunaan kejelasan dan kesesuaian bahasa komunikasi sederhana dengan menerapkan aturan EYD. c. Angka halaman urut dan penempatannya sesuai dengan pola tata letak d. Penempatan ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman peserta didik
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan diatas

	ii. Tipografi isi Modul elektronik	3	Mencakup dua poin yang disebutkan diatas		
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan diatas		
		1	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan diatas		
		5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Spasi dan pemisah antar paragraf jelas.</li> <li>b. Ketepatan penggunaan whitespace (kolom kosong).</li> <li>c. Lebar susunan teks normal (termasuk tanda baca, spasi antar kata dan angka untuk buku teks antara 45-75 karakter atau sama dengan sekitar 5-11 kata).</li> <li>d. Konsistensi penggunaan karakter variasi huruf (font, bold, italic, all capital, small capital) yang efisien</li> <li>e. Tanda pemotongan kata jelas</li> </ul>		
		4	Mencakup empat poin yang disebutkan diatas		
		3	Mencakup tiga poin yang disebutkan diatas		
		2	Mencakup dua poin yang disebutkan diatas		
		1	Mencakup satu poin atau tidak mencakup semua poin yang disebutkan diatas		
		4.	Kualitas tampilan	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gambar/ilustrasi isi materi kreatif dan dinamis dilengkapi keterangan untuk mengungkapkan makna/arti dari objek.</li> <li>b. Gambar/ilustrasi isi akurat</li> </ul>

			<p>dan proporsional sesuai dengan kenyataan.</p> <p>c. Tata letak memudahkan pembaca dalam memahami materi</p> <p>d. Ilustrasi yang digunakan sesuai dengan materi yang disajikan</p> <p>e. Kejelasan tulisan dan gambar</p>
		4	Mencakup empat poin yang disebutkan diatas
		3	Mencakup tiga poin yang disebutkan diatas
		2	Mencakup dua poin yang disebutkan diatas
		1	Mencakup satu poin atau tidak mencakup semua poin yang disebutkan diatas
<b>KELAYAKAN ISI</b>			
<b>1.</b>	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD)	5	<p>a. Tujuan pembelajaran sesuai dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar yang harus dicapai oleh peserta didik</p> <p>b. Materi pembelajaran sesuai dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar yang harus dicapai oleh peserta didik</p> <p>c. Apersepsi sesuai dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar yang harus dicapai oleh peserta didik</p> <p>d. Soal latihan sesuai dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar yang harus dicapai oleh peserta didik</p>
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan diatas

		3	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas
2.	Kedalaman materi	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Konsep dan definisi yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsir dan sesuai dengan konsep dan definisi yang berlaku dalam bidang kimia</li> <li>b. Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik</li> <li>c. Contoh dan kasus yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik</li> <li>d. Gambar, diagram, dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik</li> <li>e. Notasi, simbol, dan rumus kimia disajikan secara benar menurut kelaziman dalam bidang kimia</li> </ul>
		4	Mencakup empat poin yang disebutkan di atas
		3	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas

		2	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		1	Mencakup satu poin atau tidak mencakup semua poin yang disebutkan diatas
3.	Kemutakhiran materi	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan keilmuan kimia</li> <li>b. Contoh dan kasus aktual merupakan fenomena nyata</li> <li>c. Gambar, diagram, dan ilustrasi diutamakan yang aktual</li> <li>d. Contoh dan kasus yang disajikan sesuai dengan kondisi dan situasi yang terjadi di lingkungan sekitar</li> </ul>
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas
		<b>KEBAHASAAN</b>	
1.	Kejelasan informasi	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Bahasa yang digunakan jelas dan sesuai dengan perkembangan peserta didik</li> <li>b. Tulisan jelas dan mudah dibaca</li> <li>c. Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran</li> <li>d. Kalimat perintah/petunjuk jelas</li> </ul>
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas

		3	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas		
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas		
		1	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas		
2.	Kesesuaian EYD	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Menggunakan tanda baca yang benar dan konsisten</li> <li>b. Menggunakan ejaan bahasa indonesia secara benar</li> <li>c. Kalimat yang digunakan tidak memiliki makna ganda</li> <li>d. Menggunakan istilah yang jelas</li> </ul>		
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas		
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas		
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas		
		1	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas		
		<b>ASPEK PENYAJIAN</b>			
		1	Penyajian pembelajaran	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Penyajian materi bersifat mengajak dialog peserta didik dan partisipatif</li> <li>b. Konsistensi sistematika sajian dalam sub bab, penggunaan istilah, simbol, dan rumus i</li> <li>c. Istilah yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia dan atau istilah teknis yang telah baku digunakan dalam ilmu kimia</li> <li>d. Bahasa yang digunakan</li> </ul>

			membangkitkan rasa senang ketika membacanya dan mendorong peserta didik untuk mempelajari modul tersebut secara tuntas
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas
2	Pendukung penyajian	5	a. Terdapat daftar pustaka b. Terdapat rangkuman c. Memuat informasi tentang peran modul elektronik dalam pembelajaran d. Terdapat indikator pembelajaran
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas

**(Diadopsi dari BSNP, 2014)**

NO	INDIKATOR	SKOR	DESKRIPSI
<i>MUATAN GREEN CHEMISTRY</i>			
1.	Praktikum menerapkan	5	a. Jika praktikum menerapkan semua prinsip <i>green chemistry</i> b. Jika praktikum menerapkan 6 prinsip <i>green chemistry</i>

	prinsip <i>green chemistry</i>		<p>c. Jika praktikum menerapkan 5 prinsip <i>green chemistry</i></p> <p>d. Jika praktikum menerapkan 4 prinsip <i>green chemistry</i></p>
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas
2.	Peminimalisir limbah hasil praktikum	5	<p>a. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan praktikum bersifat tidak berbahaya bagi peserta didik</p> <p>b. Limbah hasil kegiatan praktikum memiliki jumlah yang sedikit dibandingkan limbah praktikum tanpa menggunakan prinsip <i>green chemistry</i></p> <p>c. Limbah hasil praktikum dibuang pada tempat yang disediakan</p> <p>d. Limbah hasil praktikum tidak berbahaya bagi lingkungan</p>
		4	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas
		3	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		2	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas
		1	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas
3.	Bahan yang digunakan pada kegiatan	5	<p>a. Penggunaan bahan yang ramah lingkungan</p> <p>b. Bahan praktikum terdapat di alam dan di lingkungan sekitar</p>

	praktikum aman bagi peserta didik		<ul style="list-style-type: none"> <li>c. Tidak menggunakan bahan praktikum yang bersifat derivatif</li> <li>d. Bahan praktikum bersifat terbarukan</li> </ul>
		<b>4</b>	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas
		<b>3</b>	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		<b>2</b>	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas
		<b>1</b>	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas
<b>4.</b>	Prosedur kerja dalam kegiatan praktikum yang digunakan aman bagi peserta didik	<b>5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Pelaksanaan kegiatan praktikum dilengkapi dengan petunjuk praktikum yang aman bagi peserta didik</li> <li>b. Pelaksanaan kegiatan praktikum dilengkapi dengan peringatan bahaya bagi peserta didik</li> <li>c. Prosedur kegiatan praktikum tidak bersifat berbahaya bagi peserta didik</li> <li>d. Pelaksanaan kegiatan praktikum dilaksanakan dengan menerapkan prinsip kecelakaan kerja pada saat kegiatan praktikum</li> </ul>
		<b>4</b>	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas
		<b>3</b>	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		<b>2</b>	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas
		<b>1</b>	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas
<b>5.</b>		<b>5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Produk yang dihasilkan tidak bersifat berbahaya</li> </ul>

