



Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia

Laman Jurnal: <https://ejournal.upi.edu/index.php/JRPPK/index>



Implementasi Simulator Proses Koagulasi dalam Mendukung Penguasaan Konsep Peserta Didik

Implementation of the Coagulation Process Simulator to Support Students' Mastery of Concepts

Oleh:

Najwa Patricia Azzahra¹, Muhammad Nurul Hana¹, Heli Siti Halimatul Munawaroh², Ijang Rohman¹, Gun Gun Gumilar, ¹ Sjaeful Anwar³, Miarti Khikmatun Nais¹, Qonita Mu'minah¹.

¹Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

²Program Studi Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

³Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

*Correspondence email: patricia.azzahra@email.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Simulator Proses Koagulasi dalam mendukung penguasaan konsep peserta didik. Metode yang digunakan adalah kualitatif deskriptif. Partisipan penelitian terdiri dari 35 peserta didik SMA kelas XI. Penelitian diawali dengan menganalisis karakteristik multimedia yang telah dikembangkan peneliti sebelumnya. Informasi yang diperoleh pada analisis karakteristik multimedia menjadi pertimbangan untuk menentukan model pembelajaran yang sesuai dan sebagai acuan dalam pembuatan modul ajar. Keterlaksanaan pembelajaran diperoleh dari hasil observasi dan transkrip video kegiatan pembelajaran, serta hasil jawaban peserta didik pada Lembar Kerja Peserta Didik. Data penguasaan konsep diperoleh melalui tes sebelum dan setelah pembelajaran menggunakan instrumen tes berbentuk pilihan ganda. Dari hasil analisis diketahui bahwa Simulator Proses Koagulasi mengintegrasikan simulasi eksperimen yang menyerupai kegiatan laboratorium nyata, termasuk visualisasi alat, kejernihan larutan, dan pembentukan endapan. Simulator dilengkapi dengan video serta teks penjelasan proses koagulasi dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari, serta soal maupun tugas yang membantu pemahaman peserta didik. Berdasarkan karakteristik simulator, model POE merupakan yang paling sesuai. Hasil *judgement* terhadap rancangan modul ajar berbasis POE menunjukkan bahwa modul tersebut layak digunakan. Observasi terhadap pelaksanaan pembelajaran memperlihatkan bahwa penggunaan simulator dengan model POE berjalan

Info artikel:

Diterima: 31 Juli 2025
Direvisi: 20 Agustus 2025
Disetujui: 25 September 2025
Terpublikasi online: 1 Oktober 2025
Tanggal Publikasi: 1 Oktober 2025

Kata Kunci:

Simulator Proses Koagulasi,
Model Pembelajaran POE,
Penguasaan Konsep.

Key Words:

Simulator Proses Koagulasi,
POE Learning Model,
Conceptual Understanding.

dengan baik meskipun terdapat beberapa kendala teknis. Implementasi Simulator Proses Koagulasi dengan model POE mendukung penguasaan konsep peserta didik, meskipun belum secara menyeluruh.

ABSTRACT

This study aims to implement a Simulator Proses Koagulasi to support students' conceptual mastery. The method used is descriptive qualitative. The research participants consisted of 35 eleventh-grade high school students. The study began by analyzing the characteristics of multimedia previously developed by researchers. Information obtained from the analysis of multimedia characteristics was used as a consideration in determining an appropriate learning model and as a reference in creating teaching modules. The implementation of learning was obtained from observations and video transcripts of learning activities, as well as the results of student answers on the Student Worksheet. Concept mastery data was obtained through pre- and post-learning tests using multiple-choice test instruments. From the analysis, it was found that the Simulator Proses Koagulasi integrates experimental simulations that resemble real laboratory activities, including visualization of equipment, solution clarity, and sediment formation. The simulator is equipped with videos and text explaining the coagulation process and its use in everyday life, as well as questions and assignments that help students' understanding. Based on the characteristics of the simulator, the POE model is the most appropriate. The results of the judgment on the POE-based teaching module design indicate that the module is feasible to use. Observations of the learning process showed that the use of the POE simulator went well, despite some technical challenges. The implementation of the POE Simulator Proses Koagulasi supported students' conceptual mastery, although not yet comprehensively.

1. PENDAHULUAN

Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia telah cukup banyak melakukan pengembangan media pembelajaran, namun baru sebagian kecil yang telah diimplementasikan pada media pembelajaran tersebut sehingga belum diketahui keterlaksanaan media dalam kegiatan pembelajaran. Media pembelajaran yang telah dikembangkan bermacam-macam bentuknya, baik dalam bentuk simulator, game digital, multimedia, augmented reality dan media-media lainnya.

Media pembelajaran yang telah dikembangkan pada tahun 2023 dan 2024 di Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia yang telah diimplementasikan hanya media milik Nafisah (2023) dan media milik Azzahra (2023). Terdapat beberapa penelitian lain yang menunjukkan bahwa media pembelajaran dapat diterapkan pada kegiatan pembelajaran (Fatah et al., 2021; Fitriawati et al., 2022) serta dengan penggunaan media dalam kegiatan pembelajaran dapat mempengaruhi penguasaan konsep peserta didik (Hatimah & Khery, 2021) dan meningkatkan motivasi (Cahyaningtias & Ridwan, 2021).

Berdasarkan studi pendahuluan di salah satu SMA di Kabupaten Subang, diketahui bahwa sekolah tersebut memiliki satu laboratorium kimia sebagai tempat untuk melaksanakan kegiatan praktikum. Materi yang pernah dilaksanakan kegiatan praktikum diantaranya pada materi termokimia, titrasi asam-basa, sifat koligatif larutan, dan sel volta. Namun untuk materi koagulasi belum pernah dilakukan kegiatan praktikum di sekolah tersebut.

Salah satu media yang telah dikembangkan oleh mahasiswa Pendidikan Kimia UPI yaitu simulator pada materi koagulasi pada sistem koloid (Hasanah, 2024). Materi sistem koloid sangat erat kaitannya dengan permasalahan-permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari sehingga sangat penting untuk dipelajari dan dipahami (Pamularsih & Haryanto, 2020). Namun,

peserta didik cenderung kesulitan memahami konsep sistem koloid karena sifatnya yang abstrak dan tidak dikaitkan secara langsung dengan konteks nyata (Jaru et al., 2025).

Maka dari itu, penting untuk dilakukan implementasi terhadap media pembelajaran yang telah dikembangkan untuk mengevaluasi efektivitas dan dampak terhadap penguasaan konsep peserta didik. Salah satu media yang berpotensi untuk diimplementasikan adalah Simulator Proses Koagulasi. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh gambaran mengenai keterlaksanaan media dalam kegiatan pembelajaran serta pengaruhnya terhadap penguasaan konsep peserta didik.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik aplikasi Simulator Proses Koagulasi
2. Untuk mengetahui model pembelajaran yang sesuai untuk mengimplementasikan Simulator Proses Koagulasi
3. Untuk mengetahui keterlaksanaan model pembelajaran menggunakan Simulator Proses Koagulasi
4. Untuk mengetahui penguasaan konsep peserta didik setelah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan Simulator Proses Koagulasi

2. METODOLOGI

Penelitian ini melibatkan peserta didik SMA Negeri 1 Pamanukan, Subang, Jawa Barat. Partisipan penelitian terdiri dari 35 peserta didik kelas XI. Instrumen penelitian berupa tes pilihan ganda yang diberikan sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran menggunakan simulator proses koagulasi.

