

PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI SEBAGAI SUMBER BELAJAR PENDUKUNG PADA MATA KULIAH STOIKIOMETRI

Chusnur Rahmi

Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh,
Indonesia

Email: chusnur.rahmi@ar-raniry.ac.id

ABSTRACT

This study is inspired by the lack of supporting learning tools in stoichiometry lectures, which causes students to struggle with the concept of the quantity of reactants and products involved in theoretical reactions and chemical calculations as a whole. To strengthen their comprehension of stoichiometric ideas at the macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels, students require additional learning resources. The purpose of this research is to create modules based on numerous representations, exposing the amount of validity and practicability of modules as a source of student learning in stoichiometry courses. The research approach employed is R&D using the Dick & Carey development model through the steps of needs analysis, product design, validation, and evaluation. The study included two expert validators and 35 students from the Chemistry Education Study Program at UIN Ar-Raniry. Validity and practicality questionnaires were used to acquire research data. Based on the expert team's assessment, the learning module fulfilled the very valid criteria with an average assessment score of 95.17%. With a practicality score of 94.17% based on student responses, the learning module passes the criterion of being very practical. As a result, the multi-representation-based learning module may be inferred to be very valid and very practical for usage as a supporting learning resource for students in more optimal stoichiometry lectures.

Keywords: Learning module, Multiple representations, Validity, Practicality.

PENDAHULUAN

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).

Mahasiswa program sarjana Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah UIN Ar-Raniry pada semester awal perkuliahan diwajibkan menempuh 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, mengubah jumlah mol menjadi jumlah partikel, massa, dan volume menggunakan faktor konversi. Di samping itu, mahasiswa juga dituntut untuk mampu menganalisis rumus

empiris dan rumus molekul senyawa, rumus senyawa hidrat, komposisi atom, jumlah reaktan atau produk reaksi menggunakan perhitungan kimia, reaktan pembatas, jumlah reaktan dan produk reaksi menggunakan aplikasi konsep mol dan koefisien reaksi (Sudirman, 2021; Tarkin, 2020).

Stoikiometri begitu menantang untuk dipelajari dan dipahami. Penyebabnya adalah karakteristik makroskopik reaksi kimia yang menjadi dasar utama stoikiometri. Mahasiswa tidak dapat mengamati atom atau molekul 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 respon mahasiswa program studi pendidikan kimia yang telah menempuh mata kuliah stoikiometri terhadap wawancara dan angket kebutuhan yang diberikan, ditemukan bahwa 94% mahasiswa membutuhkan sumber belajar pendukung untuk mengoptimalkan proses pembelajaran. Fenomena ini muncul 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. Fenomena ini menyebabkan proses pembelajaran menjadi tidak efektif dan efisien karena pembelajaran secara mutlak membutuhkan ketersediaan bahan ajar sebagai sumber belajar (Arsanti, M., 2018). Kadarmanto (2021) & Reza dkk. (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 (Puspita dkk., 2021; Mujala dkk., 2021). 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 mempertautkan tiga level representasi kimia meliputi 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 (Sunyono dkk., 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.

Penelitian yang mengembangkan modul berbasis multipel representasi untuk mahasiswa telah pernah dilaporkan Hasibuan & Sari (2020) dan Rahmawati (2016). Kedua penelitian tersebut mengembangkan modul berbasis multipel representasi pada mata kuliah kimia dasar. Namun kedua penelitian tersebut hanya fokus pada pengembangan materi stoikiometri yang terbatas. Mencermati uraian di atas, penting bagi peneliti untuk mengembangkan modul pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan multipel representasi pada mata kuliah stoikiometri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas dan praktikalitas modul berbasis multipel representasi pada mata kuliah stoikiometri. Modul mengakomodasi konsep stoikiometri secara sistematis, pedagogis, dan sesuai dengan kurikulum KKNi. Modul yang dikembangkan berupaya mempermudah dosen dan memotivasi mahasiswa dalam mewujudkan pembelajaran yang lebih optimal. Hasil pengembangan modul ini diharapkan dapat dijadikan sumber belajar pendukung bagi mahasiswa dalam meningkatkan pemahaman konseptual, kemandirian, dan motivasi belajar pada perkuliahan stoikiometri.

