

Pengembangan Multimedia Pembelajaran Materi Reaksi Polimerisasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa

Development of Learning Multimedia for Polymerization Reaction to Improve Students' Science Literacy Ability

Yusnaidar*¹, Wilda Syahri¹, Muhaimin¹, Winda Sitia Elisabet Br Sinaga¹

¹Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Jambi, Indonesia

A B S T R A K

Mata kuliah Polimer di Prodi Pendidikan Kimia merupakan salah satu mata kuliah yang materinya banyak mengkaji reaksi polimerisasi. Kemampuan literasi kimia polimer mahasiswa pada materi reaksi polimerisasi merupakan salah satu kemampuan yang penting untuk dimiliki oleh mahasiswa di era pendidikan saat ini. Pada saat ini hampir di semua lini kehidupan berhubungan dengan polimer. Reaksi polimerisasi adalah reaksi senyawa molekul besar berbentuk rantai atau jaringan yang tersusun dari gabungan ribuan hingga jutaan unit pembangun yang berulang. Karakteristik materi reaksi polimerisasi yang bersifat abstrak membuat mahasiswa tidak dapat melihat secara langsung proses yang terjadi pada sistem reaksi polimerisasi. Penjelasan tersebut apabila disampaikan secara teori sulit untuk dipahami mahasiswa. Maka, untuk materi reaksi polimerisasi diperlukan penjelasan menggunakan multimedia yang memiliki representasi kimia khususnya multipel representasi. Pengembangan media pembelajaran reaksi polimerisasi (MPRP) telah dilakukan yang mengandung multipel representasi yang dapat membantu mahasiswa untuk dapat secara mandiri mempelajari dan memahami materi reaksi polimerisasi, sehingga memberikan keleluasaan dan keluwesan bagi mahasiswa. MPRP hasil pengembangan menggunakan model pengembangan ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, Evaluasi) dinilai sangat baik oleh ahli materi dan media, serta hasil respons mahasiswa dikatakan bahwa MPRP dapat membantu mahasiswa dalam mempelajari reaksi polimerisasi, sehingga diharapkan MPRP dapat meningkatkan kemampuan literasi sains kimia polimer mahasiswa pada materi reaksi polimerisasi.

A B S T R A C

The Polymer course in the Chemistry Education Study Program is one of the courses which studies a lot of polymerization reaction. The polymer chemistry literacy ability of students in polymerization reaction material is one of the important abilities for students in the current education era. At present almost all lines of life are associated with polymers. Polymerization reactions are reactions of large molecular compounds in the form of chains or networks composed of a combination of thousands to millions of repeating building units. The characteristics of the polymerization reaction material which are abstract make students unable to directly see the processes that occur in the polymerization reaction system. This explanation, when presented in theory, is difficult for students to understand. So, for the polymerization reaction material an explanation is needed using multimedia which has chemical representations, especially multiple representations. The development of polymerization reaction learning media (MPRP) has been carried out which contains multiple representations that can help students to be able to independently learn and understand polymerization reaction material, thus providing flexibility and flexibility for students. The MPRP development results using the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) are considered very good by material and media experts, and the results of student responses say that MPRP can help students in studying polymerization reactions, so it is hoped that MPRP can improve scientific literacy skills. polymer chemistry student on polymerization reaction material.

Kata kunci/Keyword : multimedia; reaksi polimerisasi; ADDIE; polymerization reaction.

INFO ARTIKEL

Received: 08 Jan 2021;

Revised: 19 Mar 2021;

Accepted: 1 Jun 2021

* corresponding author: yusnaidar@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.22437/jisic.v13i1.12608>

