

Analisis Kebutuhan Terhadap Pengembangan Sumber Belajar Berbasis Proyek Terintegrasi Laboratorium Virtual Untuk Membangun Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Pengajaran *High Performance Liquid Chromatography*

Needs Analysis for the Development of Integrated Project-Based Learning Resources Virtual Laboratory to Build Higher-Order Thinking Skills in Teaching High Performance Liquid Chromatography

Helena Maharani Munthe¹, Intan Nurpaula Sitorus¹

¹ Universitas Negeri Medan

Corresponding author: maharanihelena74@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: Pembelajaran kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) melibatkan peningkatan mutu laboratorium dan kurangnya sumber belajar yang inovatif. Keadaan ini mengakibatkan tingginya tingkat kemahiran (HOTS) di kalangan siswa dalam memahami dan mempraktikkan konsep HPLC. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kebutuhan pengembangan materi pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan laboratorium virtual guna meningkatkan kinerja siswa dalam pembelajaran HPLC.

Subjek dan Metode: Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi lapangan. Penelitian dilakukan di Universitas Negeri Medan, khususnya pada program studi Pendidikan Kimia. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh dosen dan mahasiswa program studi Pendidikan Kimia yang terlibat dalam perkuliahan Kimia Pemisahan dengan materi HPLC. Sampel dipilih secara purposive yang terdiri dari dosen pengampu mata kuliah terkait dan mahasiswa yang sudah mengikuti perkuliahan Kimia Pemisahan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah purposive sampling. Variabel Independen: Ketersediaan dan kualitas sumber belajar berbasis proyek serta penggunaan laboratorium virtual. Variabel Dependen: Keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills/HOTS) mahasiswa dalam pembelajaran HPLC. Instrumen yang digunakan adalah observasi, wawancara dan kuisioner dalam bentuk google form. Jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data kualitatif. Data dianalisis menggunakan teknik analisis kualitatif deskriptif.

Hasil: Mahasiswa memiliki sumber belajar yang memungkinkan simulasi menggunakan HPLC, terlepas dari waktu kuliah. Mahasiswa juga setuju bahwa ada sumber belajar inovatif yang menyediakan akses lengkap dan mudah ke teori, praktik, dan simulasi HPLC.

Kata Kunci: *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS), Laboratorium Virtual, Pembelajaran Berbasis Proyek, Kimia Pemisahan.

Korespondensi:

Helena Maharani Munthe. Jl. Willem Iskandar, Pasar V Medan Estate, Medan, Sumatera Utara. Email: maharanihelena74@gmail.com. Mobile: 085358991501

LATAR BELAKANG

Perkembangan ilmu dan teknologi mengharuskan adanya perubahan cara dalam proses belajar, terutama di tingkat pendidikan tinggi. Dalam konteks Revolusi Industri 4. 0, mahasiswa diharapkan memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi atau Higher Order Thinking Skills (HOTS), yang mencakup kemampuan kritis, kreatif, pemecahan masalah, serta pengambilan keputusan. Keterampilan ini sangat penting untuk menghadapi tantangan global dan kompleksitas dunia kerja saat ini. Maka dari itu, pendidikan kimia di universitas perlu merancang metode pembelajaran yang tidak hanya fokus pada penguasaan teori, tetapi juga pada peningkatan kemampuan berpikir analitis dan praktis mahasiswa. Salah satu topik dalam studi kimia yang memerlukan pemahaman yang mendalam dan keterampilan teknis adalah High Performance Liquid Chromatography (HPLC), yang merupakan bagian dari mata kuliah Kimia Pemisahan. HPLC adalah metode instrumental yang sering digunakan untuk analisis kuantitatif dan kualitatif di berbagai sektor, seperti farmasi, makanan, dan lingkungan. Namun, pembelajaran HPLC sering kali tidak berjalan efektif akibat terbatasnya peralatan laboratorium yang memadai dan kurangnya sumber belajar yang dapat mendukung pemahaman praktis dan konseptual secara menyeluruh.

Melalui observasi dan wawancara di Universitas Negeri Medan, ditemukan bahwa pengajaran HPLC menghadapi beberapa masalah, seperti kurangnya alat laboratorium, waktu praktik yang terbatas, serta minimnya sumber belajar yang inovatif dan interaktif. Hal ini mengakibatkan mahasiswa kesulitan dalam memahami konsep HPLC secara mendalam dan belum mampu mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang diperlukan dalam analisis dan

penerapan teknik tersebut. Mahasiswa cenderung berperilaku pasif dan lebih fokus pada teori, tanpa mendapatkan pengalaman praktik yang berarti.

