

Pengembangan Modul Kimia Materi Koloid Berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*)

H Arindawati¹, R Y Pratiwi², and F Oviyanti³

^{1,2} Prodi Pendidikan Kimia, UIN Raden Fatah Palembang, Jl. Prof. KH Zainal Abidin Fikri Km 3,5 Palembang, Indonesia

³ Prodi Magister Pendidikan Agama Islam, UIN Raden Fatah Palembang, Jl. Prof. KH Zainal Abidin Fikri Km 3,5 Palembang, Indonesia

[*ravenskyuriantypratiwi_uin@radenfatah.ac.id](mailto:ravenskyuriantypratiwi_uin@radenfatah.ac.id)

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan modul kimia materi koloid berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*) dengan kriteria valid dan layak. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang dibatasi sampai tahap pengembangan. Langkah-langkah pengembangan produk yang digunakan meliputi *analysis* (analisis), *design* (perancangan) serta *development* (pengembangan). Berdasarkan hasil penilaian validasi yang telah dilaksanakan diperoleh nilai validitas modul untuk ahli bahasa sebesar 78,80% dengan kategori valid, ahli kimia dibidang STEM-PBL sebesar 85,84% dengan kategori sangat valid, dan ahli desain sebesar 85,71% dengan kriteria sangat valid. Berdasarkan hasil uji kelayakan yang telah dilaksanakan pada tahap *one-to-one* diperoleh nilai 50 dengan kategori kurang menarik dan pada tahap *small group* diperoleh nilai 70 dengan kategori menarik. Modul pembelajaran materi koloid berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*) dinyatakan valid dan layak.

Kata kunci : Modul, STEM-PBL (*Problem Based Learning*), koloid

1. Pendahuluan

Pendidikan adalah upaya yang dilakukan untuk menyiapkan siswa melalui kegiatan pembelajaran yang bertujuan untuk membantu siswa secara aktif mengembangkan potensi, kemampuan, dan bakat yang dimilikinya. Permendikbud No. 65 Tahun 2013 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah telah menyatakan pentingnya proses pembelajaran menggunakan kaidah-kaidah pendekatan saintifik/ilmiah. Pendidikan sangat berperan penting dalam kehidupan manusia karena menuntut ilmu menjadi suatu kewajiban yang harus dilaksanakan bagi setiap muslim, sebagaimana Allah Subhanahu Wa Ta'ala telah berjanji akan meninggikan derajat orang-orang yang berilmu. Sebagaimana Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman dalam Qs. Al-Mujadalah ayat 11.

يَأَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحَ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ أَنْشُرُوا فَأَنْشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ
﴿أَوْثُرُوا﴾ أَلْعَلَّمْ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ۝ ۱۱

Artinya: “Hai orang-orang beriman, apabila dikatakan kepadamu: “Berlapang-lapanglah dalam majlis”, maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: “Berdirilah kamu”, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan” (Qs. Al-Mujadalah ayat 11).

Adapun perkembangan teknologi yang semakin canggih kini memasuki era revolusi industri 4.0, yakni menekankan pada pola *digital economy*, *artificial intelligence*, *big data*, *robotic*, dan lain sebagainya atau dikenal dengan fenomena *disruptive*. Tuntutan era industri 4.0 SDM (sumber daya manusia) masa depan Indonesia yang berkualitas dengan cara membangun *role model* pendidik dan peneliti yang ideal sekaligus menumbuhkan *academic* di perguruan tinggi [1]. Hal ini karena dunia pendidikan perlu menekankan peserta didik untuk dapat berpikir secara aktif, berpikir secara kritis, komunikatif serta dapat berkolaborasi untuk memecahkan permasalahan yang ada pada dunia nyata, ini sejalan dengan pendapat dari [2] yang mengemukakan bahwa perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi begitu pesat seiring dengan perkembangan zaman abad ke-21. Pada abad ke-21 diharapkan siswa dapat bersaing secara global

Dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang dapat bersaing secara global maka dapat melalui pendidikan yaitu dengan mengembangkan keterampilan berpikir dan keterampilan pemecah masalah. Pendidikan sangat berperan penting dalam membentuk karakter, dalam pendidikan proses pembelajaran di kelas sangat bergantung dengan sumber belajar baik guru, buku, modul serta keterampilan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa [3].

Hasil penilaian dari *Programme for International Student Assessment (PISA)* tahun 2018 menunjukkan bahwa pelajar di Indonesia memiliki nilai paling rendah pada bidang Matematika, Sains, dan Membaca di dibandingkan dengan 79 negara lain dengan skor rata-rata 371 di mana skor rata-rata secara keseluruhan 487 [1]. Hasil *Study Trends In International Mathematics and Science Study (TIMSS)* dan PISA menunjukkan bahwa keterampilan berpikir siswa masih rendah, keterampilan membaca siswa masih rendah, keterampilan sains dan matematika siswa masih rendah serta siswa masih belum memiliki keterampilan untuk menjadi berpikir yang kreatif dan pemecah masalah.