METODE PENELITIAN

Dalam mengembangkan modul pembelajaran berbasis multipel representasi, peneliti menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan menerapkan model pengembangan Dick & Carey yang dimodifikasi (Atmaja dkk., 2021). Model ini menggunakan 4 tahap pengembangan yang meliputi 1) analisis kebutuhan; 2) perancangan produk; 3) validasi; dan 4) evaluasi. Subjek penelitian melibatkan dua orang dosen dan 35 mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry. Instrumen penelitian yang digunakan adalah angket validitas untuk mengukur kualitas modul dan angket praktikalitas untuk mengukur kepraktisan modul yang dikembangkan. Data penelitian 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. 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 tanggapan mahasiswa pada tahap evaluasi dikumpulkan melalui penyebaran angket praktikalitas pada uji coba penggunaan modul. 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.

Angket validitas menggunakan skala Likert dengan lima tingkat penilaian yaitu sangat valid (5), valid (4), cukup valid (3), tidak valid (2), dan sangat tidak valid (1) (Menold & Bogner, 2016). Data skor penilaian validator dianalisis menggunakan rumus persentase, selanjutnya diinterpretasikan menjadi data kualitatif berdasarkan Tabel 1 (Rohman dkk., 2021).

Tabel 1. Kriteria Uji Validitas Modul

No.	Persentase Validitas (%)	Tingkat Validitas
1	86-100	Sangat Valid
2	76-85	Valid
3	66-75	Cukup Valid
4	56-65	Kurang Valid
5	≤ 55	Sangat Kurang Valid

Data tanggapan 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). Skor tanggapan mahasiswa dianalisis menggunakan rumus persentase, kemudian diinterpretasikan menggunakan kriteria kepraktisan berdasarkan Tabel 2 (Yanto dkk., 2022).

Tabel 2. Kriteria Penilaian Kepraktisan Modul

No.	Persentase Praktikalitas (%)	Kategori
1	81-100	Sangat Praktis
2	61-80	Praktis
3	41-60	Cukup Praktis
4	21-40	Tidak Praktis
5	0-20	Sangat Tidak Praktis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Modul Berbasis Multipel Representasi

Tahap 1: Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan sebagai tahap awal dalam pengembangan modul pembelajaran. Pada tahap ini telah dilakukan analisis terhadap kurikulum dengan mengkaji RPS mata kuliah Stoikiometri sesuai tuntutan kurikulum KKNI. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) setiap materi, materi ajar, dan konsep yang dikembangkan dalam modul pembelajaran.

Berdasarkan hasil analisis kurikulum diperoleh 19 materi perkuliahan dengan 40 konsep yang harus dipahami mahasiswa untuk memenuhi 13 indikator pencapaian kompetensi pada akhir perkuliahan stoikiometri. Hasil analisis ini digunakan sebagai acuan dalam penyusunan isi materi dalam modul pada tahap selanjutnya.

Tabel 3. Hasil Analisis RPS Mata Kuliah Stoikiometri

No.	Sub CPMK	Materi	Konsep
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 Avogadro
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
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 Massa/Volume, ppm, ppb, Fraksi Mol, Normalitas
11	Mahasiswa mampu menganalisis konsep konsentrasi larutan	Pengenceran Larutan	Larutan Peekat, Larutan Encer, Pengenceran Larutan
12	Mahasiswa mampu memahami penentuan rumus kimia	Penentuan Rumus Empiris Penentuan Rumus Molekul Senyawa	Rumus Kimia, Rumus Empiris, Rumus Molekul Senyawa, Senyawa Hidrat, Rumus Senyawa Hidrat

No.	Sub CPMK	Materi	Konsep
13	Mahasiswa mampu mengaplikasikan perhitungan kemurnian zat	Penentuan Persamaan Senyawa Hidrat (Air Kristal) Kemurnian Zat	Zat Pengotor, Persen Kemurnian

Tahap 2: Perancangan Modul

Pada tahap ini dilakukan pengembangan modul pembelajaran berdasarkan hasil pada tahap analisis kebutuhan. Referensi yang digunakan dalam penyusunan materi adalah buku *General Chemistry* dan *Kimia Dasar Universitas*. Isi materi disusun dan dikembangkan ke dalam draft modul sesuai dengan pokok-pokok materi pada hasil analisis kebutuhan. Modul juga dilengkapi dengan ilustrasi gambar yang sesuai dan mendukung penjelasan isi materi pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Selanjutnya dilakukan perancangan sistematika dan komponen yang dikembangkan dalam modul pembelajaran untuk menentukan format penulisan modul. Sistematika modul 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 CPMK 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 pengembangan modul.

