

Pengembangan Modul Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) Terintegrasi STEM Materi Kestimbangan Kimia Fase F Kelas XI

Volma Elviana Clara Manalu¹, Desy Kurniawati^{2*}

^{1,2}Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang
e-mail: volmaelvianaclaramanalu@gmail.com desy.chem@gmail.com*

Abstrak

Kestimbangan kimia merupakan materi yang dianggap sulit oleh peserta didik. Hal ini disebabkan karena masih kurangnya bahan ajar yang dapat menarik perhatian peserta didik. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan modul berbasis PBL terintegrasi STEM materi kestimbangan kimia dan untuk menentukan validitas dan praktikalitas modul yang dikembangkan. Penelitian *R&D* dengan model 4-D ini dilakukan di SMAN 12 Padang. Setelah dilakukan uji validitas dan praktikalitas, hasil yang didapatkan yaitu hasil validasi sebesar 0,92 dan praktikalitas guru dan peserta didik yaitu 90% dan 93% dengan kategori sangat praktis.

Kata kunci: *Modul, PBL-STEM, Kestimbangan Kimia, Model 4-D*

Abstract

Chemical equilibrium is a material that is considered difficult by students. This is because there is still a lack of teaching materials that can attract students' attention. So the purpose of this study is to develop a PBL-based module integrated with STEM on chemical equilibrium material and to determine the validity and practicality of the developed module. This *R&D* research with the 4-D model was conducted at SMAN 12 Padang. After the validity and practicality tests were carried out, the results obtained were a validation result of 0.92 and the practicality of teachers and students was 90% and 93% with a very practical category.

Keywords : *Module, PBL-STEM, Chemical Equilibrium, 4-D Model*

PENDAHULUAN

Dalam setiap proses pembelajaran, guru mempunyai kemampuan untuk meningkatkan kualitas belajar dengan cara menyediakan sumber daya dan media pembelajaran untuk digunakan (Desriyanti & Lazulva, 2016). Modul adalah suatu bahan ajar dimana modul terdiri dari satuan pembelajaran yang lebih kecil yang disusun secara sinkronisasi (Sirate & Ramadhana, 2017). Menurut Putra & Iryani (2020), modul termasuk bahan ajar berbasis cetak yang mampi membantu guru untuk meningkatkan prestasi akademik siswa. Dengan modul diharapkan pembelajaran

menjadi fleksibel sesuai kemampuan siswa sehingga setiap siswa dapat mencapai kompotensinya.

Problem Based Learning (PBL) selaras dengan tujuan modul ini, karena mendorong siswa untuk menghubungkan konsep abstrak dengan permasalahan dunia nyata, sehingga meningkatkan pemahaman yang lebih mendalam (Herdiawan, Langitasari, & Solfarina, 2019). Model pembelajaran PBL memulai prosesnya dengan menghadirkan permasalahan yang sering ditemukan siswa. Untuk mengoptimalkan kualitas modul, maka perlu diintegrasikan dengan suatu pendekatan yaitu *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). STEM mencakup suatu kemampuan untuk mengaplikasikan pengetahuan yang diajarkan dibidang sains, teknologi, teknik, dan matematika, serta keterampilan seperti perilaku ilmiah, pemecahan masalah, dan penyelidikan ilmiah (Irmitha, 2018). Model PBL berpendekatan STEM, yang menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika, juga akan membuat siswa menjadi kreatif dalam melakukan penyelesaian masalah yang ditemukan pada kehidupan sekitar (Winami, Zubaidah, & Koes, 2016).

Penerapan dari modul terintegrasi berbasis PBL-STEM ini diperlukan pada materi Keseimbangan Kimia di Fase F kelas XI semester genap. Karena materi ini sangat abstrak dan memerlukan kemampuan berpikir kritis, maka bahan ajar yang digunakan harus membantu siswa agar tidak mengalami miskonsepsi dan kesulitan dalam proses pembelajaran (Helsy & Andriyani, 2017). Materi ini akan berhubungan dengan materi kimia lanjutan yang lebih kompleks (Sarah, Aini, & Fitriza, 2023). Karena materi ini terdiri dari perhitungan, guru dapat mengajarkannya dengan banyak metode, teknik, model, pendekatan, dan media pembelajaran (Fitriani & Yerimadesi, 2022)