Sejalan dengan hasil ujian pada semester Gazal peserta didik di MAN 2 Palembang diketahui bahwa sebanyak 98 peserta didik dari 167 orang memiliki hasil ujian yang rendah, hal ini sejalan dengan hasil presentasinya, bahwa ada 51,85% peserta didik mendapatkan nilai dibawah KKM yang mana KKM pada MAN 2 Palembang sebesar 74, serta untuk peserta didik, hal ini menunjukkan hasil belajar mereka masih tergolong rendah.

Adapun beberapa masalah yang didapat berdasarkan hasil observasi yang dilakukan oleh peneliti pada hari kamis tanggal 29 November tahun 2019 di MAN 2 Palembang, didapatkan buku ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran menggunakan buku teks dan LKS yang berisi latihan soal-soal. Proses pembelajaran ditekankan pada kemampuan siswa dalam menyelesaikan latihan soal yang terdapat dalam buku teks dan LKS, peserta didik sudah dilatih untuk dapat komunikatif dan kolaborasi untuk menjawab soal yang terdapat di dalam buku teks dan LKS tersebut tetapi hal ini belum efektif. Peserta didik belum dilatih untuk dapat berpikir kreatif, dan berpikir kritis, dalam memperoleh pengetahuan tentang kimia. Peserta didik terbiasa menerima pengetahuan dari guru tanpa adanya kegiatan pemecahan masalah dan penemuan pengetahuan.

Hasil wawancara dengan guru mata pelajaran kimia di MAN 2 Palembang, guru mencantumkan model pembelajaran berbasis masalah pada RPP, tetapi ini belum efektif karena masih terdapat siswa yang mendapatkan hasil ujian di bawah KKM dan pada proses pembelajaran ini belum terdapat modul pembelajaran yang terintegrasi dengan pendekatan STEM di dalamnya.

Berdasarkan angket yang diperoleh dari peserta didik menunjukkan bahwa 66,87% peserta didik masih memerlukan tambahan bahan ajar untuk menunjang proses pembelajaran, lalu 68,75% peserta didik menyatakan bahwa buku teks dan LKS yang digunakan belum terdapat pembuatan proyek dan

pemecahan masalah sehingga bahan ajar tersebut kurang menarik serta ketika diwawancarai beberapa peserta didik menyatakan bahwa bahan ajar tersebut masih membosankan. Hal ini disebabkan 82,5% peserta didik menyatakan bahwa sumber belajar yang mereka miliki belum mampu membuat mereka termotivasi dan dapat belajar mandiri tanpa kehadiran pendidik.

Menurut Beers proses pembelajaran yang hanya menggunakan buku teks dan LKS yang menuntut siswa untuk dapat menyelesaikan soal-soal tentu tidak sejalan dengan tuntutan pada abad ke-21 yang menuntut sumber daya manusia memiliki keterampilan berpikir dan pemecahan masalah [4]. Seorang guru perlu menggunakan suatu pendekatan yang dapat melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa adalah pendekatan pembelajaran STEM. Pembelajaran STEM merupakan terintegrasi dari pembelajaran sains, teknologi, teknik, dan matematika yang disarankan untuk membentuk kesuksesan keterampilan abad ke-21 [5].

Pembelajaran dengan mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika memiliki pengaruh yang besar terhadap prestasi akademik [6]. STEM dapat berkembang apabila dikaitkan dengan lingkungan, sehingga terwujud sebuah pembelajaran yang menghadirkan dunia nyata yang dialami siswa dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini berarti melalui pendekatan STEM siswa tidak hanya sekedar menghafal konsep saja tetapi lebih kepada bagaimana siswa mengerti dan memahami konsep sains dan kaitannya dalam kehidupan sehari-hari. Selain penggunaan pendekatan pembelajaran yang tepat, penggunaan bahan ajar harus sesuai agar keterampilan berpikir siswa dapat terlatih. Bahan ajar sebagai peran penting dalam memastikan keaktifan dalam kegiatan belajar [7]. Bahan ajar yang dapat digunakan salah satunya yaitu modul pembelajaran berbasis STEM. Modul pembelajaran berbasis STEM merupakan salah satu jenis bahan ajar yang dapat membantu siswa untuk mudah memahami suatu materi tertentu dan melatih keterampilan berpikir siswa [4].

Penerapan STEM dapat didukung oleh berbagai metode pembelajaran. STEM yang bersifat integratif memungkinkan berbagai metode pembelajaran dapat digunakan untuk mendukung penerapannya. Merujuk pada irisan antara literasi sains dan kreativitas dengan capaian pembelajaran yang telah dipaparkan sebelumnya ditemukan sejumlah hasil penelitian yang mendukung penggunaan PBL (*Problem Based Learning*) dalam mengaktualisasi kedua kompetensi tersebut. PBL (*Problem Based Learning*) dapat memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan pengetahuan pada isu atau permasalahan sebagai bentuk pemecah masalah. Secara tidak langsung penggunaan PBL (*Problem Based Learning*) mendorong peserta didik untuk menguasai pengetahuan yang diperlukan untuk memecahkan masalah tersebut [8].

