

Efektivitas Pembelajaran Proyek Kolaborasi Berbasis Potensi Lokal pada Praktikum IPA Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains

Sudirman^{1*}, Baiq Dina Hardianti¹, Temi Ainul Safitri¹

¹Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Qamarul Huda Badaruddin Bagu, Indonesia

*Corresponding author: sudirman@uniqhba.ac.id

Article History

Received : June 06th, 2024

Revised : June 17th, 2024

Accepted : July 15th, 2024

Abstract: Pembelajaran berbasis proyek kolaboratif merupakan pendekatan yang menjanjikan dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada praktikum IPA di Sekolah Menengah Atas. Namun, masih sedikit penelitian yang menginvestigasi potensi kolaborasi proyek dengan menggunakan sumber daya lokal dalam konteks pembuatan keju lunak. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh pembelajaran berbasis proyek kolaboratif berbasis potensi lokal terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa. Melalui desain quasi-eksperimen dan tehnik pengambilan sampel secara purposive sampling, penelitian ini melibatkan 30 siswa kelas XII di MA di Pondok Pesantren Qamarul Huda, Lombok Tengah. Hasil analisis menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) artinya penggunaan pembelajaran proyek kolaboratif berbasis potensi lokal efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains, dengan peningkatan tertinggi pada indikator keterampilan memahami instruksi (93,75%) dan penggumpal protein susu dari pohon biduri menghasilkan produk keju lunak terbaik karena paling disukai oleh sebagian besar panelis ($X=7.85$). Implikasi penelitian ini mencakup rekomendasi untuk memperkuat integrasi pembelajaran proyek kolaboratif dalam kurikulum sains, serta dukungan pemerintah dalam penggunaan sumber daya lokal dalam pengembangan produksi keju dari pohon biduri. Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk mendalami dampak jangka panjang dari pembelajaran proyek kolaboratif terhadap keterampilan proses sains siswa.

Keywords: Pembelajaran proyek kolaborasi, Potensi Lokal, Keterampilan Proses Sains, Praktikum IPA.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi khususnya tentang Pendidikan sains di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) atau sederajat memegang peranan krusial dalam membangun dasar pengetahuan ilmiah siswa. Pada jenjang ini, siswa diperkenalkan dengan konsep-konsep dasar sains yang akan membentuk cara berpikir kritis dan analitis mereka di masa depan (Al-Kuwari et al., 2022; Nurhidayah et al., 2021; Reynders et al., 2019; Zandvakili et al., 2019). Namun, pendekatan pembelajaran tradisional yang masih banyak digunakan di berbagai sekolah sering kali tidak mampu memfasilitasi perkembangan keterampilan praktis dan teoretis siswa secara optimal. Dalam konteks ini, pembelajaran berbasis proyek muncul sebagai alternatif inovatif yang dapat menjawab tantangan tersebut (Bylkova et al., 2021; Poce et al., 2019; Sudirman, Hakim, et al., 2023). Pembelajaran berbasis proyek memungkinkan siswa untuk

terlibat secara aktif dalam proses belajar (Reynders et al., 2020; Sudirman et al., 2022), menggabungkan pengetahuan teoretis dengan aplikasi praktis yang relevan (Gaona et al., 2018). Khususnya di Indonesia, integrasi potensi lokal dalam pembelajaran berbasis proyek menjadi sangat relevan dan bermanfaat (Nasr et al., 2016). Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya belajar konsep-konsep sains, tetapi juga memahami dan memanfaatkan sumber daya lokal yang ada di sekitar mereka (Kørnøv et al., 2022). Salah satunya, pembuatan keju lunak dapat dijadikan proyek praktikum IPA yang mengintegrasikan potensi lokal seperti penggunaan getah biduri dan terung liar dari tumbuh-tumbuhan lokal sebagai penggumpal protein susu dalam pembuatan keju untuk memberikan pengalaman belajar yang kaya dan kontekstual bagi siswa (Abebe & Emire, 2020; Anusha et al., 2014; Moreno-Hernández et al., 2017).

