

**PENGEMBANGAN *E-MODULE* BERBASIS *PROBLEM
BASED LEARNING* PADA MATERI STRUKTUR ATOM-
KEUNGGULAN NANOMATERIAL**

SKRIPSI

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



Diajukan Oleh:

AI SITI NURJANAH

NIM : 2008076031

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ai Siti Nurjanah

NIM : 2008076031

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

PENGEMBANGAN *E-MODULE* BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* PADA MATERI STRUKTUR ATOM-KEUNGGULAN NANOMATERIAL

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

Semarang, 7 Mei 2024

Pembuat Pernyataan



NIM. 2008076031

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngahyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi Berikut ini:

Judul : Pengembangan *E-module* Berbasis *Problem Based Learning* Pada Materi
Struktur Atom-Keunggulan Nanomaterial

Penulis : Ai Siti Nurjanah

NIM : 2008076031

Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelarsarjana dalam ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 28 Mei 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Resi Pratiwi, M.Pd

NIP. 198703142019032013

Sekretaris Sidang

Hanifah Setiowati, M.Pd

NIP. 198906122019032014

Penguji Utama I

Sri Rahmanta, M.Pd

NIP. 199301162019032017



Penguji Utama II

Muhammad Zammi, M.Pd

NIP. 199001182016011901

Pembimbing I

Wirda Udaibah, M.Si

NIP. 198501042009122003

Pembimbing II

Resi Pratiwi, M.Pd

NIP. 198703142019032013

NOTA DINAS

Semarang, 2 Mei 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb

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

Judul : **PENGEMBANGAN *E-MODULE* BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* PADA MATERI STRUKTUR ATOM-KEUNGGULAN NANOMATERIAL**

Nama : Ai Siti Nurjanah

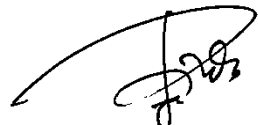
NIM : 2008076031

Jurusan: Pendidikan Kimia

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

Wassalamu'alaikum wr.wb

Pembimbing I



Wirda Udaibah, M.Si

NIP. 198501042009122003

NOTA DINAS

Semarang, 2 Mei 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb

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

Judul : **PENGEMBANGAN *E-MODULE* BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* PADA MATERI STRUKTUR ATOM-KEUNGGULAN NANOMATERIAL**

Nama : Ai Siti Nurjanah

NIM : 2008076031

Jurusan: Pendidikan Kimia

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

Wassalamu'alaikum wr.wb

Pembimbing II



Resi Pratiwi, M.Pd

NIP. 198703142019032013

Judul : Pengembangan *e-module* berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial

Nama : Ai Siti Nurjanah

Nim : 2008076031

ABSTRAK

Penelitian dan pengembangan ini dilatarbelakangi berdasarkan kemampuan literasi sains siswa yang rendah dan masih sedikitnya bahan ajar pada materi nanoteknologi yang digunakan sebagai penunjang kegiatan belajar kimia di SMAN 15 Semarang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan kelayakan produk berupa *e-module* berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial. Penelitian ini menggunakan pengembangan 4-D, meliputi *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Desiminate*. Subjek penelitian ini yaitu 9 siswa kelas X-10 SMAN 15 Semarang. Karakteristik *e-module* hasil pengembangan berupa *flipbook* digital yang menyajikan langkah kegiatan belajar sesuai sintaks *problem based learning*. *Problem based learning* terlihat pada semua sub materi yang terdapat pada bab struktur atom-keunggulan nanomaterial. Langkah *problem based learning* di setiap kegiatan pembelajaran salah satu contohnya pada orientasi masalah sub materi nanoteknologi disajikannya suatu permasalahan berupa gambar seputar keunggulan material nanoteknologi, kemudian peserta didik diarahkan untuk berkelompok mendiskusikan perbedaan material nanoteknologi dan non-nanoteknologi, pada tahap penyelidikan peserta didik diarahkan untuk mencari informasi sehingga dapat menjawab keunggulan dari material nanoteknologi, di tahap selanjutnya peserta didik akan

menyampaikan semua informasi yang didapat, kemudian pada tahap terakhir peserta didik akan merefleksikan serta mengevaluasi kegiatan yang dilakukan. Kualitas *e-module* dinilai oleh validator ahli materi dan ahli media, mendapatkan nilai tinggi yaitu 0,83 dan 0,86, sedangkan hasil respons peserta didik memperoleh persentase 87% dengan kategori sangat baik, sehingga diharapkan *e-module* dapat digunakan sebagai sumber belajar yang baik untuk peserta didik dan perlu diuji lebih lanjut pada kelas besar agar dapat mengetahui tingkat keefektifannya dalam pembelajaran.

Kata Kunci : *e-module*, *problem based learning*, literasi sains, nanoteknologi

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin. Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengembangan *E-Module* berbasis *Problem Based Learning* pada materi Struktur Atom-Keunggulan Nanomaterial” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Pendidikan dalam Program Pendidikan Kimia. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu dinantikan syafaatnya baik di dunia maupun akhirat.

Proses penyusunan skripsi tidak lepas dari bantuan, dukungan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Wirda Udaibah, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Kimia sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan selama penulisan skripsi
4. Resi Pratiwi, M.Pd selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk

memberikan bimbingan dan arahan selama penulisan skripsi.

5. Hanifah Setiowati, M.Pd selaku validator materi dan media yang telah memberikan penilaian, masukan, dan saran pada produk yang dikembangkan
6. Mar'attus Solihah M.Pd selaku validator materi dan media yang telah memberikan penilaian, masukan, dan saran pada produk yang dikembangkan
7. Sri Rahmania M.Pd selaku validator materi dan media yang telah memberikan penilaian, masukan, dan saran pada produk yang dikembangkan
8. Muhammad Agus Prayitno, M.Pd selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis selama menempuh studi di UIN Walisongo Semarang
9. Bapak dan Ibu dosen pengampu mata kuliah yang telah memberikan ilmunya selama penulis mengikuti perkuliahan di Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
10. Ibunda Tini, Ayahanda Dudin selaku orang tua peneliti yang selalu memberikan doa, nasehat, motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan studi di UIN Walisongo Semarang
11. Teman-teman Pendidikan Kimia angkatan 2020, khususnya PK-20B; Tim PLP SMAN 15 Semarang 2023;

TIM KKN Reguler 81 Posko 3 atas kebersamaan, kebaikan, dan pengalaman yang diberikan kepada peneliti selama menempuh perkuliahan

12. Teman-teman pondok YPMI Al-Firdaus, khususnya kamar Najihah 1 yang selalu memberikan dukungan dan juga kebersamaan nya serta kebaikan-kebaikan yang diberikan kepada peneliti selama menempuh perkuliahan
13. Seluruh siswa kelas X-10 SMAN 15 Semarang yang telah bersedia memberikan respons pada produk yang dikembangkan peneliti
14. Semua pihak yang terlibat memberikan dukungan baik moril maupun materil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semarang, Maret 2024

Penulis

Ai Siti Nurjanah
NIM 2008076031

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
PENGESAHAN.....	ii
NOTA DINAS	iii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	8
C. Pembatasan Masalah	9
D. Rumusan Masalah.....	9
E. Tujuan Pengembangan	9
F. Manfaat Pengembangan	10
G. Asumsi Pengembangan.....	11
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	11
BAB II KAJIAN PUSTAKA	14
A. Kajian Teori.....	14
1. <i>E-module</i>	14
2. <i>Problem Based Learning (PBL)</i>	17
3. Gaya belajar.....	20
4. Struktur Atom- Keunggulan Nanomaterial.....	22

B.	Kajian Penelitian yang Relevan.....	41
C.	Kerangka Berpikir	44
BAB III METODE PENELITIAN.....		47
A.	Model Pengembangan	47
B.	Prosedur Pengembangan.....	48
C.	Desain uji coba produk	53
1.	Desain uji coba.....	53
2.	Subjek coba.....	54
D.	Teknik Pengumpulan Data	55
1.	Wawancara	55
2.	Angket	55
3.	Studi Pustaka.....	55
4.	Dokumentasi	56
E.	Instrumen pengumpulan data	56
1.	Lembar Wawancara	56
2.	Instrumen Angket.....	56
F.	Teknik analisis data	60
1.	Uji validitas Ahli.....	60
2.	Angket Respon Siswa	61
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		65
A.	Hasil Pengembangan Produk Awal.....	65
1.	Tahap <i>Define</i> (Pendefinisian).....	65
2.	Tahap <i>Design</i>	70
3.	Tahap <i>Develop</i>	73
B.	Hasil Uji Coba Produk.....	75

1. Validasi Ahli	75
C. Revisi Produk	85
D. Kajian Produk Akhir	95
BAB V PENUTUP	112
A. Simpulan tentang Produk	112
B. Saran Pemanfaatan Produk.....	113
Daftar Pustaka	115

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Materi	58
Tabel 3.2	Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Media	59
Tabel 3.3	Kisi-Kisi Instrumen Respon Siswa	60
Tabel 3.4	Skala Angket Penelitian	62
Tabel 3.5	Kriteria Penilaian Kualitas	63
Tabel 3.6	Kriteria Penilaian Kepraktisan	64
Tabel 4.1	Hasil Validasi Ahli Materi Tiap Komponen	76
Tabel 4.2	Hasil Validasi Ahli Materi Tiap Aspek	77
Tabel 4.3	Hasil Validasi Ahli Media Tiap Komponen	78
Tabel 4.4	Hasil Validasi Ahli Media Tiap Aspek	78
Tabel 4.5	Saran Perbaikan <i>E-module</i> oleh Validator	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kerangka Berpikir	45
Gambar 3.1	Modifikasi Model Pengembangan 4D Diagram Kesulitan	48
Gambar 4.1	memahami materi struktur atom-keunggulan nanomaterial	67
Gambar 4.2	Kebutuhan peserta didik mengenai bahan ajar yang menarik	67
Gambar 4.3	Persentase Keidealan Tanggapan Siswa	82
Gambar 4.4	Gambar pra-revisi	86
Gambar 4.5	Gambar pasca revisi	86
Gambar 4.6	Gambar pra-revisi	87
Gambar 4.7	Gambar pasca revisi	87
Gambar 4.8	Gambar pra-revisi sintak PBL	88
Gambar 4.9	Gambar pasca revisi sintak PBL	88
Gambar 4.10	Gambar pra-revisi petunjuk penggunaan <i>e- module</i>	89
Gambar 4.11	Gambar pasca revisi petunjuk penggunaan <i>e- module</i>	89
Gambar 4.12	Gambar pra revisi	90
Gambar 4.13	Gambar pasca revisi	90
Gambar 4.14	Gambar pra-revisi peta konsep	91
Gambar 4.15	Gambar pasca revisi peta konsep	91
Gambar 4.16	Gambar pra-revisi	92

Gambar 4.17	Gambar pasca revisi	92
Gambar 4.18	Gambar pra-revisi evaluasi	93
Gambar 4.19	Gambar pasca revisi evaluasi	93
Gambar 4.20	Gambar pra revisi	94
Gambar 4.21	Gambar pasca revisi	94
Gambar 4.22	Gambar pra revisi cover <i>e-module</i>	95
Gambar 4.23	Gambar pasca revisi cover <i>e-module</i>	95
Gambar 4.24	Cover <i>e-module</i>	96
Gambar 4.25	Kata Pengantar	97
Gambar 4.26	Daftar Isi	98
Gambar 4.27	Tujuan Pembelajaran	99
Gambar 4.28	Petunjuk Penggunaan <i>e-module</i>	100
Gambar 4.29	Peta Konsep	101
Gambar 4.30	Kegiatan Pembelajaran	102
Gambar 4.31	Kegiatan Orientasi Masalah	103
Gambar 4.32	Kegiatan Organisasi Peserta Didik	104
Gambar 4.33	Kegiatan Penyelidikan	105
Gambar 4.34	Kegiatan Menyajikan Hasil Karya	106
Gambar 4.35	Kegiatan Analisis dan Evaluasi	107
Gambar 4.36	Evaluasi	108
Gambar 4.37	Rangkuman	109
Gambar 4.38	Glosarium	110
Gambar 4.39	Daftar Pustaka	111

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Kisi-Kisi Wawancara Guru	123
Lampiran 2	Hasil Wawancara guru	124
Lampiran 3	Kisi-Kisi wawancara Siswa	126
Lampiran 4	Hasil Wawancara Siswa	127
Lampiran 5	Kisi-Kisi Angket kebutuhan siswa	129
Lampiran 6	Kisi-Kisi Angket Gaya Belajar	131
Lampiran 7	Gaya Belajar Kinestetik	133
Lampiran 8	Gaya Belajar Auditori	134
Lampiran 9	Gaya Belajar Visual	135
Lampiran 10	Perhitungan Skor Responden Siswa	137
Lampiran 11	Surat Permohonan Validasi	142
Lampiran 12	Validasi Ahli Materi	143
Lampiran 13	Validasi Ahli Media	145
Lampiran 14	Surat Izin Riset	147
Lampiran 15	Angket Peserta Didik	148
Lampiran 16	Dokumen Penelitian	151
Lampiran 17	Daftar Riwayat Hidup	152

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Literasi sains siswa di Indonesia masih sangat rendah. Hal ini mengacu dari data *Programme for International Student Assessment* (PISA). Tahun 2012, siswa Indonesia mendapat skor 382 dari 501 skor tertinggi literasi sains. Siswa Indonesia menempati peringkat 64 dari 65 negara peserta (PISA, 2012). Literasi sains didefinisikan sebagai fenomena secara sains atau ilmiah untuk diaplikasikan pada keterampilannya. Literasi sains dapat menciptakan sebuah ide atau konsep baru yang mengarah kepada cara peserta didik dalam menggunakan pengetahuan pada sebuah permasalahan secara ilmiah (Wulandari, 2019). Hasil PISA 2015 menunjukkan bahwa pemahaman membaca siswa yaitu 397 dan pemahaman sains yaitu sebesar 403. Kemampuan membaca siswa pada tahun 2018 mengalami penurunan menjadi 371 dari 397, serta kemampuan sains siswa mengalami penurunan menjadi 396 dari 403 (Kemendikbud, 2019).

Siswa dapat memahami kondisi kesehatan, ekonomi, teknologi serta lingkungan sekitarnya melalui

literasi sains. Keterampilan berpikir, bertindak secara kritis dan ilmiah merupakan urgensi yang melibatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan cara berpikir ilmiah dalam memahami dan menyelesaikan masalah-masalah dunia nyata. Siswa dan masyarakat secara umum sangat perlu memiliki pendidikan literasi sains untuk meningkatkan taraf hidupnya dalam memenuhi tantangan perkembangan teknologi dan kehidupan yang global. Literasi sains mendapatkan fokus lebih dan menjadi salah satu tujuan utama dalam setiap tahapan pendidikan yang diperlukan dalam pembelajaran (Pratiwi *et al.*, 2019).

Rendahnya tingkat literasi sains di kalangan siswa disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya pemilihan bahan ajar yang kurang tepat, terjadinya miskonsepsi, model pembelajaran tidak kontekstual, keterampilan membaca yang rendah di kalangan siswa, dan tidak efektifnya lingkungan belajar (Fuadi *et al.*, 2020). Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan kurikulum merdeka belajar yang dapat memberikan harapan bagi terwujudnya peserta didik yang berliterasi sains (Sari *et al.*, 2022).

Kurikulum merdeka adalah kurikulum yang di dalamnya memuat peluang pembelajaran intrakurikuler agar siswa dapat memiliki waktu yang cukup, dapat memahami konsep dan meningkatkan kecakapan. Guru dibebaskan memilih alat pengajaran yang dapat disesuaikan dengan minat dan kebutuhan belajar setiap siswa (Kemdikbud, 2022). Kurikulum merdeka dirancang lebih sederhana dan adaptif, diharapkan dapat membantu guru untuk fokus pada topik yang paling penting dan mendorong siswa untuk berperan aktif dalam pembelajaran. Guru akan sangat mudah untuk membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran (Sasmita, 2022). Masalah yang terjadi saat ini adalah kesiapan guru untuk beradaptasi pada kurikulum merdeka yang berorientasi pada produk. Hal ini dapat disebabkan oleh salah satu hal diantaranya kurang bahan ajar atau media pembelajaran (Mabsutsah dan Yushardi, 2022).

Hasil wawancara dengan guru kimia di SMA Negeri 15 Semarang mengatakan bahwa bahan ajar yang digunakan untuk pembelajaran kimia pada kurikulum merdeka masih kurang, sehingga guru kesulitan dalam memberikan materi kepada siswa, khususnya pada materi nanoteknologi. Materi tersebut dianggap sulit

oleh guru karena merupakan materi baru yang belum dipelajari pada kurikulum sebelumnya. Karakteristik materi nanoteknologi yang bersifat abstrak menyulitkan peserta didik menggunakan pemahaman konsep yang dimilikinya, sehingga dibutuhkan bahan ajar yang dapat membantu pemahaman konsep peserta didik (Anggraeni, 2017). Bahan ajar seperti buku cetak maupun *e-book* tentang materi nanoteknologi di SMA N 15 masih sedikit.

Hasil dari angket kebutuhan, gaya belajar siswa kelas X-10 memperoleh 41% untuk gaya belajar visual, gaya belajar auditori memperoleh 39%, serta gaya belajar kinestetik memperoleh 20%. Hal ini dapat membuktikan bahwasannya siswa kelas X-10 mempunyai gaya belajar rata-rata yaitu visual, serta disusul dengan gaya belajar auditori. Meskipun, gaya belajar auditori hanya selisih dua persen dengan visual. Hasil persentase membuktikan bahwa siswa di kelas X-10 memiliki kemampuan yang baik pada kedua gaya belajar tersebut yaitu kemampuan yang baik dari segi memvisualisasikan dan kemampuan untuk mendengarkan.

Bahan ajar dalam pembelajaran merupakan sumber belajar essensial yang dapat meningkatkan efektivitas

guru dalam kegiatan belajar mengajar serta dapat meningkatkan prestasi untuk siswa. Bahan ajar dapat meningkatkan keberhasilan dalam mendukung belajar siswa (Asrizal *et al.*, 2017). Bahan ajar dibuat agar pembelajaran yang dilakukan lebih menarik, praktis serta rasional. Bahan ajar bertujuan agar mampu mengembangkan kepercayaan diri, memperoleh pengetahuan serta keterampilan, dan mengaktualisasikan diri siswa dalam upaya memberikan ruang untuk memperoleh pengetahuan (Olayinka, 2016). Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan adalah modul berbasis elektronik (*E-Module*).

E-Module didefinisikan sebagai bahan ajar yang disajikan secara runtut dan disusun secara terstruktur. *E-Module* dapat memudahkan siswa dalam mempelajari materi dan berisi soal-soal latihan. *E-module* adalah bahan ajar yang memudahkan siswa dalam memahami materi dengan bahasa yang komunikatif, dua arah, serta mampu membantu siswa belajar secara mandiri (Wulansari *et al.*, 2018). *E-module* didalamnya terdapat video serta gambar dalam penyajiannya. *E-module* juga menyesuaikan Capaian Pembelajaran (CP) materi struktur atom-keunggulan

nanomaterial untuk menentukan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. *E-module* yang baik diharuskan memiliki beberapa karakteristik yang sudah dijelaskan di atas. Berdasarkan data yang diperoleh dari angket, sebanyak 70% peserta didik masih membutuhkan adanya penggunaan *e-module* dalam proses pembelajaran. *E-module* dapat digunakan sebagai sumber belajar yang efektif dan efisien serta mudah diakses.

Selain bahan ajar, literasi sains dapat dipengaruhi oleh model pembelajaran. Model pembelajaran diharapkan mampu melatih keaktifan, serta kemampuan dalam berfikir tingkat tinggi siswa. Model *Problem Based Learning* (PBL) dapat meningkatkan literasi sains. Hal ini dikarenakan model PBL bertujuan untuk memecahkan suatu permasalahan dan mampu membuat siswa lebih aktif dengan cara memberikan kesempatan pada siswa dalam kegiatan penyelidikan (Aprilia *et al.*, 2020). Model *discovery learning* juga dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik sebab sintak pada model pembelajaran *discovery learning* menuntun siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran (Pujiasih *et al.*, 2020). Berdasarkan hal tersebut, model *discovery*

learning hanya menuntun siswa untuk aktif dalam pembelajaran, sedangkan PBL tidak hanya membuat siswa aktif tetapi bisa menstimulus siswa untuk mencari dan membaca informasi guna mendapatkan solusi dari permasalahan, sehingga secara tidak langsung dapat membentuk kemampuan literasi sains siswa (Fadilla & Fardani, 2023).

PBL mengutamakan permasalahan dalam pembelajaran dan merupakan salah satu model pembelajaran yang di dalamnya terdapat berbagai masalah kehidupan yang dihadapi oleh peserta didik (Maskur, 2019). PBL dapat meningkatkan pengetahuan, kompetensi, baik dalam aspek sikap, maupun literasi sains (Puspadewi & Syahmani, 2016). Tahapan model PBL yang dimulai dari mengidentifikasi fenomena ilmiah, menginterpretasikan data dan mengevaluasi data atau bukti ilmiah sehingga model ini tepat diintegrasikan dengan modul yang dikembangkan serta sesuai untuk mengembangkan literasi sains siswa (Arends, 2012).