Sejalan dengan penelitian dengan judul “Pengembangan Modul IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM-PBL pada Materi Tekanan” hasil yang didapat pada penelitian ini bahwa modul yang terintegrasi STEM sangat efektif untuk dikembangkan dan meningkatkan hasil belajar siswa, didapat hasil belajar siswa sebesar 93,8% setelah menggunakan modul yang terintegrasi nilai STEM-PBL [9].

Koloid merupakan bagian dari ilmu kimia yang mana merupakan suatu bagian dari ilmu pengetahuan alam dan mempelajari materi mengenai struktur, sifat materi (zat), perubahan materi (zat), dan energi yang turut serta dalam perubahan suatu zat atau materi tersebut. Koloid sendiri merupakan campuran heterogen dari dua zat atau lebih dimana partikel-partikel zat terdispersi merata dalam medium zat lain. Zat yang terdispersi dalam partikel disebut fase terdispersi, karakteristik dari koloid sendiri merupakan bagian dari kehidupan dunia nyata yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari [10].

Proses pembelajaran kimia adalah mata pelajaran yang dianggap sulit bagi peserta didik, materi sistem koloid merupakan materi pelajaran yang diajarkan di kelas XI SMA/MA. Materi sistem koloid sendiri memberikan masalah kepada peserta didik jika guru hanya memberikan sebuah teori tanpa adanya proses pendekatan dengan cara peserta didik praktek secara langsung. Maka dari itu berdasarkan uraian diatas, proses pembelajaran harus dikemas dalam sebuah model pembelajaran yang berbasis pendekatan agar peserta didik berperan secara aktif dalam pembelajaran kimia materi koloid. Peneliti tertarik untuk melakukan pengembangan modul dalam proses pembelajaran kimia yaitu “Pengembangan Modul Kimia Materi Koloid Berbasis STEM-PBL”. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk untuk

menghasilkan modul kimia materi koloid berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*) dengan kriteria valid dan layak

2. Metode Penelitian

A. Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan ini adalah *Research and Development*. Desain penelitian yang digunakan adalah desain penelitian dengan metode ADDIE yaitu tahap *Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*, tetapi dalam penelitian ini hanya sampai tahap *Development* saja dikarenakan keterbatasan waktu.

B. Subjek Penelitian

Penelitian ini melibatkan beberapa pihak dalam penelitiannya, diantaranya ahli bahasa, ahli kimia dalam bidang STEM, dan ahli media/design serta responden peserta didik. Responden peserta didik dari kelas XI IPA 2 dan 3 MAN 2 Palembang.

C. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dalam penelitian ini diantaranya :

1. Tahap analisis (*analysis*):

Analisis dilakukan untuk mengetahui permasalahan dasar pengembangan modul kimia. Pada tahap ini dimunculkan fakta-fakta ada atau tidaknya modul pembelajaran kimia berbasis STEM-PBL di MAN 2 Palembang, sehingga diperlukan adanya pengembangan atau perbaikan modul pembelajaran kimia berbasis STEM-PBL untuk membantu guru. Setelah menentukan materi modul, maka akan dilakukan analisis silabus yang digunakan di MAN 2 Palembang. Materi yang dipilih disesuaikan dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar yang ada dalam silabus. Studi literatur materi-materi SMA/MA yang berkaitan dengan konsep materi koloid yang dipilih dalam modul pembelajaran kimia berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*).

2. Tahap Perencanaan (*Design*)

Tahap *design* merupakan tahap pembuatan rancangan tampilan modul serta pembuatan isi modul pembelajaran. Perancangan (*design*) dirancang mengenai tampilan modul yang dibuat. Tampilan yang dimaksud mengenai: ukuran, bentuk dan sampul modul.

3. Tahap Pengembangan (*development*)

1. *Self Evaluation*

Tahap evaluasi produk pada *self evaluation* telah dilaksanakan dengan dosen pembimbing. Hasil dari tahap *self evaluasi* disebut dengan *prototype 1*.

2. *Expert Review*

Pada tahap ini produk yang telah dikembangkan telah diuji validitasnya oleh beberapa ahli. Uji validitas melibatkan ahli materi dalam bidang STEM, ahli bahasa, dan ahli *design*. Komentar dan saran dari validator dijadikan panduan untuk memperbaiki produk.

3. *One-to-One Evaluation*

Pada tahap ini produk telah diujicobakan kepada 15 orang peserta didik dengan perbedaan kemampuan yakni tinggi, sedang dan rendah. Komentar dan saran dari peserta didik telah dijadikan panduan untuk memperbaiki produk. Produk yang telah dihasilkan disebut *prototype 2*.

4. *Small Group Evaluation*

Pada tahap ini produk telah diujicobakan kepada kelompok kecil yang terdiri dari 35 orang peserta didik dengan perbedaan kemampuan yakni tinggi, sedang dan rendah. Komentar dan saran dari peserta didik telah dijadikan panduan untuk memperbaiki produk. Produk yang telah dihasilkan pada tahap ini telah memenuhi kriteria valid dan layak.

D. Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi

Observasi telah dilaksanakan untuk mengetahui respons peserta didik dan juga untuk melihat situasi serta kondisi yang telah peneliti lakukan [11].

