



## Penerapan Lembar Kerja Berbasis Proyek Pada Pembuatan *Kombucha* Untuk Mengembangkan Kinerja Ilmiah Siswa

Intan Jati Nurani, Sari, Nurhayati \*

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Jalan A.H. Nasution, Cipadung, Cibiru 40614, Bandung, Indonesia

### Informasi Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima: 02-06-2025

Disetujui: 08-07-2025

Dipublikasikan: 17-07-2025

Kata Kunci;

Lembar kerja, *Kombucha*, kinerja ilmiah, lembar kerja berbasis proyek

*Keywords:*

Worksheet, *kombucha*, scientific performance, project-based worksheets.

### Abstrak

Pendidikan abad ke-21 menuntut pendekatan pembelajaran yang mampu mengembangkan keterampilan ilmiah siswa secara kontekstual dan aplikatif. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan aktivitas siswa serta menganalisis pengembangan kinerja ilmiah siswa melalui penerapan lembar kerja berbasis proyek dalam kegiatan pembuatan *kombucha*. Metode yang digunakan adalah *pre-experimental* dengan desain *one-shot case study*. Subjek penelitian terdiri atas 35 siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan lembar kerja berbasis proyek terlaksana dengan sangat baik, dibuktikan melalui hasil observasi sebesar 91. Kemampuan siswa dalam menyelesaikan lembar kerja berbasis proyek berada pada kategori sangat baik, dengan rata-rata nilai 89. Kinerja ilmiah siswa juga menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan nilai rata-rata mencapai 100. Temuan ini menunjukkan penggunaan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan *kombucha* efektif dalam mengembangkan kinerja ilmiah siswa. Oleh karena itu, lembar kerja berbasis proyek dapat dijadikan sebagai alternatif strategi pembelajaran yang inovatif dalam mengembangkan keterampilan ilmiah siswa di era pembelajaran abad ke-21.

### Abstract

21st century education demands a learning approach that is able to develop students' scientific skills contextually and applicatively. This study aims to describe student activities and analyze the development of students' scientific performance through the application of project-based worksheets in *kombucha* making activities. The method used is *pre-experimental* with a *one-shot case study* design. The research subjects consisted of 35 students. The results of the study showed that the implementation of project-based worksheets was carried out very well, as evidenced by the observation results of 91. Students' ability to complete project-based worksheets is in the very good category, with an average score of 89. The students' scientific performance also showed excellent results, with an average score of 100. These findings suggest the use of project-based worksheets on *kombucha* making is effective in developing students' scientific performance. Therefore, project-based worksheets can be used as an alternative to innovative learning strategies in developing students' scientific skills in the 21st century learning era.

---

\*Alamat korespondensi:  
e-mail: intanjnr56@gmail.com  
No. Telf: -

---

## 1. Pendahuluan

Pendidikan mempunyai peran penting dalam menghadapi tuntutan perkembangan abad ke-21 di tengah masa globalisasi dan kemajuan teknologi (Resta & Lilia, 2024; Ying & Tiemann, 2024). Dalam banyaknya ilmu di kehidupan, yang mempunyai keterkaitan dengan ilmu sains yakni pendidikan kimia. Kerap siswa berhadapan dengan kesulitan karena adanya perbedaan pembelajaran di kelas dan di dalam kehidupan. Untuk mengatasinya, seorang pendidik harus mampu menunjang siswa dalam menghadapi permasalahan tersebut. Saat pembelajaran kimia, seharusnya penekanan lebih pada penerapan ilmu kimia untuk mengatasi permasalahan di kehidupan sehari-hari, tanpa mengesampingkan aspek pengetahuannya (Rahmawati, 2018). Tantangan lain di lapangan, pemahaman pendidik yang terbatas tentang lembar kerja siswa (LKPD) dalam media pembelajaran dan berpendapat jika LKPD sekadar ikhtisar materi dan soal. Karena itu, pendidik hanya memanfaatkan buku paket saja. LKPD hanya sedikit dimanfaatkan pada proses belajar, yang mengakibatkan kurangnya dorongan untuk lebih aktif karena kerap hanya dikerjakan di rumah. Tak hanya itu, tantangan lainnya yakni LKPD berfokus pada pertanyaan normatif (Aristiadi & Putra, 2018; Rahmi et al., 2024).

