

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* PADA
MATERI ELEKTROKIMIA DI SMAN 2 PUJUD**

SKRIPSI



Oleh :

TITIN RINDIANI
NPM. 186121025

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2022

**PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* PADA
MATERI ELEKTROKIMIA DI SMAN 2 PUJUD**

SKRIPSI



Oleh :

TITIN RINDIANI
NPM. 186121025

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2022

**Dokumen ini adalah Arsip Mliik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* PADA
MATERI ELEKTROKIMIA DI SMAN 2 PUJUD

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Titin Rindiani

NPM : 186121025

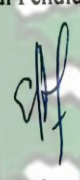
Program Studi : Pendidikan Kimia

Tim Pembimbing

Pembimbing

Ka. Prodi Pendidikan Kimia

 23/8-22
Arief Yandra Putra, S.Si., M.Si
NIDN. 1008118901


Putri Ade Rahma Yulis, S.Pd., M.Si
NIDN. 1013128903

Skripsi Ini Telah Diterima Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar

Sarjana Pendidikan Pada Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan

Universitas Islam Riau

Pekanbaru, 03 Agustus 2022



Wakil Dekan FKIP UIR


Dr. Miranti Eka Putri, S.Pd., M.Ed
NIDN. 1005068201

SKRIPSI

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* PADA
MATERI ELEKTROKIMIA DI SMAN 2 PUJUD

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Titin Rindiani

NPM : 186121025

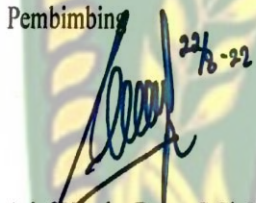
Program Studi : Pendidikan Kimia

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Pada Tanggal 3 Agustus 2022

Susunan Tim Penguji

Pembimbing

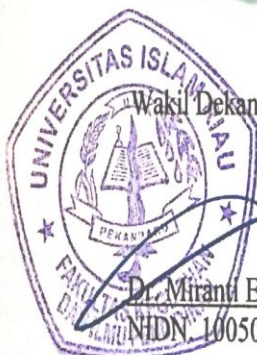
Anggota Tim Penguji

 22/8-22
Arief Yandra Putra, S.Si., M.Si
NIDN. 1008118901


Asyti Febliza, S.Pd., M.Pd
NIDN. 1002028602


Putri Ade Rahma Yulis, S.Pd., M.Si
NIDN. 1013128903

Skripsi Ini Telah Diterima Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pendidikan Pada Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan
Universitas Islam Riau



Dr. Miranti Eka Putri, S.Pd., M.Ed
NIDN. 1005068201

SURAT KETERANGAN

Kami pembimbing skripsi dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa bernama di bawah ini :

Nama : Titin Rindiani

NPM : 186121025

Program Studi : Pendidikan Kimia

Telah selesai menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengembangan E-Modul Berbasis Green Chemistry pada Materi Elektrokimia di SMAN 2 Pujud” dan telah siap untuk diujikan.

Demikianlah surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 03 Agustus 2022

Pembimbing,

22/8-22


Arief Yandra Putra, S.Si., M.Si
NIDN. 1008118901

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kesehatan serta melimpah rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul “**Pengembangan E-Modul Berbasis Green Chemistry pada Materi Elektrokimia di SMAN 2 Pujud**”. Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Islam Riau. Dalam Penyelesaian skripsi ini penulis banyak memperoleh bantuan, dukungan, bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Sri Amnah.,S.Pd.,M.Si selaku dekan FKIP Universitas Islam Riau
2. Ibu Dr. Miranti Eka Putri.,S.Pd.,M.Ed selaku Wakil Dekan Bidang Akademik, Ibu Dr. Nurhuda.,M.Pd selaku Wakil Dekan Bidang Administrasi dan Keuangan, dan Bapak Drs. Daharis.,M.Pd selaku Wakil Dekan Kemahasiswaan dan Alumni
3. Ibu Putri Ade Rahma Yulis.,S.Pd.,M.Si selaku ketua Program Studi Pendidikan Kimia
4. Bapak Arief Yandra Putra.,S.Si.,M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan saran. Teguran, masukan, arahan, dan motivasi kepada penulis dalam proses penulisan skripsi

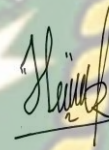
5. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Pendidikan Kimia yang telah banyak membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama penulis mengikuti proses perkuliahan
6. Kepada bapak/ibu validator yang telah meluangkan waktu untuk melakukan proses validasi pada produk yang dikembangkan
7. Kepala Sekolah SMA Negeri 2 Pujud Bapak Zaini.S.Pd.,M.Si yang telah mengizinkan kami melakukan penelitian di SMA Negeri 2 Pujud
8. Ibu Nurbaiti Sukma.S.Pd selaku guru mata pelajaran kimia SMA Negeri 2 Pujud yang telah membantu kami selama proses penelitian berlangsung
9. Ayah dan ibu penulis Bapak Suyanto dan Ibu Muntama motivator terbesar penulis yang tak jenuh mendo'akan, menyemangati dan menyayangi penulis, atas semua pengorbanan dan kesabaran dalam menghantarkan penulis sampai pada titik ini. Terima kasih Ayah dan Ibu, tidak pernah cukup untuk membalas pengorbanan pengorbanan, cinta kasih sayang Ayah dan Ibu selama ini.
10. Kerabat penulis Erna Eka Wati, Amd.kom, Rudi Arianto, Amd.kom, Rian Firmansyah yang telah mendoakan dan memberikan bantuan dan dukungan serta semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi
11. Teman-teman terdekat penulis, Yolanda Eka Putri, Hana Monica, Olifia Nur Awaliyah, Riska Salsabila, Fitria Novika, terima kasih atas waktunya untuk saling bercerita, curhat, memberikan *support* dan bantuan, memotivasi serta berbagi canda tawa untuk melepas letih setelah beraktivitas. Semoga kita tetap dapat mempertahankan pertemanan ini. Dan juga kepada Agung Rokhmansyah Huda yang juga telah memberikan

semangat dan motivasinya serta bantuan-bantuan lainnya selama penulis menyelesaikan skripsi.

12. Seluruh teman angkatan 2018 serta pihak yang terkait dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas seluruh bantuannya

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kesalahan dan jauh dari kesempurnaan, hal ini karena keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dan mendukung sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua.

Pekanbaru, 03 Agustus 2022



Titin Rindiani
NPM. 186121025

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* PADA MATERI ELEKTROKIMIA DI SMAN 2 PUJUD

Titin Rindiani, Arief Yandra Putra¹

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Islam Riau, Jalan KH. Nasution No. 113, Pekanbaru, Riau

E-mail: ariefyandra0811@edu.uir.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan dan kepraktisan e-modul berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia di SMAN 2 Pujud. Penelitian ini menggunakan model pengembangan R & D yaitu 4-D yang terdiri dari tahapan definisi, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. Analisis data yang digunakan yaitu validasi terhadap E-modul kepada 6 validator dan angket respon. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan skala likert. Hasil Penelitian validasi ahli materi dikategorikan sangat tinggi dengan hasil sebesar 0,92, validasi ahli media sebesar 85%. Untuk hasil respon peserta didik 86% dan respon guru sebesar 92%, maka hasil menunjukkan bahwa E-modul mendapatkan tanggapan yang baik dari peserta didik dan guru sehingga praktis untuk digunakan pada proses pembelajaran dalam praktikum elektrokimia khususnya pada materi sel elektrolisis.

Kata Kunci: 4-D, e-modul, *Green chemistry*, Elektrokimia

*DEVELOPMENT OF GREEN CHEMISTRY-BASED E-MODULES ON
ELECTROCHEMICAL MATERIALS AT SMAN 2 PUJUD*

Titin Rindiani, Arief Yandra Putra¹

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

Universitas Islam Riau, Jalan KH. Nasution No. 113, Pekanbaru, Riau

E-mail: ariefyandra0811@edu.uir.ac.id

ABSTRAK

This study aims to determine the level of validity and practicality of the green chemistry-based practicum e-module on electrochemical materials at SMAN 2 Pujud. This research uses the R & D development model, namely 4-D which consists of the stages of definition, design, development, and deployment. The data analysis used is the validation of the practicum e-module to 6 validators and the response questionnaire. The data analysis technique in this study used a Likert scale. The results of the material expert validation study were categorized as very high with a result of 0.92, media expert validation of 85%. For student responses of 86% and teacher responses of 92%, the results show that the e-module practicum gets good responses from students and teachers so that it is practical to be used in the learning process in electrochemistry practicum, especially on electrolysis cell material.

Keywords : 4-D, E-Modules, *Green Chemistry-Based*, Electrochemical

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
SURAT KETERANGAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	7
1.5 Tujuan Penelitian	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
1.7 Spesifikasi Produk.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Bahan Ajar	9
2.2 E-modul.....	10
2.2.1 Karakteristik Modul.....	12
2.2.2 Fungsi Modul.....	14
2.2.3 Cara Penyusunan E-modul	14
2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Modul	16
2.3 <i>Green Chemistry</i>	18
2.4 Materi Elektrolisis.....	18
2.5 Penelitian Relevan.....	20
2.6 Kerangka Berpikir.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	24

3.1	Jenis Penelitian.....	24
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.3	Prosedur Penelitian dan Pengembangan	24
3.4	Desain Uji Coba Produk	27
3.4.1	Desain Uji Coba.....	27
3.4.2	Subjek Uji Coba.....	28
3.5	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	29
3.5.1	Teknik Pengumpulan Data	29
3.5.2	Instrumen Pengumpulan Data.....	29
3.6	Teknik Analisis Data.....	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1	Hasil Pengembangan Awal	33
4.2	Hasil Uji Validasi	45
4.2.1	Validasi ahli materi.....	45
4.2.2	Validasi ahli media	47
4.3	Hasil uji coba produk	48
4.3.1	Angket Respon Peserta didik.....	48
4.3.2	Angket respon guru.....	48
4.4	Pembahasan.....	49
4.4.1	Validasi Ahli Materi	50
4.4.3	Hasil Respon guru.....	53
4.4.4	Hasil Respon Peserta Didik	54
BAB V PENUTUP.....		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		56
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		131

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penskoran Penilaian Validasi.....	31
Tabel 2. Kriteria analisis kevalidan.....	31
Tabel 3. Kriteria analisis kepraktisan.....	32
Tabel 4. Outline E-modul Praktikum.....	36
Tabel 5. Hasil uji validasi ahli materi	46
Tabel 6. Komentar dan saran validator ahli materi.....	46
Tabel 7. Hasil validasi ahli media.....	47
Tabel 8. Saran dan masukan validator ahli media.....	47
Tabel 9. Hasil Respon Peserta Didik	48
Tabel 10. Hasil respon guru	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sel Elektrolisis	19
Gambar 2. Kerangka Berpikir	23
Gambar 3. Prosedur penelitian.....	25
Gambar 4. Desain uji coba	27
Gambar 5. Rancangan cover depan E-modul sebelum revisi	37
Gambar 6. Rancangan cover depan E-modul sesudah revisi	37
Gambar 7. Desain petunjuk penggunaan	38
Gambar 8. Sebelum Revisi.....	39
Gambar 9. Sesudah Revisi	39
Gambar 10. Sebelum Revisi K3.....	39
Gambar 11. Sesudah Revisi K3	39
Gambar 12. Sebelum Revisi teknik laboratorium.....	40
Gambar 13. Sesudah Revisi teknik laboratorium.....	40
Gambar 14. Sebelum Revisi tujuan praktikum	41
Gambar 15. Sesudah Revisi tujuan praktikum	41
Gambar 16. Sebelum Revisi prinsip kerja.....	41
Gambar 17. Sesudah Revisi prinsip kerja	41
Gambar 18. Sebelum Revisi teori dasar	42
Gambar 19. Sesudah Revisi teori dasar dan keterangan pada rangkaian alat	42
Gambar 20. Sebelum Revisi alat dan bahan.....	42
Gambar 21. Sesudah revisi alat dan bahan.....	42
Gambar 22. Sebelum Revisi prosedur kerja.....	43
Gambar 23. Sesudah revisi prosedur kerja.....	43
Gambar 24. Daftar pustaka	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Timeline Penelitian.....	60
Lampiran 2. Dokumentasi.....	61
Lampiran 3. Story Board E-modul.....	64
Lampiran 4. Hasil Analisis Kebutuhan Guru.....	65
Lampiran 5. Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik	66
Lampiran 6. Lembar Validasi Ahli Materi.....	67
Lampiran 7. Hasil Penilaian Ahli Materi	71
Lampiran 8. Lembar Validasi Ahli Media	81
Lampiran 9. Hasil Penilaian Ahli Media.....	86
Lampiran 10. Perhitungan Validitas Ahli Materi.....	103
Lampiran 11. Perhitungan Validitas Ahli Media	105
Lampiran 12. Lembar angket respon peserta didik.....	107
Lampiran 13. Hasil respon peserta didik.....	111
Lampiran 14. Hasil Penilaian Respon Guru.....	116
Lampiran 15. Hasil Perhitungan Respon Guru	122
Lampiran 16. Surat Tugas Validator	124
Lampiran 17. Surat izin riset.....	128
Lampiran 18. Surat tugas validator	129
Lampiran 19. Surat riset.....	129

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran ditekankan pada pemahaman, kemampuan, keterampilan, serta pendidikan karakter (Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2013). Pembelajaran saat ini dikembangkan agar berpusat pada siswa atau *student centered* yang melibatkan keaktifan siswa dan mengarahkan siswa untuk menggali potensi yang ada dalam dirinya. Hal tersebut sejalan dengan surat An-Nahl ayat 78:

لَعَلَّكُمْ ۖ وَالْأَفْئِدَةَ وَالْأَبْصَارَ السَّمْعَ لَكُمْ وَجَعَلَ شَيْئًا تَعْلَمُونَ لَا أُمَهِتْكُمْ بَطُونٌ مِّنْ أَخْرَجَكُمْ وَاللَّهُ تَشْكُرُونَ

Artinya : “Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun, dan Dia memberimu pendengaran, penglihatan, dan hati nurani, agar kamu bersyukur.