Di sisi lain, kemajuan teknologi pendidikan telah membuka jalan bagi solusi alternatif dalam belajar, salah satunya adalah melalui laboratorium virtual. Laboratorium virtual menawarkan pengalaman belajar yang interaktif, fleksibel, dan efektif, terutama untuk materi pembelajaran berbasis praktik seperti HPLC. Implementasi laboratorium virtual yang terintegrasi dalam metode pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) diyakini dapat meningkatkan keterlibatan aktif mahasiswa, mengasah kemampuan berpikir kritis, serta menghadirkan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan kontekstual.

Dengan pendekatan ini, mahasiswa dapat melakukan simulasi eksperimen, mempelajari proses analisis, dan mengevaluasi hasil percobaan tanpa bergantung pada fasilitas laboratorium fisik yang terbatas. Selain itu, sumber belajar berbasis proyek mendorong mahasiswa untuk aktif dalam menangani masalah nyata, berkolaborasi, dan melakukan refleksi terhadap proses belajar yang mereka jalani. Dengan demikian, perpaduan antara laboratorium virtual dan pembelajaran berbasis proyek menjadi strategi yang relevan dan potensial untuk meningkatkan kualitas pembelajaran HPLC.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Tipe penelitian yang diterapkan dalam analisis ini adalah penelitian kualitatif deskriptif. Tujuan dari penelitian kualitatif deskriptif adalah untuk mendapatkan wawasan yang mendalam tentang fenomena yang sedang diteliti melalui pengumpulan dan penilaian data yang tidak berbasis angka. Rancangan penelitian ini diterapkan untuk menilai kebutuhan pengembangan sumber belajar berbasis proyek yang terintegrasi dengan laboratorium virtual dalam pembelajaran High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Penekanan utama dari penelitian ini adalah pada identifikasi kondisi nyata di lapangan, tantangan dalam pembelajaran, serta harapan dari mahasiswa dan dosen terhadap inovasi media pembelajaran. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat mengumpulkan informasi secara menyeluruh dan kontekstual dari berbagai pihak terkait dalam proses pembelajaran HPLC.

Sampel dan Populasi

Populasi yang menjadi fokus dalam penelitian ini mencakup seluruh mahasiswa dan dosen pengajar mata kuliah Kimia Pemisahan, khususnya yang berkaitan dengan materi High Performance Liquid Chromatography (HPLC) di Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Medan. Populasi ini dipilih karena mereka adalah pihak yang terlibat langsung dalam proses pembelajaran dan memiliki pengalaman langsung mengenai tantangan serta kebutuhan dalam pembelajaran HPLC.

Sampel penelitian diambil menggunakan teknik purposive sampling, yang merupakan metode pengambilan sampel berdasarkan kriteria tertentu. Sampel ini terdiri dari:

Dosen pengajar mata kuliah HPLC, yang diwawancarai untuk mendapatkan informasi mengenai strategi pembelajaran, tantangan dalam pelaksanaan praktikum, serta pandangan mereka terhadap penggunaan laboratorium virtual.

Mahasiswa yang sedang atau telah mengikuti mata kuliah Kimia Pemisahan, yang diminta untuk mengisi survei kebutuhan melalui formulir Google, serta berfungsi sebagai responden dalam wawancara mengenai pengalaman mereka dalam pembelajaran HPLC.

Pemilihan sampel dilakukan dengan sengaja agar data yang diperoleh menjadi relevan dan dapat menggambarkan kebutuhan nyata dari pengguna sumber belajar. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi kelas, wawancara mendalam, dan angket survei daring untuk mencapai responden dengan lebih luas dan efisien.

HASIL PENELITIAN

Analisis berdasarkan Hasil Observasi

Observasi dilakukan di kelas dan laboratorium Kimia Pemisahan Universitas Negeri Medan pada mata kuliah Instrumentasi Analitik. Temuan utama dari observasi adalah sebagai berikut:

Aspek yang diamati	Hasil Temuan
Fasilitas Laboratorium	Terdapat 1 unit alat HPLC yang digunakan dalam kondisi tidak baik
Gaya Pengajaran	Dosen menyampaikan materi secara konvensional dibantu dengan media ppt
Kegiatan Mahasiswa	Mahasiswa tidak melakukan praktikum
Media pembelajaran	Tidak tersedia modul digital, simulasi, atau konten interaktif.
Keterampilan analitis mahasiswa	Rendah, hanya mengikuti instruksi tanpa memahami prinsip analitis

