



Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis PjBL-STEM untuk Pembelajaran Daring Siswa SMA pada Materi Larutan Penyangga

Development of The Chemistry E-Module Based on Project Based Learning Method and STEM Approach for Online Class on Buffer Solution Lessons

Raisha Amayati Aulya^{1,*}, Rayandra Asyhar², dan Yusnaidar²

¹ Program Magister Pendidikan Kimia Universitas Jambi

² Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Jambi

ABSTRAK

Pembelajaran abad 21 menuntun siswa lebih aktif dalam proses belajar, kreatif dan inovatif, sehingga dibutuhkan suatu inovasi baru dalam meningkatkan keterampilan siswa terutama di bidang sains dan matematika yaitu dengan menggabungkan ilmu sains dan matematika dalam satu sistem yang didukung dengan suatu rekayasa (engineering) dan teknologi yang dikenal dengan STEM education. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar e-modul pembelajaran berbasis pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) yang disusun mengikuti tahapan model pembelajaran project based learning berbasis pendekatan STEM pada materi Larutan Penyangga di SMA. Metode penelitian ini mengikuti model pengembangan Lee and Owens (2004) yang dibatasi sampai pada uji kelompok kecil produk yaitu pada siswa kelas XI MIPA di SMA N 1 Lubuklinggau. Kelayakan e-modul ini dilihat dari kelayakan teoritis yaitu hasil validasi ahli materi, ahli desain pembelajaran dan ahli media. Kelayakan secara praktis yaitu dari penilaian guru dengan skor 95,71% dan respon siswa dengan skor 87,00% dengan kriteria sangat baik. Berdasarkan hasil validasi ahli materi, ahli desain pembelajaran, ahli media, penilaian guru, dan respon siswa menunjukkan bahwa e-modul berbasis pendekatan STEM ini berpotensi untuk digunakan dalam pembelajaran materi larutan penyangga di SMA.

ABSTRACT

In the 21st century, students are more engaged in the learning process, creative, and innovative, necessitating an innovation to improve student skills, particularly in science and mathematics, namely combining science and mathematics in a single system supported by engineering and technology. STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) is the approach to teach science, technology, engineering, and mathematics. The objective of this study is to create an e-module on the Buffer Solution lessons in high school that is organized according to the stages of a model project-based learning based on the STEM approach. The development of the e-module used the Lee and Owens paradigm, which limits product testing to a small group of students in the 11th MIPA of 1st Senior High School at Lubuklinggau, Indonesia. The feasibility of the e-module showed by validation results of material experts, learning design experts, and media experts. The practicality of the e-module is determined by the teacher's evaluation, which received a score of 95.71 percent, and student replies, which received a score of 87.00 percent, both of which meet the best category. It is clear that e-modules with the STEM approach have the potential to use in senior high school to teach buffer solution lessons as evidenced by the validation of material experts, learning design experts, media experts, instructor assessments, and student reactions.

Kata kunci/keyword: Buffer Solution, E-Module Chemistry Based on STEM Approach, Project Based Learning,

INFO ARTIKEL

Received: 29 Aug 2021;

Revised: 15 Oct 2021;

Accepted: 1 Dec 2021

* corresponding author: raishaamayatiulya@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.22437/jisic.v13i2.14506>

PENDAHULUAN

Pembelajaran abad 21 menuntun siswa lebih aktif dalam proses belajar, kreatif dan inovatif, sehingga dibutuhkan suatu inovasi baru dalam meningkatkan keterampilan siswa terutama di bidang sains dan matematika. Salah satu langkah inovatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kreatifitas sains dan matematika siswa yaitu dengan menggabungkan ilmu sains dan matematika dalam satu sistem yang didukung dengan suatu rekayasa (*engineering*) dan teknologi yang dikenal dengan STEM *education*.