Salah satu tantangan utama dalam pendidikan sains di tingkat SMA adalah meningkatkan keterampilan proses sains siswa melalui pendekatan pembelajaran yang efektif (Gültekin & Altun, 2022; Sermsirikarnjana, Pongsuwat and Kiddee & Pupat, 2017; Sudirman et al., 2022). Pendekatan tradisional yang cenderung teoretis sering kali gagal menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, sehingga siswa kesulitan untuk mengaplikasikan konsep-konsep ilmiah dalam konteks nyata (Kouis et al., 2020). Kurangnya integrasi potensi lokal dalam kurikulum IPA juga menjadi hambatan dalam memberikan pengalaman belajar yang relevan dan bermakna bagi siswa (Harsch et al., 2021; Reynders et al., 2019; Sudirman et al., 2024). Akibatnya, motivasi dan partisipasi siswa dalam praktikum sains sering kali rendah, terutama ketika aktivitas praktikum tidak terkait dengan konteks lokal mereka. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengimplementasikan pembelajaran berbasis proyek kolaboratif yang memanfaatkan potensi lokal, khususnya melalui pembuatan keju lunak. Dengan demikian, penelitian ini akan mengeksplorasi sejauh mana pendekatan ini dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMA.

Meskipun pembelajaran berbasis proyek telah banyak diakui sebagai pendekatan yang efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains (Sudirman et al., 2022; Wu et al., 2021), masih terdapat kekurangan penelitian yang mengkaji integrasi potensi lokal dalam konteks ini, khususnya di Indonesia. Studi-studi sebelumnya cenderung lebih fokus pada penerapan umum pembelajaran berbasis proyek tanpa mempertimbangkan aspek-aspek lokal yang dapat memperkaya pengalaman belajar siswa (Al-Kuwari et al., 2022). Selain itu, penelitian yang ada masih terbatas pada tingkat pendidikan yang lebih tinggi, sementara kajian tentang penerapan metode ini di tingkat SMA masih sangat minim. Terlebih lagi, terdapat kesenjangan dalam literatur yang mengevaluasi dampak aktivitas praktikum nyata (Anwar et al., 2019; Sudirman, Ramdani, et al., 2023), seperti pembuatan keju lunak, terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan mengeksplorasi bagaimana

integrasi potensi lokal melalui pembelajaran berbasis proyek kolaboratif dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMA, memberikan kontribusi penting bagi pengembangan literatur pendidikan sains yang lebih kontekstual dan aplikatif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pembelajaran berbasis proyek kolaboratif yang memanfaatkan potensi lokal terhadap keterampilan proses sains siswa di tingkat SMA. Secara khusus, penelitian ini akan meneliti bagaimana proyek pembuatan keju lunak dalam praktikum IPA dapat mengembangkan keterampilan ilmiah siswa. Selain itu, penelitian ini berusaha untuk mengidentifikasi manfaat spesifik yang diperoleh siswa melalui pendekatan ini, termasuk peningkatan keterlibatan dan motivasi belajar. Dengan mengevaluasi efektivitas metode pembelajaran ini, diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam pengembangan kurikulum IPA yang lebih relevan dan kontekstual, serta meningkatkan kualitas pendidikan sains di Indonesia.

Penelitian ini menawarkan kontribusi yang signifikan melalui pendekatan inovatif dalam pembelajaran sains, yakni dengan mengintegrasikan pembuatan keju lunak sebagai proyek praktikum IPA berbasis potensi lokal (Getu Derso & Gashaw Dagnew, 2019; Moreno-Hernández et al., 2017). Aspek baru dari penelitian ini terletak pada penggunaan potensi lokal yaitu penggunaan pohon biduri dan terung liar dalam pembuatan keju yang selama ini belum banyak dieksplorasi dalam konteks pendidikan sains di Indonesia. Justifikasi penelitian ini didasarkan pada kebutuhan mendesak untuk menyediakan model pembelajaran yang tidak hanya relevan secara ilmiah, tetapi juga kontekstual dan aplikatif bagi siswa SMA. Penelitian ini penting karena dapat menunjukkan bahwa pendekatan kolaboratif yang menggabungkan pengetahuan teoretis dengan aplikasi praktis berbasis potensi lokal diharapkan mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa secara signifikan. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan bagi pengembangan kurikulum IPA yang lebih kontekstual, relevan, dan mampu meningkatkan kualitas pendidikan sains, sekaligus memberikan kontribusi baru dalam literatur pendidikan sains internasional.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimen untuk mengevaluasi pengaruh pembelajaran berbasis proyek kolaboratif yang memanfaatkan potensi lokal terhadap keterampilan proses sains siswa. Desain quasi-eksperimen dipilih karena memungkinkan untuk melakukan kontrol dan manipulasi terhadap variabel independen tanpa harus melakukan randomisasi secara penuh terhadap subjek penelitian.

Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah purposive sampling. Metode ini dipilih untuk memastikan bahwa sampel yang diambil adalah representatif dan relevan dengan tujuan penelitian.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XII Madrasah Aliyah Pondok Pesantren Qamarul Huda, Lombok Tengah. Sampel yang diambil adalah siswa kelas XII A s menggunakan bahan penggumpal protein susu dari pohon biduri dan kelas XII B menggunakan bahan penggumpal dari terung liar, yang dipilih berdasarkan kesesuaian dengan kriteria penelitian dan ketersediaan untuk mengikuti seluruh rangkaian kegiatan penelitian.

Instrumen Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan menggunakan instrumen keterampilan proses sains dengan 30 item pernyataan yang berisi indikator keterampilan mengamati, keterampilan mencatat data dan informasi, keterampilan memahami instruksi, keterampilan melakukan pengukuran, keterampilan mengimplementasikan prosedur, teknik atau penggunaan peralatan, keterampilan membuat prediksi, keterampilan menginferensi/menyimpulkan, keterampilan menyeleksi prosedur, Keterampilan merancang investigasi, keterampilan melaksanakan investigasi dan keterampilan melaporkan hasil inestigasi.

Instrumen ini telah melalui uji validitas dengan nilai diatas 0.8 dan uji reliabilitas dengan Cronbach's Alpha diatas 0.9 artinya sangat layak untuk digunakan sebagai instrument penelitian.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut: 1). Tahap persiapan: menyusun rencana pembelajaran dan materi praktikum pembuatan keju lunak, menyediakan bahan dan alat yang diperlukan untuk praktikum, mengembangkan instrumen keterampilan proses sains. 2). Tahap pelaksanaan dan kolaborasi: siswa diberi penjelasan tentang konsep dasar pembuatan keju lunak dan relevansinya dengan ilmu sains. Pembentukan kelompok kolaboratif siswa, dengan setiap kelompok terdiri dari beberapa siswa. Setiap kelompok diberi tugas untuk merancang dan melaksanakan proyek pembuatan keju lunak menggunakan bahan lokal yaitu pohon biduri dan terung liar. Siswa melakukan praktikum pembuatan keju lunak di laboratorium IPA dengan bimbingan guru. Setiap kelompok mendokumentasikan proses dan hasil praktikum mereka. 3). Tahap evaluasi: pengumpulan data keterampilan proses sains menggunakan instrumen yang telah disiapkan. Analisis hasil praktikum dan diskusi kelompok untuk mengevaluasi pemahaman dan keterampilan yang telah diperoleh.

Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan uji t-test untuk menentukan perbedaan yang signifikan antara hasil keterampilan proses sains siswa sebelum dan sesudah penerapan pembelajaran berbasis proyek kolaboratif. Uji t-test dipilih karena memungkinkan untuk membandingkan rata-rata dua kelompok sampel yang saling berhubungan, yaitu keterampilan proses sains siswa sebelum dan sesudah perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektifitas Pembelajaran Proyek Kolaborasi

Hasil analisis menggunakan uji t-test menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan penggunaan pembelajaran proyek kolaborasi pada keterampilan proses sains (KPS) siswa, dengan nilai 0.01 ($p < 0.05$). Hal ini mengindikasikan

bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek kolaboratif yang memanfaatkan potensi lokal efektif terhadap peningkatan KPS. Setiap indikator KPS dianalisis ketercapaiannya berdasarkan perolehan instrumen keterampilan proses sains. Hasil menunjukkan bahwa indikator keterampilan memahami instruksi mengalami peningkatan tertinggi sebesar 93,75% (kategori baik sekali), sedangkan indikator keterampilan merancang investigasi mengalami peningkatan terendah sebesar 83,75% (kategori baik). Temuan ini menempatkan hasil penelitian dalam konteks teori pembelajaran berbasis proyek yang menekankan pada keterlibatan aktif siswa dan relevansi kontekstual dari materi pembelajaran. Hasil penelitian ini berkontribusi secara signifikan terhadap teori pembelajaran berbasis proyek kolaboratif berbasis potensi lokal. Temuan ini mendukung bahwa pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan proyek praktikum nyata (Araya & Collanqui, 2021; Elfrida et al., 2021), seperti pembuatan keju lunak, dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa secara lebih efektif. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah metode pembelajaran ini dapat diimplementasikan dalam kurikulum SMA untuk meningkatkan keterampilan ilmiah siswa (Juhji & Nuangchalerm, 2020; Sudirman et al., 2024), serta meningkatkan motivasi dan partisipasi mereka dalam proses belajar (Ergül & Kargın, 2014; Sobral, 2021; Sun et al., 2021). Selain itu, relevansi hasil penelitian ini juga mendukung pengembangan program pendidikan sains yang lebih kontekstual dan aplikatif di Indonesia (Acharya et al., 2022; Yik et al., 2022).

Temuan penelitian ini memiliki implikasi sosial dan etis yang penting. Peningkatan keterampilan proses sains siswa dapat mempengaruhi kebijakan pendidikan di tingkat sekolah dan daerah (Elfrida et al., 2021; Sudirman, et al., 2023), mendukung pengembangan kurikulum yang lebih relevan dengan konteks lokal. Pertimbangan etis dalam pelaksanaan proyek berbasis potensi lokal harus mencakup aksesibilitas bahan dan sumber daya agar dapat diterapkan secara adil. Selain itu, peningkatan keterampilan ilmiah siswa dapat berdampak positif pada masyarakat lokal, mendorong pemanfaatan sumber daya lokal secara lebih efektif dan berkelanjutan (Al-Kuwari et al., 2022; Oyedele et al., 2012).

Meskipun penelitian ini memberikan temuan yang signifikan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Desain quasi-eksperimen dan penggunaan purposive sampling mungkin menimbulkan bias, sehingga hasil penelitian ini mungkin tidak dapat digeneralisasikan secara luas. Pemilihan sampel yang tidak acak juga dapat mempengaruhi validitas eksternal penelitian. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian masa depan disarankan untuk menggunakan sampel yang lebih besar dan metode sampling yang lebih representatif. Penelitian yang lebih panjang diperlukan untuk melihat efek jangka panjang dari metode pembelajaran ini. Selain itu, pendekatan serupa dapat diuji pada mata pelajaran lain atau dalam konteks pendidikan yang berbeda untuk mengeksplorasi efektivitasnya lebih lanjut. Pengembangan instrumen keterampilan proses sains yang lebih komprehensif juga penting untuk mendapatkan data yang lebih akurat dan holistik.

Respon Siswa terhadap Pembelajaran Proyek Kolaboratif

Respon siswa terhadap pembelajaran proyek kolaboratif dalam praktikum IPA berbasis potensi lokal sebagian besar memberikan tanggapan yang sangat positif (96,25%), hal ini berarti bahwa partisipasi aktif siswa dalam merancang dan melaksanakan proyek pembuatan keju lunak secara kolaboratif meningkatkan keterlibatan mereka dalam pembelajaran. Mereka menemukan bahwa pengalaman praktikum yang berbasis pada kegiatan nyata memberikan konteks yang lebih relevan dan menarik bagi pemahaman konsep sains (Sudirman et al., 2022; Zakaria et al., 2019). Secara khusus, siswa menunjukkan antusiasme yang tinggi dalam mengeksplorasi bahan lokal dan mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam proses pembuatan keju lunak. Respon positif ini mencerminkan efektivitas pendekatan pembelajaran yang menekankan pada kolaborasi, eksplorasi, dan pengalaman belajar yang mendalam (Matazi et al., 2018; Meijer et al., 2020; Reynders et al., 2019). Dengan adanya respon yang positif dari siswa, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran proyek kolaboratif berbasis potensi lokal dalam praktikum IPA bukan hanya meningkatkan keterampilan proses sains mereka, tetapi juga memperkaya pengalaman belajar mereka secara keseluruhan. Hal ini sejalan dengan

tujuan pembelajaran yang tidak hanya mengejar pencapaian akademis, tetapi juga menginspirasi minat dan motivasi intrinsik siswa dalam memahami dunia sains.