Hasil Wawancara dengan Dosen Kimia Pemisahan

Aspek yang diwawancarai	Pernyataan Dosen	Interprestasi Hasil

Keterbatasan sarana	Alat HPLC dalam kondisi tidak baik	MahaSiswa tidak memperoleh pengalaman langsung yang cukup karena keterbatasan alat praktik.
Kurangnya media inovatif	Kami belum memiliki modul berbasis proyek atau simulasi. Pembelajaran masih sangat tekstual dan prosedural."	Materi ajar masih konvensional; belum ada pendekatan berbasis proyek atau dukungan media digital.
Kebutuhan Laboratorium Virtual	"Jika ada simulasi virtual, mahasiswa bisa latihan kapan saja. Ini akan sangat membantu dalam memahami prinsip kerja HPLC."	Laboratorium virtual dianggap solusi potensial untuk mengatasi keterbatasan sarana dan waktu praktik.

Hasil Survey Mahasiswa

Survei disebarakan kepada mahasiswa semester 6 yang sedang atau telah mengambil mata kuliah Kimia Pemisahan.

Akses terhadap Pembelajaran HPLC

Pernyataan	Setuju (%)	Tidak Setuju (%)
Saya mendapat cukup waktu menggunakan alat HPLC saat praktikum	27%	73%
Saya memahami prinsip kerja HPLC secara mendalam	35%	65%

Kebutuhan terhadap Sumber Belajar Inovatif

Pernyataan	Setuju (%)	Tidak Setuju (%)
Saya membutuhkan sumber belajar berbasis proyek untuk HPLC	89%	11%
Saya ingin bisa mengakses simulasi HPLC secara virtual	93%	7%
Sumber belajar yang interaktif akan membantu saya berpikir lebih analitis	95%	5%

Kendala yang Dihadapi

No.	Kendala	Penjelasan
1	Akses alat HPLC kurang memadai	Mahasiswa tidak mendapat kesempatan menggunakan alat HPLC
2.	Kurangnya pemahaman tentang pengaturan sistem dan interpretasi kromatogram	Mahasiswa kesulitan memahami cara kerja sistem HPLC dan membaca hasil analisis.
3.	Ketiadaan simulasi atau media digital pendukung pembelajaran	Tidak tersedia media pembelajaran interaktif seperti simulasi HPLC atau laboratorium virtual.

PEMBAHASAN

Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning/PjBL) dalam Kimia Analitik

Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan analitis mahasiswa dalam konteks . Situmorang et al. (2022) mengembangkan paket pembelajaran inovatif berbasis proyek yang berhasil meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa dalam topik distilasi, yang relevan dengan teknik pemisahan seperti HPLC.

Selain itu, Munthe et al. (2024) menunjukkan bahwa integrasi laboratorium virtual dalam PjBL dapat meningkatkan HOTS mahasiswa dalam pengajaran elektroforesis, yang memiliki kesamaan dengan HPLC dalam hal teknik pemisahan dan analisis.

Laboratorium Virtual sebagai Solusi Pembelajaran Praktikum HPLC

Penggunaan laboratorium virtual telah menjadi solusi efektif untuk mengatasi keterbatasan akses terhadap peralatan laboratorium fisik seperti HPLC. Taylor et al. (2024) mengembangkan model digital twin berbasis Virtual Reality (VR) untuk HPLC, yang memungkinkan mahasiswa memahami prinsip kerja HPLC secara interaktif dan mendalam tanpa perlu akses langsung ke alat fisik.

Studi lain oleh Edali et al. (2024) menunjukkan bahwa platform simulasi laboratorium virtual seperti PraxiLabs dapat meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan praktis, dan kepuasan belajar mahasiswa dalam kursus sains eksperimental.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkap bahwa pembelajaran High Performance Liquid Chromatography (HPLC) di Universitas Negeri Medan masih menghadapi berbagai hambatan yang signifikan. Pembelajaran dilakukan secara konvensional dengan keterbatasan sarana praktik, seperti alat HPLC yang tidak memadai dan ketiadaan modul pembelajaran berbasis proyek serta media digital interaktif. Hal ini berdampak langsung pada rendahnya keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan praktik, serta terbatasnya perkembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills). Mahasiswa menunjukkan kebutuhan yang kuat terhadap inovasi dalam pembelajaran, khususnya berupa sumber belajar berbasis proyek yang memungkinkan eksplorasi mandiri serta laboratorium virtual yang dapat diakses di luar waktu praktik formal. Dosen pun mengakui perlunya transformasi pembelajaran agar lebih kontekstual, interaktif, dan fleksibel untuk menjawab keterbatasan alat serta meningkatkan kualitas pemahaman mahasiswa.