Hal ini didukung dari hasil penyebaran angket di SMA Pembangunan Laboratorium UNP, SMAN 7 Padang, dan SMAN 12 Padang yang berjumlah 90 orang peserta didik. Berdasarkan hasil pengamatan, 71% siswa merasa sulit memahami materi keseimbangan kimia. Kurangnya bahan ajar yang bervariasi serta bahan ajar yang mampu mempermudah pemahaman siswa menjadi salah satu alasan siswa terkendala dalam belajar keseimbangan kimia. Hasil wawancara dengan 3 orang guru kimia juga menunjukkan bahwa memang sangat perlu dikembangkan modul yang dapat mempermudah dan meningkatkan pemahaman terhadap keseimbangan kimia serta berfokus pada peserta didik. Sehingga, dilakukanlah pengembangan modul berbasis PBL terintegrasi STEM materi Keseimbangan Kimia Fase F Kelas XI serta uji validitas dan praktikalitas terhadap modul.

METODE

Tahapan dari modul 4-D yang dilakukan hanya hingga tahap pengembangan. Penelitian dilakukan di SMAN 12 Padang pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025. Validasi modul terhadap 3 dosen kimia UNP dan 2 guru kimia dianalisis dengan formula (Aiken, 1985) berikut ini:

$$V = \frac{\sum S}{n(c-1)}$$

$$S = r - lo$$

Keterangan :

lo = skala likert terendah

c = skala likert tertinggi

r = skor validator

Nilai yang didapat kemudian dianalisis dengan kategori Aiken's V yang ada pada tabel berikut ini :

Tabel 1. Kategori Validitas Menurut Indeks Aiken's V

Indeks Aiken V	Kategori
$\leq 0,4$	Kurang
$0,4 < V \leq 0,8$	Sedang
$0,8 > V$	Valid

(Retnawati, 2016)

Selanjutnya kepraktisan modul dinilai oleh 2 guru dan siswa kelas XII. Hasil kepraktisan yang didapat selanjutnya di analisis dengan rumus berikut :

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\%$$

(Purwanto, 2011)

Keterangan:

NP = Nilai Praktikalitas

R = Skor yang didapatkan

SM = Skor maksimum

Kategori praktikalitas produk ditentukan sesuai tabel berikut :

Tabel 2. Kriteria Praktikalitas

Hasil (%)	Kategori
86 - 100	Sangat Praktis
76 - 85	Praktis
60 - 75	Cukup Praktis
55 - 59	Kurang Praktis
≤ 54	Sangat Kurang Praktis

(Purwanto, 2011)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Pendefinisian (*Define*)

1. Analisis Ujung Depan

Analisis ujung-depan dilakukan dengan tujuan untuk menemukan persoalan mendasar dalam pembelajaran materi kesetimbangan kimia. Permasalahan ini terungkap melalui observasi langsung, diskusi, wawancara dengan 3 guru kimia, dan

kepada 90 siswa di SMAN 7 Padang, SMAN 8 Padang, dan SMA Pembangunan Laboratorium UNP melalui angket observasi. Temuan utama menunjukkan bahwa materi kesetimbangan kimia dianggap sulit oleh siswa karena keterbatasan bahan ajar yang bervariasi sehingga siswa tidak antusias dalam pembelajaran. Selain itu, bahan ajar yang tersedia belum dapat memudahkan pemahaman peserta didik terhadap kesetimbangan kimia.

2. Analisis Peserta Didik

Analisis ini dibutuhkan untuk menyesuaikan produk agar sesuai dengan kebutuhan siswa. Ditemukan bahwa hanya 46% siswa yang menganggap bahan ajar yang ada di sekolah menarik untuk digunakan. Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan daya tarik bahan ajar untuk meningkatkan minat belajar siswa. Temuan ini juga menunjukkan bahwa siswa lebih tertarik pada bahan ajar yang dikemas dengan cara yang menarik dan penuh warna.

3. Analisis Konsep

Analisis konseptual mengidentifikasi konsep-konsep spesifik yang perlu diklarifikasi untuk siswa serta mengaturnya secara sistematis sesuai dengan urutan penyajiannya. Tiga konsep utama dalam materi kesetimbangan kimia adalah konsep kesetimbangan dinamis, tetapan kesetimbangan kimia dan pergeseran kesetimbangan kimia.

4. Analisis Tugas

Analisis ini terdiri dari kompetensi yang akan dikembangkan pada proses pembelajaran. Dengan analisis ini disusunlah CP, TP, dan ATP. Tujuan dari analisis tugas yakni guna menentukan dan menyesuaikan cakupan materi dan kegiatan pembelajaran sebagai dasar dalam pengembangan modul yang dilakukan.