Langkah selanjutnya adalah mendesain modul pembelajaran menggunakan aplikasi *Microsoft Power Point*. Desain modul pembelajaran mencakup desain *cover* modul, penyajian materi, dan tata letak gambar. Desain *cover* mencakup judul modul, nama pengembang, dan identitas institusi. Agar lebih menarik, *cover* dilengkapi dengan desain gambar konsep kimia berbasis multipel representasi yang menjadi ciri khas modul yang dikembangkan. Pada bagian pendahuluan, modul juga dilengkapi dengan petunjuk penggunaan yang membantu mahasiswa untuk mempelajari modul secara tepat.



Gambar 1. Desain Sampul Depan dan Petunjuk Penggunaan Modul Pada bagian inti modul, isi materi didesain untuk menyajikan konsep stoikiometri pada tiga level 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 CPMK yang harus dicapai.

$1 \text{ mol} = 6,022 \times 10^{23} \text{ partikel}$

Bilangan Avogadro dapat didefinisikan sebagai jumlah partikel dalam 1 mol zat. Dengan kata lain, satu mol setiap zat mengandung $6,022 \times 10^{23}$ partikel penyusun zat itu (atom, molekul, atau ion). Artinya 1 mol atom, 1 mol molekul, atau 1 mol ion, jumlahnya sebanyak bilangan Avogadro. Bilangan ini merupakan angka yang sangat besar, sangat sesuai digunakan sebagai satuan jumlah atom, molekul, dan ion yang ukurannya sangat kecil dan jumlahnya sangat banyak. Satu mol H_2O mengandung molekul air sebanyak $6,022 \times 10^{23}$. Dalam 1 mol tembaga terdapat $6,022 \times 10^{23}$ atom tembaga. Satu mol NaCl mengandung ion-ion penyusunnya sebanyak bilangan Avogadro (Gambar 27).

Gambar 27. Partikel dalam Satu Mol H_2O , Cu , dan NaCl
Sumber: Silberberg, 2012

Cermati dengan baik contoh berikut.

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

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

Semu 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_2 ?

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_2

1 mol Li = 6,941 g Li

Strategi:

$$7,79 \text{ g } \text{H}_2 \rightarrow ? \text{ mol } \text{H}_2 \rightarrow ? \text{ mol Li} \rightarrow ? \text{ g Li}$$

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

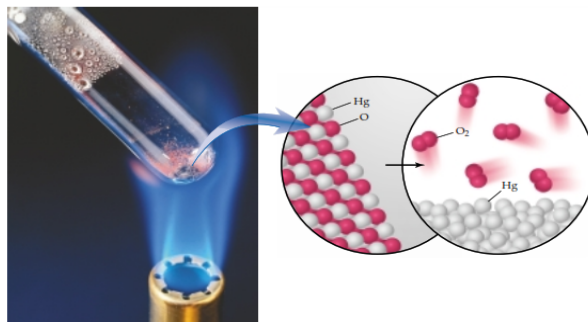
Gambar 2. Desain Penyajian Isi Materi pada Modul

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.

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.

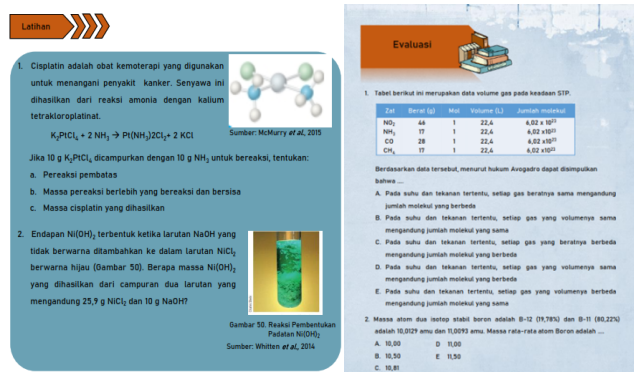
Level submikroskopik dapat disajikan menggunakan representasi simbolik yang berupa simbol, lambang kimia, angka, persamaan matematika, dan persamaan reaksi kimia. Simbol dapat digunakan untuk merepresentasikan struktur partikel-partikel (atom, molekul, ion) penyusun setiap unsur maupun senyawa kimia. 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 makroskopik dan submikroskopik yang terjadi pada fenomena reaksi pemanasan serbuk merah MgO seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. 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 Hg. 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 3. Contoh Representasi Reaksi Pemanasan Serbuk Merah MgO Berbasis Multipel Representasi

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 dalam modul juga menggunakan faktor konversi untuk mengubah satuan dalam perhitungan kimia. Faktor konversi ini digunakan dalam penyelesaian contoh soal pada setiap bab.



