

**PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM
ELEKTRONIK BERBASIS *GREEN CHEMISTRY*
PADA MATERI LAJU REAKSI DI
SMA NEGERI 8 SEMARANG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan dalam Ilmu
Pendidikan Kimia



Oleh: **BRILIANTI SEKAR AYUNINGTIYAS**
NIM: 1808076059

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAMNEGERI WALISONGO
SEMARANG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Brilianti Sekar Ayuningtyas

NIM : 1808076059

Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN PETUNJUK PRAKTIKUM ELEKTRONIK
BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* PADA MATERI LAJU REAKSI
DI SMA NEGERI 8 SEMARANG**

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

Semarang, 15 Juni 2022

Pembuat pernyataan,



Brilianti Sekar Ayuningtyas

NIM. 1808076059



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 Petunjuk Praktikum Elektronik Berbasis *Green Chemistry* pada Materi Laju Reaksi di SMA Negeri 8 Semarang**

Peneliti : **Brilianti Sekar Ayuningtias**

NIM : 1808076059

Program Studi : Pendidikan Kimia

Telah diujikan 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, 8 Juli 2022

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Julia Mardhiya, M.Pd
NIP. 199310202018032014

Sekretaris Sidang

Resi Pratiwi, M.Pd
NIP. 19870314201903201

Penguji Utama I

Wiwik Kartika Sari, M.Pd
NIP. 199302132019032020

Penguji Utama II

Anita Fibonacci, S.Pd., M. Pd
NIP. 198711282016012901

Pembimbing I

Julia Mardhiya, M.Pd
NIP. 199310202018032014

Pembimbing II

Resi Pratiwi, M.Pd
NIP. 19870314201903201



NOTA DINAS

Semarang, 15 Juni 2022

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Walisongo

Di Semarang

Assalamualaikum Wr.Wb

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

Judul : **Pengembangan Petunjuk Praktikum Elektronik Berbasis *Green Chemistry* pada Materi Laju Reaksi di SMA Negeri 8 Semarang**

Penulis : Brilianti Sekar Ayuningtyas

NIM : 1808076059

Jurusan: Pendidikan Kimia

Saya menandatangani bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam sidang Munaqosah.

Wassalamualaikum wr.wb

Pembimbing I



Julia Mardhiya, M.Pd

NIP. 199310202018032014

NOTA DINAS

Semarang, 15 Juni 2022

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Walisongo

Di Semarang

Assalamualaikum Wr.Wb

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

Judul : **Pengembangan Petunjuk Praktikum Elektronik Berbasis *Green Chemistry* pada Materi Laju Reaksi di SMA Negeri 8 Semarang**

Penulis: Brilianti Sekar Ayuningtiyas

NIM : 1808076059

Jurusan: Pendidikan Kimia

Saya menandatangani bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam sidang Munaqosah.

Wassalamualaikum wr.wb

Pembimbing II



Resi Pratiwi, M.Pd

NIP. 19870314201903201

ABSTRAK

Tidak adanya petunjuk praktikum ketika pembelajaran praktikum mengakibatkan peserta didik kurang mengetahui tata cara praktikum dan tata tertib praktikum sehingga tujuan pembelajaran tidak terpenuhi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* yang dapat mempermudah guru dan peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran praktikum. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model 4D yang diadaptasi dari Thiagarajan. Penelitian ini menggunakan instrumen dokumentasi, wawancara, dan angket. Teknik analisis data menggunakan rumus Aikens' V dan rumus persentase untuk perhitungan data respon dan observasi sikap ilmiah peserta didik. Subjek uji coba produk adalah peserta didik kelas XI SMA Negeri 8 Semarang. Kelayakan petunjuk praktikum dinilai oleh validator ahli materi dan ahli media. Hasil uji validasi oleh ahli materi dan ahli media mendapatkan kategori valid dengan nilai validitas berturut-turut 0,81 dan 0,80 sehingga petunjuk praktikum dapat dijadikan sebagai media pembelajaran praktikum. Hasil respon peserta didik termasuk dalam kategori sangat baik dengan perolehan persentase sebesar 96,8% sehingga petunjuk praktikum praktis digunakan. Sikap ilmiah peserta didik pada praktikum kimia berbasis *green chemistry* pada materi laju reaksi termasuk dalam kategori baik dengan perolehan persentase sebesar 82,8% sehingga sikap ilmiah peserta didik terlihat dengan adanya petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry*.

Kata Kunci: Petunjuk Praktikum Elektronik, *Green Chemistry*, Laju Reaksi, Sikap Ilmiah.

TRANSLITERASI ARAB

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ظ	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	G
ج	J	ف	F
ح	h}	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	z\	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	Sy	ء	'
ص	s}	ي	Y
ض	d}		

Bacaan Madd :

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong :

au = اُوْ

ai = اِيْ

iv = اِيْ

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil 'alamin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan Inayah-Nya sehingga tersusunlah skripsi yang berjudul “Pengembangan Petunjuk Praktikum Elektronik Berbasis *Green Chemistry* pada Materi Laju Reaksi di SMA Negeri 8 Semarang” ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa kita haturkan kehadiran beliau Nabi Muhammad SAW yang kita harapkan syafaatnya di hari kiamat nanti.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Rektor UIN Walisongo Semarang, Bapak Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag.
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag.
3. Ketua Jurusan Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang, Ibu Dr. Atik Rahmawati, M.Si.
4. Dosen Pembimbing Ibu Julia Mardhiya, M.Pd dan Ibu Resi Pratiwi, M.Pd yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses penulisan skripsi dengan penuh keikhlasan

5. Tim validator media dan materi yaitu Apriliana Drastisianti, M.Pd, Lis Setyo Ningrum, M.Pd, Prahasti Chintya Hardiyanti, M.Pd, Ida Madyani, M.Pd, Maula Febriyanti Arfani, S.Pd, Dini Lestari, S.Pd yang telah memberikan masukan maupun saran pada produk penelitian skripsi penulis.
6. Kepala SMA Negeri 8 Semarang Ibu Wiwin Sri Winarni, S.S yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di SMA Negeri 8 Semarang.
7. Guru pengampu bidang studi kimia SMA Negeri 8 Semarang Ida Madyani, M.Pd yang memberikan arahan dan informasi selama proses penelitian.
8. Segenap peserta didik kelas XI MIPA 2 SMA Negeri 8 Semarang yang telah terlibat dalam proses penelitian.
9. Segenap dosen FST yang telah membekali banyak pengetahuan kepada penulis selama belajar di UIN Walisongo Semarang.
10. Keluarga tercinta, Almarhum Abah Munawirudin, Mama Warmiyati, Mas Alipudin, Mba Ani, Mas Tadi, Mas Adib, Mba Uci, Mas Sukron, Mas jazi, Yu Umu, Yu Izah, Mas Sugeng, Yu Neli, Mas Oli, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, dukungan baik secara moral maupun material, serta do'a tulus ikhlas

yang tiada henti, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

11. Keluarga besar Pendidikan Kimia 2018 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu; teman-temanku khususnya Annisa, Ashabi, Ismi, Sundus, Agusta, Eva, Nova, Ririn, yang telah membantu dan memberikan *support* dan motivasi kepada penulis.
12. Bright Vachirawit dan Win Metawin yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis melalui karya-karyanya selama perkuliahan dan proses penyusunan skripsi ini.
13. Semua pihak yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semarang, 15 Juni 2022

Penulis



Brilianti Sekar Ayuningtiyas
NIM.1808076059

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	vi
TRANSLITERASI ARAB.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	12
C. Pembatasan Masalah.....	13
D. Rumusan Masalah	13
E. Tujuan Penelitian.....	14
F. Manfaat penelitian	14
G. Asumsi pengembangan.....	15

H. Spesifikasi Produk yang dikembangkan	16
BAB II LANDASAN PUSTAKA	18
A. Kajian Teori.....	18
B. Kajian Pustaka	42
C. Kerangka Berpikir.....	45
BAB III METODE PENELITIAN	47
A. Model Pengembangan	47
B. Prosedur Pengembangan	47
C. Desain Uji Coba Produk.....	53
D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	54
E. Teknik Analisis Data.....	57
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	61
A. Hasil Pengembangan Produk Awal	61
B. Hasil Uji Coba Produk.....	94
C. Revisi Produk	108
D. Kajian Produk Akhir	126
E. Keterbatasan Penelitian.....	137
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	139
A. Simpulan	139
B. Saran	139
DAFTAR PUSTAKA	141
LAMPIRAN.....	149

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Kriteria Kepraktisan	59
Tabel 3.2	Nilai Kriteria Sikap Ilmiah	60
Tabel 4.1	Hasil Validasi Ahli Media	92
Tabel 4.2	Hasil Angket Respon Peserta Didik	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Grafik Reaksi Orde Nol	35
Gambar 2.2	Grafik Reaksi Orde Satu	36
Gambar 2.3	Grafik Reaksi Orde Dua	37
Gambar 2.4	Tumbukan Antar Partikel	39
Gambar 2.5	Tumbukan Antar Partikel Konsentrasi	40
Gambar 2.6	Tumbukan Antar Partikel Suhu	41
Gambar 2.7	Diagram Energi Potensial Reaksi Tanpa Katalis dan dengan Katalis	42
Gambar 2.8	Kerangka Berpikir	46
Gambar 3.1	Prosedur Pengembangan	53
Gambar 4.1	Karakteristik Petunjuk Praktikum Elektronik	80
Gambar 4.2	Cover	81
Gambar 4.3	Redaksi	82
Gambar 4.4	Daftar Isi	82
Gambar 4.5	Kompetensi dan Indikator	83
Gambar 4.6	Petunjuk Praktikum Berbasis <i>green</i> <i>Chemistry</i>	84
Gambar 4.7	Lambang dan Simbol Bahaya	85
Gambar 4.8	Tata Tertib Laboratorium	85
Gambar 4.9	Materi Laju Reaksi	86

Gambar 4.10	Isi Praktikum	87
Gambar 4.11	Cara Kerja	87
Gambar 4.12	Lembar Pengamatan	88
Gambar 4.13	Pertanyaan dan Kolom Kesimpulan	88
Gambar 4.14	Latihan Mandiri	89
Gambar 4.15	Daftar Pustaka	90
Gambar 4.16	Nilai Validitas Ahli Materi	91
Gambar 4.17	Persentase Kepraktisan Setiap Aspek	98
Gambar 4.18	Persentase Sikap Ilmiah	99
Gambar 4.19	Contoh Jawaban Peserta Didik yang menunjukkan Sikap Objektif	102
Gambar 4.20	Contoh Jawaban Peserta Didik yang menunjukkan Berpikir Kritis 1	103
Gambar 4.21	Contoh Jawaban Peserta Didik yang menunjukkan Berpikir Kritis 2	104
Gambar 4.22	Contoh Jawaban Peserta Didik yang menunjukkan penemuan dan kreativitas 1	105
Gambar 4.23	Contoh Jawaban Peserta Didik yang menunjukkan penemuan dan kreativitas 2	105
Gambar 4.24	Indikator Sebelum Revisi	109
Gambar 4.25	Indikator Sesudah Revisi	109

Gambar 4.26	Penjelasan Petunjuk Praktikum Berbasis Green Chemistry Sebelum Revisi	110
Gambar 4.27	Penjelasan Petunjuk Praktikum Berbasis <i>Green Chemistry</i> Sebelum Revisi	110
Gambar 4.28	Pengertian Laju Reaksi Sebelum Revisi	111
Gambar 4.29	Pengertian Laju Reaksi Sesudah Revisi	112
Gambar 4.30	Hukum Laju Reaksi Sebelum Revisi	112
Gambar 4.31	Hukum Laju Reaksi Sesudah Revisi	113
Gambar 4.32	Faktor-faktor Laju Reaksi Sebelum Reaksi	114
Gambar 4.33	Faktor-faktor Laju Reaksi Sesudah Reaksi	114
Gambar 4.34	Faktor Suhu dan Katalis Sebelum Revisi	115
Gambar 4.35	Faktor Suhu dan Katalis Sesudah Revisi	116
Gambar 4.36	Teori Tumbukan Sebelum Revisi	117
Gambar 4.37	Teori Tumbukan Sesudah Revisi	117
Gambar 4.38	Apersepsi Praktikum 1 Sebelum Revisi	118

Gambar 4.39	Apersepsi Praktikum 1 Sesudah Revisi	118
Gambar 4.40	Alat dan Bahan Praktikum Sebelum Revisi	119
Gambar 4.41	Alat dan Bahan Praktikum Sesudah Revisi	119
Gambar 4.42	Informasi Bahan	120
Gambar 4.43	Pertanyaan Sebelum Revisi	121
Gambar 4.44	Pertanyaan Sesudah Revisi	121
Gambar 4.45	Apersepsi Praktikum 2 Sebelum Revisi	122
Gambar 4.46	Apersepsi Praktikum 2 Sesudah Revisi	123
Gambar 4.47	Apersepsi Praktikum 3 Sebelum Revisi	124
Gambar 4.48	Apersepsi Praktikum 3 Sesudah Revisi	124
Gambar 4.49	Cara Kerja Praktikum 3 Sebelum Revisi	125
Gambar 4.50	Cara Kerja Praktikum 3 Sesudah Revisi	126
Gambar 4.51	Cover Petunjuk Praktikum	127
Gambar 4.52	Halaman Redaksi	128
Gambar 4.53	Halaman Daftar Isi	128

Gambar 4.54	Bagian Kompetensi Dasar, Indikator, dan Tujuan Pembelajaran	129
Gambar 4.55	Halaman Petunjuk Praktikum Berbasis <i>Green Chemistry</i>	130
Gambar 4.56	Bagian Lambang dan Simbol Peringatan Bahaya	130
Gambar 4.57	Halaman Tata Tertib Praktikum	131
Gambar 4.58	Bagian Materi Pengertian Laju Reaksi	131
Gambar 4.59	Bagian Materi Laju Reaksi	132
Gambar 4.60	Bagian Isi Praktikum	132
Gambar 4.61	Lembar Pengamatan Peserta Didik	133
Gambar 4.62	Informasi Bahan	134
Gambar 4.63	Latihan Mandiri	134
Gambar 4.64	Halaman Daftar Pustaka	135

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Wawancara Guru	149
Lampiran 2	Instrumen Validasi Ahli Materi	152
Lampiran 3	Hasil Validasi Ahli Materi	173
Lampiran 4	Hasil Validasi Ahli Media	177
Lampiran 5	Hasil Analisis Validasi Ahli Materi	181
Lampiran 6	Hasil Analisis Validasi Ahli Media	189
Lampiran 7	Tabel Aiken's V	194
Lampiran 8	Instrumen Respon Peserta Didik	195
Lampiran 9	Hasil Respon Peserta Didik	200
Lampiran 10	Hasil Analisis Respon Peserta Didik	202
Lampiran 11	Rubrik Penilaian Sikap Ilmiah Peserta Didik	206
Lampiran 12	Hasil Penilaian Sikap Ilmiah Peserta Didik	211
Lampiran 13	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	216
Lampiran 14	Dokumentasi	221
Lampiran 15	Surat Penunjuk Pembimbing	222
Lampiran 16	Surat Permohonan Validasi	223
Lampiran 17	Surat Pernyataan Validasi	224
Lampiran 18	Surat Pernyataan Respon	226
Lampiran 19	Surat Izin Riset	227
Lampiran 20	Surat Keterangan telah Melaksanakan Penelitian	228

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pemahaman dan penerapan kimia diantara disiplin ilmu lainnya sangat penting untuk masyarakat disuatu negara karena kimia merupakan bagian penting untuk masa depan dunia dan kehidupan. Keberlanjutan pendidikan kimia pada bidang multidisiplin ilmu berkaitan dengan masalah keberlanjutan bergantung pada bagaimana manusia mengkonseptualisasikan keberlanjutan kimia (Herranen, Yavuzkaya, & Sjostrom, 2021). Perserikatan Bangsa-Bangsa pada tahun 2015 menjelaskan tujuan pembangunan berkelanjutan diantaranya meningkatkan kesejahteraan dunia dengan cara menangani keberlanjutan sosial, lingkungan, dan ekonomi (Chen *et al.*, 2020).

Kimia penting dalam mengembangkan masa depan yang berkelanjutan. Ilmu kimia merupakan bagian dari ilmu sains yang mempelajari tentang fenomena dan hukum alam. Pembelajaran kimia bertujuan memberikan pemahaman kepada peserta didik tentang kimia agar menggunakan konsep yang diterimanya dalam konteks yang sebenarnya (Rahmawati, 2018). Beberapa

permasalahan pembelajaran kimia disebabkan oleh beberapa konsep kimia yang bersifat abstrak, penekanan pengetahuan peserta didik tentang fakta kimia, dan konsep kimia yang dipelajari sangat banyak, sehingga mata pelajaran kimia sering dianggap tidak populer dan tidak menarik oleh banyak peserta didik. Hal ini terkait dengan kurangnya pemahaman peserta didik tentang relevansi kimia pada kehidupan sehari-hari (Zowada *et al.*, 2019). Berkaitan dengan pentingnya kimia untuk perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, perlu adanya upaya untuk meningkatkan pembelajaran kimia di sekolah. Supaya hal ini berhasil secara optimal, perlu mengembangkan dan mengkaji komponen-komponen yang terlibat dalam sistem pembelajaran itu (Sudjana, 2015).

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah bab 2 menjelaskan bahwa setiap lulusan satuan pendidikan dasar dan menengah memiliki kompetensi pada tiga dimensi yaitu sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Peraturan ini menjelaskan karakteristik yang terdapat pada bidang ilmu kimia perlu diperhatikan supaya peserta didik dapat lebih mengkaji pengetahuan

serta memperoleh pemahaman yang bermakna dengan melakukan eksperimen serta dapat menerapkan pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari (Anisa dan Mitarlis, 2020). Adanya peraturan ini diharapkan generasi muda Indonesia dapat berperan aktif serta berpartisipasi menanggulangi kasus lingkungan yang terjalin baik secara lokal maupun global sehingga mempunyai rasa kepedulian yang besar terhadap lingkungan (Wahyuningsih dan Rohmah, 2017).

Bersumber pada kurikulum 2013 revisi pelajaran kimia tercantum dalam pelajaran peminatan Matematika serta Ilmu Pengetahuan Alam. Belajar ilmu kimia berkaitan dengan aktivitas mencari tahu tentang fenomena alam yang terdapat di lingkungan terdekat sehingga belajar kimia tidak hanya proses belajar mengenai kemampuan kognitif berbentuk teori saja melainkan pula proses penemuan (Nurkholik dan Yonata, 2020). Ilmu kimia mempunyai ciri dengan bermacam tingkatan kesusahan yang berkaitan dengan abstraksi konsep, pemakaian simbol-simbol, serta pergantian kimia. Tujuan pendidikan ilmu kimia di SMA agar peserta didik menguasai konsep-konsep kimia serta keterkaitannya dan pelaksanaannya baik dalam kehidupan maupun teknologi (Tukan *et al.*, 2020).

Wahyuningsih dan Rohmah (2017) mengemukakan usaha guna mewujudkan proses pendidikan yang lebih berwawasan lingkungan tidak terlepas dari kecakapan serta keahlian guru. Salah satu upaya yang dilakukan yaitu melalui mengintegrasikan *Education for Sustainable Development* (ESD) ke dalam kurikulum pembelajaran. ESD ialah visi Pendidikan yang mempraktikkan konsep pengembangan keberlanjutan yang berguna untuk meningkatkan pengetahuan serta keterampilan tentang keberlanjutan alam di masa yang akan mendatang. ESD dalam pembelajaran kimia dapat diterapkan melalui aspek *green chemistry*. Aspek *green chemistry* erat kaitannya dengan bagaimana menanggulangi kasus lingkungan. Pendekatan 12 prinsip *green chemistry* ini digagas dengan harapan sanggup menanggapi tantangan seputar polusi, krisis energi, limbah dan keamanan serta keselamatan kerja.

Al-Qur'an menekankan penjelasan tentang *green chemistry* yang sangat memperhatikan penyelamatan lingkungan dari kerusakan yang diperbuat oleh manusia. Qur'an surah Ar-Rum (30): 41-42 menjelaskan larangan merusak alam yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ
الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ۝

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).” (QS. Ar- Rum, 41)

قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُشْرِكِينَ ۝

Katakanlah: “Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikan bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu, kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah).” (QS. Ar-Rum, 42)

Ayat tersebut menegaskan bahwa segala sesuatu yang terdapat di muka bumi ini adalah akibatnya kembali kepada manusia. Sejatinya kerugian yang diakibatkan oleh manusia itu sendiri dapat dirasakan dengan cuaca yang semakin panas akibat penggunaan sumber alam yang berlebihan. Kerugian lainnya terdapat pada penggunaan bahan bakar minyak untuk transportasi dan industri yang menyebabkan pencemaran udara, sehingga dapat meningkatkan penipisan lapisan ozon yang menyelimuti bumi.

Aspek *green chemistry* telah menunjukkan bagaimana ahli kimia dapat merancang produk sehingga menguntungkan sekaligus baik bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Anastas dan Eghbali, 2010). Dua belas prinsip *green chemistry* diperkenalkan pada tahun 1998 oleh Paul Anastas dan John Warner membuat kerangka panduan desain produk dan proses kimia baru yang berlaku untuk semua aspek siklus hidup. Bahan baku yang digunakan, toksisitas, biodegradabilitas produk, dan reagen yang digunakan lebih hijau serta ramah lingkungan. Konsep ini dikembangkan guna mencegah pencemaran sebelum terjadi dengan meminimalkan penggunaan bahan kimia berbahaya. Prinsip *green chemistry* digunakan sebagai pengurangan limbah, yaitu praktik apapun yang dapat mencegah pelepasan zat kimia berbahaya ke lingkungan yang berpotensi mempengaruhi kesehatan masyarakat (Chen *et al.*, 2020).

Pengembangan *green chemistry* pada kajian ilmu pembelajaran kimia masih relatif baru dan pembelajaran kimia sangat identik dengan bahan-bahan kimia yang berbahaya dan tidak ramah lingkungan. *Green chemistry* adalah alternatif mengurangi konsumsi ataupun penciptaan bahan beresiko yang dapat merusak kesehatan makhluk hidup serta pelestarian lingkungan.

Green chemistry dalam bidang pembelajaran kimia sendiri dapat diaplikasikan dalam wujud modul pembelajaran, model pembelajaran, dan modul praktikum (Idrus, Hadisaputra, & Junaidi, 2020).

Perkembangan teknologi saat ini, sumber belajar yang mulanya berbentuk *text book* atau biasa disebut buku berkembang menjadi *elektronik book (e-book)*. Shiratuddin *et al.* (2003) melakukan penelitian tentang teknologi *e-book* serta kegunaannya pada dunia pendidikan. Hasil penelitian menunjukkan peserta didik lebih tertarik menggunakan *e-book* dalam pembelajaran dan penggunaan *e-book* dapat meningkatkan interaksi antara guru serta peserta didik ketika pembelajaran khususnya pembelajaran jarak jauh. *Elektronik book* yang biasa disingkat *e-book* memiliki pengertian sebuah buku teks yang dikonversi menjadi format digital, *e-book* pula merupakan media yang memiliki aplikasi yang digunakan pada lingkungan pembelajaran serta memiliki database multimedia dan dapat menyimpan presentasi multimedia tentang topik informasi pada sebuah buku (Restiowati dan Sanjaya, 2012).

Buku dan modul pembelajaran kimia sudah banyak digunakan, tetapi modul tersebut masih dianggap belum dapat memberikan pemahaman peserta didik sehingga

semangat belajarnya berkurang. Hal ini dikarenakan kajian ilmu kimia menuntut peserta didik sanggup menguasai konsep-konsep abstrak, hitungan, ataupun praktikum (Yustiqvar, Hadisaputra, & Gunawan, 2019). Berdasarkan hasil observasi, sebagian besar peserta didik hanya menghafal konsep-konsep kimia tanpa memahami konsep tersebut. Guru harus membuat modul yang tepat untuk dapat memberikan pemahaman konsep bagi peserta didik.

Berdasarkan hasil observasi di SMA Negeri 8 Semarang, didapatkan informasi bahwa saat pembelajaran praktikum kimia sulit dilaksanakan karena tidak adanya buku petunjuk praktikum. Ketika pembelajaran, guru hanya menyerahkan lembar petunjuk praktikum yang berupa langkah kerja saja, hal ini mengakibatkan peserta didik kurang mengetahui tata cara praktikum, tata tertib praktikum, dan kurang mengetahui cara membuat laporan praktikum, sehingga tujuan pembelajaran tidak terpenuhi. Adanya hambatan pada praktikum dapat mengakibatkan peserta didik kurang mengetahui cara membuang limbah yang tepat, sifat-sifat bahan kimia, serta pentingnya keselamatan kerja pada proses praktikum berlangsung.

Praktikum dapat diartikan sebagai rangkaian kegiatan yang memungkinkan siswa menerapkan keterampilan atau mempraktekkan sesuatu (Mardhiya, Silaban, & Mahmud, 2017). Praktikum adalah salah satu proses pembelajaran yang diterapkan guna mendapatkan pengetahuan dengan metode, melaksanakan uji, ataupun eksperimen di laboratorium. Kenyataannya tidak seluruh guru proses pembelajaran pendidikan berbentuk praktikum. Realitas semacam ini tidak bisa menyalahkan guru seluruhnya. Guru tidak sering melaksanakan aktivitas praktikum dengan peserta didik sebab banyak aspek hambatan dalam penerapannya (Amelia, Fadiawati, & Rosilawati, 2015). Menurut hasil observasi, hambatan penerapan kegiatan praktikum adalah keterbatasan waktu kurikulum belajar mengajar, adanya pembelajaran jarak jauh, dan bahan kimia yang digunakan sulit didapatkan sehingga dibutuhkan praktikum dengan bahan yang ramah lingkungan.

Mardhiya, Silaban, & Mahmud, (2017) pada penelitiannya, hasil lapangan menunjukkan bahwa guru tidak sering menerapkan praktikum ketika proses pembelajaran kimia. Praktikum hanya dilakukan saat ujian untuk melengkapi rapor penilaian hasil belajar psikomotorik. Beberapa kendala yang dihadapi guru

diantaranya keterbatasan waktu. Pelaksanaan kegiatan praktikum di sekolah tidak dapat dilaksanakan pada setiap pembelajaran karena maksimal 3 kali praktikum dalam satu semester. Kendala utama yang lain adalah bahan praktikum yang tidak tersedia untuk semua praktikum dan kendala lainnya adalah tidak semua alat yang ada di laboratorium dapat berfungsi dengan baik.

Kegiatan praktikum merupakan salah satu kegiatan yang sangat berperan dalam meningkatkan keberhasilan proses pembelajaran. Sesuai tuntutan KD 4 dalam Permendikbud Nomor 37 Tahun 2018 materi kimia yang memerlukan pembuktian melalui percobaan praktikum salah satunya merupakan materi laju reaksi. Ciri pada sub materi faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi ialah memerlukan pembuktian melalui suatu percobaan sehingga peserta didik sanggup menciptakan sendiri konsep materi. Bersumber pada hal tersebut, sehingga perlu dilatih *High Order Thinking Skills* (HOTS) agar peserta didik dapat membangun konsep sendiri sehingga lebih mempermudah supaya lebih menguasai konsep yang hendak dipelajari serta dapat diaplikasikan pada kehidupan (Nurkholik dan Yonata, 2020).

Apabila peserta didik dapat menemukan dengan sendiri konsep yang dipelajari maka pembelajaran akan

lebih bermakna. Pendekatan proses ilmiah peserta didik dapat menghasilkan sebuah produk nyata berdasarkan pengetahuannya. Ketika proses pembelajaran, proses ilmiah dapat merangsang sikap ilmiah dalam diri peserta didik untuk masalah yang akan dipecahkan peserta didik dapat menumbuhkan rasa peka terhadap fakta, mengembangkan rasa ingin tahunya, mengasah ketekunan, ketelitian, dan kepedulian terhadap lingkungan. Sikap ilmiah adalah perilaku yang bersumber dari sikap suri tauladan yang positif dan harus dikembangkan supaya dapat dimiliki oleh peserta didik. Tujuan pengembangan sikap ilmiah adalah untuk menghindari adanya sikap negatif yang terjadi pada diri peserta didik (Muliani, Khaeruman, & Dewi, 2019).

Berkaitan dengan permasalahan tersebut, penulis tertarik mengembangkan petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* untuk meningkatkan sikap ilmiah peserta didik pada materi laju reaksi di SMA Negeri 8 Semarang. Petunjuk praktikum yang dikembangkan diharapkan dapat membantu guru ketika melakukan proses pembelajaran praktikum tanpa khawatir kekurangan bahan di laboratorium karena kegiatan praktikum dirancang menggunakan konsep *green chemistry* dan menggunakan bahan yang mudah didapat

serta ramah lingkungan supaya tetap menjaga keselamatan peserta didik.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi permasalahan yang ada berdasarkan latar belakang penelitian ini adalah:

1. Kimia identik dengan bahan berbahaya yang dapat merusak lingkungan.
2. Perkembangan teknologi mengakibatkan sumber belajar berupa buku berkembang menjadi berbasis elektronik.
3. Guru jarang melaksanakan praktikum ada pembelajaran kimia karena keterbatasan waktu.
4. Sulitnya melaksanakan praktikum ketika pembelajaran karena tidak adanya buku petunjuk praktikum sehingga mengakibatkan peserta didik kurang mengetahui tata cara praktikum dan tata tertib praktikum.
5. Hambatan kegiatan praktikum mengakibatkan peserta didik kurang memiliki sikap ilmiah.

C. Pembatasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Petunjuk praktikum yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya pada materi kimia topik laju reaksi.
2. Petunjuk praktikum yang dikembangkan berbasis *green chemistry*.
3. Uji coba pada penelitian ini dilakukan uji coba pada skala kecil oleh peserta didik SMA Negeri 8 Semarang.

D. Rumusan Masalah

Berkaitan dengan latar belakang yang telah dipaparkan, penulis merumuskan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana kelayakan pengembangan petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* pada materi laju reaksi di SMA Negeri 8 Semarang?
2. Bagaimana respon peserta didik terhadap petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* pada materi laju reaksi di SMA Negeri 8 Semarang?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kelayakan pengembangan petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* pada materi laju reaksi di SMA Negeri 8 Semarang.
2. Mengetahui respon peserta didik terhadap petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* pada materi laju reaksi di SMA Negeri 8 Semarang.

F. Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini diantaranya:

1. Bagi Peserta Didik
 - a. Sebagai sumber belajar untuk meningkatkan pemahaman dan penerapan konsep *green chemistry*.
 - b. Dapat memudahkan dalam pelaksanaan praktikum pada materi laju reaksi.
 - c. Dapat meningkatkan pemahaman peserta didik pada materi laju reaksi.
 - d. Menumbuhkan sikap ilmiah pada peserta didik.
2. Bagi Guru
 - a. Sebagai inovasi dalam pengembangan bahan ajar pada pembelajaran kimia di SMA /MA.

- b. Sebagai acuan bagi guru untuk melaksanakan praktikum pada proses pembelajaran materi laju reaksi.
 - c. Sebagai sumber informasi mengenai prinsip *green chemistry* pada pelaksanaan praktikum kimia.
3. Bagi Peneliti
- a. Sebagai referensi untuk peneliti mengembangkan petunjuk praktikum berbasis *green chemistry*.
 - b. Peneliti dapat mengembangkan kreatifitas dalam membuat sumber belajar guna meningkatkan pemahaman peserta didik.

G. Asumsi pengembangan

Asumsi bagi peneliti terhadap pengembangan petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* pada materi laju reaksi adalah:

1. Model pengembangan pada penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D (*Define-Design-Develop-Disseminate*) (Thiagarajan, Semmel, & Semmel, 1974).
2. Lembar validasi yang dikembangkan disetujui oleh dosen pembimbing.

3. Petunjuk praktikum yang dikembangkan tersedia dalam bentuk elektronik.
4. Petunjuk praktikum elektronik yang dikembangkan disetujui oleh validator ahli materi dan ahli media.

H. Spesifikasi Produk yang dikembangkan

Produk yang dikembangkan pada penelitian ini memiliki spesifikasi diantaranya sebagai berikut:

1. Petunjuk praktikum berbasis *green chemistry* berbentuk media elektronik dengan ukuran A4.
2. Petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* dibuat menggunakan bantuan aplikasi *corel draw* beserta *microsoft word*.
3. Untuk menghasilkan petunjuk praktikum elektronik peneliti menggunakan aplikasi *AnyFlip* yang merupakan sebuah platform yang dapat membuat buku digital mampu mengubah pdf menjadi *FlipBook* sehingga dapat dibuka melalui *smartphone*, *laptop*, dan komputer.
4. Jenis *font* yang digunakan yaitu *cambria* dengan ukuran 12
5. Petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* fokus pada materi laju reaksi.