	Hasil kegiatan praktikum yang aman bagi peserta didik		<ul style="list-style-type: none"> <li>b. Produk tidak bersifat derivatif</li> <li>c. Produk kegiatan praktikum tidak bersifat toksik bagi peserta didik</li> <li>d. Peminimalan hasil kegiatan praktikum agar tercipta limbah yang sedikit</li> </ul>
		<b>4</b>	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas
		<b>3</b>	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		<b>2</b>	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas
		<b>1</b>	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas
<b>6.</b>	Bahan yang digunakan aman dengan menerapkan prosedur K3 (Keselamatan dan kesehatan kerja)	<b>5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Peringatan kebersihan alat dan tempat dalam kegiatan praktikum sebelum dan sesudah pelaksanaan kegiatan praktikum</li> <li>b. Kegiatan praktikum tidak bersifat berbahaya bagi peserta didik</li> <li>c. Penggunaan bahan dan alat yang aman bagi peserta didik</li> <li>d. Peringatan Penggunaan perlengkapan sebelum melaksanakan kegiatan praktikum seperti jas, sarung tangan, dan masker.</li> </ul>
		<b>4</b>	Mencakup tiga poin yang disebutkan di atas
		<b>3</b>	Mencakup dua poin yang disebutkan di atas
		<b>2</b>	Mencakup satu poin yang disebutkan di atas
		<b>1</b>	Tidak mencakup semua poin yang disebutkan di atas

**Lampiran 5** Instrumen Validasi Oleh Ahli

**INSTRUMEN VALIDASI PENGEMBANGAN MODUL  
ELEKTRONIK MATERI LAJU REAKSI BERBASIS *GREEN*  
*CHEMISTRY* OLEH AHLI**

**A. Identitas Validator**

Nama : .....

Jabatan : .....

**B. Petunjuk Pengisian**

1. Sebelum mengisi angket, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari media yang dikembangkan
2. Berilah tanda checklist ( $\checkmark$ ) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu sesuai dengan rubrik penilaian
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan

NO	KOMPONEN	SKOR				
		1	2	3	4	5
1	<b>Penyajian Modul elektronik</b>					
KELAYAKAN KEGRAFIKAN						
1	<b>Desain Sampul (Cover) e-module</b>					
	i. Tata letak sampul modul elektronik					
	ii. Tipografi cover modul elektronik					
	iii. Ilustrasi sampul modul elektronik					
2	<b>Ukuran Modul elektronik</b>					
3	<b>Desain isi Modul elektronik</b>					
	i. Tata letak isi Modul elektronik					
	ii. Tipografi isi Modul elektronik					
4	<b>Kualitas tampilan</b>					
KELAYAKAN ISI						
1	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)					
2	Kedalaman materi					
3	Kemutakhiran materi					
KEBAHASAAN						

1	Kejelasan informasi					
2	Keseuaian EYD					
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
1	Penyajian pembelajaran					
2	Pendukung penyajian					
<b>MUATAN <i>GREEN CHEMISTRY</i></b>						
1	Praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i>					
2	Peminimalisir limbah hasil praktikum					
3	Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik					
4	Prosedur kerja dalam kegiatan praktikum yang digunakan aman bagi peserta didik					
5	Hasil kegiatan praktikum yang aman bagi peserta didik					
6	Bahan yang digunakan aman dengan menerapkan prosedur K3 (Keselamatan dan kesehatan kerja)					

**C. Saran**

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

**Semarang,.....2022**

**Validator,**

**\_\_\_\_\_**  
**NIP.**

**Lampiran 6** Hasil Validasi Ahli I**HASIL VALIDASI PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK  
MATERI LAJU REAKSI BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* OLEH  
AHLI I****A. Identitas Validator**

Nama : Nur Alawiyah, M.Pd

Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia

**B. Petunjuk Pengisian**

1. Sebelum mengisi angket, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari media yang dikembangkan
2. Berilah tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu sesuai dengan rubrik penilaian
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan

NO	KOMPONEN	SKOR				
		1	2	3	4	5
1	<b>Penyajian Modul elektronik</b>				√	
<b>KELAYAKAN KEGRAFIKAN</b>						
1	<b>Desain Sampul (Cover) e-module</b>					
	i. Tata letak sampul modul elektronik			√		
	ii. Tipografi cover modul elektronik			√		
	iii. Ilustrasi sampul modul elektronik			√		
2	<b>Ukuran Modul elektronik</b>				√	
3	<b>Desain isi Modul elektronik</b>					
	i. Tata letak isi Modul elektronik				√	
	ii. Tipografi isi Modul elektronik			√		
4	<b>Kualitas tampilan</b>			√		
<b>KELAYAKAN ISI</b>						
1	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)				√	
2	Kedalaman materi			√		
3	Kemutakhiran materi			√		
<b>KEBAHASAAN</b>						

1	Kejelasan informasi			√		
2	Keseuaian EYD					√
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
1	Penyajian pembelajaran			√		
2	Pendukung penyajian			√		
<b>MUATAN <i>GREEN CHEMISTRY</i></b>						
1	Praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i>			√		
2	Peminimalisir limbah hasil praktikum			√		
3	Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik				√	
4	Prosedur kerja dalam kegiatan praktikum yang digunakan aman bagi peserta didik				√	
5	Hasil kegiatan praktikum yang aman bagi peserta didik				√	
6	Bahan yang digunakan aman dengan menerapkan prosedur K3 (Keselamatan dan kesehatan kerja)				√	

**C. Saran**

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut:

Lebih ditekankan di prinsip *green chemistry*nya

**Semarang, 27 juli 2022**

**Validator,**



**Nur Alawiyah, M.Pd**

**NIP. 19910305 201903 2 026**

**Lampiran 7 Hasil Validasi Ahli II****HASIL VALIDASI PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK  
MATERI LAJU REAKSI BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* OLEH  
AHLI II****A. Identitas Validator**

Nama : Mar'attus Solihah, M.Pd

Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia

**B. Petunjuk Pengisian**

1. Sebelum mengisi angket, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari media yang dikembangkan
2. Berilah tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu sesuai dengan rubrik penilaian
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan

NO	KOMPONEN	SKOR				
		1	2	3	4	5
1	<b>Penyajian Modul elektronik</b>				√	
KELAYAKAN KEGRAFIKAN						
1	<b>Desain Sampul (Cover) e-module</b>					
	i. Tata letak sampul modul elektronik				√	
	ii. Tipografi cover modul elektronik					√
	iii. Ilustrasi sampul modul elektronik					√
2	<b>Ukuran Modul elektronik</b>					√
3	<b>Desain isi Modul elektronik</b>					
	i. Tata letak isi Modul elektronik					√
	ii. Tipografi isi Modul elektronik				√	
4	<b>Kualitas tampilan</b>					√
KELAYAKAN ISI						
1	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)				√	
2	Kedalaman materi					√
3	Kemutakhiran materi				√	
KEBAHASAAN						