Gambar 4. Desain Soal Latihan dan Evaluasi

Pada setiap akhir bab, modul dilengkapi dengan soal latihan dan kunci jawaban untuk melatih pemahaman konsep mahasiswa di setiap materi pembelajaran. Modul juga menyediakan soal evaluasi disertai kunci jawaban untuk menguji dan mengukur pemahaman konsep mahasiswa setelah semua materi dalam modul selesai dipelajari. 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.

Tahap 3: Validasi Modul

Pada tahap ini, draft modul pembelajaran yang dihasilkan pada tahap perancangan dinilai oleh tim ahli. Validasi produk dilakukan untuk menguji kualitas modul yang telah dikembangkan. Validasi dilakukan terhadap tiga aspek yang meliputi aspek tampilan, penyajian, materi, dan bahasa. Keempat aspek divalidasi oleh dua validator ahli yang merupakan dosen pengampu mata kuliah stoikiometri. Berdasarkan hasil penilaian tim ahli terhadap modul pembelajaran, validator II memberikan saran untuk menambahkan isi materi pada bab 2 terkait definisi konsep faktor konversi.

Validitas Modul

Validitas modul ditentukan berdasarkan analisis data skor hasil validasi ahli. Berdasarkan hasil penilaian tim ahli diperoleh rerata skor penilaian terhadap kualitas modul sebesar 95,17% yang memenuhi kriteria sangat valid (Rohman dkk., 2021). Temuan penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Hasibuan & Sari (2020) dan Rahmawati (2016) yang memperoleh skor rata-rata persentase validasi ahli sebesar 91% dan 81,25% pada pengembangan modul berbasis multipel representasi pada mata kuliah kimia dasar.

Tabel 4. Validitas Modul Berdasarkan Hasil Penilaian Tim Ahli

No.	Aspek Penilaian	Penilaian Rata-rata (%)	Kategori
1	Penyajian	100	Sangat Valid
2	Materi	95,7	Sangat Valid
3	Bahasa	93,3	Sangat Valid
4	Tampilan	91,7	Sangat Valid
	Rata-rata	95,17	Sangat Valid

Validitas modul ditinjau dari aspek tampilan, penyajian, materi, dan bahasa. Validitas 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. Validitas 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. Validitas 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. Validitas aspek bahasa ditentukan berdasarkan hasil analisis data penilaian tim ahli terhadap tiga kriteria yang meliputi kejelasan bahasa dan kalimat, serta kesesuaian bahasa dengan PUEBI.

Hasil analisis data penilaian tim ahli terhadap kualitas modul pembelajaran yang dikembangkan menunjukkan bahwa modul memperoleh rata-rata skor penilaian tertinggi pada aspek penyajian sebesar 100% dengan kriteria sangat valid. Ini artinya, modul pembelajaran yang dikembangkan mampu menyajikan petunjuk penggunaan modul, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan sistematika penyusunan modul dengan jelas. Selanjutnya, aspek materi dalam modul memperoleh rerata skor penilaian ahli sebesar 95,7% dengan kriteria sangat valid. Temuan ini mengindikasikan bahwa materi yang dikembangkan dalam modul telah memenuhi 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 rerata skor penilaian sebesar 93,3% dengan kriteria sangat valid. Temuan ini menunjukkan bahwa modul menggunakan bahasa dan kalimat yang jelas dan mudah dipahami dalam penyampaian isi materi. Modul juga dinilai komunikatif dan konsisten dalam menggunakan simbol (Amdayani dkk., 2021). Aspek

tampilan modul memperoleh skor penilaian sebesar 91,7% dengan kriteria sangat valid. 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. Temuan ini didukung oleh 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.

Tahap 4: Evaluasi

Modul pembelajaran yang telah dinilai kualitasnya dan direvisi sesuai saran validator kemudian diuji keterbacaannya pada mahasiswa prodi pendidikan kimia sebagai calon pengguna modul. Uji keterbacaan ini dilakukan sebanyak dua tahap. Tahap pertama telah 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 dilanjutkan dengan uji coba utama. Uji coba utama penggunaan modul telah dilakukan pada proses pembelajaran dengan melibatkan 25 mahasiswa. Mahasiswa diberikan modul, kemudian diminta untuk menilai dan mengisi angket praktikalitas sebagai umpan balik terhadap modul.