Parameter kualitas kemajuan suatu bangsa sangat dipengaruhi oleh tingkat literasi yang dimiliki oleh mahasiswa maupun SDM yang ada di dalamnya. Salah satu faktor pendukungnya adalah kemampuan literasi sains. Literasi sains sudah menjadi isu yang penting untuk dibahas dalam beberapa dekade terakhir, membuat mahasiswa sadar terhadap manfaat literasi, menjadi tujuan utama bagi pendidik, ilmuwan, serta pemangku kebijakan kurikulum (Martinez-hernandez & Kimaru, 2015). Berdasarkan ide itu pula kemudian Roberts (D. A. Roberts, 1983) mengemukakan bahwa pembelajaran sains hendaknya diarahkan kepada pengembangan literasi bagi mahasiswa, untuk dipersiapkan menjadi warga negara global. *National Institute for Literacy* (Stuart, 1999), mendefinisikan literasi sebagai kemampuan individu untuk membaca, menulis, berbicara, menghitung dan memecahkan masalah menurut tingkatan keahlian yang diperlukan dalam pekerjaan, keluarga dan masyarakat. Sedangkan menurut UNESCO (Horton Jr, 2007), literasi adalah hak essential dalam pendidikan. Terpenuhinya hak tersebut memungkinkan setiap orang mengakses sains, pengetahuan, teknologi, dan aturan hukum, serta mampu memanfaatkan kekayaan budaya dan daya guna media. Berdasarkan kedua definisi tersebut, dapat dikatakan literasi merupakan kemampuan individu dalam memperoleh, mempelajari dan menggunakan segala informasi yang berguna dalam proses perjalanan kehidupannya, sebagai bagian dari pengembangan kualitas dan potensi yang dimilikinya.

Hasil terbaru *Program for International Student Assessment* (PISA) (Statistics, 2013), yaitu sebuah program yang bertujuan untuk meneliti secara berkala tentang kemampuan peserta didik dan mahasiswa dalam hal literasi membaca, matematika dan sains menempatkan Indonesia dirangking 10 besar terbawah.

Namun, sudah ada upaya untuk memperbaiki situasi ini seperti upaya mereformasi kurikulum yang telah dilakukan pemerintah.

Menurut James Rutherford literasi sains mengacu pada segala bentuk literasi yang berkaitan dengan sains, sedangkan literasi ilmiah adalah bentuk literasi yang mengacu pada segala hal subjek disiplin ilmu, seperti bahasa, ilmu sosial, dan sains (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, 2005). Pada penelitian ini, literasi sains yang dibangun adalah literasi kimia polimer mahasiswa pada materi reaksi polimerisasi. Aspek kemampuan literasi kimia polimer mencakup (R. Roberts & Gott, 2010):

1. Menjelaskan fenomena dengan menggunakan konsep kimia polimer, yaitu mengakui pentingnya pengetahuan kimiawi dalam menjelaskan fenomena sehari-hari. Memahami teori, model dan konsep kimia polimer. Subyek terletak pada teori yang mencakup aplikasi yang luas dan mendalam.
2. Menggunakan pemahaman kimia polimer dalam memecahkan masalah, yaitu menggunakan pemahamannya tentang kimia polimer dalam kehidupan keseharian, sebagai konsumen produk baru dan teknologi baru, dalam pengambilan keputusan, dan berpartisipasi dalam debat sosial mengenai isu-isu terkait kimia. Memahami bagaimana ilmu kimia polimer dan teknologi berbasis kimia polimer berhubungan satu dengan yang lain. Ilmu kimia polimer berusaha menghasilkan suatu penjelasan mengenai alam, sedangkan teknologi kimia polimer berusaha untuk mengubah dunia itu sendiri. Model dan konsep yang dihasilkan oleh kedua bidang memiliki keterkaitan kuat, sehingga satu dengan yang lain akan saling mempengaruhi.
3. Menganalisis strategi dan manfaat dari aplikasi kimia polimer, yaitu memahami hubungan antara inovasi dalam proses kimia polimer dan kehidupan sosial (pentingnya

aplikasi seperti obat-obatan, pupuk, polimer alam dan polimer sintesis). Menghargai dampak dari ilmu kimia polimer dan teknologi kimia polimer yang terkait dengan masyarakat. Memahami sifat dari fenomena-fenomena kimia polimer yang berlaku. Menghasilkan perubahan atau variasi pada suatu fenomena yang lebih baik dengan cara mengubah dunia yang kita lihat atau melihat dari sudut pandang yang berbeda.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk terus membantu mahasiswa mengembangkan literasi kimia polimer pada materi reaksi polimerisasi, adalah dengan menerapkan beberapa pendekatan atau model pembelajaran, dan mengembangkan media pembelajaran (Asyhar, 2011) dan soal-soal serta instrumen evaluasi yang dapat meningkatkan kemampuan literasi kimia polimer mahasiswa pada materi reaksi polimerisasi. Untuk mengetahui perkembangan kemampuan literasi kimia polimer mahasiswa pada materi reaksi polimerisasi, tentu perlu diketahui terlebih dahulu bagaimana kemampuan literasi yang telah mereka miliki. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kemampuan literasi sains Kimia Polimer mahasiswa Prodi Kimia FKIP UNJA, maka perlu dilakukan penelitian "Pengembangan Multimedia Pembelajaran pada Materi Reaksi Polimerisasi untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa".