6. Produk divalidasi oleh validator ahli materi dan ahli media.
7. Produk diuji coba pada skala kecil oleh peserta didik SMA Negeri 8 Semarang untuk mengetahui respon dan sikap ilmiah.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Praktikum

Praktikum adalah kegiatan pendidikan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menguji teori dan menerapkannya dalam eksperimen laboratorium atau di luar laboratorium (Suryaningsih, 2017). Praktikum adalah suatu bentuk penyajian pelajaran dimana peserta didik melakukan eksperimen dengan mendemonstrasikan apa yang telah dipelajarinya (Azizah, 2017). Metode praktikum dalam proses pembelajaran, peserta didik memiliki kesempatan untuk mengalami, menerapkan, memantau proses, mengamati, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan sendiri tentang topik, situasi, atau objek. Oleh sebab itu, peserta didik perlu bereksperimen, mencari kebenaran, mencoba menemukan sesuatu, dan menarik kesimpulan dari proses yang dilaluinya (Djamarah dan Zain, 1997). Praktikum menuntut peserta didik aktif berdiskusi dengan teman sekelompoknya (Prasetyanti, 2016). Kemampuan

berdiskusi ini akan terbangun secara optimal jika setiap peserta didik saling terbuka terhadap ide dan pemikiran dari anggota kelompok (Ita, 2021).

Pembelajaran kimia dan ilmu sains lainnya sudah lama memiliki pusat aktivitas praktikum. Selain itu, guru mengatakan tanpa adanya kegiatan laboratorium maka sains kurang bermakna (Tafa, 2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas praktikum membawa manfaat seperti memperluas konsep kimia peserta didik, disiplin, dan keterampilan mengumpulkan pengetahuan (Tesfamariam, Lykknes, & Kvittingen, 2014), meningkatkan motivasi belajar (Rizkiana, Dasna, & Marfu'ah, 2016), meningkatkan ketertarikan serta rasa ingin tahu, berpikir kritis, terbuka dan kreatif, serta peka terhadap lingkungan (Puspita Sari dan Sudiana, 2019), terampil bekerja memakai peralatan (Listyarini *et al.*, 2019). Dapat disimpulkan setelah mengamati beberapa hasil penelitian di atas, bahwa dengan melakukan kegiatan praktikum dapat dicapai tiga hasil belajar secara simultan, yaitu keterampilan kognitif, afektif, dan psikomotorik (Rizkiana, Apriani, & Khairunnisa, 2020).

Rustaman (2003) menyatakan bahwa ada beberapa faktor yang menghambat penerapan praktikum seperti:

- a. Guru cenderung memilih metode pengajaran yang memudahkannya menyampaikan materi.
- b. Waktu efektif dan kerja guru terbatas.
- c. Tenaga laboratorium yang terbatas.
- d. Ruang dan fasilitas laboratorium yang terbatas.
- e. ketersediaan petunjuk praktikum.

2. Petunjuk Praktikum

Petunjuk praktikum dirancang sebagai sumber ajar atau bahan ajar dalam proses pedagogis. Supaya kegiatan praktikum dalam proses pedagogik dapat berjalan secara optimal, diperlukan suatu petunjuk praktikum dalam pelaksanaan kegiatan praktikum sehingga melalui hasil pengamatan praktikum yang diperoleh, tujuan serta penerapan kegiatan praktikum terlihat (Mastura, Mauliza, & Nurhafidhah, 2017). Petunjuk praktikum diperlukan selama praktikum karena dapat memberikan informasi kepada peserta didik dan membantu peserta didik dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran

praktikum (Asy'syakurni, Widiyatmoko, & Parmin, 2015).

Penataan petunjuk praktikum dilakukan bersumber pada informasi yang diperoleh pada studi pendahuluan. Proses penyusunan petunjuk praktikum juga dilakukan dengan mengkaji sejumlah referensi, media pembelajaran, dan panduan praktik yang berlaku di dunia pendidikan dan sekolah (Mastura, Mauliza, & Nurhafidhah, 2017). Rustaman (2003) menjelaskan petunjuk praktikum memiliki manfaat diantaranya:

- a. Membantu peserta didik memperoleh keterampilan belajar.
- b. Meningkatkan kebiasaan penelitian ilmiah.
- c. Menyediakan guru dengan umpan balik yang lebih bermakna dan bervariasi pada kurikulum.

Amri (2013) memaparkan isi petunjuk praktikum diantaranya sebagai berikut:

- a. Pengantar
- b. Tujuan
- c. Alat dan Bahan
- d. Prosedur/Langkah kegiatan
- e. Data Hasil Pengamatan
- f. Analisis

- g. Kesimpulan
- h. Langkah Selanjutnya

3. Petunjuk Praktikum Elektronik

Petunjuk praktikum identik dengan bahan ajar dalam bentuk cetak. Seiring dengan berkembangnya teknologi, maka mulai dilakukan inovasi penyajian petunjuk praktikum dalam bentuk elektronik sebagai penunjang kegiatan pembelajaran praktikum. Bahan ajar petunjuk praktikum elektronik dapat dibuat menggunakan web pendukung. Web *anyflip* adalah salah satu software yang dirancang untuk memudahkan guru untuk membuat suatu media pembelajaran yang menarik seperti *e-book* atau petunjuk praktikum elektronik. *Anyflip* memiliki fungsi editing dan objek multimedia ke halaman yang bisa dibolak-balik seperti buku asli. Dalam *software* ini juga terdapat fungsi editing untuk menambahkan video, gambar, audio, *hyperlink* dan objek multimedia ke dalam halaman yang bisa dibolak-balik sehingga tampilan media pembelajaran menjadi lebih menarik.

Petunjuk praktikum elektronik merupakan media pembelajaran yang dapat diakses melalui *smartphone laptop*, dan komputer. Penggunaan

petunjuk praktikum elektronik banyak memiliki kelebihan diantaranya adalah sesuai dengan kemajuan teknologi masa kini, mudah dibawa dan tidak berat, bisa diakses kapan saja dan dimana saja, bisa digunakan secara mandiri yang tidak mempersulit peserta didik dan menghemat kertas. Pendidik tidak perlu beranjak dari tempat satu ketempat lainnya yang membuang waktu dan energi, karena petunjuk praktikum elektronik bisa didapatkan dari situs web, hanya perlu duduk dan *searching* dengan akses internet.

4. *Green Chemistry*

Green Chemistry merupakan suatu konsep teknologi inovatif yang bertujuan mengurangi produksi dan penggunaan produk kimia serta penggunaan produk kimia berbahaya (Anastas dan Eghbali, 2010). Tiga poin utama tentang kerangka *Green Chemistry* dapat diringkas (1) Desain *Green Chemistry* di semua tahap siklus hidup kimia (2) *Green Chemistry* berupa merancang sifat yang melekat pada produk dan proses kimia untuk mengurangi bahaya intrinsiknya (3) *Green Chemistry*

bekerja sebagai sistem prinsip atau kriteria desain yang kohesif (Anastas dan Eghbali, 2010).

Prinsip *green chemistry* dituangkan dalam dua belas prinsip dengan cara membuat kerangka panduan untuk desain produk dan proses kimia baru, yang berlaku untuk semua aspek siklus hidup, proses dari bahan baku yang digunakan, hingga efisien dan keamanan transformasi. 12 prinsip dalam konsep *green chemistry* tersebut adalah: mengutamakan usaha menghindari munculnya limbah dibandingkan usaha menanggulangi limbah, atom ekonomi, kurangi konsumsi bahan kimia beracun serta beresiko, memakai pelarut kimia yang aman, mendesain produk yang lebih ramah lingkungan, mendesain konsumsi tenaga yang efektif, melaksanakan proses sintesis yang relatif lebih pendek, lebih mengutamakan pemakaian bahan dasar yang bisa diperbaharui, mengutamakan pemakaian katalis dibanding respon stoikiometri, mendesain produk yang bisa didaur ulang, melaksanakan tata cara analitik pada usaha (Rizkiana, Apriani, & Khairunnisa, 2020).

Prinsip *green chemistry* bisa dijadikan sebagai salah satu upaya dasar untuk sadar lingkungan (Idrus

et al., 2021). Prinsip-prinsip *green chemistry* yang bisa diterapkan terdiri dari 12 prinsip, yaitu:

- a. Mencegah timbulnya limbah dalam proses
Prinsip ini menegaskan bahwa proses pencegahan lebih baik daripada mengatasi limbah yang muncul setelah proses sintesis, karena biaya pengolahan limbah sangat tinggi dan hasil yang tidak maksimal.
- b. Mendesain produk bahan kimia yang aman
Desain produk yang aman bisa dilakukan jika memiliki pengetahuan mengenai struktur kimia. Hal ini disebabkan seseorang dapat mengkarakterisasi toksisitas dari suatu molekul. Tujuan utama adalah untuk mencari nilai optimal supaya produk kimia mempunyai fungsi dan kinerja yang baik serta aman (toksisitas rendah).
- c. Mendesain proses sintesis yang aman
Proses sintesis dapat dicapai dengan meminimalisir paparan dari risiko terkait dengan sintesis menggunakan bahan kimia. Proses sintesis yang aman di mana desainnya dibuat secara aman seperti menghasilkan bahan kimia yang tidak beracun bagi manusia serta lingkungan.

- d. Menggunakan bahan baku yang dapat terbarukan

Bahan baku terbarukan umumnya berasal dari hasil alam atau pertanian, sedangkan bahan baku tidak terbarukan berasal dari bahan bakar fosil seperti batu bara, gas alam, minyak bumi, dan bahan tambang lainnya. Pada proses industri penggunaan bahan baku yang terbarukan lebih diutamakan daripada bahan yang tidak terbarukan.

- e. Menggunakan katalis

Penggunaan katalis bertujuan untuk mempercepat proses reaksi. Penggunaan katalis mampu mengurangi produk samping serta memberikan hasil yang meningkat dan menghemat energi dan waktu. Katalis dapat meningkatkan selektivitas, mengurangi penggunaan bahan kimia dan mengurangi konsumsi energi.

- f. Menghindari derivatisasi dan modifikasi sementara dalam reaksi kimia

Proses derivatisasi membutuhkan tambahan reagen yang akan memerlukan memperbanyak limbah dan biaya tinggi. Mengurangi derivatisasi

yang tidak diperlukan seperti penggunaan gugus pelindung, proteksi/deproteksi pada proses fisika maupun kimia.

- g. Memaksimalkan atom ekonomi
Perlu adanya metode sintesis yang bertujuan untuk mengurangi bahan dasar dan meningkatkan produktivitas. Konsep ekonomi atom ini mengevaluasi sistem sebelumnya, yang hanya mempertimbangkan rendemen hasil sebagai parameter untuk menentukan reaksi yang efisien dan efektif, tanpa mempertimbangkan banyaknya limbah yang dihasilkan dari reaksi.
- h. Menggunakan pelarut yang aman
Pelarut yang aman sangat dibutuhkan pada setiap proses kimia. Penggunaan bahan kimia sebagai pelarut harus diminimalkan atau menggunakan konsentrasi yang rendah sehingga tidak menimbulkan limbah yang berbahaya.
- i. Meningkatkan efisiensi energi dalam reaksi
Suatu proses kimia menggunakan energi dan memerlukan pertimbangan lingkungan serta ekonomi. Reaksi kimia paling baik dilakukan pada suhu kamar dan memerlukan tekanan.

j. Mendesain bahan kimia yang mudah terdegradasi

Merancang bahan kimia perlu mempertimbangkan aspek lingkungan supaya bahan kimia mudah terurai dan tidak menumpuk di lingkungan. Seperti polimer, sintesis biodegradable plastik, biodegradable serta bahan kimia lainnya.

k. Penggunaan metode analisis secara langsung untuk mengurangi polusi

Proses analisis *real time* dapat mengurangi pembentukan produk samping yang tidak diinginkan. Arahannya bertujuan untuk mengembangkan metode dan teknologi analisis yang dapat mengurangi penggunaan zat kimia yang berbahaya pada prosesnya.

l. Meminimalisasi potensi kecelakaan

Bahan kimia yang digunakan pada reaksi kimia perlu dipilih untuk mencegah kemungkinan kecelakaan yang menyebabkan bahan kimia masuk ke lingkungan, ledakan, dan kebakaran.

5. Sikap Ilmiah

Sikap merupakan suatu bentuk evaluasi atau respon emosional (Tina, 2018). Sikap individu pada

suatu objek adalah perasaan memihak ataupun perasaan tidak memihak terhadap objek tersebut (Azwar, 2013). Sedangkan menurut Purnami (2014), mengacu beberapa definisi sikap yang berbeda-beda oleh berbagai ahli, diantaranya Stephen Robbins, menjelaskan bahwa sikap (*attitude*) merupakan pernyataan evaluatif baik yang menyenangkan atau tidak menyenangkan pada suatu objek atau peristiwa yang dialami seseorang sehingga mencerminkan perasaan seseorang tersebut terhadap sesuatu. Maka sikap dapat dijelaskan sebagai reaksi seseorang terhadap sesuatu yang terjadi sebagai akibat dari penerimaan atau penolakan terhadap suatu objek tertentu.

Sikap ilmiah adalah salah satu dari hasil belajaran afektif yang diperoleh dari kegiatan pembelajaran, khususnya pembelajaran sains (Tina, 2018). Menurut Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia sikap ilmiah adalah bagaimana para ilmuwan bersikap selama melakukan proses memperoleh pengetahuan. Oleh karena itu, sikap ilmiah dapat diartikan sebagai tanggapan seorang ilmuwan atau akademisi dalam upaya untuk

terlihat dalam proses ilmiah untuk memperoleh pengetahuan.

Muslich dan Maryaeni (2009) mengelompokkan sikap ilmiah sangat berbeda, setidaknya ada 7 aspek penting dari sikap ilmiah antara lain sikap kritis, sikap ingin tahu, sikap objektif, terbuka, berani mempertahankan kebenaran, rela menghargai karya orang lain, dan menjangkau ke depan. Kartono (2012) aspek yang terdapat pada sikap ilmiah yaitu kejujuran, kerja keras, disiplin, kreativitas, kemandirian, rasa ingin tahu, kepedulian terhadap lingkungan, demokratis, dan tanggung jawab.

Sikap ilmiah adalah sikap yang tidak bisa terbentuk dengan sendirinya, karena terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi sikap ilmiah, seperti:

a. Pengalaman pribadi

Karena seseorang terhadap pengalaman itu lebih melibatkan emosi, sikap sejatinya lebih mudah terbentuk dan penghayatan akan lebih membekas dan mendalam.

b. Faktor emosional

Sikap seringkali didasari pada emosi, yang dilihat sebagai bentuk frustrasi yang disampaikan

sebagai bentuk perlindungan ego yang terhalang. Hubungan dengan ego adalah hubungan yang bersifat sementara dan berlalu dengan cepat ketika rasa frustrasi itu hilang, tetapi terkadang ego tetap cukup lama atau bahkan permanen.

- c. Pengaruh orang lain yang dianggap penting
Seseorang memiliki sifat yang sama dengan orang lain terkadang sifatnya searah dengan orang lain karena ingin menghindari konflik yang dapat timbul dari waktu ke waktu.
- d. Pengaruh Kebudayaan
Kebudayaan adalah gaya pengalaman setiap orang dalam masyarakat, memberikan pengaruh terhadap sikap individu terhadap orang yang berbeda. Kebudayaan ini menyampaikan pengaruh pandangan individu pada berbagai persoalan.
- e. Lembaga agama dan Lembaga Pendidikan
Pembentukan sikap berkaitan dengan lembaga agama serta lembaga pendidikan sebagai suatu sistem efektif karena merupakan dasar pemahaman individu tentang moralitas. Ajaran moral ini diajarkan oleh lembaga pendidikan dan organisasi kependidikan (Putra, 2010).

6. Materi Laju Reaksi

a. Pengertian Laju Reaksi

Laju reaksi atau kecepatan reaksi didefinisikan sebagai perubahan konsentrasi reaktan atau produk per satuan waktu. Laju reaksi dinyatakan dalam konsentrasi zat yang bereaksi/dihasilkan tiap unit waktu reaksi (Kusmiyati, 2014).

Reaksi kimia menyangkut perubahan dari suatu pereaksi (reaktan) menjadi hasil reaksi (produk) yang dinyatakan dengan persamaan reaksi:

Pereaksi (reaktan) → Hasil reaksi (produk)

Persamaan ini memberitahu bahwa selama reaksi, molekul reaktan bereaksi saat molekul produk terbentuk (Chang, 2005). Laju reaksi dapat dinyatakan sebagai berkurangnya jumlah pereaksi untuk tiap satuan waktu atau bertambahnya jumlah hasil reaksi untuk tiap satuan waktu. Satuan laju reaksi dinyatakan dalam satuan **mol/liter detik** (Sudarmo, 2016).

Jika terdapat molekul A dan molekul B yang dinyatakan dalam reaksi:



Berkurangnya jumlah molekul A dalam selang waktu 10 detik mengakibatkan bertambahnya molekul B dalam selang waktu 10 detik pula. Dengan demikian, laju reaksi dapat dinyatakan:

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

Secara umum, untuk reaksi $aA + bB \rightarrow cC + dD$

dengan a , b , c , dan d adalah koefisien reaksi dan A, B, C, dan D adalah zat-zat yang terlibat dalam reaksi, laju reaksi dalam suatu system tertutup adalah

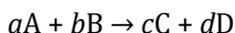
$$-\frac{1}{a} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = +\frac{1}{c} \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = +\frac{1}{d} \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

Tanda negatif menunjukkan pengurangan koefisien reaksi sedangkan tanda positif menunjukkan peningkatan konsentrasi produk.

b. Hukum Laju

Suku k adalah **konstanta laju** (*rate constant*), yaitu konstanta kesebandingan (proporsionalitas) antara laju reaksi dan konsentrasi reaktan. Persamaan ini disebut **hukum laju** (*rate law*), persamaan yang menghubungkan laju reaksi dengan konstanta laju dan konsentrasi reaktan (Chang, 2005).

Untuk reaksi umum jenis



Hukum lajunya berbentuk

$$\text{Laju} = k[A]^x[B]^y$$

Pangkat x dan y dapat berupa bilangan bulat positif, negatif, atau nol. Bilangan pangkat tersebut harus ditentukan secara percobaan, dan tidak dapat diturunkan hanya dengan melihat koefisien pada persamaan kimia atau diturunkan dari persamaan reaksi (Sunarya, 2011).

c. Orde Reaksi

1) Reaksi Orde Nol

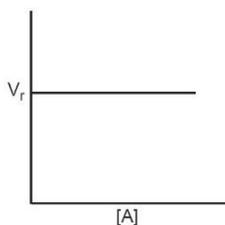
Macam reaksi orde nol tidak umum dan jarang terjadi, misalnya reaksi fotosintesis (Mulyanti dan Nurkhozim, 2017). Reaksi berorde nol berarti laju reaksi tidak

bergantung pada konsentrasi pereaksi, hal ini dapat terjadi apabila beberapa perubahan mengatur laju reaksi. Dalam reaksi orde nol, satuan k sama dengan satuan laju reaksinya. Untuk persamaan laju reaksi berorde nol dan bentuk grafiknya adalah sebagai berikut:

$$v = k [A]^0 = k$$

$$k = v$$

$$\text{satuan } k = \text{M/s}$$



Gambar 2.1 Grafik Reaksi Orde Nol

2) Reaksi Orde Satu

Reaksi orde satu adalah reaksi yang menunjukkan hubungan laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi pereaksi, yakni jika konsentrasi pereaksi dinaikkan x kali, maka laju reaksi akan bertambah sebesar x kali. Persamaan laju

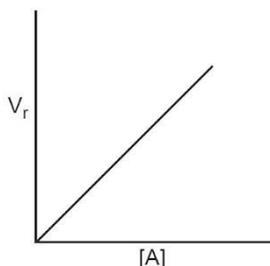
reaksi orde satu dalam bentuk umum dan grafiknya adalah:

$$v = k [A]$$

$$k = \frac{v}{[A]}$$

$$k = \frac{M/s}{M}$$

satuan $k = 1/s = s^{-1}$



Gambar 2.2 Grafik Reaksi Orde Satu

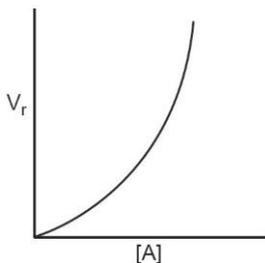
3) Reaksi Orde Dua

Reaksi orde dua adalah reaksi yang menunjukkan hubungan laju reaksi kuadrat dengan konsentrasi pereaksi, yakni jika konsentrasi pereaksi dinaikkan x kali, maka laju reaksi akan bertambah sebesar x^2 kali. Persamaan laju reaksi orde dua dalam bentuk umum dan grafiknya adalah:

$$v = k[A]^2 \text{ atau } v = [A] [B]$$

$$k = \frac{v}{[A]^2}$$

satuan $k = \text{L mol}^{-1} \text{s}^{-1}$



Gambar 2.3 Grafik Reaksi Orde Dua

d. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi

Kecepatan atau laju mengacu pada suatu yang terjadi dalam suatu waktu. Selama reaksi kimia, jumlah reaktan dan produk dari reaksi berubah. Perubahan ini sebagian besar dimanifestasikan oleh perubahan konsentrasi molar (Petrucci, 1987). Kecepatan atau laju reaksi merupakan perubahan konsentrasi reaktan maupun produk per satuan waktu.

Kecepatan reaksi kimia berlangsung cepat atau lambat ditentukan oleh sejumlah faktor. Laju yang berbeda pada setiap jenis reaksi tergantung pada sifat zat, jenis, dan fase yang direaksikan. Laju reaksi suatu reaksi akan

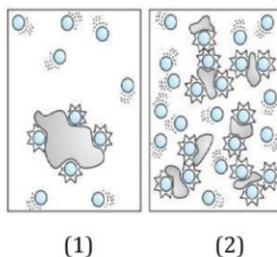
berbeda jika sifat dan jenis zat yang direaksikan berbeda pula.

Laju reaksi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya sebagai berikut:

a. Luas Permukaan

Semakin halus partikel padat, semakin besar luas permukaan total. Pengaruh luas permukaan bidang sentuh pada laju reaksi terjadi apabila pereaksi bercampur atau bersentuhan maka akan terjadi suatu reaksi. Untuk pereaksi heterogen, laju reaksi berpengaruh pada luas permukaan bidang batas yang saling bersentuhan, yaitu laju reaksi akan semakin besar terjadi jika semakin luas permukaan yang bersentuhan.

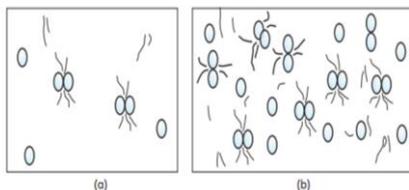
Ketika zat pereaksi bercampur bersama, tumbukan terjadi antara partikel reaksi pada permukaan zat. Laju reaksi dapat ditingkatkan dengan cara memperluas permukaan bidang sentuh zat atau memperkecil ukuran zat pereaksi.



Gambar 2.4 Tumbukan antar partikel (1) permukaan kecil, (2) Tumbukan antar partikel permukaan besar

b. Konsentrasi

Secara umum, reaksi berlangsung lebih cepat dengan meningkatnya konsentrasi zat pereaksi. Zat dengan konsentrasi tinggi mengandung lebih banyak partikel, sehingga partikel lebih rapat daripada zat dengan konsentrasi rendah. Partikel yang tersusun lebih rapat bertabrakan lebih sering daripada partikel yang tersusun lebih renggang, sehingga reaksi lebih mungkin terjadi.



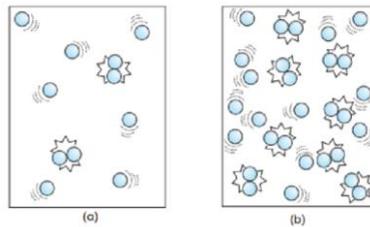
Gambar 2.5 a. Tumbukan yang terjadi pada konsentrasi kecil b. Tumbukan yang terjadi pada konsentrasi besar

c. Tekanan

Reaksi banyak yang berlangsung dalam keadaan wujud gas. Kelanjutan reaksi semacam ini pula dipengaruhi oleh tekanan. Laju reaksi akan meningkat apabila menambahkan tekanan atau dengan mengurangi volume akan meningkatkan konsentrasi.

d. Suhu

Materi memiliki partikel yang selalu bergerak, energi kinetik partikel akan meningkat jika suhu zat ditingkatkan, oleh sebab itu tumbukan antar partikel dapat memiliki energi yang cukup untuk melampaui energi pengaktifan. Hal ini menghasilkan reaksi yang disebabkan lebih banyak tumbukan efektif yang terjadi (**Gambar 2.3**)



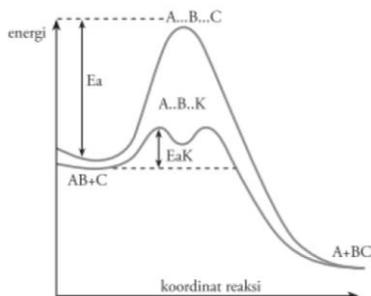
Gambar 2.6 a. Tumbukan antar partikel pada suhu rendah b. Tumbukan antar partikel pada suhu tinggi.

e. Katalis

Katalis (*catalyst*) adalah zat yang meningkatkan laju reaksi kimia tanpa ikut terpakai (Chang, 2005). Katalis dapat bereaksi membentuk zat antara, tetapi akan diperoleh kembali dalam tahap reaksi berikutnya. Dengan demikian, katalis adalah suatu zat yang mempercepat reaksi tanpa dikonsumsi (Sunarya, 2011). Katalis mempercepat reaksi dengan menyediakan serangkaian tahapan elementer dengan kinetika yang lebih baik dibandingkan jika tanpa katalis.

Penambahan katalis adalah membuat jalan baru bagi reaksi dengan energi aktivasi rendah, sebab dengan katalis memungkinkan reaksi terjadi dengan energi aktivasi rendah,

sehingga lebih banyak fraksi molekul yang bertumbukan secara efektif pada suhu normal, dan laju reaksi semakin cepat.



Gambar 2.7 Diagram energi potensial reaksi tanpa katalis dan dengan katalis.

B. Kajian Pustaka

Rizkiana *et al.* (2020) telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik buku petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* serta kelayakan buku petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry*. Hasil penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa rata-rata persentase tingkat kelayakan dari segi penyajian, isi, bahasa, grafik, dan penerapan konsep *green chemistry* dalam buku petunjuk praktikum kimia yang didapatkan adalah 90,1%, atau

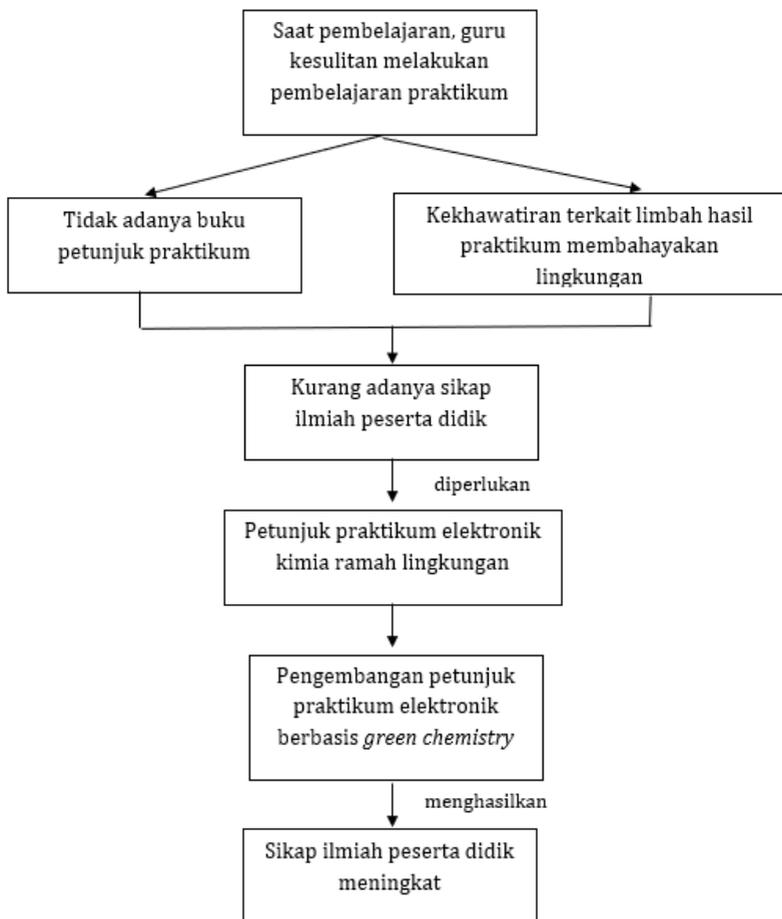
tergolong sangat layak. Hasilnya, produk ini dapat menjadi panduan pada pelaksanaan kegiatan praktikum yang aman bagi peserta didik dan tidak membahayakan lingkungan. Persamaan penelitian yakni sama-sama mengembangkan petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry*, namun karena belum membahas topik laju reaksi sehingga peneliti ini mengembangkan pada topik laju reaksi.

Mastura *et al.* (2017) melakukan penelitian terhadap desain petunjuk praktikum kimia SMA berbasis bahan alam serta mengetahui kelayakan petunjuk praktikum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa petunjuk praktikum kimia SMA berbasis bahan alam layak dan bermanfaat untuk digunakan peserta didik SMA kelas XI. Persentase skor validitas yang diperoleh adalah 72,3% dan persentase skor kelayakan yang diperoleh adalah 72,7%. Manfaat dari penelitian ini untuk meningkatkan pengetahuan dan pengalaman dalam merancang pedoman bagi praktisi kimia, sebagai dasar bagi peneliti untuk lebih mengembangkan penelitian dan pemahaman pengetahuan tentang ilmu Pendidikan khususnya bagi guru kimia. Perbedaan penelitian Mastura *et al.* (2017) dengan peneliti yaitu pada materi.

Muliani *et al.* (2019) melakukan penelitian yang berfokus mengembangkan media pembelajaran berupa LKS POE berorientasi *green chemistry* untuk menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik pada materi asam basa. Data kualitatif berupa saran dan tanggapan perbaikan dari validator. Data kuantitatif berupa hasil validasi kelayakan dan hasil penilaian sikap ilmiah peserta didik dianalisis dengan menggunakan rumus persentase dan hasil respon peserta didik dihitung menggunakan *N-gain*. Validator menilai hasil rata-rata persentase terhadap hasil pengembangan diperoleh 83,2%; 84%; 81,6%; dan 78,93%. Sedangkan respon peserta didik memperoleh skor rata-rata sebesar 0,4 dianalisis menggunakan uji *N-gain* termasuk dalam kategori sedang dan data sikap ilmiah peserta didik diperoleh skor rata-rata sebesar 61% dengan kategori sedang. Hal ini menunjukkan perangkat yang berbasis *green chemistry* efektif meningkatkan sikap ilmiah peserta didik. Persamaan pada penelitian ini ialah sama-sama membahas instrumen yang berbasis *green chemistry* dan sikap ilmiah peserta didik, namun penelitian ini berbeda produk dan materi.

C. Kerangka Berpikir

Permasalahan pada penelitian ini bermula pada saat pembelajaran, guru kesulitan melakukan pembelajaran praktikum karena tidak adanya buku petunjuk praktikum, bahan-bahan kimia yang digunakan sulit didapatkan oleh peserta didik, dan keterbatasan waktu kurikulum belajar mengajar. Hal ini mengakibatkan tidak tercapainya tujuan pembelajaran serta kurangnya adanya sikap ilmiah pada diri peserta didik, sehingga diperlukan petunjuk praktikum yang ramah lingkungan. Peneliti tertarik untuk mengembangkan produk berupa petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* untuk meningkatkan sikap ilmiah peserta didik. Produk ini diciptakan dengan harapan sikap ilmiah peserta didik dapat meningkat.