Jenis data yang dikumpulkan berupa data kualitatif yang mencakup : karakteristik simulator, model pembelajaran yang sesuai dengan simulator, keterlaksanaan pembelajaran, dan data penguasaan konsep peserta didik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Simulator Proses Koagulasi

Analisis karakteristik Simulator Proses Koagulasi dilakukan dengan menganalisis bentuk aplikasi, menganalisis aktivitas yang terdapat dalam aplikasi, menganalisis kekurangan dan kelebihan aplikasi serta menganalisis Tujuan Pembelajaran (TP) yang dapat dicapai dalam aplikasi, serta menganalisis kekurangan dan kelebihan dari aplikasi. Analisis karakteristik Simulator Proses Koagulasi digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam memilih model pembelajaran yang sesuai dan membuat rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) atau modul ajar.

Simulator yang digunakan pada penelitian ini yaitu Simulator Proses Koagulasi yang dikembangkan oleh Hasanah (2024). Simulator Proses Koagulasi dikemas dalam bentuk APK (*android package kit*), aplikasi ini dapat digunakan hanya pada android. Peserta didik dapat menginstal aplikasi yang dikirimkan melalui Whatsapp atau Bluetooth.

Karakteristik Simulator Proses Koagulasi dari aspek media meliputi teks, video, dan animasi. Hal ini selaras dengan pendapat Fikri dan Madona (2018) yang menyatakan bahwa multimedia interaktif merupakan perpaduan dari berbagai media yang berupa teks, gambar, audio, video, animasi dan lainnya.

Pada menu utama terdapat tombol referensi, pengembang, panduan, mulai praktikum, dan *finish* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Aplikasi

Pada saat pertama kali memulai, ikon mulai praktikum dan *finish* tidak dapat di-klik. Ikon mulai praktikum akan aktif setelah peserta didik membuka dan menyelesaikan segmen panduan, dan ikon *finish* akan aktif setelah peserta didik menyelesaikan segmen praktikum.

Ketika peserta didik mengakses pengembang, referensi, dan keluar, akan muncul *pop-up* dengan informasi sesuai dengan fungsi dari tombol tersebut. Ketika peserta didik mengakses mulai praktikum, peserta didik akan menuju *layout* simulasi. Pada simulator ini, terdapat dua bagian simulasi, pada bagian pertama peserta didik akan mereaksikan susu yang tidak diketahui konsentrasinya dengan ekstrak biji kelor pada dua konsentrasi berbeda.

Pada simulasi bagian pertama ini peserta didik mengamati kejernihan larutan dan endapan yang terbentuk setelah penambahan dua koagulan dengan konsentrasi berbeda. Peserta didik diminta membuat prediksi mengenai konsentrasi yang optimum untuk mengkoagulasikan susu. Pada tahap ini juga peserta didik diminta untuk menuliskan hasil prediksi agar dapat membuka *scene* selanjutnya yang berisi penjelasan dalam bentuk video dan teks. Dalam video terdapat penjelasan mekanisme koagulasi susu dengan ekstrak biji kelor sebagai koagulan, selanjutnya terdapat teks penjelasan mengenai prinsip koagulasi, dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. Aplikasi ini dilengkapi dengan video dan teks penjelasan untuk membantu peserta didik lebih mudah memahami materi. Hal ini sejalan dengan pendapat Mayer (2009) yang menyatakan bahwa kombinasi visual dan verbal yang disajikan secara bersamaan dapat meningkatkan penguasaan konsep.

Pada akhir simulasi bagian pertama ini terdapat dua soal yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Pada soal pertama yaitu menentukan koagulan pada percobaan berdasarkan informasi yang telah disampaikan, dan pada soal kedua peserta didik diminta menjelaskan kembali prinsip koagulasi beserta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. Ketika suatu tugas tidak dikerjakan atau dikosongkan, akan muncul *pop-up* untuk menjawab atau memilih jawaban sesuai dengan perintah yang terdapat pada layar dan peserta didik tidak akan dapat menuju ke segmen berikutnya.

Setelah menuntaskan bagian pertama, peserta didik akan diarahkan ke simulasi bagian kedua. Pada bagian kedua, peserta didik akan mengamati reaksi suatu konsentrasi susu dengan 7 variasi ekstrak biji kelor. Pada tahap ini peserta didik dapat mengamati endapan yang terbentuk dan kejernihan larutan, sehingga aplikasi ini dapat memfasilitasi tahap pembelajaran observasi/pengamatan. Peserta didik akan melakukan kegiatan percobaan sebanyak lima kali dengan konsentrasi susu yang berbeda, pada setiap percobaan disajikan satu konsentrasi susu dan 7 variasi ekstrak biji kelor yang dapat dilihat pada Table 1. Selanjutnya peserta didik diminta

untuk menentukan dan mencatat konsentrasi ekstrak biji kelor yang optimum untuk setiap konsentrasi susu ditinjau dari kejernihan susu setelah 30 menit.

Tabel 1. Konsentrasi Susu dan Ekstrak Biji Kelor

Percobaan Ke-	Konsentrasi Susu (mg/mL)	Konsentrasi Ekstrak Biji Kelor (mg/mL)
1	2,0	3,5
		4,0
		4,5
		5,0
		5,5
		6,0
		6,5
2	2,5	3,5
		4,0
		4,5
		5,0
		5,5
		6,0
		6,5
3	3,0	3,5
		4,0
		4,5
		5,0
		5,5
		6,0
		6,5
4	3,5	4,5
		5,0
		5,5
		6,0
		6,5
		7,0
		7,5
5	4,0	5,0
		5,5
		6,0
		6,5
		7,0
		7,5
		8,0

Kemudian terdapat perintah untuk mencatat kejernihan dan endapan yang terbentuk, menentukan konsentrasi ekstrak biji kelor yang optimum untuk mengkoagulasikan pada setiap konsentrasi susu, dan menentukan apakah prediksi awal sesuai dengan hasil pengamatan. Tahap

ini mengarahkan peserta didik untuk dapat menjelaskan berdasarkan pemahaman yang mereka dapat melalui teks dan video penjelasan beserta simulasi.

Setelah memahami dan menuntaskan semua bagian pada simulasi, peserta didik akan diarahkan kembali ke menu utama dengan ikon *finish* yang sudah aktif. Ketika peserta didik menekan ikon *finish* maka secara otomatis aplikasi simulator ini akan tertutup dan peserta didik akan keluar dari aplikasi.