Model PBL akan efektif jika digunakan saat pembelajaran, dikarenakan model ini dapat memprediksi jawaban dari masalah-masalah yang dihadapi yang dapat mendukung siswa. Model ini

dipilih karena dapat mengemukakan prediksi terhadap suatu permasalahan yang muncul di masyarakat dan dapat memacu kemampuan berpikir kreatif siswa, serta memacu siswa untuk membuktikan prediksinya dengan upaya penyelidikan (Wahyuni *et al.*, 2015).

Berdasarkan permasalahan tersebut sebuah *e-module* pembelajaran berbasis masalah perlu dikembangkan untuk mempelajari materi nanoteknologi. Komputer, laptop, tablet, bahkan smartphone dapat digunakan untuk mengakses *e-module* ini (Cheva & Zainul, 2019). *E-module* yang dikembangkan berbeda secara signifikan dengan modul yang telah dikembangkan sebelumnya. Pembaruan *e-module* ini terletak pada materi nanoteknologi. Oleh sebab itu, peneliti tertarik untuk mengangkat judul Pengembangan *E-module* Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Struktur Atom-Keunggulan Nanomaterial

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan yang terdapat pada latar belakang masalah tersebut, maka ditentukan identifikasi masalah berikut ini:

1. Siswa memiliki kemampuan literasi sains relatif rendah

2. Guru kesulitan mengajarkan materi nanoteknologi yang merupakan bagian dari bab struktur atom-keunggulan nanomaterial, hal ini dikarenakan nanoteknologi merupakan materi terbaru di SMA
3. Guru kesulitan dalam menerapkan kurikulum merdeka pada mata pelajaran kimia
4. *E-module* tentang materi nanoteknologi belum tersedia di sekolah SMA N 15 Semarang.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, pembatasan masalah pada penelitian ini dibatasi pada permasalahan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan *e-module* berbasis *Problem Based Learning*
2. Penelitian ini terfokus pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial kelas X semester genap.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik *e-module* berbasis PBL pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial?
2. Bagaimana kelayakan *e-module* berbasis PBL pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial?

E. Tujuan Pengembangan

1. Memperoleh gambaran mengenai karakteristik *e-module* berbasis PBL pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial

2. Mengetahui kelayakan *e-module* berbasis PBL pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial.

F. Manfaat Pengembangan

1) Teoritis

Melakukan evaluasi terhadap kecocokan bahan ajar kimia yang berbasis *Problem Based Learning* pada topik struktur atom dan keunggulan nanomaterial

2) Praktis

a. Bagi Sekolah

Terlibat dalam upaya meningkatkan pencapaian hasil belajar yang lebih bermakna bagi siswa melalui evaluasi sistem pembelajaran.

b. Bagi Guru

Dapat menjadi acuan dan inspirasi ketika merancang bahan ajar berikutnya

c. Bagi Siswa

Bahan ajar struktur atom-keunggulan nanomaterial berbasis *Problem Based Learning* diharapkan dapat meningkatkan daya minat baca siswa, dan memudahkan siswa dalam mempelajari materi secara mandiri terhadap materi struktur atom-keunggulan nanomaterial, serta dapat meningkatkan rasa keingin tahun peserta didik karena dapat diakses dimanapun,

serta dikemas dalam bentuk elektronik yang menarik untuk dipeajari oleh siswa.

d. Bagi Peneliti

Dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengembangkan pendidikan lebih lanjut dan dapat Menambah ilmu pengetahuan.

G. Asumsi Pengembangan

1. Bahan ajar berisi materi struktur atom-keunggulan nanomaterial berdasarkan standar program kurikulum merdeka, yang menjadi acuan pengembangan bahan ajar.
2. Validator yang berkualitas dan berpengetahuan memvalidasi bahan ajar yang dikembangkan.

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Berikut kriteria produk yang diharapkan pada penelitian ini, yaitu:

1. Bahan ajar yang dikembangkan berisi materi struktur atom-keunggulan nanomaterial.
2. Bahan ajar yang dikembangkan mengacu pada sintaks PBL
3. Bahan ajar yang dikembangkan mengacu pada Capaian Pembelajaran (CP).
4. Bahan ajar dibuat dengan aplikasi *Microsoft Word*, *Flip book heyzone*, *Power Point*, dan *Canva*.

5. Bahan ajar yang dikembangkan didalamnya berisi video yang berkaitan dengan materi.
6. Bahan ajar yang dikembangkan berisi:
 - a) Cover bahan ajar, memberikan gambaran menyeluruh tentang isi dari bahan ajar yang dikembangkan.
 - b) Bagian pendahuluan mencakup penjelasan mengenai bahan ajar, petunjuk penggunaan bahan ajar, serta tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.
 - c) Peta konsep, untuk memberikan gambaran umum tentang konsep materi yang akan dipelajari.
 - d) Materi yang disajikan ditampilkan dalam langkah PBL yang terdiri dari:
 - 1) Orientasi siswa kepada masalah
 - 2) Mengorganisasikan siswa untuk belajar
 - 3) Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok
 - 4) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya
 - 5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

- e) Rangkuman memuat pokok-pokok pembelajaran dan gambaran umum materi pembelajaran.
- f) Penutup (daftar pustaka dan glosarium). Daftar pustaka menjadi bahan referensi penyusunan bahan ajar yang berisi informasi tentang buku serta artikel, sedangkan glosarium dapat memudahkan siswa dalam mencari makna mengenai daftar istilah-istilah penting.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. *E-module*

a. Pengertian

E-module adalah fasilitas dalam pembelajaran yang berisi materi, metode, kendala, dan metode evaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik (Ahdhianto *et al.*, 2021). *E-module* dapat dijadikan sebagai sumber belajar yang menarik karena adanya visualisasi gambar dan video serta adanya audio yang dirancang secara inovatif dan mampu menunjang proses pembelajaran dengan baik (Syamsurizal *et al.*, 2015). *E-module* digunakan untuk mengemas materi pembelajaran agar lebih mudah dan fleksibel.

E-module adalah bahan ajar yang menampilkan materi pembelajaran serta bahan evaluasi peserta didik yang dikemas secara sistematis dan konsisten yang dapat mempermudah belajar pada peserta didik (Wulansari *et al.*, 2018). Peserta didik dapat menggunakan *e-module* secara mandiri dalam proses belajar yang disesuaikan dengan kecepatan belajar peserta didik secara efektif dan efisien (Ahdhianto *et*

al., 2021). Berdasarkan beberapa pernyataan di atas, maka dapat disimpulkan *e-module* merupakan suatu bahan ajar elektronik yang dikemas dengan menarik, sistematis serta tersusun yang disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik.

b. Karakteristik *E-module*

Karakteristik *e-module* yang efektif mengandung sejumlah kualitas, seperti *self-instruction*, *self-contained*, *stand-alone*, *flexible*, dan *user-friendly*. Atribut *e-module* identik dengan modul standar; hanya cara penyajiannya saja yang berbeda (Daryanto, 2013).

1) Mandiri (*Self Instruction*)

Belajar mandiri merupakan fitur penting dari *e-module*, yang memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri. *E-module* harus mempunyai petunjuk yang jelas sehingga siswa dapat dengan mudah menggunakannya, serta dapat memahami tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

2) Berisi (*Self Contained*)

Siswa dapat menguasai materi secara keseluruhan karena *e-module* berisi semua materi pembelajaran yang diperlukan (Wulansari *et al.*,

2018). Hal itu harus dilakukan secara hati-hati, dengan mempertimbangkan luasnya kriteria kompetensi inti yang harus dikuasai siswa, apabila informasi tersebut perlu dipisahkan dari kriteria kompetensi inti.

3) Berdiri Sendiri (*Stand Alone*)

E-module pembelajaran harus mandiri atau independen dari bahan ajar lain dan tidak memerlukan alat pendukung lainnya. Jika *e-module* pembelajaran perlu menggunakan bahan ajar lain, maka *e-module* pembelajaran tidak akan diklasifikasikan sebagai *e-module* pembelajaran tersendiri.

4) Adaptif (*Adaptive*)

E-module yang baik harus beradaptasi dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. *E-module* dapat dikatakan *adaptable* apabila bersifat fleksibel terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

5) Bersahabat (*User Friendly*)

E-module perlu memiliki tampilan yang memudahkan bagi pengguna. Setiap adanya panduan serta presentasi yang ditampilkan dalam *e-module* diharuskan mampu mempermudah bagi

pengguna. Bahasa yang digunakan sederhana dan mampu dipahami serta tidak menggunakan istilah yang sulit dimengerti menjadikan *e-module* akan mudah dipahami dengan baik oleh pengguna.

2. *Problem Based Learning (PBL)*

PBL adalah Model pembelajaran konstruktivis sosial berdasarkan pendekatan yang berpusat pada siswa yang menekankan aktivitas sosial, perancah, pelatihan, dan penilaian asli dan dicirikan oleh pembangunan berbagai pandangan pengetahuan dengan banyak representasi (Grant & Tamim, 2022). PBL telah terbukti berhasil dalam membantu siswa memahami ide-ide spesifik dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis dari tantangan dunia nyata.

Pembelajaran dengan model PBL bertujuan untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir, pemecahan masalah, serta kemampuan intelektual melalui stimulus suatu permasalahan (Putra, 2013). Berdasarkan hal ini pembelajaran PBL menjadikan guru sebagai fasilitator yang mewajibkan siswa agar aktif dalam melakukan penyelidikan serta menyelesaikan permasalahan.

Berikut Langkah-langkah model pembelajaran berbasis masalah yang dikemukakan oleh David Johnson dan Johnson (2007) memaparkan 5 langkah melalui kegiatan pembelajaran.

1. Mengorientasi Masalah

Pada fase ini, guru menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang diperlukan, pengajuan masalah, memotivasi siswa terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah yang dipilihnya.

2. Mengorganisasikan Peserta Didik

Pada fase ini, guru membantu siswa mendefinisikan dan mengatur tugas-tugas belajar yang berkaitan dengan masalah.

3. Membimbing Penyelidikan Individual maupun Kelompok

Pada fase ini, guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang relevan, melakukan percobaan dan menerima penjelasan untuk memecahkan masalah.

4. Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya

Pada fase ini guru membantu siswa merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai

seperti laporan, video, model dan membagikan tugas kepada kelompoknya.

5. Menganalisis dan Mengevaluasi Proses Pemecahan Masalah

Pada fase ini, guru membantu siswa untuk merefleksikan atau mengevaluasi terhadap penyelidikan siswa dalam proses-proses yang digunakan.

Siswa menerapkan pembelajaran berbasis masalah untuk belajar secara mendalam supaya dapat memahami konsep dan mengembangkan keterampilan, siswa berpartisipasi dan saling memotivasi dalam pembelajaran. PBL tidak hanya memberi pengaruh berupa keuntungan menyelesaikan satu pelajaran saja namun juga pelajaran lain yang ada didalam kurikulum (Agnew, 2001).

Model pembelajaran berbasis masalah memiliki beberapa keunggulan, diantaranya:

1. Pemecahan masalah merupakan teknik yang cukup bagus untuk lebih memahami isi pelajaran
2. Pemecahan masalah dapat menantang kemampuan peserta didik serta memberikan

kepuasan untuk menentukan pengetahuan baru bagi peserta didik

3. Pemecahan masalah dapat meningkatkan aktivitas pembelajaran peserta didik.
4. Pemecahan masalah dapat membantu peserta didik bagaimana mentranfser pengetahuan mereka untuk memahami masalah dalam kehidupan nyata.
5. Pemecahan masalah dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan barunya dan bertanggung jawab dalam pembelajaran yang dilakukan.

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis masalah harus dimulai dengan kesadaran adanya masalah yang harus dipecahkan.

3. Gaya belajar

Gaya belajar merupakan cara yang disukai atau terbaik untuk berpikir, memproses informasi dan mendemonstrasikan pembelajaran (Pritchard, 2008). Connell, R. W., & Messerschmidt (2005) menyebutkan ada tiga gaya belajar, yakni *visual learners*, *auditory learners*, dan *kinesthetic learners*.

a. *Visual Learners*

Belajar dengan gaya belajar *visual learner* merupakan proses pembelajaran dengan melihat. Peserta didik dengan gaya belajar ini akan kesulitan dalam mengolah informasi hanya melalui lisan tanpa adanya visualisasi. Gaya belajar visual akan membutuhkan alat bantu yang mampu menggambarkan informasi yang dapat dilihat secara langsung. Penggunaan media belajar seperti kartu dengan desain yang informatif dan menarik serta *power point* yang mampu mempermudah pembelajaran dengan gaya belajar visual. Peserta didik dengan gaya belajar visual akan memandang baik informasi yang ada pada bagan, poster serta perangkat lunak. Peserta didik mampu mengingat dengan baik terhadap sesuatu yang berkaitan dengan grafik dan poster serta keberagaman warna pada suatu media ajar.

b. *Auditory Learners*

Gaya belajar auditori ialah dengan cara mendengarkan. Peserta didik yang memiliki gaya belajar ini akan mampu memahami informasi dengan diskusi dan ceramah. Gaya belajar auditori cenderung akan mengingat informasi yang disampaikan dalam

durasi waktu yang lama dan berjam-jam. Adanya suara yang mengganggu dapat menyebabkan peserta didik kehilangan fokus. Media yang sering digunakan oleh peserta didik dengan gaya belajar auditori ialah audio hasil rekaman pembahasan. Pembelajaran auditori memiliki keterampilan menyimak yang baik di samping keterampilan berbicara yang baik.

c. *Kinesthetic Learners*

Gaya belajar kinestetik ini memerlukan adanya suatu aktivitas fisik yang dilakukan oleh peserta didik. Kegiatan yang disukai oleh gaya belajar kinestetik ialah dengan mencatat materi, menggerakkan kepala, tangan dan kaki. Gaya belajar kinestetik biasanya banyak menyukai sejenis drama dan olahraga. Gaya belajar memiliki peran penting dalam menunjang proses pembelajaran.

4. Struktur Atom- Keunggulan Nanomaterial

a. Nanoteknologi

Nanoteknologi dikenal sebagai Pembuatan bahan, struktur yang berguna, dan perangkat teknologi dalam skala nano. (Abdullah, 2010). Kemajuan teknis yang memungkinkan terciptanya objek baru dari objek lama adalah nanoteknologi. Nilai tambah dan efisiensi objek dapat ditingkatkan menggunakan nanoteknologi. Bahan yang dibuat

oleh nanoteknologi disebut sebagai nanomaterial. (Aji, 2016).

Aplikasi nanoteknologi dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut.

1. Nanoteknologi bertahap adalah aplikasi dalam rentang waktu singkat. Beragam penemuan cepat terjadi serta dalam jangka waktu yang tidak terlalu lama.
2. Nanoteknologi evolusioner adalah aplikasi nanoteknologi yang belum terwujudkan dalam jangka pendek. Dengan demikian, saat ini masih dalam tahap penelitian.
3. Nanoteknologi radikal adalah aplikasi nanoteknologi yang tidak memungkinkan adanya perubahan.

Macam- macam pengaplikasian nanoteknologi:

a) Elektronika

Bidang elektronika berdasar pada *single electron devices* (divais elektron tunggal). Hal ini diartikan sebaagi divasi yang berbasis hanya pada satu atau beberapa elektron saja. Elektron-elektron ini mampu dikendalikan serta diatur sepenuhnya.

Aplikasi nanoteknologi di bidang elektronika memiliki tujuan utama yaitu dapat meningkatkan kapasitas, tenaga, serta kecepatan berbagai alat dengan beberapa kali lipat dibandingkan dengan yang ada pada saat ini. Salah satu contohnya pada komputer menerapkan perakitan yang berbasis nanoteknologi dilakukan dengan *bottom up*. Hal ini diharapkan hasil yang diperoleh nantinya akan memiliki ukuran *chips* tiga sampai empat kali lebih kecil tetapi memiliki daya dengan dua sampai tiga kali lebih besar, serta tidak memerlukan *start up time* (*no start up time*)

b) Industri mobil

Aplikasi nanoteknologi pada industri automotif berkaitan dengan beberapa hal diantaranya yaitu pelapisan (*coacting*) pada badan (*body*) mobil dan aplikasi struktural. Pelapisan pada body mobil menggunakan nano partikel akan memberikan berbagai keuntungan diantaranya tiga kali lebih tahan terhadap goresan dan kecemerlangan yang lebih lama. Tujuan dari aplikasi struktural dalam industri automotif adalah untuk mengurangi massa dari

mobil tetapi tetap cukup kuat untuk menopang kerangka mobil. Hal ini akan berakibat pada makin hematnya penggunaan bahan bakar mobil.

c) Industri konveksi

Aplikasi nanoteknologi pada industri konveksi bertujuan agar kain dapat tahan dari air, kotoran, bau serta memiliki kemampuan dalam menghantarkan listrik. Polyester yang mengandung filamen nanosilikon dapat digunakan sebagai pelapis baahn kain yang mengakibatkan kain akan bersifat hidrofobik (tidak menyukai air) yang mengakibatkan bahan kain ini mampu mencegah air untuk membasuhi bahan. dapat diaplikasikan pada industri konveksi (kain). nanoteknologi dalam industri konveksi di aplikasikan agar kain dapat tahan terhadap tumpahan dan kotoran, tahan air, tahan bau, dan memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik. Suatu bahan kain dapat dilapisi dengan serat *polyester* yang mengandung filamen-filamen nanosilikon. Lapisan filament nanosilikon memiliki sifat hidrofobik (tidak menyukai air) yang mengakibatkan bahan kain

ini mampu mencegah air untuk membasahi bahan.

d) Nanomaterial anti refleksi

Bahan optis seperti kaca atau kacamata yang diberikan lapisan berskala nano mampu menjadi bahan anti refleksi cahaya matahari maupun sinar infra merah.

b. Perkembangan teori atom

1) Model atom Dalton

John Dalton merupakan seorang ahli kimia dan guru yang berkebangsaan inggris (1776–1844). Kontribusi Dalton merupakan keunikan dari teorinya yang meliputi sebagai berikut:

- a) John Dalton merupakan tokoh pertama yang melibatkan kejadian kimiawi dalam merumuskan gagasannya mengenai atom seperti halnya kejadian fisis.
- b) John Dalton mendasarkan pendapatnya pada data kuantitatif serta tidak menggunakan pengamatan yang bersifat kualitatif.

Teori atom Dalton dikemukakan berdasarkan hukum kekekalan massa serta hukum perbandingan tetap. Teori atom Dalton didasarkan

tiga asumsi pokok yang dikembangkan selama periode 1803-1808 yaitu:

- a. Setiap unsur kimia tersusun dari partikel kecil yang tidak dapat dihancurkan serta dipisahkan yang disebut atom. Selama mengalami perubahan kimia, atom tidak bisa diciptakan dan dimusnahkan.
- b. Semua atom dari suatu unsur memiliki massa serta sifat yang sama, namun atom-atom dari suatu unsur berbeda dengan atom-atom dari unsur yang lainnya, baik dari massa maupun sifat-sifatnya yang berlainan.
- c. Atom-atom dari unsur yang berlainan mengalami ikatan dengan perbandingan angka sederhana.

2) Model atom Thomson

Pada tahun 1897 J. J. Thomson menemukan elektron yang mendasari dikemukakan teori baru yang dikenal sebagai model atom Thomson. Model atom Thomson dianalogikan sebagai sebuah roti kismis yang mana atom terdiri dari materi yang bermuatan positif yang didalamnya tersebar elektron bermuatan negatif bagaikan roti kismis. Muatan positif bercampur dalam jumlah yang sama dengan muatan negatif, maka secara

keseluruhan atom menurut Thomson bersifat netral (Silberberg, 2000).

3) Model atom Rutherford

Antoine Henri Becquerel (1852-1908), merupakan seorang ilmuwan dari Perancis pada tahun 1896 menemukan bahwa uranium dan senyawa-senyawanya secara spontan memancarkan partikel-partikel. Partikel yang dipancarkan itu ada yang bermuatan listrik dan memiliki sifat yang sama dengan sinar katode atau elektron. Unsur-unsur yang memancarkan sinar itu disebut unsur radioaktif, dan sinar yang dipancarkan juga dinamai sinar radioaktif. Ada tiga macam sinar radioaktif, yaitu:

1. sinar alfa, bermuatan positif
2. sinar beta, bermuatan negatif
3. sinar gama, tidak bermuatan

Sinar alfa dan beta merupakan radiasi partikel. Setiap partikel sinar alfa memiliki muatan +2 dan massa 4 kali lipat dari massa atom (sma), sedangkan partikel sinar beta memiliki muatan -1, massa yang sama dengan elektron, dan dianggap memiliki massa yang sangat kecil (sekitar $1/1.840$ sma). Sinar gama, di sisi lain, adalah jenis radiasi

elektromagnetik yang tidak memiliki massa dan muatan.