Gambar 2.8 Kerangka berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini dikembangkan oleh Thiagarajan *et al.* (1974) ialah model 4-D (*Four D*). Model pengembangan ini terdiri dari 4 tahap pengembangan, ialah: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Penelitian ini terbatas hanya sampai tahap ketiga yaitu *develop* (pengembangan), karena waktu yang kurang memungkinkan hingga tahap *disseminate* (penyebaran) dan hal ini menjadi kekurangan dari peneliti.

B. Prosedur Pengembangan

1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Pada tahap *define* (pendefinisian) dilakukan dengan melakukan observasi, wawancara, analisis peserta didik, analisis kompetensi dasar, dan analisis materi. Tahapan ini dilakukan dengan bekerjasama dengan guru SMA N 8 Semarang untuk melakukan analisis kebutuhan petunjuk praktikum, studi literatur, dan praktikum sehingga diperoleh rumusan

tujuan praktikum yang akan dicoba dan mendapatkan materi teoritis dan prosedural yang akan dimuat dalam petunjuk praktikum elektronik.

a. Analisis awal

Dilakukan analisis awal dengan tujuan untuk mengetahui kondisi ketersediaan bahan ajar dan fasilitas di sekolah, pembelajaran kimia di sekolah, serta situasi terkini peserta didik selama berlangsung pembelajaran. Melalui wawancara terhadap guru kimia di SMA Negeri 8 Semarang analisis awal ini dilakukan.

b. Analisis peserta didik

Analisis peserta didik merupakan telaah karakteristik peserta didik terhadap keterampilan, pengetahuan, dan perkembangannya. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui tingkat kemampuan peserta didik yang berbeda-beda.

Tahapan yang perlu didapatkan pada analisis peserta didik diantaranya:

- 1) Pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki peserta didik tentang pembelajaran.
- 2) Karakteristik belajar peserta didik.

- 3) Kompetensi atau kemampuan berpikir yang dibutuhkan peserta didik pada pembelajaran.
- 4) Bentuk pengembangan media pembelajaran yang dibutuhkan peserta didik untuk mengembangkan keterampilannya.

c. Analisis kompetensi dasar

Analisis kompetensi dasar adalah langkah penting dalam menentukan kemampuan atau kompetensi yang dibutuhkan peserta didik. Dengan menganalisis kurikulum 2013, kompetensi dasar dianalisis, kemudian menghasilkan indikator, dan tujuan pembelajaran ditinjau. Oleh karena itu tahap analisis kompetensi dasar dapat dijadikan acuan untuk mengembangkan media dalam pembelajaran.

d. Analisis Materi

Analisis materi adalah bentuk identifikasi terhadap materi supaya relevan dengan media pembelajaran yang dikembangkan. Tujuan dari analisis materi yaitu untuk mengidentifikasi dan mensistematisasikan bagian-bagian utama dari materi yang dipelajari (Cahyadi, 2019).

Tahap analisis materi diperoleh konsep-konsep yang berarti serta aktivitas pada petunjuk praktikum

elektronik yang dikembangkan serta dijadikan dasar pembuatan Draft I Petunjuk Praktikum Elektronik Kimia.

2. Tahap *Design* (Perancangan)

Pada tahap *design* (perancangan) dilakukan membuat rancangan awal komponen petunjuk praktikum yang disebut sebagai draft II. Perancangan komponen- komponen petunjuk praktikum kimia meliputi:

a. Mencari referensi

Kegiatan ini dilakukan dengan mengumpulkan referensi untuk bahan materi dan konten terkait materi laju reaksi yang akan dimuat pada petunjuk praktikum.

b. Pemilihan format

Pemilihan format petunjuk praktikum dilakukan dengan menyusun format awal dari petunjuk praktikum seperti alat dan bahan serta langkah-langkah terkait petunjuk praktikum yang harus dipraktekkan peserta didik. Rancangan awal petunjuk praktikum kimia ini berisikan judul praktikum, daftar isi, kompetensi dasar dan indikator materi, gambaran mengenai petunjuk praktikum berbasis *green chemistry*, lambang dan

simbol peringatan bahaya, tata tertib laboratorium, materi laju reaksi, isi praktikum, latihan mandiri, dan daftar pustaka.

c. Pemilihan aplikasi

Aplikasi untuk merancang petunjuk praktikum elektronik menggunakan media yang dapat diakses secara elektronik sekaligus memperhatikan nilai murah serta dapat dengan mudah dijangkau oleh seluruh peserta didik.

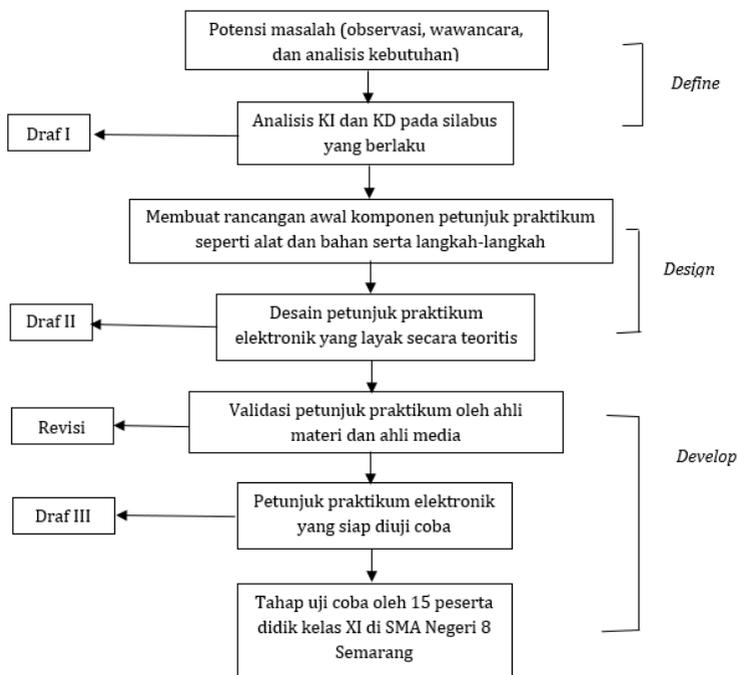
Tahap *design* (perancangan) bertujuan menciptakan (luaran) petunjuk praktikum elektronik kimia draf II yang berlaku secara teoritis.

3. Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap *develop* (pengembangan) dilakukan telaah dan validasi petunjuk praktikum kimia yang tersusun (draf II) berikutnya ditelaah oleh 6 validator adalah ahli materi dan ahli media yang terdiri dari dosen pendidikan kimia serta guru mata pelajaran kimia guna memperoleh masukan dan pendapat. Masukan yang didapat digunakan sebagai bahan perbaikan untuk menyempurnakan petunjuk praktikum kimia draf II menjadi petunjuk praktikum kimia draf III yang siap diuji coba pada peserta didik.

Informasi yang diperoleh dari langkah ini merupakan masukan atau skor ahli materi dan ahli media (validator) terhadap draf II petunjuk praktikum kimia yang dikembangkan.

Petunjuk praktikum kimia draf III berikutnya diberikan 15 peserta didik SMA Negeri 8 Semarang yang sudah menempuh mata pelajaran kimia materi laju reaksi. Tujuan dilakukan hal ini supaya mengenali keterbacaan petunjuk praktikum. Ketentuan 15 peserta didik tersebut yaitu 15 peserta didik pada satu kelas di SMA Negeri 8 Semarang untuk dijadikan skala kecil. Informasi yang diperoleh merupakan respon peserta didik terhadap keterbacaan petunjuk praktikum.



Gambar 3.1 Prosedur Pengembangan

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Data respon peserta didik terhadap penggunaan petunjuk praktikum elektronik dilakukan pada tahap uji coba ini. Uji coba dilakukan pada skala kecil 15 peserta didik SMA Negeri 8 Semarang peminatan IPA yang sudah menempuh materi laju reaksi dengan menggunakan teknik

pengambilan sampel kuota sampling yaitu dengan menentukan sampel dari populasi yang memiliki ciri-ciri tertentu hingga jumlah kuota yang dikehendaki (Affandi dan Diah, 2011).

2. Subjek Coba

Penelitian ini terdapat beberapa subjek coba yang terlibat. Subjek validator ahli merupakan dosen yang telah berpengalaman memvalidasi hasil pengembangan. Selain itu validator ahli juga dilakukan oleh guru mata pelajaran kimia yang ada di SMA Negeri 8 Semarang. Dosen dan guru menilai pengembangan produk yang disusun peneliti secara kualitatif maupun kuantitatif berdasarkan instrumen penilaian angket. Subjek uji coba dilakukan oleh 15 peserta didik di SMA Negeri 8 Semarang kelas XI yang telah menempuh mata pelajaran kimia pada materi laju reaksi supaya mengenali kepraktisan petunjuk praktikum.

D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data berupa dokumentasi, wawancara, serta angket. Di bawah ini adalah uraian tentang instrumen yang digunakan dalam metode pengumpulan data:

1. Instrumen Dokumentasi

Salah satu metode yang digunakan untuk pengumpulan data yaitu instrumen dokumentasi. Dokumentasi merupakan metode guna menemukan data terautentikasi sebagai sebuah dokumentasi, baik informasi itu berbentuk catatan setiap hari, memori ataupun catatan penting lainnya. Ada pula yang diartikan dokumentasi disini sebagai informasi ataupun dokumen tertulis (Basrowi dan Suwandi, 2008). Instrumen ini digunakan pada tahap *define* (pendefinisian).

2. Instrumen Wawancara

Wawancara merupakan kegiatan pengumpulan data dimana responden diajukan pertanyaan secara langsung (Basrowi dan Suwandi, 2008). Instrumen wawancara digunakan sebagai pedoman wawancara untuk mengumpulkan data tentang kondisi SMA, referensi belajar, lembar kerja peserta didik (LKPD), pengelolaan laboratorium SMA, dan ketersediaan alat dan bahan laboratorium SMA, serta penuntun praktikum yang digunakan di SMA.

3. Instrumen Angket

Angket merupakan instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data untuk menguji petunjuk

praktikum yang sudah dikembangkan. Angket adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan menanyakan kepada responden serangkaian pertanyaan yang sudah tertulis untuk dijawab (Sugiyono, 2016). Angket disusun sebagai sejumlah pertanyaan dengan menggunakan tanggapan (kuesioner terstruktur) dengan menggunakan skala likert (4, 3, 2, 1). Angket yang diterapkan pada penelitian ini berupa angket validasi dan angket respon. Angket validasi digunakan untuk para ahli materi dan ahli media untuk mengetahui kelayakan produk. Angket ini terdiri dari 4 kategori:

a. Angket Validasi Ahli Materi

Rubrik penilaian validasi ahli materi diadopsi dari aspek dan indikator Azizah (2017) dan Patmawati (2021) dengan beberapa aspek diantaranya aspek apersepsi, aspek kebahasaan, aspek *green chemistry*, dan aspek pengamatan.

b. Angket Validasi Ahli Media

Rubrik penilaian validasi ahli materi diadopsi dari aspek dan indikator Azizah (2017) dan Patmawati (2021) dengan beberapa aspek diantaranya aspek apersepsi, aspek tampilan

visual, aspek kepenulisan, dan aspek keterbacaan.

c. Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik menampilkan beberapa aspek diantaranya aspek tampilan visual, aspek kepenulisan, aspek keterbacaan, aspek apersepsi, aspek kebahasaan, aspek *green chemistry*, dan aspek pengamatan.

d. Angket Observasi Sikap Ilmiah

Dimensi atau pengelompokkan sikap ilmiah yang digunakan pada penelitian ini menggunakan dimensi sikap ilmiah yang dikembangkan oleh Herlen (1996) dalam (Lestari, 2014) dengan beberapa dimensi sikap ilmiah diantaranya sikap ingin tahu, objektif, berpikir kritis, sikap penemuan dan kreativitas, berpikiran terbuka, ketekunan, dan sikap peka terhadap lingkungan.

E. Teknik Analisis Data

1. Data Penilaian Ahli

Data penilaian ahli diperoleh dari validator dengan mengisi angket, untuk menentukan validitas media pembelajaran yang dikembangkan dilakukan

analisis deskriptif. Pada penelitian ini digunakan rumus Aiken's V untuk memeriksa uji validasi:

$$V = \frac{\sum s}{N(c-1)}$$

$$s = r - lo$$

N = jumlah validator

c = nilai skala tertinggi

r = skor dari validator

lo = nilai skala terendah

(Aiken, 1980)

Hasil perolehan angka V adalah rentang antara 0 sampai dengan 1. Apabila angka V semakin mendekati angka 1 maka semakin tinggi kevalidan media pembelajaran dan juga sebaliknya (Arifin dan Retnawati, 2017).

Rumus V pada penelitian ini digunakan berdasarkan penilaian setiap butir aspek. Jumlah rater sebanyak enam dan lembar validasi berskala empat maka didapatkan nilai indeks Aiken sebesar 0,78 dan angka ini merupakan minimal yang harus terpenuhi agar media dikatakan valid.

2. Data Respon Peserta Didik

Data respon berasal dari respon peserta didik dengan menggunakan uji praktikalitas, hasil uji coba

terhadap peserta didik diperoleh menggunakan rumus persentase (%).

$$P = \frac{S}{SM} \times 100 \%$$

Di mana

P = Persentase Kepraktisan

S = Skor yang diperoleh

SM = Skor Maksimum

Skor yang diperoleh dari nilai kepraktisan media pembelajaran, dapat diubah menjadi kategori pada **Tabel 3.1**

Tabel 3.1 Kriteria Kepraktisan

Persentase (%)	Kategori
$87\% \leq \text{skor} \leq 100\%$	Sangat Praktis
$65\% \leq \text{skor} < 87\%$	Praktis
$43\% \leq \text{skor} < 65\%$	Cukup Praktis
$22\% \leq \text{skor} < 43\%$	Kurang Praktis
$0\% \leq \text{skor} < 22\%$	Tidak Praktis

3. Data Observasi Sikap Ilmiah

Data observasi sikap ilmiah peneliti menganalisis menggunakan rumus persentase:

$$P = \frac{S}{SM} \times 100 \%$$

Di mana

P = Persentase sikap ilmiah

S = Skor yang diperoleh

SM = Skor Maksimum.

Dari perhitungan menggunakan rumus di atas dihasilkan data dalam persen (%), skor klasifikasi tersebut kemudian diubah menjadi klasifikasi sebagai persentase pada **Tabel 3.2**

Tabel 3.2 Nilai Kriteria Sikap Ilmiah

Persentase (%)	Kategori
$86\% \leq \text{skor} \leq 100\%$	Sangat Baik
$64\% \leq \text{skor} < 86\%$	Baik
$43\% \leq \text{skor} < 64\%$	Cukup Baik
$21\% \leq \text{skor} < 43\%$	Kurang Baik
$0\% \leq \text{skor} < 21\%$	Tidak Baik

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Produk yang dibuat dari penelitian ini adalah petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* materi laju reaksi. Adanya petunjuk praktikum dirancang mengharapkan peserta dapat mempelajari dua hal sekaligus dengan adanya ini, ialah melakukan praktikum kimia serta menerapkan prinsip *green chemistry*.

Penelitian dan pengembangan ini mengacu pada Thiagarajan *et al.* (1974) ialah model 4-D (*Four D*). Terdapat beberapa proses dan tahapan yang dilakukan pada model 4D ialah: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Penelitian ini hanya sampai tahap ketiga yaitu *develop* (pengembangan), karena waktu yang kurang memungkinkan hingga tahap *disseminate* (penyebaran). Tahapan yang sesuai model pengembangan diatas dilakukan yakni:

1. *Define* (pendefinisian)

Tahap *define* (pendefinisian) dilakukan dengan melakukan wawancara dan observasi bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran

kimia. Analisis dibagi dalam beberapa tahap yang dilakukan yaitu:

a. Analisis awal

Analisis ini dimulai dengan melakukan studi pendahuluan di SMA Negeri 8 Semarang. Observasi dilakukan dengan wawancara kepada guru seperti dilampirkan pada **Lampiran 1**. Data yang diperoleh ketika observasi diantaranya sebagai berikut:

- 1) Ketika pembelajaran praktikum peserta didik tidak mendapatkan buku petunjuk praktikum kimia namun hanya mendapat lembar langkah kerja yang diberikan guru ketika praktikum berlangsung.
- 2) Pembelajaran praktikum jarang dilaksanakan karena keterbatasan waktu pembelajaran.
- 3) Peserta didik kurang mengetahui tata cara praktikum dan tata tertib laboratorium ketika pelaksanaan praktikum kimia sehingga tujuan pembelajaran tidak terpenuhi.
- 4) Peserta didik kurang mengetahui cara membuang limbah yang tepat, sifat-sifat bahan kimia, serta pentingnya keselamatan kerja pada proses praktikum berlangsung.

Berdasarkan analisis awal maka peneliti memutuskan untuk merancang produk yang dapat membantu guru dan peserta didik ketika proses kegiatan pembelajaran praktikum.

b. Analisis peserta didik

Tahap ini dimaksudkan guna mengetahui gambaran, karakteristik, serta kemampuan peserta didik. Analisis peserta didik dapat dilakukan dengan observasi mengamati proses kegiatan belajar mengajar untuk menemukan berbagai permasalahan yang dapat dijadikan objek penelitian. Analisis menghasilkan bahwa:

- 1) Ketika observer bertanya mengenai pendapat peserta didik tentang pelajaran kimia, banyak siswa yang menjawab kurang menyenangkan pelajaran kimia karena menganggap kimia sulit.
- 2) Peserta didik cenderung suka mengeluh ketika menghadapi mata pelajaran kimia apalagi ketika diberi tugas latihan.
- 3) Beberapa peserta didik kurang percaya diri ketika proses belajar terlihat sikap peserta didik saat pembelajaran, malu-malu untuk bertanya dan menyampaikan pendapat.

- 4) Kurangnya kedisiplinan peserta didik ketika melakukan pembelajaran terlihat dari beberapa peserta didik menunda-nunda untuk mengumpulkan PR atau latihan soal.
- 5) Peserta cenderung cukup aktif ketika diajarkan materi sederhana seperti senyawa hidrokarbon, namun sampai pada materi cukup sulit kategori perhitungan seperti termokimia dan laju reaksi peserta didik cenderung lambat memahaminya.
- 6) Jika dilakukan praktikum di laboratorium peserta didik sangat tertarik.

Berdasarkan analisis peserta didik, peneliti memutuskan untuk membuat perangkat pembelajaran berupa petunjuk praktikum elektronik kimia praktis yang menawarkan pengembangan konseptual aturan laboratorium hingga lembar pengamatan.

c. Analisis kompetensi dasar

Tahap analisis kompetensi dasar adalah menganalisis kompetensi dasar yang sesuai dengan silabus kurikulum 2013. Adapun

kompetensi dasar (KD) yang perlu dicapai oleh peserta didik pada materi laju reaksi sebagai berikut:

4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi.

Berdasarkan KD yang telah dipaparkan, kemudian peneliti menentukan indikator dan tujuan yang perlu dicapai. Indikator tersebut diantaranya:

4.7.1 Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

4.7.2 Melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

4.7.3 Menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

Tujuan pembelajaran yang dicapai diantaranya sebagai berikut:

1) Peserta didik dapat melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dengan benar.

- 2) Peserta didik dapat menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan data dengan benar.
 - 3) Peserta didik dapat menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi setelah melakukan percobaan dengan benar.
- d. Analisis materi

Tahap analisis materi yaitu menganalisis materi yang sesuai dengan analisis kompetensi dasar. Petunjuk praktikum membahas materi laju reaksi yang dipelajari di kelas X semester ganjil. Beberapa materi yang dibahas pada petunjuk praktikum ini diantaranya:

- 1) Pengertian laju reaksi
- 2) Hukum laju reaksi
- 3) Faktor-faktor laju reaksi
- 4) Teori tumbukan
- 5) Praktikum pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi
- 6) Praktikum pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi
- 7) Praktikum pengaruh suhu terhadap laju reaksi
- 8) Praktikum pengaruh katalis terhadap laju reaksi

Berdasarkan analisis KD dan materi maka praktikum laju reaksi berbasis *green chemistry* dirancang sebagai berikut:

1) Praktikum pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi

Praktikum pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi sesuai dengan KD 4.7 merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi. Khususnya sesuai dengan indikator 4.7.2 melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Bagian dalam isi praktikum memuat apersepsi, tujuan praktikum, alat dan bahan, cara kerja, lembar pengamatan, pertanyaan, kolom kesimpulan hasil pengamatan, dan informasi bahan.

Aspek apersepsi pada praktikum bertujuan untuk memotivasi peserta didik sebelum melakukan praktikum, apersepsi diharapkan dapat memunculkan dimensi sikap ilmiah peserta didik yaitu sikap ingin tahu. Tujuan praktikum ini adalah peserta didik dapat mengamati pengaruh

konsentrasi terhadap laju reaksi sesuai indikator 4.7.2.

Aspek *green chemistry* pada praktikum ini adalah dengan menggunakan alat dan bahan yang aman, mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Alat dan bahan yang digunakan pada praktikum ini yaitu botol air mineral kosong, balon karet, corong kaca, *stopwatch*, asam cuka, soda kue, dan aquades. Praktikum ini menerapkan prinsip mencegah timbulnya limbah sehingga pada isi praktikum ditambahkan informasi bahan untuk menjelaskan bahan yang digunakan terkait aspek *green chemistry*.

Cara kerja yang digunakan pada kegiatan praktikum dibuat supaya aman bagi peserta didik agar menerapkan prinsip *green chemistry* meminimalisir potensi kecelakaan. Setelah proses cara kerja di dalam isi praktikum terdapat pengingat supaya peserta didik membersihkan alat yang telah digunakan, mengembalikan ke tempatnya, dan membuat limbah pada tempatnya, diharapkan dapat memunculkan sikap ilmiah peserta didik pada dimensi sikap peka terhadap lingkungan. Aspek lembar pengamatan terdapat

tabel pengamatan dan pertanyaan supaya peserta didik dapat menganalisis hasil percobaan yang telah dilakukan, diharapkan dapat memunculkan sikap ilmiah dimensi sikap berpikir kritis dan sikap penemuan dan kreativitas. Kolom kesimpulan hasil pengamatan bertujuan supaya peserta didik dapat menuliskan kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan sesuai dengan KD 4.7.3 menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

2) Praktikum pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi

Praktikum pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi sesuai dengan KD 4.7 khususnya sesuai dengan indikator 4.7.2 melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Bagian dalam isi praktikum memuat apersepsi, tujuan praktikum, alat dan bahan, cara kerja, lembar pengamatan, pertanyaan, kolom kesimpulan hasil pengamatan, dan informasi bahan.

Aspek apersepsi pada praktikum bertujuan untuk memotivasi peserta didik sebelum

melakukan praktikum, apersepsi diharapkan dapat memunculkan dimensi sikap ilmiah peserta didik yaitu sikap ingin tahu. Tujuan praktikum ini adalah peserta didik dapat mengamati pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi sesuai indikator 4.7.2.

Aspek *green chemistry* pada praktikum ini adalah dengan menggunakan alat dan bahan yang aman, mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Alat dan bahan yang digunakan pada praktikum ini adalah gelas beker, gelas ukur, lumpang alu, *stopwatch*, tablet *effervencent*, dan aquades. Praktikum ini menerapkan prinsip mencegah timbulnya limbah sehingga pada isi praktikum ditambahkan informasi bahan untuk menjelaskan bahan yang digunakan terkait aspek *green chemistry*.

Cara kerja yang digunakan pada kegiatan praktikum dibuat supaya aman bagi peserta didik agar menerapkan prinsip *green chemistry* meminimalisir potensi kecelakaan. Setelah proses cara kerja di dalam isi praktikum terdapat pengingat supaya peserta didik membersihkan alat yang telah digunakan, mengembalikan ke

tempatny, dan membuat limbah pada tempatny, diharapkan dapat memunculkan sikap ilmiah peserta didik pada dimensi sikap peka terhadap lingkungan. Aspek lembar pengamatan terdapat tabel pengamatan dan pertanyaan supaya peserta didik dapat menganalisis hasil percobaan yang telah dilakukan, diharapkan dapat memunculkan sikap ilmiah dimensi sikap berpikir kritis dan sikap penemuan dan kreativitas. Kolom kesimpulan hasil pengamatan bertujuan supaya peserta didik dapat menuliskan kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan sesuai dengan KD 4.7.3 menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

3) Praktikum pengaruh suhu terhadap laju reaksi

Praktikum pengaruh suhu terhadap laju reaksi sesuai dengan KD 4.7 khususnya sesuai dengan indikator 4.7.2 melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Bagian dalam isi praktikum memuat apersepsi, tujuan praktikum, alat dan bahan, cara kerja, lembar pengamatan, pertanyaan, kolom

kesimpulan hasil pengamatan, dan informasi bahan.

Aspek apersepsi pada praktikum bertujuan untuk memotivasi peserta didik sebelum melakukan praktikum, apersepsi diharapkan dapat memunculkan dimensi sikap ilmiah peserta didik yaitu sikap ingin tahu. Tujuan praktikum ini adalah peserta didik dapat mengamati pengaruh suhu terhadap laju reaksi sesuai indikator 4.7.2.

Aspek *green chemistry* pada praktikum ini adalah dengan menggunakan alat dan bahan yang aman, mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Alat dan bahan yang digunakan pada praktikum ini adalah gelas beker, gelas ukur, tabung reaksi, pipet tetes, pembakar spiritus, termometer, *stopwatch*, larutan vitamin C, larutan iodium, aquades, larutan hidrogen peroksida 3%, larutan kanji. Praktikum ini menerapkan prinsip mencegah timbulnya limbah sehingga pada isi praktikum ditambahkan informasi bahan untuk menjelaskan bahan yang digunakan terkait aspek *green chemistry*.

Cara kerja yang digunakan pada kegiatan praktikum dibuat supaya aman bagi peserta didik

agar menerapkan prinsip *green chemistry* meminimalisir potensi kecelakaan. Setelah proses cara kerja di dalam isi praktikum terdapat pengingat supaya peserta didik membersihkan alat yang telah digunakan, mengembalikan ke tempatnya, dan membuat limbah pada tempatnya, diharapkan dapat memunculkan sikap ilmiah peserta didik pada dimensi sikap peka terhadap lingkungan. Aspek lembar pengamatan terdapat tabel pengamatan dan pertanyaan supaya peserta didik dapat menganalisis hasil percobaan yang telah dilakukan, diharapkan dapat memunculkan sikap ilmiah dimensi sikap berpikir kritis dan sikap penemuan dan kreativitas. Kolom kesimpulan hasil pengamatan bertujuan supaya peserta didik dapat menuliskan kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan sesuai dengan KD 4.7.3 menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

4) Praktikum pengaruh katalis terhadap laju reaksi

Praktikum pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi sesuai dengan KD 4.7 khususnya sesuai dengan indikator 4.7.2 melakukan percobaan

faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Bagian dalam isi praktikum memuat apersepsi, tujuan praktikum, alat dan bahan, cara kerja, lembar pengamatan, pertanyaan, kolom kesimpulan hasil pengamatan, dan informasi bahan.

Aspek apersepsi pada praktikum bertujuan untuk memotivasi peserta didik sebelum melakukan praktikum, apersepsi diharapkan dapat memunculkan dimensi sikap ilmiah peserta didik yaitu sikap ingin tahu. Tujuan praktikum ini adalah peserta didik dapat mengamati pengaruh katalis terhadap laju reaksi sesuai indikator 4.7.2.

Aspek *green chemistry* pada praktikum ini adalah dengan menggunakan alat dan bahan yang aman, mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Alat dan bahan yang digunakan pada praktikum ini adalah gelas beker, gelas ukur, pipet tetes, *stopwatch*, larutan hidrogen peroksida 3%, ragi. Praktikum ini menerapkan prinsip mencegah timbulnya limbah sehingga pada isi praktikum ditambahkan informasi bahan untuk menjelaskan bahan yang digunakan terkait aspek *green chemistry*.

Cara kerja yang digunakan pada kegiatan praktikum dibuat supaya aman bagi peserta didik agar menerapkan prinsip *green chemistry* meminimalisir potensi kecelakaan. Setelah proses cara kerja di dalam isi praktikum terdapat pengingat supaya peserta didik membersihkan alat yang telah digunakan, mengembalikan ke tempatnya, dan membuat limbah pada tempatnya, diharapkan dapat memunculkan sikap ilmiah peserta didik pada dimensi sikap peka terhadap lingkungan. Aspek lembar pengamatan terdapat tabel pengamatan dan pertanyaan supaya peserta didik dapat menganalisis hasil percobaan yang telah dilakukan, diharapkan dapat memunculkan sikap ilmiah dimensi sikap berpikir kritis dan sikap penemuan dan kreativitas. Kolom kesimpulan hasil pengamatan bertujuan supaya peserta didik dapat menuliskan kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan sesuai dengan KD 4.7.3 menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

Keseluruhan tahap analisis yang telah dilakukan menjadi dasar untuk melaksanakan tahap selanjutnya yaitu tahap *design* (perancangan).

2. *Design* (perancangan)

Tahap *design* yaitu terdiri dari perancangan produk pengembangan petunjuk praktikum Tahapan yang dilakukan dalam melakukan perancangan produk diantaranya:

- a. Mengumpulkan referensi dan juga konten guna keperluan bahan materi yang ada hubungannya dengan materi laju reaksi yang termasuk pada materi yang akan dipelajari. Peneliti mengumpulkan literatur *review* melalui jurnal dan buku penelitian. Peneliti juga mengumpulkan aspek visual yang bersumber *online* digunakan dalam pengembangan petunjuk praktikum.
- b. Memilih kriteria format *layout*, cover, isi, dan karakteristik petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry*.

KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

Revisi 2013/2014

1. Mengetahui dan memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.

2. Mengetahui dan memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.

3. Mengetahui dan memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.

4. Mengetahui dan memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.

5. Mengetahui dan memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.



Bagian kompetensi dan indikator berisi kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran sesuai materi yang akan dibahas.

PETUNJUK PRAKTIKUM BERBASIS GREEN CHEMISTRY

Untuk mencapai tujuan pembelajaran, maka pada saat praktikum ini diharapkan mahasiswa dapat memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.

1. Mengetahui dan memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.

2. Mengetahui dan memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.

3. Mengetahui dan memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.

4. Mengetahui dan memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.

5. Mengetahui dan memahami konsep dasar kimia sebagai ilmu yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi.



Bagian ini berisi penjelasan tentang petunjuk praktikum berbasis green chemistry.

LAMBANG DAN SIMBOL ZEROWASTE	
	1. Mudah terbakar
	2. Korosif
	3. Beracun
	4. Mudah meledak
	5. Pengoksidasi
	6. Bahaya kesehatan

Bagian ini merupakan penjelasan lambang dan simbol bahaya kimia.

- TATA TERTIB LABORATORIUM**
1. Menjaga kebersihan dan ketertarikan di laboratorium
 2. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 3. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 4. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 5. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 6. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 7. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 8. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 9. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 10. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 11. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 12. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 13. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 14. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 15. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 16. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 17. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 18. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 19. Menjaga keselamatan diri dan orang lain
 20. Menjaga keselamatan diri dan orang lain



Bagian ini berisi tata tertib laboratorium

MATERI LAJU REAKSI

4. Teori Laju Reaksi

1. Laju Reaksi adalah perubahan konsentrasi zat-zat pereaksi atau hasil reaksi per satuan waktu dan volume.

2. Laju Reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi pereaksi, suhu, luas permukaan kontak, dan katalis.

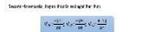
3. Laju Reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi pereaksi, suhu, luas permukaan kontak, dan katalis.

4. Laju Reaksi dipengaruhi oleh konsentrasi pereaksi, suhu, luas permukaan kontak, dan katalis.

PERALATAN DAN BAHAN

1. Botol Reaksi 250 ml
2. Botol Reaksi 100 ml
3. Botol Reaksi 50 ml
4. Botol Reaksi 25 ml
5. Botol Reaksi 10 ml
6. Botol Reaksi 5 ml
7. Botol Reaksi 2 ml
8. Botol Reaksi 1 ml

1. H₂O₂ 3%
2. H₂O₂ 6%
3. H₂O₂ 12%
4. H₂O₂ 24%
5. H₂O₂ 48%
6. H₂O₂ 96%
7. H₂O₂ 192%
8. H₂O₂ 384%



PROSEDUR

1. Siapkan alat dan bahan.

2. Ukur volume pereaksi yang akan digunakan.

3. Ukur waktu yang diperlukan untuk terjadinya perubahan warna.

4. Ulangi percobaan dengan konsentrasi pereaksi yang berbeda.

5. Catat hasil pengamatan.

1. H₂O₂ 3%
2. H₂O₂ 6%
3. H₂O₂ 12%
4. H₂O₂ 24%
5. H₂O₂ 48%
6. H₂O₂ 96%
7. H₂O₂ 192%
8. H₂O₂ 384%

DATA PENGAMATAN

Konsentrasi H ₂ O ₂ (%)	Waktu Reaksi (s)
3	...
6	...
12	...
24	...
48	...
96	...
192	...
384	...

