

Analisis Kualitas Air Sungai Berbasis Praktikum sebagai Bentuk Penerapan *Project Based Learning*

Wiwin Rewini Kunusa¹, Ramli Utina², Frida Maryati Yusuf^{3*}, Cecy Rahma Karim⁴, Nur Inda R. Umadji⁵

¹Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96554, Indonesia

^{2,3}Program Studi S3 Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Pascasarjana, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96128, Indonesia

⁴Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96128, Indonesia

⁵Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Gorontalo, Gorontalo 96135, Indonesia

e-mail korespondensi: *fridamaryati-hy@yahoo.com

DOI: <https://doi.org/10.34312/jjec.v5i1.12726>

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk meningkatkan ketrampilan proses sains mahasiswa semester VII yang sedang menempuh mata kuliah Kimia Analitik III. Kemampuan mahasiswa dalam melakukan analisis tentang permasalahan lingkungan masih rendah. Penerapan *Project Based Learning* (PjBL) ini dengan melibatkan mahasiswa secara langsung di luar kelas dalam mengembangkan sejumlah keterampilan proses sains untuk menganalisis kualitas air sungai di Lokasi Wisata Desa Meranti Kecamatan Tapa Kabupaten Bone Bolango. Kualitas air sungai Desa Meranti ditentukan berdasarkan parameter warna, rasa, bau, pH, dan analisis logam berat. Pembelajaran dilakukan secara berkelompok dengan tahapan 1) menentukan proyek, 2) merancang langkah-langkah penyelesaian proyek, 3) menyusun jadwal pelaksanaan proyek, 4) penyelesaian proyek, 5) menyusun laporan dan publikasi hasil proyek, dan 6) evaluasi proses dan hasil proyek. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Pre Experimental Design. Indikator keterampilan proses sains yang diteliti meliputi: 1) menyajikan data dalam bentuk grafik, 2) mengumpulkan dan mengolah data, 3) merancang penelitian dan 4) melaksanakan eksperimen 5) membuat laporan akhir.

Kata kunci: Kualitas Air, PjBL, *Pre-Experimental*

Abstract

The purpose of this study is to improve the science process skills of semester VII students who are taking the Analytical Chemistry III course. The ability of students to analyze environmental problems is still low. The application of *Project Based Learning* (PjBL) involves students directly outside the classroom in developing several science process skills to analyze river water quality in the Meranti Village Tourism Location, Tapa District, Bone Bolango Regency. The water quality of the Meranti Village River is determined based on the parameters of color, taste, smell, pH, and heavy metal analysis. Learning is carried out in groups with stages of 1) determining the project, 2) designing the steps for project completion, 3) compiling a project implementation schedule, 4) project completion, 5) compiling reports and publication of project results, and 6) evaluating project processes and results. The research design used is *Pre-Experimental Design*. Indicators of science process skills studied include: 1) presenting data in the form of graphs, 2) collecting and processing data, 3) designing research and 4) carrying out experiments 5) making final reports.

Keywords: Water Quality, PjBL, *Pre-Experimental*

The format cites this article in APA style:

Kunusa, W. R., Utina, R., Yusuf, F. M., Karim, C. R., & Umadji, N. I. R. (2023). Analisis Kualitas Air Sungai Berbasis Praktikum sebagai Bentuk Penerapan *Project Based Learning*. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(1), 28-35. <https://doi.org/10.34312/jjec.v5i1.12726>

PENDAHULUAN

Ekowisata merupakan suatu bentuk wisata yang sangat erat dengan prinsip konservasi. Ekowisata sendiri pada dasarnya menjamin kelestarian lingkungan dengan maksud hampir sama dengan konservasi, yakni: menjaga tetap berlangsungnya proses ekologis yang tetap mendukung kehidupan, melindungi keanekaragaman hayati serta menjamin kelestarian dan pemanfaatan spesies dan ekosistemnya (Lucyanti et al., 2013). Adapun edu-ekowisata sendiri pada hakikatnya ada pada faktor dimana intensitas pengenalan dan pembelajaran budaya sejak dini mulai terjadi, melalui disain pembelajaran yang sengaja dihadirkan sesuai materi lingkungan dalam format objek wisata. Hal ini dikembangkan dikarenakan sejauh ini konsep edu-ekowisata hanya terhenti pada kegiatan kampanye konservasi lingkungan semata. Konsep eduwisata sangat bermanfaat dalam proses pembelajaran dimana dapat digunakan sebagai salah satu media pembelajaran untuk siswa (Taher, 2019; Alamsyah & Mulawati, 2013).