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Prodi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Jambi, Laboratorium Kimia Dasar PMIPA FKIP Universitas Jambi, dan Laboratorium Komputer dan Pemrograman Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Jambi. Pengajaran Kimia Polimer untuk materi Reaksi Polimerisasi dilaksanakan pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia

Semester V FKIP Universitas Jambi. Pengajaran dilaksanakan pada semester ganjil tahun akademik 2019/2020. Waktu yang dibutuhkan mulai dari persiapan penelitian sampai penulisan laporan yang melibatkan seluruh anggota tim kelompok peneliti pengusul adalah sekitar enam (6) bulan.

Populasi dan Sampel

Sebagai anggota populasi dalam pengajaran ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia semester V yang berjumlah 27 orang dan sampelnya seluruh mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia sejumlah tersebut di atas, dengan kata lain sampel diambil dari seluruh anggota populasi yang mengambil mata kuliah ini.

Model Pengembangan

Desain pengembangan dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE. Alasan menggunakan model ini karena produk pengembangan berbasis komputer yaitu media pembelajaran yang memerlukan langkah-langkah yang jelas dan bersifat deskriptif. Adapun langkah-langkah pengembangan menurut ADDIE adalah *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation*.

Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan ini menjadi lima tahap, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi yang akan dijelaskan dalam poin-poin berikut:

1. Analisis

Pada tahap analisis ini terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses pengembangan yaitu: analisis kebutuhan, analisis karakteristik siswa, analisis materi, dan analisis teknologi pendidikan.

2. Desain

Sebelum membuat media pembelajaran terlebih dahulu di buat *draft* media pembelajaran yang telah disesuaikan dengan informasi dan data yang telah terkumpul pada tahap sebelumnya. *Draft* ini akan berguna untuk membuat *Flowchart* atau diagram alur dari media pembelajaran yang digunakan sebagai dasar atau patokan untuk membuat media tersebut. Selanjutnya dari *flowchart* atau diagram alur dibuat *storyboard* yang akhirnya bisa menjadi dasar untuk membuat media pembelajaran.

3. *Development* atau pengembangan

Setelah membuat desain, dilakukan pengembangan terhadap media tersebut, Peneliti menggunakan *software adobe premiere pro cc 2015, adobe photoshop cc* untuk mengembangkan media pembelajaran reaksi polimerisasi (MPRP). Produk yang akan dihasilkan berupa media pembelajaran reaksi polimerisasi (MPRP) menggunakan *software adobe premiere pro cc 2015* yang berisi desain tampilan, isi materi, animasi, teks, dan musik pengiring. Setelah produk selesai, selanjutnya produk divalidasi oleh dua tim ahli, yaitu ahli materi dan ahli media untuk dinilai kelayakannya. Validasi dilakukan beberapa kali agar produk yang dihasilkan benar-benar dinyatakan layak.

4. Implementasi

Implementasi adalah langkah nyata untuk menerapkan sistem pembelajaran yang sedang kita buat. Artinya, pada tahap ini semua yang dikembangkan diinstal atau diset sedemikian rupa sesuai dengan peran atau fungsinya agar bisa di implementasikan. Produk yang telah direvisi oleh tim ahli dan dinyatakan layak akan diuji cobakan pada kelompok kecil yang berjumlah sekitar enam orang mahasiswa.

5. Evaluasi

Evaluasi yang dilakukan berupa evaluasi formatif yang dilakukan untuk kebutuhan revisi atau perbaikan dan saran dari ahli media dan ahli materi pada empat

tahap di atas seperti pada tahap pengembangan.