1	Kejelasan informasi				√	
2	Kesesuaian EYD			√		
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
1	Penyajian pembelajaran			√		
2	Pendukung penyajian					√
<b>MUATAN <i>GREEN CHEMISTRY</i></b>						
1	Praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i>					√
2	Peminimalisir limbah hasil praktikum				√	
3	Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik				√	
4	Prosedur kerja dalam kegiatan praktikum yang digunakan aman bagi peserta didik					√
5	Hasil kegiatan praktikum yang aman bagi peserta didik					√
6	Bahan yang digunakan aman dengan menerapkan prosedur K3 (Keselamatan dan kesehatan kerja)					√

**C. Saran**

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut:

Perbaiki bahasa yang digunakan di dalam Modul elektronik agar sesuai EYD

**Semarang, 05 Agustus 2022**

**Validator,**



**Mar'attus Solihah**

---

**NIP. 1989082620199032009**

**Lampiran 8 Hasil Validasi Ahli III****HASIL VALIDASI PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK  
MATERI LAJU REAKSI BERBASIS *GREEN CHEMISTRY*  
OLEH AHLI III****A. Identitas Validator**

Nama : Apriliana Drastisianti, M.Pd

Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia

**B. Petunjuk Pengisian**

1. Sebelum mengisi angket, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari media yang dikembangkan
2. Berilah tanda checklist ( $\checkmark$ ) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu sesuai dengan rubrik penilaian
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan

NO	KOMPONEN	SKOR				
		1	2	3	4	5
1	<b>Penyajian Modul elektronik</b>				√	
KELAYAKAN KEGRAFIKAN						
1	<b>Desain Sampul (Cover) e-module</b>					
	i. Tata letak sampul modul elektronik				√	
	ii. Tipografi cover modul elektronik					√
	iii. Ilustrasi sampul modul elektronik					√
2	<b>Ukuran Modul elektronik</b>					√
3	<b>Desain isi Modul elektronik</b>					
	i. Tata letak isi Modul elektronik			√		
	ii. Tipografi isi Modul elektronik				√	
4	<b>Kualitas tampilan</b>				√	
KELAYAKAN ISI						
1	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)				√	
2	Kedalaman materi				√	
3	Kemutakhiran materi				√	
KEBAHASAAN						

1	Kejelasan informasi			√		
2	Kesesuaian EYD			√		
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
1	Penyajian pembelajaran					√
2	Pendukung penyajian				√	
<b>MUATAN <i>GREEN CHEMISTRY</i></b>						
1	Praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i>				√	
2	Peminimalisir limbah hasil praktikum				√	
3	Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik				√	
4	Prosedur kerja dalam kegiatan praktikum yang digunakan aman bagi peserta didik				√	
5	Hasil kegiatan praktikum yang aman bagi peserta didik				√	
6	Bahan yang digunakan aman dengan menerapkan prosedur K3 (Keselamatan dan kesehatan kerja)				√	

**C. Saran**

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

**Semarang, 05 Agustus 2022**

**Validator,**



**Apriliana Drastisianti, M.Pd**

**NIP. 19850429019032013**

**Lampiran 9** Hasil Validasi Ahli IV**HASIL VALIDASI PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK  
MATERI LAJU REAKSI BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* OLEH  
AHLI IV****A. Identitas Validator**

Nama : Sri Agustina, S.Pd  
Jabatan : Guru Kimia  
Instansi : SMA N Purwodadi

**B. Petunjuk Pengisian**

1. Sebelum mengisi angket, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari media yang dikembangkan
2. Berilah tanda checklist ( $\checkmark$ ) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu sesuai dengan rubrik penilaian
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan

NO	KOMPONEN	SKOR				
		1	2	3	4	5
1	<b>Penyajian Modul elektronik</b>					√
KELAYAKAN KEGRAFIKAN						
1	<b>Desain Sampul (Cover) e-module</b>					
	i. Tata letak sampul modul elektronik					√
	ii. Tipografi cover modul elektronik					√
	iii. Ilustrasi sampul modul elektronik					√
2	<b>Ukuran Modul elektronik</b>				√	
3	<b>Desain isi Modul elektronik</b>					
	i. Tata letak isi Modul elektronik					√
	ii. Tipografi isi Modul elektronik					√
4	<b>Kualitas tampilan</b>					√
KELAYAKAN ISI						
1	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)					√
2	Kedalaman materi					√
3	Kemutakhiran materi					√
KEBAHASAAN						

1	Kejelasan informasi					√
2	Keseuaian EYD					√
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
1	Penyajian pembelajaran					√
2	Pendukung penyajian					√
<b>MUATAN <i>GREEN CHEMISTRY</i></b>						
1	Praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i>					√
2	Peminimalisir limbah hasil praktikum					√
3	Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik					√
4	Prosedur kerja dalam kegiatan praktikum yang digunakan aman bagi peserta didik					√
5	Hasil kegiatan praktikum yang aman bagi peserta didik					√
6	Bahan yang digunakan aman dengan menerapkan prosedur K3 (Keselamatan dan kesehatan kerja)					√

**D. Saran**

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

Tampilan Modul elektronik diperbesar

**Semarang, 09 Agustus 2022**

**Validator,**



**Sri Agustina, S.Pd**

---

NIP. 198408032009032012

**Lampiran 10** Hasil Validasi Ahli V**HASIL VALIDASI PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK  
MATERI LAJU REAKSI BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* OLEH  
AHLI V****A. Identitas Validator**

Nama : Else Yusnaini, S.Pd

Jabatan : Guru Kimia

Instansi : SMA N Purwodadi

**B. Petunjuk Pengisian**

1. Sebelum mengisi angket, mohon Bapak/Ibu terlebih dahulu membaca atau mempelajari media yang dikembangkan
2. Berilah tanda checklist ( $\checkmark$ ) pada kolom yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu sesuai dengan rubrik penilaian
3. Bapak/Ibu dimohon untuk menuliskan perbaikan pada kolom yang telah disediakan, apabila terdapat kesalahan untuk perbaikan media yang dikembangkan

NO	KOMPONEN	SKOR				
		1	2	3	4	5
1	Penyajian Modul elektronik					√
KELAYAKAN KEGRAFIKAN						
1	<b>Desain Sampul (Cover) e-module</b>					
	i.Tata letak sampul modul elektronik					√
	ii. Tipografi cover modul elektronik					√
	iii. Ilustrasi sampul modul elektronik					√
2	<b>Ukuran Modul elektronik</b>					√
3	<b>Desain isi Modul elektronik</b>					
	i.Tata letak isi Modul elektronik					√
	ii. Tipografi isi Modul elektronik					√
4	<b>Kualitas tampilan</b>					√
KELAYAKAN ISI						
1	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)					√
2	Kedalaman materi					√
3	Kemutakhiran materi					√
KEBAHASAAN						

1	Kejelasan informasi					√
2	Keseuaian EYD					√
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>						
1	Penyajian pembelajaran					√
2	Pendukung penyajian					√
<b>MUATAN <i>GREEN CHEMISTRY</i></b>						
1	Praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i>					√
2	Peminimalisir limbah hasil praktikum					√
3	Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik					√
4	Prosedur kerja dalam kegiatan praktikum yang digunakan aman bagi peserta didik					√
5	Hasil kegiatan praktikum yang aman bagi peserta didik					√
6	Bahan yang digunakan aman dengan menerapkan prosedur K3 (Keselamatan dan kesehatan kerja)					√

**C. Saran**

Mohon menuliskan butir-butir revisi pada kolom saran berikut.