Bagian materi laju reaksi merupakan penjelasan materi apa saja yang dibahas pada laju reaksi.

Bagian isi praktikum berisi apersepsi, tujuan, alat dan bahan, cara kerja, lembar pengamatan.



Memakai dasi, sarung dalam waktu istirahat
(tidak boleh keluar dari laboratorium)

Orang-orang yang terdapat dalam waktu istirahat
haruslah menggunakan sarung lab.

Haruslah diawasi oleh guru kimia
dalam waktu istirahat.

Bagian latihan mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

Asmadi, P. (2010). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Asmadi, P. (2011). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Asmadi, P. (2012). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Asmadi, P. (2013). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Asmadi, P. (2014). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Asmadi, P. (2015). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Asmadi, P. (2016). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Asmadi, P. (2017). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Asmadi, P. (2018). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Asmadi, P. (2019). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Asmadi, P. (2020). *Kimia Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cendekia.

Bagian daftar pustaka

Gambar 4.1 Karakteristik petunjuk praktikum elektronik

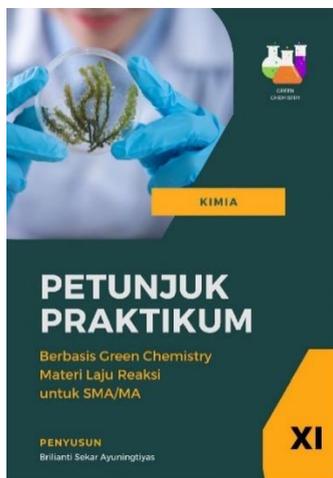
- c. Mencocokkan dengan indikator pencapaian hasil belajar dengan tujuan pembelajaran yang tepat dalam proses membuat petunjuk praktikum kimia.
- d. Pemilihan aplikasi pendukung dalam pembuatan produk penelitian ini menggunakan *Microsoft Word* untuk membantu penyusunan tata letak isi petunjuk praktikum. Selain itu juga menggunakan *corel draw* untuk mendesain cover. Kemudian untuk menghasilkan petunjuk praktikum

elektronik peneliti menggunakan aplikasi *AnyFlip* yang merupakan sebuah platform yang dapat membuat buku digital mampu mengubah pdf menjadi *FlipBook* sehingga dapat dibuka melalui *smartphone, laptop, dan komputer*.

3. *Develop* (pengembangan)

Kegiatan dalam tahapan *develop* merupakan tahapan bertujuan mengembangkan keseluruhan produk media pembelajaran yang pada tahap sebelumnya sudah dirancang. Adapun hasil penyusunan petunjuk praktikum meliputi:

- a. Cover yang memuat judul, identitas, dan lainnya.



Gambar 4. 2Cover

b. Redaksi

Redaksi berisi informasi penyusun, judul, pembimbing, prodi, dan fakultas.



Gambar 4.3 Redaksi

c. Daftar isi

Daftar isi berisi informasi halaman yang memudahkan peserta didik menemukan halaman tertentu pada petunjuk praktikum elektronik.

<u>DAFTAR ISI</u>	
REDAKSI	i
DAFTAR ISI	ii
KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR	iii
PE FUNDUS PRAKTIKUM BERBASIS GREEN CHEMISTRY	iv
LAMBUK DAN SINGKATAN POKOKGAMBAR BARAYA	v
LATA YERTEH LAHORATFORIUM	vi
MATERI LAJU REAKSI	i
PRAKTIKUM 1	6
PRAKTIKUM 2	9
PRAKTIKUM 3	13
PRAKTIKUM 4	17
DAFTAR PUSTAKA	17



Gambar 4.4 Daftar isi

- d. Kompetensi dasar dan indikator
Bagian ini berisi kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran materi laju reaksi.

KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR	
Kompetensi Dasar	<p>4.7 Menganalisis masalah dan mengupayakan serta mengaitkan hasil percobaan. Gali dan pahami yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi.</p>
Indikator	<p>4.7.1 Menyebutkan, menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.</p> <p>4.7.2 Menganalisis dan menjelaskan hasil percobaan laju reaksi yang mempengaruhi laju reaksi.</p> <p>4.7.3 Menganalisis dan menjelaskan hasil percobaan laju reaksi yang mempengaruhi laju reaksi.</p>
Tujuan Pembelajaran	<p>4.7.1 Peserta didik dapat menjelaskan permasalahan percobaan laju reaksi yang mempengaruhi laju reaksi dengan benar.</p> <p>4.7.2 Peserta didik dapat menganalisis, menjelaskan, faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan data yang benar.</p> <p>4.7.3 Peserta didik dapat menganalisis data-data yang mempengaruhi laju reaksi untuk menjelaskan percobaan dengan benar.</p>



Gambar 4.5 Kompetensi dan indikator

- e. Sekilas tentang petunjuk praktikum berbasis *green chemistry*
Berisi penjelasan tentang petunjuk praktikum berbasis *green chemistry* dan prinsip *green chemistry*.

PETUNJUK PRAKTIKUM BERBASIS GREEN CHEMISTRY

E-book petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* ini dikembangkan berdasarkan dua belas prinsip *green chemistry* yang dikembangkan oleh Anastas dan Warner (1996). *E-book* berisi praktikum praktikum kimia sederhana topik laju reaksi dengan menggunakan bahan-bahan kimia yang tidak berbahaya dan ramah lingkungan. Menurut Anastas dan Warner (1998) *green chemistry* merupakan suatu konsep teknologi inovatif yang bertujuan mengurangi penggunaan prosedur bahan kimia berbahaya serta peabahaya dan penggunaan produk kimia. Tujuan dari *green chemistry* adalah mengurangi limbah, meminimisir penggunaan bahan-bahan kimia yang berbahaya, mengurangi penggunaan energi dan sumber daya alam tidak terbarukan, dan menggunakan bahan kimia secara efisien. Wintny *green chemistry* bisa dilakukan sebagai salah satu upaya untuk sadar lingkungan (Mina et al., 2021). Prinsip-prinsip *green chemistry* yang bisa diterapkan terdiri dari 12 prinsi, yaitu:

1. Mencegah timbulnya limbah dalam proses
2. Merancang produk kimia yang aman
3. Merancang proses status yang aman
4. Menggunakan bahan-bahan yang dapat terbiodekasi
5. Menggunakan katalis
6. Merancang derivatisasi dan modifikasi selektif dalam reaksi kimia
7. Memaksimalkan atom ekonomi
8. Menggunakan pelarut yang aman
9. Menghindari suhu ekstrim energi dalam reaksi
10. Merancang bahan kimia yang mudah terdegradasi
11. Penggunaan metode analitis secara langsung untuk mengurangi polusi
12. Meningkatkan potensi keselamatan



Gambar 4.6 Petunjuk praktikum berbasis *green chemistry*

f. Lambang dan simbol bahaya

Bagian ini berisi simbol peringatan bahaya beserta artinya serta keterangannya supaya peserta didik belajar simbol yang biasa terdapat dalam bahan kimia.

LAMBAK DAN SIMBOL PERINGATAN BAHAYA			
No	Simbol	Bahaya	Keterangan
1		Meledak berbahaya	Hal yang mudah terbakar. Mudah terbakar, terutama saat dipanaskan.
2		Korosi	Korosi terhadap logam. Sangat korosif terhadap kulit. Sangat korosif terhadap logam. Sangat korosif terhadap logam. Sangat korosif terhadap logam.
3		Bersakit/iritasi	Bersakit terhadap kulit saat terdapat.
4		Merusak kesehatan	Merusak kesehatan saat terdapat. Merusak kesehatan saat terdapat. Merusak kesehatan saat terdapat. Merusak kesehatan saat terdapat.
5		Keracunan	Bersakit terhadap kulit saat terdapat.

	Meledak berbahaya	Bahan yang mudah terbakar yang dapat meledak saat dipanaskan, terutama saat dipanaskan.
	Propaganda/berbahaya	Bahan yang mudah terbakar yang dapat meledak saat dipanaskan, terutama saat dipanaskan.
	Perusakan lingkungan	Bahan yang dapat merusak lingkungan, terutama saat dipanaskan.

lihatlah www.kemkominfo.go.id

Gambar 4.7 Lambang dan simbol bahaya

g. Tata tertib laboratorium

Bagian ini berisi penjelasan tentang tata tertib laboratorium.

- TATA TERTIB LABORATORIUM**
- Untuk meningkatkan keselamatan kerja dan terdapat keselamatan dan kesehatan saat anda bekerja di laboratorium, perlu diadopsi peraturan dibawah ini. Berikut ini uraian aturan dasar tata tertib di laboratorium dan tata tertib laboratorium.
1. Berada dalam lingkungan kerja yang aman.
 2. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 3. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 4. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 5. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 6. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 7. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 8. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 9. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 10. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 11. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 12. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 13. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 14. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 15. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 16. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 17. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 18. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 19. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.
 20. Melakukan pekerjaan dengan hati-hati dan teliti.



Gambar 4.8 Tata tertib laboratorium

h. Materi laju reaksi

Bagian ini berisi penjelasan yang dibahas pada materi laju reaksi, dapat dilihat pada **Gambar 4.9**

MATERI LAJU REAKSI

A. Pengertian Laju Reaksi



Laju reaksi dipaparkan sebagai keberagaman jumlah pereaksi untuk tiap satuan waktu atau bertambahnya jumlah hasil reaksi untuk tiap satuan waktu. Reaksi kimia merupakan perubahan dari suatu pereaksi (reaktan) menjadi hasil reaksi (produk) yang dipaparkan dengan persamaan reaksi yaitu (Sudarmo dan Saub, 2014).

Pereaksi (reaktan) → Hasil reaksi

Laju reaksi dapat dipaparkan sebagai keberagaman jumlah pereaksi untuk tiap satuan waktu atau bertambahnya jumlah hasil reaksi untuk tiap satuan waktu (Sudarmo, 2014). Satuan laju reaksi dinyatakan dalam satuan mol/liter-detik.

Rumus:

$A + B \rightarrow C$

Dari reaksi di atas bisa kita katakan bahwa konsentrasi zat A dan konsentrasi zat B selalu lama kelamaan berkurang, sedangkan pada konsentrasi zat C semakin lama semakin bertambah.

Secara matematis, dapat ditulis sebagai berikut:

$$V_A = -\frac{d[A]}{dt}, V_B = -\frac{d[B]}{dt}, V_C = \frac{d[C]}{dt}$$

B. Hukum Laju Reaksi

Hukum laju reaksi adalah hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi awal zat-zat pereaksi. Untuk reaksi:

$aA + bB \rightarrow cC + dD$

Hukum laju reaksi dinyatakan sebagai:

Laju reaksi = $k[A]^x[B]^y$

k = tetapan laju reaksi
x = orde reaksi terhadap pereaksi A
y = orde reaksi terhadap pereaksi B
k merupakan tetapan laju reaksi yang nilainya tetap pada suhu tetap. Artinya, jika reaksi dilakukan pada suhu yang sama, nilai tetapan laju reaksi akan sama. [A] merupakan konsentrasi awal A dan [B] merupakan konsentrasi awal B sedangkan x adalah tingkat reaksi atau orde reaksi terhadap A dan y adalah tingkat reaksi atau orde reaksi terhadap B. Jadi laju (v_x) dituntut dengan tingkat reaksi total atau orde reaksi total.

Gambar 4.9 Materi laju reaksi

i. Isi praktikum

Isi dari materi praktikum mencakup apersepsi, tujuan praktikum, alat dan bahan, cara kerja.

PRAKTIKUM 1
Pengaruh Konsentrasi terhadap Laju Reaksi

A. Apersepsi

Bermilah kalian memikirkan peristiwa seperti gambar 4 di bawah ini? Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menemukan benda-benda yang mengandung logam besi seperti pagar halaman, paku, paku, karpet, dan berbagai jenis peralatan, namun adanya kecenderungan perkaratan pada logam besi tersebut adalah sama: karat yang paling banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah perkaratan pada besi.



Gambar 5. Paku berkarat dan paku yang tidak rusak berkarat.
(sumber: iktibumemo.com)

Tidakkah kalian paku yang disimpan di udara terbuka akan lebih mudah berkarat dibanding paku yang disimpan pada wadah tertutup?

Terdapat dua hal yang bisa menyebabkan besi menjadi berkarat yaitu oksigen dan air. Kalau saja oksigen, paku yang dibersihkan di luar ruangan dan sering terpapar udara akan lebih mudah berkarat jika dibandingkan dengan paku yang tidak terkena udara dan air. Hal ini disebabkan karena konsentrasi oksigen di udara terbuka lebih besar dibanding konsentrasi oksigen di wadah tertutup.

B. Tujuan Praktikum

1. Peserta didik dapat mengamati pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi.
2. Peserta didik dapat mengamati reaksi zat-zat: natrium bikarbonat dan asam cuka.

C. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
➤ 2 buah botol air mineral kosong	➤ Asam cuka (CH ₃ COOH) 4% RL
➤ 2 balon karet	➤ Soda kawi / Natrium Bikarbonat (NaHCO ₃) 5% gram
➤ Corong kaca	➤ Aquades
➤ Stopwatch	

4

Gambar 4.10 Isi praktikum

D. Cara Kerja

1. Siapkan 3 balon karet diberi label A, B, dan C.
2. Masukkan 3 gram soda kue ke dalam balon karet A, 2 gram soda kue ke dalam balon karet B, 1 gram soda kue ke dalam balon karet C.
3. Siapkan 3 buah botol air mineral kosong dan diberi label A, B dan C.
4. Masukkan 15 ml. larutan asam cuka ke dalam masing-masing botol.
5. Tambahkan 10 ml. aquades ke dalam masing-masing botol.
6. Ratakan balon pada ujung botol.
7. Masukkan soda kue ke dalam botol secara bersamaan.
8. Catat waktu reaksi dari masing-masing reaksi pada setiap botol.



Gambar 4.11 Cara kerja

j. Lembar pengamatan

Bagian ini berisi data pengamatan, pertanyaan, dan kolom kesimpulan hasil pengamatan yang harus diisi peserta didik ketika praktikum.

E. Lembar Pengamatan

Perubahan	Soda kue (sakarosa)	Asam cuka (CH ₃ COOH)	Waktu Reaksi (detik)	Hasil Pengamatan
A	3 gram	15 mL		
B	2 gram	15 mL		
C	1 gram	15 mL		

7

Gambar 4.12 Lembar pengamatan

Pertanyaan

1. Apa yang terjadi ketika soda kue ditambahkan pada asam cuka?

2. Rakor mana yang lebih cepat membakar?

3. Tuliskan reaksi yang terjadi pada percobaan (tuliskan setara asam cuka (CH₃COOH) dengan natrium bikarbonat (NaHCO₃)).

4. Setelah melakukan percobaan, bagaimana pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi?

5. Setelah membaca prinsip prinsip green chemistry (bahaman iv), jelaskan konsep green chemistry pada praktikum yang telah dilakukan!

Kesimpulan hasil pengamatan

Gambar 4.13 Pertanyaan dan kolom kesimpulan

k. Latihan mandiri

Latihan mandiri dibuat untuk membantu peserta didik mengembangkan pengetahuan mengenai praktikum laju reaksi di lingkungan sekitar. Bagian latihan mandiri dapat dilihat pada **Gambar 4.14**

Kesimpulan hasil pengamatan

LATHAN MANDIRI

Di bawah ini terdapat berbagai fenomena yang menerapkan konsep laju reaksi baik dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam bidang industri. Jelaskan faktor-faktor yang mendasari penerapan konsep laju reaksi pada fenomena di bawah ini!

	Pengawetan makanan menggunakan freezer.
	Proses pengaliran besi lebih cepat di udara terbuka.

	Penambahan daun papaya dalam proses memasak daging, membuat daging lebih empuk.
	Enzim amilase yang terdapat dalam saliva (ludah) membantu mempercepat proses pencernaan.
	Penambahan serbuk nikel pada proses hidrogenasi pembuatan margarin.

19
20

Gambar 4.14 Latihan Mandiri

l. Daftar pustaka

Daftar pustaka memuat sumber serta rujukan dalam penyusunan produk, dapat dilihat pada **Gambar 4.15**

DAFTAR PUSTAKA

- Anastas, P. T. dan Warner, J. C. (1998) *Green Chemistry: Theory and Practice*. University Press New York, 1998, Oxford University Press, Oxford: Oxford University Press.
- Eduka, T. M. (2020) *Strategi & Bank Soal HOTS Kimia*. Sidoarjo: Genta Group Production.
- Idrus, S. W. Al et al. (2021) "Sosialisasi Prinsip Green Chemistry untuk Mengalihkan Persepsi Akan Bahaya Limbah Kimia Terhadap Lingkungan pada Mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia FKIP (SBRAM)," *Jurnal Pengabdian Masyarakat: Sains, Inovasi, S(3)*, hal. 246-252, doi: 10.29303/jpm.v3i2.185.
- Redhana, I. W. dan Merta, L. M. (2017) "Green Chemistry Practicum to Improve Student Learning Outcomes of Reaction Rate Topic," *CoReWala Pendidikan*, 1(3), hal. 282-403.
- Sudarso, U. (2016) *Konsep untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sudarso, U. dan Nanik (2014) *Konsep untuk SMA/MA kelas XI kurikulum 2013 yang disesuaikan*. Jakarta: Erlangga.
- Windari, I. A. P. dan Parma, N. (2021) "Tinjauan Sanitasi Kolam Renang Tirta Srinadi Klungkang Tahun 2021," *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(2), hal. 165-170.

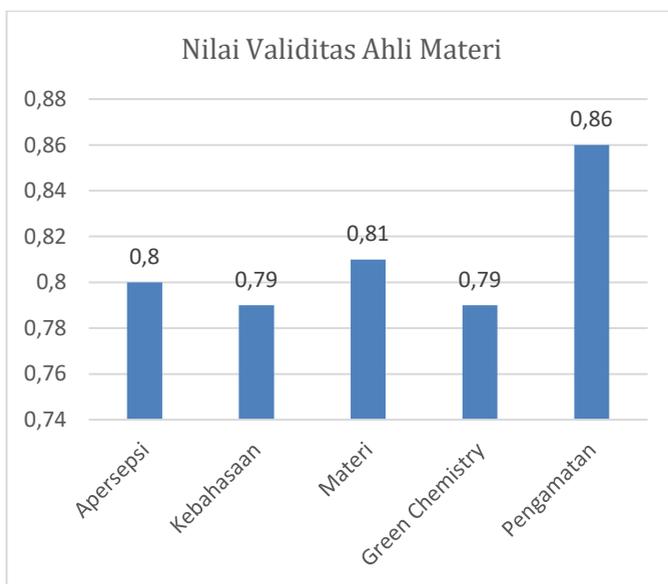
Gambar 4.15 Daftar pustaka

Tahap selanjutnya setelah melakukan pendesainan produk, dilakukan pada produk tersebut adalah divalidasi oleh para ahli supaya memperoleh masukan dengan proses revisi oleh peneliti sesuai arahan *team* ahli meminta produk untuk direvisi. Tujuan dilakukan validasi adalah untuk mengetahui kevalidan atau kelayakan petunjuk praktikum yang telah dikembangkan. Setelah selesai, produk diuji coba kepada peserta didik untuk menemukan respon peserta didik terhadap pengembangan produk tersebut. Uji coba produk ini dilakukan oleh peserta didik SMAN 8 Semarang sebanyak 15 peserta didik kelas XI MIPA 2.

Validasi dilakukan oleh 6 validator yang terdiri dari ahli materi dan ahli media. Validator terdiri dari 2 dosen Pendidikan kimia dan 4 guru mata pelajaran kimia. Validator ahli materi menilai beberapa aspek.

Aspek tersebut meliputi aspek apersepsi, aspek kebahasaan, aspek materi, aspek *green chemistry*, dan aspek pengamatan. Validator ahli media menilai beberapa aspek diantaranya aspek tampilan visual, aspek penulisan, dan aspek keterbacaan.

Setelah tim ahli validasi yang terdiri dari ahli materi dan ahli media menilai produk, hasil validasi dihitung menggunakan rumus Aiken's V. Adapun hasil validasi ahli materi secara rinci dapat dilihat pada **Gambar 4.16**



Gambar 4.16 Nilai Validitas Ahli Materi

Rata-rata penilaian petunjuk praktikum oleh ahli materi dan ahli media menghasilkan nilai validitas berturut-turut sebesar 0,81 dan 0,80 dengan kategori valid. Analisis dari ahli materi diperoleh skor rata-rata 0,81 termasuk dalam kategori valid. Hasil ini dilihat dari 5 aspek yaitu aspek apersepsi, aspek kebahasaan, aspek materi, aspek *green chemistry*, dan aspek pengamatan. Aspek pertama yaitu aspek apersepsi diperoleh penilaian sebesar 0,80. Aspek kedua yaitu aspek kebahasaan diperoleh penilaian sebesar 0,79. Aspek ketiga yaitu aspek materi diperoleh penilaian sebesar 0,81. Aspek keempat yaitu aspek *green chemistry* diperoleh penilaian sebesar 0,79 dan aspek kelima yaitu aspek pengamatan diperoleh penilaian sebesar 0,81.

Tabel 4.1 Hasil validasi ahli media

No	Aspek Penilaian	Nilai Aiken's V	Kategori
1	Aspek Tampilan Visual	0,79	Valid
2	Aspek Penulisan	0,80	Valid
3	Aspek Keterbacaan	0,80	Valid
Rata-rata		0,80	Valid

Terdapat 3 aspek pada penilaian ahli media dengan perolehan skor rata-rata 0,80 termasuk dalam kategori valid. Hasil ini dilihat dari 3 aspek yaitu aspek tampilan visual produk, aspek penulisan dan aspek keterbacaan dengan nilai validitas berturut-turut 0,79, 0,80, dan 0,80. Analisis perhitungan hasil penilaian ahli materi serta ahli media secara rinci dapat dilihat pada **Lampiran 5 dan 6**.

Hasil analisis dari ahli materi dan ahli media secara keseluruhan dengan rata-rata nilai validator ahli materi sebesar 0,81 (valid) dan rata-rata nilai validator ahli media sebesar 0,80 (valid). Berdasarkan hasil ini dapat disimpulkan petunjuk praktikum termasuk dalam kategori valid validasi yang mendapatkan nilai dengan kategori valid sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran dalam kegiatan praktikum. Selain itu juga dapat membantu guru serta peserta didik ketika melaksanakan pembelajaran praktikum.

B. Hasil Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan melalui pembelajaran praktikum dicoba oleh 15 peserta didik XI MIPA 2 di SMAN 8 Semarang. Setelah peserta didik memahami petunjuk praktikum elektronik kimia dan melakukan praktikum, peserta didik diminta menanggapi dengan mengisi angket yang sudah berisi beberapa pertanyaan untuk mengetahui kelayakan isi dan media.

Proses pada penelitian ini dilaksanakan dengan dua kali pertemuan, pertemuan pertama dilakukan praktikum di laboratorium Kimia SMA Negeri 8 Semarang dan pertemuan dua dilakukan untuk melanjutkan mengisi pertanyaan dari hasil pengamatan. Penelitian dilakukan pada 27-28 April 2022.

Uji coba dilakukan bertujuan memperoleh respon peserta didik setelah menggunakan petunjuk praktikum. Selesai praktikum, peserta didik diminta mengisi angket respon yang dibagikan kepada peserta didik. Adapun analisis perhitungan hasil respon peserta didik terhadap petunjuk praktikum tiap aspek dapat dilihat pada **Tabel 4.3** berikut:

Tabel 4.2 Hasil angket respon peserta didik

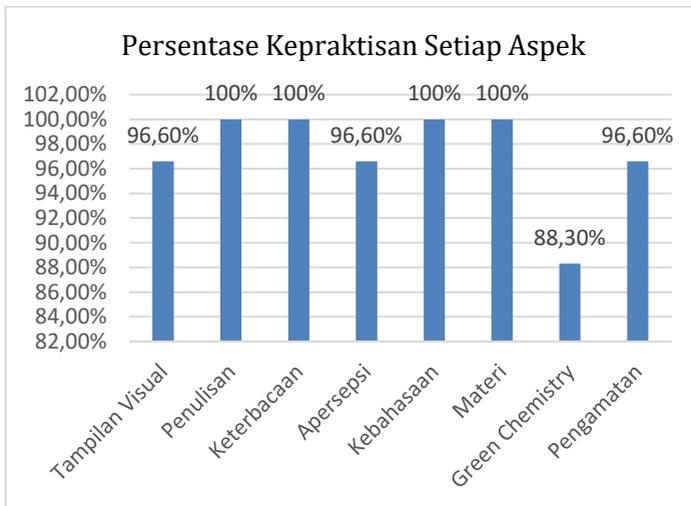
No	Aspek	Skor yang diperoleh	Skor Maks	Jumlah Skor Maks	Persentase kepraktisan (%)	Ket
1	Tampilan Visual	58	4	60	96,6 %	Sangat Praktis
2	Penulisan	30	2	30	100 %	Sangat Praktis
3	Keterbacaan	30	2	30	100 %	Sangat Praktis
4	Apersepsi	29	2	30	96,6 %	Sangat Praktis
5	Kebahasaan	45	3	45	100 %	Sangat Praktis
6	Materi	60	4	60	100 %	Sangat Praktis
7	<i>Green Chemistry</i>	53	4	60	88,3 %	Sangat Praktis
8	Pengamatan	29	2	30	96,6 %	Sangat Praktis
Jumlah		334	23	345	96,8 %	Sangat Praktis

Hasil uji coba peserta didik pada petunjuk praktikum menunjukkan bahwa dilihat pada aspek tampilan visual termasuk kategori sangat praktis dengan persentase 96,6%, aspek dapat dilihat dari tanggapan peserta didik bahwa petunjuk praktikum elektronik sudah baik dan jelas, namun ada saran untuk membuat cara kerja lebih terperinci. Respon peserta didik terhadap aspek penulisan termasuk kategori sangat praktis dengan

persentase 100% dilihat dari indikator yang tercapai diantaranya kelengkapan identitas petunjuk praktikum dan terdapat tujuan pembelajaran dalam setiap kegiatan praktikum. Aspek keterbacaan masuk dalam kategori sangat praktis dengan persentase 100%, aspek dapat dilihat dari kalimat yang digunakan mudah dipahami dan bahasa yang digunakan sesuai dengan PUEBI.

Hasil respon peserta didik pada aspek apersepsi termasuk dalam kategori sangat praktis dengan persentase 96,6%, aspek dapat dilihat dari indikator apersepsi memberikan motivasi terlihat peserta didik antusias ingin melaksanakan praktikum dan indikator kejelasan tujuan dalam setiap kegiatan praktikum. Hasil respon peserta didik pada aspek kebahasaan termasuk kategori sangat praktis dengan persentase 100%, aspek dapat dilihat dari indikator yang terpenuhi diantaranya pemahaman kalimat, Bahasa sesuai PUEBI, dan diksi yang digunakan tepat. Respon peserta didik terhadap aspek materi termasuk kategori sangat praktis dengan persentase 100% dilihat dari indikator yang terpenuhi diantaranya materi sesuai dengan kurikulum yang berlaku, sesuai dengan KI, KD, dan Indikator, konsep yang disajikan, simbol, istilah, rumus kimia disajikan dengan benar.

Respon peserta didik terhadap aspek *green chemistry* termasuk kategori sangat praktis dengan persentase 88,3% dilihat dari indikator diantaranya terdapat bahan praktikum yang *green chemistry*, bahan yang digunakan, prosedur kerja aman bagi peserta didik, dan meminimalisir limbah hasil praktikum. Peserta didik pada aspek *green chemistry* mendapat ilmu baru dan antusias dengan alat dan bahan yang ada karena peserta didik melaksanakan eksperimen yang baru. Hasil respon peserta didik dilihat dari aspek pengamatan termasuk kategori sangat praktis dengan persentase 96,6%, aspek dapat dilihat dari adanya tabel pengamatan dan format hasil pengamatan yang mudah dipahami. Tabel pengamatan dapat memudahkan peserta didik dalam mencatat hasil pengamatan, namun beberapa peserta didik masih kurang paham menjawab pertanyaan praktikum. Rincian hasil respon peserta didik dapat dilihat pada **Lampiran 10**.

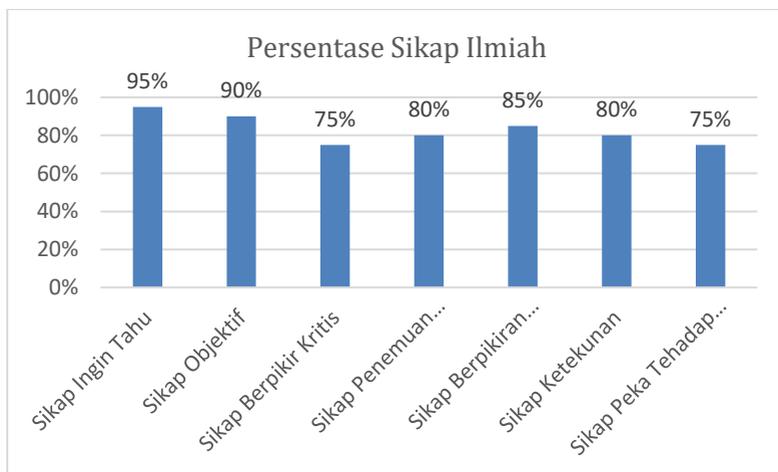


Gambar 4.17 Persentase kepraktisan setiap aspek

Berdasarkan **Gambar 4.17** dapat dilihat persentase kepraktisan pada aspek tampilan visual 96,6 %. Aspek penulisan, keterbacaan, kebahasaan, dan materi yaitu 100%, sedangkan aspek apersepsi memiliki persentase 96,6% dan aspek *green chemistry* dan aspek pengamatan memiliki persentase berturut-turut 88,3% dan 96,6%. Keseluruhan aspek dihasilkan nilai rata-rata termasuk dalam kategori sangat praktis dapat dilihat pada **Lampiran 10**. Hasil respon peserta didik dengan uji kepraktisan petunjuk praktikum dengan hasil nilai rata-rata 96,8% dan termasuk pada kategori sangat praktis. Hal ini berarti petunjuk praktikum elektronik kimia berbasis

green chemistry ini praktis digunakan dan aman diterapkan pada proses pembelajaran praktikum.

Praktikum ini dilakukan penilaian sikap ilmiah peserta didik dalam melaksanakan praktikum. Sikap ilmiah peserta didik diperoleh dari lembar observasi dan juga dilihat dari hasil lembar pengamatan praktikum peserta didik.



Gambar 4.18 Persentase Sikap Ilmiah

Berdasarkan **Gambar 4.18** diketahui bahwa rata-rata nilai sikap ilmiah peserta didik berkriteria baik. Berdasarkan lembar observasi dihasilkan bahwa hampir seluruh siswa memiliki sikap ilmiah yang meliputi sikap ingin tahu, objektif, berpikir kritis, sikap penemuan dan

kreativitas, berpikiran terbuka, ketekunan, dan peka terhadap lingkungan.

Berdasarkan **Gambar 4.18** dapat dilihat persentase kepraktisan pada dimensi sikap ingin tahu yaitu 95%, sikap objektif 90%, sikap berpikir kritis dan sikap peka terhadap lingkungan 75%. Sikap penemuan dan kreativitas memiliki persentase 80%, sedangkan sikap berpikiran terbuka dan sikap ketekunan berturut-turut 85% dan 80%. Keseluruhan bidang sikap ilmiah tergolong pada kategori sangat baik dilihat pada **Lampiran 12**.

Kendala yang dihadapi ketika melakukan penelitian pada praktikum laju reaksi berbasis *green chemistry* ini diantaranya terdapat beberapa peserta didik yang tidak fokus pada ketika pelaksanaan kegiatan praktikum berlangsung, terdapat peserta didik asik mengobrol dengan rekan satu kelompoknya, dan lain sebagainya. Namun hal ini dapat diatasi dengan mengawasi setiap kelompok praktikum. Secara keseluruhan tahapan penelitian yang menjadi bagian dari penilaian sikap ilmiah pada lembar observasi berjalan dengan lancar.