Pada tahun 1908, Hans Geiger dan Ernest Marsden yang bekerja di laboratorium Rutherford melakukan eksperimen dengan menembakkan sinar alfa (sinar bermuatan positif) pada pelat emas yang sangat tipis. Sebagian besar sinar alfa tersebut berjalan lurus tanpa mengalami gangguan, namun sebagian kecil dari mereka mengalami pembelokan dengan sudut yang cukup besar, bahkan beberapa di antaranya dipantulkan kembali ke arah sumber sinar. Dari hasil percobaan ini, Ernest Rutherford menyimpulkan bahwa:

- a. Sebagian besar partikel sinar alfa dapat menembus pelat karena melalui daerah hampa.
- b. Partikel alfa yang mendekati inti atom dibelokkan karena mengalami gaya tolak inti.
- c. Partikel alfa yang menuju inti atom dipantulkan karena inti bermuatan positif dan sangat massif (Silberberg, 2000).

Beberapa tahun kemudian, yaitu tahun 1911, Ernest Rutherford mengungkapkan teori atom modern yang dikenal sebagai model atom Rutherford.

1. Atom tersusun dari:
 - a. Inti atom yang bermuatan positif.
 - b. Elektron-elektron yang bermuatan negatif dan mengelilingi inti.
 - c. Semua proton terkumpul dalam inti atom, dan menyebabkan inti atom bermuatan positif.
 - d. Sebagian besar volume atom merupakan ruang kosong. Hampir semua massa atom terpusat pada inti atom yang sangat kecil. Jari-jari atom sekitar 10^{-10} m, sedangkan jari-jari inti atom sekitar 10^{-15} m.

4) Model atom Niels Bohr

Pada tahun 1913, Niels Henrik David Bohr, seorang ilmuwan asal Denmark, menyempurnakan model atom Rutherford. Model atom yang diperkenalkan oleh Bohr dikenal sebagai model atom Rutherford-Bohr.

- a. Model atom Bohr, elektron-elektron dalam atom akan hanya dapat bergerak melalui lintasan-lintasan tertentu yang disebut kulit-kulit atau tingkat energi, di mana elektron berada dalam keadaan stasioner, yang berarti tidak memancarkan energi.

- b. Kedudukan elektron dalam kulit-kulit, atau tingkat energi, dapat dibandingkan dengan posisi seseorang di anak-anak tangga. Seperti seseorang hanya dapat berada di anak tangga pertama, kedua, ketiga, dan seterusnya, tanpa bisa berada di antara anak tangga-anak tangga tersebut.
- c. Model atom Bohr dapat diibaratkan sebagai sebuah tata surya mini, di mana planet-planet mengorbit matahari. Demikian pula, dalam atom, elektron-elektron mengelilingi inti atom, tetapi dengan perbedaan bahwa dalam tata surya, setiap orbit hanya dihuni oleh satu planet, sedangkan dalam atom, setiap kulit dapat dihuni oleh lebih dari satu elektron. Dalam model atom Bohr kita mengenal istilah konfigurasi elektron, yaitu susunan elektron pada masing-masing kulit, yang ditentukan oleh nomor atom (Silberberg, 2000).

c. Konfigurasi Elektron

Menurut konsep mekanika kuantum tentang struktur atom, elektron-elektron bergerak dalam tingkat energi yang ditentukan di sekitar inti atom. Inti atom terdiri dari proton dan neutron, sementara tingkat energi tersebut diatur dalam kulit-kulit atom. Setiap kulit atom terbagi lagi sub kulit, yang kemudian

terdiri dari orbital-orbital di mana elektron berada. Wilayah disekitar orbital inilah tempat di mana kemungkinan terbesar menemukan elektron. Aturan konfigurasi elektron mengatur bagaimana elektron ini disusun di sekitar inti atom (Silberberg, 2000).

1. Prinsip Aufbau

Elektron dalam suatu atom cenderung mengisi subkulit dengan energi rendah terlebih dahulu sebelum berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi, sehingga atom mencapai energi minimum, dikenal sebagai prinsip Aufbau. Pengisian orbital dimulai dari yang memiliki energi terendah, seperti 1s, 2s, 2p, dan seterusnya. Pada diagram, subkulit subkulit 3d memiliki energi lebih tinggi daripada subkulit 4s. Oleh karena itu, setelah subkulit 3p terisi penuh, elektron berikutnya akan mengisi subkulit 4s, baru setelah itu akan mengisi subkulit 3d.

2. Aturan Hund

Menurut aturan Hund, elektron dalam suatu subkulit cenderung untuk mengisi orbital-orbital secara tunggal sebelum berpasangan. Elektron-elektron baru akan berpasangan ketika semua orbital telah diisi dengan satu elektron. Hal ini

dinyatakan dalam diagram orbital dengan menunjukkan setiap orbital sebagai strip, dan dua elektron yang berpasangan di dalamnya ditunjukkan dengan dua anak panah berlawanan arah. Jika orbital hanya berisi satu elektron, anak panah ditunjukkan mengarah ke atas. Aturan ini diajukan oleh Friedrich Hund pada tahun 1930.

3. Larangan Pauli

Pada tahun 1928, Wolfgang Pauli mengusulkan prinsip larangan Pauli yang menyatakan bahwa dua elektron dalam satu atom tidak boleh memiliki keempat bilangan kuantum yang sama. Elektron-elektron dalam satu orbital dengan bilangan kuantum utama, azimut, dan magnetik yang sama harus memiliki spin yang berbeda, sehingga mereka berpasangan. Masing-masing orbital dapat menampung hingga dua elektron, yang harus berotasi dalam arah yang berlawanan untuk mengimbangi gaya tolak-menolak di antara mereka.

- a) Subkulit s (1 orbital) mampu menampung maksimum 2 elektron
- b) Subkulit p (3 orbital) mampu menampung maksimum 6 elektron

- c) Subkulit d (5 orbital) mampu menampung maksimum 10 elektron
- d) Subkulit f (7 orbital) mampu menampung maksimum 14 elektron (Silberberg, 2000).

d. Jari-jari atom sebagai sifat keperiodikan unsur
Sifat -sifat keperiodikan unsur

Beberapa karakteristik periodik yang akan dibahas di sini mencakup ukuran atom, energi ionisasi, keelektronegatifan, afinitas elektron, sifat logam, serta titik leleh dan titik didih (Brinkley, 1933).

1) Jari-jari atom

Jari-jari atom merujuk pada jarak dari inti atom hingga kulit terluar. Unsur-unsur sekelompok, jari-jari atom cenderung meningkat ke bawah karena jumlah kulit bertambah, menjadikan kulit terluar semakin jauh dari inti. Meskipun unsur-unsur dalam satu periode memiliki jumlah kulit yang sama, jari-jari atom mereka tidak selalu sama. Ketika unsur bergerak ke kanan dalam periode, jumlah proton dan elektron meningkat, menyebabkan gaya tarik-menarik antara inti dan elektron semakin kuat. Hal ini menyebabkan elektron terluar tertarik lebih dekat ke inti,

menjadikan jari-jari atom unsur semakin ke kanan semakin kecil.

Dalam satu golongan, konfigurasi elektron dari unsur-unsur memiliki jumlah elektron valensi yang sama sementara jumlah kulit bertambah. Hal ini mengakibatkan jarak antara elektron valensi dan inti semakin meningkat, sehingga jari-jari atom dalam satu golongan cenderung meningkat ke bawah. Dengan demikian, dapat disimpulkan:

- a) Dalam satu golongan, jari-jari atom bertambah besar dari atas ke bawah.
- b) Dalam satu periode, jari-jari atom makin kecil dari kiri ke kanan.

2) Energi ionisasi

Energi ionisasi adalah energi yang diperlukan untuk melepaskan elektron terluar atom, diukur dalam kJ mol^{-1} . Unsur-unsur dalam satu golongan memiliki energi ionisasi yang semakin ke bawah semakin kecil karena elektron terluar berada semakin jauh dari inti, menyebabkan gaya tarik inti yang semakin lemah dan memudahkan pelepasan elektron. Sementara itu, unsur-unsur dalam satu periode memiliki energi ionisasi yang cenderung semakin besar ke kanan

karena gaya tarik inti yang semakin kuat. Namun, ada pengecualian seperti golongan IIA, VA, dan VIIIA yang memiliki energi ionisasi yang sangat besar, bahkan melebihi unsur di sebelah kanannya seperti IIIA dan VIA. Hal ini disebabkan oleh konfigurasi elektron yang relatif stabil pada unsur-unsur tersebut, sehingga elektron sulit untuk dilepaskan (Silberberg, 2000).

3) Afinitas elektron

Afinitas elektron adalah energi yang terlibat dalam proses penambahan elektron pada sebuah atom netral dalam keadaan gas, membentuk ion bermuatan -1 , diukur dalam kJ mol^{-1} . Ketika afinitas elektron suatu unsur berada dalam nilai negatif, itu menunjukkan kecenderungan lebih besar untuk menyerap elektron daripada unsur yang memiliki afinitas elektron positif. Semakin negatif nilai afinitas elektron, semakin besar kecenderungan unsur tersebut untuk menyerap elektron dan membentuk ion negatif.

Dari sifat ini dapat disimpulkan bahwa:

- a) Dalam satu golongan, afinitas elektron cenderung berkurang dari atas ke bawah.

- b) Dalam satu periode, afinitas elektron cenderung bertambah dari kiri ke kanan.
- c) Kecuali unsur alkali tanah dan gas mulia, semua unsur golongan utama mempunyai afinitas elektron bertanda negatif. Afinitas elektron terbesar dimiliki oleh golongan halogen.

Unsur logam umumnya terletak di bagian kiri bawah sistem periodik unsur, sementara unsur nonlogam terletak di bagian kanan atas. Batas antara logam dan nonlogam sering ditunjukkan dengan tangga diagonal yang jelas, sehingga unsur-unsur di sekitar batas ini memiliki sifat campuran dari kedua jenis unsur tersebut. Unsur-unsur ini dikenal sebagai metaloid. Contohnya adalah boron dan silikon.

Sifat logam juga berhubungan dengan tingkat reaktivitas suatu unsur, yang mengindikasikan kemudahan unsur tersebut untuk bereaksi. Unsur logam dalam sistem periodik cenderung menjadi lebih reaktif (lebih mudah bereaksi) ketika bergerak ke arah bawah karena mereka lebih mudah melepaskan elektron. Sebaliknya, unsur nonlogam cenderung menjadi kurang reaktif (lebih sulit bereaksi) ketika bergerak

ke arah bawah karena mereka lebih sulit menangkap elektron. Dengan demikian, unsur logam paling reaktif terletak di golongan IA (logam alkali), sementara unsur nonlogam paling reaktif terletak di golongan VIIA (halogen) (Silberberg, 2000).

4) Keelektronegatifan

Keelektronegatifan adalah kemampuan atau kecenderungan suatu atom untuk menarik elektron dari atom lain. Sebagai contoh, fluorin memiliki kemampuan menarik elektron yang lebih kuat daripada hidrogen. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa keelektronegatifan fluorin lebih besar daripada hidrogen. Konsep keelektronegatifan ini pertama kali diperkenalkan oleh Linus Pauling (1901–1994) pada tahun 1932.

Unsur-unsur dalam satu golongan memiliki keelektronegatifan yang semakin ke bawah semakin kecil karena gaya tarik inti yang semakin lemah. Sementara itu, unsur-unsur dalam satu periode memiliki keelektronegatifan yang cenderung semakin besar ke kanan. Namun, perlu diingat bahwa unsur dalam golongan VIIIA tidak memiliki keelektronegatifan karena sudah memiliki 8

elektron di kulit terluar. Oleh karena itu, keelektronegatifan terbesar terdapat pada unsur dalam golongan VIIA (Silberberg, 2000).

5) Sifat kelogaman

Berdasarkan sudut pandang dari segi kimia, sifat-sifat logam dikaitkan dengan kecenderungan melepaskan elektron untuk membentuk ion positif, yang mana terhubung erat dengan keelektronegatifan. Oleh karena itu, sifat-sifat logam bergantung pada energi ionisasi. Berdasarkan konfigurasi elektron, unsur-unsur logam cenderung melepaskan elektron dengan energi ionisasi yang rendah, sementara unsur-unsur bukan logam lebih cenderung menangkap elektron dengan keelektronegatifan yang tinggi. Dalam periodik unsur, sifat-sifat logam dan non-logam dapat dijelaskan dengan mempertimbangkan tren energi ionisasi dan keelektronegatifan, maka sifat logam-nonlogam dalam periodik unsur adalah:

- a) Dari kiri ke kanan dalam satu periode, sifat logam berkurang, sedangkan sifat nonlogam bertambah.

- b) Dari atas ke bawah dalam satu golongan, sifat logam bertambah, sedangkan sifat nonlogam berkurang (Silberberg, 2000).

e. Konsep struktur atom pada nanomaterial

1) Ukuran Material

Salah satu aspek dari keperiodikan unsur adalah jari-jari atom, yang menentukan ukuran atom. Semakin pendek jari-jari atom, maka ukuran atom semakin kecil. Ketika material yang merupakan kombinasi atom diubah menjadi skala nano, sifat-sifatnya dapat berbeda secara signifikan dibandingkan dengan pada skala makro. Contohnya, (1) tembaga bisa berubah dari zat buram menjadi transparan, (2) platina yang awalnya inert bisa menjadi katalis, (3) aluminium yang sulit terbakar dapat menjadi mudah terbakar, (4) emas yang biasanya padat dapat menjadi cair pada suhu kamar, (5) silikon yang awalnya bersifat isolator bisa menjadi konduktor (Sudarmo, 2021).

2) Luas Permukaan Material

Material berskala nano memiliki luas permukaan relatif lebih besar dibandingkan dengan material non-nano untuk massa yang sama. Teori ini menyatakan bahwa semakin kecil ukuran material,

semakin banyak sisi aktif material yang dapat bereaksi secara kimia. Hal ini menyebabkan pertambahan jumlah sisi aktif menghasilkan peningkatan luas permukaan material untuk bereaksi secara kimia.

Pertambahan jumlah sisi aktif mengakibatkan peningkatan luas permukaan sisi aktif partikel. Hal ini membuat material menjadi lebih reaktif secara kimia dibandingkan dengan material non-nano. Ketika mensintesis atom demi atom, tumbukan antar partikel harus terjadi untuk memicu reaksi kimia. Tumbukan yang menghasilkan reaksi kimia harus terjadi pada sisi aktif. Oleh karena itu, semakin besar peluang terjadinya reaksi kimia karena bertambahnya sisi aktif yang terlibat (Sudarmo, 2021).

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini didukung oleh referensi studi sebelumnya yang relevan. Penelitian ini menggunakan temuan penelitian sebelumnya sebagai sumber referensi. Pelajaran dari kekurangan dan kelebihan penelitian sebelumnya yang dapat diterapkan untuk menyusun skripsi yang lebih baik.

Penelitian dari Alatas dan Fauziah (2020) tentang pembelajaran dengan model *problem based learning* terhadap tingkat kemampuan literasi sains pada konsep pemanasan global menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis pendekatan PBL berhasil meningkatkan kemampuan literasi sains siswa pada empat bidang: kompetensi, pengetahuan, konteks, dan sikap. Penelitian ini menunjukkan bahwa peserta didik dalam pembelajaran menggunakan model tersebut dapat meningkat. Meningkatnya prestasi akademik melalui lingkungan belajar yang menggunakan metodologi *Pembelajaran Berbasis Masalah* (PBL). Pembaharuan dari penelitian yang dilaksanakan adalah terletak pada bahan ajar yang digunakan yaitu berupa e-module serta materi yang dikaji yaitu struktur atom-keunggulan nanomaterial.

Penelitian dari Dewi (2021) menunjukkan bahwa pengembangan modul bercirikan literasi sains pada materi suhu dan kalor yang dihasilkan menarik dan praktis untuk digunakan dengan mendapatkan rata-rata tingkat respon 90,93% dari 15 siswa, menempatkan modul pada kategori sangat baik. Modul yang melek ilmiah telah dianggap sebagai alat pembelajaran yang berguna. berdasarkan hasil

akademik yang lebih baik bagi siswa. Berdasarkan data uji lapangan yang dilakukan pada siswa kelas 10 SMA Negeri 14 Bandar Lampung, dengan tingkat keberhasilan siswa yang mencapai KKM sebesar 91%. Perbedaan penelitian yang dilakukan yaitu pada materi dan jenis bahan ajar yang digunakan. Materi pada penelitian yang dilakukan yaitu pada materi nanoteknologi serta bahan ajar yang dipakai berupa modul dalam bentuk elektronik.

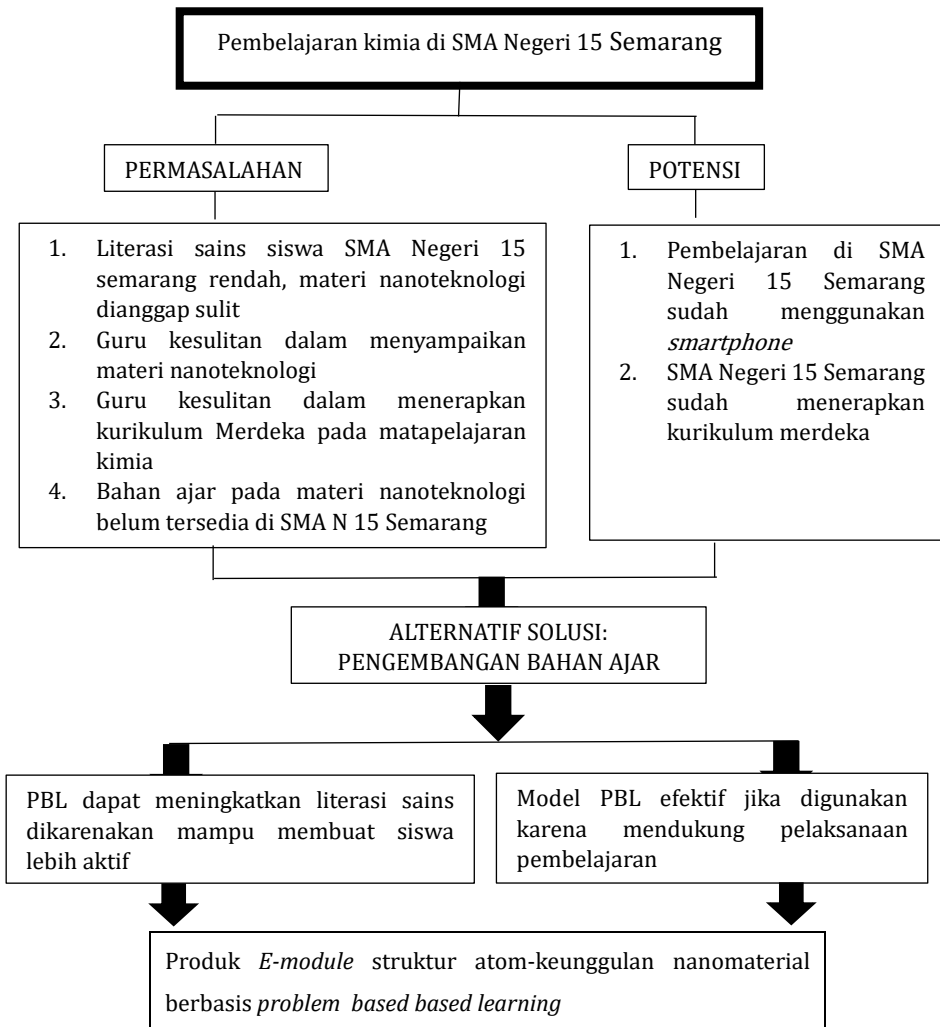
Penelitian dari Kimianti dan Prestyo (2019) menunjukkan bahwa pengembangan *e-module* IPA berbasis *problem based learning* dapat di jadikan sebagai alternatif sumber belajar yang praktis dan kontekstual karena dapat digunakan dimana saja dan materi yang disajikan relevan dengan kehidupan nyata. Hal ini berdasarkan uji coba terbatas produk *e-module* IPA berbasis *problem based learning* dari segi keterbatasan siswa sangat layak digunakan untuk tahap implementasi dalam melihat peningkatan literasi sains siswa. Pembaharuan dari penelitian yang dilakukan pada *e-module* yaitu pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial.

Simpulan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, bahwa pembelajaran *problem based*

learning mampu meningkatkan keaktifan serta literasi sains siswa menjadi lebih baik. Bahan ajar seperti modul layak dan efektif digunakan sebagai penunjang pembelajaran. Pembaharuan dari penelitian yang telah dilakukan adalah bahan ajar yang digunakan berupa *e-module*, materi yang disajikan yaitu struktur atom-keunggulan nanomaterial.