**Semarang, 09 Agustus 2022**

**Validator,**



**Else Yusraini, S.Pd**

---

NIP. 199708282022212006

### Lampiran 11 Analisis Hasil Validasi Ahli

#### Analisis Hasil Validasi Pengembangan Modul Elektronik Materi Laju Reaksi Berbasis *Green Chemistry*

No	Aspek dan kriteria	Validator										ΣS	V	
		I		II		III		IV		V				
		Skor	S	Skor	S	Skor	S	Skor	S	Skor	S			
1	Penyajian Modul elektronik	4	3	4	3	4	3	5	4	5	4	17	0,85	
<b>KELAYAKAN KEGRAFIKAN</b>														
1	Desain sampul (cover) Modul elektronik													
	i. tata letak sampul Modul elektronik	3	2	4	3	4	3	5	4	5	4	16	0,80	
	ii. tipografi cover Modul elektronik	3	2	5	4	5	4	5	4	5	4	16	0,80	
	iii. ilustrasi sampul Modul elektronik	3	2	5	4	5	4	5	4	5	4	16	0,80	
2	Ukuran Modul elektronik	4	3	5	4	5	4	4	3	5	4	18	0,90	

3	Desain isi Modul elektronik												
	i. tata letak isi Modul elektronik	4	3	4	3	3	2	5	4	5	4	16	0,80
	i. Tipografi isi Modul elektronik	3	2	4	3	4	3	5	4	5	4	16	0,80
4	Kualitas tampilan	3	2	3	2	4	3	5	4	5	4	16	0,80
Rata-rata												0,81	
<b>KELAYAKAN ISI</b>													
1	Kesesuaian dengan kompetensi inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD)	4	3	4	3	4	3	5	4	5	4	17	0,85
2	Kedalaman materi	3	2	4	3	4	3	5	4	5	4	16	0,80
3	Kemutakhiran materi	3	2	4	3	4	3	5	4	5	4	16	0,80
Rata-rata												0,81	
<b>KEBAHASAAN</b>													

1	Kejelasan informasi	3	2	4	4	3	2	5	4	5	4	16	0,80
2	Kesesuaian EYD	5	4	3	2	3	2	5	4	5	4	16	0,80
Rata-rata												0,80	
<b>TEKNIK PENYAJIAN</b>													
1	Penyajian pembelajaran	3	2	5	4	5	4	5	4	5	4	16	0,80
2	Pendukung penyajian	3	2	5	4	4	3	5	4	5	4	17	0,85
Rata-rata												0,82	
<b>MUATAN <i>GREEN CHEMISTRY</i></b>													
1	Praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i>	3	2	4	3	4	3	5	4	5	4	16	0,80
2	Peminimalisir limbah hasil praktikum	3	2	4	3	4	3	5	4	5	4	16	0,80
3	Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum	4	3	4	3	4	3	5	4	5	4	17	0,85

	aman bagi peserta didik												
4	Prosedur kerja dalam kegiatan praktikum yang digunakan aman bagi peserta didik	4	3	5	4	4	3	5	4	5	4	18	0,90
5	Hasil kegiatan praktikum yang aman bagi peserta didik	4	3	5	4	4	3	5	4	5	4	18	0,90
6	Bahan yang digunakan aman dengan menerapkan prosedur K3 (keselamatan dan kesehatan kerja)	4	3	5	4	4	3	5	4	5	4	18	0,90
Rata-rata												0,85	
<b>Rata-rata Keseluruhan</b>												<b>0,82</b>	

Hasil skor yang diperoleh di analisis menggunakan rumus *Aiken's V*

$$V = \frac{\sum S}{n(C-1)}$$

Keterangan:

V = Indeks validitas isi

S = r-I<sub>0</sub>

r = Skor dari validator

I<sub>0</sub> = Skor penilaian terendah (pada penelitian ini yaitu 1)

n = Jumlah Validator

C = Skor penilaian tertinggi (pada penelitian ini yaitu 5)

Nilai V yang diperoleh kemudian dikonsultasikan dengan kriteria validitas ketetapan nilai *Aiken's V*. Kriteria hasil uji Modul elektronik berbasis *green chemistry* layak untuk digunakan jika nilai keseluruhan hasil indeks validitas isi  $\geq 0,80$  dengan kriteria valid.

A. Aspek penyajian Modul elektronik

$$I_0 = 1$$

$$C = 5$$

$$n = 5$$

$$\sum S = 17$$

$$V = \frac{\sum S}{n(C-1)}$$

$$= \frac{17}{5(5-1)}$$

$$= \frac{17}{20}$$

$$= 0,85 \text{ (valid)}$$

B. Kelayakan kegrafikan

1. Desain sampul

a. Tata letak sampul Modul elektronik

$$\begin{array}{ll} I_0 & = 1 & C = 5 \\ n & = 5 & \Sigma s = 16 \end{array}$$

$$V = \frac{\Sigma s}{n(C-1)}$$

$$= \frac{16}{5(5-1)}$$

$$= \frac{16}{20}$$

$$= 0,80 \text{ (valid)}$$

b. Tipografi cover Modul elektronik

$$\begin{array}{ll} I_0 & = 1 & C = 5 \\ n & = 5 & \Sigma s = 16 \end{array}$$

$$V = \frac{\Sigma s}{n(C-1)}$$

$$= \frac{16}{5(5-1)}$$

$$= \frac{16}{20}$$

$$= 0,80 \text{ (valid)}$$

c. Ilustrasi sampul Modul elektronik

$$\begin{array}{ll} I_0 & = 1 & C = 5 \\ n & = 5 & \Sigma s = 16 \end{array}$$

$$V = \frac{\Sigma s}{n(C-1)}$$

$$= \frac{16}{5(5-1)}$$

$$= \frac{16}{20}$$

$$= 0,80 \text{ (valid)}$$

**2. Ukuran Modul elektronik**

$$\begin{aligned} I_0 &= 1 & C &= 5 \\ n &= 5 & \Sigma s &= 18 \\ V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\ &= \frac{18}{5(5-1)} \\ &= \frac{18}{20} \\ &= 0,90 \text{ (valid)} \end{aligned}$$

**3. Desain isi Modul elektronik**

**a. Tata letak isi Modul elektronik**

$$\begin{aligned} I_0 &= 1 & C &= 5 \\ n &= 5 & \Sigma s &= 16 \\ V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\ &= \frac{16}{5(5-1)} \\ &= \frac{16}{20} \\ &= 0,80 \text{ (valid)} \end{aligned}$$

**b. Tipografi isi Modul elektronik**

$$\begin{aligned} I_0 &= 1 & C &= 5 \\ n &= 5 & \Sigma s &= 16 \\ V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\ &= \frac{16}{5(5-1)} \\ &= \frac{16}{20} \\ &= 0,80 \text{ (valid)} \end{aligned}$$

**1. Kualitas tampilan**

$$\begin{aligned} I_0 &= 1 & C &= 5 \\ n &= 5 & \Sigma s &= 16 \\ V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{16}{5(5-1)} \\
 &= \frac{16}{20} \\
 &= 0,80 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

### C. Kelayakan Isi

#### 1. Kesesuaian dengan KI dan KD

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 17 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{17}{5(5-1)} \\
 &= \frac{17}{20} \\
 &= 0,85 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

