



PENGEMBANGAN VIRTUAL LABORATORIUM SENTRIFUSI PADA PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MAHASISWA

Mutiara Sani Sirumapea^{1*} & Manihar Situmorang²

^{1&2}Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Pasar V Medan Estate, Medan, Sumatera Utara 20221, Indonesia

*Email: mutiarassrmp@gmail.com

Submit: 14-10-2025; Revised: 20-10-2025; Accepted: 21-10-2025; Published: 23-10-2025

ABSTRAK: Pembelajaran Kimia pada materi pemisahan melalui proses sentrifusi di perguruan tinggi belum dilaksanakan secara praktikum, karena keterbatasan kegiatan laboratorium yang relevan. Akibatnya, alat sentrifus jarang digunakan dan mahasiswa kurang memahami cara pengoperasiannya. Kondisi ini menyebabkan proses pembelajaran berfokus pada penyampaian teori tanpa pengalaman praktis, sehingga pemahaman mahasiswa terhadap konsep sentrifusi menjadi dangkal dan berdampak pada rendahnya hasil belajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *virtual laboratory* sentrifusi berbasis proyek penugasan berupa soal, serta meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE. Subjek penelitian terdiri atas 34 mahasiswa Program Studi Kimia. Instrumen penelitian meliputi instrumen nontes berupa angket validasi ahli media, serta instrumen tes berupa soal *pre-test* dan *post-test*. Hasil validasi menunjukkan bahwa media pembelajaran tergolong “layak” dengan skor rata-rata kelayakan isi 3,50; kelayakan bahasa 3,64; dan kelayakan penyajian 3,31. Hasil uji coba media menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen dengan nilai *N-Gain* sebesar 73,17%, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 48,17%. Dengan demikian, penggunaan *virtual laboratory* berbasis proyek efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan dapat menjadi alternatif praktikum pada pembelajaran kimia pemisahan.

Kata Kunci: ADDIE, Hasil Belajar, Pengembangan, Sentrifusi, Virtual Laboratorium.

ABSTRACT: Chemistry learning on the topic of separation through the centrifuge process in higher education has not been implemented through practical work, due to the limited availability of relevant laboratory activities. As a result, centrifuges are rarely used and students do not understand how to operate them. This condition causes the learning process to focus on delivering theory without practical experience, so that students' understanding of the concept of centrifuges becomes shallow and has an impact on low learning outcomes. This study aims to develop a virtual centrifuge laboratory learning media based on assignment projects in the form of questions, and to improve student learning outcomes. The method used is *Research and Development* (R&D) with the ADDIE model. The research subjects consisted of 34 students of the Chemistry Study Program. The research instruments included a non-test instrument in the form of a media expert validation questionnaire, as well as a test instrument in the form of pre-test and post-test questions. The validation results showed that the learning media was classified as "feasible" with an average score of content feasibility of 3.50; language feasibility of 3.64; and presentation feasibility of 3.31. The results of the media trial showed an increase in learning outcomes in the experimental class, with an *N-Gain* value of 73.17%, higher than the control class's 48.17%. Thus, the use of project-based virtual laboratories is effective in improving learning outcomes and can be an alternative to practical work in separation chemistry lessons.

Keywords: ADDIE, Learning Outcomes, Development, Centrifusion, Virtual Laboratory.



How to Cite: Sirumapea, M. S., & Situmorang, M. (2025). Pengembangan Virtual Laboratorium Sentrifusi pada Pembelajaran Berbasis Proyek sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(4), 1326-1337. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i4.729>



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan is Licensed Under a [CC BY-SA Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Munculnya generasi milenial yang memiliki kompetensi digital dan tingkat kecerdasan tinggi menimbulkan tantangan tersendiri bagi guru dan dosen dalam proses pembelajaran. Untuk mengantisipasi tantangan Revolusi Industri 4.0, Indonesia telah menerapkan Kurikulum 2013 yang diselaraskan dengan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Kebijakan ini bertujuan untuk memenuhi tuntutan kompetensi era industri 4.0 (Wati & Kamila, 2019). Penerapan KKNI sebagai standar kompetensi nasional telah menggeser paradigma pembelajaran menuju kurikulum berbasis kompetensi, termasuk di Universitas Negeri Medan.