Model pembelajaran berbasis proyek menjadi satu di antara solusi yang dapat diimplementasikan. Menurut Iskandar et al., (2023) model ini menyokong siswa dalam meningkatkan kompetensi kooperatif, inovatif, dan kritis serta memberi kesempatan mereka untuk terlibat aktif di kelas. Mereka mengembangkan kemampuan dalam mengatasi hambatan, memulai tindakan, dan berkolaborasi. Model ini pun menyokong pengetahuan konsep yang dipelajari menjadi lebih intensif sebab mereka berkontribusi aktif pada penyelesaian masalah dan implementasinya (Tiemann, 2021; D'Elia et al., 2024). Penerapan pembelajaran berbasis proyek dianggap penting untuk memperkuat urgensi pengembangan kinerja ilmiah dan karakter siswa. Model ini merupakan pendekatan inovatif yang berfokus pada aktivitas kompleks dan kontekstual yang bertujuan meningkatkan hasil belajar serta keterlibatan aktif siswa (Zhang dan Ma, 2023). *Project based learning* dengan pembelajaran kontekstual menjadikan siswa lebih komprehensif, dalam aspek kognitif, afektif, bahkan psikomotorik dalam pembelajaran (Edtami et al., 2023; Setiyowati, 2022).

Subjek menarik dalam pembelajaran kimia dengan daya tarik yang luas dan dapat secara efektif menarik minat peserta didik yakni pangan. Ilmu pangan, bidang esensial dalam ilmu kimia walaupun kerap dihindari karena kompleksitas matriks sampel. Di tingkat perguruan tinggi, penerapan analisis pangan dalam pembelajaran kimia mampu melatih kompetensi analitik dan mendukung minat melalui praktik analisis kimia (Miles & Borchardt, 2014). *Kombucha* merupakan minuman fermentasi yang dibuat dari berbagai bahan seperti teh, rempah-rempah, infus bunga, sayuran, atau buah-buahan, melalui aktivitas simbiotik antara khamir dan bakteri. Proses fermentasi ini menghasilkan senyawa bioaktif, termasuk asam organik, polifenol, dan vitamin, yang berkontribusi pada berbagai manfaat kesehatan, seperti aktivitas antioksidan, antimikroba, peningkatan sistem imun, stabilisasi mikroflora usus, dan penurunan tekanan darah. Manfaat ini sebagian besar dikaitkan dengan kandungan senyawa fenolik yang tinggi dalam *kombucha* (Massoud et al., 2023). Kadar senyawa fenolik yang lebih tinggi berbanding lurus dengan peningkatan aktivitas antioksidan yang menghasilkan lebih banyak senyawa fenol dalam teh (Khaerah & Akbar, 2019). Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa fermentasi *kombucha* dengan tambahan buah-buahan seperti delima atau apel dapat meningkatkan kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan secara signifikan (Osiripun & Apisittiwong, 2021; Wang et al., 2023). Maka, pembuatan *kombucha* ideal untuk mengimplementasikan pembelajaran berbasis proyek. Tidak hanya teori, tetapi juga

mengalami langsung proses ilmiahnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Islamiati (2023) mengkaji tentang pengembangan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan sabun kefir. Hasilnya menunjukkan bahwa lembar kerja yang dikembangkan dinyatakan memenuhi aspek validitas dan kelayakan untuk digunakan sebagai media dalam proses pembelajaran. Penelitian yang dilakukan Tohiri dan Rakhmawati (2024) mengenai pengembangan e-LKPD berbasis *project-based learning* dengan konteks bioproses *kombucha* yang terbukti meningkatkan pemahaman dan motivasi siswa. Yu et al. (2022) memanfaatkan modul praktikum fermentasi *kombucha* dalam pembelajaran daring yang tetap mempertahankan keterampilan laboratorium melalui pendekatan proyek. Carmel dan Lichter (2023) menggunakan variasi resep dan waktu fermentasi *kombucha* sebagai bagian dari kurikulum kimia kuantitatif untuk melatih analisis ilmiah mahasiswa. Vasquez et al. (2023) menunjukkan bahwa pendekatan terbuka dan eksploratif dalam proyek fermentasi *kombucha* meningkatkan kemampuan desain eksperimen dan pemahaman proses bioteknologi.