#### 2. Kedalaman Materi

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 16 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{16}{5(5-1)} \\
 &= \frac{16}{20} \\
 &= 0,80 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

#### 3. Kemutakhiran materi

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 16 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{16}{5(5-1)} \\
 &= \frac{16}{20} \\
 &= 0,80 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

#### D. Kebahasaan

##### 1. Kejelasan informasi

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 16 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{16}{5(5-1)} \\
 &= \frac{16}{20} \\
 &= 0,80 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

##### 2. Kesesuaian EYD

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 16 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{16}{5(5-1)} \\
 &= \frac{16}{20} \\
 &= 0,80 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

#### E. Teknik Penyajian

##### 1. Penyajian pembelajaran

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 15 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{15}{5(5-1)} \\
 &= \frac{15}{20} \\
 &= 0,75 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

##### 2. Pendukung Penyajian

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 17 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{17}{5(5-1)} \\
 &= \frac{17}{20} \\
 &= 0,85 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

## F. Muatan *Green Chemistry*

### 1. Praktikum menerapkan prinsip *green chemistry*

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 16 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{16}{5(5-1)} \\
 &= \frac{16}{20} \\
 &= 0,80 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

### 2. Peminimalisir limbah hasil praktikum

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 16 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{16}{5(5-1)} \\
 &= \frac{16}{20} \\
 &= 0,80 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

### 3. Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 17 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{17}{5(5-1)} \\
 &= \frac{17}{20} \\
 &= 0,85 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

4. Prosedur kerja dalam kegiatan praktikum yang digunakan aman bagi peserta didik

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 18 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{18}{5(5-1)} \\
 &= \frac{18}{20} \\
 &= 0,90 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

5. Hasil kegiatan praktikum yang aman bagi peserta didik

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 18 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{18}{5(5-1)} \\
 &= \frac{18}{20} \\
 &= 0,90 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

6. Bahan yang digunakan aman dengan menerapkan prosedur K3

$$\begin{aligned}
 I_0 &= 1 & C &= 5 \\
 n &= 5 & \Sigma s &= 18 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{n(C-1)} \\
 &= \frac{18}{5(5-1)} \\
 &= \frac{18}{20} \\
 &= 0,90 \text{ (valid)}
 \end{aligned}$$

**Lampiran 12** Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik

**ASPEK PENILAIAN RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP  
MODUL ELEKTRONIK MATERI LAJU REAKSI BERBASIS  
GREEN CHEMISTRY**

NO	ASPEK PENILAIAN	INDIKATOR		NO. ITEM
1	Kemudahan dalam memahami materi	(+)	Modul elektronik ini memudahkan saya dalam belajar materi laju reaksi	1
		(-)	Modul elektronik ini menjadikan saya sulit memahami materi laju reaksi	2
2	Kemandirian belajar	(+)	Modul elektronik ini memudahkan saya dalam belajar materi laju reaksi sesuai dengan kemampuan saya	3
		(+)	Modul elektronik ini memudahkan saya dalam belajar materi laju reaksi tanpa bantuan orang lain	4
3	Keaktifan belajar	(+)	Modul elektronik ini mendorong saya untuk selalu belajar	5
		(+)	Saya sangat tertarik untuk mengerjakan soal-soal yang terdapat dalam Modul elektronik	6
		(-)	Soal-soal dalam Modul elektronik ini membingungkan	7
4	Minat belajar	(+)	Saya tertatik belajar laju reaksi menggunakan Modul elektronik ini	8

		(+)	Modul elektronik ini meningkatkan minat belajar saya untuk mempelajari materi laju reaksi	9
		(-)	Saya merasa bosan belajar materi laju reaksi menggunakan Modul elektronik ini	10
		(-)	Modul elektronik ini membuat saya merasa malas belajar kimia karena terlalu banyak bacaan	11
5	Penyajian Modul elektronik	(+)	Bacaan dan tulisan yang terdapat dalam modul elektronik jelas dan mudah saya pahami	12
		(+)	Gambar yang disajikan jelas dan memudahkan saya memahami materi	13
		(+)	Materi yang disajikan menggunakan bahasa sederhana	14
6	Penggunaan Modul elektronik	(+)	Modul elektronik ini dapat saya gunakan di sekolah maupun di luar sekolah	15
		(+)	Modul elektronik ini dapat saya oprasikan dengan mudah	16
		(-)	Modul elektronik ini sulit saya gunakan	17
7	Muatan <i>Green Chemistry</i>	(+)	Modul elektronik ini membuat saya memahami tentang prinsip <i>green chemistry</i>	18
		(+)	Modul elektronik ini membantu saya memahami materi laju reaksi yang	19

			dihubungkan dengan prinsip <i>green chemistry</i>	
		(-)	Modul elektronik ini membuat saya bingung karena berhubungan dengan prinsip <i>green chemistry</i>	20

**Keterangan respon:**

No	Pernyataan	Jawaban	Skor
1	Positif	Sangat setuju	5
		Setuju	4
		Kurang setuju	3
		Tidak setuju	2
		Sangat tidak setuju	1
2	Negatif	Sangat setuju	1
		Setuju	2
		Kurang setuju	3
		Tidak setuju	4
		Sangat tidak setuju	5

**(Diadopsi dari Widoyoko, 2014)**

**Lampiran 13** Lembar Angket Respon Peserta Didik**LEMBAR ANGKET RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP  
MODUL ELEKTRONIK MATERI LAJU REAKSI BERBASIS  
*GREEN CHEMISTRY*****A. Identitas****Nama** :**Kelas** :**B. Petunjuk Pengisian**

1. Isilah angket respon sesuai dengan tanggapan kalian terhadap Modul elektronik ini dengan membaca baik-baik setiap pernyataan yang diberikan.
2. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda *checklist* (√) pada kolom yang kalian anggap sesuai dengan rubrik penilaian.

NO	PERNYATAAN	RESPON				
		STS	TS	KS	S	SS
1	Modul elektronik ini memudahkan saya dalam belajar materi laju reaksi					
2	Modul elektronik ini menjadikan saya sulit memahami materi laju reaksi					
3	Modul elektronik ini memudahkan saya dalam belajar materi laju reaksi sesuai dengan kemampuan saya					
4	Modul elektronik ini memudahkan saya dalam belajar materi laju reaksi tanpa bantuan orang lain					
5	Modul elektronik ini mendorong saya untuk selalu belajar					
6	Saya sangat tertarik untuk mengerjakan soal-soal yang terdapat dalam Modul elektronik					
7	Soal-soal dalam Modul elektronik ini membingungkan					
8	Saya tertatik belajar laju reaksi menggunakan Modul elektronik ini					
9	Modul elektronik ini meningkatkan minat belajar saya untuk mempelajari materi laju reaksi					
10	Saya merasa bosan belajar materi laju reaksi menggunakan Modul elektronik ini					
11	Modul elektronik ini membuat saya merasa malas belajar kimia karena terlalu banyak bacaan					

12	Bacaan dan tulisan yang terdapat dalam modul elektronik jelas dan mudah saya pahami					
13	Gambar yang disajikan jelas dan memudahkan saya memahami materi					
14	Materi yang disajikan menggunakan bahasa sederhana					
15	Modul elektronik ini dapat saya gunakan di sekolah maupun di luar sekolah					
16	Modul elektronik ini dapat saya oprasikan dengan mudah					
17	Modul elektronik ini sulit saya gunakan					
18	Modul elektronik ini membuat saya memahami tentang prinsip <i>green chemistry</i>					
19	Modul elektronik ini membantu saya memahami materi laju reaksi yang dihubungkan dengan prinsip <i>green chemistry</i>					
20	Modul elektronik ini membuat saya bingung karena berhubungan dengan prinsip <i>green chemistry</i>					