Menurut Afriana et al., (2016) STEM merupakan disiplin ilmu yang berkaitan erat satu sama lain. Pendekatan STEM dalam pembelajaran diharapkan dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi siswa melalui integrasi pengetahuan, konsep, dan keterampilan secara sistematis. Pendekatan STEM dapat diinovasikan dengan ilmu kimia sehingga pendekatan ini dapat dilakukan pada materi kimia yang berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari dengan adanya keterkaitan 4 aspek di dalam STEM.

Berdasarkan hasil observasi awal yang telah peneliti lakukan mengenai pemahaman pendidik tentang pembelajaran STEM *education* pada responden guru kimia dan IPA menunjukkan hasil 55% guru mengetahui pendekatan STEM *education*. Pengetahuan tersebut didapatkan baik dari pelatihan, seminar maupun pengalaman pribadi selama mengajar sebagai pendidik. Pendekatan STEM dianggap penting untuk diterapkan di sekolah karena dapat melatih pencapaian HOTS (*Higher Order Thinking Skill*) dalam rangka pencapaian kompetensi abad ke-21 di era industri 4.0. Penerapan STEM di sekolah masih minim dilakukan karena keterbatasan pengetahuan para pendidik mengenai langkah-langkah pendekatan STEM untuk diterapkan dalam proses pembelajaran.

Bahan ajar dapat berupa e-modul interaktif dengan penerapan pendekatan

STEM pada materi kimia. E-modul interaktif ini diharapkan dalam meningkatkan pemahaman konsep materi kimia yang dipelajari pada siswa kelas XI khususnya materi larutan penyangga. Hal tersebut berkaitan dengan hasil studi pendahuluan pada pembelajaran materi larutan penyangga di lapangan khususnya di kelas XI SMA N 1 Lubuklinggau dari observasi, hasil wawancara guru dan angket kebutuhan peserta didik bahwa siswa hanya memahami materi larutan penyangga secara teoritis, kurangnya pemahaman konsep materi larutan penyangga dalam kehidupan nyata yang dapat dipraktikan. Hal tersebut disebabkan kurangnya sarana laboratorium dan belum adanya pembaruan pada materi ajar dalam proses pembelajaran. Hal ini dapat dibantu dengan pengembangan e-modul dengan penerapan pendekatan STEM pada materi larutan penyangga yang cukup dekat dengan kehidupan sehari-hari dengan langkah-langkah kolaborasi antara sains, teknologi, teknik dan matematika.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Anita, dkk (2019) mengenai implementasi model PjBL berbasis STEM untuk meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir analitis siswa menggunakan metode *Pre-Experimental Design*. Hasil penelitian ini disimpulkan bahwa implementasi model PjBL berbasis STEM dapat meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir analitis siswa. Roopnarine dan Johnson dalam (Arisanti, 2017) mengungkapkan bahwa tujuan dari model PjBL adalah memberikan berbagai macam pengalaman belajar membentuk peran serta dalam proses merespon ide satu sama lain, mengorganisasikan upaya dan kontribusi yang berbeda dari anggota dan seluruh sub kelompok, menyelesaikan perselisihan meraih kesepakatan bagaimana memecahkan masalah dan menyelesaikan tugas sehingga dapat meningkatkan belajar siswa dengan menciptakan lingkungan yang baik.

Pada penelitian ini akan dikembangkan e-modul kimia berbasis pendekatan STEM untuk pembelajaran daring pada materi larutan penyangga yang merupakan suatu inovasi baru yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran, dimana sebelumnya hanya berupa modul cetak biasa. Hasil dari pengembangan ini diharapkan dapat digunakan sebagai esensi proses ilmiah dalam pembelajaran dilakukan dengan memanfaatkan bahan yang ada di alam sekitar dan kehidupan sehari-hari, sehingga proses pembelajaran berlangsung secara kontekstual terhadap pembelajaran kimia berbasis pendekatan STEM.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah *Research and Development* (penelitian pengembangan) menggunakan model pengembangan Lee and Owens (2004). Subjek uji coba dalam penelitian pengembangan ini adalah siswa kelas XI SMA N 1 Lubuklinggau. Penetapan validasi oleh ahli materi, ahli desain pembelajaran dan ahli media. Implementasi dan evaluasi dilakukan pada ujicoba satu-satu dan ujicoba kelompok kecil.