Penelitian oleh Istiqomah (2021) menyoroti pentingnya validitas dan efektivitas LKPD berbasis proyek dalam pembelajaran biologi, walaupun belum secara khusus menggunakan bahan *kombucha*. Di tingkat pendidikan vokasi, Anggarkasih dan Fatimah (2022) menerapkan pendekatan *project-based learning* dalam praktikum fermentasi di IPB, termasuk pembuatan *kombucha*, dan melaporkan peningkatan motivasi, *soft skills*, serta kemampuan praktikum mahasiswa. Penelitian yang dilakukan Fitri (2024) menemukan bahwa fermentasi *kombucha* rempah mampu meningkatkan kandungan Vitamin C dan kadar antioksidan. Hasilnya menunjukkan bahwa lamanya fermentasi memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas *kombucha*, baik dalam rasa, aroma, maupun aspek kimiawi seperti pH, vitamin C, dan kandungan antioksidan. Namun, penelitian ini belum mengintegrasikan aspek pendidikan, khususnya dalam meningkatkan kinerja ilmiah siswa melalui pendekatan berbasis proyek.

Penelitian yang dilakukan oleh Khairunnisa et al., (2024) mengembangkan lembar kerja peserta didik berbasis STEM pada materi pembuatan *kombucha* bunga telang. Validasi menunjukkan bahwa media yang dikembangkan sangat layak digunakan dalam pembelajaran, dengan tingkat validitas dan respons siswa yang sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa topik fermentasi *kombucha* tidak hanya layak secara ilmiah, tetapi juga sangat potensial diintegrasikan dalam konteks pendidikan biologi melalui pendekatan berbasis proyek. Berdasarkan penguatan literatur tersebut, penelitian ini memperbaharui pendekatan dengan menerapkan lembar kerja peserta didik berbasis proyek yang difokuskan pada pembuatan *kombucha* menggunakan variasi bahan (gula aren, gula pasir, bunga telang, daun sirsak, dan teh hitam) dan waktu fermentasi yang berbeda untuk mengembangkan kinerja ilmiah siswa.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode *pre-experimental* dengan menggunakan desain *one-shot case study*. Penelitian yang diterapkan dapat dijelaskan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Metode penelitian *pre-experimental* dengan desain *one shot case study*