Penjelasan surat di atas adalah Allah Maha kuasa dan Maha Mengetahui; tidak ada yang luput dari pengetahuan-Nya. Dan di antara bukti kekuasaan dan pengetahuan Allah adalah bahwa Dia telah mengeluarkan kamu, wahai manusia, dari perut ibumu. Kamu sebelumnya tidak ada, kemudian terjadilah suatu proses yang mewujudkanmu dalam bentuk janin yang hidup dalam kandungan ibu dalam waktu yang ditentukan-Nya. Ketika masanya telah tiba, Allah lalu mengeluarkanmu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatu pun, baik tentang dirimu sendiri maupun tentang dunia di sekelilingmu. Dan Dia memberimu pendengaran agar dapat mendengar bunyi, penglihatan agar dapat melihat objek, dan hati nurani

agar dapat merasa dan memahami. Demikianlah, Allah menganugerahkan itu semua kepadamu agar kamu bersyukur.

Pelaksanaan pembelajaran sains termasuk kimia di SMA masih kurang efektif karena keterbatasan bahan dan sumber belajar di sekolah yang dapat meningkatkan semangat belajar siswa dikarenakan sebagian besar materinya membutuhkan bantuan media yang sesuai untuk meningkatkan pemahaman siswa. Pembelajaran Kimia merupakan salah satu cabang ilmu alam yang mempelajari komposisi dan sifat zat atau materi dari skala atom hingga molekul, sehingga sifat fisik dari sebagian besar bentuk zat dan materi kimia tidak bisa di lihat secara langsung oleh mata, sehingga dalam proses mempelajari ilmu kimia sangat dibutuhkan media perantara seperti gambar, video, animasi untuk memvisualisasi materi agar lebih dapat dipahami oleh siswa. (Nita Sunarya Herawati, 2018)

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru yang ada di SMAN 2 Pujud pada tanggal 3 Januari 2022, terdapat beberapa masalah yaitu guru belum menemukan bahan ajar yang sesuai untuk diterapkan khususnya pada materi elektrokimia yaitu elektrolisis. Kimia berhubungan langsung dengan kehidupan sehari-hari, dan umumnya kimia dapat memberikan dampak negatif bagi tubuh manusia dan juga lingkungan (Afifah et al., 2019). Maka dari itu solusi yang dapat diberikan oleh peneliti yaitu dengan membuat sebuah bahan ajar berupa e-modul pada materi elektrokimia berbasis *green chemistry*. E-modul ini berhubungan langsung dengan masalah yang ada di sekitar lingkungan masyarakat, terutama yang terjadi pada perairan tanah gambut yang sudah terkontaminasi oleh limbah dan kotoran-kotoran

lainnya. Maka dari itu dengan adanya pendekatan *green chemistry* ini, dapat mempermudah peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran.

Modul juga merupakan bahan ajar yang sengaja disusun secara sistematis dengan Bahasa yang mudah dipahami, serta pola dan gambar-gambar yang menarik perhatian yang kemudian nantinya dapat digunakan oleh peserta didik dalam belajar secara mandiri tanpa kehadiran seorang guru secara langsung. (Arifani et al., n.d, 2021)

E-modul berbasis *green chemistry* biasa dikembangkan menggunakan metode penelitian dan pengembangan yang diadopsi dari Thiagarajan yang sering disebut dengan model 4-D. Model 4-D (*four D models*) yang terdiri atas 4 tahap, yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*dissiminate*). Penelitian ini hanya dilakukan sampai uji validitas terhadap e- modul yang dikembangkan. (Setiadi and Zainul, n.d.2022)

Menurut (Wahyuningsih, n.d.) dengan judul pengembangan e-modul kimia dasar berbasis *green chemistry* untuk mahasiswa calon guru IPA. E-modul yang dikembangkannya lebih diarahkan pada proses dan produk kimia yang lebih aman serta ramah lingkungan dan juga kesehatan.

Menurut Sindi Rahmawati pada tahun 2019 dengan judul penelitiannya “Buku Petujuk Praktikum Berbasis *Green Chemistry* untuk SMA/MA Kelas XI”. Tujuan utama dari konsep *green chemistry* ini adalah untuk mendesain bahan kimia atau proses kerja kimia yang dalam mengurangi tingkat bahayanya limbah yang dihasilkan terhadap manusia dan lingkungan. (Rahmawati and Khamidinal, 2019)

Baiq Fanesa Rizkilia Kusuma (2021) dengan judul penelitiannya “Pengembangan E-modul Mandiri Terintegrasi *Green Chemistry* pada Pokok Bahasan Asam Basa”. Mengatakan bahwa praktikum kimia yang diangkat dalam modul harus memperhatikan aspek keselamatan kerja dan aman dilakukan tanpa pengawasan secara langsung oleh guru atau tenaga laboran. Dalam mewujudkan praktikum yang demikian, *green chemistry* dapat digunakan sebagai inovasi dalam e-modul melalui integrasi prinsip-prinsipnya dalam pelaksanaan praktikum. Maka dari itu dengan menerapkan prinsip-prinsip *green chemistry*, praktikum dapat didesain lebih aman untuk dilaksanakan secara mandiri oleh siswa dengan tidak menggunakan bahan kimia berbahaya serta mengedepankan prinsip keselamatan kerja. (Kusuma et al., 2021)

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan di sekitar lingkungan SMAN 2 Pujud bahwa sebagian masyarakat masih menggunakan air gambut yang telah tercemar oleh limbah untuk kebutuhan sehari-hari. Maka hal tersebut dapat menyebabkan kualitas dan kuantitas air tidak terjaga kandungan kimia yang tidak terjaga. Air dikatakan memiliki kualitas air bersih dan layak digunakan haruslah sesuai dengan standar Departemen Kesehatan RI melalui PERMENKES No. 416/MENKES/PER/IX/1990. (Putra and Mairizki, 2020)

Maka dari itu, dengan adanya E-modul yang dikembangkan dengan basis *green chemistry* diharapkan mampu membantu peserta didik dalam menerapkan konsep elektrolisis pada kehidupan sehari-hari. Terutama pada proses pengolahan air bersih yang berdampak pada berkurangnya pencemaran air yang berada di lingkungan sekolah.

Adapun perbedaan E-modul berbasis *green chemistry* yang akan dikembangkan oleh peneliti dengan peneliti lainnya yaitu, pada e-modul sebelumnya memuat desain prosedur kerja serta keselamatan kerja dan mencegah adanya limbah akibat penggunaan bahan kimia yang dapat merusak lingkungan, Sedangkan dalam penelitian ini e-modul yang di kembangkan dengan pendekatan *green chemistry* yang berbasis dari masalah yang terdapat di lingkungan sekolah. Dimana air yang telah tercemar limbah akan diolah menjadi air bersih, serta e-modul nantinya akan dikemas dalam bentuk media elektronik. Selain itu, perbedaannya juga terletak pada segi pokok bahasan, dari penelitian sebelumnya mengambil pokok bahasan tentang asam basa, kimia lingkungan, termokimia, laju reaksi kimia, kesetimbangan kimia, koloid, dan titrasi asam basa. Sedangkan pokok bahasan pada penelitian ini yaitu elektrokimia. Dapat dilihat juga dari segi tampilan peneliti terdahulu Arifani (2021) menggunakan *software Hypercam dan ChemLab* sedangkan pada penelitian ini menggunakan *software ispring-suite 10*. Untuk bagian konten/isi berdasarkan beberapa analisis jurnal baiq fanesa rizkillia kusuma (2021) menerapkan dua praktikum, Syarifa Wahidah Al Idrus (2020) menerapkan delapan jenis praktikum. Sedangkan pada penelitian ini menerapkan satu jenis praktikum yang di dalamnya memuat video praktikum dan untuk mengaksesnya dapat dibuat dalam bentuk

aplikasi dan website.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik untuk mengembangkan sebuah E-modul yang nantinya diharapkan dapat dijadikan sebagai pegangan dan petunjuk bagi guru dan peserta didik dalam melaksanakan praktikum. Maka dari itu judul yang diangkat peneliti adalah “Pengembangan E-modul Pada Materi Elektrokimia Berbasis *Green Chemistry* Di SMAN 2 Pujud”.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun identifikasi masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan E-modul berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia bagi guru dan peserta didik khususnya belum tersedia di SMAN 2 Pujud.
2. E-modul pada materi elektrokimia dibutuhkan guru dan peserta didik sebagai pegangan dan petunjuk dalam melakukan sebuah praktikum.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tingkat validitas terhadap e-modul berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia di SMAN 2 Pujud?
2. Bagaimana tingkat praktikalitas terhadap e-modul berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia di SMAN 2?

1.4 Batasan Masalah

Upaya dalam menghindari kesalahpahaman dan lebih meningkatkan efesiensi dalam pelaksanaan penelitian yang selaras dengan judul penelitian, maka perlu adanya pembatasan masalah. Adapun pembatasan masalah tersebut adalah:

1. Bahan ajar yang dikembangkan berupa E-modul.
2. Pengembangan E-modul ini dikembangkan pada materi elektrokimia yaitu pada sel elektrolisis berbasis *green chemistry* dengan metode pengembangan R & D berupa 4-D dimana pelaksanaannya sampai tahap pengembangan.
3. Sampel diambil dari kelas XII IPA SMAN 2 Pujud.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kevalidan dan kepraktisan e-modul berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia di SMAN 2 Pujud.

1.6 Manfaat Penelitian

Dengan tercapainya suatu tujuan dalam penelitian tersebut, maka manfaat yang didapat yaitu:

1. Tersedianya sebuah E-modul pembelajaran pada materi elektrokimia yaitu elektrolisis.
2. Bagi siswa, diharapkan dapat dijadikan sebagai penunjuk dalam melakukan praktikum pada materi elektrokimia khususnya elektrolisis.
3. Bagi guru, diharapkan dapat menjadi sumber bahan informasi dalam

meningkatkan dan mengembangkan penggunaan e-modul dalam proses pembelajaran, serta menjadikan media alternatif yang dapat membantu guru dalam menyampaikan materi sehingga tujuan dalam pembelajaran dapat tercapai.

4. Bagi peneliti, diharapkan mampu menambah ilmu pengetahuan dan wawasan serta dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

1.7 Spesifikasi Produk

Produk dari hasil penelitian pengembangan berupa e-modul yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan berupa e-modul berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia yaitu elektrolisis.
2. E-modul dikembangkan dengan desain 4-D.
3. Pembuatan e-modul dengan menggunakan bantuan aplikasi microsoft *powerpoint*, *software ispring 10*, aplikasi web 2 apk, dan Microsoft Word

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Ajar

Bahan ajar cetak dapat diartikan sebagai perangkat bahan yang memuat materi atau isi pelajaran dalam mencapai suatu tujuan pembelajaran. Suatu bahan ajar cetak memuat materi berupa ide, fakta, konsep, prinsip, kaidah-kaidah atau teori-teori yang mencakup dalam mata pelajaran sesuai dengan ilmunya serta informasi lainnya dalam pembelajaran. Berikut beberapa jenis bahan ajar cetak:

1) Modul

Modul merupakan alat dan saran dalam proses pembelajaran. Modul memuat materi, metode, batasan-batasan, serta cara bagaimana mengevaluasi yang telah dirancang dan disusun secara runtut serta dikemas secara menarik. Hal tersebut bertujuan untuk mencapai kompetensi- kompetensi yang sesuai dengan yang inginkan dengan tingkat kemampuan yang dimiliki peserta didik, maka dari itu sangat diperlukan analisis awal untuk mengidentifikasi kemampuannya. Menurut Ahmad Tufik (2019) mengatakan bahwa analisis awal merupakan suatu tugas dalam menyelidiki peserta didik dari segi karakteristik, dan segi kebutuhan. Hal ini dilakukan untuk menetapkan spesifikasi dengan kebutuhan yang sesuai dengan tujuan dan materi yang diinginkan oleh peserta didik. (Taufik, 2019)

2) Handout

Handout atau yang sering dikatakan HO merupakan segala sesuatu yang diberikan kepada peserta didik ketika mengikuti kegiatan perkuliahan. Pernyataan yang telah disiapkan oleh pembicara disebut juga dengan *hand- out*. Tujuan adanya

HO disini yaitu untuk memberikan informasi dan memperlancar dalam pemahaman serta materi pembelajaran yang dijadikan sebagai pedoman mahasiswa.