**Keterangan:**

STS : Sangat Tidak Setuju

TS : Tidak Setuju

KS : Kurang Setuju

S : Setuju

SS : Sangat Setuju

**Lampiran 14 Hasil Angket Respon Peserta Didik**

**Hasil Angket Respon Peserta Didik**

Pernyataan	Skor Responden								
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
1	5	4	4	4	4	5	5	4	5
2	5	5	4	4	4	5	5	5	5
3	5	4	5	4	4	4	5	4	5
4	5	4	5	4	4	5	5	5	4
5	4	4	4	5	5	4	5	4	4
6	4	4	5	4	4	4	5	5	4
7	4	5	4	3	4	4	5	5	4
8	4	5	4	4	5	4	5	5	5
9	5	5	3	4	3	5	5	5	5
10	5	5	3	4	4	5	5	4	5
11	4	5	5	5	4	4	5	4	4
12	4	5	4	4	4	4	5	5	4
13	4	4	4	4	3	4	5	5	4
14	4	5	4	4	4	4	5	4	5
15	5	5	3	4	4	5	5	5	4
16	5	5	4	4	3	4	5	5	5
17	5	5	5	4	4	4	5	4	4
18	5	5	5	5	4	5	5	4	4
19	4	4	5	4	4	4	5	5	5
20	5	5	4	4	4	5	5	5	5
<b>Jumlah</b>	<b>91</b>	<b>93</b>	<b>84</b>	<b>82</b>	<b>79</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>92</b>	<b>90</b>

## Lampiran 15 Analisis Hasil Angket Respon Peserta Didik

### Analisis Hasil Angket Respon Peserta Didik

Aspek	Skor Responden									Rerata
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	
Kemudahan dalam memahami materi	10	9	8	8	8	10	10	9	10	9,11
Kemandirian belajar	10	8	10	8	8	9	10	9	9	9,00
Keaktifan belajar	12	13	13	12	13	12	15	14	12	12,89
Minat belajar	18	20	15	17	16	18	20	18	19	17,89
Penyajian Modul elektronik	12	14	12	12	11	12	15	14	13	12,78
Penggunaan Modul elektronik	15	15	12	12	11	13	15	14	13	13,33
Muatan <i>Green Chemistry</i>	14	14	14	13	12	14	15	14	14	13,78
<b>Jumlah</b>	<b>91</b>	<b>93</b>	<b>84</b>	<b>82</b>	<b>79</b>	<b>88</b>	<b>100</b>	<b>92</b>	<b>90</b>	<b>88,78</b>

#### A. Perhitungan Skor Penilaian Keseluruhan

Jumlah indikator	: 20 butir
Skor tertinggi	: $5 \times 20 = 180$
Skor terendah	: $1 \times 20 = 20$
$X_i$	: $\frac{1}{2} (100 + 20) = 120$
$S_{bi}$	: $\frac{1}{6} (100 - 20) = 13,3$
$\bar{X}$	: 88,78 (Sangat Baik)
% Kepraktisan	: $\frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\%$
	: $\frac{88,78}{100} \times 100\%$
	: 88,78 % (Sangat praktis)

## B. Perhitungan Skor Penilaian tiap Aspek

### 1. Aspek kedalaman memahami materi

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah indikator} & : 2 \text{ butir} \\
 \text{Skor tertinggi} & : 5 \times 2 \text{ butir} = 10 \\
 \text{Skor terendah} & : 1 \times 2 \text{ butir} = 2 \\
 X_i & : \frac{1}{2} (10 + 2) = 6 \\
 S_{bi} & : \frac{1}{6} (10-2) = 1,33 \\
 \bar{X} & : 9,11 (\text{Sangat Baik}) \\
 \% \text{ Kepraktisan} & : \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\% \\
 & : \frac{9,11}{10} \times 100\% \\
 & : 91,1 \% (\text{Sangat praktis})
 \end{aligned}$$

### 2. Aspek kemandirian belajar

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah indikator} & : 2 \text{ butir} \\
 \text{Skor tertinggi} & : 5 \times 2 \text{ butir} = 10 \\
 \text{Skor terendah} & : 1 \times 2 \text{ butir} = 2 \\
 X_i & : \frac{1}{2} (10 + 2) = 6 \\
 S_{bi} & : \frac{1}{6} (10-2) = 1,33 \\
 \bar{X} & : 9,00 (\text{Sangat Baik}) \\
 \% \text{ Kepraktisan} & : \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\% \\
 & : \frac{9,00}{10} \times 100\% \\
 & : 90,0 \% (\text{Sangat praktis})
 \end{aligned}$$

### 3. Aspek keaktifan belajar

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah indikator} & : 3 \text{ butir} \\
 \text{Skor tertinggi} & : 5 \times 3 \text{ butir} = 15 \\
 \text{Skor terendah} & : 1 \times 3 \text{ butir} = 3 \\
 X_i & : \frac{1}{2} (15 + 3) = 9 \\
 S_{bi} & : \frac{1}{6} (15-3) = 2 \\
 \bar{X} & : 12,89 (\text{Baik})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kepraktisan} &: \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\% \\ &: \frac{12,89}{15} \times 100\% \\ &: 85,9 \% \text{ (Sangat praktis)} \end{aligned}$$

#### 4. Aspek minat belajar

$$\begin{aligned} \text{Jumlah indikator} &: 4 \text{ butir} \\ \text{Skor tertinggi} &: 5 \times 4 \text{ butir} = 20 \\ \text{Skor terendah} &: 1 \times 4 \text{ butir} = 4 \\ \text{Xi} &: \frac{1}{2} (20 + 4) = 12 \\ \text{Sbi} &: \frac{1}{6} (20-4) = 2,67 \\ \bar{X} &: 17,89 \text{ (Sangat Baik)} \\ \% \text{ Kepraktisan} &: \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\% \\ &: \frac{17,89}{20} \times 100\% \\ &: 89,4 \% \text{ (Sangat praktis)} \end{aligned}$$

#### 5. Aspek Penyajian Modul elektronik

$$\begin{aligned} \text{Jumlah indikator} &: 3 \text{ butir} \\ \text{Skor tertinggi} &: 5 \times 3 \text{ butir} = 15 \\ \text{Skor terendah} &: 1 \times 3 \text{ butir} = 3 \\ \text{Xi} &: \frac{1}{2} (15 + 3) = 9 \\ \text{Sbi} &: \frac{1}{6} (15-3) = 2 \\ \bar{X} &: 12,78 \text{ (Baik)} \\ \% \text{ Kepraktisan} &: \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\% \\ &: \frac{12,78}{15} \times 100\% \\ &: 85,2 \% \text{ (Sangat praktis)} \end{aligned}$$