Treatment	Evaluasi
X	O

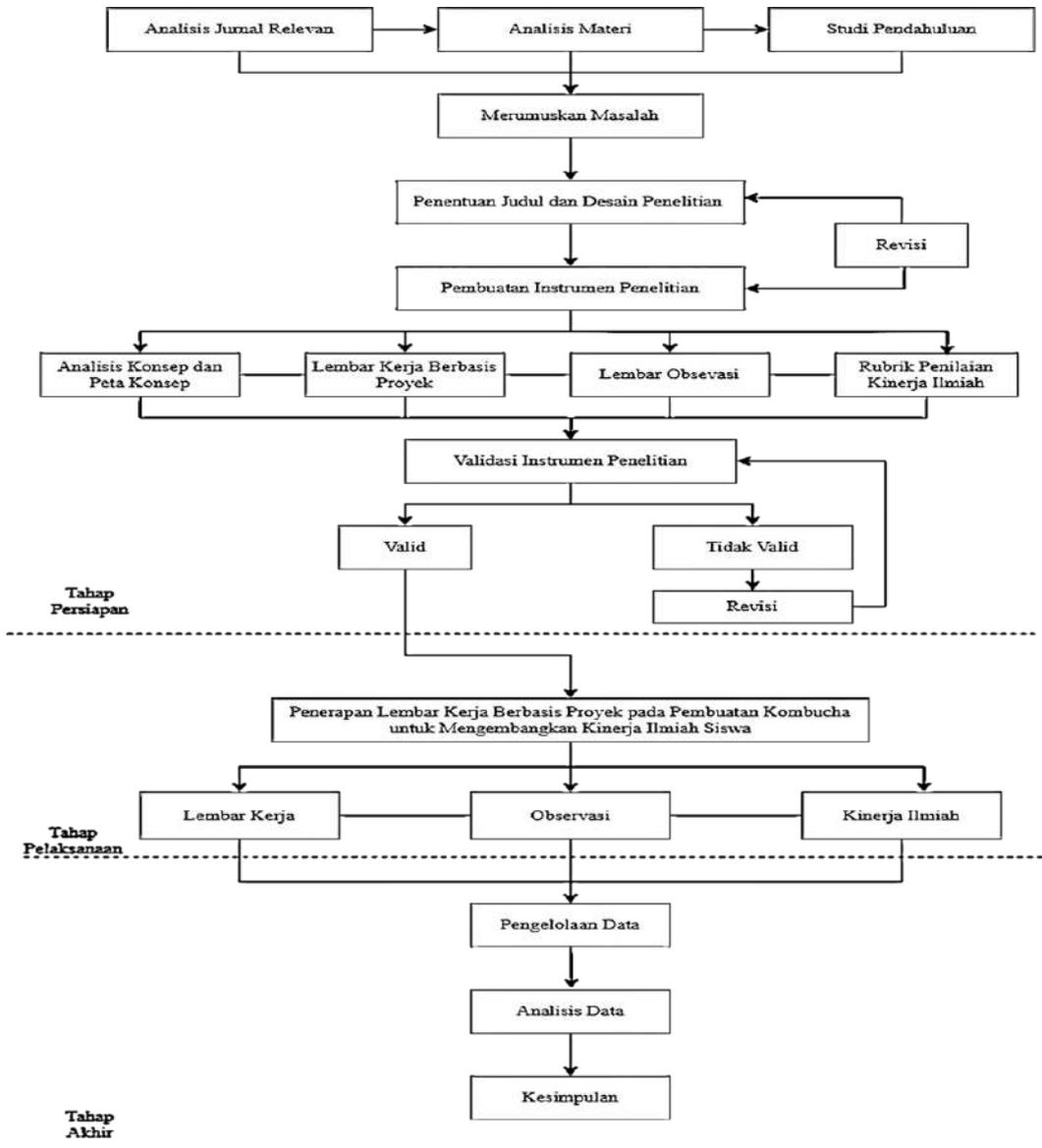
Ket:

X = Treatment yang diberikan

O = Observasi dilakukan terhadap variabel dependen

Penelitian dilakukan dengan tiga tahap, yaitu tahap persiapan, pelaksanaan, dan akhir. Tahap persiapan, peneliti mengkaji terhadap materi dan jurnal, serta menyusun dan memvalidasi instrumen

penelitian. Tahap pelaksanaan dilakukan dengan menerapkan LKPD berbasis proyek kepada siswa kelas X MAN 2 Bandung. Tahap akhir, mencakup proses analisis data penelitian serta kesimpulan. Sesuai tahapan yang telah dijelaskan, prosedur penelitian disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Prosedur penelitian yang dijalankan

Teknik pengumpulan data meliputi observasi langsung, pengisian LKPD, serta penilaian hasil produk, poster ilmiah dan presentasi menggunakan rubrik penilaian yang telah divalidasi. Instrumen penelitian ini mencakup lembar observasi aktivitas, LKPD berbasis proyek, lembar penilaian produk, lembar penilaian presentasi, serta lembar penilaian poster ilmiah. Teknik analisis data dilakukan dengan mengonversi skor mentah menjadi persentase menggunakan Persamaan (1).

$$Penilaian = \frac{Skor\ yang\ diperoleh}{Skor\ maksimum} \times 100\% \quad (1)$$

Hasil persentase ini kemudian dikategorikan menggunakan kriteria dari Sugiyono (2021), dapat dijelaskan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Interpretasi penilaian