Media pembelajaran merupakan salah satu cara atau alat bantu yang digunakan dalam proses belajar mengajar. Hal ini dilakukan untuk merangsang pola pembelajaran agar dapat menunjang keberhasilan dari proses belajar mengajar dapat efektif untuk mencapai tujuan. Media pembelajaran berfungsi di antaranya adalah untuk menarik minat siswa terhadap materi pembelajaran yang disajikan yakni: (1) Media Audio, (2) Media Visual, (3) Media Audio Visual, (4) Media Serbaneka, dan (5) Gambar fotografi (Miftah, 2013).

Untuk meningkatkan keterampilan proses sains mahasiswa semester VII yang sedang menempuh mata kuliah Kimia Analitik III perlunya suatu model pembelajaran berbasis eduwisata. Hal ini dikarenakan kemampuan mahasiswa dalam melakukan analisis mengenai permasalahan-permasalahan lingkungan di sekitar masih rendah. Penerapan *Project Based Learning* ini dengan melibatkan mahasiswa secara langsung di luar kelas dalam mengembangkan sejumlah keterampilan proses sains untuk menganalisis kualitas air sungai di Lokasi Wisata Desa Meranti Kecamatan Tapa

Kabupaten Bone Bolango. Kualitas air sungai Desa Meranti ditentukan berdasarkan parameter warna, rasa, bau, pH, dan analisis logam berat.

Memotivasi mahasiswa dalam belajar kimia analitik menjadi tantangan, oleh karena kompleksitas dan luasnya materi yang diajarkan membutuhkan ilmu matematika dengan keluasaan dan kompleksitas topik (Dewanti, 2011). Menyampaikan sebuah hubungan antara konten dan dunia nyata merupakan faktor penting dalam meningkatkan motivasi dan sikap mahasiswa terhadap subject. Pada dasarnya kimia analitik menyangkut penentuan komposisi kimiawi suatu materi dalam dua langkah utama yakni identifikasi dan estimasi komponen-komponen suatu senyawa/materi meliputi identifikasi suatu zat, elusidasi struktur dan analisis kuantitatif suatu komposisi materi. Upaya untuk mengetahui komposisi bahan kimia di alam yang umumnya ada dalam keadaan campuran, tentunya harus dilakukan melalui metode analisis dan prosedur analisis yang tepat dan sesuai (Tomasik et al., 2014).

Menurut Tomasik et al., (2014) bahwa kegiatan berbasis praktikum berdampak positif pada aspek sikap, memperoleh keterampilan bekerja dengan orang lain, merasa lebih percaya diri melakukan eksperimen yang berhubungan dengan kimia. Selain itu, persepsi mahasiswa tentang ilmu-ilmu kimia terkait isu-isu lingkungan serta pemahaman bagaimana prosedur dan teknik analisisnya. Oleh karena itu dalam praktikum, perlunya integrasi topik lingkungan yang memberikan peluang besar kepada mahasiswa untuk menggambarkan relevansi konten kimia dan aplikasinya di kehidupan nyata. Lebih lanjut dijelaskan bahwa, penggabungan metode berbasis praktikum dan *Project Based Learning* (PjBL) berdampak positif pada hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis, serta kemampuan untuk mengintegrasikan teori dan pengalaman (Malahayati & Sofiyana, 2019). Menurut Budner & Simpson, (2018) kriteria proyek yang diberikan yakni (1) setiap proyek dipusatkan di sekitar eksperimen laboratorium tertentu dan (2) diberikan kesempatan pada mahasiswa untuk meninjau konsep dasar, penggunaan metode dan keterampilan yang berkelanjutan dari eksperimen sebelumnya

dan praktik langsung penerapan konsep baru (3) Proyek dirancang untuk memberikan tanggung jawab dan kebebasan mahasiswa dalam mengembangkan keterampilan desain eksperimental yang lebih baik.