Penelitian pengembangan ini dilakukan di SMA Negeri 1 Lubuklinggau. Pelaksanaan pengembangan dilakukan dari maret 2021 s.d Juni 2021 dimulai dari tahap analisis hingga tahapan implementasi. Subjek uji coba dalam penelitian pengembangan ini adalah siswa kelas XI SMA N 1 Lubuklinggau. Ujicoba dilakukan pada 13 orang siswa dengan kemampuan kognitif yang berbeda.

Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan terdiri dari 5 tahapan yaitu: analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Tahapan tersebut sebagai berikut:

Pada tahapan analisis ada beberapa aspek yang dilakukan yaitu: analisis kebutuhan, analisis karakteristik siswa, analisis tujuan analisis materi, dan analisis

teknologi pendidikan. Tahap selanjutnya adalah mendesain e-modul larutan penyangga berupa draft yang dibuat berdasarkan data dan informasi yang telah didapatkan pada tahap analisis. *Draft* ini digunakan untuk membuat *flowchart* kemudian dari *flowchart* dibuat *storyboard*. *Flowchart* dan *storyboard* digunakan dalam pengembangan sebagai panduan atau acuan keseluruhan gambaran dan isi e-modul larutan penyangga. Pada tahapan pengembangan dilakukan dengan cara menyusun materi, membuat prototipe produk, serta menyusun instrumen validasi. Langkah penting dalam tahap pengembangan adalah validasi yang dilakukan oleh ahli materi, ahli desain pembelajaran dan ahli media dengan tujuan untuk menilai kelayakan produk secara teoritis dan penilaian guru sebagai kelayakan produk secara praktisi (Rusdi, 2019). Instrumen validasi materi dibuat berdasarkan pada analisis materi yang telah dilakukan sesuai dengan silabus larutan penyangga pada kurikulum 2013, instrumen validasi desain pembelajaran dibuat berdasarkan teori desain pembelajaran Morisson, Ross & Kemp (2007). Instrumen validasi media menggunakan 12 prinsip multimedia Clark and Mayer (2011).

Tahapan uji coba produk berada pada tahapan implementasi dalam Lee and Owens. Hasil pengembangan berupa produk yang telah direvisi dan dinyatakan layak oleh tim ahli dan telah dinilai guru diujicobakan satu-satu dan ujicoba kelompok kecil. Setelah tahap implementasi dilakukan tahap evaluasi yang merupakan tahapan untuk melihat apakah produk pembelajaran yang sedang dikembangkan sesuai dengan harapan atau tidak. Evaluasi ini dilakukan untuk kebutuhan revisi atau perbaikan dari saran ahli materi, ahli desain pembelajaran dan media serta saran perbaikan dari guru terhadap produk yang sudah dikembangkan.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian pengembangan berupa lembar wawancara guru, angket validasi, angket

respon siswa dan penilaian guru dengan menggunakan skala Likert. Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif yang diperoleh berupa hasil wawancara guru pada studi pendahuluan, hasil validasi materi, validasi media, dan angket respon siswa pada ujicoba satu-satu. Data kuantitatif didapatkan dari angket studi pendahuluan karakteristik siswa, penilaian produk oleh ahli desain pembelajaran, angket respon guru dan angket respon siswa ujicoba skala kecil yang dianalisis dan diolah secara deskriptif dengan menggunakan skala Likert (Riduwan, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengembangan yang telah dilakukan dengan menggunakan model Lee and Owens (2004) dengan 5 tahapan sebagai berikut:

Hasil analisis kebutuhan melalui wawancara guru kimia bahwa siswa memiliki minat belajar kimia yang cukup untuk materi larutan penyangga, akan tetapi sebagian siswa menganggap materi kimia merupakan pelajaran yang cukup sulit. Sebanyak 56,7 % siswa menyatakan pembelajaran materi larutan penyangga dapat dilakukan dengan menggunakan modul yang sesuai dengan proses belajar mengajar saat ini secara daring dengan adanya penggunaan video, animasi yang dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep larutan penyangga di masa pandemi diharapkan dapat membantu siswa dalam proses belajar. Hasil analisis karakteristik siswa didapatkan bahwa siswa memiliki motivasi yang bagus untuk mempelajari larutan penyangga dengan adanya video pembelajaran, tugas mandiri sehingga siswa dapat mencari sendiri sumber-sumber ilmu terbaru dengan gaya belajar audio visual yang dimiliki siswa. Hasil analisis tujuan dilakukan dengan menggunakan silabus kimia SMA kelas XI kurikulum 2013 dengan menggunakan KD 3.12 menganalisis peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan KD 4.12 merancang,

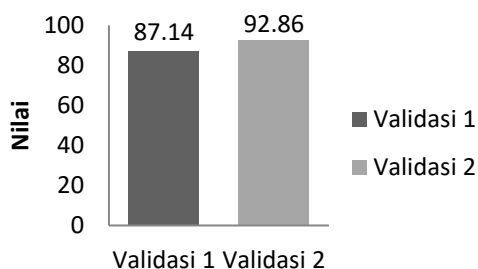
melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk menentukan prinsip kerja, perhitungan pH dan penerapan larutan penyangga. Hasil analisis materi bahwa siswa mampu memahami materi larutan penyangga yang disajikan pada e-modul kimia berbasis pendekatan STEM pada pembelajaran daring. E-modul disesuaikan dengan indikator dan tujuan pembelajaran pada silabus kurikulum 2013 dengan pendekatan berbasis STEM menggunakan model pembelajaran *project based learning*. Berdasarkan hasil analisis teknologi pendidikan hasil wawancara guru dan penyebaran kuisioner siswa bahwa sekolah sudah dilengkapi dengan jaringan internet di setiap kelasnya, sehingga membantu siswa untuk aktif dalam belajar dan mencari referensi sumber belajar yang berasal dari internet. Penggunaan teknologi sangat membantu proses belajar mengajar secara daring pada masa pandemi saat ini, hal ini didukung dengan data bahwa 92,90% siswa menggunakan teknologi berupa penggunaan *laptop/PC/Smartphone* pada proses pembelajaran.

Setelah melakukan tahap analisis, maka tahap selanjutnya adalah melakukan tahapan desain. Pada tahap desain dilakukan beberapa langkah yaitu, menyusun jadwal pengembangan, menentukan tim pengembang, menentukan sumber daya yang dibutuhkan, memilih dan menentukan cakupan, struktur dan urutan materi, pembuatan *flowchart* dan *storyboard*. Menentukan spesifikasi produk yang kemudian dibuat menjadi prototipe produk. Selanjutnya dilakukan tahapan pengembangan yang merupakan langkah yang paling penting dalam pengembangan ini adalah tahap validasi yang dilakukan sebelum produk diujicoba. E-modul yang telah jadi kemudian divalidasi oleh ahli materi, ahli desain pembelajaran dan ahli media kemudian direvisi berdasarkan saran dan komentar dari validator.

Validasi materi dilakukan sesuai dengan saran yang diberikan validator.

Revisi dilakukan dimulai dari perbaikan tujuan pembelajaran pada modul berkaitan dengan pH darah pada tubuh makhluk hidup, kemudian dilakukan perbaikan penulisan pada contoh soal perhitungan pH sesuai dengan rumus dan penulisan yang baik dan benar. Pada soal evaluasi ditambahkan soal mengenai proses larutan penyangga yang terdapat pada tubuh makhluk hidup yang memiliki aspek sains, teknologi, teknik/rekayasa, dan matematika. Contoh larutan penyangga yang terdapat pada tubuh makhluk hidup dijelaskan bagian asam basa konjugasi sehingga terlihat larutan penyangganya.