No	Nilai (%)	Interpretasi
1	80-100	Sangat baik
2	66-79	Baik
3	56-65	Cukup
4	40-55	Kurang
5	0-39	Sangat Kurang

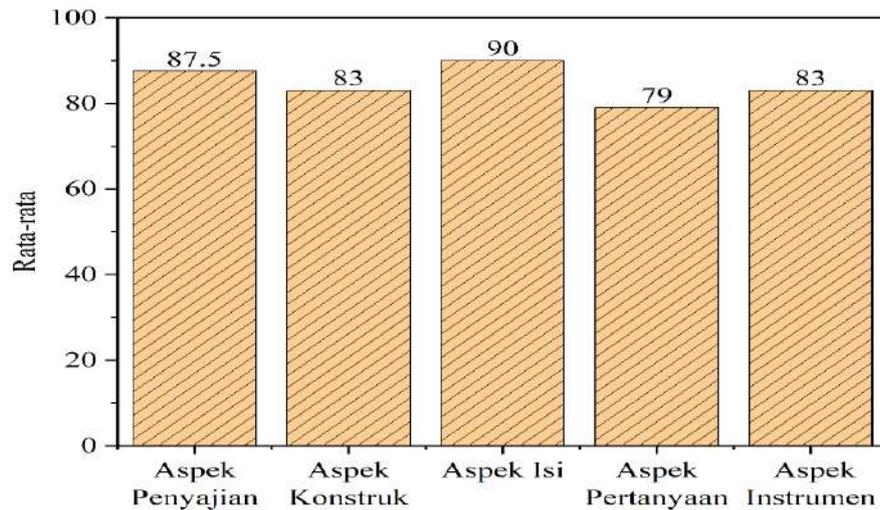
### 3. Hasil Dan Pembahasan

Penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan *kombucha* untuk mengembangkan kinerja ilmiah siswa dilakukan di MAN 2 Kota Bandung dengan subjek penelitian kelas 10 dengan jumlah siswa 35 orang. Dari 35 siswa dibuat 6 kelompok meliputi 3 laki-laki serta 3 perempuan, kecuali kelompok 4 dengan jumlah 3 laki-laki serta 2 perempuan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengembangan kinerja ilmiah siswa dalam menerapkan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan *kombucha*. Data ini diperoleh melalui penerapan lembar kerja, lembar observasi pembelajaran, penilaian produk, LKPD, lembar penilaian presentasi, dan lembar penilaian poster. Penggunaan penilaian ini mampu meningkatkan kinerja ilmiah siswa, termasuk kemampuan merancang dan menyajikan hasil eksperimen secara logis dan terstruktur (Sugiharto, 2020).

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada tanggal 25 April 2025 – 9 Mei 2025 dalam 3 kali pertemuan yang bertempat di ruang kelas 10-D MAN 2 Kota Bandung. Untuk menganalisis hasil kinerja siswa diperoleh dari kegiatan siswa dalam melaksanakan tahapan-tahapan proyek dan lembar kerja. Pada pertemuan pertama dilaksanakan penerapan ketiga kali tahapan yaitu mengidentifikasi masalah, mendesain proyek dan melaksanakan penelitian. pada pertemuan kedua menyusun *draft prototype*, penilaian produk, pada pertemuan ketiga melakukan finalisasi dan publikasi produk. Menurut Hasanah dan Malik (2021), mengembangkan kinerja ilmiah siswa, dapat dilakukan dengan pembelajaran berbasis proyek.

Sebelum melaksanakan penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan *kombucha* untuk mengembangkan kinerja ilmiah siswa, instrumen yang akan digunakan dilakukan proses validasi kepada tiga dosen ahli yang mencakup analisis konsep, peta konsep, lembar observasi, lembar kerja, lembar kinerja ilmiah, serta lembar penilaian produk dan presentasi. Instrumen tersebut telah melalui proses validasi guna memastikan kelayakan saat digunakan dalam pembelajaran (Gusmiarni & Jufri, 2024). Hasil validasi oleh tiga dosen ahli terhadap instrumen ini ditampilkan pada Gambar 2. Instrumen yang telah divalidasi, selanjutnya diterapkan dalam pembelajaran berbasis proyek.