Karakteristik multimedia hidrolisis garam dari segi konten dikembangkan sebagai media dalam proses pembelajaran untuk membantu menyampaikan materi pembelajaran. Tujuan Pembelajaran yang dicapai dalam multimedia tersebut yaitu, (1) Menjelaskan konsep koagulasi yang terdapat pada koloid. (2) Menjelaskan penerapan konsep koagulasi dalam kehidupan sehari-hari. (3) Mengidentifikasi perubahan akibat penambahan koagulan pada larutan. (3) Menentukan konsentrasi koagulan yang optimum untuk mengkoagulasi susu.

Pada aplikasi Koagulasi, terdapat penjelasan berupa video dan teks mengenai prinsip koagulasi beserta kegunaan pada kehidupan sehari-hari. Selanjutnya pada aplikasi terdapat perintah untuk menjelaskan kembali prinsip dan pemanfaatannya pada kehidupan sehari-hari, dan jika kolom jawaban tidak diisi maka tidak bisa melanjutkan simulasi. Sehingga hal tersebut dapat digunakan untuk mencapai Tujuan Pembelajaran pertama yaitu menjelaskan konsep koagulasi yang terdapat pada koloid dan tujuan pembelajaran kedua yaitu menjelaskan penerapan konsep koagulasi dalam kehidupan sehari-hari.

Pada aplikasi juga terdapat tahapan dimana peserta didik mengamati kejernihan dan endapan yang terbentuk pada 5 konsentrasi susu dengan masing-masing konsentrasi susu ditambahkan 7 variasi ekstrak biji kelor. Hal tersebut dapat digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran ketiga yaitu mengidentifikasi perubahan akibat penambahan koagulan pada larutan. Setelah mendapatkan data, peserta didik dapat menentukan konsentrasi optimum ekstrak biji kelor untuk mengkoagulasi susu. Hal ini dapat digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran keempat yaitu menentukan konsentrasi koagulan yang optimum untuk mengkoagulasi susu.

Kegiatan simulasi praktikum pada simulator ini cukup merepresentasikan prosedur praktikum sebenarnya. Berdasarkan langkah-langkah praktikum yang dilakukan oleh Lanur et al. (2025) dan Maharani et al. (2012), terdapat proses pengadukan, sedangkan pada simulator tidak memvisualkan adanya kegiatan pengadukan. Selain itu, terdapat beberapa kekurangan dari simulator, tidak ada tombol kembali ke *scene* sebelumnya dan hanya ada tombol *home* dan *close* sehingga jika ingin kembali ke *scene* sebelumnya harus mengulangi dari awal. Simulator tidak dapat menyimpan jawaban peserta didik sehingga pendidik harus menggunakan bantuan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) untuk menyimpan jawaban peserta didik. Pada aplikasi ini masih terdapat tombol yang tidak berfungsi dan penempatan tombol yang tidak rapi. Adapun kelebihan dari aplikasi ini yaitu dapat mengatasi kurangnya ketersediaan alat dan waktu, sehingga dengan aplikasi ini dapat memberikan pembelajaran bagi peserta didik.

3.2. Penentuan Model yang Sesuai

Penentuan model pembelajaran dilakukan setelah menganalisis karakteristik simulator. Penentuan model pembelajaran dilakukan dengan cara mengidentifikasi beberapa model pembelajaran, menganalisis setiap sintak pada model pembelajaran, dan menganalisis kemampuan aplikasi untuk memfasilitasi sintak. Tahap ini bertujuan untuk menentukan model pembelajaran yang paling sesuai dengan karakteristik dari simulator yang akan digunakan sebagai media pembelajaran.

Model pembelajaran yang paling sesuai dengan karakteristik dan aktivitas pada simulator yaitu model POE. Pada model pembelajaran POE terdapat tiga sintaks, yaitu (1) *predict* (memprediksi), (2) *observe* (mengamati), dan (3) *explain* (menjelaskan) (White & Gunstone, 1992). Peserta didik dapat memprediksikan mengenai konsentrasi optimum koagulan berdasarkan fenomena penambahan dua konsentrasi ekstrak biji kelor yang berbeda pada satu konsentrasi susu yang tidak diketahui. Terdapat pula pengamatan terhadap 5 konsentrasi susu dengan masing-masing konsentrasi susu ditambahkan 7 variasi ekstrak biji kelor. Tahap *explain* pun terfasilitasi karena pada aplikasi terdapat pertanyaan-pertanyaan yang mengarahkan peserta didik agar dapat menjelaskan konsep setelah melakukan simulasi praktikum

3.3. Keterlaksanaan Model Pembelajaran

Pada penelitian ini, keterlaksanaan kegiatan pembelajaran menggunakan simulator dengan model POE dianalisis berdasarkan tiga sumber data, yaitu transkrip video selama pembelajaran, hasil observasi selama proses pembelajaran, serta melalui hasil jawaban peserta didik pada setiap sintak dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Kegiatan penelitian dilakukan pada kelas XI jurusan IPA di salah satu SMA di Kabupaten Subang yang dilaksanakan pada bulan April 2025.

Perancangan Modul Ajar Model POE Berbantuan Simulator

Rancangan modul ajar dibuat setelah menetapkan model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik aplikasi. Model pembelajaran yang paling sesuai berdasarkan analisis merupakan model pembelajaran POE, sehingga disusun rancangan modul ajar sesuai tahapan model POE. Rancangan modul ajar yang telah disusun kemudian dilakukan *judgement* oleh dua dosen pendidikan kimia UPI.

Berdasarkan web Kemendikdasmen, modul ajar merupakan salah satu bentuk perangkat ajar yang dirancang sistematis sebagai panduan dalam melaksanakan pembelajaran yang memuat langkah pembelajaran, rencana asesmen, hingga sarana yang dibutuhkan dalam menjalankan pembelajaran secara terorganisir. Perancangan modul ajar ini berdasarkan Surat Keputusan Mendikbudristek No. 262/M/2022, dimana modul ajar terdiri dari tujuan pembelajaran, langkah pembelajaran, media pembelajaran, serta asesmen yang diperlukan dalam satu topik pembelajaran. Modul ajar dirancang sesuai dengan format yang digunakan di sekolah penelitian. Berdasarkan hasil *judgement*, rancangan modul ajar telah cukup layak untuk digunakan namun terdapat saran untuk perbaikan. Hasil *judgement* berdasarkan setiap aspek sebagai berikut.

Pada aspek identitas mata pelajaran telah memenuhi aspek yaitu terdiri dari nama sekolah, mata pelajaran, fase/kelas, topik, alokasi waktu, dan Capaian Pembelajaran. Kompetensi awal yang ditentukan sudah sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran. Selanjutnya merupakan aspek sarana dan prasarana, dimana pada aspek ini kurang tepat. Berdasarkan *judgement*, pada aspek target peserta didik dan aspek model pembelajaran sesuai dengan tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran yang telah dirancang sudah sesuai dengan capaian pembelajaran, namun disarankan untuk menambahkan tujuan pembelajaran mengidentifikasi perubahan akibat penambahan koagulan.