Berdasarkan hasil analisis data diketahui bahwa penggunaan petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* materi laju reaksi dapat menumbuhkan

sikap ilmiah peserta didik. Analisis sikap ilmiah peserta didik selama praktikum dapat dilihat pada deskripsi berikut:

1. Sikap ingin tahu

Sikap ingin tahu peserta didik tergolong dalam kategori sangat baik dengan persentase 95% dapat dilihat dari indikator yang terlihat diantaranya perhatian pada objek yang diamati, antusias mencari jawaban pertanyaan yang ada, antusias pada proses pembelajaran, menanyakan setiap langkah kegiatan praktikum. Peserta didik dihadapkan dengan praktikum yang kategori baru sehingga aktif menanyakan setiap langkah kegiatan praktikum. Tahap apersepsi, peserta didik antusias ingin segera melaksanakan praktikum.

2. Sikap objektif

Sikap objektif peserta didik menurut hasil lembar observasi termasuk kategori sangat baik dengan persentase 90% dapat dilihat dari indikator yang terlihat diantaranya mengambil keputusan sesuai fakta yang ada, menggunakan data sesuai fakta yang didapat, tidak mengada-ada, dan tidak mencampur fakta dengan pendapat. Sikap objektif dapat dilihat pada lembar hasil pengamatan peserta

didik. **Gambar 4.19** membuktikan bahwa peserta didik objektif menggunakan data sesuai fakta yang didapat.

lembar Pengamatan

Percobaan	Soda kue (NaHCO ₃) (gram)	Asam cuka (CH ₃ COOH) (mL)	Waktu Reaksi (detik)	Hasil Pengamatan
A	3 gram	15 mL	15,65	*) Balon mengembang sangat besar dan cepat inju reaksinya.
B	2 gram	15 mL	16,42	*) Balon mengembang sedang dan lumayan cepat inju reaksinya.
C	1 gram	15 mL	20,24	*) Balon mengembang kecil dan lambat inju reaksinya.

7

Gambar 4.19 Contoh jawaban siswa yang menunjukkan sikap objektif

3. Sikap berpikir kritis

Sikap berpikir kritis dapat dilihat ketika praktikum berlangsung dan dari lembar pengamatan peserta didik. Sikap berpikir kritis peserta didik menurut hasil lembar observasi termasuk kategori baik dengan persentase 75% dapat dilihat dari indikator yang terlihat diantaranya tidak mengabaikan data sekecil apapun, menanyakan

setiap hal baru, meragukan dan menanyakan hasil temuan teman, dan mengulangi kegiatan yang dilakukan. Ketika praktikum berlangsung, peserta didik tidak segan untuk menanyakan hal yang belum dimengerti. Dapat dilihat pada lembar pengamatan **Gambar 4.20** bahwa peserta didik tidak mengabaikan data sekecil apapun, sikap berpikir kritis dapat dilihat pada **Gambar 4.21** ketika peserta didik gagal dalam melakukan percobaan akan tetapi dapat menuliskan alasan percobaan tersebut gagal.

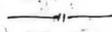
1. Lembar Pengamatan

Percobaan	H ₂ O ₂ (mL)	Katalis	Reaksi	Waktu Reaksi (detik)	Hasil Pengamatan
I	20 mL	Tanpa katalis	$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{cahaya}} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$	0	Terdapat gelembung-gelembung kecil
II	20 mL	Tambah katalis	$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{Katalis}} 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$	40	Gelembung membesar sach detik ke 40.

Pertanyaan

Gambar 4.20 Contoh jawaban siswa yang menunjukkan sikap berpikir kritis 1

E. Lembar Pengamatan

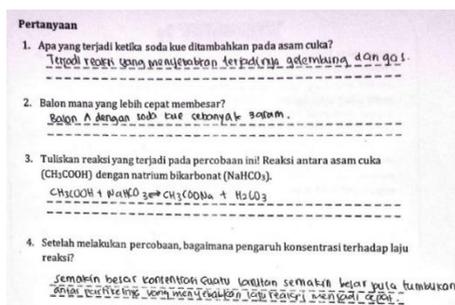
Percobaan	Larutan A	Larutan B	Temperatur (°C)	Waktu Reaksi (detik)	Hasil Pengamatan
I	5 mL larutan vitamin C + 5 mL larutan iodium	10 mL larutan hidrogen peroksida 3% + 3 mL larutan kanji	15°C		gagal karena kanji kurang larut
II	5 mL larutan vitamin C + 5 mL larutan iodium	10 mL larutan hidrogen peroksida 3% + 3 mL larutan kanji	25°C		
III	5 mL larutan vitamin C + 5 mL larutan iodium	10 mL larutan hidrogen peroksida 3% + 3 mL larutan kanji	40°C		

Gambar 4.21 Contoh jawaban siswa yang menunjukkan sikap berpikir kritis 2

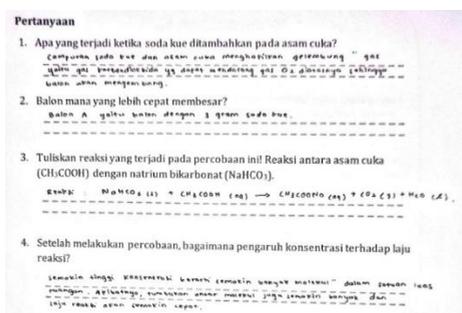
4. Sikap penemuan dan kreativitas

Persentase sikap penemuan dan kreativitas peserta didik mendapatkan hasil 80% termasuk kategori baik dapat dilihat dari indikator yang terlihat diantaranya menunjukkan laporan berbeda dengan teman kelas, menggunakan fakta-fakta untuk menyimpulkan, menggunakan alat sesuai dengan fungsinya, menguraikan kesimpulan baru hasil pengamatan. Sikap penemuan dan kreativitas dapat

dilihat pada lembar hasil pengamatan peserta didik. **Gambar 4.22** dan **Gambar 4.23** membuktikan bahwa peserta didik menggunakan fakta untuk menyimpulkan dan gambar di atas menunjukkan setiap kelompok menunjukkan laporan berbeda dengan kelompok lain.



Gambar 4.22 Contoh jawaban siswa yang menunjukkan sikap penemuan dan kreativitas 1



Gambar 4.23 Contoh jawaban siswa yang menunjukkan sikap penemuan dan kreativitas 2

5. Sikap berpikiran terbuka

Sikap berpikiran terbuka peserta didik menurut hasil lembar observasi termasuk kategori baik dengan persentase 85% dapat dilihat dari indikator yang terlihat diantaranya berpartisipasi aktif dalam kelompok, mau merubah pendapat jika data kurang, menerima saran dari teman, dan menghargai pendapat orang lain. Sikap berpikiran terbuka peserta didik dapat diamati ketika praktikum berlangsung. Setiap kelompok terdiri dari 3 peserta didik, dapat dilihat peserta didik dapat menghargai pendapat temannya ketika praktikum berlangsung, berpartisipasi aktif dalam kelompok, dan menerima saran dari teman kelompoknya.

6. Sikap ketekunan

Sikap ketekunan peserta didik menurut hasil lembar observasi termasuk kategori baik dengan persentase 80% dapat dilihat dari indikator yang terlihat diantaranya yakin pada percobaan sendiri meskipun teman selesai lebih awal, melanjutkan meneliti untuk menemukan hal baru, gigih mencoba meskipun percobaan dapat gagal. Sikap ketekunan peserta didik dapat diamati ketika praktikum berlangsung. Seperti peserta didik gigih dalam

melaksanakan praktikum hingga mencoba kembali ketika gagal dalam percobaan, setiap kelompok fokus pada kelompok masing-masing, dan teliti ketika menuangkan larutan sesuai takaran yang terdapat pada petunjuk praktikum.

7. Sikap peka terhadap lingkungan

Sikap peka terhadap lingkungan peserta didik menurut hasil lembar observasi termasuk kategori baik dengan persentase 75% dapat dilihat dari indikator yang terlihat diantaranya menjaga kebersihan lingkungan kelas, partisipasi pada kegiatan di kelas, dan perhatian terhadap proses kegiatan pembelajaran. Sikap peka terhadap lingkungan peserta didik dapat diamati ketika praktikum berlangsung. Peserta didik perhatian terhadap proses kegiatan praktikum, namun terdapat beberapa peserta didik yang kurang peduli membersihkan alat setelah digunakan dan tidak meletakkan kembali pada tempat semula. Hal ini terjadi karena waktu pembelajaran yang sudah selesai dan terdapat beberapa peserta didik yang tidak membersihkan alat praktikum.

Sikap ilmiah peserta didik pada praktikum kimia berbasis *green chemistry* pada materi laju reaksi tergolong

dalam kategori baik dengan perolehan nilai persentase sebesar 82,8% sehingga sikap ilmiah peserta didik terlihat dengan adanya petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry*.

C. Revisi Produk

Produk yang dikembangkan ini telah melalui berbagai revisi Januari saat pembuatan produk dimulai hingga April. Produk direvisi mencakup tampilan, isi materi, gambar, hingga cara kerja praktikum. Revisi, saran, dan masukan dari validator ahli menjadi acuan penelitian yang kemudian diperbaiki pada produk yang telah dikembangkan oleh peneliti. Beberapa revisi dari tim validasi ahli materi dan ahli media diantaranya sebagai berikut:

1. Pada halaman iii bagian indikator 4.7.1 terdapat typo pada kata “raksi” seharusnya “reaksi.”

KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

Kompetensi Dasar

4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi.

Indikator

4.7.1 Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju **raksi**.

4.7.2 Melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

4.7.3 Menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

Tujuan Pembelajaran

- ❖ Peserta didik dapat melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dengan benar.
- ❖ Peserta didik dapat menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan data dengan benar.
- ❖ Peserta didik dapat menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi setelah melakukan percobaan dengan benar.

Gambar 4.24 Indikator sebelum revisi

KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

Kompetensi Dasar

4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi.

Indikator

4.7.1 Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

4.7.2 Melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

4.7.3 Menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

Tujuan Pembelajaran

- ❖ Peserta didik dapat melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dengan benar.
- ❖ Peserta didik dapat menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan data dengan benar.
- ❖ Peserta didik dapat menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi setelah melakukan percobaan dengan benar.

Gambar 4.25 Indikator sesudah revisi

2. Pada halaman iv penulisan *green chemistry* tidak konsisten ditulis miring, seharusnya semua kata bahasa asing ditulis miring.

PETUNJUK PRAKTIKUM BERBASIS **GREEN CHEMISTRY**

E-book petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* ini dikembangkan berdasarkan dua belas prinsip *green chemistry* yang dikembangkan oleh Anastas dan Warner (1998). *E-book* berisi praktikum-praktikum kimia sederhana topik laju reaksi dengan menggunakan bahan-bahan kimia yang tidak berbahaya dan ramah lingkungan. Menurut Anastas dan Warner (1998) *green chemistry* merupakan suatu konsep teknologi inovatif yang bertujuan mengurangi penggunaan produksi bahan kimia berbahaya serta pembuatan dan penggunaan produk kimia. Tujuan dari *green chemistry* adalah mengurangi limbah, meminimalisir penggunaan bahan-bahan kimia yang berbahaya, mengurangi penggunaan energi dan sumber daya alam tidak terbarukan, dan menggunakan bahan kimia secara efisien. Prinsip **green chemistry** bisa dijadikan sebagai salah satu upaya dasar untuk sadar lingkungan (Idrus *et al.*, 2021). Prinsip-prinsip *green chemistry* yang bisa diterapkan terdiri dari 12 prinsip, yaitu:

Gambar 4.26 Penjelasan petunjuk praktikum berbasis *green chemistry* sebelum revisi

PETUNJUK PRAKTIKUM BERBASIS **GREEN CHEMISTRY**

E-book petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* ini dikembangkan berdasarkan dua belas prinsip *green chemistry* yang dikembangkan oleh Anastas dan Warner (1998). *E-book* berisi praktikum-praktikum kimia sederhana topik laju reaksi dengan menggunakan bahan-bahan kimia yang tidak berbahaya dan ramah lingkungan. Menurut Anastas dan Warner (1998) *green chemistry* merupakan suatu konsep teknologi inovatif yang bertujuan mengurangi penggunaan produksi bahan kimia berbahaya serta pembuatan dan penggunaan produk kimia. Tujuan dari *green chemistry* adalah mengurangi limbah, meminimalisir penggunaan bahan-bahan kimia yang berbahaya, mengurangi penggunaan energi dan sumber daya alam tidak terbarukan, dan menggunakan bahan kimia secara efisien. Prinsip *green chemistry* bisa dijadikan sebagai salah satu upaya dasar untuk sadar lingkungan (Idrus *et al.*, 2021). Prinsip-prinsip *green chemistry* yang bisa diterapkan terdiri dari 12 prinsip, yaitu:

Gambar 4.27 Penjelasan petunjuk praktikum berbasis *green chemistry* sesudah revisi

3. Pada halaman 1 perbaiki penempatan sitasi dan terdapat typo kata “diatas” seharusnya diletakan spasi setelah di, menjadi “di atas.”

MATERI LAJU REAKSI

A. Pengertian Laju Reaksi



Laju reaksi dinyatakan sebagai berkurangnya jumlah pereaksi untuk tiap satuan waktu atau bertambahnya jumlah hasil reaksi untuk tiap satuan waktu. Reaksi kimia menyebabkan perubahan dari zat-zat pereaksi (reaktan) menjadi hasil reaksi (produk) yang dinyatakan dengan persamaan reaksi yang Seafarman dan Naskah, 2013).

Pereaksi (reaktan) → Hasil reaksi

Laju reaksi dapat dinyatakan sebagai berkurangnya jumlah pereaksi untuk tiap satuan waktu atau bertambahnya jumlah hasil reaksi untuk tiap satuan waktu (Seafarman dan Naskah, 2013). Satuan laju reaksi dinyatakan dalam satuan mol/liter detik.

Misal:

A + B → C

Dari reaksi di atas bisa kita katakan bahwa konsentrasi zat A dan konsentrasi zat B makin lama makin berkurang, sedangkan pada konsentrasi zat C semakin lama semakin bertambah.

Secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$V_A = -\frac{1}{A} \frac{d[A]}{dt}, V_B = -\frac{1}{B} \frac{d[B]}{dt}, V_C = \frac{1}{C} \frac{d[C]}{dt}$$

Gambar 4.28 Pengertian laju reaksi sebelum revisi

MATERI LAJU REAKSI

A. Pengertian Laju Reaksi



Laju reaksi dinyatakan sebagai berkurangnya jumlah pereaksi untuk tiap satuan waktu atau bertambahnya jumlah hasil reaksi untuk tiap satuan waktu (Seafarman dan Naskah, 2013). Reaksi kimia menyebabkan perubahan dari zat-zat pereaksi (reaktan) menjadi hasil reaksi (produk) yang dinyatakan dengan persamaan reaksi yang Seafarman dan Naskah, 2013).

Pereaksi (reaktan) → Hasil reaksi

Laju reaksi dapat dinyatakan sebagai berkurangnya jumlah pereaksi untuk tiap satuan waktu atau bertambahnya jumlah hasil reaksi untuk tiap satuan waktu. Satuan laju reaksi dinyatakan dalam satuan mol/liter detik.

Misal:

A + B → C

Dari reaksi di atas bisa kita katakan bahwa konsentrasi zat A dan konsentrasi zat B makin lama makin berkurang, sedangkan pada konsentrasi zat C semakin lama semakin bertambah.

Secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut:

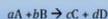
$$V_A = -\frac{1}{A} \frac{d[A]}{dt}, V_B = -\frac{1}{B} \frac{d[B]}{dt}, V_C = \frac{1}{C} \frac{d[C]}{dt}$$

Gambar 4.29 Pengertian laju reaksi sesudah revisi

4. Pada halaman 2 pada bagian hukum laju reaksi kata “jumlah” seharusnya diawali dengan huruf kapital merupakan awal kalimat.

B. Hukum Laju Reaksi

Hukum laju reaksi adalah hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi awal zat-zat pereaksi. Untuk reaksi:



hukum laju reaksi dinyatakan sebagai:

$$\text{Laju reaksi} = k [A]^x [B]^y$$

k = tetapan laju reaksi

x = orde reaksi terhadap pereaksi A

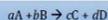
y = orde reaksi terhadap pereaksi B

k merupakan tetapan laju reaksi yang nilainya tetap pada suhu tetap. Artinya, jika reaksi dilakukan pada suhu yang sama, nilai tetapan laju reaksi akan sama. [A] merupakan konsentrasi awal A dan [B] merupakan konsentrasi awal B, sedangkan x adalah tingkat reaksi atau orde reaksi terhadap A dan y adalah tingkat reaksi atau orde reaksi terhadap B. **jumlah** (x+y) disebut dengan **tingkat reaksi total** atau **orde reaksi total**.

Gambar 4.30 Hukum laju reaksi sebelum revisi

B. Hukum Laju Reaksi

Hukum laju reaksi adalah hubungan antara laju reaksi dengan konsentrasi awal zat-zat pereaksi. Untuk reaksi:



hukum laju reaksi dinyatakan sebagai:

$$\text{Laju reaksi} = k [A]^x [B]^y$$

k = tetapan laju reaksi

x = orde reaksi terhadap pereaksi A

y = orde reaksi terhadap pereaksi B

k merupakan tetapan laju reaksi yang nilainya tetap pada suhu tetap. Artinya, jika reaksi dilakukan pada suhu yang sama, nilai tetapan laju reaksi akan sama. [A] merupakan konsentrasi awal A dan [B] merupakan konsentrasi awal B, sedangkan x adalah tingkat reaksi atau orde reaksi terhadap A dan y adalah tingkat reaksi atau orde reaksi terhadap B. **Jumlah** (x+y) disebut dengan **tingkat reaksi total** atau **orde reaksi total**.

Gambar 4.31 Hukum laju reaksi sesudah revisi

5. Pada halaman 3 dibagian konsentrasi buat gambar yang mewakili penjelasan kalimat paragraf di bawah gambar. Kalimat terakhir pada bagian konsentrasi digabung saja dengan kalimat sebelumnya. Bagian konsentrasi di halaman 3 terdapat typo kata “tubukan” seharusnya “tumbukan.”

C. Faktor-faktor Laju Reaksi

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi



Gambar 1. Perbedaan konsentrasi suatu larutan
(sumber: ruangpengetahuan.co.id)

Semakin besar konsentrasi suatu larutan, semakin besar pula tumbukan antar partikelnya. Hal itu menyebabkan laju reaksi semakin cepat. Hal ini terjadi karena semakin besar konsentrasi pereaksi, semakin banyak jumlah partikel pereaksi sehingga semakin besar peluang terjadinya tumbukan. Semakin besar peluang untuk terjadinya tumbukan efektif antar-partikel berarti laju reaksi semakin cepat.

2. Luas Permukaan



Gambar 2. Perbedaan luas permukaan
(sumber: www.orami.co.id)

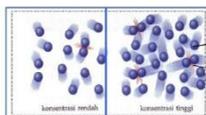
Bidang sentuh berbentuk butiran akan lebih cepat bereaksi daripada bidang sentuh yang berbentuk kepingan. Hal itu dikarenakan luas permukaan bidang sentuh butiran lebih besar daripada bidang sentuh kepingan. Semakin luas permukaan, semakin banyak peluang terjadinya tumbukan antar-pereaksi. Semakin banyak tumbukan yang terjadi mengakibatkan semakin besar peluang terjadinya tumbukan yang menghasilkan reaksi. Makin luas permukaan bidang sentuh, semakin cepat laju reaksinya.

Gambar 4.32 Faktor-faktor laju reaksi sebelum
revisi

C. Faktor-faktor Laju Reaksi

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi



Gambar 1. Perbedaan konsentrasi suatu larutan

(sumber: GuruPendidikan.com)

Semakin besar konsentrasi suatu larutan, semakin besar pula tumbukan antar partikelnya. Hal itu menyebabkan laju reaksi semakin cepat. Hal ini terjadi karena semakin besar konsentrasi pereaksi, semakin banyak jumlah partikel pereaksi sehingga semakin besar peluang terjadinya tumbukan, semakin besar peluang untuk terjadinya tumbukan efektif antar-partikel berarti laju reaksi semakin cepat.

2. Luas Permukaan



Gambar 2. Perbedaan luas permukaan

(sumber: www.orami.co.id)

Bidang sentuh berbentuk butiran akan lebih cepat bereaksi daripada bidang sentuh yang berbentuk kepingan. Hal itu dikarenakan luas permukaan bidang sentuh butiran lebih besar daripada bidang sentuh kepingan. Semakin luas permukaan, semakin banyak peluang terjadinya tumbukan antar-pereaksi. Semakin banyak tumbukan yang terjadi mengakibatkan semakin besar peluang terjadinya tumbukan yang menghasilkan reaksi. Makin luas permukaan bidang sentuh, semakin cepat laju reaksinya.

Gambar 4.33 Faktor-faktor laju reaksi sesudah
revisi

6. Pada halaman 4 bagian suhu perbaiki titik koma pada kalimat. Bagian macam-macam katalis ditambahkan contoh dari katalis homogen dan katalis heterogen.

3. Suhu



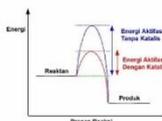
Gambar 3. Perbedaan suhu

(sumber: blogs.insanmedika.co.id)

Peningkatan suhu akan menaikkan energi rata-rata molekul, sehingga jumlah atau fraksi molekul yang mencapai energi pengaktifan bertambah. Sehingga laju reaksi akan meningkat pula.

Pada suhu tinggi, partikel-partikel yang terdapat dalam suatu zat akan bergerak (bergetar) lebih cepat daripada suhu rendah. Oleh karena itu, apabila terjadi kenaikan suhu, partikel-partikel akan bergerak lebih cepat, sehingga energi kinetik partikel meningkat. Semakin tinggi energi kinetik partikel yang bergerak jika saling bertabrakan akan menghasilkan energi yang tinggi pula, sehingga semakin besar peluang terjadinya tumbukan yang dapat menghasilkan reaksi atau tumbukan efektif.

4. Katalis



Gambar 4. Diagram tingkat energi reaksi dengan katalis

(sumber: www.gurupendidikan.co.id)

Katalis hanya berfungsi untuk mempercepat reaksi karena katalis dapat menurunkan energi pengaktifan. Katalis dibedakan menjadi dua macam.

a. Katalis Homogen

Katalis homogen adalah katalis yang mempunyai fase sama dengan fase dari pereaksi.

b. Katalis Heterogen

3. Suhu



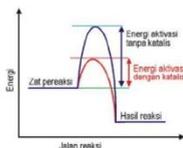
Gambar 3. Perbedaan suhu

(sumber: blogs.insanmedika.co.id)

Peningkatan suhu akan menaikkan energi rata-rata molekul sehingga jumlah atau fraksi molekul yang mencapai energi pengaktifan bertambah dan laju reaksi akan meningkat pula.

Pada suhu tinggi, partikel-partikel yang terdapat dalam suatu zat akan bergerak (bergerak) lebih cepat daripada suhu rendah. Oleh karena itu, apabila terjadi kenaikan suhu, partikel-partikel akan bergerak lebih cepat sehingga energi kinetik partikel meningkat. Semakin tinggi energi kinetik partikel yang bergerak jika saling bertabrakan akan menghasilkan energi yang tinggi pula sehingga semakin besar peluang terjadinya tumbukan yang dapat menghasilkan reaksi atau tumbukan efektif.

4. Katalis



Gambar 4. Diagram tingkat energi reaksi dengan katalis

(sumber: www.kokim.konsep-matematika.com)

Katalis hanya berfungsi untuk mempercepat reaksi karena katalis dapat menurunkan energi pengaktifan. Katalis dibedakan menjadi dua macam.

a. Katalis Homogen

Katalis homogen adalah katalis yang mempunyai fase sama dengan fase zat pereaksi. Beberapa katalis homogen yang umum digunakan dalam produksi diantaranya adalah katalis basa NaOH dan KOH. Katalis asam HCl dan H₂SO₄. Katalis garam CH₃ONa dan CH₃OK.

4

Gambar 4.35 Faktor suhu dan katalis sesudah revisi

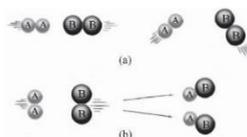
7. Pada halaman 5 bagian teori tumbukan gambar 5 masih belum menjelaskan mana bagian hidrogen (H₂)

dan molekul Iodin (I_2). Pada kalimat pertama bagian teori tumbukan diperbaiki.

D. Teori Tumbukan

Bagaimana faktor-faktor tersebut tersebut dapat mempengaruhi laju reaksi, dapat dijelaskan menggunakan teori tumbukan. Reaksi kimia terjadi karena adanya tumbukan yang efektif antara partikel-partikel zat yang bereaksi. **Tumbukan efektif** adalah tumbukan yang menghasilkan energi yang cukup untuk menghasilkan reaksi.

Contoh tumbukan yang menghasilkan reaksi dan tumbukan yang tidak menghasilkan reaksi antara molekul hidrogen (H_2) dan molekul Iodin (I_2).



Gambar 5. Tumbukan antara molekul H_2 dengan Iodin membentuk molekul HI.

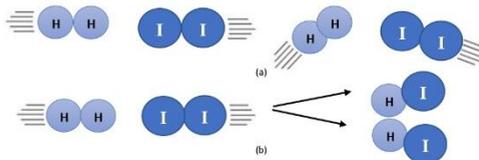
(sumber: batalyonchamistr.blogspot.com)

Gambar 4.36 Teori tumbukan sebelum revisi

D. Teori Tumbukan

Faktor konsentrasi, luas permukaan, suhu, dan katalis mempengaruhi laju reaksi dapat dijelaskan menggunakan teori tumbukan. Reaksi kimia terjadi karena adanya tumbukan yang efektif antara partikel-partikel zat yang bereaksi. **Tumbukan efektif** adalah tumbukan yang menghasilkan energi yang cukup untuk menghasilkan reaksi.

Contoh tumbukan yang menghasilkan reaksi dan tumbukan yang tidak menghasilkan reaksi antara molekul hidrogen (H_2) dan molekul Iodin (I_2).



Gambar 5. Tumbukan antara molekul (H_2) dengan Iodin membentuk molekul HI.

(a) Tumbukan yang tidak memungkinkan terjadinya reaksi.

(b) Tumbukan yang memungkinkan terjadinya reaksi.

Gambar 4.37 Teori tumbukan sesudah revisi

8. Pada halaman 6 bagian apersepsi jika sudah menyebutkan gambar 6 tidak perlu menuliskan kalimat “di bawah ini.” Kata “diletakkan” seharusnya “diletakkan.”

PRAKTIKUM 1

Pengaruh Konsentrasi terhadap Laju Reaksi

A. Apersepsi

Pernahkah kalian menyaksikan peristiwa seperti **gambar 6 di bawah ini?** Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menemukan benda-benda yang mengandung logam besi seperti pagar halaman, pisau, paku, kawat, dan berbagai jenis keadaan, tampak adanya kecenderungan perusakan pada logam besi tersebut, salah satunya korosi. Korosi yang paling banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah perkaratan pada besi.



Gambar 6. Paku berkarat dan paku yang tidak cepat berkarat
(sumber: tribunnews.com)

Tahukah kalian, paku yang dibiarkan di udara terbuka akan lebih mudah berkarat dibanding paku yang **diletakkan** pada wadah tertutup?

Terdapat dua hal yang bisa menyebabkan besi menjadi berkarat, yaitu oksigen dan air. Inilah sebabnya, paku yang dibiarkan di luar ruangan dan sering terpapar udara akan lebih mudah berkarat jika dibandingkan dengan paku yang tidak terkena udara dan air. Hal ini disebabkan karena konsentrasi oksigen di udara terbuka lebih besar dibanding konsentrasi oksigen di wadah tertutup.

Gambar 4.38 Apersepsi praktikum 1 sebelum revisi

PRAKTIKUM 1

Pengaruh Konsentrasi terhadap Laju Reaksi

A. Apersepsi

Pernahkah kalian menyaksikan peristiwa seperti Gambar 6? Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menemukan benda-benda yang mengandung logam besi seperti pagar halaman, pisau, paku, kawat, dan berbagai jenis keadaan, tampak adanya kecenderungan perusakan pada logam besi tersebut, salah satunya korosi. Korosi yang paling banyak kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah perkaratan pada besi.



Gambar 6. Paku berkarat dan paku yang tidak cepat berkarat
(sumber: tribunnews.com)

Tahukah kalian, paku yang dibiarkan di udara terbuka akan lebih mudah berkarat dibanding paku yang diletakkan pada wadah tertutup?

Terdapat dua hal yang bisa menyebabkan besi menjadi berkarat, yaitu oksigen dan air. Inilah sebabnya, paku yang dibiarkan di luar ruangan dan sering terpapar udara akan lebih mudah berkarat jika dibandingkan dengan paku yang tidak terkena udara dan air. Hal ini disebabkan karena konsentrasi oksigen di udara terbuka lebih besar dibanding konsentrasi oksigen di wadah tertutup.

Gambar 4.39 Apersepsi praktikum 1 sesudah revisi

9. Pada bagian alat dan bahan penulisan “Natrium Bikarbonat” seharusnya menggunakan huruf kecil.

C. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2 buah botol air mineral kosong ➤ 2 balon karet ➤ Corong kaca ➤ <i>Stopwatch</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asam cuka (CH_3COOH) 45 mL ➤ Soda kue/ Natrium Bikarbonat (NaHCO_3) 45 gram ➤ Aquades

6

Gambar 4.40 Alat dan bahan praktikum 1 sebelum revisi

C. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 3 buah botol air mineral kosong ➤ 3 balon karet ➤ Corong kaca ➤ <i>Stopwatch</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asam cuka (CH_3COOH) 45 mL ➤ Soda kue/ natrium bikarbonat (NaHCO_3) 6 gram ➤ Aquades

Gambar 4.41 Alat dan bahan praktikum 1 sesudah revisi

10. Pada praktikum 1 sampai praktikum 4 ditambahkan penjelasan setiap bahan yang digunakan dikaitkan dengan *green chemistry*.



Informasi bahan

- ✦ Cuka dibuat melalui proses fermentasi cairan beralkohol atau cairan manis yang telah difermentasi untuk menghasilkan etanol oleh bakteri asam asetat. Beberapa bahan fermentasi seperti kelapa, beras, kurma, madu, dan lain-lain, dapat digunakan untuk membuat cuka. Cuka aman bagi lingkungan dan bermanfaat untuk aktivitas berkebun seperti meningkatkan keasaman tanah atau menurunkan pH lingkungan tanah yang lebih asam sehingga positif bagi pertumbuhan tanaman.
- ✦ Soda kue atau yang biasa disebut baking soda merupakan salah satu bahan makanan tambahan yang mengandung bahan kimia natrium bikarbonat atau natrium bikarbonat. Soda kue aman bagi lingkungan karena bermanfaat bagi tanaman seperti dapat membantu mendapatkan kompos yang baik.
- ✦ Balon dapat menambah unsur estetik dalam praktikum sehingga dapat menambah semangat peserta didik dalam melakukan praktikum. Balon juga aman bagi peserta didik. Balon dapat didaur ulang menjadi kerajinan yang lebih bermanfaat sehingga aman digunakan.
- ✦ Botol air mineral yang digunakan menggunakan botol air mineral bekas sehingga dapat memanfaatkan barang yang sudah tidak digunakan. Botol hasil percobaan ini dapat dikumpulkan ke dalam golongan sampah anorganik yang dapat di daur ulang. Botol air mineral memiliki kode plastik 1 dengan jenis plastik Polyethylene Terephthalate (PET). Plastik jenis ini dapat didaur ulang menjadi parabol rumah tangga dan karpet.

Gambar 4.42 Informasi bahan

11. Pada halaman 8 bagian pertanyaan terdapat typo kata “bagaiamana” seharusnya “bagaimana.”

Pertanyaan

1. Apa yang terjadi ketika soda kue ditambahkan pada asam cuka?

2. Balon mana yang lebih cepat membesar?

3. Tuliskan reaksi yang terjadi pada percobaan ini! Reaksi antara asam cuka (CH_3COOH) dengan natrium bikarbonat (NaHCO_3).

4. Setelah melakukan percobaan, **bagaimana** pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi?

5. Setelah membaca prinsip-prinsip *green chemistry* (halaman iv), jelaskan konsep *green chemistry* pada praktikum yang telah dilakukan!