Secara umum, hasil menunjukkan bahwa kualitas instrumen berada pada kategori sangat baik dengan nilai rata-rata 85 seperti yang diperoleh dari Gambar 2. Aspek isi mendapat nilai tertinggi sebesar 90, menunjukkan kesesuaian isi dengan tujuan penelitian. Sebaliknya, aspek pertanyaan memperoleh nilai terendah, yaitu 78, yang mengindikasikan perlunya perbaikan dalam perumusan pertanyaan. Meskipun demikian, instrumen dinyatakan layak digunakan. Hasil ini sejalan dengan temuan dari Retnawati (2016) yang menekankan pentingnya validitas isi dan kejelasan butir soal dalam pengembangan instrumen penelitian pendidikan.



Gambar 2. Aspek penilaian instrumen

Menurut Wurdinger dan Qureshi (2015), pembelajaran berbasis proyek mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar melalui pengalaman langsung yang kontekstual. Observer mengisi lembar observasi untuk mengamati proses pembelajaran siswa selama penerapan model pembelajaran berbasis proyek. Lembar observasi ini mencakup beberapa tahapan pembelajaran dengan indikator yang telah disesuaikan dengan kriteria penilaian. Hasil observasi terhadap keterlibatan siswa dalam menyelesaikan setiap tahapan proyek pembuatan *kombucha* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil observasi aktivitas siswa dalam penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan *kombucha* untuk mengembangkan kinerja ilmiah siswa.

No	Aspek yang Diamati	Kelompok						Skor	Rata-rata	Interpretasi
		I	II	III	IV	V	VI			
1	Mengidentifikasi Masalah	92	92	100	100	100	100	583	97	Sangat baik
2	Mendesain Proyek	94	100	100	94	100	100	588	98	Sangat baik
3	Melaksanakan Penelitian	100	88	100	100	100	100	588	98	Sangat baik
4	Menyusun <i>draft/prototype</i> produk	100	100	100	75	100	100	575	96	Sangat baik
5	Penilaian produk	100	75	75	75	75	75	475	79	Baik
6	Finalisasi dan publikasi produk	92	92	75	67	75	83	483	81	Sangat baik
Total (600)		577	546	550	510	550	558	91		Sangat baik
Rata-rata		96	91	92	85	92	93			

Secara umum, pembelajaran dapat terlaksana dengan sangat baik pada setiap tahap, baik oleh peneliti maupun siswa. Nilai rata-rata tertinggi yakni 98 dengan interpretasi sangat baik, khususnya pada aspek mendesain proyek dan melaksanakan penelitian. Sementara itu, nilai terendah adalah 79 dengan interpretasi baik pada aspek penilaian produk. Secara keseluruhan, rata-rata nilai yang dicapai adalah 91 dengan interpretasi sangat baik. Aktivitas siswa dan peneliti menunjukkan kesesuaian dengan tahapan pembelajaran berbasis proyek, dan hampir seluruh siswa terlibat aktif dalam kegiatan yang dilaksanakan. Meski demikian, terdapat beberapa siswa yang menunjukkan

partisipasi rendah selama proses pembelajaran, secara keseluruhan, keterlibatan siswa dalam lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan *kombucha* memperlihatkan hasil dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut selaras dengan penelitian Wahyuni dan Nugroho (2020) yang menjelaskan bahwa penggunaan pembelajaran berbasis proyek secara signifikan meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa, meskipun perbedaan tingkat keaktifan individu masih dapat ditemukan. Keterlibatan aktif siswa pada proses pembelajaran berkontribusi positif untuk pencapaian hasil belajar serta pengembangan keterampilan ilmiah. Dengan demikian, penggunaan lembar kerja berbasis proyek tidak hanya memperkuat partisipasi siswa, tetapi juga mendorong pencapaian hasil pembelajaran yang optimal.