Jenis Data

Dalam penelitian pengembangan ini, jenis data yang diambil yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Pada tahap validasi dan penilaian produk, data yang diperoleh merupakan data kualitatif berupa masukan, tanggapan, kritik dan saran ahli materi dan ahli media serta respon mahasiswa dalam perbaikan media pembelajaran. Data kuantitatif berupa angka atau skor yang diperoleh dari hasil penilaian oleh validasi ahli media, ahli materi dan angket respon siswa terhadap media pembelajaran reaksi polimerisasi pada materi reaksi polimerisasi.

Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa angket dengan menggunakan skala Likert diberikan kepada siswa dan ke ahli untuk validasi (ahli media dan ahli materi).

Teknik Analisis Data

Setelah data diperoleh, selanjutnya adalah menganalisis data tersebut. Data yang akan diperoleh dalam penelitian ini adalah data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif berupa lembar validasi dari ahli yang berisi tanggapan, saran dan masukan. Data kuantitatif yang diperoleh berupa penilaian terhadap pengembangan produk yang diperoleh dari angket respon mahasiswa, dianalisis dan diolah secara deskriptif menjadi data interval menggunakan skala Likert, dengan kriteria sebagai berikut :

Tabel 1. Format Pernyataan Skala Likert

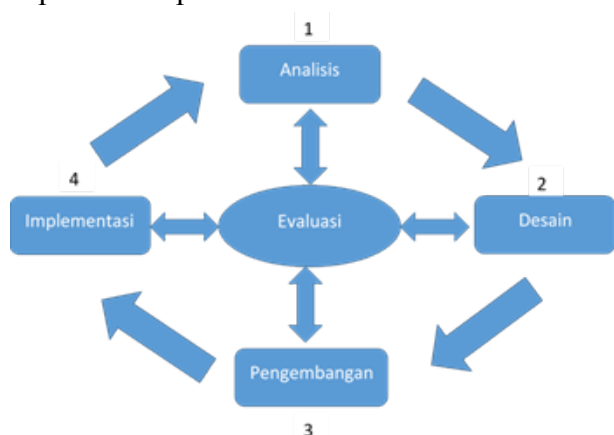
	Sangat baik	Baik	Sedang	Tidak baik	Sangat tidak baik
Pernyataan sikap	5	4	3	2	1

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

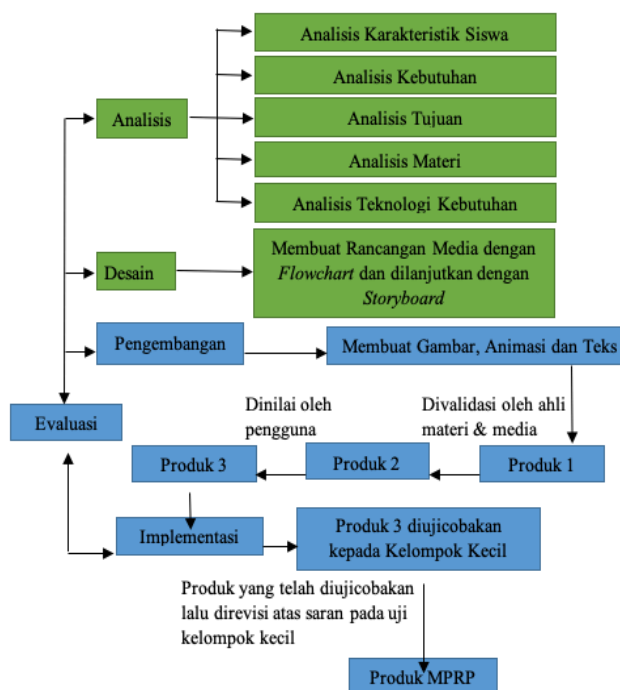
Model Pengembangan

Pada penelitian ini, model pengembangan media pembelajaran reaksi

polimerisasi (MPRP) yang digunakan adalah model ADDIE yang terdiri dari tahapan: i) Analisis, ii) Desain, iii) Pengembangan, iv) Implementasi, dan v) Evaluasi. Pemilihan model ADDIE didasarkan karena model ini telah banyak diimplementasikan dan terbukti mampu menghasilkan media sesuai dengan kebutuhan (Marzal et al., 2020). Selanjutnya dari tahapan model ADDIE diuraikan secara rinci untuk tahapan analisis, desain, pengembangan, Implementasi, dan evaluasi dalam bentuk bagan pengembangan. Adapun gambar model dan bagan pengembangan dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Model ADDIE