Media pembelajaran inovatif sangat dibutuhkan di era digital, mengingat kecenderungan mahasiswa untuk belajar menggunakan teknologi terkini. Media pembelajaran yang inovatif diharapkan dapat meningkatkan kualitas pendidikan melalui optimalisasi kegiatan belajar mengajar untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Media inovatif juga berperan dalam memfasilitasi mahasiswa untuk beralih dari gaya belajar konvensional menuju pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa (*student-centered learning*) (Pontjowulan, 2023).

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan, pengajaran kimia pemisahan, khususnya pada materi sentrifusi belum dilaksanakan secara praktikum di laboratorium. Hal ini disebabkan karena tidak adanya judul praktikum yang relevan dengan materi sentrifusi. Akibatnya, alat sentrifus yang tersedia di laboratorium tidak pernah digunakan, dan mahasiswa tidak mengetahui cara pengoperasiannya (Situmorang *et al.*, 2018). Kurangnya kesempatan melakukan eksperimen secara langsung menyebabkan pembelajaran masih bergantung pada metode konvensional tanpa adanya praktik nyata. Mahasiswa yang dibelajarkan dengan metode konvensional hanya mengandalkan bahan ajar dari dosen untuk memahami konsep sentrifusi. Ketiadaan kegiatan praktikum menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep dan mekanisme yang mendasari proses sentrifusi.

Tanpa pengalaman praktis, mahasiswa hanya mengandalkan teori yang diajarkan di kelas, sehingga pemahamannya menjadi dangkal dan berdampak pada rendahnya hasil belajar. Rendahnya hasil belajar ini turut berkontribusi pada ketidaksiapan mahasiswa dalam menghadapi tantangan dunia kerja yang menuntut penerapan pengetahuan secara kreatif dan inovatif (Mursali & Safnowandi, 2016; Nainggolan *et al.*, 2020). Untuk mengatasi permasalahan tersebut, solusi yang tepat adalah dengan mengembangkan media pembelajaran berupa virtual laboratorium yang dapat digunakan dalam pembelajaran materi sentrifusi. Inovasi ini memungkinkan mahasiswa untuk melakukan eksperimen secara praktis tanpa keterbatasan fasilitas laboratorium fisik.



Pembelajaran inovatif berbasis teknologi telah terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa di perguruan tinggi, termasuk pada bidang kimia. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan efektivitas penggunaan virtual laboratory berbasis proyek dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berpikir tingkat tinggi mahasiswa. Munthe *et al.* (2024) menyimpulkan bahwa kombinasi pembelajaran berbasis proyek dengan laboratorium virtual efektif dalam meningkatkan hasil belajar serta keterampilan berpikir tingkat tinggi mahasiswa. Inovasi ini juga dapat diadopsi sebagai sumber belajar yang menarik dan interaktif dalam pengajaran *electrophoresis*. Selain itu, Mu'minah (2022) menemukan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara hasil belajar mahasiswa yang menggunakan laboratorium virtual dengan mahasiswa yang menggunakan metode konvensional, dimana kelompok eksperimen menunjukkan nilai rata-rata yang lebih tinggi. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media virtual laboratorium pada materi sentrifusi sebagai alternatif pembelajaran praktikum kimia pemisahan yang interaktif dan efektif di perguruan tinggi, guna meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*research and development*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk baru berupa media pembelajaran virtual laboratorium sentrifusi bagi mahasiswa pada mata kuliah kimia pemisahan. Penelitian dilaksanakan di Universitas Negeri Medan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Kimia. Sampel penelitian terdiri atas dua kelas, yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah total *sampling*, karena jumlah sampel sama dengan populasi yang diteliti. Desain penelitian yang digunakan yaitu *pretest-posttest control group design* yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan virtual laboratorium berbasis proyek terhadap peningkatan hasil belajar mahasiswa (Fitriani *et al.*, 2022). Instrumen penelitian terdiri atas instrumen tes dan instrumen non-tes. Instrumen tes berupa soal pilihan ganda sebanyak 10 butir yang digunakan untuk mengukur hasil belajar mahasiswa. Sementara itu, instrumen non-tes berupa lembar uji kelayakan media virtual laboratorium yang telah dimodifikasi dan divalidasi sesuai dengan kriteria Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pengembangan ADDIE, yang terdiri atas lima tahap, yaitu: 1) *analyze*, pada tahap ini peneliti mengidentifikasi permasalahan pembelajaran, yaitu keterbatasan kegiatan praktikum sentrifusi di laboratorium yang menyebabkan mahasiswa belum memahami cara kerja alat sentrifus; 2) *design*, tahap ini mencakup perancangan media virtual laboratorium, penyusunan materi pembelajaran, serta pembuatan instrumen penelitian, seperti lembar validasi dan soal *pre-test* serta *post-test*; 3) *develop*, pada tahap ini peneliti mengembangkan produk berdasarkan rancangan yang telah dibuat dan melakukan validasi kepada ahli media serta ahli materi untuk memperoleh produk yang layak digunakan; 4) *implement*, tahap ini melibatkan uji coba media virtual laboratorium kepada 34 mahasiswa untuk mengetahui efektivitas media dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa; dan