C. Kerangka Berpikir

Penelitian dan pengembangan ini dilatarbelakangi karena kemampuan literasi sains siswa yang rendah dan kurangnya bahan ajar sebagai alat yang digunakan dalam kegiatan belajar kimia di SMA Negeri 15 Semarang. Melalui *e-module* berbasis *Problem Based Learning*, siswa dilatih untuk memecahkan, memahami konsep tertentu dan membangun model berpikir tingkat tinggi. Pengembangan bahan ajar yang berbasis PBL ini diharapkan mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa karena penyajian materi disesuaikan dengan kehidupan nyata. Penyajian *e-module* lebih efisien dan efektif, serta diharapkan dapat menarik minat belajar siswa pada pembelajaran kimia. Diagram alir kerangka berpikir ditunjukkan pada **gambar 2.1**



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kerangka berfikir diatas, bisa disusun pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik *e-module* struktur atom-keunggulan nanomaterial berbasis *Poblem Based Learning* sebagai penunjang belajar siswa kelas X SMA Negeri 15 Semarang?
2. Bagaimana kelayakan *e-module* struktur atom-keunggulan nanomaterial berbasis *Poblem Based Learning* sebagai penunjang belajar siswa kelas X SMA Negeri 15 Semarang?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

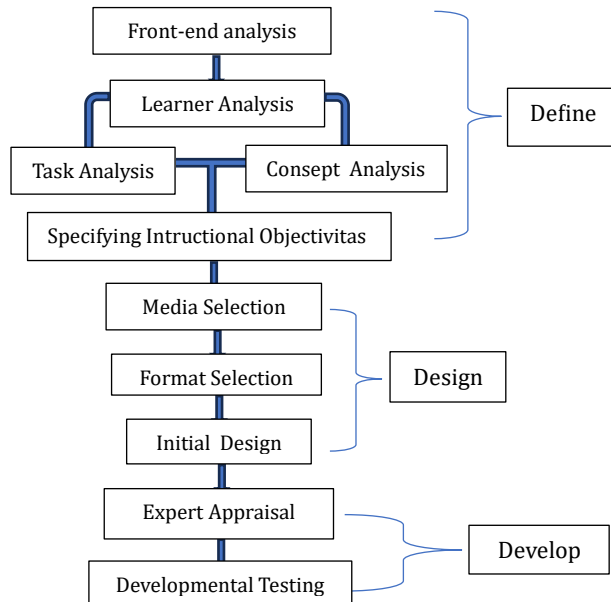
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Research and Development* (R&D). R&D merupakan sebuah metode penelitian untuk membuat produk dan menguji keefektifannya (Sugiyono, 2017). Salah satu model yang digunakan yaitu model 4-D. Empat tahapan model 4-D yang diciptakan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel pada tahun 1974, diantaranya *define, design, develop, dan disseminate*. Namun penelitian ini hanya sampai tahap *Develop*. Hal ini dikarenakan keterbatasannya waktu dan biaya .

Model di atas didasarkan pada pertimbangan sistematis dan landasan teori pembelajaran. Model ini didasarkan pada pendekatan sistematis dalam memecahkan masalah pembelajaran yang berkaitan dengan alat peraga sesuai dengan kebutuhan siswa. Salah satu kelebihan 4-D adalah paling baik digunakan sebagai dasar pengembangan perangkat pembelajaran dibandingkan pengembangan sistem pembelajaran (Arywiantari *et al.*, 2015). Metode penelitian ini dibatasi pada tahap pengembangan (*develop*) dengan menggunakan eksperimen kecil. Produk yang

dikembangkan diuji keefektifannya melalui validasi ahli dan pengujian produk untuk mengetahui respons siswa terhadap produk.

B. Prosedure Pengembangan

Proses pengembangan dilakukan berdasarkan langkah-langkah model 4-D (*four-D Models*) (Thiagarajan, Sammel dan Semmel, 1974). Alur penelitian dilakukan dengan menggunakan metode 4D yang dimodifikasi menjadi 3D seperti pada **Gambar 3. 1**



Gambar 3.1 Modifikasi model Pengembangan 4D (Thiagarajan, Semmel, & Semmel, 1974)

1) Tahap *Define* (pendefinisian)

Pada fase ini dilakukan kegiatan untuk mengidentifikasi dan mendefinisikan kebutuhan pengembangan. Langkah ini sering disebut analisis kebutuhan pada model lainnya. Analisis yang diperlukan untuk setiap produk berbeda-beda. Pada tahap definisi dilakukan analisis kebutuhan pengembangan, kebutuhan pengembangan produk yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, dan model penelitian pengembangan (model R&D) yang digunakan untuk pengembangan produk. Analisis biasa dilakukan melalui penelitian literatur atau penelitian pendahuluan. Thiagrajan (1974) menganalisis 5 kegiatan yang dilakukan pada tahap *define* yaitu :

a) *Front – End Analysis*

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui kesulitan yang dihadapi guru dan siswa dalam pembelajaran kimia (Cheva dan Zainul, 2019). Tahap ini dilakukan melalui wawancara kepada siswa dan guru kimia di SMAN 15 Semarang serta penyebaran angket. Berdasarkan analisis inilah peneliti dapat menentukan produk yang nantinya akan dikembangkan.

b) *Learner Analysis*

Pada tahap ini tujuannya untuk mengetahui karakteristik siswa seperti kemampuan akademik, motivasi belajar, dan psikomotorik. Langkah-langkah yang diterapkan digunakan sebagai dasar untuk menentukan perencanaan pengembangan materi pendidikan (Bierera dan Muchlis 2021). Tahap ini dijadikan sebagai acuan peneliti untuk menentukan desain produk yang akan dikembangkan.

c) *Task Analysis*

Pada tahap ini tujuannya untuk mengidentifikasi keterampilan khusus yang dibutuhkan siswa, serta untuk memastikan *isi e-module*. Keterampilan khusus yang dibutuhkan siswa berdasarkan gaya belajar siswa di SMA N 15 Semarang yaitu gaya belajar visual. Isi *e-module* harus sesuai dengan aspek kompetensi. Kompetensi diharapkan berpedoman pada Capaian Pembelajaran (CP) kurikulum merdeka. Tahap analisis tugas meliputi struktur isi, prosedur, CP, sampai ke tujuan pembelajaran.

d) *Concept Analysis*

Analisis konsep bertujuan untuk mencari ide-ide kunci yang perlu dipahami siswa. Analisis konsep dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan yang diperlukan. Pada tahap analisis ide ini didapatkan kebutuhan kompetensi, kompetensi inti dan sumber belajar.

e. *specifying instructional objectives*

Pada tahap ini pembelajaran kimia mempunyai tujuan yang dirumuskan dalam *e-module* harus mengacu pada ATP mata pelajaran SMA kelas X pada kurikulum merdeka.

2) Tahap *Design*

Thiagarajan & Semmel (1974) membagi tahap *design* dalam empat kegiatan, yaitu: *constructing criterion-referenced test, media selection, format selection, initial design*. Kegiatan yang dilakukan pada tahap tersebut antara lain:

a) *Media selection*

Pada tahap ini tujuannya adalah memilih sumber yang sesuai dengan materi dan karakteristik siswa. Pada tahap ini peneliti dapat memutuskan media berupa bahan ajar yang tepat untuk menyajikan materi pembelajaran.

b) Format Selection

Pada tahap pemilihan metode pembelajaran ini dapat disesuaikan dengan lingkungan belajar yang digunakan. Simulasi penyampaian materi menggunakan media sintaksis pembelajaran yang dirancang.

c) Initial Design

Pada tahap ini, peneliti telah membuat produk awal atau rancangan produk. Pengembangan model pembelajaran pada tahap ini meliputi kegiatan mempersiapkan kerangka konseptual model dan alat pembelajaran (materi, media, alat penilaian) serta melakukan simulasi penggunaan model dan alat pembelajaran tersebut dalam skala kecil. Tahapan perancangan pada penelitian ini membuat *e-module* atau bahan ajar yang sesuai dengan kerangka isi yang dibuat pada tahap definisi yang telah diterapkan sebelumnya.

3) Tahap Develop (Pengembangan)

Pada tahap *develop* ini produk akan dihasilkan yaitu berupa *e-module*. Terdapat dua tahapan pada tahap ini, yaitu:

a) *Expert Appraisal*

Expert appraisal merupakan suatu metode yang berfungsi untuk mengkonfirmasi atau menilai kelayakan suatu produk yang dikembangkan. Kegiatan *expert appraisal* akan dilakukan oleh ahli dibidangnya. Saran-saran ini akan digunakan untuk menyempurnakan materi dan desain pembelajaran yang telah disusun, yaitu berupa desain *e-module* pada materi struktur atom - keunggulan material berbasis PBL.

b) *Developmental Testing*

Pada tahap ini akan dilakukan uji coba rancangan produk pada subjek penelitian yang sesungguhnya. Pengujian rancangan produk ini bertujuan untuk mendapatkan data respon, komentar dari subjek penelitian. Hasil uji coba digunakan untuk memperbaiki produk. Setelah produk diperbaiki kemudian diujikan kembali sampai memperoleh hasil yang efektif.

C. Desain uji coba produk

1. Desain uji coba

Desain uji coba merupakan gambaran spesifikasi produk yang akan dibuat. Sebuah *e-module* nanoteknologi dengan fokus pembelajaran berbasis PBL merupakan hasil akhir dari penelitian

ini. Tahapan pembuatan produk media pembelajaran dijelaskan dengan rancangan uji coba. Tujuannya untuk mengukur tingkat validitas produk yang dikembangkan. Tahapan ini terdiri dari 2 langkah yaitu:

a. Evaluasi Ahli

Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan angket dari dosen ahli materi, guru kimia dan dosen ahli media. Penilaian ahli mengidentifikasi masalah produk, kebenaran kompetensi dasar, materi dan soal latihan untuk siswa. Hasil evaluasi ini akan digunakan untuk merevisi produk pertama yang dikembangkan sebelum tahap uji coba pada skala kecil.

b. Evaluasi Coba Skala Terbatas

Uji coba ini dilaksanakan oleh siswa kelas X-10 SMA Negeri 15 Semarang. Kegiatan ini dilakukan untuk memperoleh tanggapan siswa mengenai tingkat kelayakan produk.

2. Subjek coba

Subjek coba untuk mengetahui kelayakan produk adalah guru dan siswa kelas X-10 di SMA Negeri 15 Semarang. Uji coba produk dilakukan

dalam skala kecil yaitu pada satu kelas X-10. Tim validasi kelayakan instrumen adalah dosen kimia dan guru kimia SMAN 15 Semarang.

D. Teknik Pengumpulan Data

1. Wawancara

Tujuan wawancara adalah untuk mengetahui masalah yang akan dibahas secara mendalam. (Sugiyono, 2017).

2. Angket

Angket adalah teknik pengumpulan data yang digunakan untuk menanyakan pertanyaan yang telah dijawab sebelumnya untuk dijawab oleh responden (Sugiyono, 2017). Angket penelitian terdiri dari: (a) Angket tentang kebutuhan siswa (untuk mengumpulkan informasi tentang kesulitan siswa); (b) studi validasi oleh ahli media dan materi (untuk memvalidasi *e-module* yang akan digunakan); dan (c) angket respon siswa (untuk mengetahui respon siswa terhadap *e-module*).

3. Studi Pustaka

Proses mencari dan mengumpulkan sumber data dari berita terpercaya, makalah ilmiah, dan sumber lain yang relevan dengan masalah penelitian. menurut penelusuran jurnal ilmiah.

4. Dokumentasi

Dokumentasi adalah sebuah pendekatan untuk mencari informasi tentang kata-kata, foto, atau kreasi seseorang lainnya (Sugiyono, 2017). Tujuan metode ini yaitu menganalisis bahan ajar yang digunakan oleh guru untuk menunjang pembelajaran.

E. Instrumen pengumpulan data

1. Lembar Wawancara

Tujuan dari wawancara adalah untuk mengetahui masalah mana yang akan dibahas secara mendalam (Sugiyono, 2017). Wawancara dilakukan dengan menanyakan subjek. Sumber wawancara adalah guru kimia dan siswa di SMA Negeri 15 Semarang. Lembar wawancara terdapat pada **lampiran 2 dan 4**.

2. Instrumen Angket

Instrumen angket adalah serangkaian pertanyaan tertulis yang digunakan untuk memperoleh informasi dari responden tentang kepribadian mereka atau tentang hal-hal yang mereka ketahui. (Arikunto, 2010). Instrumen angket terdiri dari: a) instrumen angket untuk mengumpulkan informasi tentang kesulitan yang dihadapi siswa; b) instrumen angket validasi kepada

ahli materi dan media untuk memvalidasi *e-module* yang dikembangkan; c) instrumen angket respons siswa, digunakan untuk mengetahui respons siswa terhadap *e-module*.

1) Lembar Validasi *e-module*

Lembar ini digunakan untuk mengumpulkan data penilaian diri ahli terkait *e-module* yang dibuat. Hasil penilaian tersebut menjadi acuan perbaikan produk. Lembar validasi *e-module* berisi penilaian kelayakan *e-module* yang disusun berdasarkan skala likert. Penyusunan lembar validasi mengacu pada kisi-kisi instrumen penilaian *e-module* untuk ahli materi dan media yang dapat dilihat pada **Tabel 3.1 dan 3.2**

Tabel 3. 1 Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Materi

NO	Aspek	Sub-Aspek	No. Pernyataan
1	Kelayakan isi	Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran(CP)	1
		Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	2
		Keakuratan materi	3
		Kemutakhiran materi	4
		Manfaat untuk menambah wawasan pengetahuan	5
2	Kelayakan Penyajian	Pendukung penyajian	6
		Penyajian pembelajaran	7
3	Kelayakan bahasa	Kejelasan informasi	8
		Keterbacaan	9
4	Pembelajaran Berbasis <i>Problem Based Learning</i>	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran	10
		Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran	11

Dimodifikasi Depdiknas (2008) dan Azhar Arsyad (2011)

Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Instrumen Media

No	Aspek Penilaian	Jumlah
1	Penyajian e-module	1
2	Kelayakan kegrafikan	6
	a. Ukuran e-module	
	b. Desain kulit e-module	
	1) Tata letak kulit e-module	
	2) Tipografi cover e-module	
	3) Ilustrasi cover e-module	
	c. Desain isi e-module	
	1) Tata letak isi e-module	
	2) Tipografi isi e-module	
3	Kualitas tampilan e-module	1
4	Gambar, Audio, dan Video	1

Dimodifikasi berdasarkan standar penilaian BSNP

2) Lembar Respon Siswa

Lembar ini digunakan untuk mengetahui respon siswa terhadap *e-module* yang dikembangkan. Penyusunan lembar respons siswa berdasar kisi-kisi instrumen ditunjukkan pada **Tabel 3.4** berikut

Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen Respon Siswa

No	Aspek	Sub-Aspek	Indikator	No. Pernyataan
1	Materi	Kelayakan isi	Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran	1,2
			Kesesuaian dengan kebutuhan siswa	3,4
		Ketercernaan e-module	Kemanfaatan e-module	5,6,7,8,9,10,11
			Kemudahan siswa mempelajari e-module	12,13,14,15,16,17,18
2	Media	Penggunaan bahasa dan istilah	Kejelasan bahasa penulisan	19,20
		Tampilan dan konten	Kesesuaian ilustrasi dan gambar	21,22,23,24,25,26

Dimodifikasi Depdiknas (2008), Azhar Arsyad (2011), Jackson, Paul (1993) dan Ogle & Camelle (2006)

F. Teknik analisis data

Tujuan dari teknik analisis data adalah untuk mengetahui kemudahan dan kepraktisan *e-module* dengan menganalisis seluruh informasi yang diterima. Teknik analisis data penelitian ini menggunakan dua langkah yaitu sebagai berikut:

1. Uji validitas Ahli

Uji validasi ahli dilakukan untuk mengetahui apakah *e-module* yang dikembangkan sudah valid atau belum berdasarkan penilaian dari ahli materi dan media. *Rating scale* 1 sampai 5

digunakan dalam kuesioner validasi untuk menilai validasi instrumen. Setelah didapatkan nilai dari validator ahli, selanjutnya dihitung dengan validitas butir yang diusulkan Aiken dirumuskan sebaagi berikut (Retnawati, 2016):

1) Perhitungan dengan rumus

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

Keterangan:

S : r-lo

r : Skor dari validator

lo : Skor penilaian terendah

n : Jumlah validator

C : Skor penilaian tertinggi

Nilai yang sudah didapatkan kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria validitas yang telah ditetapkan menggunakan tabel Aiken, dengan melibatkan lima validator. Berdasarkan hal tersebut disimpulkan bahwa suatu item dianggap valid jika $V \geq 0,80$ (Aiken L. R, 1985).

2. Angket Respon Siswa

Hasil angket respon peserta didik diperoleh dari data penelitian untuk dianalisis dan diketahui tingkat kepraktisan *e-module* pada materi nanoteknologi berbasis PBL. Instrumen angket

respon peserta didik menggunakan skala penilaian 1-5. Berikut skala angket disajikan dalam tabel 3.6

Tabel 3.4 Skala Angket Penelitian

Kriteria Penilaian	Skor	
	Positif	Negatif
Sangat setuju	5	1
Setuju	4	2
Kurang setuju	3	3
Tidak setuju	2	4
Sangat tidak setuju	1	5

(Sumber: Bierera & Muchlis, 2021)

Jumlahkan hasil nilai dari respon peserta didik yang didapatkan berdasarkan langkah-langkah berikut ini:

- 1) Hasil dari penilaian oleh siswa selanjutnya dihitung menggunakan skor rata-rata dengan rumus :

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

Keterangan :

$\bar{X}$ = Skor rerata tiap indikator

$\sum X$ = jumlah skor total setiap indikator

n = jumlah responden

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

Tabel 3.5 Kriteria Penilaian Kualitas

Rentang Skor (i)	Kategori kualitas
$\bar{X} > X_i + 1,8 S_{bi}$	Sangat Baik
$X_i + 0,6 S_{bi} < \bar{X} \leq X_i + 1,8 S_{bi}$	Baik
$X_i - 0,6 S_{bi} < \bar{X} \leq X_i + 0,6 S_{bi}$	Cukup
$X_i - 1,8 S_{bi} < \bar{X} \leq X_i - 0,6 S_{bi}$	Kurang
$\bar{X} \leq X_i - 1,8 S_{bi}$	Sangat Kurang

(Widoyoko, 2010)

Keterangan :

$\bar{X}$ = skor akhir rerata

X_i = rerata ideal yang dihitung dengan rumus

S_{bi} = simpangan baku ideal

- 3) Menghitung persentase kepraktisan kualitas e-modul berbasis PBL pada setiap aspek dengan rumus (Widoyoko, 2010):

Rumus:

% tiap aspek

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

Hasil presentase kepraktisan kualitas modul elektronik berbasis PBL pada setiap aspek kemudian

ditafsirkan dalam bentuk Tabel di bawah ini (Darwis, 2011):

Tabel 3.6 Kriteria Penilaian Kepraktisan

Persentase (%)	Kriteria
81-100	Sangat Praktis
61-80	Praktis
41-60	Cukup Praktis
21-40	Kurang Praktis
0-20	Tidak Praktis

(Septryanesti dan Lazulva,2019)

E-module dikategorikan sangat praktis atau praktis jika persentasenya $\geq 61\%$ maka *e-module* tersebut layak untuk digunakan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh data tentang proses pengembangan *e-module* kimia berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial. Data ini dapat dijelaskan seperti berikut ini:

1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Pada tahap pendefinisian adalah tahap yang menjadi prasyarat yang yang dipilih, dipastikan serta diperlukan untuk pengembangan pembelajaran. Tahap pendefinisian dilakukan dengan cara:

a. *Front – End Analysis*

Analisis ujung depan digunakan untuk mendapatkan informasi masalah mendasar yang dihadapi oleh peserta didik (Thiagardjan, 1974). Pada analisis ini dilakukan melalui proses wawancara terhadap guru kimia dan siswa kelas XI di SMA Negeri 15 Semarang pada tgl 17 Juli 2023. Hasil wawancara dengan siswa dan penyebaran angket diperoleh data bahwa kimia dianggap sebagai materi yang sulit **lampiran 2 & 4**. Hal ini dikarenakan banyak hafalan dan juga sulit untuk

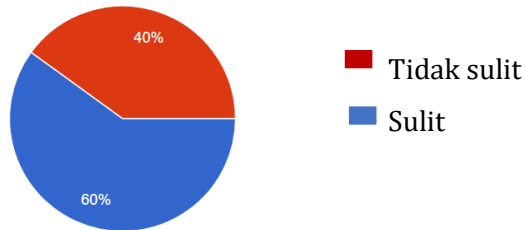
memahami materi yang banyak perhitungannya. Selain itu, di SMA Negeri 15 Semarang khususnya di kelas X belum terdapat bahan ajar berupa *e-module* berbasis *problem based learning* pada bab struktur atom-keunggulan nanomaterial. Hal tersebut juga diperkuat berdasarkan data wawancara bersama guru kimia SMA 15 bahwasannya bahan ajar nanoteknologi masih kurang dan guru masih kesulitan mengajarkan materi tersebut.

b. *Learner Analysis*

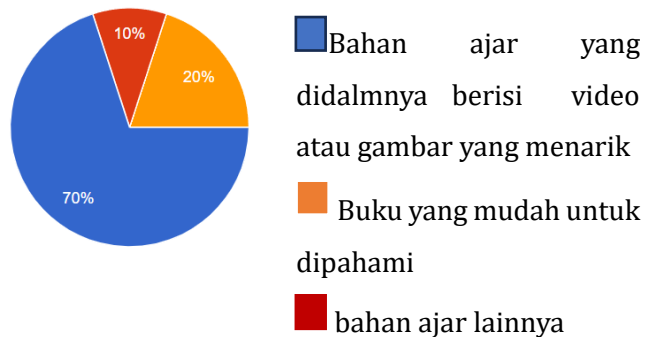
Analisis terhadap peserta didik digunakan untuk mengetahui karakteristik, kemampuan dan pengalaman peserta didik dalam proses pembelajaran. Tujuan dari analisis siswa untuk mengetahui karakter siswa diantaranya kemampuan akademik dan motivasi belajar. Berdasarkan pengisian angket pada tanggal 24 Juli 2023 oleh 30 siswa didapatkan 60% siswa sulit memahami bab struktur atom-keunggulan nanomaterial. Siswa antusias dengan bahan ajar yang menarik, mudah dimengerti, berwarna, serta dilengkapi dengan gambar dan video dengan persentase rata-rata 70%. Siswa membutuhkan

modul elektronik sebagai sumber belajar dengan persentase dapat dilihat pada **lampiran 5**

