

No. Reg: 221140000056813

## LAPORAN PENELITIAN



### PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS MULTIPEL REPRESENTASI UNTUK MENUMBUHKEMBANGKAN MODEL MENTAL KIMIA MAHASISWA PADA PERKULIAHAN STOIKIOMETRI

**Ketua Peneliti:**

**Chusnur Rahmi, M.Pd**

**NIDN: 2017018903**

**NIPN: 2010114914066**

Kategori Penelitian	Penelitian Pembinaan/ Kapasitas (PT)
Bidang Ilmu Kajian	Tarbiyah dan Ilmu Pendidikan
Sumber Dana	DIPA UIN Ar-Raniry Tahun 2022

**PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH  
OKTOBER 2022**

No. Reg: 221140000056813

## LAPORAN PENELITIAN



### PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS MULTIPEL REPRESENTASI UNTUK MENUMBUHKEMBANGKAN MODEL MENTAL KIMIA MAHASISWA PADA PERKULIAHAN STOIKIOMETRI

**Ketua Peneliti**

**Chusnur Rahmi, M.Pd**

NIDN: 2017018903

NIPN: 2010114914066

Klaster	Penelitian Pembinaan/ Kapasitas (PT)
Bidang Ilmu Kajian	Tarbiyah dan Ilmu Pendidikan
Sumber Dana	DIPA UIN Ar-Raniry Tahun 2022

**PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH  
OKTOBER 2022**


**LEMBARAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M UIN AR-RANIRY BANDA ACEH  
TAHUN 2022**

1. a. Judul : Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis  
Multipel Representasi Untuk  
Menumbuhkembangkan Model Mental Kimia  
Mahasiswa Pada Perkuliahan Stoikiometri
- b. Klaster : Penelitian Pembinaan/Kapasitas (PT)
- c. No. Registrasi : 221140000056813
- d. Bidang Ilmu yang diteliti : Tarbiyah dan Ilmu Pendidikan
  
2. Peneliti/Ketua Pelaksana
  - a. Nama Lengkap : Chusnur Rahmi, M.Pd
  - b. Jenis Kelamin : Perempuan
  - c. NIP<sup>(Kosongkan bagi Non PNS)</sup> : 198901172019032017
  - d. NIDN : 2017018903
  - e. NIPN (ID Peneliti) : 2010114914066
  - f. Pangkat/Gol. : Penata Muda Tk. I/IIIb
  - g. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
  - h. Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan Kimia
  
3. Lokasi Kegiatan : Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan  
Keguruan UIN Ar-Raniry
4. Jangka Waktu Pelaksanaan : 6 (Enam) Bulan
5. Tahun Pelaksanaan : 2022
6. Jumlah Anggaran Biaya : Rp. 15.000.000,-
7. Sumber Dana : DIPA UIN Ar-Raniry B. Aceh Tahun 2022
8. *Output* dan *Outcome* : a. Laporan Penelitian; b. Publikasi Ilmiah; c. HKI

Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan  
LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

Banda Aceh, 27 Oktober 2022  
Pelaksana,

**Dr. Anton Widyanto, M. Ag.**  
NIP. 197610092002121002

  
**Chusnur Rahmi, M.Pd**  
NIDN. 2017018903

Menyetujui:  
Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

**Prof. Dr. H. Mujiburrahman, M.Ag.**  
NIP. 197109082001121001

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Chusnur Rahmi, M.Pd**  
NIDN : 2017018903  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Tempat/ Tgl. Lahir : Lhokseumawe/ 17 Januari 1989  
Alamat : Jl. Komplek Perum Bayu Regency B25 Bayu  
Darul Imarah  
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Ilmu Pendidikan/ Pendidikan  
Kimia

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang berjudul: **"Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi Untuk Menumbuhkembangkan Model Mental Kimia Mahasiswa Pada Perkuliahan Stoikiometri"** adalah benar-benar karya asli saya yang dihasilkan melalui kegiatan yang memenuhi kaidah dan metode ilmiah secara sistematis sesuai otonomi keilmuan dan budaya akademik serta diperoleh dari pelaksanaan penelitian pada kluster Penelitian Pembinaan/ Kapasitas yang dibiayai sepenuhnya dari DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun Anggaran 2022. Apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan di dalamnya, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 20 Oktober 2022  
Saya yang membuat pernyataan,  
Kata Peneliti,



**Chusnur Rahmi, M.Pd**  
NIDN. 2017018903

# PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI UNTUK MENUMBUHKEMBANGKAN MODEL MENTAL KIMIA MAHASISWA PADA PERKULIAHAN STOIKIOMETRI

**Ketua Peneliti:**

Chusnur Rahmi

## **Abstrak**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh belum tersedianya sumber belajar pendukung pada perkuliahan stoikiometri sehingga mahasiswa kesulitan memahami konsep stoikiometri secara utuh. Mahasiswa membutuhkan sumber belajar pendukung untuk meningkatkan pemahaman konsep pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran berbasis multipel representasi yang layak dan praktis digunakan sebagai sumber belajar mahasiswa pada perkuliahan stoikiometri. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan Dick & Carey melalui tahap analisis kebutuhan, perancangan produk, validasi, dan evaluasi. Subjek penelitian adalah 2 validator ahli dan 35 mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia UIN Ar-Raniry. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan penilaian tim ahli, modul pembelajaran memenuhi kriteria sangat layak dengan skor penilaian rata-rata 95,17%. Berdasarkan tanggapan mahasiswa, modul pembelajaran berbasis multipel representasi memenuhi kriteria sangat praktis dengan skor praktikalitas 94,17%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran berbasis multipel representasi sangat layak dan sangat praktis untuk digunakan sebagai sumber belajar pendukung pada perkuliahan stoikiometri yang lebih optimal.

**Kata Kunci:** *Modul Pembelajaran; Multipel Representasi; Kelayakan; Praktikalitas*

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dan salawat beriring salam penulis persembahkan kepangkuan alam Nabi Muhammad SAW, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis telah dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi Untuk Menumbuhkembangkan Model Mental Kimia Mahasiswa Pada Perkuliahan Stoikiometri”**.

Dalam proses penelitian dan penulisan laporan ini tentu banyak pihak yang ikut memberikan motivasi, bimbingan dan arahan. Oleh karena itu penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Rektor Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ketua LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
3. Sekretaris LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
4. Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
5. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
6. Rekan-rekan Dosen Peneliti dan Dosen Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Akhirnya hanya Allah SWT yang dapat membalas amalan mereka, semoga menjadikannya sebagai amal yang baik.

Harapan penulis, semoga hasil penelitian ini bermanfaat dan menjadi salah satu amalan penulis yang diperhitungkan sebagai ilmu yang bermanfaat di dunia dan akhirat. *Amin ya Rabbal 'Alamin.*

Banda Aceh, 2 Oktober 2020

Ketua Peneliti,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Chusnur Rahmi'.

**Chusnur Rahmi, M.Pd**

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	5
<b>BAB II : LANDASAN TEORI</b>	
A. Modul Pembelajaran.....	7
B. Multipel Representasi.....	8
C. Stoikiometri.....	11
<b>BAB III : METODE PENELITIAN</b>	
A. Rancangan Penelitian .....	14
B. Lokasi Penelitian.....	16
C. Subjek Penelitian.....	16
D. Instrumen Penelitian .....	16
E. Teknik Pengumpulan Data .....	16
F. Teknik Analisis Data.....	17
<b>BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	20
B. Pembahasan.....	37
<b>BAB V : PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan.....	41
B. Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	
<b>BIODATA PENELITI</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kriteria Penilaian Kelayakan Modul .....	18
Tabel 3.2 Kriteria Penilaian Praktikalitas Modul .....	19
Tabel 4.1 Hasil Analisis RPS Mata Kuliah Stoikiometri.....	20
Tabel 4.2 Rancangan Sistematika Pengembangan Modul.....	23
Tabel 4.3 Hasil Penilaian Modul Oleh Tim Validator .....	27
Tabel 4.4 Revisi Pada Modul Pembelajaran Berbasis Hasil Validasi Ahli .....	29
Tabel 4.5 Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Tampilan Modul.....	31
Tabel 4.6 Rekapitulasi Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Tampilan Modul .....	32
Tabel 4.7 Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Penyajian Modul.....	32
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Penyajian Modul .....	33
Tabel 4.9 Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Materi Pada Modul.....	33
Tabel 4.10 Rekapitulasi Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Materi Pada Modul.....	34
Tabel 4.11 Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Bahasa Pada Modul.....	34
Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Bahasa Pada Modul .....	35
Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Penilaian Ahli Terhadap Modul Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi .....	35
Tabel 4.14 Rekapitulasi Skor Praktikalitas Modul.....	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Desain Bagian Pendahuluan Modul.....	25
Gambar 4.2 Desain Penyajian Isi Modul.....	26
Gambar 4.3 Desain Latihan dan Evaluasi.....	26
Gambar 4.4 Grafik Komparasi Kelayakan Modul pada Setiap Aspek Penilaian.....	36

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Biodata Peneliti

Lampiran 2. Surat Telah Melaksanakan Penelitian

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Kurikulum memegang peranan penting dalam sistem pendidikan sebagai pedoman untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Dalam penerapannya, kurikulum Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) menekankan agar mahasiswa memiliki kompetensi pengetahuan yang unggul. Kompetensi ini dapat dipenuhi oleh mahasiswa dengan memahami konsep secara utuh sesuai dengan capaian pembelajaran pada setiap mata kuliah (Amdayani dkk., 2021).

Salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa program sarjana Pendidikan Kimia pada semester awal perkuliahan adalah mata kuliah stoikiometri. Mata kuliah ini menjadi dasar pondasi keilmuan dalam mempelajari jumlah zat yang terlibat dalam reaksi secara teoritis dan perhitungan kimia. Mahasiswa dituntut untuk mampu menghitung jumlah mol zat, mengkonversikan jumlah mol menjadi jumlah partikel, massa, dan volume, menentukan rumus empiris dan rumus molekul, rumus senyawa hidrat (air kristal), komposisi atom, banyak zat pereaksi atau hasil reaksi dari perhitungan kimia sederhana, dan menentukan pereaksi pembatas dengan penggunaan konsep mol dan koefisien reaksi untuk menentukan banyak zat pereaksi atau hasil reaksi (Sudirman, 2021; Tarkin, 2020).

Stoikiometri begitu menantang untuk dipelajari dan dipahami. Penyebabnya adalah karakteristik makroskopik reaksi kimia yang menjadi dasar utama stoikiometri, atom atau molekul yang tidak dapat dilihat secara langsung pada level submikroskopik, dan penguasaan representasi simbol, rumus, dan persamaan matematis. Pembelajaran stoikiometri yang efektif harus mendorong mahasiswa memahami dan menghubungkan konsep pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Lausin, 2019).

Menurut Sunyono, dkk. (2011), mahasiswa menganggap bahwa stoikiometri merupakan salah satu materi kimia yang cukup sulit untuk dipelajari. Selama ini, pembelajaran konsep stoikiometri kurang memperhatikan keterkaitan ketiga level representasi kimia. Konsep kimia sangat dominan direpresentasikan secara makroskopik dan simbolik melalui perhitungan matematika saja, sedangkan pemahaman representasi pada level submikroskopik sering diabaikan. Akibatnya mahasiswa hanya mampu menjelaskan dan mempertautkan konsep kimia pada level makroskopik dan simbolik.

Berdasarkan wawancara dan angket yang diberikan kepada mahasiswa program studi pendidikan kimia yang telah menempuh mata kuliah stoikiometri ditemukan bahwa 94% mahasiswa membutuhkan sumber belajar pendukung untuk mengoptimalkan proses pembelajaran. Hal ini disebabkan karena belum adanya sumber belajar yang mengakomodasi konsep-konsep stoikiometri sehingga mahasiswa kesulitan memahami konsep secara utuh. Sebanyak 70% mahasiswa menggunakan internet sebagai sumber belajar. Mahasiswa kesulitan menemukan sumber belajar karena konsep stoikiometri tersebar secara acak dalam buku-buku kimia dasar. Mahasiswa juga menggunakan buku kimia Universitas yang jumlahnya terbatas sebagai referensi perkuliahan. Hal ini menjadi tidak efektif dan efisien karena pembelajaran secara mutlak membutuhkan ketersediaan bahan ajar sebagai sumber belajar (Arsanti, M., 2018). Kadarmento (2021) menambahkan bahwa minimnya ketersediaan sumber belajar menjadi kendala bagi mahasiswa dalam proses perkuliahan. Akibatnya, proses pembelajaran yang berlangsung tidak optimal.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan dosen mata kuliah stoikiometri prodi pendidikan kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN AR-

Raniry Banda Aceh, diperoleh informasi bahwa proses pembelajaran kurang optimal karena sumber belajar hanya dari dosen. Sumber belajar yang digunakan adalah *power point*, media internet, buku cetak, dan LKM. Kemampuan dasar mahasiswa belum optimal. Mahasiswa mengalami kesulitan memahami konsep stoikiometri pada level submikroskopik dan simbolik sehingga motivasi belajar mahasiswa menurun. Untuk itu, mahasiswa membutuhkan sumber belajar yang lebih baik untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik.

Pemahaman konsep mahasiswa dapat ditingkatkan melalui sumber belajar yang tepat. Salah satu sumber belajar yang dapat digunakan secara mandiri oleh mahasiswa adalah modul pembelajaran. Anom, dkk. (2018) mengemukakan bahwa pengembangan modul pembelajaran kimia sangat penting untuk dilakukan. Modul kimia dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran guna mencapai tujuan secara optimal (Sari, dkk, 2022).

Pemahaman konsep stoikiometri dapat dibangun menggunakan pendekatan multipel representasi. Multipel representasi merupakan pembelajaran konsep kimia yang menghubungkan tiga level representasi kimia yaitu level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Pembelajaran yang melibatkan fenomena pada tiga level representasi kimia dapat meningkatkan model mental mahasiswa dan efektifitas pembelajaran kimia. Pembelajaran interkoneksi multipel representasi juga efektif dalam mereduksi miskonsepsi mahasiswa pada materi stoikiometri (Sunyono dkk., 2015; Meutia dkk., 2021). Namun pada kenyataannya, proses pembelajaran yang terjadi umumnya hanya menekankan pada level makroskopik dan simbolik (Pikoli, dkk., 2022). Akibatnya mahasiswa tidak mampu mengembangkan model mental saintifik dalam menjelaskan reaksi kimia. Mahasiswa mengembangkan model mental

tidak ilmiah ketika menjelaskan fenomena terjadinya reaksi pembakaran pada level submikroskopik (Supriadi, dkk., 2018)

Pendekatan multipel representasi efektif untuk mengoptimalkan pemahaman konsep, menciptakan hubungan konseptual dalam pembelajaran kimia, membangun dan meningkatkan model mental mahasiswa (Yuanita & Ibrahim, 2015; Supasorn, 2015; Permatasari dkk., 2022; Supriadi dkk., 2018; Wiyarsi, dkk., 2018). Selain itu, pendekatan multipel representasi juga mampu menghubungkan proses pemahaman mahasiswa terhadap konsep kimia (Larasati, dkk., 2019). Hal ini didukung pula oleh hasil penelitian Tarkin (2020) yang melaporkan bahwa pendekatan multipel representasi dapat meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam merepresentasikan dan mengaitkan konsep stoikiometri pada tiga level representasi. Oleh sebab itu, representasi kimia harus menjadi bagian dalam menyusun materi ajar.