Pada aspek pemahaman bermakna pun sesuai tujuan pembelajaran. Selanjutnya merupakan pertanyaan pemantik. Pertanyaan pemantik bertujuan untuk membangkitkan kecerdasan berbicara, rasa ingin tahu, memulai diskusi antar teman atau pendidik, dan memulai pengamatan terhadap topik yang akan dipelajari (Maulida, 2022). Pertanyaan pemantik yang telah disusun belum sesuai, pada bagian ini diberi saran untuk menanyakan mengenai fenomena koagulasi yang terdapat di kehidupan sehari-hari.

Aspek selanjutnya yang dinilai adalah langkah-langkah pembelajaran. Langkah-langkah pembelajaran telah sesuai, dimana terdiri kegiatan pembelajaran; awal, inti, dan penutup.

Kegiatan pembelajaran inti telah mencakup langkah-langkah pembelajaran POE yang terdiri dari *Predict* (memprediksi), *Observe* (mengamati) dan *Explain* (menjelaskan) (White & Gunstone, 1992). Asesmen yang terdapat dalam modul ajar mengacu pada pencapaian aspek pengetahuan. Penilaian penguasaan konsep peserta didik menggunakan instrumen berupa tes tertulis dalam bentuk pilihan ganda.

Keterlaksanaan Kegiatan Pembelajaran menggunakan simulator Proses Koagulasi

Pemberian perlakuan dengan pembelajaran POE berbantuan simulator disesuaikan dengan Modul ajar yang telah di revisi dilaksanakan dalam 2 x 2JP (45 menit). Pembelajaran POE yang dilaksanakan terdiri dari pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan penutup. Apersepsi bertujuan untuk mengkondisikan peserta didik agar siap untuk menerima materi baru. Pada kegiatan inti tahapan pembelajaran POE yang dilakukan meliputi memprediksi (*predict*), mengamati (*observe*), dan menjelaskan (*explain*). Tahapan pembelajaran yang terakhir adalah penutup yang bertujuan untuk mengevaluasi materi yang sudah diajarkan.

Sebelum dimulai kegiatan pembelajaran, peserta didik diminta untuk menginstal aplikasi simulator Koagulasi yang dibagikan melalui Whatsapp. Pada saat menginstal terdapat beberapa kendala seperti memori *handphone* tidak cukup dan terdapat beberapa peserta didik yang tidak dapat menginstal dikarenakan menggunakan Iphone (IOS). Untuk mengatasi hal tersebut pendidik meminjam *handphone* dari kelas lain dan meminta peserta didik yang tidak dapat menginstal aplikasi bergabung dengan teman sebangkunya yang sudah menginstal dan melakukan simulasi eksperimen secara bersamaan. Setelah seluruhnya dapat menginstal aplikasi, kegiatan pembelajaran dimulai. Berikut penjelasan secara rinci pada setiap tahap kegiatan pembelajaran:

- **Pendahuluan**

Pendidik memulai kegiatan pembelajaran dengan orientasi dan apersepsi. Kegiatan pembelajaran diawali dengan salam pembuka, berdoa dan mengecek kehadiran peserta didik. Selanjutnya pada kegiatan apersepsi pendidik bertanya kepada peserta didik apakah masih ingat dengan materi sebelumnya mengenai koloid?. Peserta didik menjawab susu, keju, mayones, kosmetik dan mentega. Respon yang diharapkan yang muncul hanya satu yaitu susu.

Selanjutnya pendidik menanyakan mengenai fenomena koagulasi yaitu menanyakan pernahkah kalian memperhatikan ketika susu kemasan disimpan dalam jangka waktu yang lama apakah ada perubahan pada kondisi susu? Peserta didik menjawab bahwa ada perubahan yaitu menjadi menggumpal atau mengendap. Dilanjutkan dengan pemberian motivasi oleh pendidik dengan menyatakan bahwa pemahaman pada materi ini dapat diterapkan di kehidupan sehari-hari. Berdasarkan hasil observasi, pada seluruh kegiatan pendahuluan ini hampir seluruh peserta didik menyimak dan merespon pendidik sehingga dapat dikatakan kegiatan ini terlaksana dengan baik.

- ***Predict***

Sebelum memulai simulasi, peserta didik diberikan LKPD sebagai media pembelajaran. Pemberian LKPD bertujuan untuk menciptakan proses pembelajaran yang efektif dan menanamkan pola pikir yang teratur dan berkesinambungan dalam merekam jawaban peserta didik. Selanjutnya peserta didik diarahkan untuk membuka aplikasi simulasi dan LKPD. Tahap pertama pada pembelajaran POE adalah memprediksi (*predict*). Tahap *predict* yaitu peserta didik diminta memprediksi hasil dari suatu peristiwa atau percobaan berdasarkan pemahaman awal mereka tahap memprediksi suatu masalah atau kejadian (White & Gunstone, 1992). Pada proses ini peserta didik diberikan kebebasan untuk menyusun dugaan/prediksi, pendidik tidak membatasi pemikiran peserta didik sehingga banyak gagasan dan konsep muncul dari pemikiran

peserta didik. Berdasarkan jawaban peserta didik, pendidik dapat mengerti bagaimana konsep dan pemikiran peserta didik tentang persoalan yang diajukan.

Pada tahap *predict* peserta didik akan mereaksikan susu yang tidak diketahui konsentrasinya dengan ekstrak biji kelor 3,5 mg/mL dan 4,0 mg/mL. Selanjutnya peserta didik akan mengamati larutan setelah 30 menit dan membuat prediksi mengenai konsentrasi ekstrak biji kelor yang optimum untuk mengkoagulasi susu. Berdasarkan hasil observasi, seluruh peserta didik memperhatikan fenomena yang ada pada simulator, lalu membuat prediksi berdasarkan fenomena tersebut.

Berdasarkan hasil jawaban peserta didik yang ditulis pada LKPD, peserta didik memberikan prediksi yang cukup beragam. 11,43% peserta didik memprediksi bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak biji kelor maka akan semakin jernih/semakin banyak endapan yang terbentuk, sementara 45,71% peserta didik yang hanya menyatakan bahwa susu yang ditambahkan ekstrak biji kelor dengan konsentrasi 4 mg/mL lebih banyak endapannya dibanding yang ditambahkan ekstrak biji kelor dengan konsentrasi 3,5 mg/mL. Hasil prediksi peserta didik berbeda-beda karena setiap peserta didik mempunyai pengetahuan awal dan cara berpikir yang tidak sama yang menyebabkan peserta didik menafsirkan dengan cara yang berbeda. Berdasarkan hasil observasi dan pemaparan di atas, pada tahap ini terlaksana dengan cukup baik meski belum semua peserta didik dapat memprediksi dengan tepat

- **Observe**

Mengobservasi (*observe*) merupakan tahap kedua pada pembelajaran POE. Pada tahap *observe* dilakukan sebuah penelitian atau eksperimen untuk membuktikan kebenaran dari dugaan/prediksi sebelumnya (White & Gunstone, 1992). Seluruh peserta didik dapat melakukan observasi dengan baik, hal ini ditunjukkan dengan kolom observasi pada LKPD peserta didik terisi seluruhnya.