5. Analisis Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menggabungkan analisis konsep dan tugas yang akan dilakukan siswa selama proses pembelajaran. Analisis ini digunakan untuk membuat tujuan pembelajaran yang harus dicapai siswa.

Tahap Perancangan (*Design*)

1. Pemilihan Media (*Media Selection*)

Tahap ini melibatkan penetapan media yang paling cocok digunakan di kelas mengingat kondisi lingkungan dan karakteristik peserta didik. Modul dapat digunakan sebagai bahan ajar dikarenakan bisa dijalankan di manapun, kapanpun serta mendukung pembelajaran secara mandiri.

2. Pemilihan Format (*Format Selection*)

Modul yang dikembangkan memanfaatkan bantuan *Microsoft Word* 2019 dan aplikasi *Canva*. Susunan bentuk penulisan yang digunakan yaitu *Times New Roman*, *Sitka Text Semibold*, *Corbel* dengan ukuran huruf 12,22, dan 28 pt.

3. Rancangan Awal

Rancangan awal dari modul yang dikembangkan disusun berdasarkan buku panduan penyusunan modul (Kemendikbud, 2017) yang terdiri dari *cover*, halaman pendukung, pendahuluan, kegiatan pembelajaran yang terdiri dari sintak-sintak PBL yaitu : 1) Orientasi peserta didik terhadap masalah, 2) Mengorganisir kegiatan pembelajaran, 3) Membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok, 4)

Mengembangkan dan menyajikan hasil karya, dan 5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Pengintegrasian STEM didalam modul terdapat pada sintak membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok. Dalam kegiatan pembelajaran, terdapat juga rangkuman, tugas, latihan dan penilaian diri. Setelah kegiatan pembelajaran, terdapat komponen evaluasi, daftar pustaka dan kunci jawaban pada modul. Berikut adalah tampilan luar dari modul yang dikembangkan :



Gambar 1. Cover Modul

Tahap Pengembangan (*Development*)

Langkah pengembangan (*develop*) melibatkan evaluasi modul yang dikembangkan yang terdiri dari :

1. Uji Validitas

Penilaian terhadap modul yang dikembangkan telah dilakukan oleh validator dalam rangka menetapkan kelayakan bahan ajar dan penilaian validator serta memberikan saran untuk merevisi atau memperbaiki bahan ajar yang telah dirancang. Kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan adalah empat komponen utama proses pengujian validitas (Depdiknas, 2008).

a. Kelayakan Isi

Hasil penelitian menunjukkan validitas kelayakan isi pada modul yaitu sebesar 0,89 dan sudah tergolong valid. Hal ini menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan telah sesuai dengan tuntutan kurikulum. Aspek ini meliputi kesesuaian isi modul dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dalam pembelajaran. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh (Fitri & Yogica, 2018) yang mengatakan bahwa media pembelajaran yang valid dapat berfungsi sebagai alat bagi peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran.

b. Penyajian Modul

Penyajian modul mendapatkan nilai sebesar 0,92 dan disimpulkan valid. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa modul sudah disusun secara sistematis dan sintak-sintak pembelajaran dalam modul sudah sesuai model PBL. Hal ini didukung oleh pendapat Jannah & Ellizar (2018) yang menyatakan bahwa kategori valid pada kelayakan penyajian menunjukkan bahwa modul yang dihasilkan telah tersusun secara sistematis sesuai dengan unsur modul pembelajaran.