Pengembangan modul pembelajaran berbasis multipel representasi untuk mahasiswa telah pernah dilaporkan oleh peneliti terdahulu. Hasibuan & Sari (2020) telah mengembangkan modul pembelajaran materi stoikiometri pada mata kuliah kimia dasar yang layak, praktis, dan efektif. Hasil penelitian diperoleh nilai validasi ahli materi sebesar 90,5% dan ahli media sebesar 91,5%. Modul dinilai praktis berdasarkan respon siswa sebesar 87,17% dan 86,89%. Modul memiliki nilai keefektifan sebesar 80,4% berdasarkan hasil ketuntasan belajar mahasiswa. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Rahmawati (2016) yang mengembangkan modul kimia dasar berbasis multipel representasi. Hasil penelitian ini memperoleh skor validasi sebesar 85% dengan kategori sangat baik dan 77,5% dengan kategori baik tanpa revisi. Modul dinyatakan layak digunakan sebagai sumber dan media belajar untuk mahasiswa. Dalam hal ini, peneliti menyarankan perlunya menilai tanggapan mahasiswa sebagai pengguna modul dan menguji efektifitasnya dalam pembelajaran. Namun

kedua penelitian tersebut hanya fokus pada pengembangan materi stoikiometri yang terbatas.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk mengembangkan modul pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan multipel representasi pada mata kuliah stoikiometri. Modul mengakomodasi konsep stoikiometri secara sistematis, pedagogis, dan sesuai dengan kurikulum KKNI. Modul ini berupaya memperbaiki kesalahan konsep, melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan mengembangkan model mental ilmiah mahasiswa. Modul yang dikembangkan berupaya mempermudah dosen dan memotivasi mahasiswa dalam mewujudkan pembelajaran yang lebih optimal. Hasil pengembangan modul ini diharapkan dapat dijadikan sumber belajar untuk mahasiswa dalam meningkatkan pemahaman konseptual, kemandirian, dan motivasi belajar pada perkuliahan stoikiometri.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kelayakan modul pembelajaran berbasis multipel representasi pada perkuliahan stoikiometri?
2. Bagaimana praktikalitas modul pembelajaran berbasis multipel representasi pada perkuliahan stoikiometri?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Kelayakan modul pembelajaran berbasis multipel representasi pada perkuliahan stoikiometri.



2. Praktikalitas modul pembelajaran berbasis multipel representasi pada perkuliahan stoikiometri?

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Modul Pembelajaran**

Modul pembelajaran merupakan bahan ajar dalam bentuk cetak yang menyajikan materi, metode, batasan-batasan materi pembelajaran, petunjuk kegiatan belajar, latihan, dan evaluasi secara utuh yang dirancang secara sistematis dan menarik. Modul dirancang agar dapat digunakan secara mandiri oleh mahasiswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan (Fahrurrozi & Mohzana, 2020). Modul pembelajaran merupakan bahan ajar cetak yang menyajikan konten materi, metode, dan evaluasi secara utuh, sistematis dan menarik. Modul dirancang agar dapat digunakan secara mandiri oleh mahasiswa untuk mencapai kompetensi yang dirumuskan secara khusus dan jelas di dalamnya (Asyhar, 2012, Anwar, 2010; Nasution, 2008).

Modul adalah suatu strategi pengorganisasian materi ajar yang memperhatikan fungsi pendidikan. Strategi ini mencakup tahap *squencing* dan *synthesizing*. Tahap *squencing* dilakukan melalui penyusunan dan penyajian materi ajar secara sistematis. Selanjutnya dilakukan upaya untuk memperlihatkan hubungan antara fenomena, konsep, prosedur, dan prinsip yang terdapat dalam materi ajar pada tahap *synthesizing* (Indriyanti & Susilowati, 2010).

Modul pembelajaran umumnya memiliki lima karakteristik utama. Pertama, *self instructional* bermakna bahwa modul harus dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri oleh mahasiswa. Untuk memenuhi karakteristik ini, modul harus memuat tujuan perkuliahan, materi ajar, contoh dan ilustrasi yang disusun menggunakan bahasa yang sederhana, edukatif, dan komunikatif. Modul menyajikan tugas evaluasi untuk mengukur kompetensi mahasiswa yang disertai dengan instrumen penilaian mandiri. Modul juga memberikan

informasi tentang referensi yang relevan dan mendukung materi ajar agar mahasiswa dapat mengeksplorasi konsep lebih dalam. Kedua, *self contained* artinya modul menyajikan materi perkuliahan secara lengkap yang dikemas dalam satu kesatuan utuh sehingga mahasiswa dapat mempelajari materi ajar dengan tuntas. Ketiga, *stand alone* yang mencirikan modul sebagai bahan ajar yang berdiri sendiri, tidak bergantung pada bahan ajar lain. Artinya, mahasiswa tidak memerlukan bahan ajar lain untuk mempelajari dan mengerjakan tugas yang tersedia dalam modul. Keempat, modul bersifat *adaptif*. Materi ajar dalam modul harus mampu mengikuti trend perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Mahasiswa dapat menggunakan modul secara fleksibel. Kelima, *user friendly* artinya modul dapat membantu dan memberikan kemudahan bagi mahasiswa dalam mempelajari materi ajar. Kemudahan ini berupa adanya petunjuk yang jelas, penggunaan bahasa dan istilah yang sederhana dan mudah dimengerti oleh mahasiswa (Rahdiyanta, 2015).

## **B. Multipel Representasi**

Materi ajar dalam modul dapat disusun menggunakan berbagai pendekatan. Hal ini dilakukan agar modul dapat digunakan secara mandiri dan lebih bermakna bagi mahasiswa (Delyana dkk., 2021). Salah satu pendekatan yang dapat digunakan dalam menyusun materi ajar kimia adalah multipel representasi. Wang (2016) mendefinisikan pendekatan multipel representasi sebagai sebuah pendekatan yang menyajikan konsep-konsep kimia melalui representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik serta mengkaji keterkaitan antar representasi tersebut.

Menurut Treagust (2008), multipel representasi memiliki peran dan fungsi yang penting dalam mendukung pembelajaran yang efektif. Pendekatan multipel representasi memberikan informasi pelengkap yang mendukung

proses kognitif. Hal ini sejalan dengan penelitian Tima & Sutrisno (2018) bahwa nilai rata-rata prestasi kognitif siswa yang diajarkan dengan model pemecahan masalah berbasis multipel representasi hasilnya lebih baik.

Pendekatan multipel representasi dapat membantu mahasiswa dalam mengembangkan pemahaman konseptual yang lebih baik. Pendekatan multipel representasi juga mengarahkan mahasiswa untuk memahami konsep lebih dalam melalui abstraksi, generalisasi, dan mempelajari keterkaitan antar berbagai representasi. Sunyono & Meristin (2018) menambahkan bahwa untuk mengembangkan pengetahuan kimia yang bermakna dapat dicapai dengan kemampuan melakukan interpretasi dan transformasi antara tiga tingkatan fenomena kimia (makro, sub-mikro dan simbolik) melalui representasi visual, verbal, simbolik, atau tindakan. Pembelajaran kimia harus diarahkan pada peningkatan kemampuan multipel representasi, baik secara verbal maupun visual, sehingga kemampuan mengaitkan fenomena kimia dapat meningkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran dengan berbagai representasi dapat merangsang siswa untuk terlibat aktif dalam memecahkan masalah kimia terutama untuk menafsirkan dan mentransformasikan fenomena makro, submikro, dan simbolik.

Peneliti pendidikan sains telah mengklasifikasikan tiga level representasi yang digunakan dalam ilmu kimia yang disebut sebagai multipel representasi (Treagust & Chittleborough, 2001). Pertama, representasi makroskopik yang mendeskripsikan fenomena yang dapat diamati mahasiswa dari pengalaman sehari-hari. Misalnya mengamati perubahan sifat materi melalui perubahan warna, pH larutan, pembentukan gas dan endapan dalam reaksi kimia. Kedua, representasi submikroskopik memberikan penjelasan tentang materi pada level partikel yang divisualisasikan oleh atom, molekul, dan ion dalam suatu reaksi kimia. Ketiga, representasi simbolik yang melambangkan materi menggunakan

huruf, simbol, rumus, persamaan, gambar, diagram, model, dan animasi komputer (Treagust, 2008; Davidowitz dkk., 2010; Gilbert & Treagust, 2009; Talanquer, 2011).

Keterlibatan berbagai representasi dalam pembelajaran kimia berdampak positif bagi peserta didik calon guru kimia. Pengaruh terbesar dari multipel representasi terhadap hasil belajar kimia adalah meningkatkan konsep dan pemahaman peserta didik (Permatasari dkk., 2022). Pembelajaran kimia yang menyoroti tiga tingkat representasi kimia, membantu peserta didik melihat hubungan antara tiga tingkat representasi kimia untuk memahami konsep lebih baik sesudahnya. Ketika peserta didik memahami konsep dengan baik, upaya mental atau beban kognitif mereka selama mengerjakan masalah dapat berkurang, sehingga prestasi atau hasil belajar dapat ditingkatkan (Milenkovi, Segedinac & Hrin, 2014; Priyasmika, 2021; Permatasari dkk., 2022). Lindawati, dkk (2019) menambahkan bahwa pemahaman konsep kimia melalui pendekatan representasi kimia dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menginterpretasikan, menganalisis, menyimpulkan, dan memberikan penjelasan.

Representasi dalam kimia ampuh untuk mengidentifikasi kesalahpahaman tentang konsep kimia dan dapat menghasilkan model mental yang sesuai dari fenomena kimia yang disimpan dalam memori jangka panjang (Pikoli, 2020). Ketiga representasi kimia yang meliputi level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik saling berhubungan satu sama lain (Treagust, Chittleborough, & Mamila, 2003; Lathifa, 2020). Dasar dari representasi adalah level makroskopik kemudian dilanjutkan level mikroskopis dan simbolik untuk menjelaskan proses-proses yang terjadi pada level makroskopis. Hubungan antara tiga level representasi kimia dengan mengintegrasikan model mental sebagai faktor yang mendorong pengetahuan yang mendalam (Lathifa, 2020).

Model mental adalah representasi kognitif seseorang dalam mempelajari, memahami, dan mengingat suatu fenomena atau informasi. Setiap mahasiswa memiliki model tersendiri dalam mendeskripsikan atau memahami suatu fenomena. Konsep kimia tergantung pada representasi kimia dan kontribusinya terhadap pengembangan model mental. Tiga tingkat representasi kimia menghubungkan dan mencerminkan model mental mahasiswa. Hal ini dapat dibangun melalui pengalaman, interpretasi, dan penjelasan ketika belajar kimia (Lathifa, 2020). Mahasiswa dapat membangun model mental kimia yang utuh jika mereka mampu memvisualisasikan fenomena kimia pada ketiga representasi tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan multipel representasi dapat meningkatkan model mental peserta didik (Supasorn, 2015; Permatasari dkk., 2022). Pembelajaran yang melibatkan fenomena makroskopik, submikroskopik, dan simbolik dapat meningkatkan model mental peserta didik. Selain itu, pembelajaran yang menerapkan pendekatan multipel representasi juga mampu meningkatkan efektifitas pembelajaran kimia. Pembelajaran interkoneksi multipel representasi juga efektif dalam mengoreksi miskonsepsi peserta didik pada materi stoikiometri (Sunyono et al., 2015; Nilawati, et al., 2016; Meutia et al., 2021).

### **C. Stoikiometri**

Stoikiometri mempelajari jumlah zat yang terlibat dalam reaksi (Tarkin, 2020). Stoikiometri merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa prodi pendidikan kimia FTK UIN Ar-Raniry. Stoikiometri merupakan salah satu topik yang menjadi akar dalam pembelajaran kimia. Materi ini dibutuhkan mahasiswa untuk memahami fenomena kimia secara kualitatif dan kuantitatif. Sudirman (2021) menambahkan bahwa stoikiometri tidak hanya berisi konsep teoritis namun juga berisi hitungan kimia. Kemampuan yang dituntut dari mahasiswa

dalam mempelajari materi stoikiometri meliputi kemampuan menghitung jumlah mol zat, mengkonversikan jumlah mol menjadi jumlah partikel, massa, dan volume, menentukan rumus empiris dan rumus molekul, menentukan rumus senyawa hidrat (air kristal), menentukan komposisi atom, menentukan banyak zat pereaksi atau hasil reaksi dari perhitungan kimia sederhana (perhitungan kimia tepat habis), dan menentukan pereaksi pembatas dengan penggunaan konsep mol dan koefisien reaksi untuk menentukan banyak zat pereaksi atau hasil reaksi.

Stoikiometri begitu menantang untuk dipelajari dan dipahami. Hal yang membuatnya menantang yaitu ciri-ciri makroskopik reaksi kimia, yang menjadi dasar utama stoikiometri. Pada tingkatan submikroskopik, atom atau molekul yang tidak dapat dilihat secara langsung. Tantangan lainnya yaitu penguasaan representasi simbol, rumus, dan persamaan matematis. Instruksi stoikiometri yang efektif harus mendorong perkembangan peserta didik dari koneksi kognitif antara aspek makroskopik, submikroskopik, dan representasi dari stoikiometri (Lausin, 2019). Dengan penerapan multipel representasi, terlihat adanya peningkatan kemampuan peserta didik dalam merepresentasikan dan mengaitkan tiga tingkatan level representasi yang berkaitan dengan stoikiometri (Tarkin, 2020).

Ada dua jenis masalah yang dapat mengukur pemahaman stoikiometri, yaitu masalah algoritmik dan konseptual. Ciri-ciri masalah algoritmik yaitu metode pemecahan masalah dapat diketahui dan mudah diingat, informasi atau data yang disajikan jelas dan lengkap, dan metode penyelesaian terbatas pada masalah yang identik (Stamovlasis *et al.*, 2005; Rasmawan, 2022). Masalah konseptual mempunyai ciri-ciri yaitu cara pemecahan masalah merupakan hipotesis yang disusun dengan menggunakan konsep-konsep terkait dan dievaluasi ketepatannya, informasi atau data yang disajikan tidak lengkap atau

perlu dikonversi terlebih dahulu sebelum digunakan, dan metode penyelesaiannya hanya berlaku untuk situasi masalah yang diberikan (Randles & Overton, 2015; Sangguro et al., 2019; Rasmawan, 2022).