2. Wawancara

Wawancara dilakukan pada saat pra penelitian dan saat penelitian, ketika pra penelitian wawancara dilaksanakan dengan memberikan sejumlah pertanyaan kepada guru dan peserta didik yaitu guru mata pelajaran yang mengajar kimia dan peserta didik, wawancara telah dilaksanakan untuk mengetahui masalah apa yang terjadi dalam proses pembelajaran serta analisis kebutuhan sebagai data awal, sedangkan ketika proses penelitian wawancara dilakukan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap modul yang dikembangkan [11].

4. Angket

Pembagian angket dilakukan saat proses pra penelitian dan saat proses penelitian yang akan di berikan kepada peserta didik untuk mengetahui keadaan awal serta kebutuhan peserta didik. Selain itu, pada proses penelitian, pembagian angket dilakukan pada saat melakukan validasi dengan ahli bahasa, validasi dengan ahli kimia dalam bidang STEM, validasi dengan ahli *design* dan lembar angket respons peserta didik. Lembar angket untuk pakar ahli akan diberikan kepada validator sedangkan lembar angket respons peserta didik akan diberikan kepada peserta didik untuk mengetahui respons mereka terhadap modul yang dikembangkan [11].

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data penelitian ini dilakukan dengan menggunakan analisis kualitatif dan kuantitatif.

1. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif yaitu analisis data berupa deskripsi dalam bentuk kalimat. Analisis digunakan untuk menganalisis data kualitatif seperti analisis KD/KI, analisis silabus, menganalisis hasil angket dan wawancara serta saran dari validator terhadap produk yang dikembangkan dan deskripsi keterlaksanaan uji coba.

2. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif digunakan untuk mengkaji data lembar validasi oleh validator ahli *design* atau media dan ahli materi serta ahli bahasa. Data yang diperoleh melalui instrumen penilaian pada saat uji coba dianalisis dengan menggunakan statistik. Hasil analisis data digunakan sebagai dasar untuk merevisi produk yang dikembangkan.

Angket tanggapan bersifat kuantitatif dan diolah secara penyajian presentase dengan menggunakan skala Likert sebagai skala pengukuran [11]. Skala ini disusun dalam bentuk pernyataan dan diikuti dengan empat respons. Skala pengukuran penelitian pengembangan yang termodifikasi untuk keperluan analisis kuantitatif, maka jawaban itu dapat diberi skor seperti tabel berikut:

Tabel 2.1. Skor Jawaban Terhadap Pilihan Angket/Likert

No	Analisis Kuantitatif	Skor
1	Sangat Baik	4
2	Baik	3
3	Cukup	2
4	Kurang Baik	1

[12]

a) Analisis Lembar Validasi

Tingkat validasi modul yang dikembangkan akan dinilai oleh ahli materi, ahli bahasa, dan ahli media/*design* melalui instrumen berupa angket validasi kelayakan modul dan hasilnya akan dihitung dengan menggunakan rumus [12].

$$\text{Skor Ideal} = \text{Banyak Uraian Butir} \times \text{Banyak Skor}$$

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

p = Presentase Kevalidan

f = Jumlah Skor Total Validator

n = Jumlah Skor Total Maksimal/Ideal

untuk mengukur kevalidan modul pembelajaran kimia yang telah dirancang, peneliti menggunakan analisis presentase berdasarkan kategori, sebagai acuan peneliti data yang dihasilkan dari pakar ahli. Adapun skala presentase penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.2. Kriteria Penghitungan Lembar Validasi Modul

Rata-rata	Kriteria
$P > 80$	Sangat valid
$61\% < P \leq 80\%$	Valid
$41\% < P \leq 60\%$	Cukup valid
$20 < P \leq 40\%$	Tidak valid

[12]

b) Analisis Angket

Angket respons peserta didik terhadap penggunaan produk memiliki 4 pilihan jawaban sesuai konten pernyataan. Masing-masing pilihan jawaban memiliki skor berbeda yang mengartikan tingkat kesesuaian produk bagi pengguna. Untuk menghitung jumlah nilai rata-rata respons peserta didik menggunakan rumus [12]:

$$\text{Skor Ideal} = \text{Banyak Uraian Butir} \times \text{Banyak Skor}$$

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

p = Presentase Kelayakan

f = Skor Jawaban Peserta Didik

n = Jumlah Frekuensi Keseluruhan/Jumlah Skor Ideal

Tabel 2.3. Kriteria Respons Peserta Didik Terhadap Modul

Rata-rata	Kriteria
0 – 30	Tidak Menarik
31 – 50	Kurang Menarik
51 – 80	Menarik
81 – 100	Sangat Menarik

[12]