5) *evaluate*, tahap ini dilakukan untuk menilai efektivitas media melalui analisis hasil belajar mahasiswa dengan menggunakan uji *N-Gain*.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui analisis kebutuhan yang dilaksanakan dengan menyebarkan angket analisis kebutuhan kepada mahasiswa. Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi awal pembelajaran, kendala yang dihadapi dalam praktikum, serta kebutuhan mahasiswa terhadap media pembelajaran yang digunakan pada materi sentrifusi. Selanjutnya, lembar validasi media digunakan oleh validator yang terdiri atas dosen Universitas Negeri Medan pengampu mata kuliah kimia pemisahan, untuk menilai kelayakan media dari aspek isi, bahasa, dan penyajian. Penilaian dilakukan berdasarkan pedoman skor yang telah disusun sebelumnya. Selain itu, untuk mengukur peningkatan hasil belajar mahasiswa, dilakukan *pre-test* sebelum penggunaan media pembelajaran, dan *post-test* setelah implementasi media virtual laboratorium sentrifusi.

Analisis Data

Penilaian validator berupa lembar validasi yang terdiri dari kelayakan isi, kelayakan bahasa, dan kelayakan penyajian. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala *Likert* dengan skor 1-4 yang diterangkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterangan Skor Skala *Likert*.

Kategori	Skor
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang Baik	2
Sangat Kurang Baik	1

Sumber: Riduwan (2015).

Data dari lembar validasi ahli dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan menghitung skor rata-rata dan mengkategorikannya ke dalam skala kelayakan, seperti “sangat layak”, “layak”, “cukup layak”, dan “tidak layak”. Analisis hasil kelayakan menggunakan rumus dari Purwanto (2020) berikut ini.

$$M = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

M = Skor rerata tiap aspek;

$\sum x$ = Jumlah skor yang diperoleh; dan

n = Banyaknya aspek.

Hasil skor penilaian diakumulasikan dari dua dosen ahli media dan ahli materi untuk menentukan kelayakan produk yang dikembangkan dengan menggunakan kriteria kelayakan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Validasi Rata-rata.

Skor	Kriteria Validasi
3.26 – 4.00	Sangat Layak
2.51 – 3.25	Layak
1.76 – 2.50	Kurang Layak
1.00 – 1.75	Tidak Layak



Sementara itu, data hasil belajar mahasiswa dianalisis secara kuantitatif menggunakan *N-Gain score* untuk menghitung peningkatan skor *pre-test* ke *post-test* dengan rumus berikut ini.

$$N - Gain = \frac{Skor Posttest - Skor Pretest}{Skor Ideal - Skor Pretest} \times 100\%$$

Keterangan:

N-Gain = *Gain* yang ternormalisasi;

Pre-test = Nilai awal pembelajaran; dan

Post-test = Nilai akhir pembelajaran.

Hasil perhitungan nilai *N-Gain* kemudian dicocokkan dengan kriteria tingkat efektivitas *N-Gain* yang tercantum pada Tabel 3, dengan tujuan untuk menentukan sejauh mana peningkatan yang terjadi, termasuk dalam kategori tinggi, sedang, atau rendah.

Tabel 3. Kategori Tafsiran Efektivitas *N-Gain*.

Persentase (%)	Tafsiran
< 40	Tidak Efektif
40 – 50	Kurang Efektif
56 – 75	Cukup Efektif
> 76	Efektif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini adalah media pembelajaran virtual laboratorium berbasis proyek pada materi sentrifusi yang dikembangkan menggunakan model ADDIE, sehingga terdiri atas beberapa tahapan, yaitu analisis (*analysis*), desain media pembelajaran (*design*), pengembangan media pembelajaran (*development*), implementasi media pembelajaran (*implementation*), dan evaluasi (*evaluation*). Media pembelajaran ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktikum peserta didik.

Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis mencakup dua aspek utama, yaitu analisis kebutuhan dan analisis media pembelajaran. Pada analisis kebutuhan, dilakukan penyebaran angket kepada mahasiswa untuk mengidentifikasi kebutuhan mereka terhadap pengembangan media pembelajaran. Hasil angket menunjukkan bahwa pengembangan virtual laboratorium sangat dibutuhkan oleh mahasiswa, terutama untuk menunjang kegiatan praktikum yang lebih fleksibel dan efisien. Mayoritas responden menyatakan adanya keterbatasan akses terhadap laboratorium fisik, baik karena kendala sarana, waktu, maupun lokasi. Oleh karena itu, kehadiran virtual laboratorium dianggap sebagai solusi yang tepat untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Selain itu, virtual laboratorium dinilai mampu menyediakan simulasi eksperimen yang aman, berulang, dan interaktif, sehingga dapat memperdalam pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep praktikum pada berbagai bidang ilmu. Sementara itu, analisis media pembelajaran bertujuan untuk menilai kondisi awal pembelajaran, dan menentukan kebutuhan pengembangan media agar sesuai dengan karakteristik mahasiswa, serta membantu mereka memahami materi secara optimal.



Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap ini dilakukan perancangan media pembelajaran berdasarkan hasil analisis yang telah diperoleh sebelumnya. Metode pembelajaran yang digunakan pada materi sentrifusi adalah metode praktikum dan metode demonstrasi, sedangkan model pembelajaran yang diterapkan, yaitu *Project Based Learning* (PjBL) atau pembelajaran berbasis proyek. Penerapan metode dan model tersebut bertujuan untuk mendorong mahasiswa lebih aktif dalam proses belajar, sehingga mereka dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif melalui proyek mini penugasan. Adapun rancangan virtual laboratorium sentrifusi untuk pembelajaran kimia pemisahan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rancangan Virtual Laboratorium sentrifusi.

Menu	Penjabaran Materi
Media	- Perangkat komputer / laptop / tablet dengan <i>browser</i> modern. <i>Software</i> atau <i>platform</i> simulasi: <i>Construct 3</i> sebagai pengembangan aplikasi HTML5 dan <i>Adobe Photoshop</i> digunakan untuk mendesain media virtual laboratorium. - Animasi interaktif yang menunjukkan proses dari: - Pemuatan sampel ke tabung. - Pemasangan tabung pada rotor. - Pengaturan kecepatan dan waktu. - Proses pemisahan. - Hasil akhir berupa fraksi yang terpisah. - Fitur interaktif: klik dan <i>drag</i> untuk memasukkan tabung, mengatur parameter, dan memulai proses.
Materi	- Pengertian sentrifus - Alat untuk memisahkan partikel dalam cairan dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. - Prinsip kerja - Pemisahan berdasarkan perbedaan massa jenis; partikel lebih berat akan bergerak ke dasar tabung. - Jenis-jenis sentrifus <i>Microcentrifuge</i> <i>Refrigerated centrifuge</i> <i>High-speed centrifuge</i> <i>Ultracentrifuge</i> - Parameter operasional - RPM (<i>Revolutions Per Minute</i>) - RCF (<i>Relative Centrifugal Force</i>) - Waktu dan suhu - Keselamatan kerja - Penyeimbangan tabung - Pemeriksaan rotor dan penutup - Aplikasi - Biologi/medis - Industri makanan - Farmasi - Lingkungan - Kimia - Nanoteknologi
Simulasi	- Langkah dalam simulasi virtual - Persiapan sampel - Mahasiswa mencampurkan tepung terigu dengan air dalam tabung.



Menu	Penjabaran Materi
	b. Mengaduk secara virtual hingga homogen. 2. Pemasangan tabung a. <i>Drag</i> dan <i>drop</i> tabung ke rotor. b. Pastikan tabung berpasangan dan seimbang. 3. Pengaturan alat a. Pilih kecepatan 3500 dan 4000 dengan waktu 10 menit dan 15 menit. b. Klik "Mulai". 4. Proses sentrifusi a. Animasi memperlihatkan rotor berputar. b. Partikel tepung yang lebih berat akan mengendap di bawah, dan air di atas. 5. Hasil dan analisis a. Mahasiswa dapat melihat dua lapisan, yaitu endapan (tepung yang mengendap) dan supernatan (air jernih di bagian atas). b. Mahasiswa diminta menjawab pertanyaan analisis, seperti mengapa partikel lebih berat mengendap lebih cepat, dan bagaimana pengaruh kecepatan terhadap hasil pemisahan?

Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan merupakan tahap realisasi produk. Pada tahap ini dilakukan proses pengembangan media pembelajaran berdasarkan rancangan yang telah disusun sebelumnya, yaitu media pembelajaran virtual laboratorium pada materi sentrifusi. Dasar pengembangan media pembelajaran berbasis proyek pada pembelajaran sentrifusi adalah untuk melakukan inovasi terhadap sumber belajar yang sebelumnya hanya berupa *slide PowerPoint* dan video pembelajaran dari *YouTube* tanpa adanya pelaksanaan praktikum sentrifusi secara langsung. Oleh karena itu, dikembangkan virtual laboratorium berbasis proyek mini penugasan yang berisi simulasi percobaan praktikum secara kualitatif.

Selanjutnya, media virtual laboratorium yang telah dikembangkan diintegrasikan ke dalam model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) guna mendukung pelaksanaan proyek mini penugasan yang bersifat kontekstual dan berbasis pemecahan masalah. Model PjBL dipilih karena dinilai mampu mendorong mahasiswa untuk terlibat aktif dalam proses pemahaman konseptual, penilaian kognitif, serta pengembangan kreativitas. Media virtual laboratorium tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai sarana eksperimen dan pengambilan keputusan yang mendukung seluruh tahapan sintaks PjBL, yaitu: 1) orientasi terhadap masalah; 2) pengorganisasian mahasiswa untuk belajar; 3) penyelidikan mandiri maupun kelompok; 4) pengembangan dan penyajian hasil karya; dan 5) refleksi dan evaluasi.

Pengintegrasian ini diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang menarik, bermakna, dan relevan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan pada kemampuan pemecahan masalah (*problem solving*), berpikir kritis (*critical thinking*), serta pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Setelah media pembelajaran virtual laboratorium dikembangkan, dilakukan proses validasi oleh ahli media dan ahli materi untuk memperoleh media pembelajaran yang layak digunakan oleh mahasiswa dalam mata kuliah kimia pemisahan. Penilaian validasi media dilakukan menggunakan angket uji kelayakan virtual laboratorium yang telah dimodifikasi berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP). Validator berasal



dari dosen Universitas Negeri Medan yang mengajar mata kuliah kimia pemisahan. Hasil validasi dari ahli media dan ahli materi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Standardisasi Kelayakan Media.

Aspek yang Dinilai	Komponen yang Dinilai	Pendapat Validator	Keterangan
Kelayakan Isi	Cakupan materi, keakuratan, kemutakhiran, menumbuhkan karakter produktif, merangsang keingintahuan.	3.50	Sangat layak setelah dilakukan perbaikan dengan menambahkan cakupan materi di dalam virtual laboratorium.
Kelayakan Bahasa	Sesuai dengan perkembangan mahasiswa, komunikatif, dialogis dan interaktif, lugas, koherensi dan keruntutan alur pikir, penggunaan istilah simbol dan lambang.	3.64	Sangat layak setelah dilakukan perbaikan kesalahan penulisan.
Kelayakan Penyajian	Desain/tampilan media, tampilan visual dan audio, pengoperasian media.	3.31	Sangat layak setelah dilakukan perbaikan dengan penambahan animasi gerak sentrifugal dan modifikasi warna lebih menarik.

Dari Tabel 5, hasil standarisasi oleh ahli media dan ahli materi menunjukkan bahwa kelayakan isi dalam media virtual laboratorium memperoleh rata-rata 3,50 (sangat layak), kelayakan bahasa memperoleh rata-rata 3,64 (sangat layak), dan kelayakan penyajian memperoleh rata-rata 3,31 (sangat layak). Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa media pembelajaran virtual laboratorium yang dikembangkan layak untuk digunakan dalam pembelajaran sentrifusi.

Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi dilakukan untuk menerapkan media pembelajaran virtual laboratorium berbasis proyek penugasan dalam pembelajaran sentrifusi. Kegiatan ini dilaksanakan pada dua kelas, yaitu kelas kontrol (PSKM 23A) yang menggunakan media pembelajaran konvensional berupa bahan ajar mahasiswa dalam bentuk *slide PowerPoint* dan video pembelajaran dari *YouTube*, serta kelas eksperimen (PSKM 23B) yang menggunakan media pembelajaran virtual laboratorium. Pelaksanaan pembelajaran berlangsung selama dua kali pertemuan. Pertemuan pertama meliputi pelaksanaan *pre-test* dan simulasi penggunaan media virtual laboratorium, sedangkan pertemuan kedua mencakup kegiatan pembelajaran dengan pelaksanaan proyek penugasan dan *post-test* untuk mengukur hasil belajar mahasiswa.

Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

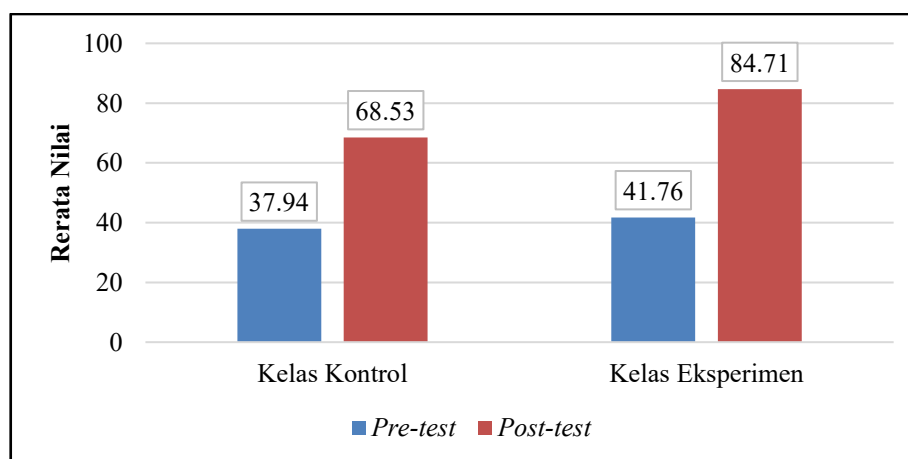
Tahap evaluasi bertujuan untuk menilai efektivitas pembelajaran yang telah dilakukan menggunakan media pembelajaran virtual laboratorium sentrifusi yang dikembangkan, serta untuk menganalisis peningkatan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sebelum diberikan perlakuan, kedua kelas sampel (kelas eksperimen dan kelas kontrol) terlebih dahulu diberikan tes awal (*pre-test*). Tujuan dari tes ini adalah untuk mengukur kemampuan awal masing-

masing mahasiswa pada topik sentrifusi serta memastikan tidak terdapat perbedaan signifikan dalam pengetahuan dasar antara kedua kelas sebelum intervensi pembelajaran dimulai (Kertanegara & Anggaryani, 2023). Selanjutnya, kelas eksperimen diberikan perlakuan dengan menggunakan media pembelajaran virtual laboratorium sebagai sumber belajar utama untuk mempelajari konsep dan mekanisme sentrifusi. Sementara itu, kelas kontrol tetap menggunakan sumber belajar konvensional yang umum diakses mahasiswa, seperti buku teks, *slide PowerPoint*, dan video pembelajaran dari *YouTube*. Pada akhir proses pembelajaran, kedua kelas diberikan tes akhir (*post-test*) yang bertujuan untuk mengevaluasi peningkatan hasil belajar mahasiswa setelah menerima perlakuan pembelajaran yang berbeda. Data dari skor *pre-test* dan *post-test* kemudian dianalisis secara komparatif menggunakan *gain* ternormalisasi (*N-Gain*) untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas penggunaan media virtual laboratorium dalam meningkatkan pemahaman dan kompetensi mahasiswa pada topik sentrifusi. Data hasil belajar mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Belajar Mahasiswa pada Penerapan Virtual Laboratorium Sentrifusi Dibandingkan terhadap Kelas Kontrol.

No.		Capaian Pembelajaran, Skor ($M \pm s.d.v$)		<i>N-Gain</i>
		Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol	
1	<i>Pre-test</i>	41.76	37.94	73.17%
2	<i>Post-test</i>	84.71	68.53	48.17%

Berdasarkan data pada Tabel 6, perbedaan antara nilai rata-rata *pre-test* dan *post-test* dari kelas eksperimen dan kelas kontrol ditunjukkan pada Gambar 1.