Pada tahap ini peserta didik diajak untuk melakukan dan mengamati percobaan atau eksperimen, tujuannya yaitu untuk menguji kebenaran prediksi yang mereka sampaikan. Peserta didik akan melakukan kegiatan percobaan sebanyak lima kali dengan konsentrasi susu yang berbeda, pada setiap percobaan disajikan satu konsentrasi susu dan 7 variasi ekstrak biji kelor.

Setelah mengamati, peserta didik diminta untuk menuliskan tingkat kejernihan dan banyaknya endapan berdasarkan hasil pengamatannya pada tabel bagian *observe* dalam LKPD. Seluruh peserta didik mengisi tabel pengamatan dengan lengkap. Sebanyak 40% peserta didik dapat menjawab seluruh bagian dengan benar. Sementara itu, peserta didik dengan pencapaian terendah tetap menunjukkan pemahaman yang cukup baik, dengan persentase jawaban benar sebesar 63% dari keseluruhan aspek yang diamati.

Berdasarkan hasil observasi, seluruh peserta didik melakukan percobaan, lalu mengamati kejernihan dan endapan pada larutan dan mencatat hasil observasi, sehingga dapat dikatakan pada tahap *observe* ini terlaksana dengan baik. Namun, berdasarkan observasi yang dilakukan selama kegiatan pembelajaran berlangsung, peserta didik mengalami kendala salah satu contohnya adalah error atau tidak ada respon dari aplikasi (*freeze*). Selain itu, aplikasi tidak menyediakan fitur untuk langsung melompat ke bagian tertentu (*skip scene*) sehingga simulasi harus diulang dari awal ketika mengalami error. Meskipun demikian, secara umum kegiatan pembelajaran pada tahap observasi dapat terlaksana dengan cukup baik.

- **Explain**

Tahap ketiga pada pembelajaran POE adalah menjelaskan (*explain*). Pada tahap *explain*, peserta didik menjelaskan hasil yang didapatkan dari tahap observasi dan dikaitkan dengan prediksi awal (White & Gunstone, 1992). Pada tahap *explain* soal nomor 1, peserta didik ditanya manakah yang merupakan koagulan dan diminta menjelaskan alasannya. Terdapat 37 % peserta didik yang menjawab benar beserta alasannya, 37% peserta didik yang benar menentukan koagulan namun alasannya tidak sesuai, 20% peserta didik yang benar menentukan koagulan namun tidak mencantumkan alasannya, dan terdapat 6% peserta didik yang salah dengan menganggap susu merupakan koagulan.

Pada soal nomor 2 peserta didik diminta untuk menjelaskan prinsip koagulasi dan menyebutkan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. Terdapat 34,28% peserta didik yang tepat menjelaskan prinsip koagulasi dan menyebutkan pemanfaatan pada kehidupan sehari-hari. Terdapat 11,43% peserta didik yang benar menjawab prinsip koagulasi namun tidak menuliskan pemanfaatannya. Terdapat 31,42% peserta didik yang menyebutkan pemanfaatannya namun tidak tepat pada prinsip koagulasi. 2,86% peserta didik menuliskan prinsip koagulasi namun penjelasannya belum selesai dan tidak menyebutkan pemanfaatannya. Terdapat 20% peserta didik yang jawabannya tidak tepat.

Soal nomor 3, 4, 5, 6, dan 7 peserta didik ditanya larutan menjadi jernih pada konsentrasi ke berapa di setiap percobaan dan diminta menjelaskan mengapa pada konsentrasi ekstrak biji kelor selanjutnya tidak bertambah jernih. Terdapat 31,42% peserta didik yang menjawab dengan benar, salah satu jawaban peserta didik untuk nomor 3 yaitu *"5,0. Dikarenakan konsentrasi ini sudah terjadi pengendapan yang optimal jadi tidak bertambah jernih"*, salah satu jawaban peserta didik untuk nomor 4 yaitu *"pada konsentrasi biji kelor 5,0. Dikarenakan pada konsentrasi ini terjadi pengendapan yang maksimal sehingga tidak bertambah jernih"*, salah satu jawaban peserta didik untuk nomor 5 yaitu *"Larutan jernih pada 6,0. karena sudah sempurna reaksinya"*, salah satu jawaban peserta didik untuk nomor 6 yaitu *"Jernih pada konsentrasi 6,5. Karena sudah jernih dan partikel-partikel kotor sudah ditangkap oleh zat-zat dari biji kelor"*, salah satu jawaban peserta didik untuk nomor 7 yaitu *"7,0 mg/mL. karena kejernihan maksimal sudah tercapai"*. Terdapat 14,29% peserta didik yang benar dalam menjawab konsentrasi biji kelor ke berapa saat larutan menjadi jernih namun alasan tidak bertambah jernihnya kurang tepat. Terdapat 5,71% peserta didik yang sudah tepat alasan mengapa tidak bertambah jernih pada konsentrasi selanjutnya, namun menuliskan seluruh konsentrasi biji kelor saat larutan jernih. Terdapat 37,14% peserta didik yang malah menuliskan seluruh konsentrasi biji kelor pada larutan yang jernih dan terdapat 11,43 peserta didik yang asal menulis jawaban sehingga tidak tepat.

Soal terakhir yaitu peserta didik diminta membandingkan apakah prediksi awal sesuai dengan hasil pengamatan dan diminta menjelaskan alasannya berdasarkan pengamatan. Terdapat 14,29% peserta didik yang sudah benar, contoh jawaban peserta didik yaitu *"tidak sesuai, ternyata jika sudah mencapai kejernihan yang maksimal mau ditambahkan sebanyak apapun konsentrasi biji kelornya tetap saja tidak bertambah jernih"* dan *"bahwa semakin banyak kelor, maka larutan akan semakin jernih. Namun hasil pengamatan, larutan hanya jernih sampai konsentrasi tertentu"*. Terdapat 42,86% peserta didik yang miskonsepsi dengan menganggap jika konsentrasi biji kelor semakin tinggi maka proses koagulasi akan semakin baik, contoh jawaban peserta didik yaitu *"iya, karena semakin tinggi konsentrasinya maka akan semakin jernih pula larutannya, dan endapannya juga akan semakin banyak"* dan *"iya. Karena pada pengamatan konsentrasi koagulan sangat berpengaruh, semakin tinggi konsentrasi koagulan semakin optimal mengkoagulasi"*. Terdapat 25,71% peserta didik yang menuliskan alasannya namun tidak sesuai. Terdapat 17,14% peserta didik yang tidak menuliskan

jawaban. Pada soal nomor 8 ini dapat dikatakan bahwa peserta didik belum dapat menjelaskan mengenai konsentrasi optimum ekstrak biji kelor dalam mengkoagulasi susu.

Berdasarkan hasil jawaban peserta didik pada LKPD bagian *explain*, dapat diketahui bahwa peserta didik masih belum cukup mampu menjelaskan dengan tepat. Hal tersebut diduga karena pada kegiatan pembelajaran, peserta didik mengalami kendala teknis sehingga menjadi kurang fokus dan kekurangan waktu untuk menjawab pertanyaan pada LKPD.