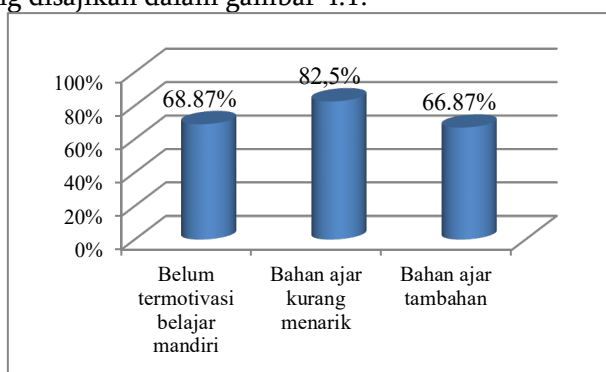
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini berupa pengembangan modul kimia materi koloid berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*). Desain penelitian menggunakan ADDIE dengan tahapan yaitu: analisis (*analysis*), perancangan (*design*), dan pengembangan (*development*), dengan melibatkan validasi ahli bahasa, validasi ahli kimia dalam bidang STEM, validasi ahli *design* dan responden dari peserta didik. Data yang didapat dari validator untuk mengetahui validitas modul kimia materi koloid berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*), sementara respon peserta didik digunakan untuk mengetahui kelayakan modul kimia berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*).

1. Analisis (*analysis*)

Pada tahap analisis bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan dan mengidentifikasi permasalahan dalam pembelajaran yang mendasari pentingnya modul pembelajaran koloid untuk proses pembelajaran peserta didik secara mandiri tanpa seorang pendidik.

Berdasarkan analisis pada angket yang telah dibagikan kepada peserta didik MAN 2 Palembang didapatkan hasil bahwa peserta didik MAN 2 Palembang masih memerlukan bahan ajar tambahan untuk menunjang proses pembelajaran mereka. Bahan ajar tambahan yang dibutuhkan berupa modul pembelajaran. Berikut hasil angket peserta didik yang diperoleh saat pra penelitian pada MAN 2 Palembang yang disajikan dalam gambar 4.1.



Gambar 4.1. Hasil Angket Pra Penelitian Peserta Didik MAN 2 Palembang Terhadap Bahan Ajar Tambahan

Digram diatas merupakan data hasil angket peserta didik terhadap bahan ajar tambahan berupa modul pembelajaran didapatkan hasil bahwa 66,87% peserta didik masih memerlukan tambahan bahan ajar untuk menunjang proses pembelajaran, lalu 68,75% peserta didik menyatakan bahwa buku teks dan LKS yang digunakan belum terdapat pembuatan proyek dan pemecahan masalah sehingga bahan ajar tersebut kurang menarik serta ketika diwawancarai beberapa peserta didik menyatakan bahwa bahan ajar tersebut

masih membosankan. Hal ini disebabkan 82,5% peserta didik menyatakan bahwa sumber belajar yang mereka miliki belum mampu membuat mereka termotivasi dan dapat belajar mandiri tanpa kehadiran pendidik.

Nilai presentasi peserta didik lebih banyak memilih “sangat baik” berarti lebih banyak peserta didik masih membutuhkan bahan ajar tambahan yang berbasis dalam pendekatan STEM untuk menunjang proses pembelajaran mereka sehingga mereka dapat belajar secara mandiri. Adapun sejalan dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 mengemukakan bahwa kegiatan pembelajaran harus memberikan porsi 60% beban belajar dalam kegiatan terstruktur dan kegiatan tatap muka.

2. Perancangan (*design*)

Tahap *design* merupakan tahap pembuatan rancangan tampilan modul serta pembuatan isi modul pembelajaran. Perancangan (*design*) dirancang mengenai tampilan modul yang dibuat. Tampilan yang dimaksud mengenai: ukuran, bentuk dan sampul modul.

3. Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan telah dilaksanakan peneliti melalui tahap *self evaluation*, *expert review*, *one to-one*, dan *small group*.

a) Tahap *self evaluation*

Telah dilakukan peneliti dengan bantuan dosen pembimbing 1 dan 2. Hasil konsultasi yang telah dilaksanakan dengan pembimbing 1 dan 2 dapat dilihat pada tabel berikut.

Komentar, saran serta revisi yang dilakukan dengan pembimbing 2 diantaranya Indikator yang digunakan dalam modul gunakanlah kata kerja operasional yang dapat mengukur hasil pencapaian tujuan belajar dan perbaikan pada petunjuk penggunaan modul.

b) *Expert Review*

Expert review telah dilaksanakan dengan memberikan modul kepada 3 orang pakar yang terdiri dari 1 pakar Bahasa, 1 pakar *design* dan 1 pakar ahli kimia di bidang STEM. Setiap saran dari pakar telah dijadikan pedoman untuk melakukan revisi pada modul.

1) Validasi Ahli Bahasa

Penilaian kelayakan modul pertama yang telah dilaksanakan adalah penilaian kelayakan aspek bahasa pada modul. Uji kelayakan bahasa dengan pakar 1 dilaksanakan peneliti sebanyak dua kali. Berikut komentar dan saran dari validator ahli bahasa diantaranya penggunaan kalimat dalam modul sebaiknya memakai kalimat yang efektif dan interaktif agar mudah dipahami oleh siswa, terdapat beberapa kekeliruan dalam pengetikan, penambahan glosarium dan referensi yang masih minim, dan penyusunan soal/instrumen masih kurang mencerminkan STEM. Setelah dilakukan revisi dan penilaian dengan menggunakan lembar angket, didapatkan hasil validasi ahli bahasa sebesar 78,80% dengan kategori valid. Hal ini menunjukkan bahwa modul pembelajaran yang telah dikembangkan dari segi bahasa sudah sesuai dengan kaidah aturan penulisan dalam EYD.