Produk Keju yang dihasilkan dan Potensi Pengembangan Usaha Baru

Pembelajaran proyek kolaboratif pada praktikum IPA memiliki potensi untuk memotivasi belajar dan meningkatkan keterampilan proses sains siswa, karena mampu menghasilkan produk yang dapat digunakan untuk kebutuhan lokal dan potensi pengembangan usaha baru. Dalam konteks penelitian ini, pembuatan keju lunak menggunakan sumber daya lokal tidak hanya menjadi sebuah kegiatan praktikum, tetapi juga membuka peluang untuk pemanfaatan sumber daya alam secara lebih efektif dan berkelanjutan. Keju lunak yang dihasilkan dari proyek pembelajaran ini dimana bahan penggumpal protein susu dari pohon biduri menghasilkan produk keju terbaik karena paling disukai menghasilkan rasa yang tidak manis (7.47), aroma sedang (7.21), warna putih (7.89), dan disukai oleh sebagian besar panelis (7.85) dari nilai 9 sebagai skor tertinggi sehingga memiliki potensi untuk menjadi alternatif pangan yang terjangkau bagi masyarakat lokal, terutama mereka yang memiliki keterbatasan ekonomi. Dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang selama ini kurang dimanfaatkan, masyarakat dapat memproduksi keju lunak secara mandiri, mengurangi ketergantungan pada produk pangan impor, dan meningkatkan aksesibilitas terhadap pangan berkualitas (Koneru, 2017; Moreno-Hernández et al., 2017). Selain itu, pembuatan keju lunak juga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai usaha baru dalam meningkatkan penghasilan tambahan bagi masyarakat lokal. Dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang tersedia, masyarakat dapat memulai usaha produksi keju lunak secara lokal, menciptakan lapangan kerja baru, dan mendiversifikasi sumber penghasilan keluarga. Selain dampak ekonomisnya, pembuatan keju lunak juga memiliki implikasi positif terhadap kesehatan dan gizi masyarakat lokal, karena keju lunak mengandung nutrisi penting seperti protein dan kalsium. Dengan demikian, pembelajaran proyek kolaboratif dalam praktikum IPA tidak hanya memberikan manfaat pendidikan, tetapi juga berpotensi untuk

menciptakan dampak positif yang lebih luas dalam meningkatkan kesejahteraan dan keberlanjutan masyarakat lokal.

Pemanfaatan Sumber Daya Lokal untuk Pembuatan Keju Lunak

Sumber daya lokal yang melimpah di Nusa Tenggara Barat (NTB), seperti tumbuhan biduri dan terong liar, dapat menjadi alternatif yang efektif untuk menggumpalkan protein susu dalam pembuatan keju, menggantikan rennet yang mahal dan sering kali diimpor (Auld et al., 2010; Nicosia et al., 2022). Penggunaan sumber daya lokal ini tidak hanya membuat proses pembuatan keju lebih ekonomis, tetapi juga meningkatkan ketersediaan keju dengan harga terjangkau bagi masyarakat. Dengan demikian, keju yang selama ini dianggap sebagai produk mewah yang hanya tersedia untuk kelas menengah, kini dapat diakses oleh seluruh lapisan masyarakat, termasuk mereka yang kurang mampu secara ekonomi. Selain itu, penggunaan bahan lokal dalam pembuatan keju juga memiliki implikasi positif terhadap kesehatan dan gizi masyarakat, karena keju yang dihasilkan akan memiliki kandungan nutrisi yang tinggi. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah di wilayah tersebut, masyarakat NTB dapat memperkaya pola makan mereka dengan keju yang kaya akan protein, yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan yang sehat. Dengan demikian, pemanfaatan sumber daya lokal dalam pembuatan keju lunak tidak hanya memberikan solusi ekonomis, tetapi juga menciptakan dampak positif dalam meningkatkan aksesibilitas terhadap pangan bergizi bagi masyarakat.