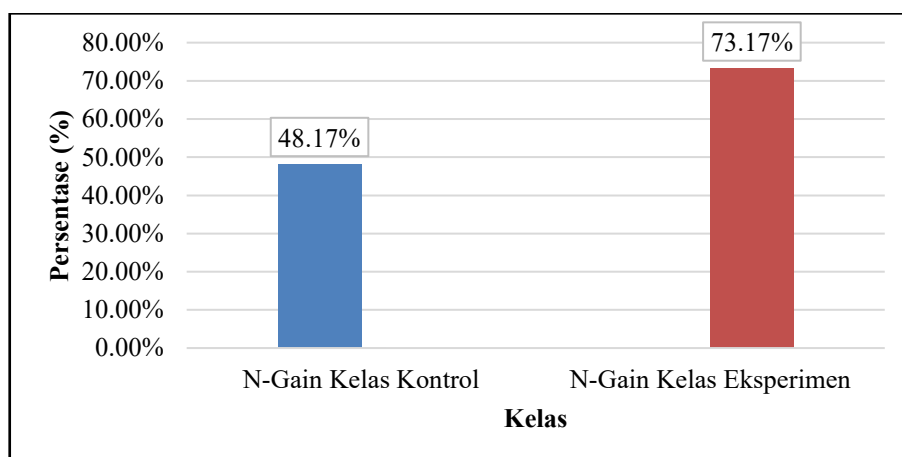


Gambar 1. Grafik Rata-rata Nilai *Pre-test* dan *Post-test* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.

Berdasarkan Gambar 1, nilai rata-rata *pre-test* untuk kelas eksperimen adalah 41,76, sedangkan untuk kelas kontrol sebesar 37,94. Rendahnya skor awal ini disebabkan oleh kurangnya pemahaman mahasiswa terhadap materi sentrifusi yang diujikan, sehingga sebagian besar mahasiswa menjawab dengan menebak. Namun, perbedaan yang signifikan terlihat pada hasil *post-test*. Kelas eksperimen memperoleh nilai rata-rata sebesar 84,71 jauh lebih tinggi dibandingkan kelas

kontrol yang hanya mencapai 68,53. Kenaikan drastis pada kelas eksperimen ini diduga disebabkan oleh penerapan media pembelajaran *virtual laboratory* berbasis proyek selama proses pembelajaran sentrifusi.

Peningkatan hasil belajar diperoleh dari rata-rata nilai *gain* seluruh mahasiswa pada kedua kelas yang diuji. Peningkatan hasil belajar pada kelas eksperimen mencapai 0,7317, sedangkan pada kelas kontrol sebesar 0,4817. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa pada kelas eksperimen mengalami peningkatan kemampuan yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Peningkatan hasil belajar mahasiswa pada kelas eksperimen mengindikasikan bahwa penggunaan media *virtual laboratory* berbasis proyek efektif dalam mengatasi keterbatasan sarana laboratorium fisik, karena memberikan pengalaman simulatif yang menyerupai eksperimen nyata. Berdasarkan data pada Tabel 6, peningkatan hasil belajar yang signifikan terlihat dari nilai rata-rata *N-Gain*, dimana peningkatan pada kelas eksperimen cenderung lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Adapun grafik peningkatan hasil belajar pada kedua kelas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Peningkatan Hasil Belajar Mahasiswa.

Gambar 2 menunjukkan perbedaan peningkatan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 73,17%, sedangkan kelas kontrol hanya mencapai 48,17%. Perbedaan peningkatan ini disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang diterapkan pada masing-masing kelas dalam konteks pembelajaran sentrifusi. Pada kelas kontrol, proses pembelajaran hanya menggunakan sumber belajar standar berupa *slide PowerPoint*, video pembelajaran dari *YouTube*, serta jurnal hasil penelitian tentang sentrifusi. Sementara itu, pada kelas eksperimen, pembelajaran dilaksanakan dengan menggunakan sumber belajar berupa media *virtual laboratory* berbasis proyek penugasan yang telah disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pengembangan ADDIE menghasilkan media *virtual laboratory* yang valid, praktis, dan efektif. Temuan ini sejalan dengan penelitian Qurniati (2022) yang menunjukkan bahwa pengembangan laboratorium virtual berbasis model ADDIE layak digunakan dan memperoleh respons positif dari mahasiswa.



SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengembangan media pembelajaran *virtual laboratory* sentrifusi berhasil dikembangkan dengan hasil validasi dari ahli media dan ahli materi. Hasil standardisasi menunjukkan bahwa aspek kelayakan isi dalam media *virtual laboratory* memperoleh skor rata-rata 3,50 (sangat layak), aspek kelayakan bahasa memperoleh skor rata-rata 3,64 (sangat layak), dan aspek kelayakan penyajian memperoleh skor rata-rata 3,31 (sangat layak). Data tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran *virtual laboratory* yang dikembangkan, layak digunakan dalam pembelajaran sentrifusi.