Gambar 2. Bagan Pengembangan MPRP

Analisis

Pada tahap analisis dilakukan analisis terhadap komponen: i) karakteristik siswa, ii) kebutuhan, iii) tujuan, iv) materi, dan v) teknologi kebutuhan. Pada tahap ini dilakukan dengan wawancara dan penyebaran angket melalui *google form*.

i) Hasil analisis karakteristik siswa diperoleh bahwa mahasiswa memiliki karakter senang belajar dengan menggunakan media dan lebih mudah memahami materi dengan menggunakan media.

ii) Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa hampir seluruh siswa menyatakan membutuhkan media pembelajaran reaksi kimia yang mengandung video, animasi yang dapat memudahkan dalam pembelajaran. Selain itu juga siswa membutuhkan media pembelajaran reaksi kimia yang berbahasa Indonesia sehingga dapat memudahkan dalam pembelajaran.

iii) Hasil analisis tujuan diperoleh, siswa mampu: a) memahami monomer dan polimer, b) menentukan reaksi polimerisasi adisi dan kondensasi, c) mampu menganalisis reaksi polimerisasi adisi dan kondensasi.

iv) Hasil analisis materi diperoleh bahwa materi yang akan dikembangkan dalam media pembelajaran reaksi polimerisasi adalah: a) Pendahuluan reaksi polimerisasi, b) Reaksi Adisi, c) Reaksi Adisi Radikal Bebas, d) Reaksi Adisi Kationik, e) Reaksi Adisi Anionik, f) Reaksi Kondensasi. Keseluruhan materi dirujuk dari referensi: 1) Cowd, M.A., (1991), Kimia Polimer, Penerbit ITB, Bandung, 2) Steven, M.P., (2007), Kimia Polimer, PT.Pradnya Paramita, Jakarta, 3) Billmeyer, F.W., (1984), *Textbook of Polymer Science*, John Wiley & Sons, New York, 4) Carraher, C.E., (2011), *Carraher's Polymer Chemistry*, 8th Edition, CRC Press, New York.

v) Hasil analisis teknologi, diperoleh bahwa media pembelajaran yang akan dibuat berupa

video yang berisi animasi, gambar dan tulisan yang terkait reaksi polimerisasi.

Selanjutnya setelah keseluruhan tahap analisis selesai dilakukan, dapat dilakukan evaluasi kesesuaian kebutuhan siswa terhadap media dengan tujuan dan materi reaksi polimerisasi. Demikian juga dievaluasi kesesuaian tujuan pembelajaran dengan materi reaksi polimerisasi. Setelah diperoleh analisis yang tepat, maka dapat dilanjutkan proses ke desain media pembelajaran reaksi polimerisasi (MPRP).

Desain

Tahap desain MPRP dilakukan dengan membuat *flowchart* dan *story board* yang dapat dilihat pada Gambar 3. Pada tahap desain, MPRP dirancang dan didesain sesuai tujuan dan materi reaksi polimerisasi. Pada tahap ini dibuat rancangan media pembelajaran reaksi polimerisasi kemudian

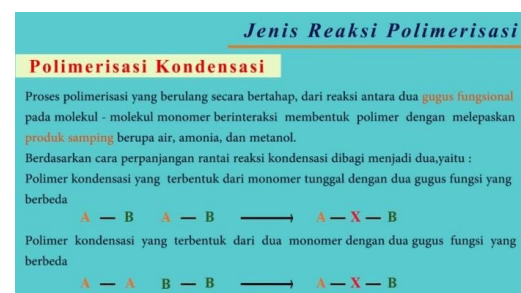
dilanjutkan dengan *story board*. Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan bahan-bahan yang diperlukan untuk pengembangan media. Setelah proses desain selesai, maka dilakukan evaluasi terhadap *flow chart* dan *story board*, juga dievaluasi kesesuaian materi pembelajaran dengan *flow chart* yang ada. Hasil pembuatan rancangan (*flow chart*) dan *story board* dilanjutkan ke tahap pengembangan media.