#### 6. Aspek penggunaan Modul elektronik

$$\begin{aligned} \text{Jumlah indikator} &: 3 \text{ butir} \\ \text{Skor tertinggi} &: 5 \times 3 \text{ butir} = 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Skor terendah} & : 1 \times 3 \text{ butir} = 3 \\
 \text{Xi} & : \frac{1}{2} (15 + 3) = 9 \\
 \text{Sbi} & : \frac{1}{6} (15-3) = 2 \\
 \bar{X} & : 13,33(\text{Baik}) \\
 \% \text{ Kepraktisan} & : \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\% \\
 & : \frac{13,33}{15} \times 100\% \\
 & : 88,9 \% (\text{Sangat praktis})
 \end{aligned}$$

### 7. Aspek Muatan *Green Chemistry*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah indikator} & : 3 \text{ butir} \\
 \text{Skor tertinggi} & : 5 \times 3 \text{ butir} = 15 \\
 \text{Skor terendah} & : 1 \times 3 \text{ butir} = 3 \\
 \text{Xi} & : \frac{1}{2} (15 + 3) = 9 \\
 \text{Sbi} & : \frac{1}{6} (15-3) = 2 \\
 \bar{X} & : 13,78 (\text{Baik}) \\
 \% \text{ Kepraktisan} & : \frac{\text{skor rata-rata keseluruhan}}{\text{skor maksimal seluruh aspek}} \times 100\% \\
 & : \frac{13,78}{15} \times 100\% \\
 & : 91,9 \% (\text{Sangat praktis})
 \end{aligned}$$

**Lampiran 16** Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)**Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)**

Mata pelajaran : Kimia  
Kelas : XI  
Materi pokok : Laju Reaksi

**KOMPETENSI DASAR**

- 3.6 Memahami teori tumbukan untuk menjelaskan reaksi kimia
- 4.6 Menyajikan hasil pemahaman terhadap teori tumbukan untuk menjelaskan reaksi kimia
- 3.7 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan teori tumbukan
- 4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
- 3.7 Menentukan orde reaksi dan tetapan laju reaksi berdasarkan data hasil percobaan
- 4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi

**INDKATOR PEMBELAJARAN**

- 3.6.1** Menjelaskan pengertian laju reaksi
- 3.6.2** Menganalisis teori tumbukan untuk menjelaskan reaksi kimia
- 3.7.1** Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
- 3.7.2** Menganalisis data percobaan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
- 3.7.3** Menentukan hukum laju reaksi dan orde reaksi
- 3.7.4** Menjelaskan persamaan laju reaksi

**TUJUAN PEMBELAJARAN**

1. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian laju reaksi berdasarkan teori tumbukan
2. Peserta didik mampu menuliskan tetapan laju reaksi
3. Peserta didik mampu menghitung laju reaksi berdasarkan data hasil percobaan
4. Peserta didik mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
5. Peserta didik mampu menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi hasil percobaan
6. Peserta didik mampu menjelaskan hukum laju reaksi
7. Peserta didik mampu menghitung orde reaksi
8. Peserta didik mampu menuliskan persamaan laju reaksi

**KEGIATAN PEMBELAJARAN:**

- Kegiatan Pendahuluan

Guru melakukan orientasi, apersepsi dan motivasi kepada peserta didik. Guru menjelaskan mekanisme pelaksanaan pembelajaran yang disesuaikan dengan langkah-langkah kegiatan belajar.

- Kegiatan Inti

- *Collaboration*

Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin pertanyaan yang berkaitan dengan gambar yang disajikan dan akan di jawab melalui kegiatan belajar 1 yaitu konsep laju reaksi dan teori tumbukan, kegiatan belajar 2 faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan teori tumbukan, dan kegiatan belajar 3 hukum laju reaksi dan orde reaksi serta persamaan laju reaksi.

Guru dan peserta didik secara bersama-sama membahas materi yang ada dalam Modul elektronik, mencatat semua informasi dan memverifikasi hasil pengamatannya dengan data-data pada Modul elektronik laju reaksi

- *Comunication*

Peserta didik menyampaikan hasil diskusi, mengemukakan pendapat, serta menanggapi pertanyaan

- *Creativity*

Menyimpulkan poin-poin penting yang muncul dalam kegiatan pembelajaran. Bertanya tentang hal yang belum dipahami, serta guru bisa memberikan beberapa pertanyaan kepada peserta didik

Menyimpulkan tentang hasil pengerjaan Modul elektronik pada kegiatan belajar secara tertulis berdasarkan pertanyaan yang ada dalam Modul elektronik untuk diserahkan kepada guru

• Kegiatan penutup

Peserta didik membuat resume dan mengagendakan pekerjaan rumah untuk pertemuan berikutnya.

## Lampiran 17 Tabel Aiken's V

Tabel Aiken's V

No. of Items (m) or Raters (n)	Number of Rating Categories (c)													
	2		3		4		5		6		7			
	V	p	V	p	V	p	V	p	V	p	V	p		
2							1.00	.040	1.00	.028	1.00	.020		
3							1.00	.008	1.00	.005	1.00	.003		
3			1.00	.037	1.00	.016	.92	.032	.87	.046	.89	.029		
4					1.00	.004	.94	.008	.95	.004	.92	.006		
4			1.00	.012	.92	.020	.88	.024	.85	.027	.83	.029		
4			1.00	.004	.93	.006	.90	.007	.88	.007	.87	.007		
5	1.00	.031	.90	.025	.87	.021	.80	.040	.80	.032	.77	.047		
6			.92	.010	.89	.007	.88	.005	.83	.010	.83	.008		
6	1.00	.016	.83	.038	.78	.050	.79	.029	.77	.036	.75	.041		
7			.93	.004	.86	.007	.82	.010	.83	.006	.81	.008		
7	1.00	.008	.86	.016	.76	.045	.75	.041	.74	.038	.74	.036		
8	1.00	.004	.88	.007	.83	.007	.81	.008	.80	.007	.79	.007		
8	.88	.035	.81	.024	.75	.040	.75	.030	.72	.039	.71	.047		
9	1.00	.002	.89	.003	.81	.007	.81	.006	.78	.009	.78	.007		
9	.89	.020	.78	.032	.74	.036	.72	.038	.71	.039	.70	.040		
10	1.00	.001	.85	.005	.80	.007	.78	.008	.76	.009	.75	.010		
10	.90	.001	.75	.040	.73	.032	.70	.047	.70	.039	.68	.048		
11	.91	.006	.82	.007	.79	.007	.77	.006	.75	.010	.74	.009		
11	.82	.033	.73	.048	.73	.029	.70	.035	.69	.038	.68	.041		
12	.92	.003	.79	.010	.78	.006	.75	.009	.73	.010	.74	.008		
12	.83	.019	.75	.025	.69	.046	.69	.041	.68	.038	.67	.049		
13	.92	.002	.81	.005	.77	.006	.75	.006	.74	.007	.72	.010		
13	.77	.046	.73	.030	.69	.041	.67	.048	.68	.037	.67	.041		
14	.86	.006	.79	.006	.76	.005	.73	.008	.73	.007	.71	.009		
14	.79	.029	.71	.035	.69	.036	.68	.036	.66	.050	.66	.047		
15	.87	.004	.77	.008	.73	.010	.73	.006	.72	.007	.71	.008		
15	.80	.018	.70	.040	.69	.032	.67	.041	.65	.048	.66	.041		
16	.88	.002	.75	.010	.73	.009	.72	.008	.71	.007	.70	.010		
16	.75	.038	.69	.046	.67	.047	.66	.046	.65	.046	.65	.046		
17	.82	.006	.76	.005	.73	.008	.71	.010	.71	.007	.70	.009		
17	.76	.025	.71	.026	.67	.041	.66	.036	.65	.044	.65	.039		
18	.83	.004	.75	.006	.72	.007	.71	.007	.70	.007	.69	.010		
18	.72	.048	.69	.030	.67	.036	.65	.040	.64	.042	.64	.044		
19	.79	.010	.74	.008	.72	.006	.70	.009	.70	.007	.68	.009		
19	.74	.032	.68	.033	.65	.050	.64	.044	.64	.040	.63	.048		
20	.80	.006	.72	.009	.70	.010	.69	.010	.68	.010	.68	.008		
20	.75	.021	.68	.037	.65	.044	.64	.048	.64	.038	.63	.041		
21	.81	.004	.74	.005	.70	.010	.69	.008	.68	.010	.68	.009		
21	.71	.039	.67	.041	.65	.039	.64	.038	.63	.048	.63	.045		
22	.77	.008	.73	.006	.70	.008	.68	.009	.67	.010	.67	.008		
22	.73	.026	.66	.044	.65	.035	.64	.041	.63	.046	.62	.049		
23	.78	.005	.72	.007	.70	.007	.68	.007	.67	.010	.67	.009		
23	.70	.047	.65	.048	.64	.046	.63	.045	.63	.044	.62	.043		
24	.79	.003	.71	.008	.69	.006	.68	.008	.67	.010	.66	.010		
24	.71	.032	.67	.030	.64	.041	.64	.035	.62	.041	.62	.046		
25	.76	.007	.70	.009	.68	.010	.67	.009	.66	.009	.66	.009		
25	.72	.022	.66	.033	.64	.037	.63	.038	.62	.039	.61	.049		