Membangun relevansi sebagai salah satu elemen pendukung motivasi belajar kimia analitik bagi mahasiswa, dapat ditetapkan melalui (1) bagaimana teori dapat diterapkan dalam praktik, (2) menetapkan relevansi dengan kasus-kasus lokal, (3) mengaitkan materi dengan aplikasi sehari-hari atau (4) menemukan aplikasi dalam isu-isu terkini yang layak diberitakan. Hal ini terkait dengan karakteristik utama dan yang menjadi “kekuatan dan ruh” dari PjBL adalah adanya permasalahan di dunia nyata (benar-benar terjadi) seperti pencemaran lingkungan yang bisa diangkat menjadi skenario dan kegiatan pembelajaran. Isu lingkungan global merupakan permasalahan lingkungan dan berdampak negatif yang ditimbulkan terhadap lingkungan biofisik (Lucyanti et al., 2013).

Salah satu contoh permasalahan adalah pencemaran air sungai yang seringkali mendapatkan banyak bahan kimia yang dibuang sebagai limbah produksi. Kualitas air sungai ditentukan oleh kandungan sedimen tersuspensi dan bahan kimia yang terlarut dari analisis parameter fisika, kimia, biologi meliputi Temperatur, pH, DO, BOD, Total Solid, Fosfat, Nitrat, Kekeruhan, dan *Fecal Coliform* (Masyruroh & Karyadi, 2013; Adnyana et al., 2017; Yustika et al., 2022). Setiap parameter kualitas air yang terukur memiliki kadar yang berbeda-beda, tergantung pada daerah dan aktivitas manusia yang terdapat di lingkungan tersebut. Dalam PjBL peran mahasiswa untuk merancang dan mengembangkan solusi dan produk untuk mengatasi dan menyelesaikan permasalahan riil tersebut (Kember et al., 2008). Selain itu mahasiswa memiliki ketrampilan dalam penguasaan instrument analisis baik teknik analitis tradisional seperti titrasi dan metode gravimetric atau penguasaan peralatan digital seperti Alat potensiometri, spektroskopi UV/Vis dan penerapan Hukum Beer, spektroskopi AAS dan Instrumen Kromatografi (Tomasik et al., 2014). Pendekatan pedagogis ini memberikan banyak momen pengajaran dalam analisis sampel lingkungan, serta

pengembangan keterampilan kerja tim yang terfokus pada proyek dalam lima langkah prosedur analitis meliputi tujuan, penentuan sampel, tahap pemisahan konstituen yang dicari dari spesies lain yang ada disampel, tahap pengukuran zat yang diinginkan serta evaluasi dan interpretasi data (Thomas Wenzel) (Davis et al., 2017).

Berdasarkan uraian di atas, bahwa beberapa metode yang membantu mendorong siswa dan menyampaikan relevansi dunia nyata dari suatu senyawa/materi termasuk memasukkan isu-isu lingkungan, teknik laboratorium berbasis praktikum dan PjBL perlu untuk dilakukan. Penggabungan teknik pedagogis dengan topik lingkungan, laboratorium berbasis praktikum, dan pembelajaran berbasis proyek dalam materi kimia analitik, mahasiswa tidak hanya mempelajari konsep dalam konteks terapan tetapi pengalaman langsung dilaboratorium dan sampling lapangan (Gao, 2015).

Dalam riset ini, digambarkan sebuah pendekatan yang menggabungkan ketiga metode tersebut dengan mengintegrasikan model pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan kemampuan analitis kimia mahasiswa. Adapun parameter penelitian difokuskan pada pembahasan pengembangan metode dan implementasinya. Evaluasi pendekatan yang menggabungkan ketiga metode tersebut dilakukan pada pra dan pasca survei, termasuk kuesioner sikap dan ketrampilan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dari kondisi kualitas air Sungai di Desa Meranti. Pembelajaran dilakukan secara berkelompok dengan tahapan 1) menentukan proyek, 2) Rancangan penyelesaian proyek, 3) menyusun jadwal pelaksanaan proyek, 4) penyelesaian proyek, 5) menyusun laporan dan publikasi hasil proyek, dan 6) evaluasi proses dan hasil proyek (Hermawan, 2020). Rencana penelitian yang dilakukan saat pelaksanaan praktikum: 1) Studi literatur berkaitan dengan topik penelitian; 2) Kunjungan lapangan; 3) Menentukan lokasi penelitian; 4) Menentukan obyek dan titik pengambilan sampel penelitian; 5)

Pengumpulan data primer dan data sekunder; 6) Analisa data.

Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah *Pre-Experimental Design* yakni penelitian yang tidak perlu kelas kontrol (Effendi, 2013). Indikator keterampilan proses sains yang diteliti meliputi: 1) menyajikan data dalam bentuk grafik, 2) mengumpulkan dan mengolah data, 3) merancang penelitian, 4) melaksanakan eksperimen 5) membuat laporan akhir.

Waktu dan Tempat Penelitian

Praktikum dilaksanakan bulan Oktober Sepanjang aliran air sungai di Lokasi Wisata Desa Meranti Kecamatan Tapa Kabupaten Bone Bolango.

Target/Subjek Penelitian

Sampel terdiri dari mahasiswa Program Studi Kimia Jurusan Kimia yang memprogram mata Kuliah Kimia Analitik III dan berjumlah 49 orang mahasiswa. terdiri dari kelas A dan Kelas B

Prosedur

Rancangan penelitian yang digunakan adalah *Pre-Experimental Design* yakni penelitian yang tidak perlu kelas kontrol, yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini yang menjadi sumber data utama adalah informan (narasumber), peristiwa (aktivitas praktikum mahasiswa), serta tempat (lokasi sampling air sungai). Sedangkan dokumen sebagai data. Proses pengambilan sampel (sampling) air sungai disajikan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Sampling Air Sungai

Teknik Analisis Data

Teknik analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif yakni analisis menggunakan model interaktif (*Interactive Model Analysis*) yang terdiri atas tiga komponen analisis, yakni: (1) Reduksi data (*Data Reduction*), (2)

Penyajian data (*Data Display*), dan (3) Penarikan kesimpulan (*Conclusion Drawing*). Selanjutnya analisis dilakukan dengan memadukan (secara interaktif) ketiga komponen tersebut. Analisis kuantitatif menggunakan instrument analisis fisikokimia kadar konsentrasi sampel.

$$y = mx + b \quad (1)$$

Keterangan

y = absorbansi m = koefisien slope
x = konsentrasi (ppm) b = nilai intercept

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel.1. Kadar Logam pada Sampel Air Sungai

Lokasi Sampel	Nitrat (NO ₃)		Nitrit (NO ₂)		Tembaga (Cu)	
	Abs	ppm	Abs	ppm	Abs	ppm
Bagian permukaan sungai	0,024	0,03	0,006	0,661	0,000	ND
Bagian tengah sungai	0,022	0,002	0,023	3,403	0,001	ND
Bagian dasar sungai	0,016	0,004	0,006	0,661	0,003	0,000

Lokasi Sampel	Sianida (CN)		Kalsium (Ca)		Besi (Fe)	
	Abs	ppm	Abs	ppm	Abs	ppm
Bagian permukaan sungai	0,001	ND	0,327	0,010	0,015	0,014
Bagian tengah sungai	0,003	ND	0,207	0,005	0,028	0,027
Bagian dasar sungai	0,004	ND	0,190	0,004	0,031	0,030

Pembelajaran berbasis proyek PjBL adalah metoda pembelajaran yang menggunakan proyek sebagai media. Peserta didik melakukan eksplorasi, penilaian, interpretasi, sintesis, dan informasi untuk menghasilkan berbagai bentuk hasil belajar. Berdasarkan pendapat ahli diatas dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran PjBL memiliki manfaat yaitu peserta didik menjadi lebih aktif dalam memecahkan masalah, sehingga peserta didik memperoleh pengetahuan dan keterampilan baru, melatih kolaborasi atau kerja sama kelompok. Penerapan PjBL ini dengan melibatkan mahasiswa secara langsung di luar kelas dalam mengembangkan sejumlah keterampilan proses sains untuk menganalisis kualitas air sungai di lokasi Pemandian Wisata Desa Meranti Kabupaten Bone Bolango. Menumbuhkan motivasi intrinsik siswa untuk belajar, meningkatkan kepercayaan diri untuk belajar mandiri dan keterampilan pemecahan masalah (Gao, 2015).