Tahap Pengembangan

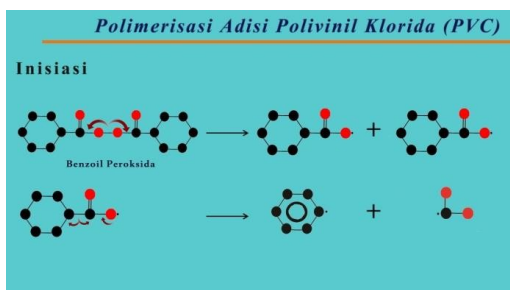
Pada tahap ini dilakukan pengembangan dan validasi terhadap media yang dibuat sebelum produk digunakan dilapangan. Evaluasi dapat berupa mengevaluasi desain dan isi produk. Evaluasi dilakukan tim ahli yaitu ahli materi dan media. Tujuannya adalah untuk perbaikan terhadap produk yang sedang dikembangkan. Berikut desain produk media pembelajaran materi reaksi polimerisasi:



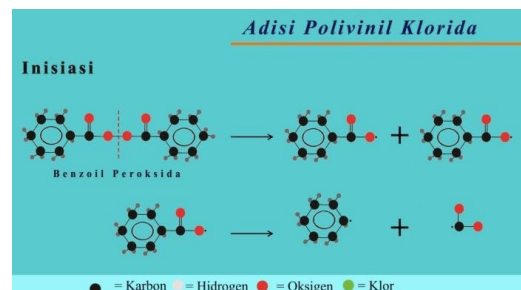
Sebelum revisi



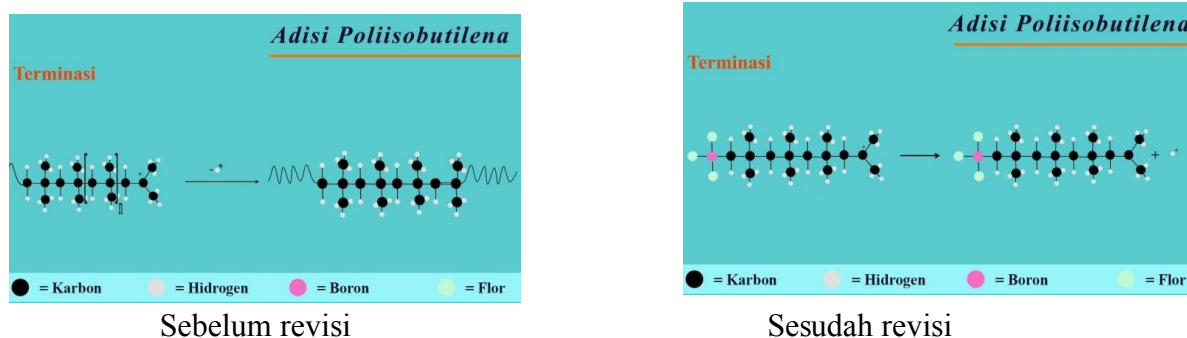
Sesudah revisi



Sebelum revisi



Sesudah revisi



Gambar 4. Media pembelajaran materi reaksi polimerisasi

Tabel 2. Jenis kesalahan dan saran perbaikan dari tim ahli materi

No	Bagian yang salah	Jenis kesalahan	Saran perbaikan
1	Soal	Soal yang ada belum lengkap	Soal yang ada dilengkapi sesuai dengan materi dan kompetensi dasar
2	Referensi	Referensi belum ada	Referensi harus dibuat lebih lengkap dan mewakili penjelasan

Secara keseluruhan tim ahli materi juga menyatakan bahwa sebagai media

pembelajaran, media ini dapat mempermudah siswa dalam memahami materi.

Tabel 3. Jenis kesalahan dan saran perbaikan dari tim ahli media

Bagian yang salah	Jenis kesalahan	Saran perbaikan
Uraian materi	Ukuran tampilan kecil	Ukuran tampilan diperbesar
Animasi	Tampilan kecil	Tampilan diperbesar

Secara keseluruhan tim ahli media menyatakan bahwa secara keseluruhan

produk ini sudah baik, namun ada kesalahan yang perlu diperbaiki.