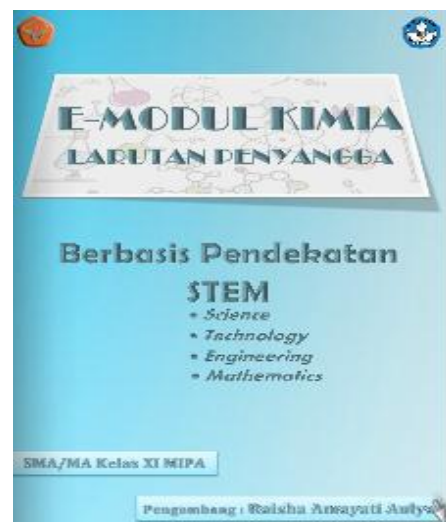
Pada tahapan validasi desain pembelajaran e-modul larutan penyangga berbasis pendekatan STEM layak digunakan tanpa revisi. Penentuan kriteria data validasi desain pembelajaran e-modul didasarkan pada jumlah skor yang diperoleh dari angket validasi desain pembelajaran. Skor yang didapatkan dari angket validasi desain pembelajaran dijumlahkan seluruhnya kemudian dikonversikan menjadi persentase. Tanggapan dari validator desain pembelajaran dengan kategori sangat layak terhadap media pembelajaran e-modul yang dikembangkan dengan rata-rata persentase skor sebesar 90 %. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berupa e-modul larutan penyangga berbasis pendekatan STEM yang dikembangkan sudah layak untuk dapat diujicobakan.



Gambar 1. Grafik data hasil validasi desain pembelajaran

Berdasarkan validasi media dapat disimpulkan bahwa pada e-modul larutan

penyangga berbasis pendekatan STEM sangat perlu ditampilkan keterkaitan setiap aspek STEM dengan materi larutan penyangga itu sendiri sehingga siswa mampu memahami bagaimana aspek STEM yang ada pada larutan penyangga. Selain keterkaitan masing-masing aspek STEM siswa juga dibantu dengan *Project Based Learning* pada bagian isi e-modul, merupakan implementasi STEM pada larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari sehingga meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi larutan penyangga.