Penelitian oleh Rasmawan (2022) menunjukkan bahwa masalah konseptual stoikiometri mahasiswa calon guru kimia masih lebih sulit dipecahkan daripada masalah algoritmik. Dari kedua jenis masalah stoikiometri tersebut dapat diketahui bahwa penguasaan konsep stoikiometri tidak hanya sebatas kemampuan menjelaskan, tetapi dapat menyelesaikan berbagai masalah yang menyangkut penerapan konsep tersebut dalam berbagai situasi terutama dalam menentukan jumlah reaktan dan produk reaksi (Broman & Parchmann, 2014; Sangguro *et al.*, 2019; Rasmawan, 2022).

Pemahaman terhadap konsep stoikiometri menjadi sangat penting bagi mahasiswa untuk menyelesaikan berbagai masalah kimia. Salah satu konsep dasar dalam stoikiometri yang digunakan untuk memecahkan masalah kimia adalah persamaan kimia (Chandrasegaran dkk., 2007; Davidowitz dkk., 2010; Sunyono dkk., 2015). Hanson (2016) menambahkan bahwa stoikiometri merupakan kerangka konseptual yang mencakup konsep mol, representasi persamaan reaksi, penyetaraan persamaan reaksi, dan konsep kesetimbangan. Stoikiometri diterapkan secara luas di berbagai bidang kimia, khususnya kimia analitik. Konsep persamaan reaksi yang setara digunakan untuk menunjukkan hubungan kuantitatif antara jumlah mol reaktan dan produk. Hal ini menuntut mahasiswa untuk memecahkan masalah numerik yang fundamental dalam kimia kuantitatif pada reaksi kimia, konsentrasi, jumlah zat, titrimetri, dan kesetimbangan kimia.



## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **A. Rancangan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan untuk mengembangkan modul pembelajaran berbasis multipel representasi pada perkuliahan stoikiometri yang layak dan praktis. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan Dick & Carey yang dimodifikasi (Atmaja, dkk., 2021). Model ini dipilih karena memiliki prosedur kerja yang sistematis dan rinci pada setiap tahapannya. Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri atas empat tahapan sebagai berikut.

#### 1) Tahap analisis kebutuhan

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis terhadap Rencana Pembelajaran Semester (RPS) mata kuliah stoikiometri. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi materi dan konsep yang dikembangkan dalam modul. Peneliti juga menganalisis Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) untuk menentukan indikator pencapaian kompetensi mahasiswa (Sub CPMK) pada setiap materi perkuliahan stoikiometri.

#### 2) Tahap perancangan produk

Pada tahap ini, peneliti menyusun modul pembelajaran yang mengacu pada hasil analisis kebutuhan. Pengembangan modul dilakukan melalui pengumpulan dan pemilihan referensi yang digunakan sebagai sumber belajar, pemilihan format dan komponen modul, penyusunan dan penyajian materi, konsep, gambar, contoh, jenis tugas, evaluasi, dan tata letak modul, serta mendesain modul. Hasil akhir pada tahap ini diperoleh draft rancangan produk awal. Rancangan awal modul terdiri atas bagian pendahuluan, inti, dan penutup. Bagian pendahuluan modul terdiri atas

sampul depan (*cover*), kata pengantar, daftar isi, dan petunjuk penggunaan modul. Bagian inti modul tersusun atas kompetensi yang dicapai mahasiswa (sub CPMK) pada setiap materi, materi ajar berbasis multipel representasi, soal latihan, dan evaluasi. Bagian penutup modul terdiri atas daftar pustaka. Pada tahap ini, peneliti juga mengembangkan instrumen angket validitas modul dan angket praktikalitas untuk uji keterbacaan modul.

### 3) Tahap Validasi

Pada tahap ini dilakukan uji validitas terhadap draft produk awal yang telah dihasilkan pada tahap perancangan. Validasi produk dilakukan oleh 2 orang dosen prodi pendidikan kimia sebagai validator ahli. Validasi ini dilakukan untuk menilai kelayakan produk yang telah dirancang dari aspek tampilan, penyajian, materi, dan bahasa. Hasil evaluasi dan rekomendasi dari validator selanjutnya dianalisis dan digunakan untuk memperbaiki kualitas modul yang dikembangkan.

### 4) Tahap Evaluasi

Produk yang telah dinilai oleh validator ahli kemudian diuji keterbacaannya pada mahasiswa prodi pendidikan kimia sebagai calon pengguna modul. Uji keterbacaan dilakukan dua tahap yang meliputi uji coba awal dan uji coba utama. Uji coba awal dilakukan pada 10 mahasiswa prodi pendidikan kimia. Selanjutnya dilakukan uji coba utama yang melibatkan 25 mahasiswa. Mahasiswa diberikan modul, kemudian diminta untuk menilai dan mengisi angket praktikalitas sebagai umpan balik terhadap penggunaan modul. Hasil uji coba dianalisis dan digunakan untuk memperbaiki kualitas modul. Sehingga pada tahap ini diperoleh produk akhir berupa modul perkuliahan stoikiometri berbasis multipel representasi yang layak dan praktis.

## **B. Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

## **C. Subjek Penelitian**

Subjek dalam penelitian ini adalah modul pembelajaran stoikiometri berbasis multipel representasi pada perkuliahan stoikiometri. Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa Pendidikan Kimia di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

## **D. Instrumen Penelitian**

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah angket validitas dan angket praktikalitas. Angket validitas digunakan untuk mengukur kelayakan modul. Angket validitas dikembangkan berdasarkan aspek penilaian terhadap tampilan, penyajian, materi dan bahasa. Angket praktikalitas digunakan untuk mengukur kepraktisan modul yang dikembangkan. Angket praktikalitas menilai aspek kemudahan penggunaan, efisiensi waktu pembelajaran, dan fungsi penggunaan modul bagi mahasiswa.

## **E. Teknik Pengumpulan Data**

Data pada penelitian ini dikumpulkan melalui teknik validasi ahli dan penyebaran angket. Validasi modul dilakukan oleh dua validator yang merupakan dosen pengampu mata kuliah Stoikiometri pada prodi Pendidikan Kimia. Instrumen yang digunakan adalah angket validitas. Validator diberikan draft modul pembelajaran, kemudian diminta mengisi angket validitas dengan menilai kualitas modul yang dikembangkan. Validator juga diminta memberikan kritik dan saran terhadap pengembangan modul.

Data respon mahasiswa pada tahap evaluasi dikumpulkan melalui penyebaran angket praktikalitas pada uji coba awal dan uji coba utama. Uji coba awal dilakukan pada 10 mahasiswa prodi pendidikan kimia. Selanjutnya dilakukan uji coba utama terhadap 25 mahasiswa. Mahasiswa diberikan modul, kemudian diminta mengisi angket praktikalitas sebagai umpan balik terhadap penggunaan modul.

Validitas angket ditentukan berdasarkan validitas konstruk melalui pertimbangan ahli. Reliabilitas angket diukur menggunakan Formula *Cronbach's Alpha*. Hasil uji coba produk dinyatakan reliabel jika memenuhi nilai koefisien korelasi  $\geq 0,6$  (Greithuijsen, dkk., 2014).

## F. Teknik Analisis Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah skor penilaian validator yang diperoleh dari hasil validasi dan respon mahasiswa pada angket praktikalitas. Data penelitian tersebut dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Saran dan masukan tim ahli dianalisis secara deskriptif kualitatif dan disimpulkan sebagai saran untuk memperbaiki kualitas produk yang telah dikembangkan.

### 1. Analisis Data Validitas Modul

Data validitas modul dianalisis dengan menghitung besarnya persentase aspek yang dinilai berdasarkan hasil penilaian validator. Angket validitas menggunakan skala Likert dengan pilihan penilaian sangat sesuai (5), sesuai (4), cukup sesuai (3), tidak sesuai (2), dan sangat tidak sesuai (1) (Menold & Bogner, 2016). Skor penilaian setiap item validitas ditentukan persentasenya menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{total skor validasi yang diperoleh}}{\text{total skor ideal}} \times 100\%$$

Hasil dari perhitungan persentase tersebut kemudian dikategorikan untuk menyimpulkan kelayakan modul. Kriteria kelayakan modul dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

**Tabel 3.1** Kriteria Penilaian Kelayakan Modul

<b>Persentase (%)</b>	<b>Kualifikasi</b>
86-100	Sangat Layak
76-85	Layak
66-75	Cukup Layak
56-65	Kurang Layak
≤ 55	Sangat Kurang Layak

(Rohman, dkk., 2021)

## 2. Analisis Data Respon Mahasiswa

Kepraktisan modul ditentukan melalui hasil analisis data respon mahasiswa pada uji coba utama. Angket praktikalitas tersusun atas 12 pernyataan positif dengan jawaban tertutup. Data respon mahasiswa dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan perhitungan skor menggunakan skala *Likert* dengan pilihan jawaban sangat setuju (5), setuju (4), cukup setuju (3), tidak setuju (2), dan sangat tidak setuju (1) (Menold & Bogner, 2016). Kemudian ditentukan nilai persentase praktikalitas menggunakan rumus berikut.

$$\text{Praktikalitas (\%)} = \frac{\text{total skor setiap item}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Hasil analisis respon mahasiswa kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria kepraktisan pada Tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3.2** Kriteria Penilaian Praktikalitas Modul

<b>Skor Praktikalitas (%)</b>	<b>Kategori</b>
0-20	Sangat Tidak Praktis
21-40	Tidak Praktis
41-60	Cukup Praktis
61-80	Praktis
81-100	Sangat Praktis

(Yanto, dkk., 2022)

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. HASIL PENELITIAN**

##### **1. Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi**

Penelitian ini telah mengembangkan modul pembelajaran berbasis multipel representasi menggunakan model pengembangan Dick & Carey yang dimodifikasi menjadi empat tahap (Atmaja, dkk., 2021). Secara rinci hasil penelitian yang diperoleh pada setiap tahapnya adalah sebagai berikut.

###### **1) Tahap Analisis Kebutuhan**

Analisis kebutuhan dilakukan sebagai tahap awal dalam pengembangan modul pembelajaran. Pada tahap ini telah dilakukan analisis terhadap kurikulum perguruan tinggi dengan mengkaji RPS mata kuliah Stoikiometri sesuai tuntutan kurikulum KKNI. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (Sub CPMK) pada setiap materi ajar. Pada tahap ini juga diidentifikasi materi ajar, dan konsep-konsep stoikiometri yang dikembangkan dalam modul pembelajaran. Hasil yang diperoleh pada tahap analisis kebutuhan disajikan pada Tabel 4.1.

Berdasarkan hasil analisis terhadap RPS mata kuliah ditemukan 19 materi perkuliahan dengan 40 konsep yang harus dipahami mahasiswa untuk memenuhi 13 indikator pencapaian kompetensi pada akhir perkuliahan stoikiometri. Materi yang dipelajari mahasiswa pada mata kuliah stoikiometri meliputi metode faktor label, konversi satuan dasar, hukum dasar perhitungan kimia, massa atom relatif, mass molekul relatif, konsep mol, hubungan mol dengan massa, hubungan mol dengan volume, stoikiometri gas, jenis reaksi kimia, persamaan reaksi kimia, pereaksi pembatas, konsentrasi larutan,

pengenceran larutan, rumus empiris, rumus molekul senyawa, persamaan senyawa hidrat (air kristal), dan kemurnian zat.

**Tabel 4.1** Hasil Analisis RPS Mata Kuliah Stoikiometri

<b>No.</b>	<b>Sub CPMK</b>	<b>Materi Perkuliahan</b>	<b>Konsep</b>
<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>	<b>(4)</b>
1	Mahasiswa mampu menerapkan metode faktor label dalam perhitungan kimia	Metode Faktor Label	Metode Faktor Label Besaran dan Satuan Satuan dasar Satuan Turunan
2	Mahasiswa mampu menerapkan berbagai konversi satuan dasar dalam perhitungan kimia	Berbagai Konversi Satuan Dasar	Faktor Konversi Konversi Satuan
3	Mahasiswa mampu menganalisis penerapan hukum dasar perhitungan kimia	Hukum Dasar Perhitungan Kimia	Hukum Lavoisier Hukum Proust Hukum Dalton Hukum Gay-Lussac Hukum Avagadro
4	Mahasiswa mampu memahami massa atom relatif dan massa molekul relatif	Massa Atom Relatif Massa Molekul Relatif	Massa Atom Isotop Spektrum Massa Massa Atom Relatif Massa Molekul Massa Molekul Relatif



(1)	(2)	(3)	(4)
5	Mahasiswa mampu memahami konsep mol dalam perhitungan kimia	Konsep Mol	Pengertian Mol Jumlah Partikel Bilangan Avogadro
6	Mahasiswa mampu menerapkan konsep mol dalam perhitungan kimia	Hubungan Mol dengan Massa Hubungan Mol dengan Volume	Massa Molar Volume Molar Gas
7	Mahasiswa mampu mengaplikasikan konsep dasar stoikiometri pada perhitungan kimia	Stoikiometri Gas Ideal	Gas Ideal Persamaan Gas Ideal
8	Mahasiswa mampu menjelaskan jenis reaksi kimia	Jenis Reaksi Kimia	Reaksi Kombinasi Reaksi Dekomposisi Reaksi Pembakaran
9	Mahasiswa mampu menganalisis persamaan reaksi dan pereaksi pembatas	Persamaan Reaksi Kimia Pereaksi Pembatas	Persamaan Reaksi Kimia Persamaan Reaksi Setara Pereaksi Pembatas
10	Mahasiswa mampu memahami konsep konsentrasi larutan	Konsentrasi Larutan	Satuan Konsentrasi Larutan: Molaritas, Molalitas, Persen Massa, Persen Volume, Persen

(1)	(2)	(3)	(4)
			Massa/Volume, ppm, ppb, Fraksi Mol, Normalitas
11	Mahasiswa mampu menganalisis konsep konsentrasi larutan	Pengenceran Larutan	Larutan Pekat Larutan Encer Pengenceran Larutan
12	Mahasiswa mampu memahami penentuan rumus kimia	Penentuan Rumus Empiris Penentuan Rumus Molekul Senyawa Penentuan Persamaan Senyawa Hidrat (Air Kristal)	Rumus Kimia Rumus Empiris Rumus Molekul Senyawa Senyawa Hidrat Rumus Senyawa Hidrat
13	Mahasiswa mampu mengaplikasikan perhitungan kemurnian zat	Kemurnian Zat	Zat Pengotor Persen Kemurnian

Hasil analisis kurikulum menunjukkan bahwa mahasiswa harus memahami konsep besaran, satuan, satuan dasar, dan satuan turunan agar mampu menerapkan metode faktor label dalam perhitungan kimia. Mahasiswa harus memahami konsep faktor konversi dan konversi satuan untuk menerapkan berbagai satuan dasar dalam perhitungan kimia. Mahasiswa diharapkan mampu memahami konsep hukum Lavoisier, hukum Proust, hukum Dalton, hukum Gay-Lussac, dan hukum Avogadro untuk menganalisis

penerapan hukum dasar perhitungan kimia. Mahasiswa juga diharapkan mampu memahami konsep massa atom, isotop, spektrum massa, massa atom relatif, massa molekul, dan massa molekul relatif.