2) Validasi Ahli Kimia dalam Bidang STEM

Selanjutnya uji validasi dilakukan oleh ahli kimia dalam bidang STEM. Uji validasi ini dilakukan peneliti sebanyak dua kali dengan validator ahli. Validator ahli

memberikan komentar dan saran kepada peneliti terhadap materi koloid dan juga dalam bidang STEM. Berikut ini adalah hasil dan ringkasan masukan yang diberikan oleh ahli kimia dalam bidang STEM yaitu Modul STEM-PBL sudah bagus tinggal ditambahkan dan ditunjukkan STEMnya, misalnya, ketika penyajian masalah harap masukan 1-2 rumpun disiplin seperti sains dan teknologi; STEM-PBL merupakan penggunaan model PBL (*Problem Based Learning*) baik itu tahap-tahapannya atau lainnya dan pendekatan STEM sebagai pendekatan pembelajaran; Untuk validator ke dua kalinya, gunakanlah sintak PBL (*Problem Based Learning*) yang benar; Materi koloid pada halaman 14 gunakan gambar yang relevan. Berdasarkan penilaian dari ahli kimia dalam bidang STEM, diperoleh nilai rata-rata dari semua aspek sebesar 85,84% dengan kategori sangat valid.

Hal ini menunjukkan bahwa modul yang telah dikembangkan dari segi materi telah sesuai dengan karakteristik materi yang meliputi KI, KD, Indikator dan Tujuan Pembelajaran [13]. Dari masukan validator ahli materi peneliti perlu mengelaborasi masalah yang terdapat pada modul dengan menambahkan 1 - 2 rumpun disiplin seperti sains dan teknologi. Masukan lainnya yang diberikan oleh validator materi berupa gambar “campuran susu dan air, fase terdispersi lemak dan medium pendispersinya air” yang digunakan pada materi koloid, belum relevan sehingga diganti dengan gambar yang lebih relevan.

Informasi ini menandakan bahwa modul STEM-PBL (*Problem Based Learning*) yang dikembangkan telah sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran STEM-PBL (*Problem Based Learning*) yakni meliputi *the PBL scenario, introducing student to the task, the learning board, researching the problem, engineering design process* (EDP) serta *an interdisciplinary approach with writing* telah sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran STEM-PBL (*Problem Based Learning*) pada modul [14].

3) Validasi Ahli *Design*

Validasi ahli *design* dilakukan oleh satu orang dosen dengan dua kali revisi produk. Ahli *design* memberikan saran dan masukan mengenai *design* modul dan tampilan modul. Berikut ini adalah saran atau masukan dari ahli *design* dan langkah perbaikan yang dilakukan diantaranya pada bagian *cover* yang pertama gunakanlah gambar yang sesuai dengan materi, lalu nama diletakan di bagian tengah bawah, beri nama siswa, nomor absen, dan kelas; Buatlah *header* dan *footer* agar lebih menarik perhatian siswa; Kegiatan belajar satu dan dua dibuat lebih menarik lagi; orientasi masalah, gambar dibuat gambar 1. gambar 2, dan gambar 3; Sebutkan sumber untuk gambar yang diambil; pada kegiatan belajar dua, tabel dibuat lebih menarik dan kegiatan jangan ada yang dibold sedangkan yang lain tidak, dibuat sama; Pada halaman 49 dibuat terpisah pertanyaannya beserta kolom jawabannya; pada halaman 57 “*Technology, Engineering, Mathematics*” tujuannya dibuat per point; Halaman 60 kotak diperlebar dan tulisan menjadi 2 bagian; uji kompetensi dibuat jawabannya titik-titik di bawah soal. Hasil penilaian ahli desain sebesar 85,71% dengan kriteria sangat valid. Berdasarkan hasil validasi dari ketiga validator didapatkan modul pembelajaran kimia materi koloid berbasis STEM-PBL sangat valid, sehingga penelitian dilanjutkan pada tahap respon siswa

c) Uji coba *One-to-One*

Evaluasi *one-to-one* telah dilaksanakan peneliti bersamaan dengan tahap evaluasi *expert review*. Tahap evaluasi *one-to-one* telah dilaksanakan sebanyak 1 kali untuk menguji kelayakan modul terhadap 15 orang peserta didik berdasarkan kemampuan yakni tinggi, sedang rendah dari kelas IPA 1 dan 2. Terdapat beberapa saran dan komentar yang diberikan oleh peserta didik uji coba pada tahap *one-to-one* yang diberikan peserta didik mengenai desain, isi modul, kebanyakan kesalahan pada tata tulis. Untuk mendapatkan data kuantitatif kelayakan modul yang dikembangkan, peserta didik telah diberikan lembar angket respons siswa untuk menilai modul yang dikembangkan. Rata-rata hasil uji respons pada tahap *one-to-one* sebesar 50. Nilai ini masuk dalam kategori cukup menarik. Perbaikan dilakukan atas komentar peserta didik. Modul yang dihasilkan disebut *prototype 2*.