Tabel 4. Kualitas *prototype-I* Media Pembelajaran Reaksi Polimerisasi Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek penilaian	Rerata skor			Kriteria
	Ahli materi 1	Ahli materi 2	Rerata	
Aspek pembelajaran	76	78	77	Sangat baik
Aspek isi/materi	76	74	75	Sangat baik
Rerata			76	Sangat baik

Meskipun penilaian oleh tim ahli materi dan ahli media termasuk kategori sangat baik, namun masih ada beberapa saran atau masukan yang diberikan oleh tim ahli materi dan ahli media untuk merevisi

prototype-I untuk lebih meningkatkan kualitas *prototype-I* yang dikembangkan. Revisi *prototype-I* telah dilakukan sesuai saran yang diberikan oleh tim ahli materi dan ahli media menghasilkan *prototype-II* Media Pembelajaran reaksi polimerisasi.

Tabel 5. Kualitas *prototype-I* Media Pembelajaran Reaksi Polimerisasi Hasil Validasi Ahli Media (Validasi ketiga).

Aspek penilaian	Rerata skor			Kriteria
	Ahli media	Ahli media 2	Rerata	
Aspek tampilan	68	66	67	Sangat baik
Aspek penyajian	69	69	69	Sangat baik
Aspek pemrograman	67	69	68	Sangat baik
Rerata			68	Sangat baik

Berdasarkan data-data hasil validasi terhadap media yang dikembangkan, maka media ini sudah layak untuk diujicobakan ke lapangan.

Tahap Implementasi

Dengan memperhatikan catatan, saran dan komentar dari validator ahli media dan materi, dilakukan penyempurnaan terhadap produk media pembelajaran sehingga didapatkan produk akhir. Dalam melaksanakan uji coba, seluruh responden menggunakan media yang telah dibuat. Pada akhir pertemuan, enam orang mahasiswa diberikan angket untuk penilaian terhadap media yang disajikan. Instrumen yang digunakan berupa angket dengan menggunakan skala likert. Dari hasil angket tersebut maka dapat diketahui kategori respons/tanggapan yang diberikan oleh

mahasiswa. Respons/tanggapan dari mahasiswa menyatakan media baik dan membantu mereka dalam belajar.

SIMPULAN

Pengembangan media pembelajaran reaksi polimerisasi menggunakan model ADDIE dengan lima tahap, yaitu: analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi dihasilkan produk MPRP yang dinilai sangat baik oleh ahli materi dan media, serta MPRP dapat membantu mahasiswa dalam mempelajari reaksi polimerisasi. Dengan demikian diharapkan MPRP dapat meningkatkan kemampuan literasi sains kimia polimer mahasiswa pada materi reaksi polimerisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyhar, R. (2011). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Horton Jr, F. W. (2007). *Unesco information for all programme understanding information literacy: A primer*. Communication and Information Sector, Paris UNESCO.
- Martinez-hernandez, K., & Kimaru, I. (2015). *Perspectives on Science Literacy: A comparative study of United States and Kenya Perspectives on Science Literacy: A comparative study of United States*. 25–34.
- Marzal, J., Saputra, E., Suratno, T., Mauladi, Saharudin, & Elisa, E. (2020). The use of ADDIE model to re-create academic information systems to improve user satisfaction. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(3), 32033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032033>
- Roberts, D. A. (1983). Scientific literacy: Towards balance in setting goals for school science programs. A discussion paper. In *ERIC*. Science Council of Canada.
- Roberts, R., & Gott, R. (2010). Questioning the evidence for a claim in a socio-scientific issue: an aspect of scientific literacy. *Research in Science & Technological Education*, 28(3), 203–226.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of ‘chemical literacy.’ *International Journal of Science Education*, 27(3), 323–344.
- Statistics, N. C. for E. (2013). *Program for International Student Assessment (PISA)*. US Department of Education Institute of Education Sciences Washington, DC.
- Stuart, L. (1999). *21st Century Skills for 21st Century Jobs. A Report of the U.S. Department of Commerce, U.S. Department of Education, U.S. Department of Labor, National Institute for Literacy and Small Business Administration*. Diambil dari <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED445249&site=ehost-live&scope=site>