Berikut dapat dilihat pada **gambar 4. 1 dan 4.2**



Gambar 4.1 Diagram kesulitan memahami materi struktur atom-keunggulan nanomaterial



Gambar 4.2 kebutuhan peserta didik mengenai bahan ajar yang menarik

c. *Task Analysis*

Analisis tugas adalah kumpulan prosedur untuk menentukan isi dalam suatu pembelajaran, yang dilakukan untuk merinci isi materi dalam bentuk besar (Trianto, 2009). Berdasarkan Capaian pembelajaran (CP) yang terdapat pada kurikulum merdeka, peserta didik diharapkan mampu memahami materi struktur atom-keunggulan nanomaterial.

d. *Concept Analysis*

Analisis konsep digunakan untuk menentukan konsep utama yang harus dikuasai oleh peserta didik. Analisis ini membahas tentang konsep yang terdapat pada bab struktur atom-keunggulan nanomaterial. Konsep yang dibuat dalam bentuk peta konsep dapat mempermudah siswa memahami konsep yang terdapat pada bab struktur atom-keunggulan nanomaterial.

e. *Specifying instructional objectives*

Rumusan tujuan pembelajaran yang didasarkan pada analisis tugas dan analisis konsep, agar peneliti dapat mengetahui kajian apa saja yang akan disajikan dalam *e-module* dan menentukan seberapa besar tujuan pembelajaran yang telah

tercapai. Analisis ini di peroleh dari tujuan pembelajaran yang terdapat dalam bab struktur atom-keunggulan nanomaterial. Tujuan pembelajaran yang terdapat didalam bab ini diantaranya sebagai berikut:

Sub-Bab	Tujuan Pembelajaran
Struktur Atom	Peserta didik dapat mendeskripsikan perkembangan struktur atom
Konfigurasi Elektron	Peserta didik dapat menentukan konfigurasi elektron suatu atom
Sistem Periodik Unsur	Peserta didik dapat mempelajari sistem periodik unsur
Nanomaterial	Peserta didik dapat mendeskripsikan nanomaterial, sifat nanomaterial dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari
Nanoteknologi	Peserta didik dapat menjelaskan manfaat nanoteknologi Peserta didik dapat membedakan material nano teknologi dan material yang bukan nanoteknologi

Tujuan pembelajaran yang telah disusun sudah sesuai dengan kurikulum merdeka. Peningkatan peserta didik dapat dilihat dari ketercapaiannya tujuan pembelajaran. Guru berperan sebagai pendidik yang mempunyai pengaruh sangat besar terhadap peningkatan kemampuan

berfikir siswa. Guru juga mempunyai tugas menyusun atau merancang pembelajaran, melakukan kegiatan serta melaksanakan penilaian pada proses maupun hasil belajar siswa (Mudjiran, 2020).

2. Tahap *Design*

Tahap *design* dilakukan perancangan terhadap *e-module* struktur atom-keunggulan nnaomaterial. Menurut (Purwanto, 2006), komponen-komponen modul yang dibuat terdiri dari: cover, kompetensi yang akan dicapai siswa, petunjuk penggunaan *e-module*, peta konsep, lembar kegiatan, dan evaluasi.

Beberapa tahapan yang dilakukan saat perancangan produk diantaranya:

a. Pemilihan Media (*Media Selection*)

Pemilihan media disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang akan dicapai, peneliti dalam pengembangan *e-module* menggunakan aplikasi pendukung berupa powers point untuk penyusunan tata letak isi *e-module*, aplikasi canva untuk desain *e-module*, dan aplikasi heyzine *flipbook* untuk menghasilkan *e-module interactive*. Heyzine *flipbook* merupakan salah satu software pembuat bahan

ajar elektronik yang mampu mengubah file PDF menjadi flipbook dengan file luaran berupa HTML 5, sehingga *e-module* dapat dibuka melalui *smartphone*, laptop, atau komputer (Denisa dan Hakim, 2021). Pemilihan media yang dipilih yaitu bahan ajar yang berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial. Dikarenakan sesuai dengan kebutuhan siswa kelas X di SMAN 15 Semarang. Pemilihan bahan ajar sebagai media pembelajaran didasarkan pada analisis peserta didik, analisis konsep, serta analisis tugas yang dilakukan pada tahap pendefinisian. Bahan ajar yang dikembangkan berpedoman pada ATP dan modul ajar yang digunakan di SMAN 15 Semarang. Penggunaan media pembelajaran berperan penting untuk membantu dalam proses belajar mengajar, sehingga seorang pendidik bisa memanfaatkan media pembelajaran yang mulai berkembang untuk dijadikan sebagai alat bantu dalam menyampaikan materi agar proses belajar mengajar lebih mudah dilakukan (Sapriyah,

2019). Berdasarkan hal ini, peneliti membuat bahan ajar berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial yang dibuat untuk memudahkan peserta didik dalam belajar, dikarenakan bahan ajar tersebut dikemas dengan menarik, sistematis serta tersusun yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Karakteristik *e-module* yang dikembangkan ini didalamnya memuat *self instruction* dikarenakan *e-module* ini memuat instruksi atau perintah yang jelas pada bagian penggunaannya sehingga dapat memudahkan peserta didik. Karakteristik kedua yaitu *self contained* dikarenakan didalamnya terdapat proses pembelajaran menggunakan sintaks PBL, sehingga peserta didik lebih cepat dalam menguasai materi. Karakteristik yang ketiga yaitu *stand alone*, *e-module* ini dapat mengarahkan peserta didik untuk belajar secara mandiri melalui sintaks PBL, *e-module* ini juga bersifat *adaptive*, dikarenakan mudah untuk diakses karena bentuknya yang elektronik selain itu *e-module* ini juga bersifat

serta *user friendly* dikarenakan dalam penyajiannya mudah dan bahasa yang digunakan juga jelas.

b. Penyusunan Format (*Format Selection*)

Penyusunan format bertujuan untuk menentukan desain atau merancang *e-module*, format yang dipilih memenuhi beberapa kriteria diantaranya *self instruction*, *self contained*, *stand alone*, *adaptive*, dan *user friendly*.

c. Rancangan Awal (*Initial Design*)

Rancangan awal merupakan tahap perancangan produk sebelum dilakukan uji validasi oleh validator. Rancangan produk yang disajikan didalamnya terdapat cover pada *e-module*, kata pengantar, daftar isi, pendahuluan, peta konsep, kegiatan pembelajaran, rangkuman, glosarium dan daftar pustaka.

3. Tahap Develop

Tahap pengembangan merupakan proses untuk menghasilkan produk pengembangan (draft akhir) (Thiagardjan 1974). Tahapan ini terbagi menjadi dua tahap, yaitu penilaian ahli (*expert*

appraisal) dan uji coba pengembangan (*develpoment testing*)

a. Uji Ahli (*expert appraisal*)

Produk yang telah dikembangkan kemudian dilakukan penilaian oleh ahli materi dan ahli media untuk ditentukan nilai kevalidannya produk tersebut. Proses validasi untuk materi dan media dilakukan oleh lima orang validator yaitu 4 validator dari dosen pendidikan kimia UIN Walisongo Semarang dan 1 validator dari Guru kimia MAS Tanwiriyyah. Lima validator tersebut melakukan penilaian terhadap produk berdasarkan lembar instrumen validasi yang memuat kriteria-kriteria yang telah ditetapkan, yang terdapat pada **lampiran 6**

Berdasarkan penilaian ahli materi dan media dilakukan nya revisi, dari masukan dan saran dari setiap indikatornya. Masukan dan saran tersebut dijadikan revisi oleh peneliti untuk meningkatkan kualitas produk bahan ajar, sehingga produk akhir dapat dikatakan layak untuk digunakan.

b. Uji Coba Pengembangan (*development testing*)

Tahap uji coba pengembangan merupakan tahap dimana produk pengembangan berupa *e-module* berbasis problem based learning pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial sudah divalidasi oleh ahli materi dan ahli media kemudian diuji kepada peserta didik. Pelaksanaan uji coba dilakukan oleh siswa kelas X-10.

B. Hasil Uji Coba Produk

Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa *e-module* struktur atom-keunggulan nanomaterial berbasis *problem based learning*. Hasil tahap ini sebagai masukan guna menghasilkan produk *e-module* yang berkualitas. Tahap ini terdiri dari dua yaitu:

1. Validasi Ahli

Validasi ahli digunakan untuk memvalidasi kelayakan produk dari segi materi maupun media pembelajaran oleh para ahli. Produk dapat dinyatakan baik dan berkualitas setelah mendapatkan saran perbaikan untuk direvisi sampai produk tersebut dikatakan valid dan layak untuk digunakan. Produk yang telah dinyatakan valid digunakan pada uji coba skala kecil terhadap 9 siswa.

Berikut ini hasil penilaian validator ahli materi

terkait kelayakan *e-module* berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial ditunjukkan pada **Tabel 4.1**

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Materi Tiap Komponen

No	Komponen	Nilai Validitas (V)	Kategori
1	Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran (CP)	0,85	Valid
2	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik	0,80	Valid
3	Keakuratan materi	0,80	Valid
4	Kemutakhiran materi	0,80	Valid
5	Manfaat untuk menambah wawasan pengetahuan	0,80	Valid
6	Pendukung penyajian	1,00	Valid
7	Penyajian pembelajaran	0,80	Valid
8	Kejelasan informasi	0,85	Valid
9	Keterbacaan	0,80	Valid
10	Pelaksanaan Kegiatan Pembelajaran	0,80	Valid
11	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran	0,85	Valid
	Jumlah rata-rata semua komponen	0,83	Valid

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Materi Tiap Aspek

No	Aspek	Nilai Validitas (V)	Kategori
1	Kelayakan isi (nomor 1-5)	0,81	Valid
2	Kelayakan penyajian (nomor 6-7)	0,90	Valid
3	Kelayakan bahasa (nomor 8-9)	0,83	Valid
4	Pembelajaran problem based learning (10-11)	0,83	Valid
	Jumlah Semua Aspek	0,83	Valid

Hasil penilaian validator ahli media terkait kelayakan *e-module* berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial ditunjukkan pada **Tabel 4.3**

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Media Tiap Komponen

No	Komponen	V	Kategori
1	Penyajian <i>e-module</i>	0,95	Valid
2	Ukuran <i>e-module</i>	0,90	Valid
3	Tata letak kulit <i>e-module</i>	0,80	Valid
4	Tipografi cover <i>e-module</i>	0,80	Valid
5	Ilustrasi cover <i>e-module</i>	0,85	Valid
6	Tata letak isi <i>e-module</i>	0,80	Valid
7	Tipografi isi <i>e-module</i>	0,80	Valid
8	Kualitas tampilan <i>e-module</i>	0,85	Valid
9	Gambar, Audio, dan Video	0,80	Valid
	Jumlah rata-rata semua komponen	0,84	Valid

Tabel 4.4 Hasil Validasi Ahli Materi Tiap Aspek

No	Aspek	Nilai Validitas (V)	Kategori
1	Penyajian <i>e-module</i> (nomor 1)	0,95	Valid
2	Kelayakan kegrafikan (nomor 2-7)	0,83	Valid
3	Kualitas tampilan <i>e-module</i> (nomor 8)	0,85	Valid
4	Gambar, audio, dan Video (nomor 9)	0,80	Valid
	Jumlah Semua Aspek	0,86	Valid

Berdasarkan interpretasi kriteria kevalidan pada

Tabel 4.1 interpretasi **0,83** menunjukkan tingkat **kevalidan**. Dari hasil validitas ahli dapat disimpulkan bahwa produk *e-module* berbasis PBL pada materi struktur atom – keunggulan nanomaterial telah diakui valid, sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu belajar siswa kelas X.

Penilaian aspek kelayakan isi memperoleh nilai sebesar **0,81** dengan kategori **valid**. Kelayakan isi terdiri dari 5 komponen yaitu kesesuaian dengan capaian pembelajaran, kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik, keakuratan materi, kemutakhiran materi, dan manfaat untuk menambah wawasan pengetahuan. Adapun saran perbaikan pada aspek ini yaitu pada kriteria kemutakhiran materi pada contoh dan kasus yang disajikan untuk

disesuaikan dengan kehidupan yang nyata yang berhubungan dengan materi struktur atom-keunggulan nanomaterial.

Aspek kedua yaitu kelayakan penyajian dengan peroleh nilai validitas sebesar **0,90** dengan kategori **valid**. Kelayakan penyajian meliputi komponen pendukung penyajian serta penyajian pembelajaran. Adapun saran perbaikan pada aspek ini yaitu pada penyajian pembelajaran validator memberikan saran pada penyajian *e-module* dapat merangsang keterlibatan dan partisipasi peserta didik untuk belajar secara mandiri.

Aspek ketiga yaitu aspek kelayakan bahasa dengan peroleh nilai validitas **0,83** dengan kategori **valid**. Kelayakan bahasa meliputi komponen kejelasan informasi dan keterbacaan. Adapun saran perbaikan pada komponen kejelasan informasi, validator memberikan saran pada bahasa yang digunakan jelas dan sesuai dengan perkembangan peserta didik.

Aspek selanjutnya yaitu tahapan pembelajaran berbasis PBL dengan perolehan nilai **0,83** dengan kategori **valid**. Aspek tahapan pembelajaran berbasis PBL meliputi komponen pelaksanaan kegiatan pembelajaran serta keterpaduan langkah-langkah pembelajaran. Adapun saran perbaikan pada komponen keterpaduan langkah-langkah

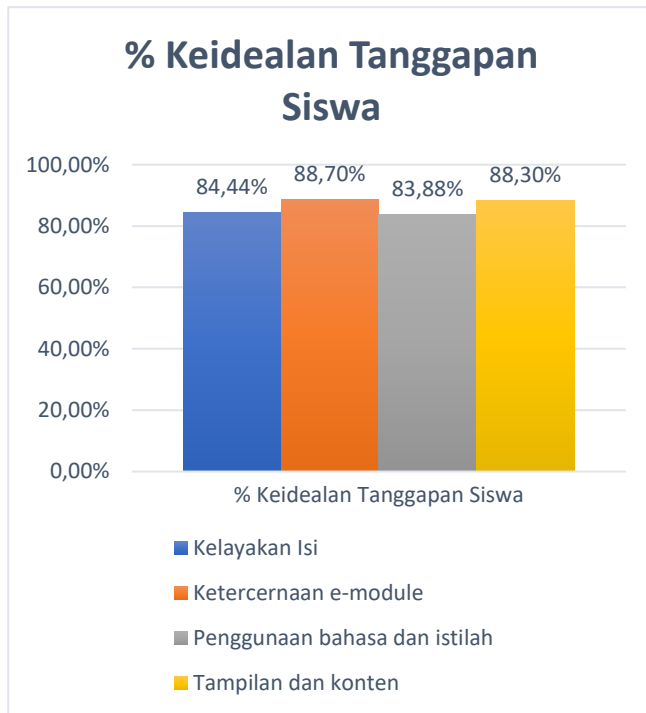
pembelajaran ini adalah disesuaikan dengan sintaks PBL. Berdasarkan sintak model PBL, yang mengungkapkan topik masalah kehidupan nyata di sekitar peserta didik guna merangsang siswa agar mencari tahu lebih banyak tentang topik bahasan yang dipelajari. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Imaningtyas (2016) yang menyatakan bahwa dengan menyajikan materi yang berkaitan erat dengan masalah sehari-hari, dapat merangsang peserta didik agar mencari tahu dan menumbuhkan minat mereka dalam membaca. Penelitian dari Silmi (2022) juga menyatakan bahwasannya PBL dapat menuntut peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran, serta dapat melatih berfikir kritis ketika menanggapi anggota kelompok lain yang sedang mengutarakan pendapatnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan Rahmah *et al.* (2023) yang menyatakan bahwasannya model PBL dapat memudahkan siswa untuk saling mendiskusikan konsep-konsep dengan teman sebayanya, sehingga membantu siswa dalam menemukan dan memahami materi yang diajarkan. Berdasarkan permasalahan tersebut, peserta didik dapat menganalisis permasalahan untuk mengetahui jawaban atau solusi dari permasalahan

Validasi ahli media juga mempunyai beberapa kriteria komponen yang harus terpenuhi. Berdasarkan

tabel 4. Diketahui bahwasannya penilaian ahli media pada tiap aspek nya mendapatkan kategori valid hingga sangat valid. Kategori valid diperoleh hanya satu aspek yaitu pada aspek gambar, audio, dan video dengan nilai **0.80**. Aspek penyajian *e-module* memperoleh nilai **0,95** dengan kategori **valid**. Aspek kegrafikan memperoleh nilai **0,83** dengan kategori **valid**. Aspek kualitas tampilan *e-module* memperoleh nilai **0,85** dengan kategori **valid**.

Berdasarkan dari hasil penilaian serta perbaikan yang telah dilakukan oleh validator ahli, maka *e-module* kimia berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial yang dikembangkan dapat dinyatakan valid/layak untuk diuji cobakan kepada peserta didik. Bahan ajar yang valid merupakan bahan ajar yang telah memenuhi standar kriteria yang telah ditentukan, sehingga dapat digunakan dalam proses pembelajaran (Fuadah, 2021).

Uji coba skala kecil bertujuan untuk memperoleh respons siswa terkait kelayakan *e-module*

Gambar 4.3 Persentase Keidealan Tanggapan Siswa

Berdasarkan hasil penilaian siswa diketahui bahwa aspek ketercernaan *e-module* mendapat persentase tertinggi sebesar **88,70%** dengan kategori **sangat baik**. Siswa memberikan tanggapan bahwa *e-module* berbasis PBL pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial dikategorikan **bagus dan sangat menarik** oleh siswa.

Aspek berikutnya adalah aspek tampilan dan konten *e-module* yang mempunyai nilai persentase sebesar **88,30%**

dengan kategori **sangat baik**. Menurut siswa, *e-module* mudah dipahami karena materinya sangat singkat dan jelas. Aspek kelayakan isi memperoleh persentase **sangat baik** sebesar **84,44%**. Penyajian materi sesuai dengan tujuan pembelajaran, kebutuhan peserta didik dan berguna untuk digunakan. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia di SMA Negeri 15 Semarang bahwa bahan ajar yang baik adalah bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa.

Aspek terakhir yaitu penggunaan bahasa dan istilah memperoleh persentase sebesar **83,88%** dengan kategori **baik**. Hasil respon siswa pada masing-masing aspek memperoleh persentase sangat baik $\geq 61\%$. Secara keseluruhan, tanggapan siswa memperoleh persentase **86,43%** dengan kategori **sangat baik serta sangat praktis**.

E-module berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom keunggulan nanomaterial dinyatakan **sangat baik serta sangat praktis** dan dikategorikan **bagus serta sangat menarik** oleh siswa. Hal ini berdasarkan uji kelayakan dan kepraktisan yang dilakukan oleh siswa kelas X-10. Hasil komentar serta saran dari siswa kelas X-10 menyatakan bahwasannya *e-module* ini sudah **menarik, bagus dan mudah untuk diakses**, jadi dapat disimpulkan

bahwasannya *e-module* dapat dijadikan sebagai alternatif sumber belajar untuk siswa. Hasil penelitian ini relevan dengan penelitian dari Kimianti dan Prasetyo (2019) mengungkapkan bahwasannya *e-module* IPA berbasis PBL dapat dijadikan sebagai alternatif sumber belajar yang praktis dan kontekstual karena dapat digunakan dimana saja dan materi yang disajikan relevan dengan kehidupan nyata. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Jaenudin, A., Baedhowi, & Murwaningsih (2017) yang menyatakan bahwasannya E-modul berbasis PBL menyediakan sumber belajar yang inovatif bagi peserta didik, sehingga pembelajaran lebih efektif, menarik dan membuat peserta didik belajar secara aktif untuk mencapai tujuan pembelajaran. Hal tersebut juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Farenta, A. S., Sulton, & Setyosari (2016) yang menyatakan bahwa e-modul berbasis PBL pada materi kesetimbangan kimia layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *e-module* berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial layak untuk digunakan dan diuji cobakan kepada peserta didik dan guru dalam kegiatan pembelajaran.