Pada kegiatan pembelajaran, perwakilan peserta didik menyampaikan hasil jawaban LKPD bagian *explain*, kemudian pendidik memberikan konfirmasi dan penguatan terhadap jawaban peserta didik. Pada kegiatan ini, diharapkan peserta didik yang tadinya belum tetap dalam menjawab pertanyaan menjadi mampu menjawab pertanyaan dan menjadi paham.

Peserta didik menuliskan jawaban yang beragam karena adanya perbedaan tingkat pemahaman konsep, kemampuan mengaitkan prediksi dan observasi, dan keterampilan menjelaskan. Pada soal pertama, sebagian peserta didik mampu menjawab benar beserta alasannya karena mereka sudah memiliki pemahaman yang cukup mengenai konsep koagulan serta dapat menghubungkannya dengan fenomena yang diamati. Namun, ada juga peserta didik yang hanya menuliskan jawaban benar tanpa alasan atau dengan alasan yang kurang tepat. Hal ini menunjukkan bahwa mereka hanya mengingat informasi secara faktual tanpa benar-benar memahami alasan ilmiahnya.

Pada soal kedua, perbedaan jawaban peserta didik disebabkan oleh kemampuan mereka yang tidak merata dalam menjelaskan konsep abstrak. Peserta didik yang hanya menuliskan prinsip koagulasi tanpa pemanfaatan atau sebaliknya menuliskan pemanfaatan tanpa prinsip menunjukkan adanya keterbatasan dalam menghubungkan konsep dengan konteks kehidupan sehari-hari.

Pada soal ketiga hingga ketujuh, terlihat bahwa sebagian peserta didik dapat menjelaskan dengan benar mengenai konsentrasi optimum, namun banyak juga yang cenderung hanya menghafalkan angka konsentrasi tanpa memahami makna ilmiah di balik kejernihan larutan. Peserta didik yang menuliskan seluruh konsentrasi biji kelor kemungkinan menunjukkan kebingungan dalam mengidentifikasi titik optimum, sementara yang menuliskan alasan kurang tepat menandakan adanya kesulitan dalam memahami mekanisme terjadinya koagulasi.

Terakhir, pada soal kedelapan, banyak peserta didik yang masih mengalami miskonsepsi dengan beranggapan bahwa semakin tinggi konsentrasi koagulan maka proses koagulasi akan semakin baik. Hal ini menunjukkan bahwa mereka lebih menggunakan logika sederhana “semakin banyak zat maka semakin kuat pengaruhnya” tanpa memahami adanya batas optimum konsentrasi. Berdasarkan observasi, pada tahap *explain* dapat dilaksanakan dengan cukup baik walaupun terdapat beberapa peserta didik yang belum tepat dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan yang disediakan.

• Penutup

Pada tahap penutup, pendidik meminta peserta didik untuk berdoa sebelum mengakhiri pembelajaran. Selanjutnya pendidik meminta peserta didik mengumpulkan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) dan menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam. Seluruh kegiatan pada tahap ini terlaksana dengan baik.

Berdasarkan observasi yang dilakukan selama kegiatan pembelajaran berlangsung, ditemukan beberapa kendala teknis yang dialami oleh peserta didik dalam penggunaan aplikasi simulator. Sebagian peserta didik mengalami gangguan seperti aplikasi yang mengalami *error* atau tidak merespon (*freeze*). Penanganan awal yang dilakukan dengan menunggu beberapa saat tanpa memberikan tambahan agar aplikasi dapat berjalan kembali. Namun ada pula yang telah

ditunggu masih tidak berjalan sehingga aplikasi harus ditutup dan dijalankan ulang dari awal. Hal ini menjadi tantangan tersendiri karena aplikasi tidak menyediakan fitur untuk langsung melompat ke bagian tertentu (*skip scene*) sehingga simulasi harus diulang dari awal. Upaya lain yang dilakukan adalah meminjam *handphone* kepada teman dari kelas lain untuk melanjutkan simulasi. Ada pula peserta didik yang menggunakan laptop pendidik untuk melakukan simulasi karena setelah dicoba berkali kali dan ganti *handphone* tetap tidak bisa. Kendala-kendala tersebut diduga disebabkan ukuran aplikasi yang cukup besar sekitar 130 MB.

3.4. Penguasaan Konsep Peserta Didik Setelah Melaksanakan Pembelajaran Dengan Model POE Menggunakan Simulator

Penguasaan konsep dalam penelitian ini dilihat berdasarkan pada pengolahan data test akhir (*pretest*) dan test awal (*posttest*). Salah satu cara untuk mengetahui sejauh mana peningkatan yang dialami peserta didik setelah mengikuti pembelajaran adalah dengan memberikan tes sebelum (*pretest*) dan tes setelah pembelajaran (*posttest*) (Meltzer, 2002). Penguasaan konsep diukur menggunakan soal pilihan ganda yang berjumlah delapan soal. Soal tersebut dibuat peneliti dan telah divalidasi oleh dua dosen Pendidikan Kimia UPI. Kedua validator menyatakan bahwa soal yang dibuat dapat digunakan, namun terdapat saran perbaikan pada tata bahasa. Pemaparan penguasaan konsep peserta didik setelah diimplementasikan pembelajaran menggunakan simulator dijelaskan sebagai berikut.

Penguasaan Konsep Peserta didik Secara Keseluruhan

Pada penentuan bagaimana penguasaan konsep secara keseluruhan yang dicapai setelah belajar menggunakan model pembelajaran POE berbantuan simulator dapat dilihat dengan dilakukan tes akhir (*posttest*). Hasil tes yang diperoleh peserta didik diolah untuk menggambarkan penguasaan konsep. Skor peserta didik di konversikan menjadi persentase.

Berdasarkan hasil *posttest*, diketahui bahwa terdapat 9 peserta didik yang memperoleh kategori sangat baik, 7 peserta didik pada kategori baik, 7 peserta didik pada kategori cukup, 4 peserta didik pada kategori kurang, dan 8 peserta didik pada kategori sangat kurang. Hal tersebut menunjukkan bahwa hampir seluruh peserta didik sudah menguasai konsep. Hasil *posttest* seluruh peserta didik dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil *Posttest* Penguasaan Konsep Peserta Didik

Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
Sangat Baik	9	26
Baik	7	20
Cukup	7	20
Kurang	4	11
Sangat Kurang	8	23

Selain penguasaan konsep, dapat dilihat juga perubahan nilai peserta didik setelah menggunakan simulator pada kegiatan pembelajaran. Peningkatan penguasaan konsep dilihat dengan melihat apakah ada perubahan pada nilai *posttest* dibandingkan nilai *pretest*. Untuk itu, digunakan perhitungan N-Gain untuk menghitung selisih antara *pretest* dan *posttest* terhadap skor maksimum yang dapat dicapai oleh masing-masing peserta didik.