3) Lembar Kegiatan Siswa (LKS)

LKS merupakan lembaran yang berisikan berbagai macam tugas yang diberikan oleh guru kepada siswa dan harus dikerjakan oleh siswa tersebut.. Dalam LKS biasanya memuat petunjuk, langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas, suatu tugas yang diperintahkan dalam lembar kegiatan, harus memuat kompetensi dasar yang akan dicapai peserta didik.

4) Buku

Buku merupakan bahan tertulis yang dapat menyajikan berbagai macam tentang ilmu pengetahuan yang berasal dari buah pikir pengarangnya yang dituangkan ke dalam bentuk tulisan. Untuk mengetahui isi buku bisa didapatkan dari beberapa cara, seperti dari hasil penelitian, autobiografi, hasil pengamatan, aktualisasi pengalaman, serta hasil imajinasi seseorang yang juga sering disebut dengan fiksi.

2.2 E-modul

1. Defenisi e-modul

Modul versi elektronik atau bisa juga disebut dengan e-modul. Dalam e-modul memuat akses dan penggunaannya bisa dilakukan melalui media elektronik, seperti laptop, komputer, tablet, atau smartphone. Text dalam e-modul dapat dibuat menggunakan *Microsoft Word*. Tetapi jika ingin menghasilkan produk yang baik dalam menampilkan media interaktif, maka e-modul harus di rancang dan disusun dengan menggunakan program e-book

khusus yaitu Flipbook Maker, Ibooks author, Calibre, dan lain-lain. Berikut merupakan kelebihan yang dimiliki e-modul yaitu:

1. E-modul disusun lengkap dengan media interaktifnya seperti audio, video, animasi serta fitur interaktif lainnya yang dapat diakses ulang oleh peserta didik ketika mempergunakan e-modul tersebut.
2. E-modul bersifat inovatif yang dapat menampilkan bahan ajar yang lengkap, menarik, interaktif, dan kreatif. Serta mengandung aspek kognitif yang baik. (Suarsana and Mahayukti, 2013)

Modul juga merupakan bahan ajar yang sengaja disusun secara sistematis dengan Bahasa yang mudah dipahami, serta pola dan gambar-gambar yang menarik perhatian yang kemudian nantinya dapat digunakan oleh peserta didik dalam belajar secara mandiri tanpa kehadiran seorang guru secara langsung.

Jadi dalam pengembangan sebuah modul terdapat berbagai macam bentuk produk yang akan dihasilkan, seperti buku, e-modul, dan lain sebagainya. Dalam pengembangan sebuah produk nantinya sebelum menghasilkan produk yang berkualitas maka akan terlebih dahulu melalui berbagai macam proses pengujian seperti uji kelayakan dan kepraktisan. Oleh karena itu, jika modul yang sudah diujikan kelayakan dan kepraktisannya tersebut, maka bisa dipergunakan peserta didik dan guru sebagai salah satu bahan ajar yang dapat memotivasi peserta didik agar giat dalam belajar, sehingga tujuan dalam pembelajaran dapat tercapai.

Berdasarkan pengertian modul di atas, maka dalam hal ini sesuatu yang akan dikembangkan dalam sebuah e-modul itu sejalan. Semua terlihat dari susunan kegiatan belajar yang terencana, desain-desain yang sesuai dengan pokok bahasan, serta tujuan-tujuan yang ingin dicapai oleh peserta didik semuanya telah tersusun secara sistematis. Maka dapat disimpulkan bahwa e-modul adalah salah satu bahan ajar yang telah disusun sedemikian rupa dan disajikan secara terstruktur dan terpadu. Maka dengan mempelajari e-modul, peserta didik akan diarahkan dalam pencarian sebuah informasi yang dijadikan tujuan awal melalui berbagai macam langkah-langkah tertentu. (Haris, 2014)

2.2.1 Karakteristik Modul

1. Self Instruction

Merupakan karakteristik dalam e-modul, sesuai dengan karakter tersebut memungkinkan peserta didik dapat belajar secara mandiri dan tidak bergantung pada pihak lain. Untuk memenuhi karakter self instruction, maka e-modul harus : (1) memuat tujuan pembelajaran yang jelas, dan dapat menggambarkan pencapaian standar kompetensi dan kompetensi dasar, (2) memuat materi pembelajaran yang dikemas dalam unit-unit secara spesifik, sehingga memudahkan dan dapat dipelajari secara tuntas, (3) tersedianya contoh dan gambar ilustrasi yang dapat memperjelas materi pembelajaran, (4) terdapat soal-soal latihan, tugas dan sejenis lainnya yang dapat mengukur pemahaman peserta didik, (5) kontekstual, yaitu materi yang terkait dengan suasana, tugas atau konteks kegiatan yang sesuai dengan lingkungan peserta didik, (6)

menggunakan bahasa yang sederhana, (7) terdapat rangkuman materi di dalamnya, (8) terdapat umpan balik atas penilaian peserta didik, sehingga peserta didik mengetahui batas pemahaman mereka terhadap materi, (9) terdapat sebuah informasi tentang rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran. (Khotim et al., 2015)

2. Self Contained

Dikatakan *self contained* apabila modul memuat seluruh materi yang dibutuhkan peserta didik. *Self contained* ini memberikan kesempatan kepada peserta didik dalam mengkaji materi secara tuntas. (Ifrianti and Pd, n.d.)

3. Berdiri sendiri (*Stand Alone*)

Modul bisa dikatakan *stand alone* apabila karakteristik e-modul tidak bergantung terhadap bahan ajar lainnya, atau tidak digunakan secara bersama dengan media lain. Maka dari itu, dengan adanya e-modul ini peserta didik tidak memerlukan bahan ajar atau media lainnya untuk mengkaji pelajaran serta mengerjakan tugas pada e-modul tersebut. (Susi Susanti, 2018)

4. Adaftif

Modul bisa dikatakan *adaftif* apabila modul sudah menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta lebih fleksibel ketika hendak digunakan dalam berbagai perangkat keras. (Rosmalinda et al., 2014)

5. User Friendly

User Friendly atau bisa juga dikatakan bersahabat atau akrab. Maka dari itu e-modul haruslah bisa bersahabat dengan penggunanya. Tiap-tiap instruksi, dan peraturan yang dipaparkan hendaklah bersifat membantu penggunanya. Termasuk kemudahan dalam mengakses dan merespon sesuai dengan yang dibutuhkan. Bahasa yang digunakan haruslah Bahasa yang sederhana sehingga mudah dipahami oleh pembaca. (Etika Bella Islami, 2018)

2.2.2 Fungsi Modul

Berikut beberapa fungsi dalam e-modul yaitu :

- a. Sebagai bahan ajar yang dapat digunakan secara mandiri tanpa bantuan guru
- b. Sebagai alat evaluasi atau sampai mana batas pemahaman terhadap materi yang terdapat dalam modul.
- c. Sebagai pengganti fungsi dari guru sebagai sumber informasi dalam belajar
- d. Sebagai satu sumber bahan rujukan yang didapat selain dari buku.

(Irnin Agustina, 2020)

2.2.3 Cara Penyusunan E-modul

Adapun langkah-langkah dalam penyusunan e-modul dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Analisis kebutuhan

Dalam analisis kebutuhan seorang peneliti melakukan tindakan dalam

menganalisis sebuah silabus yang sesuai materi dengan tujuan awal untuk menemukan berbagai macam informasi yang dibutuhkan oleh peserta didik yang akan dipergunakan sebagai penyusun sebuah modul pembelajaran. Informasi yang berhasil ditemukan pertama adalah materi dasar yang kemudian disusun berdasarkan kompetensi dasar (KD) dan kegiatan-kegiatan dalam pembelajaran. Adapun tujuan utama dalam penyusunan modul yaitu untuk menetapkan judul modul yang hendak dijabarkan menjadi sebuah e-modul yang akan dipergunakan sebagai salah satu bahan pembelajaran.

b. Desain modul

RPP merupakan salah satu desain dari modul. Kegunaan RPP adalah untuk mengacu pada desain dalam penyusunan modul.

c. Implementasi

Dalam mengimplementasikan sebuah modul pada kegiatan belajar mengajar haruslah disesuaikan dengan alur yang tertera dalam modul. Dalam mencapai tujuan dalam pembelajaran sarana dan prasarana yang ada di sekolah haruslah terpenuhi. Selain itu strategi yang digunakan dalam pembelajaran juga dilaksanakan secara konsisten tanpa adanya perubahan sesuai dengan alur yang telah ditetapkan sebelumnya.

d. Penilaian

Tujuan dari penilaian dalam hasil belajar adalah untuk mengetahui seberapa besar tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi yang tertera dalam modul. Dalam menilai hasil belajar dapat dilihat dengan menggunakan instrument yang telah disiapkan sebelumnya disaat penulisan

modul.

e. Evaluasi dan validasi

Modul yang hendak digunakan dalam proses kegiatan pembelajaran secara bertahap haruslah dilakukan evaluasi dan validasi terlebih dahulu. Tujuan adanya evaluasi disini untuk mengetahui dan mengukur penerapan pembelajaran dengan modul dapat dilaksanakan dengan desain yang telah dirancang dalam pengembangannya sesuai atau tidak. Validasi itu sendiri merupakan proses untuk menguji kelayakan dan kesesuaian modul sudah sesuai atau tidak dengan target kompetensi yang telah ditentukan guna mencapai tujuan dalam pembelajaran. Dalam validasi modul dapat dilakukan dengan cara meminta bantuan beberapa validator yang ahli di bidangnya yang disesuaikan dengan materi yang akan dipelajari.

f. Jaminan kualitas

Modul dapat dikatakan terjamin kualitasnya apabila sudah memenuhi kriteria dalam proses pengembangan dan penyusunan modul. Selama proses penulisan dan pembuatan modul berlangsung, haruslah dilakukan pemantauan yang ketat agar modul sesuai dengan desain yang telah ditentukan. (Bintang Prasetyo, 2015)

2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Modul

1. Kelebihan modul

- a. Berfokus pada kemampuan setiap individu peserta didik, sebab kemampuan yang dimiliki tiap peserta berbeda-beda.
- b. Adanya kontrol terhadap hasil belajar yang dicapai sesuai

dengan standar kompetensi yang telah ditetapkan sebelumnya.

- c. Dalam kurikulum juga diperlihatkan adanya tujuan serta cara pencapaian, oleh karena itu tiap peserta didik dapat mengetahui hubungan antara pembelajaran dengan hasil belajar yang diperoleh setiap individu.

1. Kekurangan modul

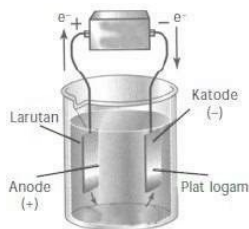
- a. Untuk menghasilkan modul yang baik, hendaklah dibutuhkan keahlian tertentu dalam penyusunan modul. Maka berhasil atau tidaknya suatu modul bergantung pada penulisan dan penyusunannya. Dalam modul pasti sudah memuat tujuan, langkah-langkah, serta alat dalam pengukurannya. Jadi apabila dalam modul tidak termuat maka kemungkinan besar modul dapat ditolak oleh peserta didik. Dimana peserta didik diharuskan bertanya kepada fasilitator untuk minta kejelasan dari modul tersebut. Jika hal tersebut terjadi maka e-modul tidak sesuai dengan karakteristik modul yang telah dijelaskan sebelumnya.
- b. Sulit menentukan proses penentuan batas waktu. Dimana dalam proses penyelesaian e-modul setiap peserta didik berbeda-beda, semua tergantung pada tingkat kemampuan masing-masing peserta didik.
- c. Dalam proses pembelajaran bahan ajar yang digunakan sebagai pendukung dalam belajar pada umumnya cukup mahal. Karena setiap peserta didik mencarinya sendiri. (Chomaidi, 2018)

2.3 Green Chemistry

Green chemistry merupakan salah satu pendekatan dimana hubungannya begitu erat dengan masalah yang terjadi di lingkungan. Masalah lingkungan yang dimaksud disini seperti pencemaran udara, limbah, serta keselamatan kerja. Masalah lingkungan juga berkaitan dengan bidang pendidikan kimia. Dimana bidang pendidikan kimia identik dengan bahan-bahan kimia yang berbahaya. Menurut Sindi Rahmawati (2019) mengatakan bahwa konsep kimia inovatif yang dapat membantu mengurangi pencegahan terhadap penggunaan bahan/zat kimia yang berbahaya. Untuk bidang pendidikan kimia *green chemistry* juga dapat diterapkan dalam bentuk bahan ajar berupa sebuah modul pembelajaran, dan e-modul yang dapat dijadikan sebagai pedoman bagi guru maupun peserta didik pada saat melaksanakan pembelajaran. (Al Idrus et al., 2020)

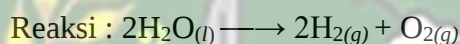
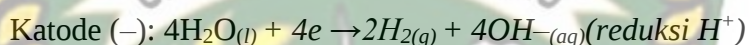
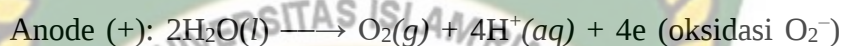
2.4 Materi Elektrolisis

Elektrolisis adalah sebuah peristiwa penguraian pada suatu zat yang di akibatkan arus listrik. Zat yang terurai ini dapat berupa padatan, cairan, dan larutan. Pada arus listrik yang digunakan untuk elektrolisis ini berupa arus listrik searah. Posisi berlangsungnya reaksi reduksi oksidasi dalam sebuah sel elektrolisis memiliki kesamaan dengan sel volta dimana anode tempat terjadinya reaksi oksidasi dan katode sebagai tempat terjadinya reaksi reduksi. Sel elektrolisis dan sel volta memiliki perbedaan pada letak kutub pada elektrode, pada sel volta anode memiliki muatan negatif dan katode positif. Sedangkan pada sel elektrolisis anode bermuatan positif dan katode bermuatan negatif. Oleh karena itu pada sel elektrolisis pada anode terjadi reaksi oksidasi dan pada katode akan terjadi peristiwa reaksi reduksi



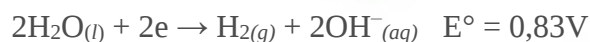
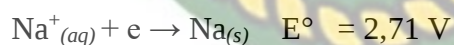
Gambar 1. Sel Elektrolisis

Ketika kedua elektrode karbon dihubungkan dengan sumber energi listrik arus searah, dalam sel elektrolisis terjadi reaksi redoks, yaitu penguraian air menjadi gas H₂ dan gas O₂. Reaksi redoks yang terjadi dalam sel elektrolisis adalah.