Tabel 5. Tanggapan Mahasiswa Terhadap Modul Pada Angket Praktikalitas

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

No.	Kategori	Skor				
		1	2	3	4	5
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

Praktikalitas Modul

Modul yang telah dinyatakan sangat valid 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 tingkat kepraktisan yang sangat tinggi. Temuan ini sejalan dengan hasil 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 bersifat praktis dapat dengan mudah digunakan kapan saja secara berkesinambungan dan menarik sehingga dapat meningkatkan minat belajar mahasiswa (Bahri & Iryani, 2020).

Penilaian praktikalitas meliputi aspek kemudahan penggunaan modul, 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 menyediakan petunjuk penggunaan yang mudah dipahami pembaca, penyajian materi yang jelas, dan dapat digunakan berulang kali oleh mahasiswa (Amdayani dkk., 2021).

Tabel 5. Rekapitulasi Skor Praktikalitas Modul

No.	Aspek	Skor Praktikalitas (%)	Kriteria
1	Kemudahan penggunaan	95,3	Sangat praktis
2	Efisiensi waktu pembelajaran	93,6	Sangat praktis
3	Fungsi penggunaan modul	93,6	Sangat praktis
	Rata-rata	94,17	Sangat praktis

Aspek efisiensi waktu pembelajaran dan fungsi penggunaan modul memperoleh skor praktikalitas 93,6% dengan kategori sangat praktis. Kepraktisan yang sangat tinggi pada aspek efisiensi waktu menunjukkan bahwa modul berbasis multipel representasi yang telah dikembangkan berupaya mempermudah dosen dalam membelajarkan materi perkuliahan stoikiometri kepada mahasiswa sehingga waktu pembelajaran menjadi lebih efisien dan optimal. Kepraktisan yang sangat tinggi pada aspek penggunaan menunjukkan bahwa modul berbasis multipel representasi yang telah dikembangkan pada penelitian ini memberikan manfaat yang besar bagi mahasiswa. Modul dapat meningkatkan motivasi dan rasa ingin tahu mahasiswa, serta melatih kemampuan kognitif mahasiswa untuk berpikir kritis (Amdayani dkk., 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran berbasis multipel representasi memperoleh skor rata-rata penilaian tim ahli sebesar 95,17% dengan kriteria sangat valid. Modul pembelajaran berbasis multipel representasi memperoleh skor praktikalitas sebesar 94,17% dengan kriteria sangat praktis. Dengan demikian, modul stoikiometri berbasis multipel representasi dapat digunakan sebagai sumber belajar pendukung pada perkuliahan stoikiometri.

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.
- 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).
- Atmaja, RM. T.P, Sulastri, 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.
- 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.
- 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).
- 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).
- 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.
- Menold, N. & Bogner, K. (2016). *Design of rating scales in questionnaires*. Germany: GESIS Survey Guidelines-Leibniz Institute for the Social Science.
- 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.
- Mujala, A., Reza, M., & Puspita, K. (2022). Pengembangan Buku Pegangan Guru untuk Pembelajaran Kimia Terintegrasi Ayat-ayat Al-Qur'an. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 10(1), 161-175.
- Permatasari, M. B., Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2022). Chemistry Learning Using Multiple Representations: A Systematic Literature Review. *Jorunal of Science Learning*, 5(2), 334-341.
- 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.
- Puspita, K., Nazar, M., Hanum, L., & Reza, M. (2021). Pengembangan E-modul praktikum kimia dasar menggunakan aplikasi canva design. *Jurnal Ipa & Pembelajaran Ipa*, 5(2), 151-161.
- Rahmawati, A. (2016) . Pengembangan Modul Kimia Dasar Berbasis Multipel Level Representasi untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 5 (2).
- Reza, M., Hamama, R., Maulida, S., Nurdin, N., Mayasri, A., & Rizkia, N. (2021). Persepsi Mahasiswa terhadap Pembelajaran Daring Berbasis Video dengan Bantuan Pen Tablet Selama Pandemi Covid-19. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 5(2), 124-136.
- 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.
- 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.

- Sudirman. (2021). Identifikasi Pemahaman Materi Stoikiometri pada Mahasiswa Baru Pendidikan Kimia FKIP Undana. *Jurnal Beta Kimia*. 1(1): 2.
- 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).
- 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.
- Tarkın, 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.
- Wiyarsi A., Sutrisno, H. & Rohaeti, E. (2018). The Effect of Multiple Representation Approach on Students' Creative 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.