Gambar 4.43 Pertanyaan sebelum revisi**Pertanyaan**

1. Apa yang terjadi ketika soda kue ditambahkan pada asam cuka?

2. Balon mana yang lebih cepat membesar?

3. Tuliskan reaksi yang terjadi pada percobaan ini! Reaksi antara asam cuka (CH_3COOH) dengan natrium bikarbonat (NaHCO_3).

4. Setelah melakukan percobaan, bagaimana pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi?

5. Setelah membaca prinsip-prinsip *green chemistry* (halaman iv), jelaskan konsep *green chemistry* pada praktikum yang telah dilakukan!

Gambar 4.44 Pertanyaan sesudah revisi

12. Pada halaman 9 terdapat typo kata “selau” seharusnya “selalu” dan kata “berekasi” seharusnya “bereaksi.”

PRAKTIKUM 2

Pengaruh Luas Permukaan terhadap Laju Reaksi

A. Apersepsi

Tahukah kalian mengapa kayu bakar **selau** dibelah terlebih dulu sebelum digunakan? Pembelahan kayu bakar berfungsi untuk *memperkecil ukuran* dari kayu tersebut. Ketika kayu ukuran kecil tersebut dibakar, *reaksi pemanasan lebih cepat* terjadi sehingga menghasilkan panas yang baik. Sebaliknya kayu dengan *ukuran lebih besar lebih lambat* menghasilkan reaksi pemanasan.



Gambar 7. Memotong kayu bakar

(sumber: cnnindonesia.com)

Ingat, kayu yang sudah dipotong kecil-kecil memiliki luas permukaan lebih besar dari pada kayu yang memiliki ukuran besar.

Untuk membuktikan bahwa semakin kecil ukuran dari suatu benda maka semakin besar luas permukaan bidang sentuhnya. Gambar A dianalogikan sebagai kayu berukuran besar. Gambar B dianalogikan sebagai kayu berukuran kecil. Pada reaksi pembakaran, kayu akan **berekasi** dengan api. Saat satu balok *kayu besar* tersebut dibakar, *permukaan* kayu yang bereaksi dengan api lebih sedikit dibandingkan dengan ketika potongan-potongan kecil kayu yang direaksikan dengan api.



Gambar 8. Analogi bentuk kayu

Gambar 4.45 Apersepsi praktikum 2 sebelum revisi

PRAKTIKUM 2

Pengaruh Luas Permukaan terhadap Laju Reaksi

A. Apersepsi

Tahukah kalian mengapa kayu bakar selalu dibelah terlebih dulu sebelum digunakan? Pembelahan kayu bakar berfungsi untuk *memperkecil ukuran* dari kayu tersebut. Ketika kayu ukuran kecil tersebut dibakar, *reaksi pemanasan lebih cepat* terjadi sehingga menghasilkan panas yang baik. Sebaliknya kayu dengan *ukuran lebih besar lebih lambat* menghasilkan reaksi pemanasan.



Gambar 7. Memotong kayu bakar
(sumber: cnnindonesia.com)

Ingat, kayu yang sudah dipotong kecil-kecil memiliki luas permukaan lebih besar dari pada kayu yang memiliki ukuran besar.

Untuk membuktikan bahwa semakin kecil ukuran dari suatu benda maka semakin besar luas permukaan bidang sentuhnya. Gambar A dianalogikan sebagai kayu berukuran besar. Gambar B dianalogikan sebagai kayu berukuran kecil. Pada reaksi pembakaran, kayu akan bereaksi dengan api. Saat satu balok *kayu besar* tersebut dibakar, *permukaan* kayu yang bereaksi dengan api lebih sedikit dibandingkan dengan ketika potongan-potongan kecil kayu yang direaksikan dengan api.



Gambar 8. Analogi bentuk kayu

Gambar 4.46 Apersepsi praktikum 2 sesudah revisi

13. Pada halaman 13 bagian apersepsi diganti menjadi kegiatan apersepsi yang berkaitan dengan pengaruh suhu terhadap laju reaksi yang menghasilkan reaksi.

PRAKTIKUM 3

Pengaruh Suhu terhadap Laju Reaksi

A. Apersepsi

Pernahkah kalian memasak di dapur? Saat memasak, penggunaan api berpengaruh terhadap cepatnya kematangan masakan. Penggunaan api besar, masakan akan cepat matang. Sebaliknya, penggunaan api kecil mengakibatkan lambatnya proses memasak. Jika api yang digunakan terlalu besar, penggorengan menjadi terlalu panas sehingga makanan menjadi cepat gosong di bagian luar.



Gambar 9. Proses memasak

(sumber: barisandepan.com)

Setelah memahami peristiwa di atas, apa hubungannya antara perbedaan suhu terhadap laju reaksi?

Gambar 4.47 Apersepsi praktikum 3 sebelum revisi

PRAKTIKUM 3

Pengaruh Suhu terhadap Laju Reaksi

A. Apersepsi

Pernahkah kalian melihat penjual ikan di pasar? Para pedagang ikan di pasar tradisional selalu menempatkan ikan-ikan segar di atas tumpukan es. Begitu pula ikan-ikan yang dijual di swalayan selalu ditempatkan di freezer atau lemari pendingin. Hal tersebut bertujuan untuk memperlambat proses pembusukan ikan. Ketika temperatur suhu diturunkan maka proses pembusukan akan semakin lambat.



Gambar 9. Ikan di atas tumpukan es

(sumber: merdeka.com)

Setelah memahami peristiwa di atas, apa hubungannya antara perbedaan suhu terhadap laju reaksi?

Gambar 4.48 Apersepsi praktikum 3 sesudah revisi

14. Pada halaman 14 bagian informasi terdapat typo kata “menibulkan” seharusnya “menimbulkan.” Bagian

cara kerja perbedaan suhu menjadi 15°C, 25°C, dan 40°C.

Informasi

Bahan-bahan yang digunakan dalam metode praktikum *green chemistry* tidak hanya aman bagi peserta didik, tetapi juga ramah terhadap lingkungan. Limbah yang dihasilkan dari metode praktikum *green chemistry* diuraikan oleh mikroorganisme yang ada di lingkungan sehingga tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Dengan demikian, lingkungan akan dapat dijaga kelestariannya.

D. Cara Kerja

1. Ambil 5 mL larutan vitamin C dan campurkan dengan 5 mL larutan iodium, kemudian tambahkan lagi dengan 20 mL aquades. Beri label A pada larutan tersebut.
2. Siapkan larutan B dengan menambahkan 20 mL aquades ke dalam 10 mL larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) 6% dan 3 mL larutan kanji. (**perhatian: gunakan pipet untuk mengambil H_2O_2 dan ukurlah menggunakan gelas ukur**)
3. Tempatkan larutan A dan B di dalam penangas es sampai suhu 15°C.
4. Setelah didinginkan, tuangkan larutan A ke dalam larutan B.
5. Mulailah catat waktu segera setelah kedua larutan bercampur sampai ada perubahan warna.
6. Ulangi percobaan dari prosedur 1-5, namun pada prosedur nomor 3 gantilah suhu **15°C dengan suhu 25°C dan 30°C**. (Redhana dan Merta, 2017)

PERHATIAN!



- Hidrogen Peroksida (H_2O_2) bersifat korosif.
- Jika terkena mata, maka dapat menyebabkan iritasi dan pembengkakan pada mata.
- Jika terhirup terlalu banyak dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan.
- Keracunan hidrogen peroksida dapat menimbulkan beberapa gejala, seperti pusing, mual, dan **sesat napas**.

Gambar 4.49 Cara kerja praktikum 3 sebelum revisi

Informasi

Bahan-bahan yang digunakan dalam metode praktikum *green chemistry* tidak hanya aman bagi peserta didik, tetapi juga ramah terhadap lingkungan. Limbah yang dihasilkan dari metode praktikum *green chemistry* diuraikan oleh mikroorganisme yang ada di lingkungan sehingga tidak menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Dengan demikian, lingkungan akan dapat dijaga kelestariannya.

D. Cara Kerja

1. Ambil 5 mL larutan vitamin C dan campurkan dengan 5 mL larutan iodium. Beri label A pada larutan tersebut.
2. Siapkan larutan B dengan menambahkan 10 mL larutan hidrogen peroksida (H_2O_2) 3% ke dalam 3 mL larutan kanji. **(perhatian: gunakan pipet untuk mengambil H_2O_2 dan ukurlah menggunakan gelas ukur)**
3. Tempatkan larutan A dan B di dalam penangas es sampai suhu 15°C .
4. Setelah didinginkan, tuangkan larutan A ke dalam larutan B.
5. Mulailah catat waktu segera setelah kedua larutan bercampur sampai ada perubahan warna.
6. Ulangi percobaan dari prosedur 1-5, namun pada prosedur nomor 3 gantilah suhu 15°C dengan suhu 25°C dan 40°C . (Redhana dan Merta, 2017)

PERHATIAN!



- Hidrogen Peroksida (H_2O_2) bersifat korosif.
- Jika terkena mata, maka dapat menyebabkan iritasi dan pembengkakan pada mata.
- Jika terhirup terlalu banyak dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan.
- Keracunan hidrogen peroksida dapat menimbulkan beberapa gejala, seperti pusing, mual, dan sesak napas.

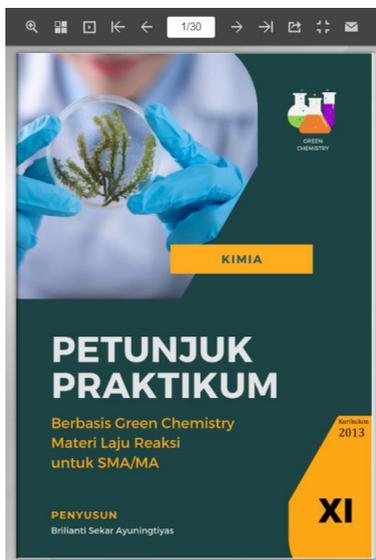
Gambar 4.50 Cara kerja praktikum 3 sesudah revisi

D. Kajian Produk Akhir

Hasil akhir desain petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* materi laju reaksi diperoleh setelah mendapatkan nilai dari validator dan respon peserta didik maka kajian produk akhir diantaranya sebagai berikut:

1. Cover petunjuk praktikum elektronik

Cover petunjuk praktikum berisi judul, penyusun, kurikulum, dan kelas yang dapat dilihat pada **Gambar 4.51**



Gambar 4.51 Cover petunjuk praktikum

2. Halaman redaksi

Bagian redaksi berisi redaksi dari penyusun, judul, dosen pembimbing, prodi, dan fakultas.



Gambar 4.52 Halaman redaksi

3. Halaman daftar isi

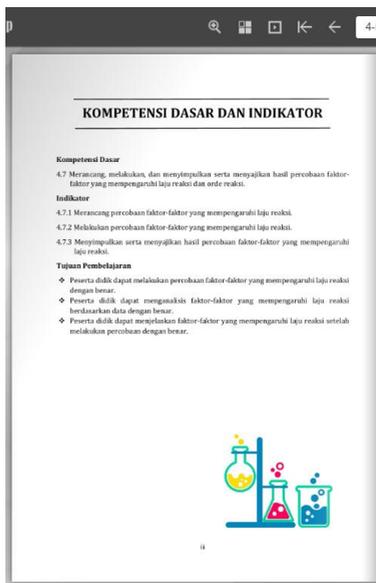
Bagian daftar isi berisi keterangan halaman yang tersedia untuk memudahkan peserta didik.



Gambar 4.53 Bagian daftar isi

4. Bagian kompetensi dasar, indikator, dan tujuan pembelajaran

Bagian ini menampilkan kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran materi laju reaksi.



Gambar 4.54 Bagian kompetensi dasar, indikator, tujuan pembelajaran

5. Halaman petunjuk praktikum berbasis *green chemistry*

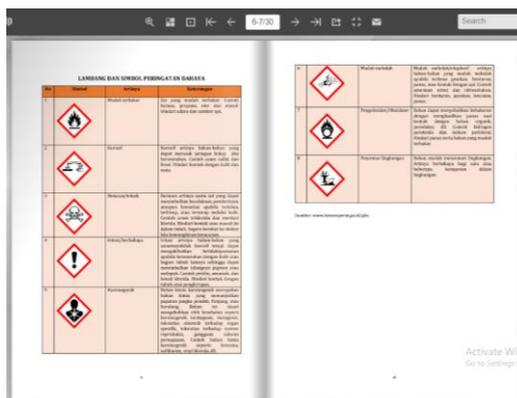
Halaman ini menampilkan sekilas info tentang petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry*, penjelasan prinsip *green chemistry*.



Gambar 4.55 Halaman petunjuk praktikum berbasis *green chemistry*

6. Bagian lambang dan simbol peringatan bahaya

Bagian ini berisi simbol peringatan bahaya beserta artinya serta keterangannya supaya peserta didik belajar simbol yang biasa terdapat dalam bahan kimia.



Gambar 4.56 Bagian lambang dan simbol peringatan bahaya

7. Halaman tata tertib laboratorium

Halaman tata tertib menampilkan poin-poin tentang tata tertib laboratorium yang dapat diterapkan ketika praktikum, dapat dilihat pada **Gambar 4.57**



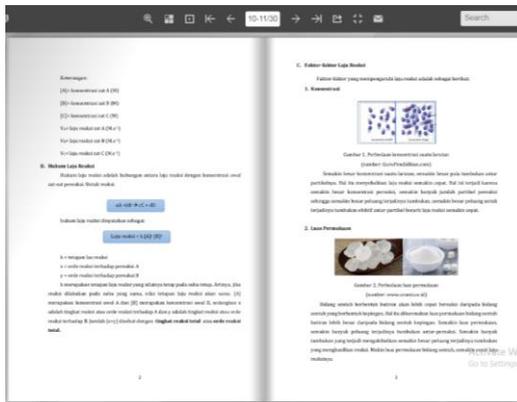
Gambar 4.57 Halaman tata tertib praktikum

8. Bagian materi laju reaksi

Bagian materi berisi penjelasan yang dibahas dalam materi laju reaksi.



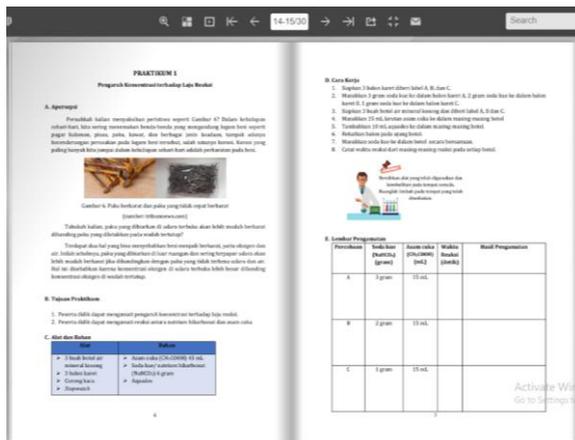
Gambar 4.58 Bagian materi pengertian laju reaksi



Gambar 4.59 Bagian materi laju reaksi

9. Bagian isi praktikum

Bagian isi materi praktikum mencakup apersepsi, tujuan praktikum, alat dan bahan, serta cara kerja.



Gambar 4.60 Bagian isi praktikum

10. Lembar pengamatan peserta didik

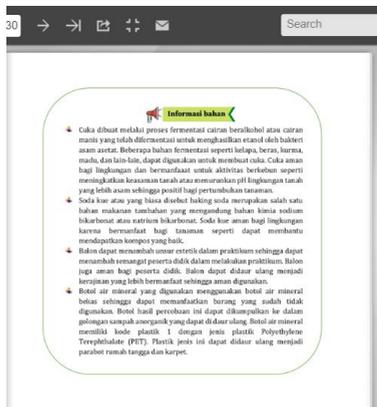
Bagian ini berisi data tabel pengamatan, pertanyaan penelitian, dan kolom kesimpulan hasil pengamatan yang harus diisi peserta didik ketika praktikum.



Gambar 4.61 Lembar pengamatan peserta didik

11. Bagian informasi bahan

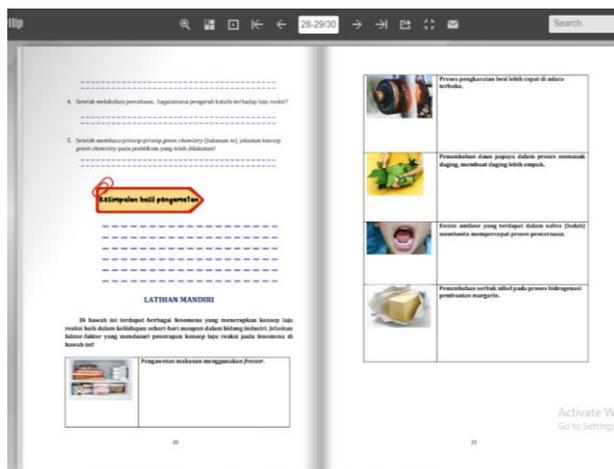
Informasi bahan berisi penjelasan bahan yang digunakan dalam praktikum memuat konsep *green chemistry*. Contoh bagian informasi bahan dapat dilihat pada **Gambar 4.62**



Gambar 4.62 Informasi bahan

12. Bagian latihan mandiri

Latihan mandiri dibuat untuk membantu peserta didik mengembangkan pengetahuan mengenai praktikum laju reaksi di lingkungan sekitar. Bagian latihan mandiri dapat dilihat pada **Gambar 4.63**



Gambar 4.63 Latihan mandiri

13. Halaman daftar pustaka

Halaman ini memuat sumber-sumber rujukan pada penyusunan produk, dapat dilihat pada **Gambar 4.64**



Gambar 4.64 Halaman daftar pustaka

Berdasarkan hasil validasi diperoleh petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* valid. Hal ini berarti petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* ini dapat dijadikan media dalam penuntun praktikum. Hal ini sejalan dengan penelitian Arif (2020) yang mengembangkan penuntun praktikum berbasis *green chemistry* untuk pembelajaran kimia kelas XII IPA SMA. Penelitian ini menjelaskan penuntun praktikum yang dihasilkan ini dapat digunakan oleh guru untuk mempermudah penyampaian rencana kegiatan

praktikum serta untuk panduan peserta didik sebagai pedoman dalam menerapkan kegiatan praktikum yang sistematis. Penggunaan penuntun praktikum berbasis *green chemistry* dapat mengarahkan peserta didik dalam menerapkan metode ilmiah dan konsep ilmiah dan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan selama praktikum.

Hasil uji coba diperoleh petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* mendapat respon yang positif dari peserta didik. Hal ini berarti petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* ini praktis digunakan serta aman diterapkan pada proses pembelajaran praktikum. Seperti penelitian yang telah dilakukan Wahyuningsih dan Rohmah (2017) bahwa modul praktikum kimia dasar berbasis *green chemistry* untuk mahasiswa dapat digunakan sebagai bahan ajar yang menjamin seluruh kegiatan praktikum berjalan aman bagi lingkungan dan kesehatan. Media yang dihasilkan dapat membekali pengetahuan calon guru IPA tentang lingkungan.

Hasil observasi pada proses praktikum menggunakan petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* diperoleh rata-rata nilai persentase sikap ilmiah peserta didik sebesar 85,9% termasuk dalam

kategori sangat baik. Hal ini berarti sikap ilmiah peserta didik muncul dengan adanya petunjuk praktikum berbasis *green chemistry*. Pengembangan bahan ajar berbasis *green chemistry* untuk menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik juga telah dilakukan oleh Muliani et al. (2019). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis *green chemistry* yang dikembangkan sangat layak dan efektif untuk meningkatkan sikap ilmiah peserta didik.

Berdasarkan keseluruhan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* untuk menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik ini dapat diterapkan sebagai bahan ajar pembelajaran kegiatan praktikum. Media ini dapat digunakan untuk membantu peserta didik ketika melaksanakan kegiatan praktikum yang aman. Media ini juga dapat membantu menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik.

E. Keterbatasan Penelitian

Pengembangan petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* pada materi laju reaksi ini memiliki keterbatasan diantaranya yaitu:

1. Uji coba penelitian hanya dilakukan pada skala kecil.
2. Petunjuk praktikum dibagikan dalam bentuk elektronik namun pengisian lembar pengamatan peserta didik masih menggunakan lembar dan tulis manual.
3. Praktikum hanya terbatas pada pembahasan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi saja, tidak sampai menghitung orde reaksi.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Hasil penelitian serta pengembangan produk yang sudah dilakukan menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kelayakan petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* untuk menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik materi laju reaksi berdasarkan penilaian validator ahli materi dan ahli media termasuk dalam kategori valid dengan hasil nilai validator ahli materi sebesar 0,81 (valid) dan nilai validator ahli media sebesar 0,80 (valid).
2. Hasil respon peserta didik pada uji coba menunjukkan bahwa petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* untuk menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik materi laju reaksi termasuk dalam kategori sangat praktis dengan perolehan persentase sebesar 96,8% (sangat praktis).

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, peneliti memberikan saran:

1. Petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* untuk menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik materi laju reaksi perlu diuji cobakan dalam skala luas untuk mengetahui manfaat dan kelemahan dari produk yang dikembangkan.
2. Petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry* perlu dikembangkan lebih lanjut pada materi kimia yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, G. R. dan Diah, D. R. (2011) "Religiusitas Sebagai Prediktor Terhadap Kesehatan Mental Studi Terhadap Pemeluk Agama Islam," *Jurnal Psikologi*, 6(383-389), hal. 1-7.
- Aiken, L. R. (1980) "Content Validity and Reliability of Single Items or Questionnaires," *Educational and Psychological Measurement*, 40(4), hal. 955-959. doi: 10.1177/001316448004000419.
- Aiken, L. R. (1985) "Three Coefficients For Analyzing The Reliability And Validity Of Ratings," *Educational and Psychological Measurement*, 45, hal. 131-141. Tersedia pada:
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0013164485451012>.
- Amelia, F., Fadiawati, N. dan Rosilawati, I. (2015) "Pengembangan Intrumen Aesmen Kinerja pada Praktikum Pengaruh Suhu terhadap Laju Reaksi," *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 4(2), hal. 543-555.
- Amri, S. (2013) *Pengembangan dan Model Pembelajaran dalam Kurikulum 2013*. Jakarta: Prestasi Pustakarya.
- Anastas, P. dan Eghbali, N. (2010) "Green Chemistry: Principles and Practice," *The Royal Society of Chemistry*, 39(1), hal. 301-312. doi: 10.1039/b918763b.
- Anisa, D. dan 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," *Journal of Chemical Information and Modeling*, 9(3), hal. 407-416.

- Arif, K. (2020) "Pengembangan Penuntun Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk Semester Ganjil Kelas XII IPA SMA," *Semesta Journal of Science Education and Teaching Journal of Science Education and Teaching*, 3(1), hal. 59–64.
- Arifin, Z. dan Retnawati, H. (2017) "Pengembangan Instrumen Pengukur Higher Order Thinking Skills Matematika Siswa SMA Kelas X," *PYTHAGORAS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), hal. 98–108. doi: 10.21831/pg.v12i1.14058.
- Asy'syakurni, N. A., Widiyatmoko, A. dan Parmin (2015) "Efektivitas Penggunaan Petunjuk Praktikum IPA Berbasis Inkuiri Pada Tema Kalor Dan Perpindahannya Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik," *Unnes Science Education Journal*, 4(3), hal. 952–958. doi: 10.15294/usej.v4i3.8838.
- Azizah, U. (2017) *Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Bernuansa Green Chemistry pada Materi Asam Basa, Larutan Penyangga, dan Hidrolisis Garam Kelas XI IPA di SMA Institut Indonesia Semarang*. Semarang: UIN Walisongo Semarang. Tersedia pada: <http://eprints.walisongo.ac.id/7876/>.
- Azwar, S. (2013) *Sikap Manusia Teori dan Pengukurannya*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Basrowi dan Suwandi (2008) *Memahami Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Cahyadi, R. A. H. (2019) "Pengembangan Bahan Ajar Berbasis ADDIE Model," *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), hal. 35–43. doi: 10.21070/halaqa.v3i1.2124.
- Chang, R. (2005) *Kimia dasar: konsep-konsep inti jilid 2 edisi*

ketiga. Jakarta: Erlangga.

- Chen, T.-L. *et al.* (2020) "Implementation of Green Chemistry Principles in Circular Economy System Towards Sustainable Development Goals: Challenges and Perspectives," *Science of the Total Environment*, 716(1), hal. 1–16. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.136998.
- Djamarah, S. B. dan Zain, A. (1997) *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineke Cipta.
- Herranen, J., Yavuzkaya, M. dan Sjostrom, J. (2021) "Embedding Chemistry Education into Environmental and Sustainability Education : Development of a Didaktik Model Based on an Eco-Reflexive Approach," *Sustainability*, 13(1746), hal. 3–15.
- Idrus, S. W. Al *et al.* (2021) "Sosialisasi Prinsip Green Chemistry untuk Meningkatkan Kesadaran Akan Bahaya Limbah Kimia Terhadap Lingkungan pada Mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia FKIP UNRAM," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains Indonesia*, 3(2), hal. 246–252. doi: 10.29303/jpmsi.v3i2.135.
- Idrus, S. W. Al, Hadisaputra, S. dan Junaidi, E. (2020) "Pendekatan Green Chemistry dalam Modul Praktikum Kimia Lingkungan untuk Meningkatkan Kreatifitas Mahasiswa Calon Guru Kimia," *Chemistry Education Practice*, 3(2). doi: 10.29303/cep.v3i2.2110.
- Ita (2021) "Profil Kerjasama Mahasiswa dalam Kegiatan Praktikum," *Jurnal Pedagogi Hayati*, 5(2), hal. 62–68.
- Kartono (2012) "Pengembangan Model Penilaian Sikap Ilmiah IPA Bagi Mahasiswa PGSD," *FKIP UNS*. Tersedia pada: [http://eprints.uns.ac.id/15202/1/Publikasi_Jurnal_\(37\).pdf](http://eprints.uns.ac.id/15202/1/Publikasi_Jurnal_(37).pdf).

- Kusmiyati (2014) *Kinetika Reaksi Kimia dan Reaktor*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lestari, P. (2014) "Sikap Ilmiah Siswa Kelas XI IPA 1 SMAN 3 Bengkulu Tengah pada Pembelajaran Biologi Berpendekatan Inkuiri," in *Skripsi*. Bengkulu: Universitas Bengkulu.
- Listyarini, R. V. *et al.* (2019) "The Integration of Green Chemistry Principles Into Small Scale Chemistry Practicum for Senior High School Students," *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), hal. 371–378. doi: 10.15294/jpii.v8i3.19250.
- Mardhiya, J., Silaban, R. dan Mahmud (2017) "Analysis of Chemistry Laboratory Implementation in Senior High School," *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 104(2), hal. 52–56. doi: 10.2991/aisteel-17.2017.12.
- Mastura, Mauliza dan Nurhafidhah (2017) "Desain Penuntun Praktikum Kimia Berbasis Bahan Alam," *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*, 1(2), hal. 203–212.
- Muliani, Khaeruman dan Dewi, C. A. (2019) "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Predict Observe Explain (POE) Berorientasi Green Chemistry Untuk Menumbuhkan Sikap Ilmiah Siswa Pada Materi Asam Basa," *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 7(1), hal. 37–45. doi: 10.33394/hjkk.v7i1.1654.
- Mulyanti, S. dan Nurkhozim, M. (2017) *Kimia Dasar Jilid 2*. Bandung: Alfabeta.
- Muslich, M. dan Maryaeni (2009) *Bagaimana Menulis Skripsi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Nurkholik, M. dan Yonata, B. (2020) "Implementasi Model

Pembelajaran Inkuiri untuk Melatihkan High Order Thinking Skills Peserta Didik pada Materi Laju Reaksi Kelas XI IPA MAN 2 Gresik," *Unesa Journal of Chemical Education*, 9(1), hal. 158–164.

Patmawati (2021) *Desain Penuntun Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry pada Materi Asam Basa di SMA Negeri 1 Rundeng Kota Subulussalam, Skripsi*. Banda Aceh UIN Ar: UIN Ar-Raniry.

Petrucci, R. H. (1987) *Kimia dasar prinsip dan terapan modern jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Prasetyanti, N. M. (2016) "Penerapan PBL Berbasis Kegiatan Praktikum untuk Meningkatkan Iklim Kelas, Motivasi Belajar dan Hasil Belajar Biologi Peserta Didik Kelas XII MIPA-6 SMA," *Lembaran Ilmu Kependidikan*, 45(2), hal. 52–62.

Purnami, R. S. (2014) *Sikap Positif: Kunci Sukses dalam Berkarier*. Bandung: Simbiosis Rekatama Media.

Puspita Sari, N. P. N. dan Sudiana, I. K. (2019) "Penilaian Sikap Sebagai Dampak Pengiring Pembelajaran Praktikum Kimia," *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 3(2), hal. 68–76. doi: 10.23887/jjpk.v3i2.21143.

Putra (2010) *Pengaruh Sikap Ilmiah Siswa Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa kelas XII IPA SMA N 9 Kota Jambi*. Jambi: UIN Sulthan Thaha Saifuddin.

Rahmawati, Y. (2018) "Peranan Transformative Learning dalam Pendidikan Kimia: Pengembangan Karakter, Identitas Budaya, dan Kompetensi Abad ke-21," *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 8(1), hal. 1–16. doi: 10.21009/jrpk.081.01.

Restiowati, I. dan Sanjaya, I. G. M. (2012) "Pengembangan E-

- Book Interaktif pada Materi Kimia Semester Genap Kelas XI SMA,” *Unesa Journal of Chemical Education*, 1(1), hal. 130–135.
- Rizkiana, F., Apriani, H. dan Khairunnisa, Y. (2020) “Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk Siswa SMA Kelas XI Semester 2,” *Lantanida Journal*, 8(1), hal. 1–95.
- Rizkiana, F., Dasna, W. I. dan Marfu’ah, S. (2016) “Pengaruh Praktikum dan Demontrasi dalam Pembelajaran Inkuiri terbimbing Terhadap Motivasi Belajar Siswa pada Materi Asam Basa ditinjau dari Kemampuan Awal,” *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(3), hal. 354–362.
- Rustaman, N. (2003) *Strategi Belajar Mengajar Biologi Edisi Revisi*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Shiratuddin, N. *et al.* (2003) “Ebook technology and its potential Application in Distance Education,” *Journal of Digital Information*, 3(4).
- Sudarmo, U. (2016) *Kimia untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sudjana, D. (2015) “Kartu Kation-Anion sebagai Inovasi Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Kimia di Sekolah Menengah Atas (SMA),” *Jurnal Lingkar Widyaiswara*, 2(1), hal. 21–37. Tersedia pada: http://juliwi.com/published/E0201/Paper0201_21-37.pdf.
- Sugiyono (2016) *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sunarya, Y. (2011) *Kimia Dasar 2*. Bandung: Yrma Widya.

- Suryaningsih, Y. (2017) "Pembelajaran Berbasis Praktikum Sebagai Sarana Siswa untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi," *Jurnal Bio Educatio*, 2, hal. 47-57.
- Tafa, B. (2012) "Laboratory Activities and Students Practical Performance: The Case of Practical Organic Chemistry I Course of Haramaya University," *African Journal of Chemical Education*, 2(3), hal. 47-76.
- Tesfamariam, G., Lykknes, A. dan Kvittingen, L. (2014) "Small-Scale Chemistry For a Hands-on Approach to Chemistry Practical Work in Secondary Schools: Experiences from Ethiopia," *African Journal of Chemical Education*, 4(3), hal. 48-94.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. . dan Semmel, M. (1974) *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Blomington: Indiana University.
- Tina, A. (2018) *Pengaruh Strategi Pembelajaran Information Search (IS) Terhadap Penguasaan Konsep dan Sikap Ilmiah pada Materi Sistem Reproduksi Kelas XI SMA Muhammadiyah 2 Bandar Lampung Tahun Ajaran 2017/2018, Skripsi*. Lampung: UIN Raden Intan Lampung.
- Tukan, M. B. *et al.* (2020) "Pengembangan Lembar kerja Peserta Didik (LKPD) Praktikum Kimia Berbasis Lingkungan pada Materi Laju Reaksi," *Koulutus*, 3(1), hal. 108-117.
- Wahyuningsih, A. S. dan Rohmah, J. (2017) "Pengembangan Modul Praktikum Kimia Dasar Berbasis Green Chemistry untuk Mahasiswa Calon Guru IPA," *Jurnal Pena Sains*, 4(1), hal. 43-51.