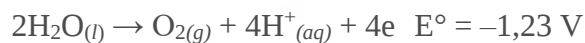


Elektrolisis larutan berbeda dengan elektrolisis air. Elektrolisis larutan, Misalnya larutan NaI, terdapat ion Na⁺ dan ion I⁻. Kedua ion ini bersaing dengan molekul air untuk dielektrolisis. Demikian juga di anode, terjadi persaingan antara molekul H₂O dan ion I⁻ (keduanya berpotensi dioksidasi). Spesi mana yang akan keluar sebagai pemenang? Pertanyaan tersebut dapat dijawab berdasarkan nilai potensial elektrode standar.

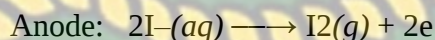
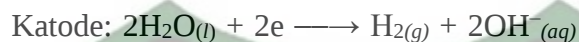
Setengah reaksi reduksi di katode:



Berdasarkan nilai potensialnya, H₂O lebih berpotensi direduksi dibandingkan ion Na⁺ sebab memiliki nilai E^o lebih besar. Perkiraan ini cocok dengan pengamatan, gas H₂ dilepaskan di katode. Setengah reaksi oksidasi di anode:



Berdasarkan nilai potensial, ion I^{-} memenangkan persaingan sebab nilai E° lebih besar dibandingkan molekul H_2O . Reaksi yang terjadi pada sel elektrolisis:



(Evy Noviyanti Siregar, 2014)

2.5 Penelitian Relevan

Menurut Ariyaldi pada tahun 2020 dengan judul “ *Pengembangan e-modul berbasis inkuiri terbimbing pada peserta didik kelas XI MIA di SMAN 5 Makassar (Studi pada Materi Pokok Larutan Penyangga)*”. Hasil penelitian pengembangan e-modul ini adalah : 1) penilaian kevalidan ahli materi sebesar 3,65 dengan kategori sangat valid, hasil penilaian tampilan modul sebesar 3,68 juga memperoleh kategori sangat valid. 2) respon peserta didik dan guru juga memperoleh 83,14% dan 88,98% dengan kategori sangat tinggi sehingga e-modul dikatakan praktis; 3) pada tahap uji coba terbatas kepada 32 peserta didik kelas XI MIA di SMAN 5 Makassar memperoleh masing-masing rata-rata 87,50% yang berada pada kategori tinggi, sehingga e-modul dikatakan efektif. Kesimpulan dari penelitian ini adalah e-modul berbasis inkuiri terbimbing yang dikembangkan dengan model 4D bersifat valid, praktis dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran. (Ariyaldi et al., 2020)

Menurut Baiq Fanesa Rizkilia Kusuma pada tahun 2021 dengan judul “Pengembangan e-modul mandiri terintegrasi green chemistry pada pokok bahasan asam basa”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai validitas (kelayakan) e-modul yang dikembangkan dari 4 validator dengan menggunakan indeks Aiken (V) sebesar 0,86 dalam kategori sangat valid. Tingkat kepraktisan diukur melalui respon siswa terhadap e-modul. Hasil analisis respon siswa berada pada kategori sangat praktis dengan persentase praktikalitas sebesar 87,2% hal ini disesuaikan dengan rentang nilai kepraktisan yang telah dijelaskan oleh riduwan (2009) yaitu mendekati 80% - 100%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa e-modul mandiri terintegrasi *green chemistry* pada pokok bahasan asam basa yang dikembangkan bersifat layak dan praktis sehingga dapat digunakan dalam pembelajaran mandiri di masa pandemi. (Baiq Fanesa Rizkilia Kusuma, 2021)

Menurut Fitria Rizkiana pada tahun 2020 dengan judul “Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis *Green Chemistry* Untuk Siswa Sma Kelas Xi Semester 2”. Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa rata-rata persentase kelayakan aspek isi, penyajian, bahasa, kegrafikan dan keterterapan konsep *green chemistry* pada buku panduan praktikum kimia yang dihasilkan adalah 90,1%, atau dikategorikan sangat layak. Dengan demikian, produk tersebut dapat dipergunakan oleh guru sebagai panduan dalam melaksanakan kegiatan praktikum yang aman bagi siswa dan tidak membahayakan lingkungan. (Rizkiana et al., 2020)

Arini Siti Wahyuningsih pada tahun 2016 dengan judul “Penerapan Prinsip *Green Chemistry* Dalam Pengembangan E-modul Untuk Mata Kuliah Larutan”. E-modul dengan pendekatan *Green Chemistry* untuk mata kuliah Larutan dinyatakan

memenuhi aspek petunjuk, isi dan pendekatan *Green Chemistry* sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar yang memfasilitasi mahasiswa calon guru IPA dalam melakukan kegiatan praktikum di laboratorium karena memperoleh skor rerata sebesar 3,67 dengan kriteria sangat baik. E-modul yang dikembangkan juga mendapatkan respon positif dari mahasiswa berdasarkan hasil angket yang diberikan karena skor rata-rata yang diperoleh lebih dari 0,49 atau bahkan hampir mendekati 1,00. Hal ini berarti e-modul berbasis *Green Chemistry* dinyatakan efektif digunakan saat kegiatan praktikum Larutan. Selain itu, hasil angket juga didukung dengan pernyataan - pernyataan mahasiswa yang disampaikan lewat jurnal reflektifnya. (Arini Siti Wahyuningsih, 2016)



2.6 Kerangka Berpikir

Masalah :

- Air gambut di lingkungan sekolah SMAN 2 Pujud
- Guru kesulitan dalam mencari praktikum yang sesuai dengan materi elektrolisis.

Solusi :

- Perlu adanya inovasi terbaru dalam proses pembelajaran dengan menerapkan pendekatan *green chemistry*.
- Merancang dan mengembangkan e-modul praktikum pada materi elektrokimia khususnya pada materi sel elektrolisis berbasis *green chemistry*

Harapan :

- Peserta didik mampu mengaplikasikan cara pengolahan air bersih dalam kehidupan sehari-hari.
- Dengan adanya modul praktikum nantinya dapat dijadikan sebagai pegangan dan petunjuk bagi guru dan peserta didik dalam melaksanakan praktikum pada materi sel elektrolisis

Gambar 2. Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

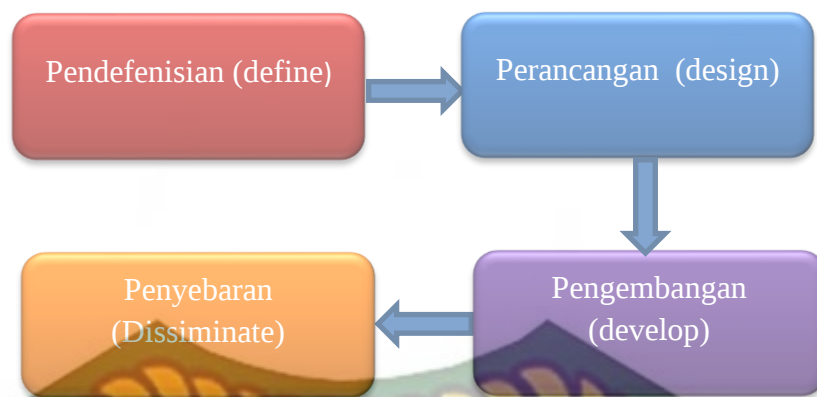
Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian pengembangan atau Research and Development. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan 4-D. Adapun langkah-langkah model 4-D yaitu : pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*dissiminate*). Penelitian ini hanya dilakukan sampai uji validitas terhadap e- modul yang dikembangkan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Mei. Tempat penelitian yaitu di SMAN 2 Pujud Tahun pelajaran 2021/2022.

3.3 Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Penelitian dan pengembangan dengan menghasilkan produk e-modul untuk peserta didik SMA/MA. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan model pengembangan 4-D yang terdiri dari 4 tahap yaitu: pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*dissiminate*). Keempat tahapan tersebut seperti pada gambar berikut :



Gambar 3. Prosedur penelitian

1. Tahap Define (Pendefenisian)

Pada tahap ini dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang seputar masalah yang akan didapatkan dari lapangan. Tahap pendefenisian ini dapat dilakukan dengan melakukan sebuah observasi, wawancara, dan analisis kebutuhan. Tahap ini melibatkan guru kimia dan siswa di SMAN 2 Pujud untuk melakukan analisis. Dengan begitu, peneliti akan mendapatkan sebuah informasi mengenai permasalahan yang dialami guru dan siswa. Sehingga dapat diberikan alternatif solusi berupa e-modul pada materi elektrokimia berbasis *green chemistry* di SMAN 2 Pujud khususnya pada sub bab materi sel elektrolisis. Menurut *Sindi Rahmawati* (2019) mengatakan bahwa konsep kimia inovatif yang dapat membantu mengurangi pencegahan terhadap penggunaan bahan/zat kimia yang berbahaya.

Tujuan pada tahap ini yaitu untuk mengetahui dan menentukan kebutuhan dalam pembelajaran. Hasil analisis kebutuhan yang ditemukan yaitu ketidaktersediaannya bahan ajar berupa e-modul berbasis *green chemistry*. Dengan adanya bahan ajar ini yaitu untuk menunjang pemahaman peserta didik

terhadap materi elektrokimia, khususnya pada materi sel elektrolisis. Pada tahap pendefinisian ini terdapat 5 tahapan yaitu analisis awal, analisis peserta didik, analisis konsep materi.

2. Tahap Design

Tahap perancangan dilakukan setelah tahap pendefinisian. Ketika sudah terkumpul semua informasi dari analisis kebutuhan yang didapatkan dari wawancara secara tidak terstruktur, maka langkah berikutnya peneliti mulai merancang kerangka praktikum yang sesuai dengan yang dibutuhkan oleh siswa dan guru.

3. Tahap Development (pengembangan)

Setelah melalui tahap perancangan selesai, lanjutlah ke tahap pengembangan yaitu untuk menghasilkan desain produk akhir setelah melalui beberapa kali revisi dengan 6 orang validator yaitu 3 ahli materi dan 3 ahli media serta masukan dan saran dari para ahli sehingga didapatkannya data hasil penilaian uji coba lapangan selama 3 bulan.

Pada tahap pengembangan ini, bahan ajar berupa e-modul yang dikembangkan memiliki kualitas yang baik jika telah mencapai kriteria valid dan praktis. Tahap produk awal yang telah selesai dirancang akan lakukan uji validitas yaitu untuk melihat produk tersebut valid dan layak untuk digunakan atau tidak, selain itu untuk mendapatkan saran dan komentar yang dapat membantu proses perbaikan e-modul yang dikembangkan agar memiliki kualitas lebih baik lagi dari sebelumnya. Uji kepraktisan dapat dinilai oleh siswa dan guru kimia SMAN 2 Pujud. Pada penelitian ini hanya sampai tahap

pengembangan.

3.4 Desain Uji Coba Produk

3.4.1 Desain Uji Coba

Pada tahap uji coba ini dilakukan untuk melihat tingkat kelayakan suatu bahan ajar yang telah dikembangkan sebelum digunakan dalam proses pembelajaran. Berikut merupakan tahapan-tahapan desain uji coba yang hendak dilakukan terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. Desain uji coba

Pengembangan E-modul akan melalui beberapa tahap validasi produk yang akan diberikan oleh dosen ahli media dan ahli materi sebanyak 6 validator masing-masing 3 orang sebagai validator. Setiap kritikan dan saran yang diberikan oleh tiap validator akan dijadikan sebagai revisi tahap 1, kritikan dan saran yang telah diberikan akan dijadikan sebagai acuan dalam proses perbaikan.