Implikasi Kebijakan (Policy Implication)

Hasil penelitian ini memiliki implikasi terhadap kebijakan institusional, khususnya dalam pengelolaan dan pengembangan sistem pembelajaran di pendidikan tinggi. Diperlukan kebijakan penguatan infrastruktur pembelajaran digital berbasis simulasi dan proyek pada mata kuliah praktikum seperti HPLC. Selain itu, integrasi laboratorium virtual dalam kurikulum dapat menjadi langkah strategis untuk meningkatkan mutu pendidikan sains terapan, khususnya dalam konteks keterbatasan alat laboratorium.

Implikasi Praktis (Practical Implication)

Secara praktis, hasil penelitian ini menjadi dasar perlunya pengembangan sumber belajar berbasis proyek yang terintegrasi dengan laboratorium virtual. Implementasi sumber belajar ini dapat memperluas akses belajar mahasiswa, meningkatkan efektivitas pembelajaran, dan memperkuat keterampilan analitis serta pemahaman konseptual. Dengan demikian, mahasiswa dapat mencapai kompetensi yang lebih baik tanpa sepenuhnya bergantung pada keterbatasan fasilitas fisik laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Bell, S. (2010). *Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future*. The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Dick, W., & Carey, L. (2009). *The Systematic Design of Instruction* (7th ed.). Pearson Education.
- Edali, M., Mattheos, N., & Aljaaf, A. J. (2024). Virtual laboratory-based learning improves practical skills and student satisfaction in experimental sciences. *Biomedical and Health Sciences Journal*, 4(2), 91–104. <https://jhas-bwu.com/index.php/bwjhas/article/download/351/291/569>
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- Munthe, B., Ginting, E., Siregar, F. A., & Siahaan, P. (2024). Virtual-based project learning model in chemistry learning to improve HOTS on electrophoresis topic. *EAI Endorsed Transactions on e-Learning*, 10(3), e4. <https://doi.org/10.4108/eai.2-11-2023.2343253>
- Situmorang, M., Sinaga, B., Hutabarat, W., & Purba, D. (2022). The Effectiveness of Innovative Project-Based Learning Packages to Improve Critical Thinking Skills in Chemistry. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 56(1s), s41–s47. <https://www.ijper.org/sites/default/files/IndJPhaEdRes-56-1s-41.pdf>
- Taylor, A., Blackford, E., & Ellis, R. (2024). Breaking the Access to Education Barrier: Enhancing HPLC Learning with Virtual Reality. *UCL Discovery Research Repository*. <https://discovery.ucl.ac.uk/10197725/>
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. The Autodesk Foundation. <https://www.bie.org/research/study/review-research-project-based-learning>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.
- Bell, S. (2010). *Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future*. The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Dick, W., & Carey, L. (2009). *The Systematic Design of Instruction* (7th ed.). Pearson Education.
- Edali, M., Mattheos, N., & Aljaaf, A. J. (2024). Virtual laboratory-based learning improves practical skills and student satisfaction in experimental sciences. *Biomedical and Health Sciences Journal*, 4(2), 91–104. <https://jhas-bwu.com/index.php/bwjhas/article/download/351/291/569>
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press.
- Munthe, B., Ginting, E., Siregar, F. A., & Siahaan, P. (2024). Virtual-based project learning model in chemistry learning to improve HOTS on electrophoresis topic. *EAI Endorsed Transactions on e-Learning*, 10(3), e4. <https://doi.org/10.4108/eai.2-11-2023.2343253>
- Situmorang, M., Sinaga, B., Hutabarat, W., & Purba, D. (2022). The Effectiveness of Innovative Project-Based Learning Packages to Improve Critical Thinking Skills in Chemistry. *Indian Journal of Pharmaceutical*



-
- Education and Research*, 56(1s), s41–s47. <https://www.ijper.org/sites/default/files/IndJPhaEdRes-56-1s-41.pdf>
- Taylor, A., Blackford, E., & Ellis, R. (2024). Breaking the Access to Education Barrier: Enhancing HPLC Learning with Virtual Reality. *UCL Discovery Research Repository*. <https://discovery.ucl.ac.uk/10197725/>
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. The Autodesk Foundation. <https://www.bie.org/research/study/review-research-project-based-learning>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.