Pengembangan Produk Keju dengan Bahan Lokal

Penggumpalan protein susu menggunakan ekstrak dari pohon biduri telah terbukti menghasilkan produk keju yang berkualitas dan paling disukai oleh panelis. Oleh karena itu, perlu adanya inisiatif untuk membudidayakan dan mengembangkan penggunaan pohon biduri sebagai sumber bahan penggumpal protein dalam pembuatan keju pada skala yang lebih luas di masyarakat. Kolaborasi antara perguruan tinggi dan pemerintah dapat menjadi kunci dalam mendukung pengembangan ini. Perguruan tinggi

dapat memberikan pelatihan kepada masyarakat tentang cara pembuatan keju menggunakan bahan penggumpal dari biduri, serta memberikan pengetahuan tentang manajemen usaha dan standar produksi keju yang baik. Sementara itu, pemerintah dapat memberikan fasilitasi dalam bentuk unit mikro, kecil, dan menengah (UMKM) untuk memudahkan akses pemasaran bagi produk-produk keju lokal yang dihasilkan. Melalui kerjasama ini, diharapkan akan tercipta lapangan pekerjaan baru dan peluang usaha bagi masyarakat, serta meningkatkan ekonomi lokal. Selain itu, pembukaan peluang kerjasama dengan industri dapat memperluas jangkauan pemasaran produk keju lokal, baik di tingkat nasional maupun internasional. Dengan demikian, pengembangan produk keju dengan bahan lokal tidak hanya akan memberikan manfaat ekonomis, tetapi juga akan mendukung pembangunan ekonomi yang berkelanjutan di tingkat lokal.

KESIMPULAN

Pembelajaran berbasis proyek kolaboratif yang memanfaatkan potensi lokal dalam pembuatan keju lunak melalui praktikum IPA telah terbukti memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa di Sekolah Menengah Atas. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, dengan siswa yang terlibat dalam pembelajaran proyek kolaboratif mengalami peningkatan yang lebih besar dalam keterampilan proses sains mereka. Respon siswa yang positif terhadap pembelajaran proyek ini mencerminkan efektivitas pendekatan pembelajaran yang menekankan pada keterlibatan aktif, eksplorasi, dan relevansi kontekstual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga kepada BRIDA Provinsi NTB yang telah mendanai penelitian ini dan semua pihak yang terlibat dalam penelitian serta penulisan artikel.

REFERENSI

Abebe, B., & Emire, S. (2020). Manufacture of

fresh cheese using east African *Calotropis procera* leaves extract crude enzyme as milk coagulant. *Food Science and Nutrition*, 8(9), 4831–4842.

<https://doi.org/10.1002/fsn3.1765>

Acharya, K. P., Budhathoki, C. B., & Acharya, M. (2022). Science Learning from the School Garden through Participatory Action Research in Nepal. *Qualitative Report*, 27(6), 1623–1634. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2022.4561>

Al-Kuwari, M. M., Du, X., & Koç, M. (2022). Performance assessment in education for sustainable development: A case study of the Qatar education system. *Prospects*, 52(3–4), 513–527. <https://doi.org/10.1007/s11125-021-09570-w>

Anusha, R., Singh, M. K., & Bindhu, O. S. (2014). Characterisation of potential milk coagulants from *Calotropis gigantea* plant parts and their hydrolytic pattern of bovine casein. *European Food Research and Technology*, 238(6), 997–1006. <https://doi.org/10.1007/s00217-014-2177-0>

Anwar, Y. A. S., Al Idrus, S. W., & Siahaan, J. (2019). Implementasi Metode Presentasi pada Tahap Pra Laboratorium untuk Meningkatkan Kemampuan Menulis dan Sikap Mahasiswa Terhadap Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), 216–228. <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i2.24053>

Araya, R., & Collanqui, P. (2021). Are cross-border classes feasible for students to collaborate in the analysis of energy efficiency strategies for socioeconomic development while keeping CO2 concentration controlled? *Sustainability (Switzerland)*, 13(3), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su13031584>

Auldust, M. J., Grainger, C., Houlihan, A. V., Mayes, J. J., & Williams, R. P. W. (2010). Composition, coagulation properties, and cheesemaking potential of milk from cows undergoing extended lactations in a pasture-based dairying system. *Journal of Dairy Science*, 93(4), 1401–1411. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2727>