Hasil revisi 1 yang telah direvisi akan dikembalikan kepada masing-masing validator untuk dicek kembali revisiannya, sehingga nantinya akan

diperoleh hasil E-modul yang layak untuk digunakan oleh guru dan peserta didik. Setelah produk sudah selesai dikembangkan dan layak untuk digunakan, langkah selanjutnya yaitu melakukan uji praktikalitas terhadap penggunaan E-modul guna melihat tingkat kepraktisan E-modul tersebut. Dalam uji praktikalitas disini akan diujikan kepada guru kimia sebanyak dua orang dan peserta didik kelas XII IPA. Setelah uji coba dilakukan diharapkan guru dan peserta didik mengisi angket guna melihat respon terhadap produk E-modul yang telah dikembangkan sebelumnya.

Sehingga dari data hasil uji validitas dan praktikalitas nantinya akan didapatkan informasi yang sesuai mengenai E-modul pada materi elektrokimia berbasis *green chemistry* yang sudah dikembangkan ini layak atau tidak digunakan dalam proses pembelajaran kimia.

3.4.2 Subjek Uji Coba

Subjek dalam penelitian ini yaitu sebanyak 6 orang sebagai validator 3 orang yang memiliki pengalaman serta keahlian dalam desain maupun pengembangan media pembelajaran. Selanjutnya 3 orang ahli lainnya sebagai validator ahli materi diutamakan yang memiliki pengalaman luas terhadap pelajaran kimia. Uji praktikalitas akan dilakukan oleh dua orang guru kimia serta 60 peserta didik kelas XII IPA yang ada di SMAN 2 Pujud sebagai sampel penelitian.

3.5 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

3.5.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini bisa disesuaikan dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data yang digunakan berupa lembar validasi oleh validator, angket respon.

1. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk melihat potensi dan masalah selain itu juga sebagai proses pengumpulan data-data sebagai bukti data akurat yang terdapat di sekeliling sekolah. Pada penelitian ini beranjak dari potensi masalah yang terjadi di lingkungan, terutama pada perairan yang telah tercemar oleh limbah yang nantinya akan diolah menjadi air bersih.

2. Lembar validasi oleh validator

Validasi digunakan untuk melihat tingkat kevalidan atau kelayakan dari sebuah produk yang hendak dikembangkan. Validasi bahan ajar berupa E-modul dilakukan oleh 6 validator, yaitu 3 ahli materi dan 3 ahli media.

3. Angket respon guru dan peserta didik

Angket ini diberikan kepada guru dan peserta didik pada tahapan setelah produk dibuat pada tahapan keempat dan dilakukan pada tahapan kelima yang bertujuan untuk menguji tingkat kepraktisan dari produk yang telah dihasilkan. Aspek yang divalidasi pada validasi oleh guru dan peserta didik untuk melihat tingkat kepraktisan yaitu, penyajian materi, media/tampilan, pembelajaran dengan modul, dan manfaat. (Asmiyunda et

al., 2018)

3.5.2 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini adalah alat yang digunakan dalam mengumpulkan data-data dari sebuah penelitian. Lembar validasi disusun berdasarkan skala likert dengan menggunakan perhitungan persentase persen dengan jumlah 6 orang validator yaitu 3 ahli materi dan 3 ahli media. Berikut beberapa jenis instrument yang digunakan peneliti dalam penelitiannya sebagai berikut :

1. Lembar wawancara

Lembar wawancara disusun oleh peneliti yang nantinya akan diberikan kepada guru untuk mendapatkan informasi yang diinginkan.

2. Lembar validasi oleh validator

Lembar validasi disusun oleh peneliti diperuntukkan untuk para ahli materi, dan media guna mendapatkan saran dan masukan untuk perbaikan terhadap e-modul yang peneliti kembangkan sesuai dengan pokok bahasan.

3. Lembar Angket respon

Lembar angket merupakan alat untuk mengumpulkan sebuah data dan informasi. Lembar angket respon akan ditujukan kepada guru dan peserta didik guna untuk mengetahui respon terhadap media belajar dari E-modul *green chemistry* di SMAN 2 Pujud.

3.6 Teknik Analisis Data

1. Analisis Validasi Ahli

Analisis dari validator bersifat deskriptif kualitatif yaitu berisi masukan, dan komentar, sedangkan data yang digunakan dalam e-modul pada materi elektrokimia merupakan data kuantitatif dengan mengacu pada nilai dengan 5 kriteria berdasarkan skala likert.

Tabel 1. Penskoran Penilaian Validasi

Nilai	Kategori
5	Sangat baik
4	Baik
3	Cukup baik
2	Kurang baik
1	Sangat tidak baik

(Sumber: Tustiyana Windiyani, 2012)

Selanjutnya data dianalisis menggunakan teknik analisis dan presentase sesuai dengan rumus yang telah ditentukan dengan formula persen :

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100 \%$$

(Sumber: Zoimatul Fitria, 2016)

Setelah didapatkan hasilnya, maka hasil presentase tersebut dapat dikonversikan sesuai dengan tabel kriteria seperti di bawah ini.

Tabel 2. Kriteria analisis kevalidan

Rentang Nilai V	Tingkat Validitas
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi
0,60 – 0,80	Tinggi
0,40 – 0,60	Cukup
0,20 – 0,40	Rendah
0,00 – 0,30	Sangat Rendah

(Sugiharni and Setiasih, 2018)

2. Analisis angket respon guru dan peserta didik

Data tanggapan guru dan peserta didik diperoleh dari hasil pengisian lembar angket. Skor penilaian yang digunakan yaitu: (1) Sangat tidak setuju, (2) tidak setuju, (3) kurang setuju, (4) setuju, (5) sangat setuju. Selanjutnya data yang didapat dengan instrumen pengumpulan data dianalisis dengan menggunakan teknik analisis dan persentase sesuai rumus yang telah ditentukan:

$$\text{Skor (\%)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100 \%$$

(Sumber: Zoimatul Fitria, 2016)

Setelah didapatkannya hasil presentase dari praktikalitas, maka hasil tersebut dikonversikan sesuai dengan tabel kriteria di bawah ini.

Tabel 3. Kriteria analisis kepraktisan

Interval	Kriteria
80% - 100%	Sangat praktis
60% - 80%	Praktis
40% - 60%	Cukup praktis
20% - 40%	Kurang Praktis
0% - 0%	Tidak praktis

Riduwan (2009) dalam Baiq Fanesa Rizkillia Kusuma (2021)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengembangan Awal

Dalam penelitian ini menjelaskan tentang pengembangan produk berupa e-modul yang dikemas dalam sebuah aplikasi android, validasi produk, dan hasil kepraktisan produk yang diambil dari respon peserta didik beserta guru. Pengembangan produk ini menggunakan model pengembangan dari thiagarajan atau yang biasa disebut pengembangan 4-D yaitu *define*, *design*, *development*, dan *disseminate*. Sebelum produk disebarluaskan terlebih dahulu divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Dengan adanya validator ahli materi dan media bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan terhadap produk yang akan dikembangkan. Dan tingkat kepraktisan produk bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tingkat kepraktisan oleh pengguna terhadap produk yang dikembangkan.

1. Tahap Define (Pendefenisian)

a. Analisis awal

Metode analisis kebutuhan awal dengan melakukan wawancara secara tidak terstruktur dengan guru kimia kelas XII MIA SMAN 2 Pujud. Hal ini dilakukan untuk menetapkan spesifikasi karakteristik atau kebutuhan yang sesuai dengan tujuan dan materi yang diinginkan. Hasil wawancara tidak terstruktur dengan guru kimia ibu Nurbaiti Sukma, S.Pd pada hari Senin, 3 Januari 2022 dapat dilihat pada lampiran 4 halaman 64 hasil analisis kebutuhan guru, maka diperoleh hasil bahwa guru tersebut membutuhkan bahan ajar berupa e-modul berbasis *green chemistry* yang di dalamnya

memuat panduan praktikum sekaligus prosedur kerja pada materi elektrokimia dalam melaksanakan proses pembelajaran khususnya pada materi sel elektrolisis.

Pembelajaran kimia pada materi elektrokimia khususnya sel elektrolisis dilakukan dengan metode ceramah dan penugasan. Sebagian siswa banyak yang kurang memahami dan mengaplikasikan materi elektrokimia khususnya sel elektrolisis yang ada di buku cetak dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga aktivitas belajar mengajar hanya berpusat pada guru tanpa adanya respon balik dari siswa.

b. Analisis peserta didik

Analisis peserta didik merupakan mengkaji tentang karakteristik peserta didik yang sesuai dengan desain bahan ajar yang akan dikembangkan. Dari hasil wawancara tidak terstruktur dengan beberapa siswa kelas XII MIA dapat disimpulkan bahwa pembelajaran yang dijelaskan oleh guru pada materi elektrokimia khususnya sel elektrolisis disampaikan dengan metode ceramah dan penugasan. Berdasarkan wawancara terhadap 5 orang peserta didik kelas XII IPA dapat dilihat pada lampiran hasil analisis kebutuhan peserta didik, maka didapatkan hasil bahwa peserta didik belum menemukan e-modul berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia yaitu sel elektrolisis di sekolah SMAN 2 Pujud.

Dari permasalahan di atas maka diperlukan bahan ajar yang mudah dipahami, menarik minat belajar, dan menambah motivasi dalam melaksanakan proses pembelajaran. Maka dari itu, peneliti mengembangkan

sebuah bahan ajar berupa e-modul pada materi elektrokimia berbasis *green chemistry* di SMAN 2 Pujud khususnya pada materi sel elektrolisis. Dengan adanya e-modul ini diharapkan mampu membantu siswa dalam meningkatkan motivasi dalam belajar terhadap materi elektrokimia khususnya pada materi sel elektrolisis.

c. Analisis konsep materi

Pada tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi pokok bahasan serta menyusun langkah-langkah yang hendak dilaksanakan dalam membuat E-modul. Langkah yang pertama yaitu menentukan kompetensi dasar dari materi elektrokimia khususnya sel elektrolisis di kelas XII MIA.

KD 3.3 Menjelaskan dan menerapkan proses cara kerja yang terjadi dalam sel elektrokimia (sel elektrolisis) yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

2. Tahap Perancangan (Design)

Adapun langkah-langkah pada tahap perancangan terhadap e-modul yaitu sebagai berikut :

a. Membuat outline penulisan E-modul

e-modul ini terfokuskan pada kegiatan praktikum yang berbasis *green chemistry*, sehingga dalam penyusunannya harus disesuaikan dengan tahapan pembelajaran dari e-modul tersebut. Dalam penulisan e-modul ada beberapa outline yang ditulis yaitu terdiri dari cover, petunjuk penggunaan, tata tertib laboratorium, serta bagian inti terdiri dari praktikum sel elektrolisis.

Tabel 4. Outline E-modul Praktikum

Kerangka penulisan E-modul Pendahuluan 1. Cover 2. Halaman menu utama 3. Petunjuk penggunaan 4. Pengarahan bagi praktikum 5. Kesehatan dan keselamatan kerja 6. Teknik laboratorium Bagian inti : 1. Tujuan sel elektrolisis 2. Prinsip utama sel elektrolisis 3. Materi 4. Alat dan bahan 5. Prosedur kerja sel elektrolisis a. Video praktikum sel elektrolisis 6. Tugas sebelum praktikum Penutup : Daftar pustaka

(Sumber: Triyanto, 2011)

b. Pemilihan media

Dalam pengembangan produk berupa e-modul, peneliti menggunakan perangkat lunak seperti *powerpoint*, dengan bantuan *software ispring suite-10*. Menurut Nurjanah (2021) *ispring suite-10* merupakan Add-in dari aplikasi *Microsoft Powerpoint*, dalam software ini memuat teks maupun grafis yang terbagi ke dalam beberapa slide. Selain itu *ispring suite-10* berisikan penjabaran pokok bahasan yang dipresentasikan dalam bentuk gambar, tulisan, dan unsur-unsur media agar terlihat lebih menarik. *Powerpoint* merupakan program dasar tempat mendesain huruf, kata-kata, dan animasi. Sedangkan *ispring suite-10* merupakan media yang digunakan untuk membuat materi *e-learning* berupa video, text, gambar, dan tugas.

c. Desain isi e-modul

Penelitian ini didesain dengan menggunakan powerpoint dan server *ispring-suite* 10. Dalam proses desain dilakukan rancangan awal. Adapun rancangan awal dalam e-modul pada materi elektrokimia sebagai berikut :

1) Rancangan awal tampilan cover

Tampilan cover pada E-modul didesain dengan judul “Pengembangan E-modul Pada Materi Elektrokimia Berbasis *Green Chemistry* di SMAN 2 Pujud”. Tidak lupa peneliti mencantumkan keterangan sasaran terhadap penggunaan yang dituju langsung yaitu SMAN 2 Pujud kelas XII.