PjBL salah satunya mode pembelajaran yang membuat pelajar aktif dan berdiskusi dalam belajar, mengaplikasikan pengetahuan yang telah dipunyai, melatih beragam ketrampilan berpikir, sikap, dan ketrampilan nyata (Sugiyanto et al., 2020). Persoalan kompleks, dibutuhkan pembelajaran lewat interograsi, kerjasama dan uji coba dalam membuat satu project, dan memadukan beragam subyek/materi dalam belajar (Puspasari, 2017; Widakdo, 2017).



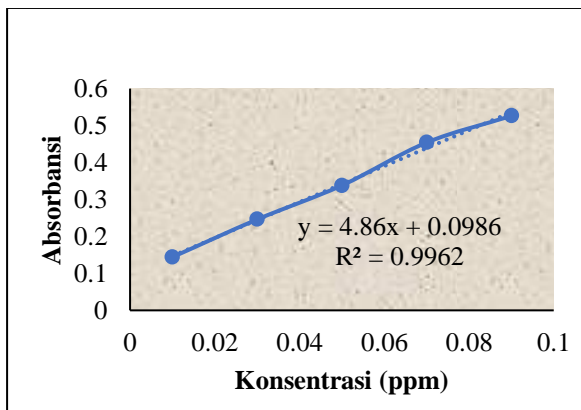
Gambar 3. Desain Penelitian

PjBL salah satunya mode pembelajaran yang membuat pelajar aktif dan berdiskusi dalam belajar. Mode pembelajaran berbasis project ini bisa dipakai untuk mengaplikasikan pengetahuan yang telah dipunyai, melatih beragam ketrampilan berpikir, sikap, dan ketrampilan nyata (Sugiyanto et al., 2020). Sedang pada persoalan kompleks, dibutuhkan pembelajaran lewat interograsi, kerjasama dan uji coba dalam membuat satu project, dan memadukan beragam subyek (materi) dalam belajar (Puspasari, 2017; Widakdo, 2017).

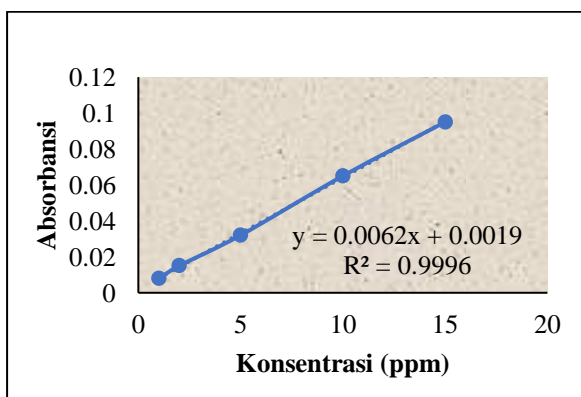
Ditinjau dari sisi pembelajaran, perlunya sebuah model inovatif yang langsung membuat mahasiswa berkontribusi secara nyata dalam upaya mengatasi permasalahan disekitar. Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*) ialah sistem evaluasi yang memakai project/aktivitas

sebagai media. Peserta didik lakukan eksploitasi, penilaian, interpretasi, sintesis, dan info untuk hasilkan bermacam-macam hasil belajar. Pro PjBL sebagai mode evaluasi yang terpusat pada peserta didik untuk lakukan satu interograsi yang dalam pada sesuatu topik. Peserta didik secara konstruktif melakukan pengkajian evaluasi dengan pendekatan berbasis penelitian pada persoalan dan pertanyaan yang memiliki bobot, riil, dan berkaitan. Melalui penerapan model PjBL ini diharapkan peserta didik dapat mengaplikasikan secara riil ilmu yang diperoleh selama perkuliahan dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Anggreni et al., 2020). Setiap pendidik dituntut untuk kreatif dalam menerapkan berbagai metode pembelajaran yang tepat.