C. Revisi Produk

Saran perbaikan produk berupa *e-module* dari validator ahli dapat di tunjukkan pada **Tabel 4.5**

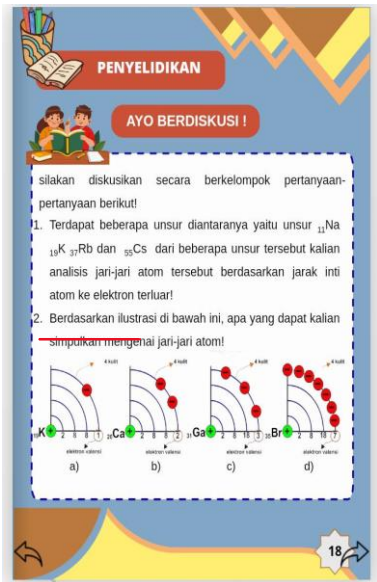
Tabel 4.5 Saran Perbaikan *E-module* oleh Validator

Validator	Saran
Validator Ahli Materi	➤ Perhatikan kembali font penulisan ➤ Perlu detail pengerjaan terkait evaluasi yang dilakukan ➤ Perbaiki sintaks <i>problem based learning</i> terutama pada bagian orientasi masalah ➤ Perbaiki petunjuk penggunaan <i>e-module</i> ➤ Perbaiki beberapa kalimat menanya ➤ Perbaiki kalimat intruksi pada bagian penyelidikan ➤ Dapat digunakan tanpa revisi ➤ Tambahkan kata pelengkap pada bagian peta konsep ➤ Tambahkan link untuk jawaban sementara (hipotesis) ➤ Dapat digunakan tanpa revisi
Validator Ahli media	➤ Warna pada bagian evaluasi sebaiknya untuk bagian latarnya diganti jadi warna kuning ➤ Hendaknya stiker yang tidak terlalu berfungsi dihapus saja ➤ Dapat digunakan tanpa revisi ➤ Cover depan ganti dengan gambar yang sesuai dengan judul materi ➤ Dapat digunakan tanpa revisi

Perbaikan materi dan media pada *e-module* berbasis *problem based learning* dari validator sebagai berikut:

1. Perhatikan kembali font penulisan. Sebelum revisi

terdapat beberapa kalimat yang font nya tidak sama dalam satu halaman. Berikut tampilan gambar pra dan pasca revisi, ditunjukkan pada **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5**



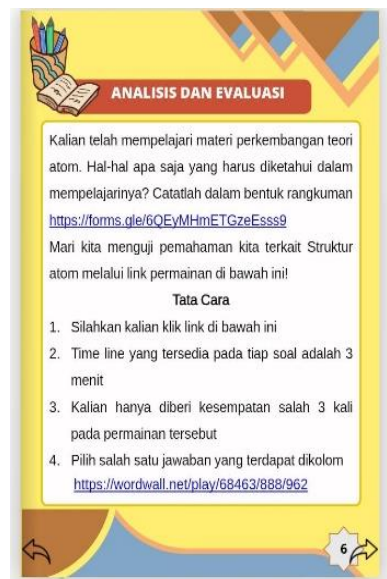
Gambar 4. 4 pra-revisi

Gambar 4. 5 pasca revisi

2. Perlu detail pengerjaan terkait evaluasi yang dilakukan. Sebelum revisi tidak terdapat tata cara penggunaan link pada latihan soal evaluasi. Berikut tampilan gambar pra dan pasca revisi, ditunjukkan pada **Gambar 4.6** dan **Gambar 4.7**



Gambar 4. 6 pra-revisi



Gambar 4. 7 pasca revisi

3. Perbaiki sintaks *problem based learning* terutama pada bagian orientasi masalah. Sebelum revisi tidak terdapat kesinambungan antara orientasi masalah dan penyelidikan. Berikut tampilan gambar pra dan pasca revisi, ditunjukkan pada **Gambar 4.8** dan **Gambar 4.9**

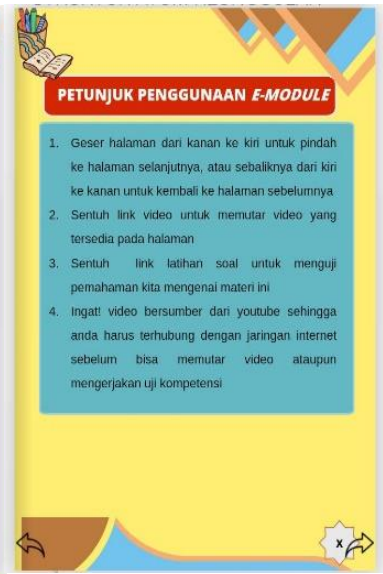


Gambar 4. 8 pra-revisi



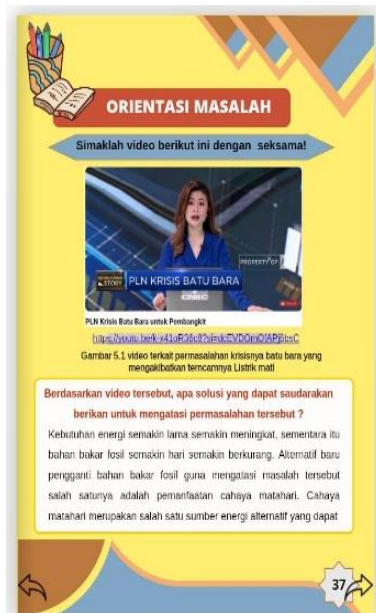
Gambar 4. 9 pasca revisi

4. Perbaiki petunjuk penggunaan *e-module*. Sebelum revisi petunjuk penggunaan *e-module* tidak mengarahkan kepada ptata cara penggunaan media *e-module* ini. Berikut tampilan gambar pra dan pasca revisi, ditunjukkan pada **Gambar 4.10** dan **Gambar 4.11**



Gambar 4.10 pra-revisi **Gambar 4.11** pasca revisi

Perbaiki beberapa kalimat menanya. Sebelum revisi terdapat beberapa kalimat menanya yang kurang tepat dan kurang bisa di mengerti oleh peserta didik. Berikut tampilan gambar pra dan pasca revisi, ditunjukkan pada **Gambar 4.12** dan **Gambar 4.13**

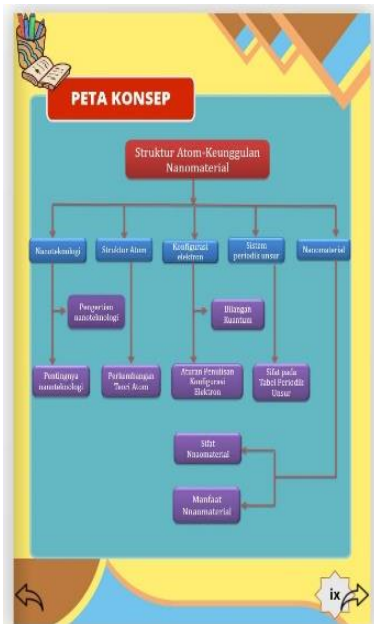


Gambar 4. 12 pra-revisi



Gambar 4.13 pasca revisi

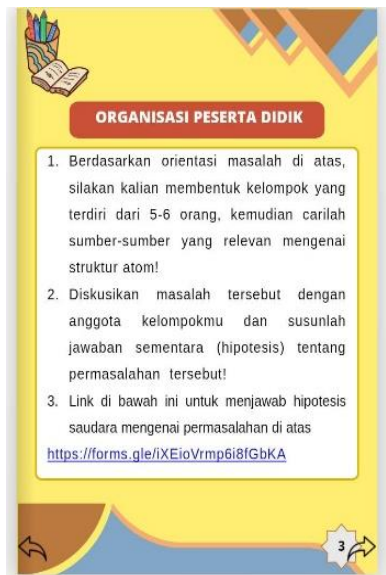
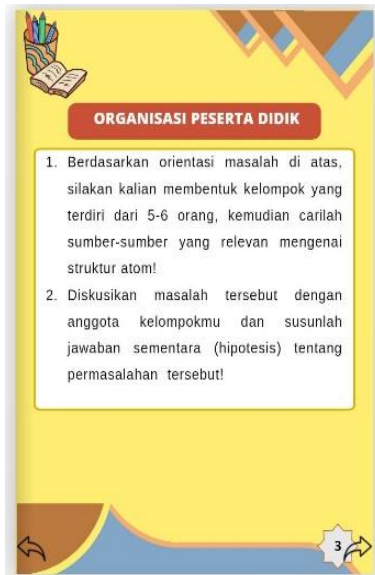
5. Tambahkan kata pelengkap pada bagian peta konsep. Sebelum revisi tidak terdapat kata penghubung yang mengarahkan. Berikut tampilan gambar pra dan pasca revisi, ditunjukkan pada **Gambar 4.14** dan **Gambar 4.15**



Gambar 4.14 pra-revisi

Gambar 4. 15 pasca revisi

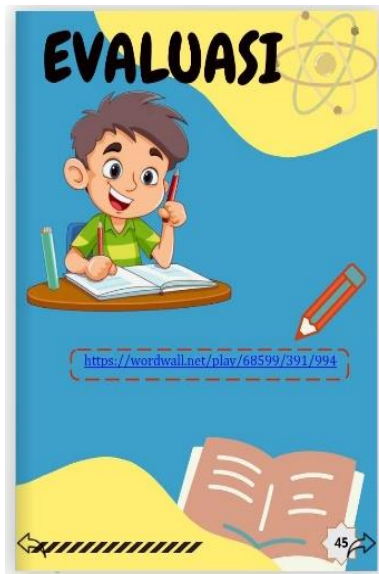
6. Tambahkan link untuk jawaban sementara (hipotesis).
 Sebelum revisi tidak terdapat link untuk menjawab permasalahan pada orientasi masalah. Berikut tampilan gambar pra dan pasca revisi, ditunjukkan pada **Gambar 4.16** dan **Gambar 4.17**



Gambar 4. 16 pra-revisi

Gambar 4. 17 pasca revisi

7. Warna pada bagian evaluasi sebaiknya untuk bagian latarnya diganti jadi warna kuning. Sebelum revisi warna yang digunakan sama dengan link latihan soal sehingga membuat link tersebut tidak begitu terlihat jelas. Berikut tampilan gambar pra dan pasca revisi, ditunjukkan pada **Gambar 4.18** dan **Gambar 4.19**



Gambar 4.18 Pra- revisi

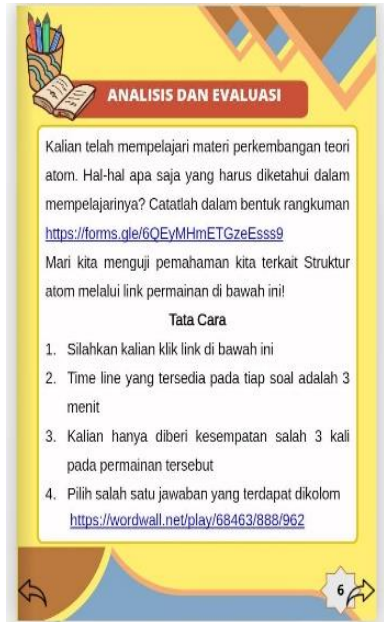


Gambar 4. 19 Pasca revisi

8. Hendaknya stiker yang tidak terlalu berfungsi dihapus. Sebelum revisi terdapat stiker permainan game yang tidak mempunyai informasi penting pada *e-module* ini. Berikut tampilan gambar pra dan pasca revisi, ditunjukkan pada **Gambar 4.20** dan **Gambar 4.21**

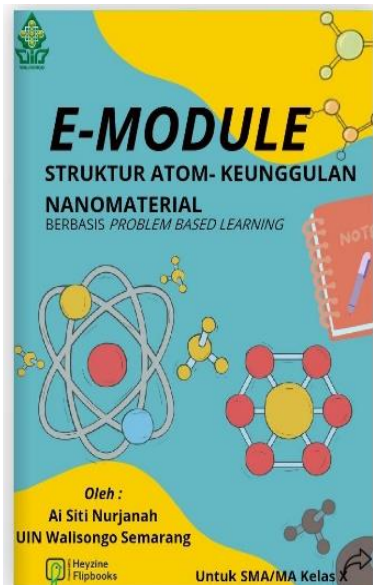


Gambar 4. 20 pra-revisi

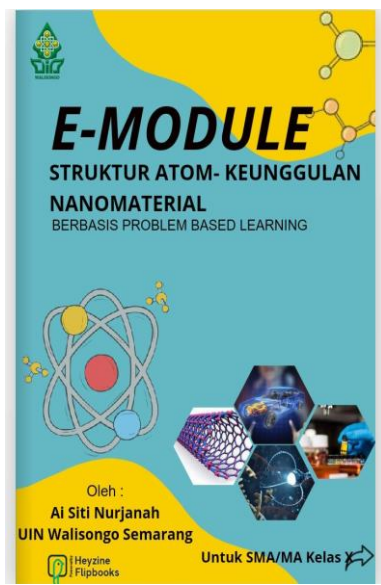


Gambar 4.21 pasca revisi

9. Cover depan ganti dengan gambar yang sesuai dengan judul materi. Sebelum revisi gambar yang terdapat pada cover *e-module* belum menggambarkan judul. Berikut tampilan gambar pra dan pasca revisi, ditunjukkan pada **Gambar 4.22** dan **Gambar 4.23**



Gambar 4.22 pra- revisi



Gambar 4. 23 pasca revisi

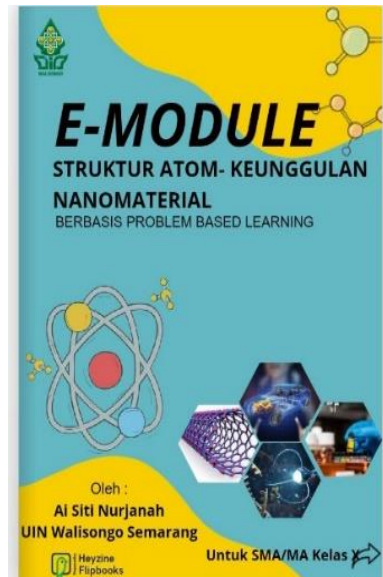
D. Kajian Produk Akhir

Hasil akhir rancangan *e-module* berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial ditunjukkan seperti berikut ini:

1. Cover depan dan belakang *e-module*

Cover depan pada *e-module* yang dikembangkan berisikan judul, nama penyusun, logo universitas, serta terdapat ilustrasi yang menggambarkan struktur atom-keunggulan nanomaterial, sedangkan cover belakang berisi deskripsi singkat tentang *e-module* dan logo universitas. Tampilan cover depan

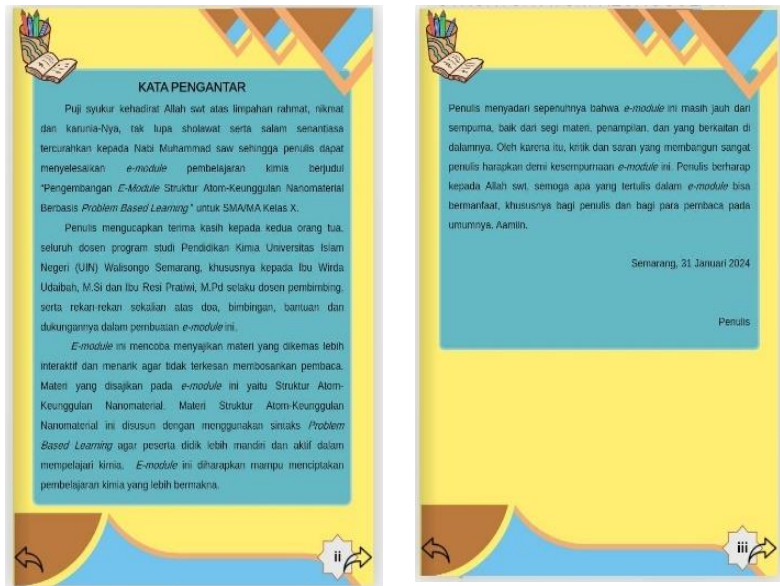
dan belakang *e-module* ditunjukkan pada **Gambar 4.24** berikut:



Gambar 4.24 Cover e-module

2. Kata Pengantar

Kata pengantar berisi pemaparan singkat mengenai karakteristik dan keunggulan *e-module* yang dikembangkan. Hasil desain kata pengantar dapat dilihat pada **Gambar 4.25**



Gambar 4.25 Kata Pengantar

3. Daftar Isi

Halaman daftar isi berisikan keterangan halaman konten yang tersedia pada *e-module*. Tujuan disajikannya daftar isi yaitu untuk memudahkan pembaca dalam membuka halaman yang dituju. Tampilan daftar isi ditunjukkan pada **Gambar 4.26**



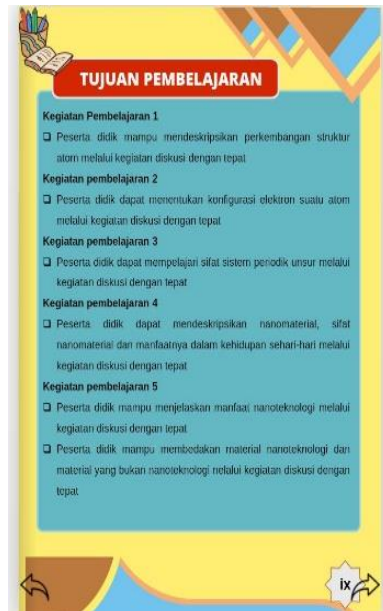
DAFTAR ISI	
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
GAMBARAN E-MODULE.....	v
IDENTITAS E-MODULE.....	vi
PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODULE.....	x
PETA KONSEP.....	xi
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1.....	1
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2.....	7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3.....	15
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4.....	24
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5.....	31
EVALUASI.....	36
RANGKUMAN.....	39
GLOSARIUM.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41



Gambar 4. 26 Daftar Isi

4. Halaman Tujuan Pembelajaran

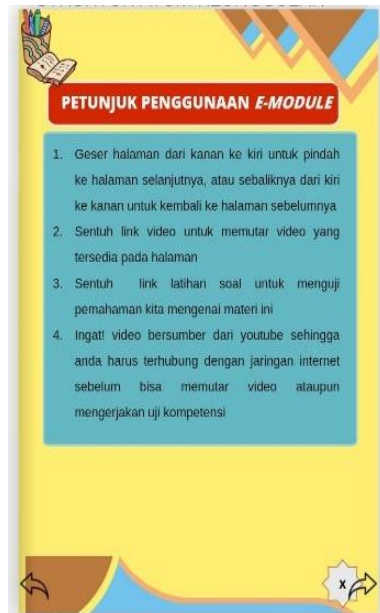
Halaman ini berisi tujuan pembelajaran yang perlu dicapai oleh siswa dalam mempelajari struktur atom-keunggulan nanomaterial. Tampilan ini ditunjukkan pada **Gambar 4.27**



Gambar 4.27 Tujuan Pembelajaran

5. Petunjuk Penggunaan *E-module*

Petunjuk penggunaan *e-module* bertujuan menjelaskan kegiatan yang dilakukan guru dan siswa dalam menggunakan *e-module*. Petunjuk penggunaan *e-module* ditampilkan pada **Gambar 4.28**



Gambar 4.28 Petunjuk Penggunaan e-module

6. Peta Konsep

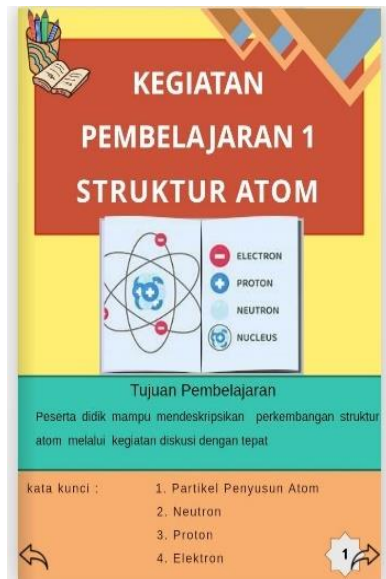
Peta konsep memuat konsep-konsep yang terdapat pada bab struktur atom-keunggulan nanomaterial dengan tujuan melihat pemahaman siswa terhadap pembelajaran. Peta konsep ditunjukkan pada **Gambar 4.29**



Gambar 4.29 Peta Konsep

7. Kegiatan Pembelajaran

Halaman ini berisi judul sub-materi, tujuan pembelajaran dan kata kunci. Tampilan dapat dilihat pada **Gambar 4.30**



Gambar 4.30 Kegiatan Pembelajaran

8. Lembar Kegiatan

Lembar kegiatan disusun berdasarkan sintaks *problem based learning* yaitu orientasi masalah, mengorganisasikan peserta didik, menyelidiki, menyajikan hasil karya, analisis dan evaluasi. Tampilan dapat dilihat pada **Gambar**

ORIENTASI MASALAH

Analisislah Permasalahan Berikut Ini!

Gambar (1)

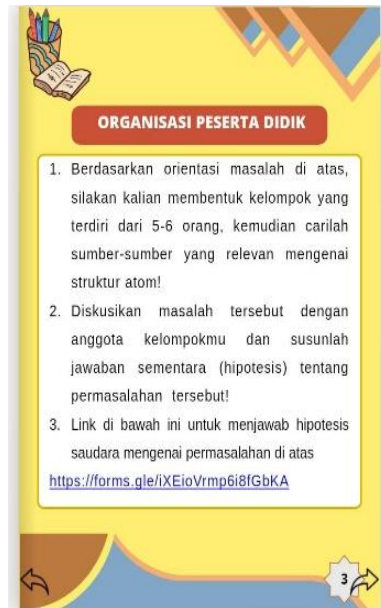
Gambar (2)

Tahukah kalian, dua gambar di atas merupakan sebuah gambaran mengenai teori atom yang ditemukan oleh ilmuwan yang berbeda dengan bentuk yang berbeda juga. Mengapa hal tersebut bisa terjadi? Apakah atom berubah-ubah bentuknya? Apa yang mendasari perubahan dari teori atom satu ke teori atom yang lainnya?