Gambar 5. Rancangan cover depan E-modul sebelum revisi



Gambar 6. Rancangan cover depan E-modul sesudah revisi

2) Rancangan awal petunjuk penggunaan

Desain awal petunjuk penggunaan memuat gambaran umum tentang pokok bahasan pada e-modul elektrolisis. Pada menu petunjuk penggunaan memuat dua halaman yaitu petunjuk aplikasi dan tujuan penggunaan aplikasi. Petunjuk penggunaan aplikasi merupakan penjelasan mengenai seputar penggunaan aplikasi bermakna pemberitahuan dan arahan yang terdapat dalam aplikasi

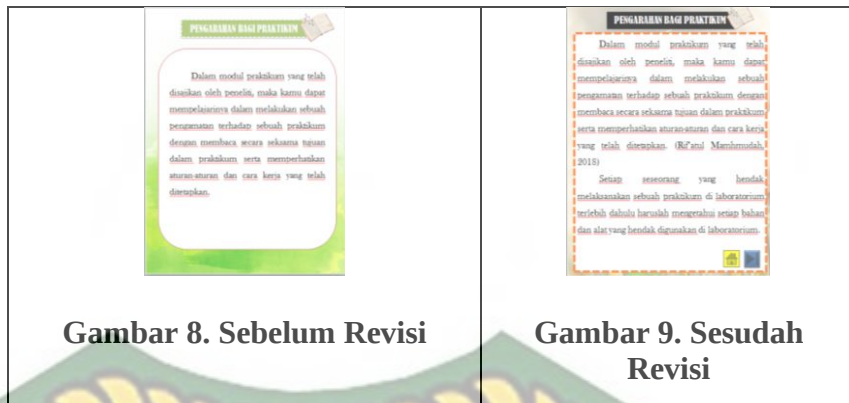
tersebut. Sedangkan tujuan penggunaan aplikasi merupakan pencapaian akhir yang harus dicapai oleh peserta didik dan guru setelah menggunakan aplikasi tersebut. Petunjuk penggunaan dan tujuannya ditulis pada halaman yang berbeda tetapi masih dalam satu menu. Sudut kanan bawah merupakan tombol navigasi yang disediakan untuk menuju halaman berikutnya dan untuk kembali ke menu utama.



Gambar 7. Desain petunjuk penggunaan

3) Rancangan awal pengarahannya bagi praktikan

Desain awal untuk pengarahannya bagi praktikan memuat langkah-langkah yang harus dipersiapkan sebelum melaksanakan sebuah praktikum. Dalam pengarahannya bagi praktikum terdapat 8 langkah dan pada langkah kedua terdapat 6 point penting yang harus diperhatikan tiap praktikan. Total slide menu pada pengarahannya bagi praktikan adalah 7 slide.

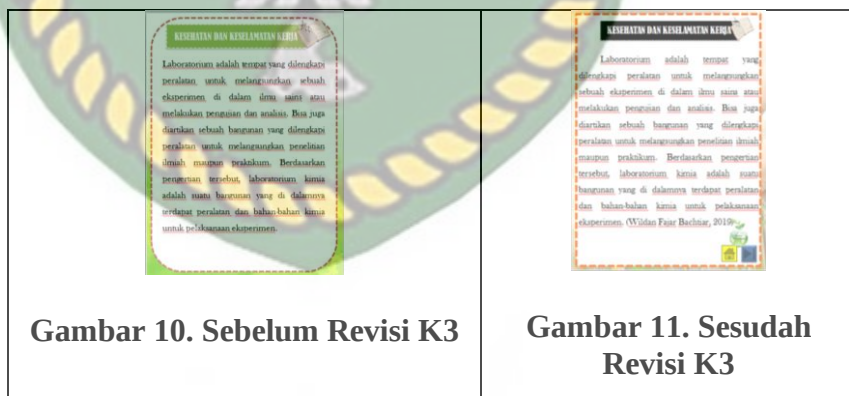


Gambar 8. Sebelum Revisi

Gambar 9. Sesudah Revisi

4) Rancangan awal kesehatan dan keselamatan kerja

Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan sebuah upaya untuk menjamin keselamatan dan kesehatan pekerja pada saat melakukan praktikum di laboratorium agar terhindar dari risiko bahaya yang ada di laboratorium. Pada bagian K3 juga memuat penjelasan-penjelasan mengenai peralatan dan bahan-bahan kimia yang memiliki sifat masing-masing. Maka dari itu untuk menghindari risiko bahaya yang terjadi, pada menu K3 ini terdapat 8 tahapan yang harus diterapkan oleh seorang praktikan sebelum melaksanakan sebuah praktikum. Berikut merupakan rancangan awal dari K3



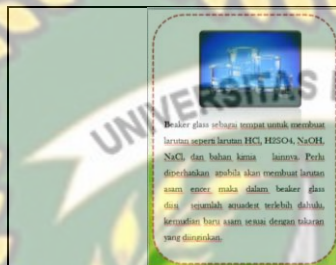
Gambar 10. Sebelum Revisi K3

Gambar 11. Sesudah Revisi K3

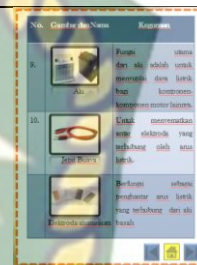
5) Rancangan awal teknik laboratorium

Teknik laboratorium merupakan seperangkat prosedur yang digunakan praktikan untuk melakukan suatu percobaan di

laboratorium. Dalam menu teknik laboratorium terdapat berbagai macam alat-alat dan bahan-bahan kimia beserta nama dan kegunaannya yang sering digunakan pada saat praktikum berlangsung. Tiap alat dan bahan kimia dibuat pada slide yang berbeda agar mempermudah pengguna dalam memahaminya. Berikut merupakan desain awal dari teknik laboratorium.



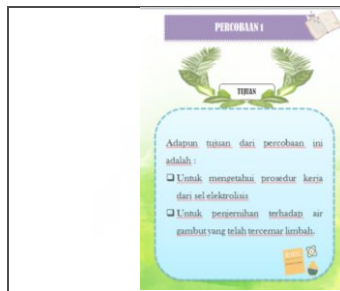
Gambar 12. Sebelum Revisi teknik laboratorium



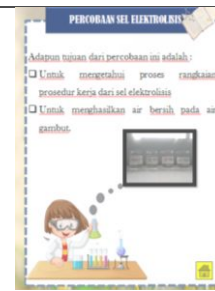
Gambar 13. Sesudah Revisi teknik laboratorium

6) Rancangan awal tujuan percobaan sel elektrolisis

Rancangan awal pada bagian tujuan dari percobaan sel elektrolisis didesain sedemikian rupa. Dengan memasukkan penjelasan tujuan dari praktikum diharapkan kepada peserta didik mampu mencapai tujuan tersebut. Ruang pada tujuan praktikum juga ditambahkan beberapa animasi untuk menambah kesan menarik dan menambah minat belajar siswa. Adapun rancangan awal tujuan percobaan sel elektrolisis sebelum revisi seperti pada gambar di bawah ini.



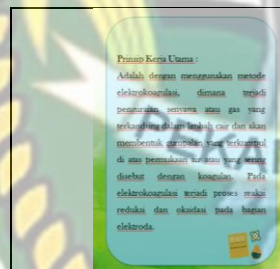
Gambar 14. Sebelum Revisi tujuan praktikum



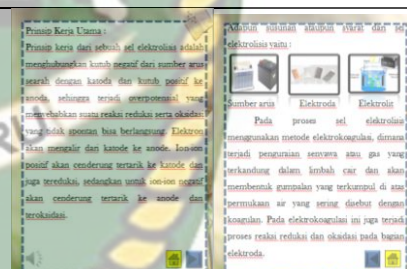
Gambar 15. Sesudah Revisi tujuan praktikum

7) Rancangan awal prinsip utama sel elektrolisis

Prinsip utama dari sel elektrolisis adalah menghubungkan kutub negative dan kutub positif. Dimana katoda kutub negative dan anoda kutub positif. Sehingga, terjadi overpotensial yang menyebabkan terjadinya reaksi reduksi serta oksidasi yang tidak spontan bisa berlangsung. Pada slide ini terdapat animasi yang ditambahkan tombol navigasi home untuk kembali ke menu utama.



Gambar 16. Sebelum Revisi prinsip kerja

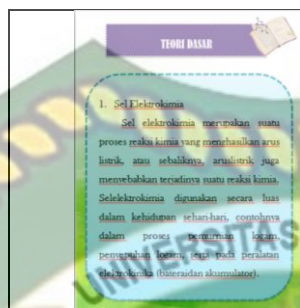


Gambar 17. Sesudah Revisi prinsip kerja

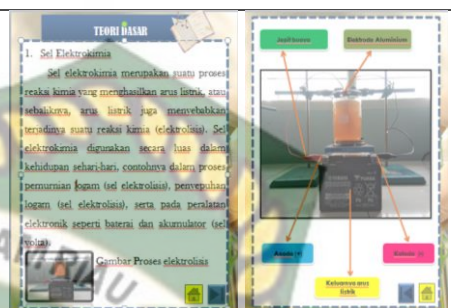
8) Rancangan awal materi

Rancangan awal peneliti melampirkan materi dari sel elektrokimia sampai sel elektrolisis. Pada materi juga dijelaskan beberapa contoh dari sel volta dan sel elektrolisis agar siswa dapat memahaminya dalam kehidupan sehari-hari. Halaman pada materi ini

juga ditambahkan dengan gambar-gambar setiap proses. Sehingga dengan adanya gambar yang tercantum dapat membantu siswa dalam membedakan proses sel volta dan sel elektrolisis. Dan untuk praktikum sel elektrolisis setiap gambar diberi keterangan.



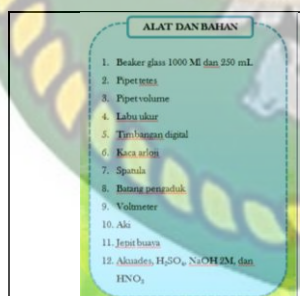
Gambar 18. Sebelum Revisi teori dasar



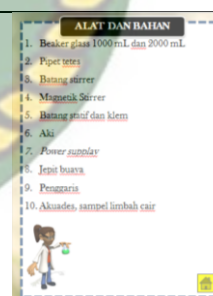
Gambar 19. Sesudah Revisi teori dasar dan keterangan pada rangkaian alat

9) Rancangan awal alat dan bahan

Halaman awal pada alat dan bahan peneliti melampirkan berbagai macam alat dan bahan yang akan digunakan pada saat praktikum. Selain itu juga dilengkapi animasi bergerak dan tombol navigasi.



Gambar 20. Sebelum Revisi alat dan bahan



Gambar 21. Sesudah revisi alat dan bahan

10) Rancangan awal prosedur kerja

Prosedur kerja di desain semenarik mungkin. Dalam halaman ini dijelaskan proses dari awal hingga akhir praktikum dengan

menggunakan metode elektrokoagulasi. Selain itu juga dilengkapi dengan gambar, tombol navigasi untuk menuju halaman berikutnya, serta video praktikum sel elektrolisis. Adapun halaman E-modul sebelum revisi dapat dilihat padagambar di bawah ini.



Gambar 22. Sebelum Revisi prosedur kerja



Gambar 23. Sesudah revisi prosedur kerja

11) Rancangan awal tugas sebelum praktikum

Dalam E-modul disediakan juga tugas sebelum praktikum. Tugas sebelum praktikum dibuat untuk melihat sejauh mana pemahaman siswa terhadap sel elektrokimia ini khususnya pada sel elektrolisis yang belum pernah dilakukannya sebuah praktikum di sekolah. Halaman ini dirancang langsung di dalam ispring suite 10.

12) Rancangan awal daftar pustaka

Daftar pustaka dicantumkan untuk mengetahui darimana sumber acuan yang dilampirkan pada penyusunan E-modul. Sumber didapatkan dari jurnal dan buku. Berikut merupakan beberapa sumber yang berhasil dikumpulkan.



Gambar 24. Daftar pustaka

3. Development (Pengembangan)

Pada tahap pengembangan ini, bahan ajar berupa E-modul yang dikembangkan memiliki kualitas yang baik jika telah mencapai kriteria valid dan praktis. Tahap produk awal yang telah selesai dirancang akan lakukan uji validitas yaitu untuk melihat produk tersebut valid dan layak untuk digunakan atau tidak, selain itu untuk mendapatkan saran dan komentar yang dapat membantu proses perbaikan E-modul yang dikembangkan agar memiliki kualitas lebih baik lagi dari sebelumnya. Uji kepraktisan dapat dinilai oleh siswa dan guru kimia SMAN 2 Pujud.

Uji kevalidan suatu produk menggunakan instrument penilaian berupa lembar validasi ahli yang berisi pernyataan-pernyataan seputar isi E-modul. Dimana lembar validasi tersebut ditujukan untuk ahli materi dan ahli media. Selain butir soal dalam bentuk pernyataan-pernyataan, lembar validasi juga memuat kolom komentar dan saran. Komentar dan saran inilah nantinya dijadikan masukan oleh peneliti dalam merevisi E-modul. Dalam lembar validasi ahli media memuat skor dari 1-5 dengan 29 pernyataan. Sedangkan untuk ahli materi memuat 23 pernyataan. Produk dikatakan valid dapat disesuaikan dengan interval skor yang telah ditentukan.