Sementara itu, hasil implementasi *virtual laboratory* sentrifusi berbasis proyek untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan hasil belajar pada kelompok eksperimen mencapai 0,7317 yang termasuk dalam kategori tinggi. Adapun kelompok kontrol memperoleh skor rata-rata sebesar 0,4817 yang berada pada kategori sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan *virtual laboratory* berbasis proyek efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktikum mahasiswa. Selain itu, media ini berpotensi menjadi alternatif pembelajaran praktikum yang efisien dan aman, terutama dalam kondisi keterbatasan fasilitas laboratorium.

SARAN

Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi lebih mendalam pengaruh penggunaan *virtual laboratory* terhadap aspek-aspek non-kognitif mahasiswa. Tidak hanya berfokus pada peningkatan hasil belajar kognitif, tetapi juga pada pengembangan sikap ilmiah, rasa ingin tahu, dan motivasi belajar. Aspek-aspek tersebut berperan penting dalam membentuk karakter dan kesiapan mahasiswa sebagai calon ilmuwan atau tenaga profesional di bidang sains. Dengan meneliti pengaruh *virtual laboratory* terhadap dimensi non-kognitif, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai efektivitas media pembelajaran berbasis teknologi ini dalam mendukung pembelajaran yang bermakna dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih terutama ditujukan kepada pihak bersangkutan yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini, yaitu: 1) Dosen Pembimbing Program Studi Pendidikan Kimia yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penelitian; 2) Mahasiswa Program Studi Kimia, Universitas Negeri Medan (PSKM 23A dan PSKM 23B); dan 3) pihak-pihak yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Fitriani, D. R., Amintarti, S., & Riefani, M. K. (2022). Validitas Virtual Lab Biologi Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan. *Wahana-Bio : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 14(1), 42- 53. <http://dx.doi.org/10.20527/wb.v14i1.13364>
- Kertanegara, G. C. A., & Anggaryani, M. (2023). Validitas Laboratorium Virtual Filasik sebagai Alternatif Laboratorium Riil pada Materi Suhu dan



- Peneraan Termometer. *Pendipa : Journal of Science Education*, 7(2), 265-273. <https://doi.org/10.33369/pendipa.7.2.265-273>
- Mu'minah, I. H. (2022). Pengaruh Penggunaan Aplikasi Praktikum Virtual Lab Berbasis OLABS (*Online Laboratory*) terhadap Hasil Belajar Siswa. *Indonesian Journal of Community Service*, 2(1), 99-107.
- Munthe, L., Situmorang, M., & Zainuddin, M. (2024). Innovation of Project-Based Learning Material and Virtual Laboratory to Improve High Order Thinking Skills in Teaching Electrophoresis. In *Proceedings of the 5th International Conference on Science and Technology Applications* (pp. 1-7). Medan, Indonesia: EAI Innovating Research.
- Mursali, S., & Safnowandi, S. (2016). Pengembangan LKM Biologi Dasar Berorientasi Pembelajaran Inkuiri untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 4(2), 56-62. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v4i2.218>
- Nainggolan, B., Hutabarat, W., Situmorang, M., & Sitorus, M. (2020). Developing Innovative Chemistry Laboratory Workbook Integrated with Project-Based Learning and Character-Based Chemistry. *International Journal of Instruction*, 13(3), 895-908. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13359a>
- Pontjowulan, P. (2023). Implementasi Penggunaan Media *ChatGPT* dalam Pembelajaran Era Digital. *Educationist : Journal of Educational and Cultural Studies*, 2(2), 1-8.
- Purwanto, M. N. (2020). *Prinsip-prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Qurniati, D. (2022). Pengembangan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran: *Development of Virtual Laboratory as a Learning Media*. *SPIN : Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 4(2), 142-154. <https://doi.org/10.20414/spin.v4i2.5538>
- Riduwan, R. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Situmorang, M., Sinaga, M., Purba, J., Daulay, S. I., Simorangkir, M., Sitorus, M., & Sudrajat, A. (2018). Implementation of Innovative Chemistry Learning Material with Guided Tasks to Improve Students' Competence. *Journal of Baltic Science Education*, 17(4), 535-550.
- Wati, I., & Kamila, I. (2019). Pentingnya Guru Profesional dalam Mendidik Siswa Milenial untuk Menghadapi Revolusi 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang* (pp. 364-370). Palembang, Indonesia: Universitas PGRI Palembang.