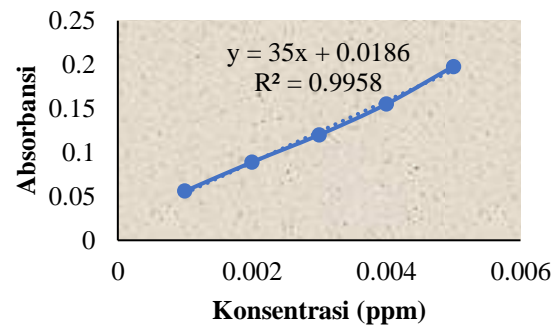
Berikut ini adalah nilai absorbansi dari berbagai konsentrasi kandungan logam pada air sungai di Desa Meranti Kecamatan Tapa Kabupaten Bone Bolango.



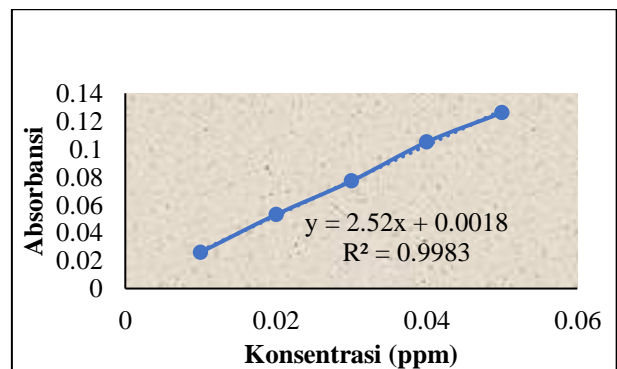
Gambar 4. Kurva baku Nitrat



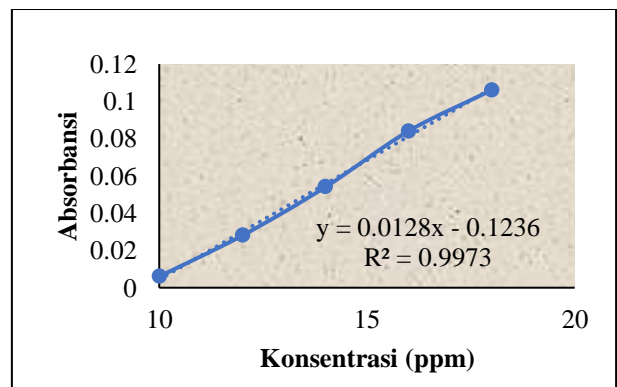
Gambar 5. Kurva baku Nitrit



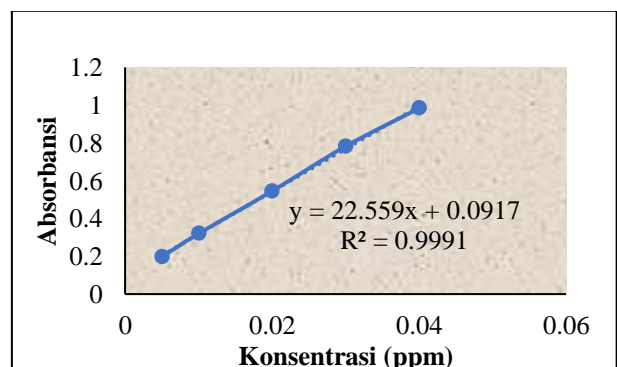
Gambar 6. Kurva baku Fe



Gambar 7. Kurva baku Cu



Gambar 8. Kurva baku Sianida



Gambar 9. Kurva baku Kalsium

Dari kurva kalibrasi (Kurva Baku) pada Gambar 4 sampai 9 terlihat konsentrasi dan absorbansi memiliki hubungan yang linier sesuai persamaan $y = mx + b$, dengan nilai regresi mendekati satu yang menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi (x) dan absorbansi (y) sangat kuat dan hampir sempurna linier.

KESIMPULAN

Metode PjBL ini efektif dalam upaya mengoptimalkan proses pembelajaran karena berorientasi pada produk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Jurusan Kimia FMIPA dan seluruh mahasiswa program Mata Kuliah Kimia Analitik II dan III .