## Lampiran 19 Dokumentasi Penelitian

### Dokumentasi Penelitian



## Lampiran 20 Surat Penunjukkan Dosen Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 02 Ngaliyan (024) 76466633 Semarang 50185

Nomor : B-2538 /Un.10.08/J.7/DA.08.05/07/2021      19 Juli 2021  
Lamp : -  
Hal : **Penunjukan Pembimbing Skripsi**

Kepada Yth.  
1. Sri Mulyanti, M.Pd  
2. Wiwik Kartika Sari, M.Pd  
di Tempat

*Assalamu'alaikum Wr.Wb.*

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Bella Yunitamara  
NIM : 1808076001

Telah diizinkan untuk memulai menyusun rencana/ proposal skripsi dengan judul:

**"Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta didik ( E-LKPD ) Berbasis Green Chemistry pada materi Laju reaksi"**

Sehubungan dengan hal tersebut, Ketua Jurusan Pendidikan Kimia menunjuk Saudara

1. Sri Mulyanti, M.Pd sebagai dosen pembimbing metodologi.
2. Wiwik Kartika Sari, M.Pd sebagai dosen pembimbing materi.

Demikian atas perkenan dan perhatiannya, kami sampaikan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

A.n. Dekan,  
Ketua Jurusan Pendidikan Kimia



**Atik Rahmawati, S.Pd., M.Si**  
NIP. 197505162006042002

Tembusan:

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip

## Lampiran 21 Surat Permohonan Validator



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.3985 /Un.10.8/D1/SP.01.06/06/2022

27 Juni 2022

Hal : Permohonan Validasi Instrumen Penelitian Mahasiswa

Yth.

1. Apriliana Drastisanti, M. Pd. (Dosen Pendidikan Kimia UIN Walisongo)
2. Mar'atus Solihah, M. Pd. (Dosen Pendidikan Kimia UIN Walisongo)
3. Nur Alawiyah, M. Pd. (Dosen Pendidikan Kimia UIN Walisongo)

di tempat

*Assalamu'alaikum. wr. wb.,*

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara berkenan menjadi validator instrument untuk penelitian skripsi:

Nama : Bella Yunitamara  
NIM : 1808076001  
Program Studi : Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo  
Judul : Pengembangan Elektronik Modul pada Materi Laju Reaksi Berbasis Green Chemistry.

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli media dan ahli materi kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum. wr. wb.*



Tembusan :

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
2. Kaprodi Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo Semarang

## Lampiran 22 Surat Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185  
E-mail: [fst@walisongo.ac.id](mailto:fst@walisongo.ac.id). Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor	: B.5100/Un.10.8/K/SP.01.08/07/2022	28 Juli 2022
Lamp	: Proposal Skripsi	
Hal	: Permohonan Izin Riset	

Kepada Yth.  
Kepala Dinas Pendidikan  
Provinsi Sumatera Selatan  
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama	: Bella Yunitamara
NIM	: 1808076001
Fakultas/Jurusan	: Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia
Judul Penelitian	: Pengembangan E-Modul berbasis Green Chemistry pada Materi Laju Reaksi
Dosen Pembimbing	: 1. Dr. Sri Mulyanti, M.Pd 2. Wiwik Kartika Sari, M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut diijinkan melaksanakan Riset yang akan dilaksanakan di :

Tempat	: SMA N Purwodadi
Alamat	: Jl. Pendidikan Bangun Sari, Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Musi Rawas, Provinsi Sumatera Selatan

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo ( sebagai laporan )
2. Arsip

## Lampiran 23 Surat Keterangan Riset



PEMERINTAH PROVINSI SUMATERA SELATAN  
DINAS PENDIDIKAN  
**SMA NEGERI PURWODADI**  
TERAKREDITASI "A"

Alamat : Desa T. Bangunsari Kecamatan Purwodadi Kabupaten Musi Rawas Sumatera Selatan

**SURAT KETERANGAN**  
Nomor : 420/194/SMAN.PWD/2022

Yang bertanda tangan dibawah ini Kepala SMA Negeri Purwodadi, Kabupaten Musi Rawas :

Nama Lengkap : MANAP, S.Pd, M.Pd  
NIP : 19650912 199208 1 001  
Jabatan : Kepala SMA Negeri Purwodadi

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

Nama : Bella Yunitamara  
NIM : 1808076001  
Program Studi : Pendidikan Kimia  
Waktu Penelitian : 02 s/d 15 Agustus 2022  
Judul Skripsi : Pengembangan E-Modul berbasis green chemistry pada materi laju reaksi

Telah selesai melakukan Penelitian di SMA Negeri Purwodadi, Kabupaten Musi Rawas. Terhitung mulai 02 Agustus s/d 15 Agustus 2022, guna memenuhi syarat tugas akhir skripsi dengan Judul "*Pengembangan E-Modul berbasis green chemistry pada materi laju reaksi*". Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



MANAP, S.Pd., M.Pd  
NIP. 19650912 199208 1 001

**Lampiran 24** Daftar Riwayat Hidup**RIWAYAT HIDUP****A. Identitas Diri**

Nama Lengkap : Bella Yunitamara  
Tempat & Tgl. Lahir : Sukamulya, 03 juni 2000  
Alamat Rumah : Ds. Suka Mulya, Kec. Musi  
Rawas, Kab. Musi Rawas, Prov.  
Sumatera Selatan  
HP : 0823-2666-1761  
E-mail : [bellatamara017@gmail.com](mailto:bellatamara017@gmail.com)

**B. Riwayat Pendidikan Formal****Pendidikan Formal**

SD N Suka Mulya (Lulus 2012)  
SMP N Jaya Mulya (Lulus 2015)  
SMA N Purwodadi (Lulus 2018)