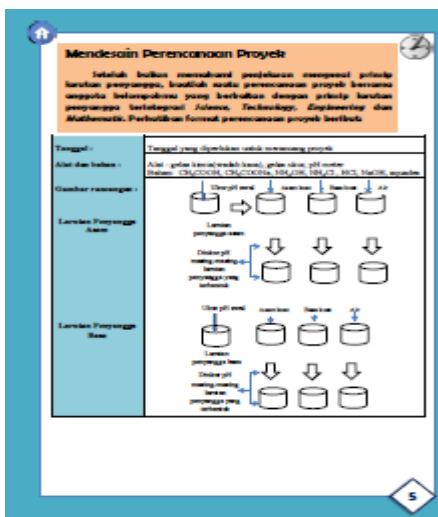
Gambar 2. Tampilan cover e-modul



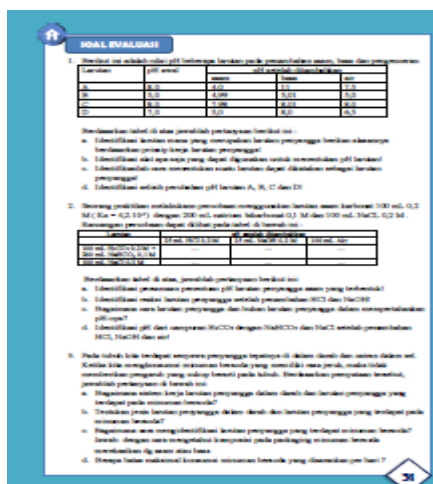
Gambar 3. Tampilan materi prasyarat



Gambar 4. Tampilan materi e-modul

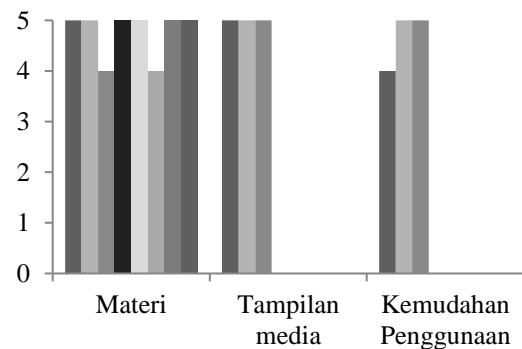


Gambar 5. Tampilan tahapan PjBl-STEM



Gambar 6. Tampilan soal evaluasi e-modul

Penilaian dari guru juga digunakan sebagai bahan pertimbangan revisi e-modul yang telah dihasilkan. Penilaian terdiri dari 14 pernyataan yang disusun berdasarkan aspek yang sudah dibuat yaitu mencakup tampilan media, konstruksi isi, susunan materi, bahasa, serta kemudahan penggunaan dapat dilihat pada diagram pada Gambar 7.

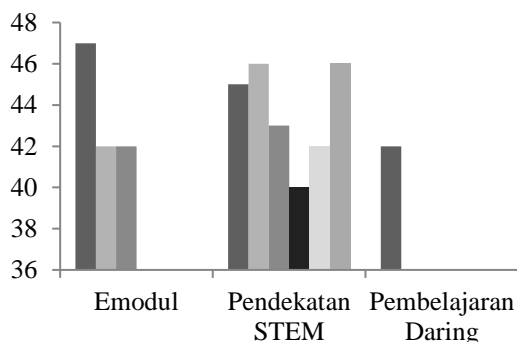


Gambar 7. Grafik penilaian guru

Hasil yang diperoleh dari angket penilaian guru adalah 95,71% berada pada interval 81%-100% dalam kategori “sangat baik” (Arikunto, 2009). Guru mata pelajaran kimia memberikan saran penggunaan e-modul diharapkan dapat digunakan pada handphone sehingga, mempermudah siswa dalam pemakaian e-modul. Hal tersebut dikarenakan tidak semua siswa memiliki laptop sehingga terjadi kendala pada keterbatasan gadget yang dimiliki oleh masing-masing siswa.

Tahap selanjutnya yaitu implementasi, pada tahapan implementasi dilakukan ujicoba satu-satu dan ujicoba kelompok kecil. Prosedur uji coba satu-satu dilakukan dengan cara memberikan e-modul kimia larutan penyangga berbasis pendekatan STEM kepada siswa dengan memberikan arahan cara pemakaian modul elektronik yang dikembangkan. Tahapan implementasi juga dilakukan pada uji kelompok kecil dengan subjek uji coba 10 orang siswa kelas XI MIPA SMA N 1

Lubuklinggau. Subjek dipilih oleh guru berdasarkan tingkat kemampuan kognitif siswa yaitu dengan tingkat kognitif tinggi, sedang dan rendah. Ujicoba kelompok kecil bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap produk e-modul yang dikembangkan. Pada tahapan uji coba kelompok kecil ini dilakukan sebanyak satu kali pertemuan. Prosedur uji coba yaitu terlebih dahulu pengembang mengenalkan dan menjelaskan secara rinci kepada siswa e-modul yang telah dikembangkan termasuk langkah-langkah pembelajaran yang terdapat didalam e-modul kimia larutan penyangga berbasis pendekatan STEM yang dilakukan secara online. Uji coba kelompok kecil disertai dengan evaluasi level 1 (respons) melalui penyebaran angket siswa terhadap penggunaan e-modul kimia larutan penyangga berbasis pendekatan STEM. Respons pada ujicoba kelompok kecil berdasarkan 3 aspek yaitu penilaian terhadap e-modul, pendekatan STEM, dan pembelajaran daring.