2

Gambar 4.31 Orientasi Masalah

Tahap orientasi masalah, siswa diarahkan untuk menjawab permasalahan yang terdapat pada orientasi masalah dengan jawaban yang sementara (hipotesis).



ORGANISASI PESERTA DIDIK

1. Berdasarkan orientasi masalah di atas, silakan kalian membentuk kelompok yang terdiri dari 5-6 orang, kemudian carilah sumber-sumber yang relevan mengenai struktur atom!
2. Diskusikan masalah tersebut dengan anggota kelompokmu dan susunlah jawaban sementara (hipotesis) tentang permasalahan tersebut!
3. Link di bawah ini untuk menjawab hipotesis saudara mengenai permasalahan di atas
<https://forms.gle/iXEioVrmp6i8fGbKA>

The infographic has a yellow background with a red banner at the top containing the title. It includes an icon of a pencil holder and an open book in the top left, and a star icon with the number 3 in the bottom right.

Gambar 4.32 Organisasi Peserta Didik

Pada tahap mengorganisasikan peserta didik, siswa diarahkan untuk berdiskusi dan menyusun jawaban sementara tersebut.

PENYELIDIKAN

AYO BERDISKUSI!

1. Bagaimana para ilmuwan dapat memberikan gambaran mengenai teori atom?
2. Bagaimana konsep atom dapat berkembang seiring berjalannya ilmu kimia?
3. Analisislah masing-masing perkembangan teori atom tersebut berdasarkan postulat-postulatnya!

Kalian bisa menggali informasi mengenai permasalahan di atas melalui internet, buku dan lainnya. Link di bawah ini bisa kalian jadikan sebagai salah satu sumber rujukan!

<https://youtu.be/wc7k5ODRamE?si=fgA5GEUfQ1QJPfIu>

4

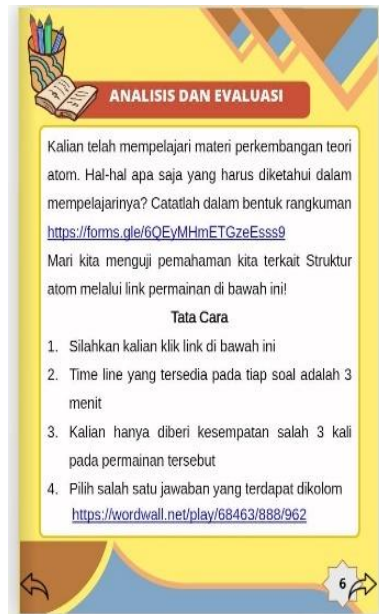
Gambar 4.33 Penyelidikan

Tahap penyelidikan mengarahkan peserta didik untuk mencari dan mengumpulkan informasi untuk mendapat penjelasan tentang pemecahan masalah.



Gambar 4.34 Menyajikan Hasil Karya

Pada tahap ini peserta didik diarahkan untuk mempresentasikan hasil diskusi.



Gambar 4. 35 Analisis dan Evaluasi

Pada tahap ini bertujuan untuk membantu peserta didik merefleksikan dan mengevaluasi kegiatan yang dilakukan.

9. Evaluasi

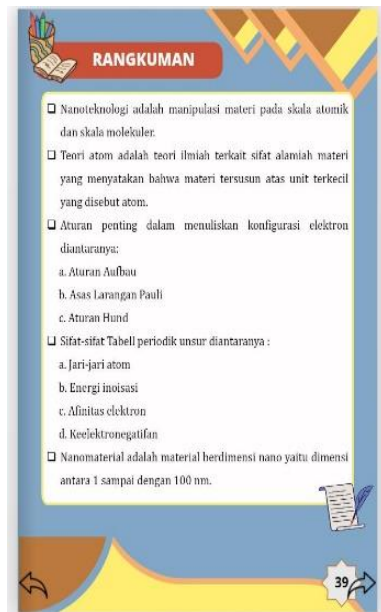
Soal evaluasi berfungsi untuk memperdalam penguasaan materi dan sebagai bahan tolak ukur sejauh mana materi yang telah dikuasai oleh peserta didik. Tampilan dapat dilihat pada **Gambar 4.36**



Gambar 4.36 Evaluasi

10. Rangkuman

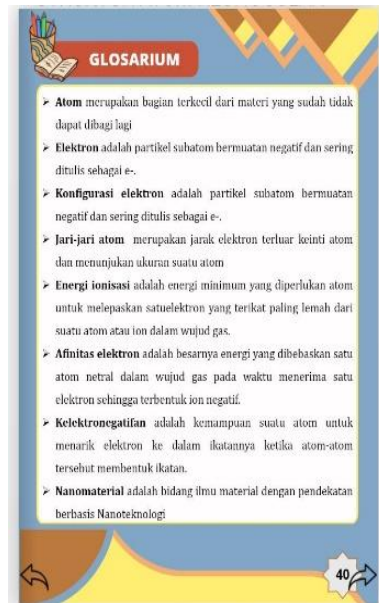
Berisi ringkasan materi dari materi-materi yang telah disajikan dan dipelajari oleh peserta didik. Tampilan dapat dilihat pada **Gambar 4.37**



Gambar 4. 37 Rangkuman

11. Glosarium

Memuat penjelasan tentang arti dari setiap istilah, kata-kata sulit dan asing yang digunakan dan disusun menurut urutan abjad (*alphabetise*)



Gambar 4.38 Glosarium

12. Daftar Pustaka

Daftar pustaka memuat sumber referensi dari materi. Halaman ini dapat membantu pembaca yang hendak mencari informasi lebih lanjut dari materi yang tersaji pada *e-module*. Tampilan daftar pustaka ditunjukkan pada



Gambar 4. 39 Daftar Pustaka

E. Keterbatasan Penelitian

Pengembangan *e-module* berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial ini memiliki keterbatasan, antara lain:

1. Pengembangan *e-module* terbatas pada bab struktur atom-keunggulan nanomaterial kelas X
2. *E-module* berbentuk file HTML5 yang dapat diakses secara online
3. Uji coba pada tahap *develop* hanya dilakukan oleh siswa kelas X-10.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan tentang Produk

Simpulan dari hasil penelitian dan pengembangan produk yang telah dilaksanakan yaitu:

1. Karakteristik *e-module* berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial meliputi materi dalam *e-module* yang disajikan dengan sintaks *problem based learning* pada bab struktur atom-keunggulan nanomaterial dengan format HTML, sehingga dapat mendukung pembelajaran secara mandiri dan interaktif. *Problem based learning* terlihat pada semua kegiatan pembelajaran diantaranya pada materi nanoteknologi, struktur atom, konfigurasi elektron, sistem periodik unsur, dan nanomaterial.
2. Kelayakan *e-module* berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial pada ahli materi tergolong pada kategori validitas tinggi dengan perolehan nilai masing-masing sebesar 0,83 dan 0,86 yang artinya masuk dalam kriteria layak, sehingga dengan *e-module* berbasis *problem based learning* yang

sudah dikembangkan, diharapkan peserta didik dapat meningkatkan peran aktif dan menambah tingkat literasi sains siswa dalam memahami konsep kimia struktur atom-keunggulan nanomaterial.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, maka peneliti memberikan saran antara lain:

1. *E-module* berbasis *problem based learning* ada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial perlu diujicobakan pada pembelajaran dalam skala besar/luas untuk mengetahui manfaat dan kelemahan dari bahan ajar yang dikembangkan
2. *E-module* berbasis *problem based learning* perlu dikembangkan pada bab kimia yang lainnya.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

E-module berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial yang dikembangkan dalam penelitian ini masih memiliki ruang untuk perbaikan. Beberapa pengembangan yang dapat dilakukan terhadap e-module berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial mencakup beberapa hal diantaranya:

1. Produk pengembangan *e-module* berbasis *problem based learning* pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial ini dapat disebarluaskan di kelas X jenjang SMA/MA dengan melihat kebutuhan serta karakteristik peserta didik, sehingga hasil penyebarannya bisa berjalan dengan maksimal.
2. Peneliti lain juga dapat dilakukan tidak hanya dalam bentuk elektronik, melainkan dapat dikembangkan dalam bentuk cetak atau *hard file*.

Daftar Pustaka

- Abdullah, M. (2010). *Karakterisasi nanomaterial: teori, penerapan, dan pengolahan data*. Bandung Rezeki Putera.
- Ahdhianto, E., Putra, Y. D., Thohir, M. A., & Mas'Ula, S. (2021). MBCL (Metacognition Based Contextual Learning)-Based E-module Development For Elementary School Students. *Proceedings - 2021 7th International Conference on Education and Technology, ICET 2021*, 194–198.
<https://doi.org/10.1109/ICET53279.2021.9575119>
- Aiken L. R. (1985). *Three Coefficient For Analyzing The Reliability And Validity Of Ratings*. Educational And Psychological Measurement.
- Aji, N. R. (2016). Pengintegrasian Konteks Nanoteknologi dalam Pembelajaran Kimia Melalui Contextual Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Siswa. *Prosiding Seimnar Nasional XI Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta*, 199–202.
- Alatas, F., & Fauziah, L. (2020). Model *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Pada Konsep Pemanasan Global. *JIPVA (Jurnal*

- Pendidikan IPA Veteran*), 4(2), 102.
<https://doi.org/10.31331/jipva.v4i2.862>
- Anggraeni, A. S. (2017). *Nanoteknologi dan Pemanfaatannya*. 1–7.
- Aprilia, N. S., Dewanti, B. A., & Susanti, I. (2020). Analisis Literasi Sains Siswa SMP pada Pembelajaran IPA dengan Model *Problem Based Learning* disertai Mind Mapping. *Pancasakti Science Education Journal*, 5(9), 4–11.
- Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis Edisi Revisi*. Rineka Cipta.
- Arywiantari, D., A A Gede Agung, & I Dewa Kade Tastra. (2015). Pengembangan Multimedia Interaktif Model 4D Pada Pembelajaran Ipa Di Smp Negeri 3 Singaraja. *Journal Edutech Universitas Pendidikan Ganesha Jurusan Teknologi Pendidikan*, 3(1), 1–12.
- Asrizal, A., Festiyed, F., & Sumarmin, R. (2017). Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar Ipa Terpadu Bermuatan Literasi Era Digital Untuk Pembelajaran Siswa Smp Kelas Viii. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.24036/jep/vol1-iss1/27>
- Bierera, E., & Muchlis. (2021). Pengembangan LKS Berbasis PBL untuk Melatihkan the Development of Students Worksheet Based on PBL To Train Analytical. *Journal*

of Chemical Education.

- Brinkley, S. R. (1933). Principles of General Chemistry. In *Journal of the American Chemical Society* (Vol. 55, Issue 11). McGraw-Hill Higher Education. <https://doi.org/10.1021/ja01338a073>
- Cheva, V. K., & Zainul, R. (2019). Pengembangan E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Materi Sifat Keperiodikan Unsur Untuk Sma/Ma Kelas X. *EduKimia*, 1(1), 28–36. <https://doi.org/10.24036/ekj.v1i1.104077>
- Connell, R. W., & Messerschmidt, J. W. (2005). *Hegemonic Masculinity: Rethinking the Concept.*
- Dewi, M. W. F. (2021). *Literasi Sains pada Materi Suhu dan Kalor Kelas VII SMP / MTs Diajukan untuk Memenuhi Sebagai Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan dalam Ilmu Pendidikan Fisika Oleh : Muizzatul Wakhidah Fitriana Dewi Program Studi Pendidikan Fisika.*
- E, B., & Muchlis. (2021). Pengembangan LKPD Berbasis PBL Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Analitis Pada Materi Elektrolit Dan Nonelektrolit. *UNESA Journal of Chemical Education*, 10(2), 149–158.
- Fadilla, T. A., & Fardani, I. (2023). *Analisis Kebutuhan Model Pembelajaran Pbl Terintegrasi.* 344–351.

- Farenta, A. S., Sulton, & Setyosari, P. (2016). Pengembangan E-Module Berbasis Problem Based Learning Mata Pelajaran Kimia untuk Siswa Kelas X SMA Negeri 8 Malang. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian Dan Pengembangan*,.
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., Jamaluddin, J., & Jufri, A. W. (2020). Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108–116.
<https://doi.org/10.29303/jipp.v5i2.122>
- Grant, M. M., & Tamim, S. R. (2022). *PBL in K – 12 Education. 2019*.
- Jaenudin, A., Baedhowi, & Murwaningsih, T. (2017). The Effectiveness of the E-Module of Economics Learning on Problem-Based Learning used to Improve Students' Learning Outcomes. *Dvances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 30–36.
- Kemdikbud. (2022). Buku Saku Kurikulum Merdeka; Tanya Jawab. *Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan*, 1–50.
- Mabsutsah, & Yushardi, Y. (2022). Analisis Kebutuhan Guru terhadap E Module Berbasis STEAM dan Kurikulum Merdeka pada Materi Pemanasan Global. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(2), 205–213.

<https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.588>

Maskur. (2019). Problem Based Learning Pada Mata Pelajaran Fiqh Di Madrasah Ibtidaiyah. *MAGISTRA: Media Pengembangan Ilmu Pendidikan Dasar Dan Keislaman*, 10(1).

<https://doi.org/10.31942/mgs.v10i1.2716>

Olayinka, A.-R. B. (2016). Effects of Instructional Materials on Secondary Schools Students' Academic Achievement in Social Studies in Ekiti State, Nigeria. *World Journal of Education*, 6(1), 32–39. <https://doi.org/10.5430/wje.v6n1p32>

PISA, O. 2013. (2012). *Assesment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. OECD Publishing.

Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA Abad 21 dengan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 9, 34–42.

Pritchard, A. (2008). *Ways Of Learning*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315460611>

Pujiasih, T., Marpaung, R. R. T., & Yolida, B. (2020). Pengaruh Model Discovery Learning pada Materi Interaksi Makhhluk Hidup Terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*,

- 8(1), 46–55. <https://doi.org/10.23960/jbt.v8.i1.06>
- Puspadewi, A., & Syahmani. (2016). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Modul dalam Materi Larutan Penyangga. *QUANTUM, Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 7(1), 19–26.
- Putra, S. R. (2013). *Desain belajar mengajar kreatif berbasis sains*. Diva Press.
- Rahmah, E. M., Dewi, S. A., Hafizhah, Z., & Mulyanti, S. (2023). Analisis Model Pembelajaran Terhadap Pemahaman Dan Hasil Belajar Dalam Materi Asam Basa. *Prosiding Seminar Nasional Orientasi Pendidik Dan Peneliti Sains Indonesia*, 1, 20–25. <http://publishing.oppsi.or.id/index.php/SN/article/view/5>
- Retnawati. (2016). *Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian*. Parama Publishing.
- Sari, N., Husein, H., & Anwar, M. (2022). Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Kelas Xi Mipa Sma Negeri 8 Bone Pada Model Dl Materi Koloid. *SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 2(3), 326–337. <https://doi.org/10.51878/science.v2i3.1513>
- Sasmita, D. & E. (2022). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kendala Guru Dalam Menerapkan Kurikulum Merdeka

- (Studi Kasus: Sdn 21 Koto Tuo, Kec. Baso. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(20), 1349–1358.
- Septyranesti, L. (2019). Desain Dan Uji Coba E- Modul Pembelajaran Kimia. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 04(02), 202–215. doi: <https://doi.org/10.15575/jtk.v4i2.5659>
- Silberberg, S. M. (2000). *Principles of General Chemistry*. Pendidikan Tinggi McGraw-Hill, 2000.
- Sudarmo, unggul. (2021). *IPA Kimia Untuk SMA/MA Kelas X*. Penerbit Erlangga.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Syamsurizal, Haryanto, & Chairani, N. (2015). Pengembangan E-Modul Berbasis Keterampilan Proses Sains Pada Materi Keseimbangan Kimia Untuk Tingkat SMA. *Prosiding SEMIRATA*, 655–661.
- Thiagarajan, S., Semmel, Dorothy, S., Semmel, & Melvyn I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*.
- Wahyuni, D., Sudarisman, S., & Sugiyarto. (2015). Efektivitas Implementasi Pembelajaran Model Problem Based Learning (PBL) diintegrasikan dengan Predict – Observe – Explain (POE) Terhadap Prestasi Belajar Siswa ditinjau dari Kreativitas dan Kemampuan

Inferensi Siswa. *Jurnal Inkuiri*, 4(1), 47–62.

Widoyoko. (2010). *Evaluasi Program Pembelajaran*. Pustaka Pelajar.

Wulandari. (2019). Keefektifan Penggunaan Media Video Animasi IPA SD Berbasis Literasi Sains Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas IV. *Jurnal Matematika*, 1(2), 263–278.

Wulansari, E. W., Kantun, S., & Suharso, P. (2018). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Ekonomi Materi Pasar Modal Untuk Siswa Kelas Xi Ips Man 1 Jember Tahun Ajaran 2016/2017. *Jurnal Pendidikan Ekonomi: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi Dan Ilmu Sosial*, 12(1), 1. <https://doi.org/10.19184/jpe.v12i1.6463>

Lampiran 1**KISI-KISI WAWANCARA GURU**

No	Indikator	Pertanyaan
1	Pembelajaran Kimia	Apakah di SMA ini telah menerapkan kurikulum merdeka?
2		Pada kurikulum merdeka terdapat beberapa materi baru yang sebelumnya tidak ada di kurikulum 2013. Mengenai hal tersebut adakah kesulitan bagi bapak/ibu yang mengajar? Jika ya. Pada materi apa?
3		Apa yang menyebabkan materi tersebut dianggap sulit bagi bapak/ibu?
4		Model pembelajaran apa yang digunakan bapak/ibu untuk pembelajaran?
		Apakah kemampuan literasi sains disekolah ini sudah cukup baik?
5	Bahan Ajar	Bahan ajar apa yang digunakan bapak/ibu untuk pembelajaran?
6		Menurut bapak/ibu, bagaimanakah bahan ajar yang baik?
7		Menurut bapak/ibu. Apakah bahan ajar tentang materi yang dianggap sulit tersebut di SMA N 15 Semarang ini sudah cukup untuk menunjang kegiatan pembelajaran?
8		Jika belum. Apakah perlu mengembangkan bahan ajar terkait materi tersebut?

Lampiran 2

HASIL WAWANCARA

NO	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah di SMA ini telah menerapkan kurikulum merdeka?	Ya. Sudah menggunakan kurikulum merdeka
2	pada kurikulum merdeka terdapat beberapa materi baru yang sebelumnya tidak ada di kurikulum 2013. Mengenai hal tersebut adakah kesulitan bagi bapak/ibu yang mengajar? Jika ya. Pada materi apa?	Tentunya ada. Pada bab struktur atom-keunggulan nanomaterial khususnya pada materi nanoteknologi.
3	Apa yang menyebabkan materi nanoteknologi tersebut dianggap sulit bagi bapak/ibu?	Materi tersebut merupakan materi yang sangat baru dan informasi tentang nanoteknologi juga masih sangat kurang.
4	Model pembelajaran apa yang digunakan bapak/ibu untuk pembelajaran?	Model pembelajaran yang sering digunakan yaitu problem based learning
5	Bahan ajar apa yang digunakan bapak/ibu untuk pembelajaran?	Buku paket dan LKS
6	Menurut bapak/ibu. Bagaimanakah bahan ajar yang baik?	Bahan ajar yang baik yaitu bahan ajar yang mengikuti kebutuhan zaman

		sekarang
7	Menurut bapak/ibu. Apakah bahan ajar tentang nanoteknologi yang dianggap sulit di SMA N 15 Semarang ini sudah cukup menunjang kegiatan pembelajaran?	Belum. Dikarenakan saya sebagai guru merasa kurang dengan bahan ajar yang sudah tersedia khususnya pada materi nanoteknologi
8	Apakah perlu mengembangkan bahan ajar tentang nanoteknologi?	Perlu, karena akan membantu dan memudahkan proses kegiatan pembelajaran khususnya bagi SMA Negeri 15 Semarang ini

Lampiran 3

KISI-KISI WAWANCARA SISWA

NO	Indikator	Pertanyaan
1	Pembelajaran Kimia	Menurut anda apakah pelajaran kimia itu lebih sulit dari pada mata pelajaran lainnya? Jelaskan alasannya?
2		Menurut anda bagaimana sebaiknya guru dalam menjelaskan pelajaran kimia agar mudah dipahami siswanya?
3		Menurut anda media pembelajaran seperti apa agar pembelajaran tersebut menyenangkan?
4	Ketersediaan bahan ajar	Bahan ajar apa yang digunakan saat pembelajaran?
5		Apakah bahan ajar tersebut menarik untuk dipelajari?
6		Menurut anda apakah di sekolah ini sudah ada bahan ajar yang menarik? Dan di kemas dalam bentuk elektronik agar memudahkan kalian untuk belajar?