Perolehan nilai N-Gain masing-masing peserta didik dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori N-Gain. Klasifikasi skor N-Gain peserta didik pada materi koagulasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa berdasarkan kriteria pengkategorian Hake (1998), peserta didik terbagi ke dalam tiga kategori, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Dari

keseluruhan peserta didik, terdapat delapan peserta didik yang mengalami peningkatan penguasaan konsep pada kategori tinggi, terdapat 13 peserta didik pada kategori sedang, dan sebanyak 14 peserta didik pada kategori rendah dengan nilai N-Gain lebih kecil dari 0,3.

Tabel 2. Nilai N-Gain Peserta Didik

Kriteria	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
$N\text{-Gain} > 0,7$	Tinggi	8	23
$0,3 \leq N\text{-Gain} \leq 0,7$	Sedang	13	37
$N\text{-Gain} < 0,3$	Rendah	14	40
Total		35	100

Terdapat 23% peserta didik yang mendapatkan nilai N-Gain dengan kategori tinggi atau mengalami peningkatan penguasaan konsep yang tinggi. Hal tersebut disebabkan karena peserta didik melakukan seluruh kegiatan pembelajaran dengan baik, melakukan simulasi dengan baik dan lancar. Aktivitas menggunakan simulator memudahkan mereka untuk memvisualisasikan proses koagulasi yang abstrak, sehingga pemahaman konsep menjadi lebih mendalam.

Pada kategori peningkatan penguasaan konsep sedang, terdapat 37% peserta didik. Peserta didik mengalami peningkatan penguasaan konsep, namun peningkatannya belum maksimal. Peserta didik kategori ini mengikuti seluruh kegiatan pembelajaran dengan baik dan melakukan simulasi dengan baik namun kurang mendalam ketika mengaitkan pengamatan dengan teori. Hal lain yang dapat mempengaruhi peningkatan yang belum maksimal adalah aktivitas simulasi mengalami kendala teknis sehingga peserta didik menjadi kurang dapat mencerna maknanya.

Terdapat 40% peserta didik yang mendapatkan nilai N-Gain dengan kategori rendah yang berarti mengalami peningkatan penguasaan konsep yang rendah. Namun pada kategori ini terdapat 14% peserta didik yang tidak mengalami perubahan, dan terdapat 14% peserta didik yang mengalami penurunan. Pada peserta didik yang tidak mengalami perubahan menunjukkan bahwa dengan menggunakan simulator tidak mempengaruhi penguasaan konsepnya. Pada peserta didik yang mengalami peningkatan rendah dan menurun, faktor yang mungkin mempengaruhi adalah mengalami kendala pada simulator pada saat melaksanakan pembelajaran. Dengan adanya kendala pada simulator menyebabkan peserta didik kurang paham dengan materi pembelajaran karena menjadi kurang fokus pada saat simulasi. Pada tahap *explain*, peserta didik kategori ini sering kali tidak bisa menjawab pertanyaan dengan tepat atau hanya memberi jawaban singkat. Akibatnya, pemahaman konsep koagulasi tidak berkembang dengan optimal.

Dari nilai N-Gain yang didapat menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Simulator Proses Koagulasi memberikan pengaruh terhadap penguasaan konsep peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Uma et al. (2022) yang menyatakan bahwa penerapan pembelajaran berbasis aplikasi android memberikan pengaruh terhadap hasil belajar peserta didik.

Penguasaan Konsep Pada Setiap Tujuan Pembelajaran

Penguasaan konsep peserta didik dilihat dari setiap Tujuan Pembelajaran (TP) yang meliputi: (1) Mampu menjelaskan konsep koagulasi, (2) Mampu menjelaskan penerapan konsep koagulasi dalam kehidupan sehari-hari, (3) Mampu mengidentifikasi perubahan akibat penambahan koagulan pada larutan, dan (4) Mampu menentukan konsentrasi koagulan yang optimum untuk mengkoagulasi susu.

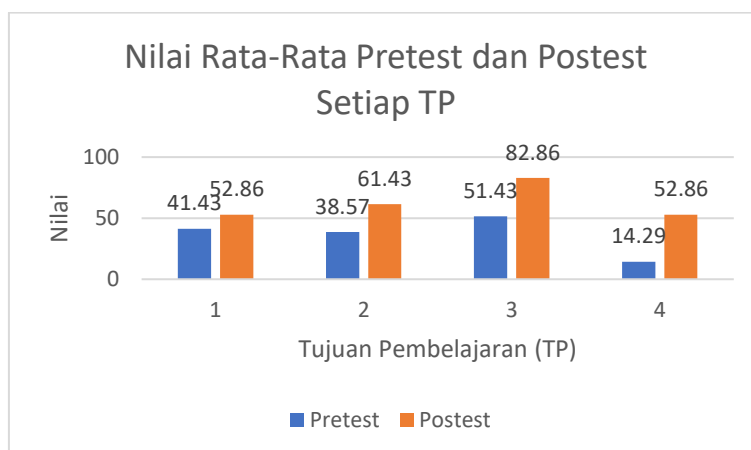
Pada setiap TP terdapat dua butir soal, soal nomor 1 dan 2 untuk mengukur pencapaian TP ke-1, soal nomor 3 dan 4 untuk mengukur pencapaian TP ke-2, soal nomor 5 dan 6 untuk mengukur pencapaian TP ke-3, dan soal nomor 7 dan 8 untuk mengukur pencapaian TP ke-4.

Penguasaan konsep setelah pelaksanaan pembelajaran menggunakan simulator dengan model pembelajaran POE dapat dilihat dari hasil *posttest* peserta didik. Skor yang diperoleh peserta didik kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase. Berikut hasil perolehan nilai *posttest* peserta didik pada masing-masing TP.

Tabel 3. Perolehan Nilai *Posttest* Setiap TP

Tujuan Pembelajaran	Nomor Soal	Jumlah Peserta Didik Yang Benar	Interpretasi Jumlah Peserta Didik
1	1	27	Sebagian besar
	2	10	
2	3	19	Sebagian besar
	4	24	
3	5	33	Hampir seluruh
	6	25	
4	7	20	Sebagian besar
	8	17	

Dapat dilihat adanya peningkatan atau penurunan nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* pada setiap tujuan pembelajaran dengan membandingkan nilai *pretest* dan *posttest* yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Nilai Rata-Rata *Pretest* dan *Posttest* Setiap TP

Berdasarkan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* pada setiap TP, diperoleh nilai N-Gain yang diberikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai N-Gain Setiap TP

Tujuan Pembelajaran	N-Gain	Kategori
TP 1	0,20	Rendah
TP 2	0,37	Sedang
TP 3	0,65	Sedang
TP 4	0,45	Sedang

- Tujuan Pembelajaran Mampu Menjelaskan Konsep Koagulasi**

Berdasarkan hasil *posttest*, sebagian besar peserta didik mampu menjawab dengan benar soal yang berkaitan dengan konsep koagulasi. Selain itu, jika dibandingkan dengan nilai *pretest* pada TP ke-1 ini mendapatkan nilai N-Gain dengan kategori rendah. Hal tersebut disebabkan oleh adanya fitur penjelasan mengenai konsep koagulasi dalam simulator. Namun, meskipun simulator telah memfasilitasi untuk mencapai tujuan ini, peningkatan yang terjadi tidak

signifikan. Hal ini dikarenakan sebelum melaksanakan pembelajaran dengan simulator pun hampir setengah dari peserta didik telah mampu menjawab soal-soal pada TP ini.