- Yustiqvar, M., Hadisaputra, S. dan Gunawan (2019) "Analisis Penguasaan Konsep Siswa yang Belajar Kimia Menggunakan Multimedia Interaktif berbasis Green Chemistry," *Pijar MIPA*, 14(3), hal. 135–140.
- Zowada, C. *et al.* (2019) "Developing a Lesson Plan on Conventional and Green Pesticides in Chemistry Education a Project of Participatory Action Research," *Chemistry Education Research and Practice*. doi: 10.1039/c9rp00128j.

LAMPIRAN

Lampiran 1

HASIL WAWANCARA GURU

Narasumber : Dra. Polimeri Liquidani

Instansi : SMA Negeri 8 Semarang

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah pada proses pembelajaran kimia, Ibu menggunakan metode praktikum?	Iya, untuk memenuhi kompetensi dasar maka dilakukan pembelajaran praktikum.
2	Materia apa saja yang sering menggunakan metode praktikum dalam pembelajaran kimia?	Terdapat materi yang dapat dilakukan praktikum seperti termokimia, laju reaksi, asam dan basa.
3	Dari mana Ibu mendapat petunjuk praktikum dalam pembelajaran kimia?	Biasanya dari buku paket, selama pembelajaran daring peserta didik diberi video praktikum untuk dicontoh melakukan percobaan di rumah.

4	Apakah Ibu pernah memberikan metode praktikum berbasis <i>green chemistry</i> ?	Selama pembelajaran daring saya memberikan praktikum sederhana yang dapat dilakukan peserta didik di rumah.
5	Bagaimana sikap peserta didik jika dilaksanakan kegiatan praktikum?	Jika pembelajaran daring peserta cenderung kurang menyukai karena terdapat tugas membuat video, namun jika pembelajaran tatap muka biasanya peserta didik lebih tertarik jika dilakukan praktikum di laboratorium.
6	Apakah peserta didik mengetahui tata tertib praktikum?	Mengetahui tata tertib yang dasar saja seperti memakai jas laboratorium dan memakai masker.
7	Apakah peserta didik mengerti dalam penanganan limbah laboratorium?	Beberapa peserta didik terkadang ada yang malas membuang limbah pada tempatnya dan langsung

		membuang ke wastafel.
8	Apakah peserta didik mendapatkan buku petunjuk praktikum?	Kalau buku petunjuk praktikum tidak, hanya lembar petunjuk praktikum.
9	Bagaimana jika petunjuk praktikum elektronik kimia berbasis <i>green chemistry</i> ?	Setuju jika dibuat menarik dan ramah lingkungan, supaya peserta didik semangat dalam pembelajaran kimia.

Lampiran 2 Instrumen Validasi Ahli Materi dan Ahli Media**LEMBAR VALIDASI****PETUNJUK PRAKTIKUM ELEKTRONIK BERBASIS *GREEN*
CHEMISTRY MATERI LAJU REAKSI****AHLI MATERI DAN MEDIA**

Judul : Petunjuk Praktikum Elektronik Berbasis
Green Chemistry Materi Laju Reaksi untuk
SMA/MA Kelas XI

Materi Pokok : Laju Reaksi

Petunjuk Pengisian:

Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu sebagai ahli materi dan media tentang Petunjuk Praktikum Elektronik Berbasis *Green Chemistry* pada Materi Laju Reaksi untuk SMA Negeri 8 Semarang Kelas XI.

Pendapat, kritik, saran, penilaian, dan komentar Bapak/Ibu akan sangat membantu untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas petunjuk praktikum ini. Sehubungan hal tersebut Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan pendapatnya pada setiap pernyataan yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu dengan memberi tanda centang (\checkmark) pada kolom yang tersedia.

Keterangan:

Kriteria	Skor	Keterangan
SS	4	Sangat setuju (jika kelayakan petunjuk praktikum dengan pernyataan pada angket sangat baik)
S	3	Setuju (jika kelayakan petunjuk praktikum dengan pernyataan pada angket baik)
KS	2	Kurang setuju (jika kelayakan petunjuk praktikum dengan pernyataan pada angket kurang baik)
TS	1	Tidak setuju (jika kelayakan petunjuk praktikum dengan pernyataan pada angket tidak baik)

Terimakasih atas bantuan Bapak/Ibu

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

NIP :

Alamat Instansi :

Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian dan masukan pada “Petunjuk Praktikum Elektronik berbasis *Green Chemistry* pada Materi Laju Reaksi untuk SMA/MA Kelas XI” yang disusun oleh:

Nama : Brilianti Sekar Ayuningtiyas

NIM : 1808076059

Program Studi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Harapan saya, penilaian dan saran yang diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan tugas akhir/ skripsi mahasiswa yang bersangkutan.

Semarang,

2022

Ahli Materi dan Media

NIP.

ASPEK PENILAIAN

AHLI MATERI

No	Kriteria Penilaian		Penilaian				Saran
	Aspek	Indikator	SS	S	KS	TS	
1	Aspek Apersepsi	Apersepsi menarik dan memberikan motivasi.					
		Kejelasan tujuan praktikum					
2	Aspek Kebahasaan	Kemudahan dalam memahami kalimat pada teks/tulisan					
		Bahasa yang digunakan sesuai PUEBI					
		Diksi yang digunakan tepat					
3	Aspek Materi	Materi sesuai dengan kurikulum yang berlaku					
		Kesesuaian isi materi dengan KI, KD dan Indikator					
		Konsep yang disajikan sudah benar dengan referensi yang <i>up to date</i>					
		Penggunaan simbol/ istilah/ rumus kimia yang benar					

4	Aspek <i>Green Chemistry</i>	Terdapat bahan-bahan praktikum yang <i>green chemistry</i>					
		Peminimalisiran limbah hasil praktikum					
		Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik.					
		Prosedur kerja yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik					
5	Aspek Pengamatan	Terdapat tabel pengamatan					
		Format hasil pengamatan mudah dipahami					

MASUKAN DAN SARAN

Bagian yang Salah	Jenis Kesalahan	Masukan untuk Perbaikan

ASPEK PENILAIAN

AHLI MEDIA

No	Kriteria Penilaian		Penilaian				Saran
	Aspek	Indikator	SS	S	KS	TS	
1	Tampilan Visual	Tampilan petunjuk praktikum menarik					
		Cetakan tulisan jelas, gambar jelas dan mudah dimengerti					
		Gambar yang disajikan sesuai materi					
		Penampilan visual petunjuk praktikum dapat menarik perhatian peserta didik untuk membaca					
2	Aspek Penulisan	Kelengkapan identitas petunjuk praktikum pada halaman sampul					
		Terdapat tujuan pembelajaran pada setiap kegiatan					
3	Aspek Keterbacaan	Bahasa yang digunakan menarik dan sesuai dengan PUEBI					

		Kalimat yang digunakan mudah dipahami					
--	--	---------------------------------------	--	--	--	--	--

MASUKAN DAN SARAN

Bagian yang Salah	Jenis Kesalahan	Masukan untuk Perbaikan

RUBRIK PENILAIAN

PETUNJUK PRAKTIKUM ELEKTRONIK BERBASIS *GREEN* *CHEMISTRY* MATERI LAJU REAKSI

AHLI MATERI DAN MEDIA

No	Kriteria Penilaian		Nilai	
	Aspek	Indikator		
1	Aspek Apersepsi	Apersepsi menarik dan memberikan motivasi.	SS	Apabila semua apersepsi dalam kegiatan praktikum menarik, sesuai dengan materi, dan dapat memberikan motivasi peserta didik.
			S	Apabila terdapat 1 apersepsi dalam kegiatan praktikum yang tidak sesuai dengan materi.
			KS	Apabila terdapat 2 apersepsi dalam kegiatan praktikum yang tidak sesuai dengan materi.
			TS	Apabila terdapat lebih dari 2 apersepsi dalam kegiatan praktikum yang tidak sesuai dengan materi.
		Kejelasan tujuan praktikum	SS	Apabila semua tujuan praktikum dalam kegiatan praktikum jelas dan sesuai dengan praktikum yang akan dilaksanakan.

			S	Apabila 3 tujuan praktikum jelas dan sesuai dengan praktikum yang akan dilaksanakan.
			KS	Apabila 2 tujuan praktikum jelas dan sesuai dengan praktikum yang akan dilaksanakan.
			TS	Apabila 1 tujuan praktikum jelas dan sesuai dengan praktikum yang akan dilaksanakan.
2	Aspek Kebahasaan	Kemudahan dalam memahami kalimat pada teks/tulisan	SS	Apabila kalimat yang disajikan pada 4 kegiatan praktikum disajikan dengan kalimat yang mudah dipahami.
			S	Apabila kalimat yang disajikan pada 3 kegiatan praktikum disajikan dengan kalimat yang mudah dipahami.
			KS	Apabila kalimat yang disajikan pada 2 kegiatan praktikum disajikan dengan kalimat yang mudah dipahami.
			TS	Apabila kalimat yang disajikan pada 1 kegiatan praktikum disajikan dengan kalimat yang mudah dipahami.

	Bahasa yang digunakan sesuai PUEBI	SS	Apabila bahasa yang disajikan pada 4 kegiatan praktikum disajikan dengan bahasa yang sesuai PUEBI.
		S	Apabila bahasa yang disajikan pada 3 kegiatan praktikum disajikan dengan bahasa yang sesuai PUEBI.
		KS	Apabila bahasa yang disajikan pada 2 kegiatan praktikum disajikan dengan bahasa yang sesuai PUEBI.
		TS	Apabila bahasa yang disajikan pada 1 kegiatan praktikum disajikan dengan bahasa yang sesuai PUEBI.
	Diksi yang digunakan tepat	SS	Apabila penggunaan diksi pada semua kegiatan praktikum tepat dan tidak memiliki makna ganda.
		S	Apabila terdapat 1 kegiatan praktikum menggunakan diksi yang tidak tepat atau memiliki makna ganda.
		KS	Apabila terdapat 2 kegiatan praktikum menggunakan diksi

				yang tidak tepat atau memiliki makna ganda.
			TS	Apabila terdapat lebih dari 2 kegiatan praktikum menggunakan diksi yang tidak tepat atau memiliki makna ganda.
3	Aspek Materi	Materi sesuai dengan kurikulum yang berlaku	SS	Apabila semua materi yang ditampilkan sesuai dengan kurikulum yang berlaku.
			S	Apabila terdapat 1 materi praktikum yang ditampilkan tidak sesuai dengan kurikulum yang berlaku.
			KS	Apabila terdapat 2 materi praktikum yang ditampilkan tidak sesuai dengan kurikulum yang berlaku.
			TS	Apabila terdapat lebih dari 2 materi praktikum yang ditampilkan tidak sesuai dengan kurikulum yang berlaku.
			Kesesuaian isi materi dengan KI, KD, dan indikator	SS

			S	Apabila isi materi pada 3 kegiatan praktikum sesuai dengan KI, KD, dan indikator.
			KS	Apabila isi materi pada 2 kegiatan praktikum sesuai dengan KI, KD, dan indikator.
			TS	Apabila isi materi pada 1 kegiatan praktikum sesuai dengan KI, KD, dan indikator.
		Konsep yang disajikan sudah benar dengan referensi yang <i>up to date</i>	SS	Apabila konsep materi yang disajikan sesuai dan terdapat lebih dari 5 referensi.
			S	Apabila konsep materi yang disajikan sesuai dan terdapat 4- 5 referensi.
			KS	Apabila konsep materi yang disajikan sesuai dan terdapat 2-3 referensi.
			TS	Apabila konsep materi yang disajikan sesuai dan terdapat kurang dari 2 referensi.
		Penggunaan simbol/ istilah/ rumus kimia yang benar	SS	Apabila penggunaan simbol/istilah/rumus kimia yang disajikan benar.
			S	Apabila terdapat 1 penggunaan simbol/istilah/rumus

				kimia yang disajikan tidak benar.
			KS	Apabila terdapat 2 penggunaan simbol/istilah/rumus kimia yang disajikan tidak benar.
			TS	Apabila terdapat lebih dari 2 penggunaan simbol/istilah/rumus kimia yang disajikan tidak benar.
4	Aspek <i>Green Chemistry</i>	Terdapat bahan-bahan praktikum yang <i>green chemistry</i>	SS	Apabila 4 kegiatan praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i> .
			S	Apabila 3 kegiatan praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i> .
			KS	Apabila 2 kegiatan praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i> .
			TS	Apabila 1 kegiatan praktikum menerapkan prinsip <i>green chemistry</i> .
		Peminimalisiran limbah hasil praktikum	SS	Apabila 4 kegiatan praktikum menggunakan bahan kimia yang dapat meminimalisir limbah.
			S	Apabila 3 kegiatan praktikum menggunakan bahan kimia yang dapat

				meminimalisir limbah.
			KS	Apabila 2 kegiatan praktikum menggunakan bahan kimia yang dapat meminimalisir limbah.
			TS	Apabila 1 kegiatan praktikum menggunakan bahan kimia yang dapat meminimalisir limbah.
		Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik.	SS	Apabila semua bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik.
			S	Apabila terdapat 1 praktikum menggunakan bahan praktikum yang tidak aman bagi peserta didik.
			KS	Apabila terdapat 2 praktikum menggunakan bahan praktikum yang tidak aman bagi peserta didik.
			TS	Apabila terdapat lebih dari 2 praktikum menggunakan bahan praktikum yang tidak aman bagi peserta didik.

		Prosedur kerja yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik	SS	Apabila 4 kegiatan praktikum memiliki prosedur kerja yang aman bagi peserta didik.
			S	Apabila 3 kegiatan praktikum memiliki prosedur kerja yang aman bagi peserta didik.
			KS	Apabila 2 kegiatan praktikum memiliki prosedur kerja yang aman bagi peserta didik.
			TS	Apabila 1 kegiatan praktikum memiliki prosedur kerja yang aman bagi peserta didik.
5	Aspek Pengamatan	Terdapat tabel pengamatan	SS	Apabila 4 kegiatan praktikum terdapat tabel pengamatan yang dapat memudahkan peserta didik.
			S	Apabila 3 kegiatan praktikum terdapat tabel pengamatan yang dapat memudahkan peserta didik.
			KS	Apabila 2 kegiatan praktikum terdapat tabel pengamatan yang dapat memudahkan peserta didik.

			TS	Apabila 1 kegiatan praktikum terdapat tabel pengamatan yang dapat memudahkan peserta didik.
		Format hasil pengamatan mudah dipahami	SS	Apabila format hasil pengamatan pada kegiatan praktikum mudah dipahami, jelas, dan tepat.
			S	Apabila terdapat 1 kegiatan praktikum memiliki format hasil pengamatan kurang jelas.
			KS	Apabila terdapat 2 kegiatan praktikum memiliki format hasil pengamatan kurang jelas.
			TS	Apabila terdapat lebih dari 2 kegiatan praktikum memiliki format hasil pengamatan kurang jelas.
6	Tampilan Visual		Tampilan desain menarik	SS
			S	Apabila terdapat 1 praktikum desain tidak menarik dengan ilustrasi yang tidak sesuai.
			KS	Apabila terdapat 2 praktikum desain tidak menarik dengan

				ilustrasi yang tidak sesuai.
			TS	Apabila terdapat lebih dari 2 praktikum desain tidak menarik dengan ilustrasi yang tidak sesuai.
		Tulisan dan gambar jelas, berwarna serta mudah dimengerti	SS	Apabila tulisan dan gambar jelas, berwarna serta mudah dimengerti.
			S	Apabila terdapat 1 gambar tidak jelas dan kurang mudah dimengerti.
			KS	Apabila terdapat 3 gambar tidak jelas dan kurang mudah dimengerti.
			TS	Apabila terdapat lebih dari 3 gambar tidak jelas dan kurang mudah dimengerti.
		Gambar yang disajikan sesuai materi	SS	Apabila gambar yang disajikan sesuai materi.
			S	Apabila terdapat 1 gambar yang disajikan tidak sesuai materi.
			KS	Apabila terdapat 3 gambar yang disajikan tidak sesuai materi.
			TS	Apabila terdapat lebih dari 3 gambar yang disajikan tidak sesuai materi.

		Penampilan visual petunjuk praktikum dapat menarik perhatian peserta didik untuk membaca	SS	Apabila penampilan visual petunjuk praktikum sangat menarik perhatian peserta didik untuk membaca.
			S	Apabila penampilan visual petunjuk praktikum menarik perhatian peserta didik untuk membaca.
			KS	Apabila penampilan visual petunjuk praktikum cukup menarik perhatian peserta didik untuk membaca.
			TS	Apabila penampilan visual petunjuk praktikum tidak menarik perhatian peserta didik untuk membaca.
7	Aspek Penulisan	Kelengkapan identitas petunjuk praktikum pada halaman sampul	SS	Apabila menyajikan identitas dengan lengkap (Judul buku, kelas, nama pengarang, tahun)
			S	Apabila menyajikan 3 identitas.
			KS	Apabila menyajikan 2 identitas.
			TS	Apabila menyajikan 1 identitas.
		Terdapat tujuan praktikum pada setiap kegiatan	SS	Apabila 4 praktikum memuat tujuan.
	S		Apabila 3 praktikum memuat tujuan.	

			KS	Apabila 2 praktikum memuat tujuan.
			TS	Apabila 1 praktikum memuat tujuan.
8	Aspek Keterbacaan	Bahasa yang digunakan menarik dan sesuai dengan PUEBI	SS	Apabila bahasa yang digunakan pada 4 kegiatan praktikum menarik dan sesuai dengan PUEBI.
			S	Apabila bahasa yang digunakan pada 3 kegiatan praktikum menarik dan sesuai dengan PUEBI.
			KS	Apabila bahasa yang digunakan pada 2 kegiatan praktikum menarik dan sesuai dengan PUEBI.
			TS	Apabila bahasa yang digunakan pada 1 kegiatan praktikum menarik dan sesuai dengan PUEBI.
		Kalimat yang digunakan mudah dipahami	SS	Apabila kalimat yang digunakan pada 4 kegiatan praktikum mudah dipahami dan tidak ada kesalahan tulisan.
			S	Apabila kalimat yang digunakan pada 3 kegiatan praktikum mudah dipahami dan tidak ada kesalahan tulisan.
			KS	Apabila kalimat yang digunakan pada 2 kegiatan praktikum

				mudah dipahami dan tidak ada kesalahan tulisan.
			TS	Apabila kalimat yang digunakan pada 1 kegiatan praktikum mudah dipahami dan tidak ada kesalahan tulisan.

Lampiran 3 Hasil Validasi Ahli Materi

1. Validasi ahli materi (Apriliana Drastisianti, M.Pd)

**ASPEK PENILAIAN
AHLI MATERI**

No	Kriteria Penilaian.		Penilaian				Saran
	Aspek	Indikator	SS	S	KS	TS	
1	Aspek Apersepsi	Apersepsi menarik dan memberikan motivasi.		✓			
		Kejelasan tujuan praktikum		✓			
2	Aspek Kebahasaan	Kemudahan dalam memahami kalimat pada teks/tulisan		✓			
		Bahasa yang digunakan sesuai PUEBI		✓			
		Diksi yang digunakan tepat		✓			
3	Aspek Materi	Materi sesuai dengan kurikulum yang berlaku	✓				
		Kesesuaian isi materi dengan KI, KD dan Indikator	✓				
		Konsep yang disajikan sudah benar dengan referensi yang <i>up to date</i>		✓			
		Penggunaan simbol/istilah/ rumus kimia yang benar		✓			
4	Aspek <i>Green Chemistry</i>	Terdapat bahan-bahan praktikum yang <i>green chemistry</i>		✓			
		Peminimalisir limbah hasil praktikum			✓		
		Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik.		✓			
		Prosedur kerja yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik		✓			
5	Aspek Pengamatan	Terdapat tabel pengamatan		✓			
		Format hasil pengamatan mudah dipahami		✓			

MASUKAN DAN SARAN

Bagian yang Salah	Jenis Kesalahan	Masukan untuk Perbaikan
Halaman 1 bagian Materi Pengertian laju reaksi	Sitasi	Perbaiki penempatan sitasi. Penulisan "diatas" seharusnya "di atas"
Halaman 2 bagian Hukum laju	Typo	Penulisan kapital di awal kalimat.
Halaman 3 bagian faktor-faktor	dan kalimat	kalimat terakhir paragraf pertama gabung saja dengan kalimat sebelumnya.
Halaman 4 bagian faktor suhu.	Kalimat	Perbaiki titik koma.
Halaman 8 bagian pertanyaan no 9	Typo	kata "bagaimana" seharusnya "bagaimana"
Halaman 13 bagian apersepsi	Apersepsi	diganti menjadi kegiatan yang berkaitan dgn pengaruh suhu dan mempengaruhi reaksi.
Halaman 14 bagian cara kerja.	Suhu	diganti perbedaan suhu menjadi 15 °C, 25 °C dan 40 °C.

2. Validasi ahli materi (Lis Setiyoningrum, M.Pd)

ASPEK PENILAIAN
AHLI MATERI

No	Kriteria Penilaian		Penilaian				Saran
	Aspek	Indikator	SS	S	KS	TS	
1	Aspek Apersepsi	Apersepsi menarik dan memberikan motivasi.		✓			
		Kejelasan tujuan praktikum	✓				
2	Aspek Kehasaan	Kemudahan dalam memahami kalimat pada teks/tulisan		✓			
		Bahasa yang digunakan sesuai PUEBI		✓			
		Diksi yang digunakan tepat		✓			
3	Aspek Materi	Materi sesuai dengan kurikulum yang berlaku		✓			
		Kesesuaian isi materi dengan KI, KD dan Indikator		✓			
		Konsep yang disajikan sudah benar dengan referensi yang <i>up to date</i>		✓			
		Penggunaan simbol/ istilah/ rumus kimia yang benar		✓			
4	Aspek <i>Green Chemistry</i>	Terdapat bahan-bahan praktikum yang <i>green chemistry</i>			✓		
		Peminimalisiran limbah hasil praktikum		✓			
		Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik.		✓			
		Prosedur kerja yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik		✓			
5	Aspek Pengamatan	Terdapat tabel pengamatan	✓				
		Format hasil pengamatan mudah dipahami	✓				

MASUKAN DAN SARAN

Bagian yang Salah	Jenis Kesalahan	Masukan untuk Perbaikan
Praktikum 1 - Praktikum 9	Tampilan Foto Green chemistry	ditambahkan penjelasan setiap bahan yang digunakan ditandai dengan green chemistry
Halaman 9 Katalis	Katalis	Tambahkan contoh katalis
Teori tumbukan Halaman 5	Kalimat pertama	Bahasa diperbaiki kalimat "faktor tersebut" menjungkt

cama mana?

Lampiran 4 Hasil Validasi ahli Media

1. Validasi ahli media (Apriliana Drastisianti, M.Pd)

ASPEK PENILAIAN
AHLI MEDIA

No	Kriteria Penilaian		Penilaian				Saran
	Aspek	Indikator	SS	S	KS	TS	
1	Tampilan Visual <i>E-book</i>	Tampilan <i>e-book</i> menarik		✓			
		Cetakan tulisan jelas, gambar jelas dan mudah dimengerti		✓			
		Gambar yang disajikan sesuai materi		✓			
		Penampilan visual <i>e-book</i> dapat menarik perhatian peserta didik untuk membaca		✓			
2	Aspek Penulisan	Kelengkapan identitas <i>e-book</i> petunjuk praktikum pada halaman sampul		✓			
		Terdapat tujuan pembelajaran pada setiap kegiatan		✓			
3	Aspek Keterbacaan	Bahasa yang digunakan menarik dan sesuai dengan PUEBI		✓			
		Kalimat yang digunakan mudah dipahami		✓			

MASUKAN DAN SARAN

Bagian yang Salah	Jenis Kesalahan	Masukan untuk Perbaikan
Halaman iii bagian indikator 4. 7. 1	Typo	kata "reaksi" seharusnya "reaksi"
Halaman iv bagian green chemistry	Penulisan bahasa asing	Penulisan green chemistry ditulis miring.
Halaman 3 bagian faktor konsentrasi	Gambar	Buat gambar yang mewakili penjelasan paragraf di bawahnya.
Halaman 5 bagian teori tumbukan.	Gambar	Jelaskan gambar dengan memperjelas H_2 dan I_2 yang mana.
Halaman 6		Natrium Bikarbonat ditulis huruf kecil

2. Validasi ahli media (Lis Setiyoningrum, M.Pd)

ASPEK PENILAIAN

AHLI MEDIA

No	Kriteria Penilaian		Penilaian				Saran
	Aspek	Indikator	SS	S	KS	TS	
1	Tampilan Visual E-book	Tampilan <i>e-book</i> menarik		✓			
		Cetakan tulisan jelas, gambar jelas dan mudah dimengerti		✓			
		Gambar yang disajikan sesuai materi		✓			
		Penampilan visual <i>e-book</i> dapat menarik perhatian peserta didik untuk membaca		✓			
2	Aspek Penulisan	Kelengkapan identitas <i>e-book</i> petunjuk praktikum pada halaman sampul		✓			
		Terdapat tujuan pembelajaran pada setiap kegiatan	✓				
3	Aspek Keterbacaan	Bahasa yang digunakan menarik dan sesuai dengan PUEBI		✓			
		Kalimat yang digunakan mudah dipahami		✓			

Lampiran 5 Hasil Analisis Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Indikator	Penilai														Rata-rata V	Ket	
			I	II	III	IV	V	VI	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	ΣS	n(c-1)			V
1	Apersepsi	Indikator 1	3	3	3	3	4	4	2	2	2	2	3	3	14	18	0,7777778	0,80555556	VALID
		Indikator 2	3	4	4	3	3	4	2	3	3	2	2	3	15	18	0,8333333		
2	Kebahasaan	Indikator 1	3	3	4	3	4	4	2	2	3	2	3	3	15	18	0,8333333	0,7962963	VALID
		Indikator 2	3	3	4	3	4	4	2	2	3	2	3	3	15	18	0,8333333		
		Indikator 3	3	3	3	3	4	3	2	2	2	2	3	2	13	18	0,7222222		
3	Materi	Indikator 1	4	3	4	3	4	4	3	2	3	2	3	3	16	18	0,8888889	0,81944444	VALID
		Indikator 2	4	3	3	3	4	4	3	2	2	2	3	3	15	18	0,8333333		
		Indikator 3	3	3	3	3	4	4	2	2	2	2	3	3	14	18	0,7777778		
		Indikator 4	3	3	4	3	4	3	2	2	3	2	3	2	14	18	0,7777778		
4	Green Chemistry	Indikator 1	3	2	3	3	4	4	2	1	2	2	3	3	13	18	0,7222222	0,79166667	VALID
		Indikator 2	2	3	4	3	4	4	1	2	3	2	3	3	14	18	0,7777778		
		Indikator 3	3	3	4	3	4	4	2	2	3	2	3	3	15	18	0,8333333		
		Indikator 4	3	3	4	3	4	4	2	2	3	2	3	3	15	18	0,8333333		
5	Pengamatan	Indikator 1	3	4	4	3	4	4	2	3	3	2	3	3	16	18	0,8888889	0,86111111	VALID
		Indikator 2	3	4	3	3	4	4	2	3	2	2	3	3	15	18	0,8333333		
Keseluruhan Aspek			46	47	54	45	59	58	31	32	39	30	44	43	219		0,8111111	0,81481481	VALID

Keterangan:

- I : Apriliana Drastisianti, M.Pd
 II : Lis Setyo Ningrum, M.Pd
 III : Prahasti Chintya Hardiyanti, M.Pd
 IV : Ida Madyani, M.Pd
 V : Maula Febriyanti Arfani, S.Pd
 VI : Dini Lestari, S.Pd

Analisis data yang digunakan dalam menghitung hasil validasi dari ahli materi menggunakan rumus validitas yang dikemukakan oleh Aiken's V sebagai berikut:

$$V = \frac{\sum s}{N(c-1)}$$

Di mana

$$s = r - lo$$

lo = nilai skala terendah

c = nilai skala tertinggi

r = skor dari validator

N = jumlah validator

Rumus V pada penelitian ini digunakan berdasarkan penilaian setiap butir aspek. Jumlah rater sebanyak enam dan lembar validasi berskala empat maka didapatkan nilai indeks Aiken sebesar 0,78 dan angka ini merupakan minimal yang harus terpenuhi agar media dikatakan valid.

Berikut perhitungannya:

A. Aspek Apersepsi

1. Apersepsi menarik dan memberikan motivasi

$$lo = 1$$

$$c = 4$$

$$N = 6$$

$$\sum S = 14$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{14}{6(4-1)} \\
 &= \frac{14}{18} \\
 &= 0,77
 \end{aligned}$$

2. Kejelasan tujuan praktikum

$$\begin{array}{ll}
 lo = 1 & c = 4 \\
 N = 6 & \sum S = 15 \\
 V = \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 = \frac{15}{6(4-1)} \\
 = \frac{15}{18} \\
 = 0,83
 \end{array}$$

Rata-rata nilai V = $\frac{0,77+0,83}{2} = 0,80$ (valid)

B. Aspek Kebahasaan

1. Kemudahan dalam memahami kalimat pada teks/tulisan

$$\begin{array}{ll}
 lo = 1 & c = 4 \\
 N = 6 & \sum S = 15 \\
 V = \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 = \frac{15}{6(4-1)} \\
 = \frac{15}{18} \\
 = 0,83
 \end{array}$$

2. Bahasa yang digunakan sesuai PUEBI

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \sum S &= 15 \\
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{15}{6(4-1)} \\
 &= \frac{15}{18} \\
 &= 0,83
 \end{aligned}$$

3. Diksi yang digunakan tepat

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \sum S &= 13 \\
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{13}{6(4-1)} \\
 &= \frac{13}{18} \\
 &= 0,72
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata nilai } V = \frac{0,83+0,83+0,72}{3} = 0,79 \text{ (valid)}$$

C. Aspek Materi

1. Materi sesuai dengan kurikulum yang berlaku

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \sum S &= 16 \\
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{16}{6(4-1)} \\
 &= \frac{16}{18} \\
 &= 0,88
 \end{aligned}$$

2. Kesesuaian isi materi dengan KI, KD dan Indikator

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \sum S &= 15 \\
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{15}{6(4-1)} \\
 &= \frac{15}{18} \\
 &= 0,83
 \end{aligned}$$

3. Konsep yang disajikan sudah benar dengan referensi yang *up to date*

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \sum S &= 14 \\
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{14}{6(4-1)} \\
 &= \frac{14}{18} \\
 &= 0,77
 \end{aligned}$$

4. Penggunaan simbol/ istilah/ rumus kimia yang benar

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \sum S &= 14 \\
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{14}{6(4-1)} \\
 &= \frac{14}{18}
 \end{aligned}$$

$$= 0,77$$

$$\text{Rata-rata nilai } V = \frac{0,88+0,83+0,77+0,77}{4} = \mathbf{0,81 \text{ (valid)}}$$

D. Aspek *Green Chemistry*

1. Terdapat bahan-bahan praktikum yang *green chemistry*

$$\begin{aligned} l_0 &= 1 & c &= 4 \\ N &= 6 & \Sigma S &= 13 \\ V &= \frac{\Sigma s}{N(c-1)} \\ &= \frac{13}{6(4-1)} \\ &= \frac{13}{18} \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

2. Peminimalisiran limbah hasil praktikum

$$\begin{aligned} l_0 &= 1 & c &= 4 \\ N &= 6 & \Sigma S &= 14 \\ V &= \frac{\Sigma s}{N(c-1)} \\ &= \frac{14}{6(4-1)} \\ &= \frac{14}{18} \\ &= 0,77 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} l_0 &= 1 & c &= 4 \\ N &= 6 & \Sigma S &= 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{15}{6(4-1)} \\
 &= \frac{15}{18} \\
 &= 0,83
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{array}{ll}
 lo= 1 & c= 4 \\
 N= 6 & \sum S= 15 \\
 V = \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 = \frac{15}{6(4-1)} \\
 = \frac{15}{18} \\
 = 0,83
 \end{array}$$

$$\text{Rata-rata nilai } V = \frac{0,72+0,77+0,83+0,83}{4} = 0,79 \text{ (valid)}$$

E. Aspek pengamatan

1. Terdapat tabel pengamatan

$$\begin{array}{ll}
 lo= 1 & c= 4 \\
 N= 6 & \sum S= 16 \\
 V = \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 = \frac{16}{6(4-1)} \\
 = \frac{16}{18} \\
 = 0,88
 \end{array}$$

2. Format hasil pengamatan mudah dipahami

$$l_0 = 1$$

$$c = 4$$

$$N = 6$$

$$\sum S = 15$$

$$V = \frac{\sum s}{N(c-1)}$$

$$= \frac{15}{6(4-1)}$$

$$= \frac{15}{18}$$

$$= 0,83$$

$$\text{Rata-rata nilai } V = \frac{0,88+0,83}{2} = 0,86 \text{ (valid)}$$

Lampiran 6 Hasil Analisis Validasi Ahli Media

No	Aspek	Indikator	Penilai														Rata - rata V	Ket	
			I	II	III	IV	V	VI	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	ΣS	n(c- 1)			V
1	Tampilan Visual	Indikator 1	3	3	4	2	4	4	2	2	3	1	3	3	14	18	0,7777778	0,79166667	VALID
		Indikator 2	3	3	4	3	4	4	2	2	3	2	3	3	15	18	0,8333333		
		Indikator 3	3	3	4	3	4	4	2	2	3	2	3	3	15	18	0,8333333		
		Indikator 4	3	3	3	2	4	4	2	2	2	1	3	3	13	18	0,7222222		
2	Penulisan	Indikator 1	3	3	3	3	3	4	2	2	2	2	2	3	13	18	0,7222222	0,80555556	VALID
		Indikator 2	3	4	4	3	4	4	2	3	3	2	3	3	16	18	0,8888889		
3	Keterbacaan	Indikator 1	3	3	4	3	4	3	2	2	3	2	3	2	14	18	0,7777778	0,80555556	VALID
		Indikator2	3	3	4	3	4	4	2	2	3	2	3	3	15	18	0,8333333		
Keseluruhan Aspek			24	25	30	22	31	31	16	17	22	14	23	23	115		0,7986111	0,80092593	VALID

Keterangan:

I : Apriliana Drastisianti, M.Pd

II : Lis Setyo Ningrum, M.Pd

III : Prahasti Chintya Hardiyanti, M.Pd

IV : Ida Madyani, M.Pd

V : Maula Febriyanti Arfani, S.Pd

VI : Dini Lestari, S.Pd

Analisis data yang digunakan dalam menghitung hasil validasi dari ahli materi menggunakan rumus validitas yang dikemukakan oleh Aiken's V sebagai berikut:

$$V = \frac{\sum s}{N(c-1)}$$

Di mana

$s = r - lo$

lo = nilai skala terendah

c = nilai skala tertinggi

r = skor dari validator

N = jumlah validator

Rumus V pada penelitian ini digunakan berdasarkan penilaian setiap butir aspek. Jumlah rater sebanyak enam dan lembar validasi berskala empat maka didapatkan nilai indeks Aiken sebesar 0,78 dan angka ini merupakan minimal yang harus terpenuhi agar media dikatakan valid.