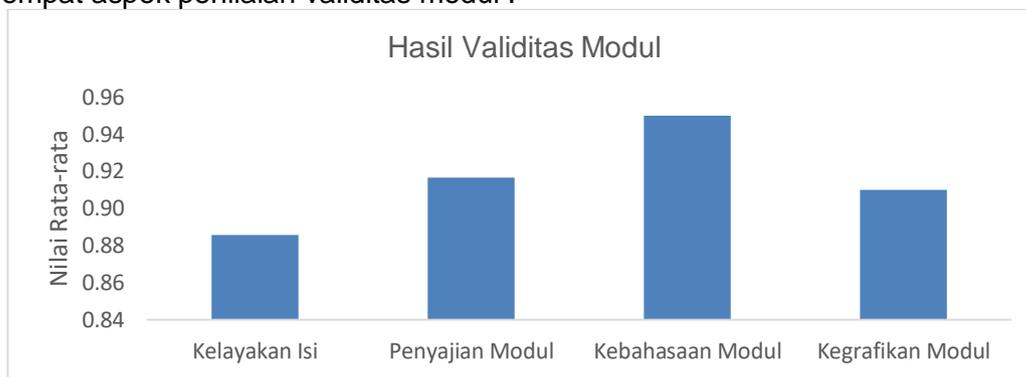
c. Kebahasaan Modul

Menurut Akbar (2013) dalam Amdayani (2021), bahan ajar yang efektif harus komunikatif, artinya isi harus sistematis, sederhana, dan mudah dipahami. Komponen kebahasaan modul dengan nilai validitas 0,95 dapat membuktikan bahwa modul sudah memiliki kebahasaan yang baik dan komunikatif untuk digunakan. Jannah & Ellizar (2018) juga mengungkapkan bahwa validitas bahasa yang sangat tinggi menunjukkan modul sudah menggunakan bahasa komunikatif dan menggunakan bahasa yang mudah dipahami serta konsisten dalam penggunaan simbol/lambang.

d. Kegrifisan Modul

Menurut Lestari & Rahman (2013) modul harus dibuat dengan cara yang menarik sehingga siswa tertarik untuk membaca materi pembelajaran. *Lay out* dan warna modul yang dikembangkan sudah dibuat semenarik mungkin. Sehingga setelah didapatkan nilai aspek kegrafisan modul sebesar 0,91, modul tersebut akan dapat meningkatkan minat belajar siswa karena terbukti memiliki tampilan grafis yang baik.

Secara keseluruhan hasil yang didapatkan menunjukkan kevalidan modul terhadap empat komponen penilaian dengan nilai rata-rata \bar{V} adalah 0,92 yang menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan telah valid. Berikut adalah grafik penilaian dari keempat aspek penilaian validitas modul :



Gambar 2. Grafik Penilaian Validitas Modul

2. Revisi

Tahap dilakukan untuk memastikan bahwa hasil modul dapat digunakan sebaik mungkin. Tujuan revisi ini adalah untuk memperbaiki beberapa komponen modul yang dianggap kurang sesuai sebelum dilakukan uji praktikalitas. Setelah dilakukannya

revisi dan perbaikan, maka modul yang dikembangkan dilanjutkan ke tahap praktikalitas.

3. Uji Praktikalitas

a. Praktikalitas terhadap guru

Uji kepraktisan modul menghasilkan data terkait kemudahan penggunaan dan kelayakan penerapannya. Data ini diperoleh melalui penyebaran lembar penilaian kepada guru dan siswa kelas XII SMAN 12 Padang. Menurut Sukardi (2011) kepraktisan bahan ajar dilihat dari seberapa mudah modul digunakan, efisiensi waktu, dan manfaatnya. Berikut adalah grafik hasil praktikalitas yang didapatkan:

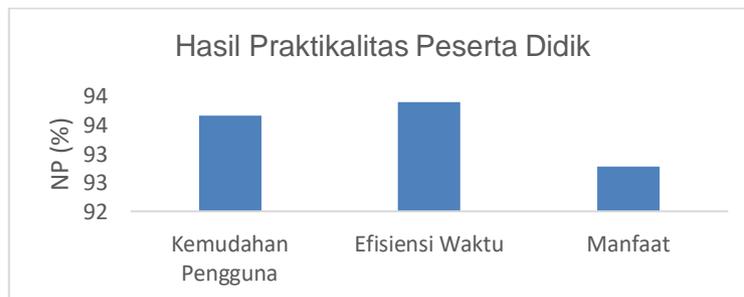


Gambar 3. Grafik Praktikalitas Guru

Berdasarkan data dalam grafik, setelah dilakukan pengolahan pada terhadap hasil yang didapatkan dari ketiga aspek penilaian praktikalitas diperoleh rata-rata nilai praktikalitas dari guru yaitu 90 % dengan kategori sangat praktis. Arimadona & Silvina (2019) menyatakan bahwa rerata praktikalitas guru yang sangat tinggi menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan telah dapat membantu dan mempermudah guru dalam memfasilitasi pembelajaran yang akan dilakukan.

b. Praktikalitas terhadap peserta didik

Setelah diperoleh hasil praktikalitas pada guru, selanjutnya dilakukan uji praktikalitas pada 36 orang peserta didik. Berikut adalah grafik dari hasil yang didapatkan dari ketiga aspek penilaian praktikalitas.