Selain itu, untuk menerapkan konsep mol dalam perhitungan kimia mahasiswa harus mampu memahami konsep mol, jumlah partikel, bilangan Avogadro, massa molar, dan volume molar gas. Mahasiswa harus memahami konsep gas ideal, persamaan gas ideal agar mampu mengaplikasikan konsep dasar stoikiometri pada perhitungan kimia. Dalam menjelaskan jenis reaksi kimia, mahasiswa harus mampu memahami konsep reaksi kombinasi, reaksi dekomposisi, dan reaksi pembakaran. Konsep persamaan reaksi kimia, persamaan reaksi setara, dan pereaksi pembatas perlu dipahami mahasiswa agar mampu menganalisis persamaan reaksi dan pereaksi pembatas.

Untuk memahami konsentrasi larutan, mahasiswa harus memahami konsep satuan konsentrasi larutan yang meliputi molaritas, molalitas, persen massa, persen volume, persen massa per volume, ppm, ppb, fraksi mol, dan normalitas. Di samping itu, juga dipelajari konsep larutan pekat, larutan encer, dan pengenceran larutan. Agar dapat menentukan rumus kimia, mahasiswa harus memahami konsep rumus kimia, rumus empiris, rumus molekul senyawa, senyawa hidrat dan rumusnya. Konsep zat pengotor dan persen kemurnian harus dipahami mahasiswa agar mampu mengaplikasikan perhitungan kemurnian zat. Hasil analisis kurikulum selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam penyusunan isi materi dalam modul pada tahap perancangan produk.

## 2) Tahap Perancangan Produk

Setelah pokok-pokok materi dan konsep-konsep stoikiometri dianalisis, tahap berikutnya dilakukan pengembangan modul pembelajaran sesuai dengan hasil analisis kebutuhan. Tahap perancangan produk ini dilakukan melalui

beberapa langkah. Pada langkah pertama dilakukan pengumpulan dan pemilihan referensi isi materi yang dikembangkan dalam modul. Referensi yang digunakan dalam penyusunan materi adalah 16 buku *General Chemistry* dan 3 buku Kimia Dasar Universitas.

Buku *General Chemistry* yang digunakan sebagai rujukan sumber materi yaitu *Chemistry* (Brady *et al.*, 2012), *Chemistry the Central Science* (Brown dkk., 2012), *General Chemistry The Essential Concept* (Chang & Overby, 2011), *Modern Chemistry* (Davis, 2009), *Chemistry: Matter and Change* (Dingrando *et al.*, 2013), *Chemistry The Molecular Nature of Matter* (Jespersen *et al.*, 2012), *Chemistry* (Lewis & Evans, 2006), *Chemistry* (McMurry & Fay, 2015), *Chemistry for The Utterly Confused* (Moore & Hangleby, 2007), *Stoichiometry and Process Calculations* (Narayanan & Lakshmikutty, 2017), *Principles of General Chemistry* (Silberberg, 2012), *Basic Chemistry* (Takeuchi, 2006), *General, Organic, and Biological Chemistry* (Timberlake, 2013), *Introductory Chemistry Essentials* (Tro, 2018), *Chemistry* (Whitten *et al.*, 2014), dan *Chemistry* (Zumdahl *et al.*, 2018). Referensi buku Kimia Dasar Universitas yang digunakan adalah Kimia Dasar (Biduwati, 2019), Kimia Dasar I (Sunarya, 2018), dan Mudah Memahami Stoikiometri (Azhar, 2020).

Setelah semua referensi terkumpul, selanjutnya isi materi disusun dan dikembangkan ke dalam draft modul sesuai dengan pokok-pokok materi pada tahap analisis kebutuhan. Sesuai dengan karakteristiknya, modul juga dilengkapi dengan gambar-gambar yang mendukung penyampaian materi pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik berbasis multipel representasi.

Pada langkah kedua, dilakukan perancangan sistematika penulisan dan komponen yang dikembangkan dalam modul pembelajaran. Hal ini bertujuan untuk mengembangkan format penulisan modul. Sistematika modul terdiri atas 3 bagian yang disusun menjadi bagian pendahuluan, inti, dan penutup. Bagian

pendahuluan meliputi sampul depan, kata pengantar, daftar isi, dan petunjuk penggunaan modul. Bagian inti modul mencakup judul bab, Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah setiap bab, materi ajar berbasis multipel representasi, contoh soal dan penyelesaian, soal latihan, evaluasi, dan kunci jawaban. Bagian penutup diisi oleh semua referensi daftar pustaka yang digunakan dalam penyusunan isi materi dan pengembangan modul. Rancangan sistematika yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2** Rancangan Sistematika Pengembangan Modul

No.	Sistematika Modul	Komponen yang Dikembangkan
1.	Bagian Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sampul depan (<i>Cover</i>)</li> <li>b. Kata pengantar</li> <li>c. Daftar isi</li> <li>d. Petunjuk penggunaan modul</li> </ul>
2.	Bagian Inti	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Judul bab: Pendahuluan, Metode Faktor Label dan Konversi Satuan, Hukum Dasar Perhitungan Kimia, Massa Atom Relatif dan Massa Molekul Relatif, Konsep Mol, Reaksi Kimia, Konsentrasi Larutan, Rumus Empiris dan Rumus Molekul, Kemurnian Zat</li> <li>b. Sub-CPMK pada setiap bab</li> <li>c. Materi ajar berbasis multipel representasi</li> <li>d. Contoh soal dan penyelesaian</li> <li>e. Latihan dan kunci jawaban</li> <li>f. Evaluasi dan kunci jawaban</li> </ul>
3.	Bagian Penutup	Daftar pustaka

Setelah merancang sistematika dan komponen modul, langkah selanjutnya adalah mendesain modul pembelajaran menggunakan aplikasi *Microsoft Power Point*. Desain modul pembelajaran mencakup desain sampul depan modul, penyajian materi, dan tata letak gambar. Desain sampul depan modul meliputi judul modul, nama pengembang, dan identitas institusi. Agar lebih menarik, sampul depan modul dilengkapi dengan desain gambar yang mengilustrasikan penyajian konsep kimia pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik berbasis multipel representasi yang menjadi ciri khas modul pembelajaran yang dikembangkan. Pada bagian pendahuluan, modul juga dilengkapi dengan desain petunjuk penggunaan modul yang membantu mahasiswa untuk mempelajari modul secara tepat. Desain sampul depan dan petunjuk penggunaan modul disajikan pada Gambar 4.1 berikut.



**Gambar 4.1** Desain Sampul Depan dan Petunjuk Penggunaan Modul

Pada bagian inti modul, isi materi didesain untuk menyajikan konsep stoikiometri pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik berbasis multipel representasi. Isi materi mengacu pada hasil analisis kebutuhan yang memuat 9 bab yaitu Pendahuluan, Metode Faktor Label dan Konversi Satuan, Hukum Dasar Perhitungan Kimia, Massa Atom Relatif dan Massa Molekul Relatif, Konsep Mol, Reaksi Kimia, Konsentrasi Larutan, Rumus Empiris dan Rumus Molekul, Kemurnian Zat. Setiap bab disusun sesuai dengan Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah yang harus dicapai.

Desain penyajian materi dalam modul diawali dengan representasi konsep pada level makroskopik. Representasi makroskopik disajikan melalui visualisasi fenomena kontekstual dan nyata dalam bentuk gambar. Modul yang dikembangkan menyajikan representasi makroskopik pada setiap konsep. Contohnya pada konsep faktor konversi disajikan gambar beberapa jenis neraca untuk mengukur massa zat, alat ukur volume dan temperatur yang digunakan di laboratorium kimia seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Representasi Makroskopik Konsep Faktor Konversi



**Gambar 4.3** Representasi Makroskopik Konsep Hukum Lavoisier

Fenomena pemanasan serbuk merah HgO dan pembuktian berlakunya hukum kekekalan massa melalui eksperimen ditampilkan sebagai representasi makroskopik konsep hukum Lavoisier (Gambar 4.3). Selanjutnya pada konsep mol ditampilkan gambar air, logam tembaga, garam dapur, raksa, logam besi, logam seng, belerang, dan gas bromin sebagai representasi makroskopik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.

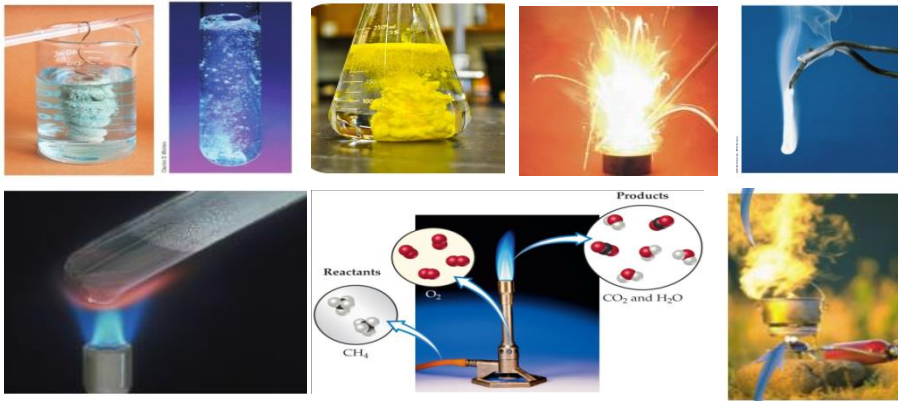


**Gambar 4.4** Representasi Makroskopik Konsep Mol

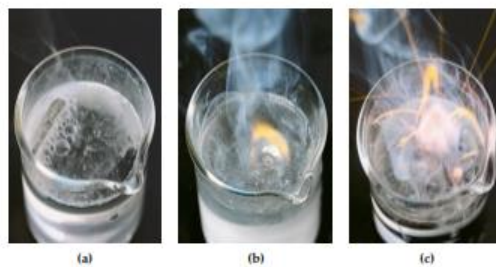
Pada konsep reaksi kimia ditampilkan gejala makroskopik terjadinya reaksi kimia, reaksi pembakaran logam magnesium, reaksi penguraian merkuri(II) oksida, dan reaksi pembakaran gas metana dan propana (Gambar 4.5). Pada konsep persamaan reaksi kimia disajikan fenomena reaksi logam litium, sodium, dan kalium dengan molekul air (Gambar 4.6). Pada konsep satuan konsentrasi larutan ditampilkan representasi makroskopik berbagai



larutan dengan satuan konsentrasi yang beragam seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.5** Representasi Makroskopik Konsep Reaksi Kimia



**Gambar 4.6** Representasi Makroskopik Konsep Persamaan Reaksi Kimia



**Gambar 4.7** Representasi Makroskopik Konsep Satuan Konsentrasi Larutan



**Gambar 4.8** Representasi Makroskopik Konsep Rumus Empiris dan Rumus Molekul Senyawa



**Gambar 4.9** Representasi Makroskopik Konsep Rumus Senyawa Hidrat

Asam askorbat sebagai obat sariawan disajikan sebagai representasi makroskopik pada konsep rumus empiris. Selanjutnya, pada konsep rumus molekul senyawa disajikan gambar cairan senyawa *hydrazine* yang digunakan untuk bahan bakar roket (Gambar 4.8). Pada konsep rumus senyawa hidrat ditampilkan kristal putih tembaga(II) sulfat dan senyawa hidratnya tembaga(II) sulfat pentahidrat yang berwarna biru. Pada konsep ini juga disajikan gambar eksperimen penguapan air kristal yang menghasilkan padatan putih tembaga(II) sulfat (Gambar 4.9). Pada konsep kemurnian zat ditampilkan gambar label botol reagen natrium hidroksida sebagai representasi makroskopik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.10.

Dennis Drenner

ACTUAL ANALYSIS, LOT G22931		
Meets A.C.S. Specifications		
Assay (NaOH) (by acidimetry) .....	98.2	%
Sodium Carbonate (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ) .....	0.2	%
Chloride (Cl) .....	< 0.0005	%
Ammonium Hydroxide Precipitate .....	< 0.01	%
Heavy Metals (as Ag) .....	< 0.0005	%
Copper (Cu) .....	0.0003	%
Potassium (K) (by FES) .....	0.002	%
Trace impurities (in ppm):		
Nitrogen Compounds (as N) .....	< 2	
Phosphate (PO <sub>4</sub> ) .....	< 1	
Sulfate (SO <sub>4</sub> ) .....	< 5	
Iron (Fe) .....	< 2	
Mercury (Hg) (by AAS) .....	< 0.003	
Nickel (Ni) .....	< 2	

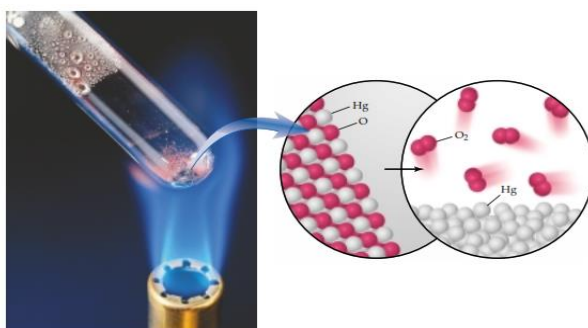
**Gambar 4.10** Representasi Makroskopik Konsep Kemurnian Zat

Selain representasi makroskopik, desain penyajian materi dalam modul juga menggunakan representasi submikroskopik dan simbolik. Representasi submikroskopik disajikan melalui gambar partikel-partikel penyusun setiap zat yang terlibat pada fenomena makroskopik. Level submikroskopik ini juga dilengkapi dengan penjelasan deskriptif untuk memberikan narasi konseptual yang benar sehingga mudah dipahami mahasiswa.