Berikut perhitungannya:

A. Aspek Tampilan Visual

1. Tampilan petunjuk praktikum menarik

$lo = 1$

$c = 4$

$$\begin{aligned}
 N &= 6 & \Sigma S &= 14 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{14}{6(4-1)} \\
 &= \frac{14}{18} \\
 &= 0,77
 \end{aligned}$$

2. Cetak tulisan jelas, gambar jelas dan mudah dimengerti

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \Sigma S &= 15 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{15}{6(4-1)} \\
 &= \frac{15}{18} \\
 &= 0,83
 \end{aligned}$$

3. Gambar yang disajikan sesuai materi

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \Sigma S &= 15 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{15}{6(4-1)} \\
 &= \frac{15}{18} \\
 &= 0,83
 \end{aligned}$$

4. Penampilan visual petunjuk praktikum dapat menarik perhatian peserta didik untuk membaca

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \sum S &= 13 \\
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{13}{6(4-1)} \\
 &= \frac{13}{18} \\
 &= 0,72
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata nilai } V = \frac{0,77+0,83+0,83+0,72}{4} = 0,79 \text{ (valid)}$$

B. Aspek Penulisan

1. Kelengkapan identitas petunjuk praktikum pada halaman sampul

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \sum S &= 13 \\
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{13}{6(4-1)} \\
 &= \frac{13}{18} \\
 &= 0,72
 \end{aligned}$$

2. Terdapat tujuan pembelajaran pada setiap kegiatan

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \sum S &= 16 \\
 V &= \frac{\sum s}{N(c-1)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{16}{6(4-1)} \\
 &= \frac{16}{18} \\
 &= 0,88
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata nilai V} = \frac{0,72+0,88}{2} = 0,80 \text{ (valid)}$$

C. Aspek Keterbacaan

1. Bahasa yang digunakan menarik dan sesuai dengan PUEBI

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \Sigma S &= 14 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{14}{6(4-1)} \\
 &= \frac{14}{18} \\
 &= 0,83
 \end{aligned}$$

2. Kalimat yang digunakan mudah dipahami

$$\begin{aligned}
 lo &= 1 & c &= 4 \\
 N &= 6 & \Sigma S &= 15 \\
 V &= \frac{\Sigma s}{N(c-1)} \\
 &= \frac{15}{6(4-1)} \\
 &= \frac{15}{18} \\
 &= 0,83
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata nilai V} = \frac{0,77+0,83}{2} = 0,80 \text{ (valid)}$$

Lampiran 7 Tabel Aiken's V

No. of Items (<i>m</i>) or Raters (<i>n</i>)	Number of Rating Categories (<i>c</i>)													
	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		
5			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		

(Aiken, 1985)

Lampiran 8 Instrumen Respon Peserta Didik**LEMBAR ANGKET RESPON PESERTA DIDIK****PETUNJUK PRAKTIKUM ELEKTRONIK BERBASIS *GREEN*
CHEMISTRY MATERI LAJU REAKSI**

Nama :

Asal Sekolah :

1. Beri tandan centang (\checkmark) pada angket yang sesuai dengan penilaian Anda terhadap Petunjuk Praktikum Elektronik Berbasis *Green Chemistry* Materi Laju Reaksi untuk SMA/MA Kelas XI dengan ketentuan sebagai berikut:

Ya : Jika setuju dengan pernyataan yang diberikan.

Tidak : Jika tidak setuju dengan pernyataan yang diberikan.

2. Bila ada kekurangan, berikan saran pada kolom yang disediakan.
3. Atas kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Peserta Didik :

Asal Sekolah :

Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian dan masukan pada “Petunjuk Praktikum Elektronik berbasis *Green Chemistry* pada Materi Laju Reaksi untuk SMA/MA Kelas XI” yang disusun oleh:

Nama : Brilianti Sekar Ayuningtiyas

NIM : 1808076059

Program Studi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Harapan saya, penilaian dan saran yang diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan tugas akhir/ skripsi mahasiswa yang bersangkutan.

Semarang, 2022

Peserta Didik

.....

ASPEK PENILAIAN PESERTA DIDIK

No	Kriteria Penilaian		Penilaian		Saran
	Aspek	Indikator	YA	TIDAK	
1	Tampilan Visual	Tampilan petunjuk praktikum menarik			
		Cetakan tulisan jelas, gambar jelas dan mudah dimengerti			
		Gambar yang disajikan sesuai materi			
		Penampilan visual petunjuk praktikum dapat menarik perhatian peserta didik untuk membaca			
2	Aspek Penulisan	Kelengkapan identitas petunjuk praktikum pada halaman sampul			
		Terdapat tujuan pembelajaran pada setiap kegiatan.			
3	Aspek Keterbacaan	Bahasa yang digunakan menarik dan sesuai dengan PUEBI			

		Kalimat yang digunakan mudah dipahami			
4	Aspek Apersepsi	Apersepsi menarik dan memberikan motivasi.			
		Kejelasan tujuan praktikum			
5	Aspek Kebahasaan	Kemudahan dalam memahami kalimat pada teks/tulisan			
		Bahasa yang digunakan sesuai PUEBI			
		Diksi yang digunakan tepat			
6	Aspek Materi	Materi sesuai dengan kurikulum yang berlaku			
		Kesesuaian isi materi dengan KI, KD dan Indikator			
		Konsep yang disajikan sudah benar dengan referensi yang <i>up to date</i>			
		Penggunaan simbol/ istilah/			

		rumus kimia yang benar			
7	Aspek <i>Green Chemistry</i>	Terdapat bahan-bahan praktikum yang <i>green chemistry</i>			
		Peminimalisiran limbah hasil praktikum			
		Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik.			
		Prosedur kerja yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik			
8	Aspek Pengamatan	Terdapat tabel pengamatan			
		Format hasil pengamatan mudah dipahami			

Lampiran 9 Hasil Respon Peserta Didik

LEMBAR ANGKET RESPON PESERTA DIDIK
E-BOOK PETUNJUK PRAKTIKUM KIMIA BERBASIS GREEN CHEMISTRY MATERI LAJU REAKSI

Nama : Annisa Kusuma Wardani
Asal Sekolah : SMA N 8 Semarang

- Beri tandan centang (✓) pada angket yang sesuai dengan penilaian Anda terhadap *E-book* Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis *Green Chemistry* Materi Laju Reaksi untuk SMA/MA Kelas XI dengan ketentuan sebagai berikut:
Ya : Jika setuju dengan pernyataan yang diberikan.
Tidak : Jika tidak setuju dengan pernyataan yang diberikan.
- Bila ada kekurangan, berikan saran pada kolom yang disediakan.
- Atas kerjasamanya, saya ucapkan terima kasih.

ASPEK PENILAIAN PESERTA DIDIK

No	Aspek	Kriteria Penilaian Indikator	Penilaian		Saran
			YA	TIDAK	
1	Tampilan Visual E-book	Tampilan e-book menarik	✓		
		Cetakan tulisan jelas, gambar jelas dan mudah dimengerti	✓		
		Gambar yang disajikan sesuai materi	✓		
		Penampilan visual e-book dapat menarik perhatian peserta didik untuk membaca	✓		
2	Aspek Penulisan	Kelengkapan identitas e-book petunjuk praktikum pada halaman sampul	✓		
		Terdapat tujuan pembelajaran pada setiap kegiatan.	✓		
3	Aspek Keterbacaan	Bahasa yang digunakan menarik dan sesuai dengan PUEBI	✓		
		Kalimat yang digunakan mudah dipahami	✓		
4	Aspek Apersepsi	Apersepsi menarik dan memberikan motivasi.	✓		
		Kejelasan tujuan praktikum	✓		
5	Aspek Kebahasaan	Kemudahan dalam memahami kalimat pada teks/tulisan	✓		Sudah bagus, mungkin bisa ada foto atau gambar dibuat lebih rinci lagi.
		Bahasa yang digunakan sesuai PUEBI	✓		
		Diksi yang digunakan tepat	✓		
6	Aspek Materi	Materi sesuai dengan kurikulum yang berlaku	✓		
		Kesesuaian isi materi dengan KI, KD dan Indikator	✓		
		Konsep yang disajikan sudah benar dengan referensi yang <i>up to date</i>	✓		
		Penggunaan simbol/ istilah/ rumus kimia yang benar	✓		
		Terdapat bahan-bahan praktikum yang <i>green chemistry</i>	✓		
7	Aspek Green Chemistry	Peminimalisir limbah hasil praktikum	✓		
		Bahan yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik.	✓		
		Prosedur kerja yang digunakan pada kegiatan praktikum aman bagi peserta didik	✓		
		Terdapat tabel pengamatan	✓		
8	Aspek Pengamatan	Format hasil pengamatan mudah dipahami	✓		

Lampiran 10 Hasil Analisis Respon Peserta Didik

No	Aspek	Peserta Didik															Jumlah Skor yang diperoleh	Skor Maks	Jumlah Skor Maks	Presentasi Kepraktisan (%)	Ket
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O					
1	Tampilan Visual	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	58	4	60	96,6666667	Sangat Praktis
2	Penulisan	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30	2	30	100	Sangat Praktis
3	Keterbacaan	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30	2	30	100	Sangat Praktis
4	Apersepsi	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	29	2	30	96,6666667	Sangat Praktis
5	Kebahasaan	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45	3	45	100	Sangat Praktis
6	Materi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4	60	100	Sangat Praktis
7	Green Chemistry	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	53	4	60	88,33333333	Sangat Praktis
8	Pengamatan	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	29	2	30	96,6666667	Sangat Praktis
Aspek Total		23	23	23	23	22	23	23	23	23	22	22	21	20	22	21	334	23	345	96,8115942	Sangat Praktis

Data respon berasal dari respon peserta didik dengan menggunakan uji praktikalitas, peneliti menggunakan rumus persentase (%).

$$P = \frac{S}{SM} \times 100 \%$$

Di mana

P = Persentase Kepraktisan

S = Jumlah Skor yang diperoleh

SM = Jumlah Skor Maksimum

Sebagai pedoman nilai kepraktisan media pembelajaran, dapat diuraikan seperti berikut:

Persentase (%)	Kategori
$88\% \leq \text{skor} \leq 100\%$	Sangat Praktis
$66\% \leq \text{skor} < 87\%$	Praktis
$44\% \leq \text{skor} < 65\%$	Cukup Praktis
$23\% \leq \text{skor} < 43\%$	Kurang Praktis
$0\% \leq \text{skor} < 22\%$	Tidak Praktis

Berikut Perhitungan tiap aspeknya:

1. Tampilan Visual Petunjuk Praktikum

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\
 &= \frac{58}{60} \times 100 \% \\
 &= 96,6 \% \text{ (sangat praktis)}
 \end{aligned}$$

2. Aspek Penulisan

$$\begin{aligned} P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\ &= \frac{30}{30} \times 100 \% \\ &= 100 \% \text{ (sangat praktis)} \end{aligned}$$

3. Aspek Keterbacaan

$$\begin{aligned} P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\ &= \frac{30}{30} \times 100 \% \\ &= 100 \% \text{ (sangat praktis)} \end{aligned}$$

4. Aspek Apersepsi

$$\begin{aligned} P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\ &= \frac{29}{30} \times 100 \% \\ &= 96,6 \% \text{ (sangat praktis)} \end{aligned}$$

5. Aspek Kebahasaan

$$\begin{aligned} P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\ &= \frac{45}{45} \times 100 \% \\ &= 100 \% \text{ (sangat praktis)} \end{aligned}$$

6. Aspek Materi

$$\begin{aligned} P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\ &= \frac{60}{60} \times 100 \% \\ &= 100 \% \text{ (sangat praktis)} \end{aligned}$$

7. Aspek *Green Chemistry*

$$\begin{aligned} P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\ &= \frac{53}{60} \times 100 \% \\ &= 88,3 \% \text{ (sangat praktis)} \end{aligned}$$

8. Aspek Pengamatan

$$\begin{aligned} P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\ &= \frac{30}{29} \times 100 \% \\ &= 96,6 \% \text{ (sangat praktis)} \end{aligned}$$

Lampiran 11 Rubrik Penilaian Sikap Ilmiah Peserta Didik

RUBRIK PENILAIAN SIKAP ILMIAH PESERTA DIDIK

No	Dimensi	Indikator Sikap Ilmiah
1	Sikap ingin tahu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antusias mencari jawaban pertanyaan yang ada 2. Perhatian pada objek yang diamati 3. Antusias pada proses pembelajaran 4. Menanyakan setiap langkah kegiatan praktikum
2	Sikap Objektif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan data sesuai fakta yang didapat 2. Tidak mengada-ada 3. Mengambil keputusan sesuai fakta yang ada. 4. Tidak mencampur fakta dengan pendapat.
3	Sikap berpikir kritis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meragukan dan menanyakan hasil temuan teman. 2. Menanyakan setiap hal baru. 3. Mengulangi kegiatan yang dilakukan. 4. Tidak mengabaikan data sekecil apapun
4	Sikap penemuan dan kreativitas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan fakta-fakta untuk menyimpulkan 2. Menunjukkan laporan berbeda dengan teman kelas. 3. Menggunakan alat sesuai fungsinya.

		4. Menguraikan kesimpulan baru hasil pengamatan.
5	Sikap berpikiran terbuka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghargai pendapat orang lain. 2. Mau merubah pendapat jika data kurang. 3. Menerima saran dari teman. 4. Berpartisipasi aktif dalam kelompok.
6	Sikap ketekunan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melanjutkan meneliti untuk menemukan hal baru. 2. Gigih mencoba meskipun percobaan dapat gagal. 3. Yakin pada percobaan sendiri meskipun teman selesai lebih awal.
7	Sikap peka terhadap lingkungan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perhatian terhadap proses kegiatan pembelajaran. 2. Partisipasi pada kegiatan di kelas. 3. Menjaga kebersihan lingkungan kelas

No	Aspek Penilaian	Kriteria	Skor
1	Sikap ingin tahu	Apabila seluruh indikator muncul	4
		Apabila 3 dari 4 indikator yang muncul	3
		Apabila 2 dari 4 indikator yang muncul	2
		Apabila 1 dari 4 indikator yang muncul	1
2	Sikap Objektif	Apabila seluruh indikator muncul	4
		Apabila 3 dari 4 indikator yang muncul	3
		Apabila 2 dari 4 indikator yang muncul	2
		Apabila 1 dari 4 indikator yang muncul	1
3	Sikap berpikir kritis	Apabila seluruh indikator muncul	4
		Apabila 3 dari 4 indikator yang muncul	3

		Apabila 2 dari 4 indikator yang muncul	2
		Apabila 1 dari 4 indikator yang muncul	1
4	Sikap penemuan dan kreativitas	Apabila seluruh indikator muncul	4
		Apabila 3 dari 4 indikator yang muncul	3
		Apabila 2 dari 4 indikator yang muncul	2
		Apabila 1 dari 4 indikator yang muncul	1
5	Sikap berpikiran terbuka	Apabila seluruh indikator muncul	4
		Apabila 3 dari 4 indikator yang muncul	3
		Apabila 2 dari 4 indikator yang muncul	2
		Apabila 1 dari 4 indikator yang muncul	1
6	Sikap ketekunan	Apabila seluruh indikator muncul	4

		Apabila 2 dari 3 indikator yang muncul	3
		Apabila 1 dari 3 indikator yang muncul	2
		Apabila tidak ada indikator yang muncul	1
7	Sikap peka terhadap lingkungan	Apabila seluruh indikator muncul	4
		Apabila 2 dari 3 indikator yang muncul	3
		Apabila 1 dari 3 indikator yang muncul	2
		Apabila tidak ada indikator yang muncul	1

Lampiran 12 Hasil Penilaian Sikap Ilmiah Peserta Didik

No	Dimensi	Peserta Didik															Skor yang diperoleh	Skor Maks	Jumlah Skor Maks	Persentase Sikap Ilmiah (%)	Ket
		Kelompok 1			Kelompok 2			Kelompok 3			Kelompok 4			Kelompok 5							
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O					
1	Sikap Ingin Tahu	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	57	4	60	95	SANGAT BAIK
2	Sikap Objektif	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	54	4	60	90	SANGAT BAIK
3	Sikap Berpikir Kritis	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45	4	60	75	BAIK
4	Sikap Penemuan dan Kreativitas	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	48	4	60	80	BAIK
5	Sikap Berpikiran Terbuka	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	51	4	60	85	BAIK
6	Sikap Ketekunan	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	48	4	60	80	BAIK
7	Sikap Peka Terhadap Lingkungan	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45	4	60	75	BAIK
Dimensi Total		25	25	25	25	25	25	21	21	21	23	23	23	22	22	22	348	28	420	82,85714	BAIK

DAFTAR KELOMPOK UJI COBA KELAS KECIL

Kelompok 1	Kelompok 2	Kelompok 3	Kelompok 4	Kelompok 5
Vina Virnandia	Nayla Puspa Maharani	Rafika Attala Mohamad	Shinta Nurcahyani	Clarisa Adya Febiola
Setyawan Arya Pamungkas	Annisa Kusuma Wardani	Ryan Derix Hermawan	Moga Gista Amalia Yumna	Fadila Hana Latifatul Uyun
Ameliana Najwa Prismadani	Jelang Fajar Lakshita Desi	Moh Farckhan Nasakh	Angelica Brilian Wulan Sari	Erlina Putri Lestari

Analisis data observasi sikap ilmiah dianalisis menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{S}{SM} \times 100 \%$$

Di mana

P = Persentase sikap ilmiah

S = Skor yang diperoleh

SM = Jumlah Skor Maksimum.

Dari perhitungan menggunakan rumus di atas dihasilkan data dalam persen (%), skor klasifikasi tersebut kemudian diubah menjadi klasifikasi sebagai persentase pada tabel berikut:

Persentase (%)	Kategori
$87\% \leq \text{skor} \leq 100\%$	Sangat Baik
$65\% \leq \text{skor} < 86\%$	Baik
$44\% \leq \text{skor} < 64\%$	Cukup Baik
$22\% \leq \text{skor} < 43\%$	Kurang Baik
$0\% \leq \text{skor} < 21\%$	Tidak Baik

Berikut Perhitungan tiap dimensinya:

1. Sikap ingin tahu

$$P = \frac{S}{SM} \times 100 \%$$

$$= \frac{57}{60} \times 100 \%$$
$$= 95 \% \text{ (sangat baik)}$$

2. Sikap Objektif

$$P = \frac{S}{SM} \times 100 \%$$
$$= \frac{54}{60} \times 100 \%$$
$$= 90 \% \text{ (sangat baik)}$$

3. Sikap berpikir kritis

$$P = \frac{S}{SM} \times 100 \%$$
$$= \frac{45}{60} \times 100 \%$$
$$= 75 \% \text{ (baik)}$$

4. Sikap penemuan dan kreativitas

$$P = \frac{S}{SM} \times 100 \%$$
$$= \frac{48}{60} \times 100 \%$$
$$= 80 \% \text{ (baik)}$$

5. Sikap berpikir terbuka

$$\begin{aligned}P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\ &= \frac{51}{60} \times 100 \% \\ &= 85 \% \text{ (baik)}\end{aligned}$$

6. Sikap ketekunan

$$\begin{aligned}P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\ &= \frac{48}{60} \times 100 \% \\ &= 80 \% \text{ (baik)}\end{aligned}$$

7. Sikap peka terhadap lingkungan

$$\begin{aligned}P &= \frac{S}{SM} \times 100 \% \\ &= \frac{45}{60} \times 100 \% \\ &= 75 \% \text{ (baik)}\end{aligned}$$

Lampiran 13 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran**Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)**

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 8 Semarang

Kelas/Semester : XI/1

Mata Pelajaran : Kimia

Materi Pokok : Laju Reaksi

Alokasi Waktu : 2x45 menit

A. Kompetensi Inti

KI 4: Mengelola, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

B. Kompetensi Dasar dan Indikator**Kompetensi Dasar**

4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi.

Indikator

4.7.1 Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

4.7.2 Melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

4.7.3 Menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

C. Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat melakukan percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dengan benar.
2. Peserta didik dapat menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi berdasarkan data dengan benar.
3. Peserta didik dapat menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi setelah melakukan percobaan dengan benar.

D. Materi Pembelajaran

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
 - a. Luas permukaan
 - b. Konsentrasi
 - c. Suhu
 - d. Katalis
2. Orde reaksi

E. Metode Pembelajaran

1. Metode: Eksperimen
2. Pendekatan: Pembelajaran Saintifik (*scientific*)
3. Model: *discovery learning*

F. Media Pembelajaran

Media: Petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry*.

G. Sumber Belajar

1. Petunjuk praktikum elektronik berbasis *green chemistry*
2. Buku pegangan kelas XI

H. Kegiatan Pembelajaran

Tahapan Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan	5 menit
<ol style="list-style-type: none"> 1. Salam 2. Berdo'a 3. Mengecek kehadiran peserta didik 4. Apersepsi 5. Menyampaikan kegiatan yang akan dilakukan 6. Menyampaikan tujuan pembelajaran 	
Kegiatan Inti	70 menit
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Mengamati</i> Guru membagi peserta didik dalam kelompok kecil secara heterogen. Guru memberikan link petunjuk praktikum. Guru memberikan apersepsi kepada peserta didik. 2. <i>Menanya</i> Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya tentang apersepsi yang telah diberikan 3. <i>Mengumpulkan Informasi</i> 	

<p>Pada tahap ini peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none">• Peserta didik dengan kelompoknya melakukan percobaan mengenai faktor- faktor laju reaksi yaitu luas permukaan, konsentrasi, dan suhu.<ol style="list-style-type: none">a. Guru menerangkan isi dari petunjuk praktikum kepada peserta didik supaya peserta didik memperoleh gambaran bagaimana tata cara praktikum yang akan dilakukan, guru juga memperkenalkan alat-alat dan bahan-bahan untuk praktikum kepada semua peserta didik.b. Sebelum praktikum dilaksanakan, guru memberi waktu kepada peserta didik yang tidak mengerti dalam pelaksanaan praktikum untuk bertanya agar dalam pelaksanaannya nanti tidak mengalami hambatan.c. Peserta didik mulai melakukan percobaan dalam kelompoknya masing-masing sesuai dengan petunjuk praktikum kimia berbasis <i>green chemistry</i> dan guru mengontrol jalannya praktikum ke semua kelompok.	
---	--

<ul style="list-style-type: none"> • Setiap kelompok membuat hasil pengamatan serta menjawab pertanyaan dalam petunjuk praktikum, dan membuat kesimpulan hasil percobaan. <p>4. <i>Mengasosiasikan</i> Setelah menemukan kesimpulan, maka peserta didik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat laporan sementara sesuai format dan dikumpulkan • Membuat laporan akhir sesuai format dan sebagai tugas dirumah <p>5. <i>Mengkomunikasikan</i> Setelah menemukan kesimpulan, maka peserta didik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat laporan sementara sesuai format dan dikumpulkan • Membuat laporan akhir sesuai format dan sebagai tugas dirumah 	
Penutup	15 menit
<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik dan Guru mereview hasil pembelajaran tentang percobaan faktor-faktor laju reaksi. 2. Guru memberikan penghargaan kepada kelompok yang berkinerja baik. 3. Guru menyampaikan pada peserta didik untuk mempersiapkan percobaan pengaruh katalis terhadap laju reaksi dan penentuan orde reaksi pada pertemuan berikutnya. 	

Lampiran 14 Dokumentasi



Persiapan Alat dan Bahan



Kegiatan Praktikum



Kegiatan pengisian angket respon

Lampiran 15 Surat Penunjuk Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 02 Ngalyan (024) 7646633 Semarang 50185

Nomor : B-2627/Un.10.08/1.7/DA.08.05/07/2021 21 Juli 2021
Lamp : -
Hal : **Penunjukan Pembimbing Skripsi**

Kepada Yth.
1. Julia Mardhia, M.Pd
2. Resi Pratiwi, M.Pd
di Tempat

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Diberitahukan dengan hormat, bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Brilianti Sekar Ayuningtiyas
NIM : 1808076059

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

"E-book Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry pada Materi Laju Reaksi di SMA Negeri 8 Semarang"

Sehubungan dengan hal tersebut, Ketua Jurusan Pendidikan Kimia menunjuk Saudara

1. Julia Mardhia, M.Pd sebagai dosen pembimbing metodologi.
2. Resi Pratiwi, M.Pd sebagai dosen pembimbing materi.

Demikian atas perkenan dan perhatiannya, kami sampaikan terima kasih.

Wasalamu'alaikum Wr.Wb.

A.n. Dekan,
Ketua Jurusan Pendidikan Kimia



Aidi Rahmawati, S.Pd., M.Si
NIP. 197505162006042002

Tembusan:

1. Mahasiswa yang bersangkutan
2. Arsip

Lampiran 16 Surat Permohonan Validasi



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. 1608/Un.10.8/D1/SP.01.06/03/2022 Semarang, 31 Maret 2022
Hal : Permohonan Validasi Instrumen Penelitian Mahasiswa

Yth.

1. Aphiliana Drastisanti, M.Pd (Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
2. Lis Setiyo Ningrum, M.Pd (Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo).
di tempat.

Assalamu'alaikum. wr. wb.,

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

Nama : Brilianti Sekar Ayuningtyas
NIM : 1808076059
Program Studi : Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : Pengembangan E-book Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk Menumbuhkan Sikap Ilmiah Peserta Didik pada Materi Laju Reaksi di SMA Negeri 8 Semarang"

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.



Tembusan :

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

Lampiran 17 Surat Pernyataan Validasi

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Apriliana Drastisianti
NIP : 198504292019032013
Alamat Instansi : UIN Walisongo Semarang.

Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian dan masukan pada "E-book Petunjuk Praktikum Kimia berbasis *Green Chemistry* pada Materi Laju Reaksi untuk SMA/MA Kelas XI" yang disusun oleh:

Nama : Brilianti Sekar Ayuningtyas
NIM : 1808076059
Program Studi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Harapan saya, penilaian dan saran yang diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan tugas akhir/ skripsi mahasiswa yang bersangkutan.

Semarang, April 2022

Ahli Materi dan Media



Apriliana Drastisianti
NIP. 198504292019032013

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lic Setiyo Ningrum

NIP :

Alamat Instansi : UN Walisongo

Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian dan masukan pada "E-book Petunjuk Praktikum Kimia berbasis *Green Chemistry* pada Materi Laju Reaksi untuk SMA/MA Kelas XI" yang disusun oleh:

Nama : Brilianti Sekar Ayuningtiyas

NIM : 1808076059

Program Studi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Harapan saya, penilaian dan saran yang diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan tugas akhir/ skripsi mahasiswa yang bersangkutan.

Semarang,

2022

Ahli Materi dan Media


Lic Setiyo Ningrum
NIP.

Lampiran 18 Surat Pernyataan Respon

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Peserta Didik : Annisa Kusuma Werdani

Asal Sekolah : SMAW 8 Semarang

Menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian dan masukan pada "E-book Petunjuk Praktikum Kimia berbasis *Green Chemistry* pada Materi Laju Reaksi untuk SMA/MA Kelas XI" yang disusun oleh:

Nama : Brillanti Sekar Ayuningtyas

NIM : 1808076059

Program Studi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Harapan saya, penilaian dan saran yang diberikan dapat digunakan untuk menyempurnakan tugas akhir/skripsi mahasiswa yang bersangkutan.

Semarang, 28 April 2022

Peserta Didik



Annisa Kusuma Werdani

Lampiran 19 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, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.1876/Un.10.B/K/SP.01.08/04/2022 Semarang, 14 April 2022
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 8
Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Brilianti Sekar Ayuningtyas
NIM : 1808076059
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia.
Judul Penelitian : Pengembangan E-book Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk Menumbuhkan Sikap Ilmiah Peserta Didik Materi Laju Reaksi di SMA Negeri 8 Semarang.

Dosen Pembimbing : 1. Julia Mardhiya, M.Pd
2. Resi Pratiwi, M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut diijinkan melaksanakan Riset di sekolah yang Bapak/Ibu pimpin.

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 20 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
**SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 8
SEMARANG**

Jl. Raya Tugu Semarang ☎ 8661798-8664553 Fax. (024) 8661798 ✉ 50185
Surat Elektronik : sman8smg@yahoo.com . Laman : <http://www.sman8smg.id>

SURAT KETERANGAN
Nomor : 423.4/289/IV/2022

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 8 Semarang, menerangkan bahwa Saudara tersebut di bawah ini:

Nama : **Brilianti Sekar Ayuningtyas**
NIM : **1808076059**
Fak./Jur : **Sains dan Teknologi/ Pendidikan Kimia**
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

telah melakukan observasi atau pengambilan data di SMA Negeri 8 Semarang yang digunakan untuk menyusun skripsi yang dilaksanakan pada :

Waktu : bulan April 2022
Judul skripsi : **Pengembangan E-book Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk Menumbuhkan Sikap Ilmiah Peserta Didik Materi Laju Reaksi di SMA Negeri 8 Semarang.**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 28 April 2022

Kepala SMA N 8 Semarang



Wivini Sri Winarni, S.S.
NIP. 19710820 199802 2 003

LAMPIRAN HIDUP**A. Identitas Diri**

Nama Lengkap : Brilianti Sekar Ayuningtiyas
TTL : Tegal, 8 Mei 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat Rumah : Tegalkubur RT 04 RW 08, Kelurahan
Yamansari, Kecamatan Lebaksiu,
Kabupaten Tegal, Jawa Tengah, 52461
No. HP : 0896-6249-4366
E-mail : sekarbrilian@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SD Negeri Yamansari 03 (Lulus Tahun 2012)
 - b. SMP Negeri 1 Lebaksiu (Lulus Tahun 2015)
 - c. SMA Negeri 1 Slawi (Lulus Tahun 2018)
 - d. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan NonFormal
 - a. TK-TP Al Qur'an Muslimat NU Tegalkubur (Lulus Tahun 2007)
 - b. MDA Miftahul Mubtadiin Yamansari (Lulus Tahun 2010)

Semarang, 15 Juni 2022



Brilianti Sekar Ayuningtiyas

NIM. 1808076059