d) Uji coba *Small Group*

Evaluasi produk terakhir yang telah dilaksanakan peneliti adalah *small group*. Tahap *small group* telah dilaksanakan sebanyak 1 kali oleh peneliti dengan menguji kelayakan modul terhadap 35 orang peserta didik dari kelas IPA 1 dan 2 yang telah dipilih berdasarkan perbedaan kemampuan yakni, peserta didik dengan kemampuan tinggi, peserta didik dengan kemampuan sedang dan peserta didik dengan kemampuan rendah. Nilai rata-rata hasil uji respons peserta didik terhadap modul pada tahap *small group* ialah 70. Nilai ini termasuk kategori tinggi dan menarik. Produk yang telah dihasilkan pada tahap *small group* adalah produk yang telah memenuhi kriteria layak dan valid. Hasil uji coba *small group* termasuk kategori menarik, hal ini karena telah dilakukan proses revisi dari *prototype 1* ke *prototype 2* melalui saran yang telah diberikan oleh peserta didik terhadap modul yang dihasilkan, saran tersebut berupa masukan yang harus diperbaiki contohnya: penulisan huruf yang masih kurang jelas, penempatan gambar yang tidak sesuai, soal yang masih kurang dipahami. Dari saran tersebut peneliti merevisi kembali modul dan diujicobakan lagi dengan tahap *small group* yang telah mendapatkan hasil respons peserta didik yaitu menarik.

Kelebihan dalam modul dapat memotivasi peserta didik selama proses belajar mengajar, modul mengatasi keterbatasan waktu, ruang dan daya indera, baik bagi guru maupun bagi peserta didik, memungkinkan peserta didik dapat mengukur dan mengevaluasi sendiri hasil belajarnya, peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa seorang pendidik, jika modul dibuat dengan diintegrasikan ke dalam model pembelajaran STEM-PBL yang melibatkan pembuatan proyek, modul dapat membuat peserta didik menjadi seperti seorang ilmuwan atau insinyur [15]. Adapun buku cetak yang digunakan terdiri dari teks tertulis yang dapat membuat peserta didik sulit dalam memahami materi, sehingga peserta didik cenderung bosan untuk terlibat dalam proses pembelajaran. Modul memungkinkan peserta didik untuk belajar tidak hanya dari teks tertulis saja tetapi juga dari praktikum, pembuatan sebuah proyek dan gambar, sehingga modul dapat meningkatkan minat belajar siswa [16]

Adapun beberapa peneliti tentang penggunaan modul koloid menunjukkan bahwa penggunaan modul koloid berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*) dapat meningkatkan pemahaman kerja praktek peserta didik baik di kelas dan di laboratorium [17]. Meningkatnya minat belajar peserta didik akan berdampak positif bagi hasil belajar peserta didik. Bahan ajar berupa modul membuat

konsep-konsep ilmiah yang bersifat abstrak bisa lebih konkret, modul lebih mudah untuk mengintegrasikan teks dan gambar ditambah dengan adanya pembuatan sebuah proyek nyata [18].

Adapun Hadis Rasulullah Saw, yang menceritakan tentang penggunaan media visual adalah hadis Riwayat Bukhari, sebagai berikut:

“Nabi Saw. Pernah membuat garis (gambar) persegi empat dan membuat suatu garis lagi di tengah-tengah sampai keluar dari batas (persegi empat), kemudian beliau membuat banyak garis kecil yang mengarah ke garis tengah dari sisi-sisi garis tepi, lalu beliau bersabda: Beginilah gambaran manusia. Garis persegi empat ini adalah ajal yang pasti bakal menimpanya, sedang garis yang keluar ini adalah angan-angannya dan garis yang kecil ini adalah cobaan dan musibah yang siap menghadangnya. Jika ia terbebas dari cobaan yang satu pasti akan tertimpa cobaan lainnya, jika ia terbebas dari cobaan yang satunya lagi, pasti akan tertimpa cobaan lainnya lagi (H.R. Imam Bukhari)”.

Dalam hadis ini, Rasulullah saw. Menggambarkan manusia sebagai garis lurus yang terdapat di dalam gambar, sedangkan gambar empat persegi yang melingkarinya adalah ajalnya, satu garis lurus yang melewati gambar merupakan harapan dan angan-angannya, sementara garis-garis kecil adalah musibah yang selalu menghadang manusia dalam kehidupannya di dunia. Rasulullah saw. Menjelaskan tentang hakikat kehidupan manusia yang memiliki harapan lewat visualisasi gambar [19].

Berdasarkan hadis ini, kita dapat meneladani bahwa betapa Rasulullah saw, adalah seorang pendidik yang sangat memahami metode dan media yang baik dalam menyampaikan pengetahuan kepada manusia. Rasulullah saw. Menjelaskan suatu informasi melalui gambar (visual) agar lebih mudah dipahami dan diserap oleh akal jiwa.

Penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan model pengembangan ADDIE yang meliputi beberapa tahapan yaitu: analisis, perancangan, dan pengembangan, melibatkan tiga pakar validator, yaitu validator bahasa, validator kimia dalam bidang STEM, dan validator *design*. Dari tiga validator ini didapatkan hasil validitas yang menghasilkan modul pembelajaran kimia materi koloid berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*) dengan kategori “Layak Untuk Diuji Cobakan Tanpa Revisi”, serta didapat juga hasil dari respons peserta didik terhadap modul pembelajaran kimia materi koloid berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*) ini dengan kategori “Menarik”. Adapun peneliti berharap modul kimia materi koloid berbasis STEM-PBL (*Problem Based Learning*) diharapkan dapat berguna bagi guru dan peserta didik dalam memudahkan proses pembelajaran, Sehingga peserta didik dapat belajar mandiri tanpa bantuan seorang pendidik serta peneliti berharap dari modul ini peserta didik dapat membuat sebuah proyek pembelajaran yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari mereka.

4. Kesimpulan

- a) Berdasarkan hasil validasi dari ketiga validator didapatkan modul pembelajaran kimia materi koloid berbasis STEM-PBL sangat valid dimana ahli bahasa memberikan nilai sebesar 78,80% dengan kategori valid, ahli kimia dibidang STEM-PBL sebesar 85,84% dengan kategori sangat valid, dan ahli desain sebesar 85,71% dengan kriteria sangat valid.
- b) Berdasarkan hasil respons peserta didik terhadap modul pembelajaran berbasis STEM-PBL (*problem based learning*) pada tahap *one-to-one* telah diperoleh nilai rata-rata sebesar 50% dengan kategori kurang menarik sehingga masih perlu perbaikan pada modul, kemudian pada tahap *small group* telah diperoleh nilai rata-rata sebesar 70% dengan kategori menarik serta tidak diperlukan revisi kembali. Modul koloid berbasis pendekatan STEM-PBL (*Problem Based Learning*) telah dinyatakan layak untuk digunakan.

5. Daftar Pustaka

- [1] Kompas. (2019, Desember). Skor PISA Terbaru: Hasil Program For International Student Assessment (PISA) untuk Indonesia Tahun 2018. [Http://Edukasi.Kompas.Com](http://Edukasi.Kompas.Com).
- [2] OECD. 2014. *PISA 2012 Result In Focus : What 15-Year-Olds Know And What They Can Do With What They Know*.
- [3] Pertiwi, R. S., Abdurahman, A., dan Rosidin, U. (2017). Efektivitas LKS STEM untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2), 1-10.
- [4] Irmita, U. L. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Menggunakan Pendekatan Science, Technology, EGINEERING and Mathematic (STEM) pada Materi Kesetimbangan Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 2(2), 1-11.
- [5] Beers, S. (2011). *21st Century Skill: Preparing Student for Their Future*.
- [6] Winarni, J., Zubaidah, S., & Supriyono., H., K. (2016). *STEM, Apa, Mengapa, dan Bagaimana*, 1(2), 1-9.
- [7] Dahar, R. W. (2011). *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Erlangga.
- [8] Permanasari, A. (2016). STEM Education : Inovasi dalam Pembelajaran Sains. Seminar Nasional Pendidikan Sains : Peningkatan Kualitas Pembelajaran Sains dan Kompetensi Guru Melalui Penelitian dan Pengembangan dalam Menghadapi Tantangan Abad-21, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 24-31
- [9] Sugianto., Hadi., & Wulandari. (2018). Pengembangan Modul IPA Berbasis Proyek Terintegrasi STEM pada Materi Tekanan, 1(3), 1-11.
- [10] Sutresna. N., Sholehudin, D, & Herlina, T. (2013). *Aktif Dan Kreatif Belajar Kimia*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- [11] Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- [12] Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [13] Harijanto, M. (2007). Pengembangan Bahan Ajar untuk Peningkatan Kualitas Pembelajaran Program Pendidikan Pembelajar Sekolah Dasar. *Didaktika*, 1(2), 216-226.
- [14] Abbot, A. (2016). Chemical Connection a Problem Based Learning, STEM Experience. *Science Scope*, 3(2), 33-42.
- [15] Sudjana, N & Rivai, A. (2002). *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- [16] Arini, F. D., Choiri, A. S., & Sunardi. (2017). The Use of Comic as a Learning Aid to Improve Learning Interest of Slow Learner Student. *European Journal of Special Education Research*, 2(1), 71-78.
- [17] Hung, W., Dolmans, M., & Merrienboer, V. G. (2019). A Review to Identify Key Perspectives In PBL Meta-Analyses and Reviews: Trends, Gaps Ang Future Research Directions. *Advances In Health Science Education*, 5(1), 78-90.
- [18] Chonkaew, P., Shuhummek, B., & Faikhamta, C. (2016). Development Of Analytical Thinking Ability and Attitudes Science Learning Of Grade-11 Student Through Science Tecnology Engineering and Mathematics (STEM Education) In The Study Of Stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 3(1), 42-63.
- [19] Pito, A., H. (2018). Media Pembelajaran Dalam Perspektif Alqur'an . *Jurnal Diklat Teknis*, 6(2), 97-117.