Level submikroskopik dapat disajikan menggunakan representasi simbolik yang berupa simbol, lambang kimia, angka, persamaan matematika, dan persamaan reaksi kimia. Simbol dapat digunakan untuk merepresentasikan struktur partikel-partikel (atom, molekul, ion) penyusun setiap unsur maupun senyawa kimia. Sedangkan lambang kimia digunakan untuk merepresentasikan jenis partikel, unsur dan senyawa yang terlibat dalam reaksi kimia.

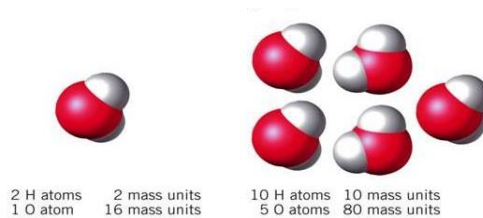
Pada konsep hukum Lavoisier, simbol dan lambang kimia digunakan untuk menyajikan representasi submikroskopik yang terjadi pada fenomena reaksi pemanasan serbuk merah MgO seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.11. Partikel penyusun reaktan MgO terdiri dari dua jenis atom yaitu oksigen dan merkuri. Atom oksigen direpresentasikan dengan lambang kimia O,

sedangkan atom merkuri direpresentasikan dengan lambang kimia Mg. Kedua jenis atom tersebut direpresentasikan secara berbeda menggunakan simbol lingkaran berwarna merah untuk atom oksigen, sedangkan representasi atom merkuri menggunakan simbol lingkaran berwarna putih. Representasi submikroskopik menampilkan struktur reaktan MgO, struktur molekul gas oksigen yang tidak berwarna, dan struktur merkuri cair keperakan sebagai produk reaksi.



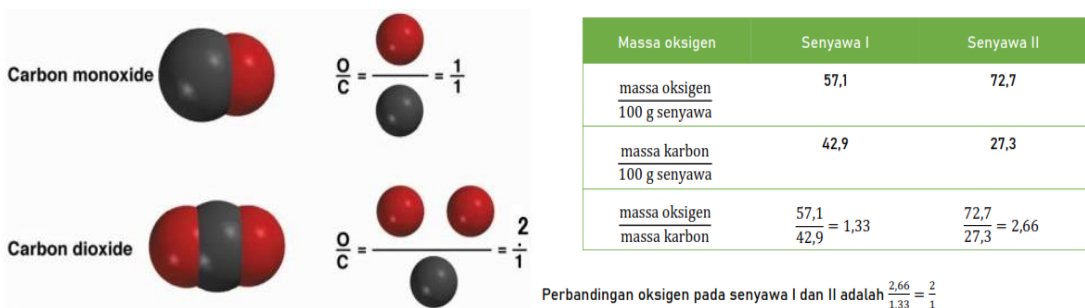
**Gambar 4.11** Representasi Submikroskopik dan Simbolik  
Reaksi Pemanasan Serbuk Merah MgO

Penggunaan simbol dan lambang kimia dalam merepresentasikan level submikroskopik juga ditampilkan pada desain penyajian konsep hukum Proust seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12. Representasi submikroskopik tersebut mendeskripsikan jumlah atom-atom dari setiap unsur penyusun senyawa  $H_2O$ . Satu molekul  $H_2O$  tersusun atas dua atom hidrogen dan satu atom oksigen, sedangkan lima molekul  $H_2O$  tersusun atas sepuluh atom hidrogen dan lima atom oksigen.



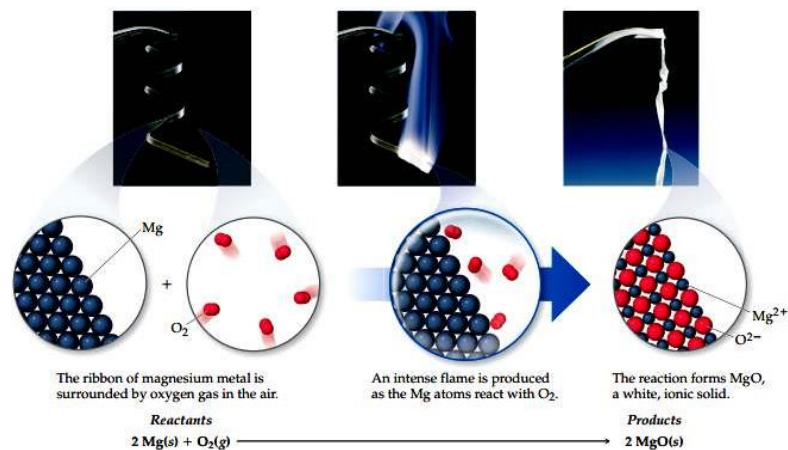
**Gambar 4.12** Representasi Submikroskopik dan Simbolik  
Konsep Hukum Proust

Penggunaan simbol, lambang kimia, dan persamaan matematika dalam merepresentasikan level submikroskopik terdapat pada konsep hukum Dalton. Pada fenomena pembakaran karbon dengan oksigen yang berlimpah akan menghasilkan gas karbon dioksida. Namun jika sumber oksigen terbatas, selain menghasilkan karbon dioksida, pembakaran karbon juga membentuk gas karbon monoksida. Perbandingan massa oksigen dan karbon dalam kedua gas tersebut adalah 2:1. Pembuktian ini juga disertai dengan perhitungan matematis seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.13.



**Gambar 4.13** Representasi Submikroskopik dan Simbolik  
Konsep Hukum Dalton

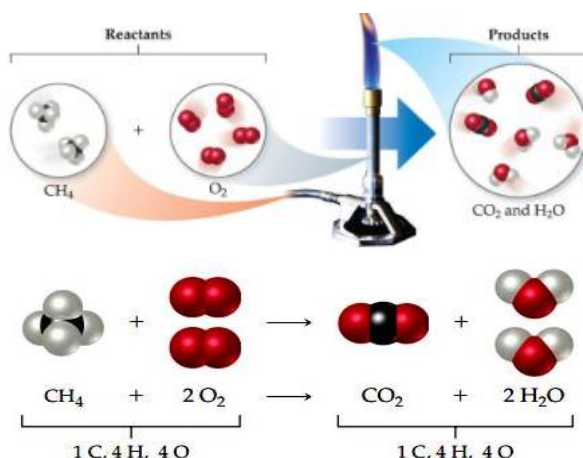
Penggunaan simbol, lambang kimia, dan persamaan reaksi kimia dalam merepresentasikan level submikroskopik ditampilkan pada desain penyajian konsep reaksi kombinasi. Penyajian representasi submikroskopik ini juga disertai dengan penjelasan naratif konseptual. Reaktan yang terlibat adalah logam magnesium dan gas oksigen membentuk padatan ion magnesium oksida sebagai produk. Ketika magnesium bereaksi dengan oksigen, magnesium kehilangan dua elektron membentuk ion  $Mg^{2+}$ . Sementara itu, oksigen memperoleh dua elektron dan membentuk ion  $O^{2-}$ . Selanjutnya kation  $Mg^{2+}$  berinteraksi dengan anion  $O^{2-}$  membentuk magnesium oksida,  $MgO$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.14 berikut.



**Gambar 4.14** Representasi Submikroskopik dan Simbolik Reaksi Pembakaran Logam Magnesium

Desain penyajian konsep persamaan reaksi kimia juga menggunakan simbol, lambang kimia, dan persamaan reaksi kimia untuk merepresentasikan level submikroskopik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.15. Deskripsi konseptual menyatakan bahwa pada reaksi pembakaran metana, reaktan yang

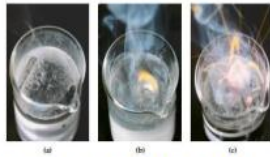
terlibat adalah gas metana dan gas oksigen. Produk yang dihasilkan adalah gas karbon dioksida dan uap air. Pada persamaan reaksi setara, jumlah atom karbon, hidrogen dan oksigen pada ruas kiri dan ruas kanan tanda panah telah sama. Pada ruas kiri terdapat 4 atom hidrogen, supaya jumlah atom hidrogen pada ruas kanan juga 4 maka koefisien reaksi 2 dituliskan di depan H<sub>2</sub>O. Jumlah atom diperoleh dari hasil perkalian masing-masing *subscript* dalam rumus kimia zat dengan koefisien reaksi yang ditulis di depan rumus kimia zat tersebut pada persamaan reaksi. Ini artinya, 2H<sub>2</sub>O mengandung 4 atom hidrogen dan 2 atom oksigen.



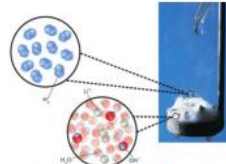
**Gambar 4.15** Representasi Submikroskopik dan Simbolik  
Reaksi Pembakaran Metana

Desain penyajian materi dalam modul menggunakan faktor konversi dalam merepresentasikan level simbolik. Faktor konversi berperan untuk mengubah satuan dalam perhitungan kimia. Faktor konversi ini digunakan dalam penyelesaian contoh soal pada setiap bab. Contohnya pada konsep persamaan reaksi kimia seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.16 berikut.

Cermati dengan baik contoh berikut.



Gambar 46. Reaksi Logam Alkali dengan Air: (a) Litium, (b) Natrium, (c) Kalium  
Sumber: McMurry *et al.*, 2015



Gambar 47. Representasi Makroskopik dan Submikroskopik Reaksi Litium dengan Air  
Sumber: Dingrando *et al.*, 2002

Semua logam alkali bereaksi dengan molekul air membentuk gas hidrogen dan alkali metal hidroksida. Berapa gram massa Li yang diperlukan untuk menghasilkan 7,79 g H<sub>2</sub>?

**Penyelesaian:**

$$2\text{Li}(s) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{LiOH}(aq) + \text{H}_2(g)$$

Koefisien reaksi menunjukkan perbandingan mol

2 mol Li ~ 1 mol H<sub>2</sub>

1 mol Li = 6,941 g Li

**Strategi:**

7,79 g H<sub>2</sub> → ? mol H<sub>2</sub> → ? mol Li → ? g Li

$$7,79 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \times \frac{2 \text{ mol Li}}{1 \text{ mol H}_2} \times \frac{6,941 \text{ g Li}}{1 \text{ mol Li}} = 53,6 \text{ g Li}$$

### Gambar 4.16 Desain Penyajian Materi Menggunakan Faktor Konversi

**Latihan** >>>

1. Cisplatin adalah obat kemoterapi yang digunakan untuk menangani penyakit kanker. Senyawa ini dihasilkan dari reaksi amonia dengan kalium tetrakloroplatinat.


$$\text{K}_2\text{PtCl}_6 + 2 \text{NH}_3 \rightarrow \text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2 + 2 \text{KCl}$$

Sumber: McMurry *et al.*, 2015

Jika 10 g K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub> dicampurkan dengan 10 g NH<sub>3</sub> untuk bereaksi, tentukan:

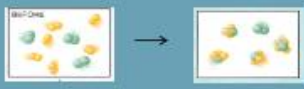
- Pereaksi pembatas
- Massa pereaksi berlebih yang bereaksi dan bersisa
- Massa cisplatin yang dihasilkan

2. Endapan Ni(OH)<sub>2</sub> terbentuk ketika larutan NaOH yang tidak berwarna ditambahkan ke dalam larutan NiCl<sub>2</sub> berwarna hijau (Gambar 50). Berapa massa Ni(OH)<sub>2</sub> yang dihasilkan dari campuran dua larutan yang mengandung 25,9 g NiCl<sub>2</sub> dan 10 g NaOH?



Gambar 50. Reaksi Pembentukan Padatan Ni(OH)<sub>2</sub>  
Sumber: Whitten *et al.*, 2014

3. Industri nuklir menggunakan klorin trifluorida dalam bahan bakar uranium untuk pembangkit listrik. Klorin trifluorida merupakan gas yang sangat reaktif. Gas ini dihasilkan dari reaksi Cl<sub>2</sub> dengan F<sub>2</sub>. Pada gambar di bawah ini, molekul klorin (bola hijau) dan fluorin (bola kuning).



Sebelum reaksi → Setelah reaksi

Tuliskan persamaan reaksi setara dan tentukan pereaksi pembatas pada reaksi tersebut.

**Kunci Jawaban** >>>

- K<sub>2</sub>PtCl<sub>6</sub>
  - 0,819 g NH<sub>3</sub> bereaksi dan 9,2 g NH<sub>3</sub> bersisa
  - 7,32 g Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>
- 11,6 g Ni(OH)<sub>2</sub>
- Cl<sub>2</sub>(g) + 3F<sub>2</sub>(g) → 2ClF<sub>3</sub>(g)  
Pereaksi pembatas adalah F<sub>2</sub>(g)

### Gambar 4.17 Desain Latihan dan Kunci Jawaban



Pada setiap akhir bab, modul dilengkapi dengan soal latihan dan kunci jawaban (Gambar 4.17) untuk melatih pemahaman konsep mahasiswa di setiap materi pembelajaran. Modul juga dilengkapi dengan soal evaluasi dan kunci jawaban untuk menguji dan mengukur pemahaman konsep mahasiswa setelah semua materi dalam modul selesai dipelajari seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.18 berikut.

**Evaluasi**

1. Tabel berikut ini merupakan data volume gas pada keadaan STP.

Zat	Berat (g)	Mal	Volume (L)	Jumlah molekul
NO <sub>2</sub>	46	1	22,4	$6,02 \times 10^{23}$
NH <sub>3</sub>	17	1	22,4	$6,02 \times 10^{23}$
CO	28	1	22,4	$6,02 \times 10^{23}$
CH <sub>4</sub>	17	1	22,4	$6,02 \times 10^{23}$

Berdasarkan data tersebut, menurut hukum Avogadro dapat disimpulkan bahwa ....

A. Pada suhu dan tekanan tertentu, setiap gas beratnya sama mengandung jumlah molekul yang berbeda  
 B. Pada suhu dan tekanan tertentu, setiap gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang sama  
 C. Pada suhu dan tekanan tertentu, setiap gas yang beratnya berbeda mengandung jumlah molekul yang berbeda  
 D. Pada suhu dan tekanan tertentu, setiap gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang berbeda  
 E. Pada suhu dan tekanan tertentu, setiap gas yang volumenya berbeda mengandung jumlah molekul yang sama

2. Massa atom dua isotop stabil boron adalah B-12 (19,78%) dan B-11 (80,22%) adalah 10,0129 amu dan 11,0093 amu. Massa rata-rata atom Boron adalah ....