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, S., Wayan, I., & Rai, I. N. (2017). Studi analisis kualitas air di daerah aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *Ecotrophic*, 11(2), 378159. <https://doi.org/10.24843/EJES.2017.v11.i02.p01>
- Alamsyah, D., & Mulawati, R. (2013). *Pilar Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Nuha Medika.
- Anggreni, L. D., Jampel, I. N., & Diputra, K. S. (2020). Pengaruh model project based learning berbantuan penilaian portofolio terhadap literasi sains. *Mimbar Ilmu*, 25(1), 41–52. <https://doi.org/10.23887/mi.v25i1.24475>
- Budner, D., & Simpson, B. (2018). Project-based integrated lecture and laboratory quantitative analysis course. *Journal of Chemical Education*, 95(9), 1533–1540. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00146>
- Davis, E. J., Pauls, S., & Dick, J. (2017). Project-based learning in undergraduate environmental chemistry laboratory: using EPA methods to guide student method development for pesticide quantitation. *Journal of Chemical Education*, 94(4), 451–457. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00352>
- Dewanti, S. S. (2011). *Mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa Pendidikan Matematika sebagai calon pendidik karakter bangsa melalui pemecahan masalah*.
- Effendi, M. S. (2013). Desain eksperimental dalam penelitian pendidikan. *Jurnal Perspektif Pendidikan*, 6(1), 87–102.
- Gao, R. (2015). Incorporating students' self-designed, research-based analytical chemistry projects into the instrumentation curriculum. *Journal of Chemical Education*, 92(3), 444–449.
- Hermawan, M. (2020). *Langkah-Langkah Pembelajaran Project Based Learning (PjBL)*. 24/11/2020. <https://ayogurubergi.kemdikbud.go.id/artikel/project-based-learning/>
- Kember, D., Ho, A., & Hong, C. (2008). The importance of establishing relevance in motivating student learning. *Active Learning in Higher Education*, 9(3), 249–263. <https://doi.org/10.1177/146978740809584>
- Lucyanti, S., Hendrarto, B., & Izzati, M. (2013). Penilaian Daya Dukung Wisata di Obyek Wisata Bumi Perkemahan Palutungan Taman Nasional Gunung Ciremai Propinsi Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 27.
- Malahayati, E. N., & Sofiyana, M. S. (2019). Project Based Learning Berbasis Outdoor Study untuk Menganalisis Kualitas Air Tanah Warga Sekitar TPA Sampah Ngegong Kota Blitar pada Mata Kuliah Pengetahuan Lingkungan. *Konstruktivisme: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 11(1), 12–19. <https://doi.org/10.35457/konstruk.v11i1.662>
- Masyuroh, A., & Karyadi, E. (2013). Analisa terhadap Kualitas Air Permukaan pada Sungai Cibanten di Sekitar Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Serang. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 2(2). <https://doi.org/10.36055/jft.v2i2.1724>
- Miftah, M. (2013). Fungsi, dan peran media pembelajaran sebagai upaya peningkatan kemampuan belajar siswa. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 1(2), 95–105. <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v1n2.p95--105>
- Puspasari, R. (2017). Implementasi project based

- learning untuk meningkatkan kemandirian dan prestasi belajar mahasiswa dalam pembuatan alat peraga matematika inovatif. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 10–22.
- Sugiyanto, S., Setiawan, A., Hamidah, I., & Ana, A. (2020). Integration of mobile learning and project-based learning in improving vocational school competence. *Journal of Technical Education and Training*, 12(2), 55–68.
- Taher, T. (2019). Peningkatan Aktivitas Belajar Siswa Melalui Pembelajaran Kimia Berbasis Budaya Lokal. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 1(2), 69–73.
- Tomasik, J. H., LeCaptain, D., Murphy, S., Martin, M., Knight, R. M., Harke, M. A., Burke, R., Beck, K., & Acevedo-Polakovich, I. D. (2014). Island explorations: discovering effects of environmental research-based lab activities on analytical chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 91(11), 1887–1894. <https://doi.org/10.1021/ed5000313>
- Widakdo, W. A. (2017). Mathematical representation ability by using project based learning on the topic of statistics. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 12055.
- Yustika, V., Kasim, N. M., Andimala, F., Amboy, M., Daaliwa, S. M., Nurlisa, W. O., & Kunusa, W. R. (2022). Analisis Kandungan Logam dalam Air Limbah Laundry dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 7(2), 14–22./