Bylkova, S., Goncharova, L., Kitanina, E., & Kudryashov, I. (2021). Project-based learning opportunities in a digital environment:

- Research on the naming of tourist destinations. *E3S Web of Conferences*, 273, 1–10.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127309015>
- Elfrida, E., Nursamsu, N., & Ariska, R. N. (2021). Development of Performance Assessment Instruments Through Practical Learning to Improve Science Process Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7, 96–103.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v7ispecialissue.867>
- Ergül, N. R., & Kargın, E. K. (2014). The Effect of Project based Learning on Students' Science Success. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 136, 537–541.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.371>
- Gaona, J., Reguant, M., Valdivia, I., Vásquez, M., & Sancho-Vinuesa, T. (2018). Feedback by automatic assessment systems used in mathematics homework in the engineering field. *Computer Applications in Engineering Education*, 26(4), 994–1007.
<https://doi.org/10.1002/cae.21950>
- Getu Derso, A., & Gashaw Dagne, G. (2019). Isolate and Extract for Milk Clotting Enzymes from the leaves of *Moringa Oleifera*, *Carica Papaya* and *Mangifera Indica* and Use in Cheese Making: The Case of Western Hararage Region, Ethiopia. *Journal of Food and Nutrition Research*, 7(3), 244–254. <https://doi.org/10.12691/jfnr-7-3-10>
- Gültekin, S. B., & Altun, T. (2022). Investigating the Impact of Activities Based on Scientific Process Skills on 4th Grade Students' Problem-Solving Skills*. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 14(4), 491–500.
<https://doi.org/10.26822/iejee.2022.258>
- Harsch, C., Seyferth, S., & Larenas, S. V. (2021). Evaluating a collaborative and responsive project to develop language assessment literacy. *Language Learning in Higher Education*, 11(2), 311–342.
<https://doi.org/10.1515/cercles-2021-2020>
- Juhji, J., & Nuangchalem, P. (2020). Interaction between scientific attitudes and science process skills toward technological pedagogical content knowledge. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(1), 1–16.
<https://doi.org/10.17478/jegys.600979.XX>
- Koneru, I. (2017). Exploring moodle functionality for managing Open Distance Learning e-assessments. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 18(4), 129–141.
<https://doi.org/10.17718/tojde.340402>
- Kørnø, L., Larsen, S. V., Lyhne, I., Puibaraud, I. E., Hansen, A. M., Aaen, S. B., & Nielsen, H. N. (2022). Collaboration through environmental assessment networks: Co-creating space and cultivating a joint learning mindset. *Environmental Impact Assessment Review*, 97(November).
<https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106898>
- Kouis, D., Kyprianos, K., Ermidou, P., Kaimakis, P., & Koulouris, A. (2020). A framework for assessing LMSs e-courses content type compatibility with learning styles dimensions. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 16(2), 73–86.
<https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135204>
- Matazi, I., Messoussi, R., Bellmalem, S. E., Oumaira, I., Bennane, A., & Touahni, R. (2018). Development of intelligent multi-agents system for collaborative e-learning support. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 7(2), 294–305.
<https://doi.org/10.11591/eei.v7i2.860>
- Meijer, H., Hoekstra, R., Brouwer, J., & Strijbos, J. W. (2020). Unfolding collaborative learning assessment literacy: a reflection on current assessment methods in higher education. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 45(8), 1222–1240.
<https://doi.org/10.1080/02602938.2020.1729696>
- Moreno-Hernández, J. M., Bañuelos Pérez, M. de J., Osuna-Ruiz, I., Salazar-Leyva, J. A., Ramirez-Suarez, J. C., & Mazorra-Manzano, M. ángel. (2017). Exploring the milk-clotting properties of extracts from *Bromelia pinguin* fruit. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 7(1), 62–66.
<https://doi.org/10.15414/jmbfs.2017.7.1.62-66>
- Nasr, A. I. A. M., Mohamed Ahmed, I. A., & Hamid, O. I. A. (2016). Characterization of partially purified milk-clotting enzyme from