A. 10,00      D. 11,00  
 B. 10,50      E. 11,50  
 C. 10,81

**Kunci Jawaban**

1. B  
 2. C  
 3. B  
 4. B  
 5. C  
 6. D  
 7. C  
 8. E  
 9. E  
 10. C  
 11. A  
 12. B  
 13. E  
 14. D  
 15. C  
 16. C  
 17. B  
 18. B  
 19. B  
 20. A  
 21. D  
 22. B  
 23. A  
 24. C  
 25. B  
 26. B  
 27. C  
 28. A  
 29. A  
 30. D

MODUL PERKULIAHAN STOKIOMETRI BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI 81

MODUL PERKULIAHAN STOKIOMETRI BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI 93

**Gambar 4.18** Desain Evaluasi dan Kunci Jawaban

Draft modul pembelajaran yang telah dikembangkan tersusun atas 95 halaman. Desain modul menggunakan ukuran kertas *on-screen show* (4:3) dengan orientasi *portrait*. Draft modul yang telah didesain kemudian dicetak untuk dinilai kualitasnya oleh validator ahli.

### 3) Tahap Validasi

Pada tahap ini, draft modul pembelajaran yang dihasilkan pada tahap perancangan dinilai oleh tim ahli. Validasi ini bertujuan untuk menguji kelayakan modul yang telah dikembangkan. Validasi dilakukan pada aspek tampilan, penyajian, materi, dan bahasa. Keempat aspek divalidasi oleh dua validator ahli yang merupakan dosen pengampu mata kuliah stoikiometri. Hasil penilaian tim ahli disajikan pada Tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3** Hasil Penilaian Modul Pembelajaran oleh Tim Validator

No	Kriteria Penilaian	Skor	
	Aspek Tampilan	Validator I	Validator II
1	Proporsional layout cover/sampul depan modul (tata letak teks dan gambar)	5	5
2	Kesesuaian pemilihan warna (keseimbangan warna)	4	4
3	Kesesuaian pemilihan jenis font (jenis huruf dan angka)	5	5
4	Kesesuaian pemilihan ukuran font (ukuran huruf dan angka)	5	4
5	Kesesuaian pemilihan gambar yang mendukung penyampaian materi pembelajaran	4	4
6	Kejelasan penulisan judul pada tiap topik	5	5
<b>Aspek Penyajian</b>			
7	Kejelasan petunjuk penggunaan modul	5	5
8	Ketersediaan capaian pembelajaran	5	5
9	Kejelasan tujuan pembelajaran pada tiap topic	5	5
10	Kesesuaian sistematika penyusunan modul	5	5

<b>Aspek Materi</b>			
11	Kejelasan isi uraian materi	5	4
12	Urutan isi materi	5	4
13	Bahasa pada modul mudah dipahami	5	5
14	Isi modul sesuai dengan tuntutan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	5	5
15	Isi materi berbasis multipel representasi	5	5
16	Isi materi menarik untuk dibaca/dipelajari	4	5
17	Kesesuaian soal latihan dan evaluasi dengan materi yang disajikan	5	5
<b>Aspek Bahasa</b>			
18	Kejelasan bahasa yang digunakan	5	4
19	Kejelasan kalimat dalam modul	5	4
20	Kesesuaian bahasa dengan PUEBI	5	5
$\Sigma$ Skor Ideal		100	100
$\Sigma$ Skor validator		97	93

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa modul pembelajaran yang dikembangkan memperoleh total skor penilaian validator I sebesar 97 dan penilaian validator II sebesar 93. Berdasarkan hasil penilaian tim ahli terhadap modul pembelajaran, validator II memberikan saran untuk menambahkan isi materi pada bab 2. Materi yang ditambahkan adalah definisi pada konsep faktor konversi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 berikut.

**Tabel 4.4** Revisi Pada Modul Pembelajaran Berdasarkan Hasil Validasi Ahli

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
<p><b>B. Faktor Konversi</b></p> <p>Faktor konversi menggunakan logika matematika untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan perubahan satuan pada stoikiometri. Faktor konversi merupakan hubungan antara dua satuan atau kuantitas yang dinyatakan dalam bentuk pecahan. Tiap faktor konversi berperan untuk mengubah suatu satuan ke satuan yang lain. Penggunaan faktor konversi mengandalkan dua kebenaran yang berhubungan dengan matematika:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Persamaan apa saja dapat dirubah ke dalam bentuk pecahan yang sama dengan satu;</li> <li>(2) Jumlah yang sama pada pembilang dan penyebut dari pecahan dapat dicoret.</li> </ol>	<p><b>B. Faktor Konversi</b></p> <p>Faktor konversi menggunakan logika matematika untuk memecahkan masalah yang berhubungan dengan perubahan satuan pada stoikiometri. Faktor konversi merupakan hubungan antara dua satuan atau kuantitas yang dinyatakan dalam bentuk pecahan. Faktor konversi dikatakan juga sebagai rasio tanpa dimensi.</p> <p>Misal:  <math>1 \text{ kg} = \dots \text{ mg?}</math>                  Penyelesaian:  <math display="block">1 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}}</math> <math display="block">= 1.000.000 \text{ mg}</math>                 Jadi, rasio tanpa dimensi yaitu kg dibagi kg dan gram dibagi gram</p> <p>Tiap faktor konversi berperan untuk mengubah suatu satuan ke satuan yang lain. Penggunaan faktor konversi mengandalkan dua kebenaran yang berhubungan dengan matematika:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Persamaan apa saja dapat dirubah ke dalam bentuk pecahan yang sama dengan satu;</li> <li>(2) Jumlah yang sama pada pembilang dan penyebut dari pecahan dapat dicoret.</li> </ol>

#### 4) Tahap Evaluasi

Modul pembelajaran yang telah dinilai kualitasnya dan direvisi sesuai saran validator kemudian diuji keterbacaanya pada mahasiswa prodi pendidikan kimia sebagai calon pengguna modul. Uji keterbacaan ini dilakukan dua tahap. Pada tahap pertama dilakukan uji coba awal terhadap 10 mahasiswa. Uji coba awal ini bertujuan untuk menilai keterbacaan isi modul yang dikembangkan sebelum uji coba utama. Hasil uji coba awal diperoleh saran untuk memperjelas kualitas gambar yang disajikan pada modul.

Setelah dilakukan revisi tata letak dan ukuran gambar pada modul, selanjutnya dilakukan uji coba utama. Uji coba utama dilakukan pada proses pembelajaran dengan melibatkan 25 mahasiswa. Mahasiswa diberikan modul, kemudian diminta untuk menilai dan mengisi angket praktikalitas sebagai umpan balik terhadap modul. Hasil tanggapan mahasiswa terhadap modul yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.5 berikut.

**Tabel 4.5** Hasil Tanggapan Mahasiswa Terhadap Modul

No	Kategori	Skor				
		1	2	3	4	5
1	Petunjuk penggunaan modul disajikan dengan jelas dan mudah dipahami				5	20
2	Isi materi pada modul disajikan dengan jelas				2	23
3	Bahasa pada modul mudah dipahami				5	20
4	Keterbacaan soal latihan dan evaluasi pada modul disajikan dengan jelas				10	15
5	Jenis huruf dan angka pada modul mudah dibaca				6	19
6	Gambar dan tabel yang disajikan pada modul memudahkan mahasiswa memahami materi stoikiometri				4	21
7	Modul memudahkan mahasiswa untuk belajar secara mandiri				8	17
8	Modul dapat dengan mudah digunakan				8	17
9	Materi stoikiometri berbasis multipel representasi pada modul melatih mahasiswa untuk berpikir kritis				6	19
10	Soal latihan dan evaluasi dalam modul melatih mahasiswa untuk berpikir kritis				12	13
11	Modul dapat membantu waktu pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien				8	17
12	Penggunaan modul memotivasi mahasiswa untuk belajar				6	19
Jumlah Frekuensi					80	220
Total Skor		1420				

Berdasarkan data hasil uji coba utama pada Tabel 4.5 diketahui bahwa tanggapan yang diberikan mahasiswa terhadap pengembangan modul berada pada rentang skor 4 dan 5. Total skor tanggapan mahasiswa yang diperoleh sebesar 1420.

## 2. Kelayakan Modul Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi

Kelayakan modul ditentukan berdasarkan analisis data skor hasil validasi ahli. Kelayakan modul ditinjau berdasarkan aspek tampilan, penyajian, materi, dan bahasa.

### a) Aspek Tampilan

Kelayakan aspek tampilan modul ditentukan berdasarkan hasil analisis data penilaian validator terhadap enam kriteria yang meliputi kesesuaian tata letak teks dan gambar pada cover, warna, jenis dan ukuran huruf dan angka, dan gambar.

**Tabel 4.6** Hasil Penilaian Ahli terhadap Aspek Tampilan Modul

No	Kriteria Penilaian	Skor yang Diperoleh	
		Validator I	Validator II
1.	Proporsional layout cover/sampul depan modul (tata letak teks dan gambar)	5	5
2.	Kesesuaian pemilihan warna (keseimbangan warna)	4	4
3.	Kesesuaian pemilihan jenis font (jenis huruf dan angka)	5	5
4.	Kesesuaian pemilihan ukuran font (ukuran huruf dan angka)	5	4
5.	Kesesuaian pemilihan gambar yang mendukung penyampaian materi pembelajaran	4	4
6.	Kejelasan penulisan judul pada tiap topic	5	5
Jumlah Skor Ideal		30	30
Jumlah Skor Validator		28	27
Persentase (%)		93,33	90
Kriteria		Sangat Layak	Sangat Layak

Nilai rata-rata dari total keseluruhan hasil validasi pada aspek tampilan disajikan pada Tabel 4.7 berikut.

**Tabel 4.7** Rekapitulasi Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Tampilan Modul

No	Validator	Skor yang diperoleh	Persentase (%)	Kriteria
1	I	28	93,33	Sangat layak
2	II	27	90	Sangat layak
<b>Rata-rata</b>		27,5	91,7	Sangat layak

Berdasarkan hasil analisis data penilaian validator, aspek tampilan modul memperoleh jumlah skor rata-rata 27,5 dengan persentase 91,7%. Dengan demikian, aspek tampilan modul memenuhi kriteria sangat layak.

b) Aspek Penyajian

Kelayakan aspek penyajian modul ditentukan berdasarkan hasil analisis data penilaian validator terhadap empat kriteria yang meliputi petunjuk penggunaan modul, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan sistematika penyusunan modul.

**Tabel 4.8** Hasil Penilaian Ahli terhadap Aspek Penyajian Modul

No	Kriteria Penilaian	Skor yang Diperoleh	
		Validator I	Validator 2
1.	Kejelasan petunjuk penggunaan modul	5	5
2.	Ketersediaan capaian pembelajaran	5	5
3.	Kejelasan tujuan pembelajaran pada tiap topic	5	5
4.	Kesesuaian sistematika penyusunan modul	5	5
Jumlah Skor Ideal		20	20
Jumlah Skor Validator		20	20
Persentase (%)		100	100
Kriteria		Sangat Layak	Sangat Layak

Nilai rata-rata dari total keseluruhan hasil validasi pada aspek penyajian disajikan pada Tabel 4.9 berikut.

**Tabel 4.9** Rekapitulasi Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Penyajian Modul

No	Validator	Skor yang diperoleh	Persentase (%)	Kriteria
1	I	20	100	Sangat layak
2	II	20	100	Sangat layak
<b>Rata-rata</b>		20	100	Sangat layak

Berdasarkan hasil analisis data penilaian validator, aspek penyajian modul memperoleh jumlah skor rata-rata 20 dengan persentase 100%. Dengan demikian, aspek penyajian modul memenuhi kriteria sangat layak.

c) Aspek Materi

Kelayakan aspek materi dalam modul ditentukan berdasarkan hasil analisis data penilaian validator terhadap tujuh kriteria yang meliputi kejelasan, urutan isi materi, kemudahan bahasa yang digunakan dalam menyajikan materi, kesesuaian materi dengan kurikulum, dan kesesuaian soal dengan materi.

**Tabel 4.10** Hasil Penilaian Ahli terhadap Aspek Materi pada Modul

No	Kriteria Penilaian	Skor yang Diperoleh	
		Validator I	Validator II
1.	Kejelasan isi uraian materi	4	5
2.	Urutan isi materi	4	5
3.	Bahasa pada modul mudah dipahami	5	5
4.	Isi modul sesuai dengan tuntutan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	5	5



5.	Isi materi berbasis multipel representasi	5	5
6.	Isi materi menarik untuk dibaca/dipelajari	5	4
7.	Kesesuaian soal latihan dan evaluasi dengan materi yang disajikan	5	5
Jumlah Skor Ideal		35	35
Jumlah Skor Validator		33	34
Persentase (%)		94,3	97,1
Kriteria		Sangat Layak	Sangat Layak

Nilai rata-rata dari total keseluruhan hasil validasi pada aspek penyajian disajikan pada Tabel 4.11 berikut.

**Tabel 4.11** Rekapitulasi Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Materi

No	Validator	Skor yang diperoleh	Persentase (%)	Kriteria
1	I	33	94,3	Sangat layak
2	II	34	97,1	Sangat layak
<b>Rata-rata</b>		33,5	95,7	Sangat layak

Berdasarkan hasil analisis data penilaian validator, aspek materi yang disajikan dalam modul memperoleh jumlah skor rata-rata 33,5 dengan persentase 95,7%. Dengan demikian, aspek materi dalam modul memenuhi kriteria sangat layak.

#### d) Aspek Bahasa

Kelayakan aspek bahasa ditentukan berdasarkan hasil analisis data penilaian validator terhadap tiga kriteria yang meliputi kejelasan bahasa dan kalimat, serta kesesuaian bahasa dengan PUEBI.

**Tabel 4.12** Hasil Penilaian Ahli terhadap Aspek Bahasa pada Modul

No	Kriteria Penilaian	Skor yang Diperoleh	
		Validator I	Validator II
1.	Kejelasan bahasa yang digunakan	5	4
2.	Kejelasan kalimat dalam modul	5	4
3.	Kesesuaian bahasa dengan PUEBI	5	5
Jumlah Skor Ideal		15	15
Jumlah Skor Validator		15	13
Persentase (%)		100	86,7
Kriteria		Sangat Layak	Sangat Layak

Nilai rata-rata dari total keseluruhan hasil validasi pada aspek bahasa disajikan pada Tabel 4.13 berikut.