Menghitung tingkat kevalidan E-modul peneliti menggunakan indeks aiken's, dimana penilaian terhadap produk didapatkan dari 6 validator yakni 3 ahli materi dan 3 ahli media. Setelah didapatkan hasil dari validator dan sudah dikatakan layak dijadikan sebagai bahan pembelajaran, maka langkah selanjutnya produk dapat diuji cobakan kepada siswa dan guru kimia SMAN 2 Pujud.

4.2 Hasil Uji Validasi

Tahap validasi memiliki tujuan untuk mendapatkan pengakuan terhadap kelayakan dan kepraktisan dari seorang validator terhadap produk yang dikembangkan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh peneliti sebelum turun ke sekolah, apabila produk yang dikembangkan sudah sesuai dengan kriteria yang diinginkan validator, maka produk tersebut sudah bisa dikatakan layak untuk dipergunakan oleh siswa dan guru.

4.2.1 Validasi ahli materi

Produk dibuat menggunakan desain dasar di PPT, dengan bantuan *software ispring suite 10*, produk awal yang telah selesai dikembangkan nantinya akan divalidasi oleh validator sesuai dengan bidangnya masing-masing. Untuk validasi ahli materi menggunakan 3 validator, dimana masing-masingnya 1 dosen dan 2 orang guru. Validator materi yang pertama dibimbing oleh bapak Lazulva S.Si.,M.Si yang merupakan salah satu dosen dari Universitas Syarif Kasim (UIN), validator kedua ibu Fitri Mairizki,S.Si.,M.Si dan validator ketiga yaitu ibu Aslinada, S.Pd berasal dari SMA An-Naas Pekanbaru. Setelah produk diperlihatkan dan divalidasi oleh

ahli materi, maka validator tersebut wajib mengisi angket penilaian yang telah disediakan oleh peneliti, dengan berbagai macam pernyataan yang sudah disesuaikan dengan produk yang dikembangkan. Berikut merupakan hasil dari validasi oleh validator materi.

Tabel 5. Hasil uji validasi ahli materi

Indikator Penilaian	Skor validasi	Kategori
<i>Self-instructional</i>	0.87	Sangat Tinggi
Self-contained	1.00	Sangat Tinggi
Stand-alone	0.92	Sangat Tinggi
Adaptive	1.00	Sangat Tinggi
User-friendly	0.88	Sangat Tinggi
Muatan green chemistry	0.95	Sangat Tinggi
Bahasa	0.82	Sangat Tinggi
Rata-rata keseluruhan	0.92	Sangat Tinggi

Adapun komentar dan saran dari validator ahli materi untuk perbaikan

E-modul yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6. Komentar dan saran validator ahli materi

Validator ahli media	Komentar dan saran
Bapak Lazulva, M.Si	- Tambahkan contoh bahan/zat kimia berbahaya dari masing-masing simbol - Pada bagian teknik laboratorium untuk penulisan senyawa disesuaikan - Tujuan dari praktikum perlu diubah - Tambahkan prinsip kerja dari sel elektrolisis dan dikombinasi menggunakan metode elektrokoagulasi - Tambahkan keterangan pada gambar rangkaian alat
Ibu Fitri Mairizki, S.Si.,M.Si	- Perbaiki kata-kata bahasa - Perbaiki <i>typo</i> dalam penulisan - Pada alat dan bahan semua dimasukkan didaftar teknik laboratorium.
Ibu Aslinada, S.Pd	- Perbaiki <i>typo</i> dalam penulisan - Perhatikan tiap spasi

4.2.2 Validasi ahli media

Validator ahli media peneliti menggunakan 3 validator dan semuanya merupakan dosen yang ahli dibidangnya. Validator pertama yaitu Dr. Elin Haerani, S.T.,M.Kom, validator kedua bapak Dr. Alwis Nazir. S.Kom.,M.Kom yang sama-sama berasal dari Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau (UIN), serta validator terakhir bapak Panji Rachmat Setiawan, S.Kom.,M.M.S.I berasal dari Universitas Islam Riau. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 7. Hasil validasi ahli media

No.	Indikator Penilaian	Skor validasi	Kategori
1.	Kelayakan kegrafikan	0,81	Sangat Tinggi
2.	Desain	0,90	Sangat Tinggi
3.	Integrasi media	0,92	Sangat Tinggi
4.	Kemudahan penggunaan dan navigasi	0,87	Sangat tinggi
5.	Kualitas teknis	0,75	Tinggi
Rata-rata keseluruhan		0,85	Sangat Tinggi

Berdasarkan hasil uji validasi oleh validator ahli media, maka didapatkan saran dan masukan untuk perbaikan terhadap E-modul yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel 9 sebagai berikut :

Tabel 8. Saran dan masukan validator ahli media

Validator ahli media	Komentar dan saran
Bapak Dr. Alwis Nazir. S.Kom.,M.Kom	• Petunjuk penggunaan dilengkapi lagi • Tombol navigasi diperbaiki
Bapak Panji Rachmat Setiawan, S.Kom.,M.M.S.I	• Lengkapi atau tambahkan video maupun animasi dalam mendukung materi yang dijelaskan. • Perbaiki desain pada aplikasi • Perbaiki tombol navigasi • Tambahkan petunjuk penggunaan aplikasi

Dr. Elin Haerani, S.T.,M.Kom	• Tambahkan unsur animasi • Perbaiki tombol navigasi • Tambahkan video praktikum • Perbaiki font • Perbaiki numbering • Tambahkan gambar pendukung
---------------------------------	---

4.3 Hasil uji coba produk

4.3.1 Angket Respon Peserta didik

Uji lapangan terbatas dilaksanakan setelah selesainya hasil uji validasi dengan seluruh validator untuk melihat seberapa layakanya produk dapat dipergunakan dalam pembelajaran. Setelah uji validasi selesai, maka untuk melihat tingkat kepraktisan produk dilakukan uji coba terbatas terhadap produk. Uji terbatas ini dilakukan oleh seluruh siswa kelas XII IPA di SMAN 2 Pujud. Berikut merupakan hasil respon penilaian siswa terhadap produk yang telah dikembangkan. Kriteria penilaian dapat disesuaikan berdasarkan sumber Riduwan (2009) dalam Baiq Fanesa Rizkillia Kusuma.

Tabel 9. Hasil Respon Peserta Didik

Aspek	Persentase	Kriteria
Penyajian	85%	Sangat praktis
Isi materi	86%	Sangat praktis
Bahasa	87%	Sangat praktis
Rata-rata keseluruhan	86%	Sangat praktis

4.3.2 Angket respon guru

Uji lapangan terbatas dilaksanakan setelah selesainya hasil uji validasi dengan seluruh validator untuk melihat seberapa layakanya produk dapat dipergunakan dalam pembelajaran. Setelah uji validasi selesai, maka untuk melihat tingkat kepraktisan produk peneliti membagikan angket respon

kepada Ibu Nurbaiti Sukma, S.Pd di SMAN 2 Pujud, dan Ibu Annita, M.Pd berasal dari SMAN 3 Siak Hulu Berikut merupakan hasil respon penilaian guru terhadap E-modul.

Tabel 10. Hasil respon guru

Aspek	Persentase	Kriteria
Penyajian	96%	Sangat praktis
Isi materi	88%	Sangat praktis
Bahasa	92%	Sangat praktis
Rata-rata keseluruhan	92%	Sangat praktis

Adapun komentar dan saran dari Ibu Nurbaiti Sukma terhadap e-modul adalah “Untuk kedepannya bisa diterapkan pada materi kimia lainnya”.

4.4 Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 2 Pujud pada kelas XII IPA. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Adapun model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 4-D, langkah-langkahnya dimulai dari tahap pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran tetapi pada penelitian ini hanya sampai tahap pengembangan. Setelah sudah sampai tahap pengembangan maka terlebih dahulu dilakukan uji validitas dan praktikalitas terhadap produk untuk melihat tingkat kevalidan/kelayakan dan kepraktisan E-modul yang akan dikembangkan. Uji validasi dan kepraktisan diuji coba menggunakan lembar angket validasi dan angket respon. E-modul dirancang disesuaikan dengan KD, buku siswa, artikel, dan buku referensi yang relevan. Sebelum diuji coba terbatas E-modul peneliti memvalidasi produk dengan 6 orang validator yaitu 3 ahli materi dan 3 ahli media. Validasi ini dilakukan selain untuk melihat tingkat kevalidan/kelayakan yaitu untuk mengetahui kesalahan-kesalahan dan kekurangan yang ada pada e-modul serta

mendapatkan saran-saran dari masing-masing validator, sehingga E-modul yang dihasilkan teruji dengan layak sebagai bahan dalam pembelajaran. Dalam penelitian ini akan diuraikan tentang uji tingkat kevalidan dan kepraktisan terhadap e-modul praktikum yang meliputi : ahli materi, ahli media, dan uji terbatas dengan pengambilan respon terhadap peserta didik dan guru.

4.4.1 Validasi Ahli Materi

Hasil penilaian dari validator yang didapatkan dari ahli materi terdapat tujuh aspek yang dapat dinilai. Pada aspek *Self-instructional* memiliki nilai validitas sebesar 0,87 dengan kategori dengan kategori “Sangat Tinggi”, kemudian pada aspek *Self-contained* didapatkan penilaian sebesar 1,00 dengan kategori “Sangat Tinggi”, aspek *stand-alone* sebesar 0,92 dengan kategori “Sangat Tinggi”, aspek *adaptive* sebesar 1,00 “Sangat Tinggi”, aspek *user-friendly* sebesar 0,88 “Sangat Tinggi”, aspek *green chemistry* sebesar 0,95 “Sangat Tinggi”, dan aspek Bahasa sebesar 0,85 “Sangat Tinggi”. Hasil yang didapat sudah disesuaikan dengan saran dari ahli materi, sehingga nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 0,92. Berdasarkan pernyataan Sugiharni (2018) bahwa hasil yang didapat telah mencapai nilai kriteria kevalidan yaitu dari interval 0,80-1,00 dengan kategori sangat tinggi, sehingga E-modul layak untuk diuji coba terbatas di sekolah. Dalam E-modul terdapat petunjuk penggunaan, pengarahan bagi praktikum, kesehatan dan keselamatan kerja, teknik laboratorium, dan materi elektrokimia (sel volta dan sel elektrolisis).

Hal ini sejalan dengan penelitian LM.Zulfahrin UZ (2019) yang menjelaskan lima aspek penilaian dari aspek *self instructional* sampai aspek *user friendly*. Hasil yang didapat sudah disesuaikan dengan saran dari ahli materi, sehingga nilai rata-rata yang didapatkan sebesar 0,92. Berdasarkan Sugiharni (2018) bahwa hasil yang didapat telah mencapai nilai kriteria kevalidan yaitu dari interval 0,80-1,00 dengan kategori sangat tinggi, sehingga E-modul layak untuk diuji coba terbatas di sekolah. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata dari keseluruhan aspek pada validasi ahli materi sebesar 0,92. Hal ini telah disesuaikan dengan kriteria kevalidan yaitu sebesar 0,80-1,00 (Sugiharni, 2018)

4.4.2 Validasi Ahli Media

Pada ahli media terdapat lima aspek dalam penilaian yaitu, kelayakan kegrafikan, desain, integrasi media, Aspek kemudahan dan navigasi, serta aspek kualitas teknis. Aspek kelayakan kegrafikan terdapat 11 indikator dalam penilaian kelayakan kegrafikan, maka hasil yang didapatkan sebesar 0,81. Berdasarkan hasil yang di dapatkan telah disesuaikan dengan nilai uji kelayakan E-modul yaitu pada rentang 0,80-1,00 (Sugiharni, 2018). Maka e-modul dapat digolongkan “sangat tinggi” untuk digunakan dalam pembelajaran tanpa revisi. Hal ini sejalan dengan penelitian rizkiana fitria (2020) yang menyatakan bahwa pada aspek kelayakan kegrafikan memperoleh penilaian sebesar 90,1%, sehingga buku petunjuk praktikum “sangat layak” digunakan.

Pada aspek desain terdapat tujuh indikator penilaian, setelah dilakukannya uji validasi, maka didapatkan penilaian dari ahli media pada aspek desain yaitu sebesar 0,90. Berdasarkan pernyataan Sugiharni (2018) bahwa hasil yang didapat telah mencapai nilai kriteria kevalidan yaitu dari rentang interval 0,80-1,00 dengan kategori “sangat valid”, sehingga E-modul layak untuk diuji coba terbatas di sekolah.