- sunflower (*Helianthus annuus*) seeds. *Food Science and Nutrition*, 4(5), 733–741. <https://doi.org/10.1002/fsn3.338>
- Nicosia, F. D., Puglisi, I., Pino, A., Caggia, C., & Randazzo, C. L. (2022). Plant Milk-Clotting Enzymes for Cheesemaking. *Foods*, 11(6), 1–17. <https://doi.org/10.3390/foods11060871>
- Nurhidayah, I. J., Wibowo, F. C., & Astra, I. M. (2021). Project Based Learning (PjBL) learning model in science learning: Literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2019/1/012043>
- Oyedele, L. O., Tham, K. W., Fadeyi, M. O., & Jaiyeoba, B. E. (2012). Total Building Performance Approach in Building Evaluation: Case Study of an Office Building in Singapore. *Journal of Energy Engineering*, 138(1), 25–30. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ey.1943-7897.0000056](https://doi.org/10.1061/(asce)ey.1943-7897.0000056)
- Poce, A., Amenduni, F., Re, M. R., & De Medio, C. (2019). Automatic Assessment of University Teachers' Critical Thinking Levels. *International Journal of Advanced Corporate Learning (IJAC)*, 12(3), 46. <https://doi.org/10.3991/ijac.v12i3.11259>
- Reynders, G., Lantz, J., Ruder, S. M., Stanford, C. L., & Cole, R. S. (2020). Rubrics to assess critical thinking and information processing in undergraduate STEM courses. *International Journal of STEM Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00208-5>
- Reynders, G., Suh, E., Cole, R. S., & Sansom, R. L. (2019). Developing Student Process Skills in a General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 96(10), 2109–2119. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00441>
- Sermisirikarnjana, Pongsuwat and Kiddee, K., & Pupat, P. (2017). An integrated science process skills needs assessment analysis for Thai vocational students and teachers. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 18(2), 1–26.
- Sobral, S. R. (2021). Project based learning with peer assessment in an introductory programming course. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(7), 337–341. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.7.1532>
- Sudirman, S., Hakim, A., & Hamidi, H. (2023). Performance Assessment Comprehensively Based on Project Learning Related to Critical Thinking : A Bibliometric Analysis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 171–179. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2518>
- Sudirman, S., Ramdani, A., Doyan, A., Arian, Y., Anwar, S., & Rokhmat, J. (2023). A Case Study in West Nusa Tenggara for Automated Feedback of Performance Assessment on Science Practicum to Measure Science Process Skills in University. 9(12), 11903–11910. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.6370>
- Sudirman, S., Ramdani, A., Doyan, A., & Sani, Y. A. (2024). A case study in eastern Indonesia for the development of integrated real-time performance assessment on science practicum in universities Keyword s. 12(1), 109–131. <https://doi.org/10.18488/61.v12i1.3625>
- Sudirman, S., Sarjan, M., Rokhmat, J., & Fauzi, I. (2022). Multidimensional Science Education on Performance Assessment Comprehensively with Collaborative Project Learning Based Model : Philosophy Perspective. *Journal of Science and Science Educatiion*, 3(2), 96–102.
- Sun, D., Ouyang, F., Li, Y., & Zhu, C. (2021). Comparing learners' knowledge, behaviors, and attitudes between two instructional modes of computer programming in secondary education. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00311-1>
- Wu, X. Ben, Sandoval, C., Knight, S., Jaime, X., Macik, M., & Schielack, J. F. (2021). Web-based authentic inquiry experiences in large introductory classes consistently associated with significant learning gains for all students. *International Journal of STEM Education*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00290-3>
- Yik, B. J., Raker, J. R., Apkarian, N., Stains, M., Henderson, C., Dancy, M. H., & Johnson, E. (2022). Evaluating the impact of malleable factors on percent time lecturing in gateway chemistry, mathematics, and physics courses.

International Journal of STEM Education,
9(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00333-3>

Zakaria, N. A., Saharudin, M. S., Yusof, R., & Abidin, Z. Z. (2019). Code pocket: Development of interactive online learning of STEM's subject. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(2), 5537–5542.

<https://doi.org/10.35940/ijrte.B3297.078219>

Zandvakili, E., Washington, E., Gordon, E. W., Wells, C., & Mangaliso, M. (2019). Teaching Patterns of Critical Thinking: The 3CA Model—Concept Maps, Critical Thinking, Collaboration, and Assessment. *SAGE Open*, 9(4), 1–24. <https://doi.org/10.1177/2158244019885142>