**Tabel 4.13** Rekapitulasi Hasil Penilaian Ahli Terhadap Aspek Bahasa

No	Validator	Skor yang diperoleh	Persentase (%)	Kriteria
1	I	15	100	Sangat layak
2	II	13	86,7	Sangat layak
<b>Rata-rata</b>		14	93,3	Sangat layak

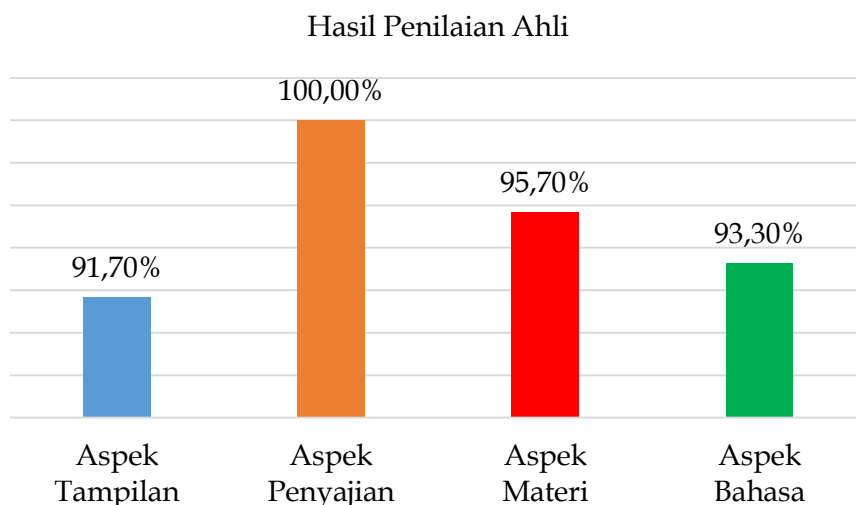
Berdasarkan hasil analisis data penilaian validator, aspek bahasa yang terdapat dalam modul memperoleh jumlah skor rata-rata 14 dengan persentase 93,3%. Dengan demikian, aspek bahasa dalam modul memenuhi kriteria sangat layak.

Dari penilaian validator pada aspek tampilan, penyajian, materi, dan bahasa diperoleh hasil validasi keseluruhan aspek sebagai berikut.

**Tabel 4.14** Rekapitulasi Hasil Penilaian Ahli Terhadap Modul Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi

Aspek	Penilaian Rata-rata (%)	Kriteria
Tampilan	91,7	Sangat layak
Penyajian	100	Sangat layak
Materi	95,7	Sangat layak
Bahasa	93,3	Sangat layak
<b>Rata-rata</b>	<b>95,17</b>	<b>Sangat layak</b>

Perbandingan kelayakan setiap aspek pada modul pembelajaran berdasarkan penilaian ahli disajikan pada Gambar 4.19 berikut.



**Gambar 4.19** Grafik Komparasi Kelayakan Modul pada Setiap Aspek Penilaian

### 3. Praktikalitas Modul Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi

Kepraktisan modul ditentukan berdasarkan hasil analisis data skor tanggapan mahasiswa terhadap modul pada uji coba utama. Penilaian

praktikalitas mencakup aspek kemudahan penggunaan, efisiensi waktu pembelajaran, dan fungsi penggunaan modul. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh skor praktikalitas 95,3% pada aspek kemudahan penggunaan, dan skor praktikalitas 93,6% untuk aspek efisiensi waktu pembelajaran dan fungsi penggunaan modul.

**Tabel 4.15** Rekapitulasi Skor Praktikalitas Modul

<b>Aspek</b>	<b>Skor Praktikalitas (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Kemudahan penggunaan	95,3	Sangat praktis
Efisiensi waktu pembelajaran	93,6	Sangat praktis
Fungsi penggunaan modul	93,6	Sangat praktis
<b>Rata-rata</b>	<b>94,17</b>	<b>Sangat praktis</b>

Berdasarkan Tabel 4.15, dapat diketahui bahwa rata-rata skor praktikalitas modul berdasarkan tanggapan mahasiswa sebesar 94,17%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa modul memenuhi kriteria sangat praktis.

Data nilai tanggapan mahasiswa yang diperoleh pada uji pratikalitas selanjutnya diuji reliabilitasnya menggunakan formula *alpha cronbach* untuk mengetahui ketepatan instrumen angket yang digunakan. Hasil analisis data menggunakan aplikasi *SPSS Statistic 22* diperoleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,692 untuk 12 item pernyataan pada angket. Dengan demikian, data praktikalitas modul dinyatakan reliabel berdasarkan pandangan mahasiswa.

## **B. PEMBAHASAN**

Penelitian ini telah mengembangkan modul pembelajaran berbasis multipel representasi pada perkuliahan stoikiometri yang mengakomodasi 19

materi dan 40 konsep untuk memenuhi 13 indikator pencapaian kompetensi berdasarkan hasil analisis kebutuhan kurikulum RPS Mata Kuliah Stoikiometri. Modul dilengkapi dengan penjelasan, gambar, dan tabel yang mendukung penyajian materi pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Modul yang menyajikan konsep kimia secara lengkap pada ketiga level representasi dapat membantu mahasiswa memahami konsep dengan utuh, menyeluruh, dan bermakna (Bahri & Iryani, 2020; Yuliana & Sholichah (2021). Penyajian materi juga menggunakan faktor konversi untuk mengubah satuan dalam perhitungan kimia.

Berdasarkan hasil penilaian tim ahli diperoleh rata-rata skor penilaian terhadap kualitas modul sebesar 95,17%. Skor validasi dengan rentang persentase 86% hingga 100% masuk ke dalam kualifikasi sangat layak (Rohman, dkk., 2021). Dengan demikian, modul pembelajaran memenuhi kriteria sangat layak. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Hasibuan & Sari (2020) dan Rahmawati (2016) yang memperoleh skor rata-rata persentase validasi ahli sebesar 91% dan 81,25% pada pengembangan modul pembelajaran berbasis multipel representasi pada mata kuliah kimia dasar.

Kelayakan modul dinilai dari aspek tampilan, penyajian, materi, dan bahasa. Hasil analisis data penilaian validator terhadap kualitas modul pembelajaran yang dikembangkan menunjukkan bahwa modul memperoleh rata-rata skor penilaian tertinggi pada aspek penyajian sebesar 100% dengan kriteria sangat layak. Ini artinya, modul pembelajaran yang dikembangkan mampu menyajikan petunjuk penggunaan modul, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan sistematika penyusunan modul dengan jelas. Selanjutnya, modul memperoleh rata-rata skor penilaian ahli sebesar 95,7% dengan kriteria sangat layak pada aspek materi. Hal ini menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan telah sesuai dengan tuntutan kurikulum

(Amdayani dkk, 2021). Modul dapat menyajikan materi stoikiometri pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik berbasis multipel representasi. Materi dalam modul diuraikan dengan jelas, sistematis, mudah dipahami, dan menarik untuk dipelajari. Soal latihan dan evaluasi yang disajikan dalam modul dinilai sangat relevan dengan materi stoikiometri yang dipelajari.

Pada aspek bahasa, modul memperoleh rata-rata skor penilaian sebesar 93,3% dengan kriteria sangat layak. Temuan ini menunjukkan bahwa modul menggunakan bahasa dan kalimat yang jelas dan mudah dipahami. Modul juga dinilai komunikatif dan konsisten dalam menggunakan simbol (Amdayani, dkk., 2021).

Aspek tampilan modul memperoleh skor penilaian sebesar 91,7% dengan kriteria sangat layak. Skor ini menunjukkan bahwa modul memiliki tata letak teks dan gambar pada cover yang sangat proporsional. Modul menggunakan warna, jenis dan ukuran huruf dan angka yang dinilai sangat sesuai. Modul juga dapat menyajikan gambar yang sesuai dan mendukung penyampaian materi pembelajaran. Hal ini sesuai dengan pendapat Amdayani dkk. (2021) yang mengemukakan bahwa tampilan cover modul perlu didesain dengan menarik. Tulisan, gambar, dan ilustrasi harus disajikan dengan jelas agar dapat dibaca oleh pengguna.

Modul yang telah dinyatakan sangat layak berdasarkan penilaian tim ahli selanjutnya diuji kepraktisannya. Uji praktikalitas perlu dilakukan untuk menilai kepraktisan produk pembelajaran yang dikembangkan. Praktikalitas menunjukkan tingkat penggunaan dan kepraktisan suatu produk ketika produk tersebut dapat digunakan sesuai dengan fungsi dan tujuannya (Yanto dkk., 2022). Hasil analisis data tanggapan mahasiswa diperoleh rata-rata skor praktikalitas modul sebesar 94,17%. Skor praktikalitas dengan rentang persentase 86-100% termasuk dalam kategori sangat praktis (Yanto dkk., 2022).

Dengan demikian, modul pembelajaran berbasis multipel representasi sangat praktis untuk digunakan pada perkuliahan stoikiometri. Mahasiswa menilai bahwa modul pembelajaran berbasis multipel representasi yang dikembangkan memiliki kepraktisan yang sangat tinggi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Hasibuan & Sari (2020) yang melaporkan bahwa modul pembelajaran berbasis multipel representasi pada mata kuliah kimia dasar dinilai praktis dengan perolehan persentase tanggapan mahasiswa sebesar 86,89%. Modul yang praktis dapat digunakan secara berkesinambungan, mudah digunakan kapan saja dan menarik sehingga dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa (Bahri & Iryani, 2020).

Penilaian praktikalitas meliputi aspek kemudahan penggunaan, efisiensi waktu pembelajaran, dan fungsi penggunaan modul. Aspek kemudahan penggunaan memperoleh skor praktikalitas 95,3% dengan kategori sangat praktis. Kepraktisan pada aspek kemudahan penggunaan modul yang sangat tinggi menunjukkan bahwa modul pembelajaran memiliki petunjuk penggunaan yang mudah dipahami, penyajian materi yang jelas, dan dapat digunakan berulang kali oleh mahasiswa (Amdayani dkk., 2021).

Aspek efisiensi waktu pembelajaran memperoleh skor praktikalitas 93,6% dengan kategori sangat praktis. Kepraktisan yang sangat tinggi pada aspek efisiensi waktu menunjukkan bahwa modul pembelajaran yang dikembangkan memudahkan dosen dalam menyampaikan materi perkuliahan sehingga waktu pembelajaran menjadi lebih efisien dan optimal (Amdayani dkk., 2021).

Aspek fungsi penggunaan modul memperoleh skor praktikalitas 93,6% dengan kategori sangat praktis. Kepraktisan yang sangat tinggi pada aspek penggunaan menunjukkan bahwa modul pembelajaran yang dikembangkan memberikan manfaat yang besar bagi mahasiswa. Modul dapat meningkatkan

motivasi dan rasa ingin tahu mahasiswa, serta melatih mahasiswa untuk berpikir kritis (Amdayani dkk., 2021).



## **BAB V PENUTUP**

### **A. KESIMPULAN**

1. Modul pembelajaran berbasis multipel representasi memperoleh skor rata-rata penilaian tim ahli sebesar 95,17% dengan kriteria sangat layak.
2. Modul pembelajaran berbasis multipel representasi memperoleh skor praktikalitas sebesar 94,17% dengan kriteria sangat praktis.
3. Modul pembelajaran berbasis multipel representasi sangat layak dan sangat praktis digunakan sebagai sumber belajar pendukung pada perkuliahan stoikiometri.

### **B. SARAN**

1. Penelitian ini masih terbatas mengukur kelayakan dan kepraktisan modul. Perlu dilakukan uji efektifitas terhadap modul yang dikembangkan.
2. Perlu dilakukan implementasi penggunaan modul dalam perkuliahan stoikiometri untuk melihat pengaruhnya terhadap model mental mahasiswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amdayani, S., Nasution. H.A., Syuhada, F.A., & Dalimunthe, M. (2021). Validitas dan Praktikalitas Modul Kimia Berbasis POE (*Predict, Observe, Explain*) Materi Koloid pada Mata Kuliah Umum. *Jurnal Pendidikan Pembelajaran IPA Indonesia*, 2(1),1-6.
- Anom, K., Sukaryawan, M., & Haryani, M. E. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Terintegrasi Kewirausahaan, Pendekatan STEM dan PBL. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia: Kajian Hasil Penelitian Pendidikan Kimia*, 5(1), 56-64.
- Anwar, I. (2010). *Pengembangan Bahan Ajar. Bahan Kuliah Online*. Direktori UPI. Bandung.
- Arsanti, M. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Penulisan Kreatif Bermuatan Nilai-Nilai Pendidikan Karakter Religius Bagi Mahasiswa Prodi PBSI, FKIP, UNISSULA. *Jurnal Kredo*, 1 (2).
- Asyhar, R. (2012). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Atmaja, RM. T.P, Sulastrri, Nazli. (2021). Development of Students Learning Module for Disaster and Environmental Knowledge Subject for Undergraduate Students of Universitas Syiah Kuala. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*, 5(1), 48-56.
- Azhar, M. (2020). *Mudah Memahami Stoikiometri: Perhitungan Zat pada Rumus Kimia dan Persamaan Reaksi*. Padang: SUKABINA Press.
- Bahri, Y.R., & Iryani. (2020). Validitas dan Praktikalitas Modul Reaksi Oksidasi Reduksi Berbasis Inkuiri Terbimbing Dilengkapi Soal *High Order Thinking Skill* (HOTS) Untuk Siswa Kelas X SMA/MA. *Edukimia*, 2(2), 64-70.
- Brady JE, Jepsen ND, Hyslop A. (2012). *Chemistry*, 6<sup>th</sup> ed. John Wiley and Sons, Inc.
- Broman, K., & Parchmann, I. (2014). Students' Application of Chemical Concepts When Solving Chemistry Problems in Different Contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4).