- **Tujuan Pembelajaran Mampu Menjelaskan Penerapan Konsep Koagulasi dalam Kehidupan Sehari-Hari**

Berdasarkan hasil *posttest*, sebagian besar peserta didik mampu menjawab dengan benar soal yang berkaitan dengan penerapan konsep koagulasi dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, jika dibandingkan dengan nilai *pretest* pada TP ke-2 ini mendapatkan nilai N-Gain dengan kategori sedang. Hal tersebut terjadi karena dalam aplikasi simulator menyajikan proses koagulasi secara visual dan interaktif, sehingga mempermudah peserta didik memahami konsep koagulasi yang kemudian dihubungkan dengan konteks kehidupan sehari-hari. Selain itu, pada jawaban LKPD bagian *explain*, sebagian besar peserta didik dapat menjawab dengan benar pada soal yang berkaitan dengan penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari.

- **Tujuan Pembelajaran Mampu Mengidentifikasi Perubahan Akibat Penambahan Koagulan pada Larutan**

Berdasarkan hasil *posttest*, hampir seluruh peserta didik mampu menjawab dengan benar soal yang berkaitan dengan mengidentifikasi perubahan akibat penambahan koagulan dan hanya sebagian kecil peserta didik yang belum mampu menjawab benar. Selain itu, jika dibandingkan dengan nilai *pretest* pada TP ke-3 ini mendapatkan nilai N-Gain dengan kategori sedang. Hal tersebut terjadi karena simulator yang memfasilitasi visualisasi perubahan fisik pada larutan. Visualisasi ini membantu peserta didik lebih mudah mengidentifikasi perubahan yang terjadi

- **Tujuan Pembelajaran Mampu Menentukan Konsentrasi Koagulan yang Optimum untuk Mengkoagulasi Susu**

Berdasarkan hasil *posttest*, sebagian besar peserta didik mampu menjawab dengan benar soal yang berkaitan dengan penerapan konsep koagulasi dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, jika dibandingkan dengan nilai *pretest* pada TP ke-2 ini mendapatkan nilai N-Gain dengan kategori sedang. Hal tersebut terjadi karena dalam simulator, peserta didik dapat mengamati perbedaan hasil koagulasi dengan menggunakan konsentrasi koagulan yang berbeda. Fasilitas pada simulator dapat membantu peserta didik memahami konsep konsentrasi optimum koagulan, yang pada dasarnya membutuhkan keterampilan interpretasi data.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap implementasi Simulator Proses Koagulasi dalam pembelajaran menggunakan model POE (*Predict-Observe-Explain*), serta temuan penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa Simulator Proses Koagulasi memiliki karakteristik mampu melakukan simulasi eksperimen mereaksikan susu dengan konsentrasi yang diketahui maupun tidak diketahui dengan ekstrak biji kelor. Simulator ini memfasilitasi visualisasi kejernihan larutan, pembentukan endapan, serta dilengkapi dengan video, teks penjelasan, dan tugas yang membantu peserta didik memahami konsep koagulasi beserta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari. Simulator juga menampilkan visualisasi alat laboratorium seperti gelas kimia, pipet tetes, dan tabung reaksi. Model pembelajaran yang paling sesuai dengan karakteristik aplikasi adalah model POE, yang dalam pelaksanaannya dapat berjalan cukup baik meskipun terdapat kendala teknis. Implementasi simulator terbukti mampu mendukung penguasaan konsep peserta didik, dengan peningkatan yang masuk dalam kategori tinggi, sedang, maupun rendah, serta mendukung tercapainya tujuan pembelajaran pada beberapa aspek penting.

Terdapat beberapa saran untuk pengembangan aplikasi agar lebih optimal. Aplikasi perlu diperbaiki untuk menghilangkan error atau *bugging* yang masih ditemukan. Tombol “Belum

Paham” yang belum berfungsi sebaiknya segera dioptimalkan agar pengguna dapat memanfaatkannya sesuai tujuan. Tampilan pop-up saat keluar aplikasi perlu disesuaikan agar lebih informatif, sementara fitur penyimpanan jawaban peserta didik sebaiknya ditambahkan agar hasil belajar dapat langsung terekam tanpa memerlukan alat bantu tambahan seperti LKPD. Selain itu, diperlukan juga fitur navigasi kembali ke halaman sebelumnya agar peserta didik lebih mudah dalam mengoperasikan aplikasi. Dengan adanya perbaikan dan pengembangan tersebut, Simulator Proses Koagulasi diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang lebih efektif dalam mendukung penguasaan konsep peserta didik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Pamanukan, Subang yang telah memberikan kesempatan untuk penelitian ini dapat dilakukan serta Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia yang telah mendukung agar terlaksananya penelitian ini.

6. REFERENSI

- Cahyaningtias, V. P., & Ridwan, M. (2021). Efektivitas Penerapan Media Pembelajaran Interaktif terhadap Motivasi. *Riyadhoh : Jurnal Pendidikan*
- Fatah, A. H., Asi, N. B., Anggraeni, M. E., Wulandari, A., & Latif, A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Dasar Berbasis Web Pada Pokok Bahasan Termokimia. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 12(1), 56–64.
- Fikri, H., & Madona, A. S. (2018). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif. In *Proceedings of the National Academy of Sciences* (Vol. 3, Issue 1).
- Fitriawati, Hartatiana, & Jayanti, E. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Comic Berbasis Scientific Approach Pada Materi Koloid. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Kimia*, 1(1), 325–334.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Hatimah, H., & Khery, Y. (2021). Pemahaman Konsep dan Literasi Sains dalam Penerapan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 8(1), 111–120.
- Jaru, B. S., Tukan, M. B., & Boelan, E. G. (2025). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Lingkungan Dalam Pembelajaran. *Jurnla Suluh Pendidikan (JSP)*, 13(1).
- Lanur, S., Bait, Y., & Engelen, A. (2025). Karakteristik Fisikokimia Keju Analog dari Susu Kacang Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) dengan Variasi Konsentrasi Enzim Rennet. *Jambura Journal of Food Technology (JJFT)*, 7(1), 49–62.
- Maharani, A., Kurniawati, D., & Aryanti, N. (2012). Pengaruh Jenis Agen Pengendapan Alami Terhadap Karakteristik Tahu. *IndustriJurnal Teknologi Kimia Dan*, 1(1), 528–533.
- Maulida, U. (2022). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka. *Tarbawi : Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Islam*, 5(2), 130–138. <https://doi.org/10.51476/tarbawi.v5i2.392>
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible “hidden variable” in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, 70(12), 1259–1268. <https://doi.org/10.1119/1.1514215>
- White, R. T., & Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. Falmer Press.