Gambar 4. Grafik Praktikalitas Peserta Didik

Berdasarkan grafik dapat diketahui modul yang dihasilkan telah dapat dengan mudah digunakan, membuat waktu pembelajaran lebih efisien, dan bermanfaat dalam memaksimalkan pembelajaran yang dilaksanakan. Hal ini didapatkan dari tingkat kepraktisan yang didapatkan dari ketiga aspek penilaian praktikalitas modul yang memperoleh rata-rata sebesar 93% dengan kategori sangat praktis.

SIMPULAN

Setelah penelitian disimpulkan bahwa modul berbasis PBL terintegrasi STEM materi kesetimbangan kimia telah berhasil dikembangkan dan hasil uji validitas menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan valid dengan nilai 0,92. Selain itu, uji praktikalitas yang dilakukan mendapat hasil yaitu 90% dari guru dan 93% dari peserta didik. Kemudian disarankan kepada peneliti selanjutnya disarankan untuk dapat melanjutkan ke tahap *dessiminate* (penyebaran) untuk menguji tingkat keefektivitasan bahan ajar pada proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, L. (1985). *Three Coefficients For Analyzing The Reliability And Validity Of Ratings*. Educational And Psychological Measurement.
- Amdayani, S. (2021). Validitas Dan Praktikalitas Penuntun Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry Untuk Semester Genap Kelas X IPA SMA. *Sej (School Education Journal)*.
- Arimadona, S., & Silvina, R. (2019). Pengembangan Modul Pembelajaran Zat Adiktif Dan Psikotropika Berbasis Scientific Approach Dengan Crossword Puzzle . *Jipva (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)* .
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta.
- Desriyanti, & Lazulva. (2016). Penerapan Problem Based Learning Pada Pembelajaran Konsep Hidrolisis Garam Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Tadris Kimiya*, 70-78.
- Fitri, R., & Yogica, R. (2018). Validitas Game Edukasi Klasifikasi Tumbuhan Berbasis Permainan Koa Sebagai Media Pembelajaran Biologi. *Jurnal Pedagogi Hayati* .
- Fitriani, M., & Yerimadesi. (2022). Pengaruh Penerapan Model Guided Discovery Learning Berbasis Lesson Study For Learning Community Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Kesetimbangan Kimia Di SMAN Padang. *Jurnal Pendidikan Tambusai* .
- Helsy, I., & Andriyani, L. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Pada Materi Kesetimbangan Kimia Berorientasi Multipel Representasi Kimia. *Jurnal Tadris Kimiya*.
- Herdiawan, H., Langitasari, I., & Solfarina. (2019). Penerapan PBL Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Konsep Koloid. *Educhemia*.

- Irmita, L. U. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Menggunakan Pendekatan Science, Technology, Engineering And Mathematic (STEM) Pada Materi Kesetimbangan Kimia. *Orbital : Jurnal Pendidikan Kimia*.
- Jannah, W., & Ellizar. (2018). Validitas Dan Praktikalitas Modul Larutan Penyangga Berbasis Pendekatan Saintifik Dengan Menerapkan Teknik Probing Dan Prompting Untuk Kelas XI SMA/ MA. *Menara Ilmu*.
- Kemendikbud. (2017). *Panduan Praktis Penyusunan E-Modul*. Jakarta.
- Lestari, E., & Rahman, A. (2013). Pengembangan Modul Pembelajaran Soal Cerita Matematika Kontekstual Berbahasa Inggris Untuk Siswa Kelas X. *Universitas Negeri Malang*.
- Purwanto. (2011). *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Putra, R. F., & Iryani. (2020). Efektivitas Penggunaan Modul Ikatan Kimia Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X MIPA SMA Negeri 4 Padang. *Ranah Research (Jurnal Of Multidicsiplinary Research And Development)* .
- Retnawati, H. (2016). *Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian* . Yogyakarta: Parama Publishing.
- Sarah, S., Aini, F. Q., & Fitriza, Z. (2023). Content Structure Analysis Of Merdeka Curriculum On Chemical Equilibrium Topic In F Phase. *Hydrogen : Jurnal Kependidikan Kimia*.
- Sirate, S. F., & Ramadhana, R. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Keterampilan Literasi. *E-Jurnal Uin Alauddin Makassar*.
- Suciana, D., & Ellizar. (2019). Pengembangan Modul Laju Reaksi Berbasis Pendekatan Saintifik Dengan Pertanyaan Probing Prompting Untuk Kelas XI SMA/MA. *Edukimia*.
- Sukardi. (2011). *Evaluasi Pendidikan* . Jakarta: Bumi Aksara.
- Winarni, J., Zubaidah, S., & Koes, S. (2016). STEM : Apa, Mengapa, Dan Bagaimana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM*.