Pada aspek integrasi media didapatkan hasil penilaian sebesar 0,92. Pada aspek integrasi media terdapat empat pernyataan, hasil yang didapat telah disesuaikan dengan saran dan masukan dari validator ahli media, Hal ini sejalan dengan penelitian Agustina Wulandari (2018) pada aspek integrasi media peneliti tersebut mendapatkan nilai sebesar 95%. Maka nilai rata-rata yang diperoleh dari penelitian ini sebesar 0,85 telah mencapai nilai kriteria kevalidan yaitu dari rentang interval 0,80-1,00 dengan kategori “sangat valid” (Sugiharni, 2018), sehingga E-modul layak untuk diuji coba terbatas di sekolah.

Aspek kemudahan dan navigasi didapatkan hasil penilaian sebesar 87%. Pada aspek ini terdiri dari lima indikator penilaian, hasil validasi oleh ahli media telah disesuaikan dengan saran dan masukan dari validator. Hal ini sejalan dengan penelitian (Tuilan et al., 2019) pada aspek kemudahan dan navigasi peneliti tersebut mendapatkan nilai sebesar 4,37% dimana hasil yang didapatkan menggunakan perhitungan korelasi Product Moment yaitu perhitungan korelasinya menggunakan bantuan *Software* Microsoft Exel 2016 sedangkan dalam penelitian ini menggunakan perhitungan dari aiken's.

Berdasarkan pernyataan Sugiharni (2018) bahwa hasil yang didapat oleh peneliti telah mencapai nilai kriteria kevalidan yaitu dari rentang interval 0,80-1,00 dengan kategori sangat tinggi, sehingga E-modul layak untuk diuji coba terbatas di sekolah sebagai bahan ajar dalam pembelajaran.

Aspek kualitas teknis hasil penilaian yang diperoleh dari ahli media yaitu sebesar 75%. Pada aspek ini terdapat dua indikator penilaian, hasil validasi oleh ahli media telah disesuaikan dengan saran dan masukan dari validator. Hal ini sejalan dengan penelitian Agustina Wulandari (2018) pada aspek kualitas teknis peneliti tersebut mendapatkan nilai sebesar 97,5% dengan kategori “sangat layak”. Perbedaan antara hasil peneliti dengan penelitian terdahulu terletak pada produk yang dikembangkan yaitu media pembelajaran berbasis android pada dasar-dasar algoritma dan pemrograman. Berdasarkan pernyataan Sugiharni (2018) bahwa hasil yang didapat telah mencapai nilai kriteria kevalidan yaitu dari rentang interval 0,60-0,80 dengan kategori “Tinggi”, sehingga E-modul layak untuk diuji coba terbatas di sekolah sebagai bahan ajar dalam pembelajaran.

Maka dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata dari keseluruhan aspek pada validasi ahli media sebesar 0,85. Hal ini telah disesuaikan dengan kriteria kevalidan yaitu sebesar 0,80-1,00 Sugiharni (2018)

4.4.3 Hasil Respon guru

Berdasarkan hasil respon terhadap penilaian E-modul yang dilakukan oleh guru kimia di SMAN 2 Pujud. Maka dari masing-masing aspek

didapatkan respon penilaian yang cukup baik. Pertama pada aspek penyajian didapatkan hasil sebesar 96%, isi materi 88%, Bahasa 92%. Maka rata-rata dari nilai keseluruhan didapatkan hasil sebesar 92%, hal ini telah disesuaikan dengan rentang kategori kepraktisan. Menurut Riduwan (2009) dalam Baiq Fanesa Rizkillia Kusuma mengatakan bahwa jika nilai telah mencapai 92%, maka nilai yang didapat telah mendekati rentang nilai kepratisan yaitu 80% - 100% dengan kriteria “Sangat praktis”. Maka dari itu, E-modul praktis digunakan dalam pembelajaran.

4.4.4 Hasil Respon Peserta Didik

Produk yang telah dikembangkan berupa E-modul berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia di SMAN 2 Pujud dinyatakan telah layak digunakan setelah melalui proses tahap validasi oleh para ahli. Selanjutnya produk diuji cobakan kepada 60 peserta didik yang berasal dari kelas XII IPA di SMAN 2 Pujud. Adapun tujuan diberikannya angket respon kepada peserta didik yaitu mengetahui tanggapan peserta didik mengenai e-modul yang telah dikembangkan. Dari tabel 4.6 diperoleh penilaian dari masing-masing aspek yaitu: (1) aspek penyajian 85%, (2) aspek isi materi 86%, (3) aspek Bahasa 87%. Maka dari itu nilai rata-rata dari seluruh aspek yang diperoleh sebesar 86%. Sejalan dengan penelitian Baiq Fanesa Rizkillia Kusuma (2021) yang menyatakan bahwa e-modul yang dikembangkan berdasarkan penilaian siswa sebagai praktisi melalui angket respon memiliki tingkat kepraktisan yang sangat baik untuk diterapkan dalam pembelajaran mandiri.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa pengembangan E-modul berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia di SMAN 2 Pujud layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran kimia pada materi elektrokimia khususnya pada sub bab sel elektrolisis seperti yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Tingkat validitas yang diperoleh dari ahli materi sebesar 0,92 dengan kategori sangat tinggi, validasi ahli media sebesar 0,85 dengan kategori sangat tinggi.
2. Tingkat praktikalitas e-modul juga mendapatkan respon yang baik dari peserta didik dan guru. Hasil respon peserta didik sebesar 86% kategori sangat praktis, respon guru sebesar 92% dengan kategori sangat praktis,

Maka e-modul berbasis *green chemistry* dapat dinyatakan dapat membantu peserta didik dan guru dalam proses pelaksanaan pembelajaran.

5.2 Saran

E-modul yang dikembangkan oleh peneliti di SMAN 2 Pujud dirancang menggunakan model pengembangan dari 4-D yang memiliki empat tahapan yaitu, *define*, *design*, *development*, dan *disseminate* (pendefenisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran). Namun, pada penelitian ini peneliti hanya melakukan sampai tahap pengembangan. Maka dari itu diharapkan kepada peneliti selanjutnya dapat mengembangkan penelitian ini sampai ke tahap penyebaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A., Subarkah, C., Aisyah, R., 2019. The making of electronic modules on alternative fuels material based on green chemistry. J. Phys. Conf. Ser. 1402, 055040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/5/055040>
- Al Idrus, S.W., Purwoko, A.A., Hadisaputra, S., Junaidi, E., 2020. Pengembangan Modul Praktikum Kimia Lingkungan Berbasis Green Chemistry Pada Mata Kuliah Kimia Lngkungan. J. Pijar Mipa 15, 541–547. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i5.2171>
- Arifani, D.Y.M., Savalas, L.R.T., Ananto, A.D., Junaidi, E., Hadisaputra, S., n.d. Pengembangan Modul Praktikum Kimia Berbasis Kimia Komputasi Pada Materi Asam Basa 7.
- Ariyaldi, A., Yunus, M., Auliah, A., 2020. Pengembangan modul praktikum berbasis inkuiri terbimbing pada peserta didik kelas XI MIA di SMAN 5 Makassar (Studi pada Materi Pokok Larutan Penyangga). Chem. J. Ilm. Kim. Dan Pendidik. Kim. 21, 207. <https://doi.org/10.35580/chemica.v21i2.17991>
- Asmiyunda, A., Guspatni, G., Azra, F., 2018. Pengembangan E-Modul Keseimbangan Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Kelas XI SMA/MA. J. EKSAKTA Pendidik. JEP 2, 155. <https://doi.org/10.24036/jep/vol2-iss2/202>
- Bintang Prasetyo Nugroho, "Pengembangan Modul Pembelajaran Mata pelajaran Teknik Kerja Bengkel Yang Baik dan Berkualitas Untuk Kelas X Jurusan Teknik Audio Video SMK N 2 Yogyakarta". Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Cecep Kustandi. 2020. *Pengembangan Media Pembelajaran*. Jakarta : Kenana (Divisi Prenada media Group)
- Etika Bella Islami. 2018. *Pengembangan E-modul Berbasis Pendekatan Problem Based Instruction (PBI) Pokok Bahasan Fotosintesis Untuk Smp Semester Ganjil Di Mts. Nu 05 Sunan Katong Kaliwungu Kendal*. Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

- Haris, V., 2014. Pengembangan Modul Praktikum Berbasis Paikem Pada Materi Fisika SMA Kelas X Semester II 1, 3.
- Ismi Laili. 2019. *Efektivitas Pengembangan E-Modul Project Based Learning pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik*. Universitas Negeri Padang: Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran.
- Irnin Agustina. 2020. *Bahan Ajar Modul*. 8
- Ifrianti, S., Pd, M., n.d. Pembimbing I Pembimbing II 167.
- Khotim, H.N., Nurhayati, S., Hadisaputro, S., 2015. Pengembangan Modul Kimia Berbasis Masalah Pada Materi Asam Basa 7.
- Kusuma, B.F.R., Hakim, A., Anwar, Y.A.S., Junaidi, E., 2021. Pengembangan Modul Praktikum Mandiri Terintegrasi Green Chemistry Pada Pokok Bahasan Asam Basa. *Chem. Educ. Pract.* 4, 250–255. <https://doi.org/10.29303/cep.v4i3.2701>
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2013 tentang Standar Kompetensi Lulusan Pendidikan Dasar dan Menengah (2013).
- Nita Sunarya Herawati. 2018. *Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Interaktif Pada Mata Pelajaran Kimia Kelas XI SMA*. Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan
- Prof. Wahbah az-Zuhaili. Buku *Tafsir al-Munir: Aidah, Syariah, Manhaj surah An-Nahl Ayat ke 78*.
- Putra, A.Y., Mairizki, F., 2020. Efektifitas Laju Alir Sistem Multi Soil Layering (Msl) Terhadap Reduksi Kadar Cod, Bod Dan Kesadahan Pada Air Tanah Di Desa Teluk Nilap, Kecamatan Babussalam, Rokan Hilir 5, 9.
- Nurjanah, Yeni Erita. 2021. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi *Ispring Suite* pada Pembelajaran Tematik Terpadu di Kelas V Sekolah Dasar.
- Rosmalinda, D., Rusdi, M., Hariyadi, B., 2014. Pengembangan Modul Praktikum Kimia SMA Berbasis PBL(Problem Based Learning). *Edu-Sains J. Pendidik. Mat. Dan Ilmu Pengetah. Alam* 2. <https://doi.org/10.22437/jmpmipa.v2i2.1666>

- Rahmawati, S., Khamidinal, 2019. Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry Untuk SMA/MA Kelas XI. J. Trop. Chem. Res. Educ. 1, 8–14. <https://doi.org/10.37079/jtcre.v1i1.14>
- Rizkiana, F., Apriani, H., Khairunnisa, Y., 2020. PENGEMBANGAN BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM KIMIA BERBASIS GREEN CHEMISTRY UNTUK SISWA SMA KELAS XI SEMESTER 2. Lantanida J. 8, 73. <https://doi.org/10.22373/lj.v8i1.7180>
- Siska Aditya Yuniar. 2019. *Pengembangan Peunjuk Praktikum Berbasis Green Chemistry pada Materi Stoikiometri Kelas X*. Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang : Jurnal of Educational Chemistry.
- Sugiyono, 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sugiharni, G. A. D., & Setiasih, N. W. (2018). *Validasi Butir Instrumen Evaluasi Model Alkin Menggunakan Formula Aiken*. 7.
- Suarsana, I.M., Mahayukti, G.A., 2013. Pengembangan E-Modul Berorientasi Pemecahan Masalah Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa 2, 12.
- Sugiharni, G.A.D., Setiasih, N.W., 2018. Validasi Butir Instrumen Evaluasi Model Alkin Menggunakan Formula Aiken 7.
- Setiadi, T., Zainul, R., n.d. Pengembangan e-modul asam basa berbasis discovery learning untuk kelas XI SMA/MA 7.
- Tika Zahara. 2015. *Pengembangan Penuntun Praktikum Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Struktur Tumbuhan Untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas XI MAN 2 Bandar Lampung*. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Trihanto Setiadi. 2018. *Pengembangan E-Modul Asam Basa Berbasis Discovery Learning untuk Kelas XI SMA/MA*. Jurnal pendidikan.
- Triyanto. 2011. *Mendesain Model Pembelajaran Inofatif-Progresif*. Jakarta: kencana prenada media.
- Taufik, A., 2019. Analisis Karakteristik Peserta Didik. EL-Ghiroh 16, 1–13. <https://doi.org/10.37092/el-ghiroh.v16i01.71>

- Tuilan, V.B.C., Rompas, P.T.D., Palilingan, V.R., 2019. Pengembangan Aplikasi Mobile Learning Interaktif Berbasis Android Teknik Animasi 2D Di SMK 2, 14.
- Wina Agustina. 2017. *Pengembangan E-modul Berbasis Lingkungan Tema Fotosintesis untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas VIII SMP Negeri 9 Bandar Lampung*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
<https://fdokumen.com/document/pengembangan-modul-praktikum-kimia-dasar-andung-makkatutupdf-pengembangan-modul.html>
- Zoimatul Fitria. 2016. Pengembangan LKS pada Materi Kimia Rumah Tangga untuk Melatihkan *HANDS ON* dan *MINDS ON* SISWA Tunarungu Kelas di SMALB. *Journal of chemical education*