Lampiran 4

HASIL WAWANCARA SISWA

NO	Pertanyaan	Jawaban
1	Menurut anda apakah mata pelajaran kimia itu lebih sulit dari pada mata pelajaran lainnya? Mengapa?	Sedang, di katakan sulit tidak, tetapi di katakan mudah juga tidak. Dikarenakan saya mudah paham dibagian menghafal seperti tanda-tanda yang ada di laboratorium kimia, dan saya sulit memahami materi yang menggunakan hitung-hitungan
2	Menurut anda bagaimana sebaiknya guru dalam menjelaskan pelajaran kimia agar mudah dipahami siswanya?	Tegas, jelas, dan asyik bu
3	Menurut anda media pembelajaran seperti apa agar pembelajaran tersebut menyenangkan?	Menggunakan power point dan video. Dikarenakan saya suka belajar menggunakan vidio karena gaya belajar saya mendengar dan mengamati
4	Bahan ajar apa yang digunakan saat pembelajaran?	Buku paket dan LKS
5	Apakah bahan ajar tersebut menarik untuk dipelajari?	Kurang menarik

6	Menurut anda apakah disekolah ini sudah tersedia bahan ajar yang menarik dan dikemas dalam bentuk elektronik agar memudahkan siswa untuk belajar?	Belum
	Apakah anda setuju jika di dalam bahan ajar berupa elektronik terdapat video dan kuis permainan agar pembelajaran tersebut menarik?	

Lampiran 5

KISI-KISI ANGKET KEBUTUHAN SISWA

No	Pertanyaan	Jawaban	Presentase
1	Apakah saudara menyukai pelajaran kimia?	Ya	50%
		Tidak	50%
2	Apakah bab struktur atom-keunggulan nanomaterial tersebut termasuk sulit untuk dipelajari?	Sulit	60%
		Tidak sulit	40%
3	Apa sumber belajar yang digunakan dalam pembelajaran?	LKS	100%
		Buku	
		Lainnya	
4	Menurut saudara bahan ajar yang bagaimana yang saudara butuhkan?	Bahan ajar yang berisi video atau gambar yang menarik	70%
		Buku yang mudah untuk dipahami	20%
		Bahan ajar lainnya	10%
4	Apakah sumber belajar tersebut menarik untuk dipelajari?	Ya	40%
		Tidak	60%
5	Apakah ada kekurangan dalam sumber belajar yang digunakan?	Ya	55%
		Tidak	45%

6	Apakah saudara membutuhkan sumber belajar lain yang lebih menarik?	Ya	60%
		Tidak	40%

Lampiran 6

KISI-KISI ANGKET GAYA BELAJAR

1. Pada waktu ujian metode pembelajaran apa yang sering anda lakukan?
 - A. membaca catatan, membaca judul dan sub-judul dalam buku, dan melihat diagram dan ilustrasi
 - B. meminta seseorang memberi anda pertanyaan, atau menghafal dalam hati sendirian
 - C. membuat catatan pada kartu dan membuat model atau diagram
2. Ketika mengajarkan hal baru kepada seseorang apa yang saudara lakukan?
 - A. Menuliskan instruksi untuk mereka
 - B. Memberikan penjelasan lisan
 - C. Memperagakan terlebih dahulu dan kemudian mempraktikkannya
3. Pada saat waktu luang, apa yang sering saudara lakukan ?
 - A. Membaca komik atau novel
 - B. Mendengarkan musik
 - C. Menggambar, mewarnai atau menata ruangan
4. Pada saat pembelajaran berlangsung, hal apa yang menurut saudara dapat mengganggu konsentrasi saudara?
 - A. Gangguan visual
 - B. Suara gaduh atau berisik
 - C. Gangguan lainnya seperti rasa lapar, dan sepatu yang kesempitan.
5. Apa yang sering saudara lakukan ketika marah?
 - A. Cemberut atau memperlihatkan muka marah
 - B. Berteriak
 - C. Menghentakan kaki dengan kerasa atau membantingkan sesuatu

6. Ketika guru sedang menjelaskan, hal apa yang saudara lakukan?
 - A. Melihat dan memperhatikan
 - B. Mendengarkan penjelasan
 - C. Mencatat materi yang dijelaskan
7. Ketika saudara sedang merangkai suatu barang, apa yang akan saudara lakukan?
 - A. Mengikuti ilustrasi cara merangkainya
 - B. Mendengarkan orang membacakan instruksinya
 - C. Langsung mengerjakan tanpa mengikuti instruksi
8. bagaimana cara saudara dalam mengingat nomor telepon?
 - A. Berusaha membayangkan nomornya
 - B. Menyebutkan angkanya berkali-kali
 - C. Menuliskan nomornya
9. Bagaimana cara saudara mudah dalam mengingat sesuatu?
 - A. Membayangkannya
 - B. Mengucapkannya
 - C. Sambil berjalan dan melihat
10. Apa yang saudara perhatikan ketika sedang menonton film?
 - A. Pemandangannya, dan hal-hal spesial yang ada di sekitarnya.
 - B. Perkataan yang dilontarkan oleh para pemain
 - C. Semua adegan yang membuat saya merasa bahagia, takut, atau marah.

Lampiran 7

PERHITUNGAN ANGKET GAYA BELAJAR

Gaya Belajar Kinestetik

[illegible]

Lampiran 8

Gaya Belajar Auditori

[illegible]

Skor Responden	Aspek				
	Kelayakan Isi	Ketercernaan e-module	Penggunaan bahasa & Istilah	Tampilan & konten	
R1	48	25	8	31	
R2	45	25	8	33	
R3	44	26	10	35	
R4	52	28	9	33	
R5	50	27	8	27	
R6	49	26	8	32	
R7	46	28	8	35	
R8	48	26	7	31	
R9	46	24	9	28	
R10	41	25	8	28	
R11	44	24	8	28	
R12	46	27	8	30	
R13	49	27	7	30	
R14	44	24	8	30	
R15	44	24	8	28	
R16	46	28	8	35	
R17	49	25	8	31	
R18	45	25	8	33	
R19	44	26	10	35	
R20	52	28	9	33	
R21	45	27	8	32	
R22	49	26	8	32	
R23	44	24	8	28	
R24	44	27	7	28	
R25	44	27	7	28	
R26	45	30	9	30	
R27	48	35	9	35	
R28	44	24	8	28	
R29	44	24	8	28	
R30	45	30	9	30	
R31	50	28	10	28	
R32	52	24	10	35	
R33	48	30	9	30	
R34	46	27	8	32	
R35	48	27	9	33	
R36	44	30	10	30	
Jumlah	1672	958	302	1113	
Rerata	46,44444444	26,61111111	8,388888889	30,91666667	112,3611

Lampiran 10 Perhitungan Nilai Skor Responden

A. Perhitungan Skor Penilaian Keseluruhan

$$\text{Jumlah Indikator} = 26$$

$$\text{Skor tertinggi} = 5 \times 26 = 130$$

$$\text{Skor terendah} = 1 \times 26 = 26$$

$$X_i = \frac{1}{2} (130 + 26) = 78$$

$$S_{bi} = \frac{1}{6} (130 - 26) = 17,33$$

$$\bar{X} = 112,3611$$

Tabel Perhitungan Kriteria Kualitas

Rentang Skor	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 109,194$	Sangat Baik (SB)
$88,398 < \bar{X} \leq 109,194$	Baik (B)
$67,602 < \bar{X} \leq 88,398$	Cukup (C)
$46,806 < \bar{X} \leq 67,602$	Kurang (K)
$\bar{X} > 46,806$	Sangat Kurang (SK)

Kategori kualitas : Sangat Baik (SB)

$$\% \text{ Kualitas} = \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor maksimal ideal keseluruhan}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kualitas} = \frac{112,3611}{130} \times 100 = 86,43\%$$

B. Perhitungan Skor Penilaian Tiap Aspek

1. Aspek Kelayakan Isi

$$\text{Jumlah Indikator} = 11$$

$$\text{Skor tertinggi} = 5 \times 11 = 55$$

$$\begin{aligned}
 \text{Skor terendah} &= 1 \times 11 = 11 \\
 X_i &= \frac{1}{2} (55 + 11) = 33 \\
 S_{bi} &= \frac{1}{6} (55 - 11) = 7,33 \\
 \bar{X} &= 46,4444
 \end{aligned}$$

Tabel Perhitungan Kriteria Kualitas

Rentang Skor	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 46,194$	Sangat Baik (SB)
$37,398 < \bar{X} \leq 46,194$	Baik (B)
$28,602 < \bar{X} \leq 37,398$	Cukup (C)
$19,806 < \bar{X} \leq 28,602$	Kurang (K)
$\bar{X} > 19,806$	Sangat Kurang (SK)

Kategori kualitas : Sangat Baik (SB)

$$\% \text{ Kualitas} = \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor maksimal ideal keseluruhan}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kualitas} = \frac{46,4444}{55} \times 100 = 84,44\%$$

2. Aspek Ketercernaan e-module

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Indikator} &= 6 \\
 \text{Skor tertinggi} &= 5 \times 6 = 30 \\
 \text{Skor terendah} &= 1 \times 6 = 6 \\
 X_i &= \frac{1}{2} (30 + 6) = 18 \\
 S_{bi} &= \frac{1}{6} (30 - 6) = 4 \\
 \bar{X} &= 26,6111
 \end{aligned}$$

Tabel Perhitungan Kriteria Kualitas

Rentang Skor	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 25,2$	Sangat Baik (SB)
$20,4 < \bar{X} \leq 25,2$	Baik (B)
$15,6 < \bar{X} \leq 20,4$	Cukup (C)
$10,8 < \bar{X} \leq 15,6$	Kurang (K)
$\bar{X} > 10,8$	Sangat Kurang (SK)

Kategori kualitas : Sangat Baik (SB)

$$\% \text{ Kualitas} = \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor maksimal ideal keseluruhan}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kualitas} = \frac{26,6111}{30} \times 100 = 88,7\%$$

3. Aspek Penggunaan Bahasa dan Istilah

$$\text{Jumlah Indikator} = 2$$

$$\text{Skor tertinggi} = 5 \times 2 = 10$$

$$\text{Skor terendah} = 1 \times 2 = 2$$

$$X_i = \frac{1}{2} (10 + 2) = 6$$

$$S_{bi} = \frac{1}{6} (10 - 2) = 1,33$$

$$\bar{X} = 8,3888$$

Tabel Perhitungan Kriteria Kualitas

Rentang Skor	Kategori Kualitas
--------------	-------------------

$\bar{X} > 8,3$	Sangat Baik (SB)
$6,8 < \bar{X} \leq 8,3$	Baik (B)
$5,2 < \bar{X} \leq 6,8$	Cukup (C)
$3,6 < \bar{X} \leq 5,2$	Kurang (K)
$\bar{X} > 3,6$	Sangat Kurang (SK)

Kategori kualitas : Baik (B)

$$\% \text{ Kualitas} = \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor maksimal ideal keseluruhan}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kualitas} = \frac{8,3888}{10} \times 100 = 83,88\%$$

4. Aspek Tampilan dan Konten

$$\text{Jumlah Indikator} = 7$$

$$\text{Skor tertinggi} = 5 \times 7 = 35$$

$$\text{Skor terendah} = 1 \times 7 = 7$$

$$Xi = \frac{1}{2} (35 + 7) = 21$$

$$Sbi = \frac{1}{6} (35 - 7) = 4,6$$

$$\bar{X} = 30,9166$$

Tabel Perhitungan Kriteria Kualitas

Rentang Skor	Kategori Kualitas
$\bar{X} > 29,28$	Sangat Baik (SB)
$23,76 < \bar{X} \leq 29,28$	Baik (B)
$18,24 < \bar{X} \leq 23,76$	Cukup (C)
$12,72 < \bar{X} \leq 18,24$	Kurang (K)

$\bar{X} > 12,72$	Sangat Kurang (SK)
-------------------	--------------------

Kategori kualitas : Sangat Baik (SB)

$$\% \text{ Kualitas} = \frac{\text{skor rerata keseluruhan}}{\text{skor maksimal ideal keseluruhan}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Kualitas} = \frac{30,9166}{35} \times 100 = 88,33\%$$

Lampiran 11 Permohonan Validasi



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.1270/Un.10.8/D/SP.01.06/02/2024 23 Februari 2024
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Hanifah Setiowati M. Pd Validator Instrumen Ahli Materi dan media (Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
 2. Mar'atuss Solihah M. Pd Validator Instrumen Ahli Materi dan media (Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
 3. Sri Rahmania M. Pd Validator Instrumen Ahli Materi dan media (Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
 4. Mohammad Agus Prayitno M. Pd Validator Instrumen Ahli Materi dan media (Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
- di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Ai Siti Nurjanah
NIM : 2008076031
Program Studi : Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : Pengembangan E-Module Berbasis Problem Based Learning
Pada Materi Struktur Atom-Keunggulan Nanomaterial.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.

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

Lampiran 12 Validasi Ahli Materi

1. AHLI MATERI

Nama Validator : Mar'attus Solihah M. Pd

NIP : 198908262019032009

Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal Pengisian :

A. PENILAIAN

No	Aspek Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
A. ASPEK KELAYAKAN ISI						
1.	Kesesuaian dengan Capaian Pembelajaran (CP)				✓	
2.	Kesesuaian dengan kebutuhan peserta didik				✓	
3.	Keakuratan materi					✓
4.	Kemutakhiran materi				✓	
5.	Manfaat untuk menambah wawasan pengetahuan				✓	
B. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN						
6.	Pendukung penyajian				✓	✓
7.	Penyajian pembelajaran				✓	
C. ASPEK KELAYAKAN BAHASA						
8.	Kejelasan informasi				✓	
9.	Keterbacaan				✓	
D. PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING						
10.	Pelaksanaan kegiatan pembelajaran				✓	

11.	Keterpaduan langkah-langkah pembelajaran					✓
-----	--	--	--	--	--	---

D. SARAN

Bagian	Jenis Kesalahan	Saran
Sintaks Pbl	disesuaikan dgn sintaks pbl	Orientasi masalah diganti

Kesimpulan

Pengembangan *E-Module* Berbasis *Problem Based Learning* Pada Materi Struktur Atom-Keunggulan Nanomaterial dinyatakan *):

1. Dapat digunakan tanpa revisi
- ② Dapat digunakan dengan revisi
3. Tidak dapat digunakan

*) Lingkari salah satu

Semarang, 27 Maret 2024
Validator Materi


Mar'attus Solihah M. Pd

NIP 198908262019032009

Lampiran 13 Validasi Ahli Media

2. AHLI MEDIA

Nama Validator : Mar'attus Solihah M. Pd

NIP : 198908262019032009

Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia

Instansi : UIN Walisongo Semarang

Tanggal Pengisian :

C. PENILAIAN

No	Aspek Penilaian	Skor				
		1	2	3	4	5
1.	Penyajian e-modul					✓
2.	Kelayakan kegrafikan					✓
	a. Ukuran e-modul					✓
	b. Desain kulit e-modul					
	1) Tata letak kulit e- modul				✓	
	2) Tipografi cover e- modul				✓	
	3) Ilustrasi cover e- modul					✓
	c. Desain isi e-modul					
	1) Tata letak isi e- Modul				✓	
	2) Tipografi isi e- modul				✓	
3.	Kualitas tampilan e- modul				✓	
4.	Gambar, Audio, dan Video				✓	

D. SARAN

Bagian	Jenis Kesalahan	Saran
	rata kiri keanannya Belum sama	diperbaiki untuk rata kiri kanan

Kesimpulan

Pengembangan E-Module Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Struktur Atom-Keunggulan Nanomaterial dinyatakan *):

4. Dapat digunakan tanpa revisi
5. Dapat digunakan dengan revisi
6. Tidak dapat digunakan

*) Lingkari salah satu

Semarang, 27 maret 2024
Validator Media



Mar'attus Solihah M. Pd

NIP 198908262019032009

Lampiran 14 Surat Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fsta@walisongo.ac.id Web : <http://fsta.walisongo.ac.id>

Nomor	B.2264/Un.10.8/K/SP.01.08/04/2024	02 April 2024
Lamp	Proposal Skripsi	
Hal	Permohonan Izin Riset	

Kepada Yth.
Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama	: Ai siti nurjanah
NIM	: 2008076031
Fakultas/Jurusan	: Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia
Judul Penelitian	: Pengembangan E-module Berbasis Problem Based Learning pada Materi Struktur Atom-Keunggulan Nanomaterial.

Dosen Pembimbing : 1. Wirda Udaibah, M.Si
2. Resi Pratiwi, M.pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun. oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di SMA Negeri 15 Semarang yang akan dilaksanakan pada 3 April 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Kharis, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

Lampiran 15 Angket Respon Peserta Didik

ANGKET RESPON PESERTA DIDIK

Judul Penelitian : Pengembangan E-module Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Struktur Atom-Keunggulan Nanomaterial

Penyusun : Ai Siti Nurjanah

Petunjuk

1. Angket ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat dan penilaian Anda sebagai peserta didik tentang e-module berbasis problem based learning pada materi struktur atom-keunggulan nanomaterial
2. Bacalah baik-baik setiap item dan alternatif jawaban
3. Berilah tanda *checklist* pada kolom jawaban yang disediakan
4. Isilah semua item dengan jujur, karena ini tidak akan mempengaruhi nilai kalian

Penilaian

1. STS : Sangat Tidak Setuju
2. TS : Tidak Setuju
3. KS : Kurang Setuju
4. S : Setuju
5. SS : Sangat Setuju

Nama Peserta Didik : Renova Pui Saputra
Kelas : X-10
No. Absen : 29

A. ASPEK MATERI

No	Pernyataan	Respons				
		STS	TS	KS	S	SS
1	Tujuan pembelajaran pada <i>e-module</i> jelas				✓	
2	Isi materi sesuai dengan tujuan pembelajaran					✓
3	<i>E-module</i> ini memudahkan saya untuk belajar secara mandiri				✓	
4	<i>E-module</i> menyajikan ilustrasi masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi				✓	
5	Materi dalam <i>e-module</i> sesuai dengan perkembangan ilmu dan teknologi saat ini (<i>up to date</i>)				✓	
6	Adanya petunjuk penggunaan <i>e-module</i> memudahkan saya mempelajari <i>e-module</i>				✓	
8	Adanya rangkuman membantu saya dalam mengingat kembali materi yang disajikan					✓
9	<i>E-module</i> ini menjelaskan suatu konsep menggunakan ilustrasi masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari			✓		
10	Materi yang disajikan dalam <i>e-module</i> ini sudah runtut				✓	
11	Materi disajikan secara logis dan sistematis				✓	
12	Saya mendapatkan banyak informasi maupun pengetahuan dari <i>e-module</i> ini					✓

13	Materi yang disajikan sesuai dengan capaian pembelajaran				✓	
14	Saya merasa lebih mudah belajar dengan <i>e-module</i> ini				✓	
15	Saya sangat tertarik menggunakan <i>e-module</i> ini				✓	
16	Materi yang ada pada <i>e-module</i> menarik minat baca saya					✓
17	Adanya ilustrasi di setiap awal materi dapat memberikan motivasi untuk mempelajari materi struktur atom-keunggulan nanomaterial					✓
18	Saya merasa terbantu dalam belajar menggunakan <i>e-module</i> ini					✓

B. ASPEK MEDIA

No	Pernyataan	Respons				
		STS	TS	KS	S	SS
19	Saya dapat dengan mudah memahami kalimat yang digunakan dalam <i>e-module</i> ini				✓	
20	Saya dapat memahami istilah-istilah yang digunakan dalam <i>e-module</i> ini				✓	
21	Teks atau tulisan pada <i>e-module</i> ini mudah dibaca				✓	
22	Gambar yang disajikan jelas				✓	
23	Gambar yang disajikan menarik				✓	
24	Gambar yang disajikan sesuai dengan materi				✓	
25	Tampilan font huruf dalam dalam <i>e-module</i> jelas dan mudah dibaca				✓	
26	<i>E-module</i> ini ditampilkan dengan komposisi yang seimbang antara gambar dan teorinya				✓	
27	Tampilan ilustrasi dan gambar menarik minat baca saya				✓	

Komentar/Masukan/Pendapat/Saran terhadap *E-module* Berbasis Problem Based Learning Pada Struktur Atom-Keunggulan Nanomaterial

e-module nya sangat menarik dan kalimatnya mudah dipahami.

Semarang 03 April 2024

Responden

(Ruy)

Lampiran 16 Dokumen Penelitian



Lampiran 17 Daftar Riwayat Hidup

Daftar Riwayat Hidup

A. Identitas Diri

Nama lengkap : Ai Siti Nurjanah
 Tempat & Tanggal Lahir : Cianjur, 14 Agustus 2001
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Alamat Rumah : Kp. Jangari RT/RW 002/010,
 Desa Bobojong, Kecamatan
 Mnade, Kabupaten Cianjur,
 Provinsi Jawa Barat
 Hp : 085794026215
 Email :
aisitinurjanah2929@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal

TK/RA : Al-Maaun
 SD/MI : Cikidang Bayabang
 SMP/MTS : Mts Tanwiriyyah
 SMA/MA : MA Tanwiriyyah

2. Pendidikan Non Formal

Pondok Pesantren Tanwiriyyah Cianjur
 (2015-2020)
 Pondok Pesantren Al-Firdaus Semarang
 (2020-2024)