- Brown TL, Eugene L, Bursten BE, Murphy CJ, Woodward PM. (2012). *Chemistry the Central Science*, 12<sup>th</sup> ed. Pearson Education Inc. USA.
- Budiwati, R. (2019). *Kimia Dasar*. Bandung: Itenas.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The Development of A Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument for Evaluating Secondary School Students' Ability to Describe and Explain Chemical Reactions Using Multiple Levels of Representatif. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (3), 293-307.
- Chang R, Overby J (2011). *General Chemistry, The Essential Concept*. McGraw-Hill.
- Davidowitz, B., Chittleborough, G.D., and Eileen, M. (2010). "Student-Generated Submicro Diagrams: A Useful Tool for Teaching and Learning Chemical Equations and Stoichiometry. *Chem. Educ. Res.Pract.*, 11, 154-164.
- Davis, RE. (2009). *Modern Chemistry*. Holt Rinehart and Winston Inc.
- Delyana, H., Fauzan, A. & Gistituati, N. (2021). Pengembangan Modul Statistika Berbasis Project Based Learning. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 05 (03): 2313-2323.
- Dingrando L, Buthelezi T, Hainen N, Wistrom C, Zike Dinah. (2013). *Chemistry: Matter and Change*. McGraw-Hill.
- Fahrurrozi, M., Mohzana. (2020). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran: Tinjauan Teoretis dan Praktik*. Lombok Timur: Universitas Hamzanwadi Press.
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. F. (2009) *Multiple Representations in Chemical Education vol 4*, eds. Netherlands: Springer, p 4-6.
- Griethuijzen, R.A.L.F., Eijick, M.W., Haste, H., Brok, P.J., Skinner, N.C., & Mansour, N. 2014. global patterns in students' view of science and interest in science. *Research in Science Education*, 45(4): 581-603.
- Hanson, R. (2016). Ghanaian Teacher Trainee's Conceptual Understanding of Stoichiometry. *Journal of Education and E-Learning Research*, 3(1), 1-8.
- Hasibuan, M.P., & Sari, R.P. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi Pada Materi Stoikiometri Untuk Meningkatkan

- Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasioanl Peningkatan Mutu Pendidikan*, 1(1).
- Indriyanti, Y. N. & Susilowati, E. (2010). *Pengembangan Modul*. Surakarta: Universitas Sebelah Maret.
- Irsalina, A., Dwiningsih, K. (2018). Analisis Kepraktisan Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berorientasi *Blended Learning* Pada Materi Asam Basa. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 3(3), 171-182.
- Jespersen ND, Brady JE, Hyslop A. (2012). *Chemistry, The Molecular Nature of Matter*. John Wiley and Sons, Inc.
- Kadarmanto, A. (2021). Pengembangan Modul Fisika Dasar Model CAC pada Materi Getaran untuk Melatih Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Mahasiswa. *Progresif-Media Publikasi Ilmiah*, 9 (1).
- Lathifa, U. (2020). Improving Chemistry Teacher Candidates' Mental Models in The Kinetics Course Using Simayang Type II Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1594 012018.
- Larasati, A. D. P., Ibnu, S., & Santoso, A. (2019). Model Problem Based Learning dengan Pendekatan Multi Representasi untuk Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah Siswa dengan Tingkat Self-Efficacy Berbeda. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 4(6), 828.
- Lausin, F. (2019). The Effects of Using Particulate Diagrams on AIMS Students' Conceptual Understanding of Stoichiometry. *Abstract Proceedings International Scholars Conference*, 7(1), 1644-1660.
- Lewis R, Evans W. (2006). *Chemistry*, 3<sup>rd</sup> ed. Palgrave Macmillan. New York.
- Lindawati, L., Wardani, S., Sumarti, S. S.(2019). Development of Inquiry Materials Based on Chemical Representation to Improve Students ' Critical Thinking Ability. *Journal of Innovative Science Education*, 8(3). 332-343.
- McMurry JE, Fay RC (2015). *Chemistry*, 7<sup>th</sup> ed. Pearson Education Inc. USA.
- Menold, N. & Bogner, K. (2016). *Design of rating scales in questionnaires*. Germany: GESIS Survey Guidelines-Leibniz Institute for the Social Science.

- Milenkovic, D., Segedinac, M., Hrin, T, & Cvjeticanin, S. (2014). Cognitive Load at Different Levels of Chemistry Representations. *Croatian Journal of Education*, 16(3), 699-722.
- Meutia, F., Nurdin, N., & Winarni, S. (2021). Development of e-Student Worksheets Based on Multiple Representations of Factors Affecting Reaction Rates. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(2), 129.
- Moore JT, Hanglely RH. (2007). *Chemistry for The Utterly Confused*. Mc Grall Hill.
- Narayanan KV, Lakshmikutty B. (2017). *Stoichiometry and Process Calculations*, 2<sup>rd</sup> ed. PHI Learning Private Limited. Delhi.
- Nasution, S. (2008). *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Nilawati, P.A., Subandi, S., & Utomo, Y. (2016). Keefektifan Pembelajaran Interkoneksi Multipel Representasi dalam Mengurangi Kesalahan Konsep Siswa pada Materi Stoikiometri. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(11), 2076-2082.
- Permatasari, M. B., Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2022). Chemistry Learning Using Multiple Representations: A Systematic Literature Review. *Jornal of Science Learning*, 5(2), 334-341.
- Pikoli, M. (2020). Using Guided Inquiry Learning with Multiple Representations to Reduce Misconceptions of Chemistry Teacher Candidates on Acid-Base Concept. *International Journal of Active Learning*, 5(1), 1-10.
- Pikoli, M., Sukertini, K., & Isa, I. (2022). Analisis Model Mental Siswa dalam Mentransformasikan Konsep Laju Reaksi Melalui Multipel Representasi. *Jambura Journal of Educational Chemistry*. 4(1): 8.
- Priyasmika, R. (2021). The Effect of Multiple Representation-Based Guided Inquiry on Learning Outcomes Reviewed fro Scientific Thinking Skills. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 6(1), 55-66.
- Rahdiyanta, D. (2015). *Teknik Penyusunan Modul*. Bimbingan Teknis Program Sarjana Mengajar untuk Pemenuhan Guru Produktif SMK. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

- Rahmawati, A. (2016) . Pengembangan Modul Kimia Dasar Berbasis Multipel Level Representasi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 5 (2).
- Randles, C.A, & Overton T.L. (2015). Expert vs. Novice: Approaches Used by Chemists When Solving Open-Ended Problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 811-823.
- Rasmawan, R. (2022). Stoichiometry E-Book Based on Creative Problem Solving (CPS) to Solve Conceptual Problems. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 6(1), 70-78.
- Rohman, A., Mustaji, & Fatirul, A.N. (2021). Pengembangan E-Modul Interaktif Materi Sistem Bilangan untuk Mendukung Pembelajaran Siswa Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 11 (1): 61-71
- Sangguro, S. B. A., Surif, J. B., & Ibrahim, N. H. B. (2019). Conceptual Knowledge in Stoichiometry's Problem Solving. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(2), 405-441.
- Sari, H., Al Idrus, S.W., Rahmawati, R. (2022). Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Model Problem Based Learning (PBL) pada Materi Koloid. *Chemistry Education Practice*, 5(1), 99-106.
- Stamovlasis, D., Tsaparlis, G., Kamilatos, C., Papaoikonomou, D., & Zarotiadou, E. (2005). Conceptual Understanding Versus Algorithmic Problem Solving: Further Evidence From A National Chemistry Examination. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(2), 104-118.
- Silberberg, MS. (2012). *Principles of General Chemistry*, 3<sup>rd</sup> ed. Mc Grall Hill.
- Sudirman. (2021). Identifikasi Pemahaman Materi Stoikiometri pada Mahasiswa Baru Pendidikan Kimia FKIP Undana. *Jurnal Beta Kimia*. 1(1): 2.
- Sunarya Y. (2018). *Kimia Dasar 1*. Bandung: Yrama Widya.
- Sunyono, Yuanita, L., & Ibrahim, M. (2011). Model Mental Mahasiswa Tahun Pertama dalam Mengenal Konsep Stoikiometri (Studi Pendahuluan Pada Mahasiswa PS. Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung. *Prosiding Seminar Nasional V*. 6 Juli 2011. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

- Sunyono, Yuanita L., & Ibrahim, M. (2015). Mental Models of Students on Stoichiometry Concept in Learning by Method Based on Multiple Representation. *The Online Journal of New Horizons in Education*, 5 (2).
- Sunyono, S., & Meristin, A. (2018). The Effect of Multiple Representation-Based Learning (MRL) to Increase Students' Understanding of Chemical Bonding Concepts. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 399-406.
- Supasorn, S. (2015). Grade 12 Students' Conceptual Understanding and Mental Models of Galvanic Cells Before and After Learning by Using Small-Scale Experiments in Conjunction With A Model Kit. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 393-407.
- Supriadi, Ibnu, S. & Yahmin. (2018). Analisis Model Mental Mahasiswa Pendidikan Kimia dalam Memahami Jenis Reaksi Kimia. *Jurnal Pijar MIPA*, XIII (1): 1-5.
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The Many Faces of The Chemistry "Triplet". *International Journal of Science Education*, 33 (2): 179-195.
- Takeuchi, Y. (2006). *Basic Chemistry*. Iwanami Shoten Publisher. Tokyo.
- Tarkin, C. A. (2020). Examination of Secondary School Students' Ability to Transform among Chemistry Representation Levels Related to Stoichiometry. *International Journal of Progressive Education*, 16(2), 42-55.
- Tima, M. T., & Sutrisno, H. (2018). Influence of Problem Solving Based on Multiple Representations Model on Teaching and Learning of Chemistry on Student's Academic Self-Efficacy and Student's Cognitive Achievement. *American Journal of Educational Research*, 6(7), 887-892.
- Timberlake, KC. (2013). *General, Organic, and Biological Chemistry*, 4<sup>th</sup> ed. Pearson Education Inc. USA.
- Treagust, D. F. (2008). *The Role of Multiple Representations in Learning Science*. Sense Publisher. 7-23.
- Treagust, D. F., & Chittleborough, G. (2001). *Chemistry: A Matter of Understanding Representations*. In Subject-Specific Instructional Methods and Activities. Emerald Group Publishing Limited.

- Treagust, D.F., Chittleborough, G., dan Mamiala, T. (2003). The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanations. *International Journal of Science Education*. (25) 11, 1353-1368.
- Tro, NJ. (2018). *Introductory Chemistry Essentials*, 6<sup>th</sup> ed. Pearson Education Inc. USA.
- Wang, W. (2016). Intertextual Practices in Academic Writing by Chinese ESL Students. *Applied Linguistics Review*, 7(1), 53-72.
- Whitten KW, Davis RE, Peck ML, Stanley GG. (2014). *Chemistry*, 10<sup>th</sup> ed. Brooks/Cole. USA.
- Wiyarsi A., Sutrisno, H. & Rohaeti, E. (2018). The Effect of Multiple Representation Approach on Studentscreative Thinking Skills: A Case of 'Rate of Reaction' Topic. *Journal of Physics: Conference Series*. 1097 012054.
- Yanto,D.T.P., Candra, O., Dewi, C., Hastuti, & Zaswita, H., (2022). *Electric Drive Training Kita* Sebagai Produk Inovasi Media Pembelajaran Praktikum Mahasiswa Pendidikan Vokasi: Analisis Uji Praktikalitas. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 8(1), 106-120.
- Yuliana, I.F., & Sholichah, N. (2021). Pengembangan Modul Termokimia Berbasis Multipel Representasi Untuk Melatih Literasi Kimia Mahasiswa pada Materi Termokimia. *Chemistry Education Practice*, 4(2), 180-185.
- Zumdahl SS, Zumdahl SA, DeCoste DJ. (2018). *Chemistry*, 10<sup>th</sup> ed. Cengage Learning.





**BIODATA PENELITI**  
**PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH**

**A. Identitas Diri**

1.	Nama Lengkap <i>(dengan gelar)</i>	<b>Chusnur Rahmi, M.Pd</b>
2.	Jenis Kelamin L/P	Perempuan
3.	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4.	NIP	198901172019032017
5.	NIDN	2017018903
6.	NIPN <i>(ID Peneliti)</i>	2010114914066
7.	Tempat dan Tanggal Lahir	Lhokseumawe, 17 Januari 1989
8.	E-mail	<a href="mailto:chusnur.rahmi@ar-raniry.ac.id">chusnur.rahmi@ar-raniry.ac.id</a>
9.	Nomor Telepon/HP	0852-7779-5550
10.	Alamat Kantor	Jl. Syekh Abdul Rauf Darussalama Banda Aceh, 23111
11.	Nomor Telepon/Faks	(0651) 7557321/ (0651) 7557321
12.	Bidang Ilmu	Pendidikan Kimia
13.	Program Studi	Pendidikan Kimia
14.	Fakultas	Tarbiyah dan Keguruan

**B. Riwayat Pendidikan**

No.	Uraian	S1	S2	S3
1.	Nama Perguruan Tinggi	Universitas Syiah Kuala	Universitas Pendidikan Indonesia	
2.	Kota dan Negara PT	Banda Aceh, Indonesia	Bandung, Indonesia	
3.	Bidang Ilmu/ Program Studi	Pendidikan Kimia	Pendidikan Kimia	
4.	Tahun Lulus	2010	2016	

**C. Pengalaman Penelitian dalam 3 Tahun Terakhir**

No.	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana
1.			
2.			
3.			
dst.			

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 3 Tahun Terakhir**

No.	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber Dana
1.	2020	Bersama Menjalin Rasa Persaudaraan dan Kebersamaan dalam Pandemi Covid-19 di Gampong Tibang, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh	Swadaya
2.	2020	Pembuatan <i>Hand Sanitizer</i>	DIPA UIN Ar-Raniry
3.	2021	Membangkitkan Ketangguhan Masyarakat Melalui Rekayasa dan Kreativitas Sosial di Tengah Pandemi Covid-19	Swadaya
4.	2021	Workshop Manajemen Laboratorium Kimia	DIPA UIN Ar-Raniry
5.	2021	Sinergisitas Dosen dan Masyarakat dalam Mendukung Ramadhan Produktif di Gampong Surien Meuraxa Banda Aceh	Swadaya
6.	2022	Workshop Manajemen Laboratorium Kimia Bagi Siswa SMA	DIPA UIN Ar-Raniry
7.	2022	Chemistry Goes To School V (Chemistry Lab Tour)	DIPA UIN Ar-Raniry
4.	2022	Gerakan Edukasi Civitas Akademika dalam Membangun Kesadaran Keluarga Sehat dan Masyarakat Ekonomi Tangguh Berbasis Teknologi Informasi di Desa Kajhu Kecamatan Baitussalam	Swadaya

**E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun/Url
1.	Kemampuan Representasi Submikroskopik Siswa Pada Konsep Ikatan Kimia	Lantanida Journal	Volume 9/Nomor 1/Tahun 2021 <a href="https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/lantanida/article/view/9336">https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/lantanida/article/view/9336</a>
2.	Tes Diagnostik Prediksi-Observasi-Eksplanasi (POE) Reaksi Kimia Untuk Menggali Model Mental	Jurnal Zarah	Volume 9/Nomor 2/Tahun 2021 <a href="https://ojs.umrah.ac.id/index.php/zarah/article/view/3191">https://ojs.umrah.ac.id/index.php/zarah/article/view/3191</a>

	Siswa		
3.	Analisis Pengembangan Media Dalam Pembelajaran Kimia	Lantanida Journal	Volume 10/Nomor 1/Tahun 2022 <a href="https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/lantanida/article/view/13355">https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/lantanida/article/view/13355</a>
4.	Analisis <i>E-Learning Readness</i> Pada Pembelajaran Kimia di SMA Negeri Kota Banda Aceh	Lantanida Journal	Volume 10/Nomor 1/Tahun 2022 <a href="https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/lantanida/article/view/14098">https://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/lantanida/article/view/14098</a>

**F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Buku	Tahun	Tebal Halaman	Penerbit
1.				
2.				
dst.				

**G. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir**

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1.				
2.				
dst.				

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Banda Aceh,  
Ketua Peneliti,



**Chusnur Rahmi, M.Pd**  
NIDN. 2017018903