Gambar 8. Grafik uji coba kelompok kecil

Evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah evaluasi level 1 yaitu evaluasi reaction yaitu menilai respon pengguna melalui kesannya terhadap program yang dihasilkan melalui uji coba satu-satu dan uji coba kelompok kecil. Klasifikasi kriteria respon siswa dengan persentase yang didapatkan adalah 87,00% termasuk dalam interval 81%-100% dengan kriteria “sangat baik”. E-modul yang

dihasilkan sangat layak digunakan oleh praktisi di lapangan dan digunakan oleh siswa. Berdasarkan hasil respons siswa didapatkan kemudahan siswa dalam menemukan konsep larutan penyangga dengan adanya proyek berbasis pendekatan STEM, e-modul yang dikembangkan memberikan kemudahan penggunaan pada proses pembelajaran karena tampilan modul yang menarik dan dapat diakses secara langsung oleh siswa sehingga membuat siswa lebih bersemangat dalam pembelajaran daring.

Beberapa manfaat dari pendekatan STEM membuat siswa mampu meningkatkan minat siswa terhadap pembelajaran sains dan menuntut kegiatan pembelajaran aktif melalui proses merancang, membangun dimana siswa dapat menghasilkan suatu produk yang dihasilkan siswa (Belland et al., 2017; Sulistiyowati et al., 2018). Selain itu, pendekatan STEM dengan proses pembelajaran melalui penerapan dan praktik pada situasi yang mengaitkan teknologi, teknik dan matematika sehingga dapat meningkatkan minat siswa terhadap pembelajaran yang disampaikan (Saw et al., 2019; Siswanto, 2018).

KESIMPULAN

E-modul kimia larutan penyangga berbasis pendekatan STEM untuk pembelajaran daring telah layak baik secara teoritis maupun praktis untuk digunakan dalam pembelajaran kimia materi larutan penyangga. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk menguji coba penggunaan e-modul yang dikembangkan pada uji coba kelompok besar sebagai evaluasi level 2 (*knowledge*) yaitu evaluasi hasil belajar, dan dapat diperluas lagi hingga evaluasi level 3 dan evaluasi level 4.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.851>
- Anita, T., Toto, & Lia, Y. (2019). Implementasi model PjBL berbasis STEM untuk meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan berpikir analitis siswa. *Jurnal Bio Educatio*, 4(2), 70–76.
- Arikunto, S., (2009). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Edisi Revisi 6. Jakarta : Rineka Cipta.
- Arisanti, W. O. L., Sopandi, W., & Widodo, A. (2017). Analisis penugasan konsep dan keterampilan berpikir kreatif siswa SD melalui Project based earning. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(1), 82–95.
- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. (2017). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 309–344. <https://doi.org/10.3102/0034654316670999>
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning (3rd Editio)*. Pfeiffer in San Francisco
- Lee, William W dan Diana L Owens. (2004). *Multimedia Based Instructional Design*. San Francisco: Pfeiffer.
- Morrison, Ross & Kemp. *Designing Effective Instruction*. (2013). Jonh Wiley & Sons, Inc. USA
- Riduwan. (2013). *Pengantar Statistika Sosial*. Bandung: Alfabeta
- Rusdi. (2019). *Penelitian Desain dan Pengembangan Kependidikan: Konsep Prosedur dan Sintesis Pengetahuan Baru*. Jakarta: PT. Raja Grafindo
- Saw, G. K., Swagerty, B., Brewington, S., Chang, C.-N., & Culbertson, R. (2019). Out-of-school time STEM program: Students' attitudes toward and career interests in mathematics and science. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(2), 356–362. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i2.18702>
- Siswanto, J. (2018). Keefektifan pembelajaran fisika dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan kreativitas mahasiswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(2), 133–137. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v9i2.3183>