Penerapan pembelajaran berbasis proyek ini dilaksanakan dengan kegiatan pendahuluan diawali dengan orientasi, membaca do'a dan tadarus bersama, kemudian apersepsi di mana peneliti dan siswa melakukan diskusi mengenai kegiatan yang akan dilakukan, selanjutnya motivasi mengenai tujuan pembelajaran yang akan dilakukan, dan menumbuhkan semangat belajar siswa. Tahapan ini sejalan dengan teori *Self-Determination* (Ryan & Deci, 2000), yang menekankan pentingnya *autonomy*, *competence*, dan *relatedness* dalam membangun motivasi intrinsik siswa (Ayaz & Söylemez, 2015; Carrabba & Farmer, 2018). Kemudian dilakukan pemberian lembar kerja berbasis proyek kepada setiap kelompok siswa sebagai instrumen untuk mengarahkan proses pembelajaran. Dalam desain penelitian ini, lembar kerja berbasis proyek merupakan variabel independen, sedangkan kinerja ilmiah siswa yang diamati melalui aktivitas dan hasil kerja kelompok selama pelaksanaan proyek adalah variabel dependennya. Kegiatan inti dilaksanakan berdasarkan tahapan-tahapan dalam pembelajaran berbasis proyek, yang secara teoritis mendukung pengembangan berpikir kritis, dan literasi ilmiah siswa (Ke et al., 2021). Berdasarkan hasil penerapan, diketahui bahwa kegiatan pembelajaran terlaksana dengan sangat baik. Hal ini dibuktikan melalui hasil penilaian yang diperoleh dari berbagai instrumen penelitian, yang sebelumnya telah melalui tahapan pengolahan dan analisis data.

Tahap pertama yakni mengidentifikasi masalah, yang dilakukan peneliti membagi siswa menjadi enam kelompok. Selanjutnya, siswa diarahkan untuk membaca wacana mengenai *kombucha* yang terdapat dalam lembar kerja. Wacana tersebut berfungsi sebagai latar pemikiran untuk membantu siswa membangun argumen, menjawab pertanyaan terkait ide pokok, serta merumuskan masalah sebagai bentuk pengukuran rasa ingin tahu. Selain itu, siswa juga diminta untuk menyatakan hipotesis guna mengukur kemampuan berpikir logis dan kritis mereka. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman awal mengenai proses pembuatan *kombucha* sebelum siswa melanjutkan ke tahap pembelajaran berikutnya. Hasil analisis tahap pertama menunjukkan kemampuan kelompok cukup beragam dengan nilai 93, 100 dengan interpretasi sangat baik, dan 80, 73 dengan interpretasi baik. Nilai rata-rata siswa fase ini adalah 91 dengan interpretasi sangat baik. Hasil ini sejalan dengan penelitian Sari et al. (2023), yang juga menekankan pentingnya tahap awal yang kuat dalam pembelajaran berbasis proyek. Mereka menggunakan eksperimen tentang sifat koligatif larutan untuk membangun pemahaman siswa sejak awal, dengan fokus pada pengembangan logika dan cara berpikir ilmiah, pendekatan yang mirip dengan penggunaan wacana *kombucha* dalam kegiatan ini.

Pada tahap mendesain proyek, siswa diminta menyusun tujuan, alat dan bahan, serta prosedur percobaan pembuatan *kombucha* dalam bentuk diagram alir berdasarkan gambar pada lembar kerja. Siswa menunjukkan antusiasme dan keterlibatan tinggi, terlihat dari banyaknya pertanyaan terkait alat, bahan, dan penyusunan diagram alir. Antusiasme ini wajar karena praktikum merupakan pengalaman pertama mereka di kelas 10. Rata-rata capaian siswa diinterpretasikan sangat baik dengan nilai 81, Meskipun demikian, kemampuan antar kelompok cukup beragam, dengan nilai individu kelompok bervariasi antara 71,79 dengan kategori baik, 86, 100, dengan kategori sangat baik. Perbedaan ini terjadi karena ketidaklengkapan dan kesalahan jumlah pada alat serta bahan. Temuan ini sejalan dengan Prasetyo dan Nugrahani (2022) yang menekankan pentingnya tahap

perancangan dalam pembelajaran berbasis proyek untuk melatih perencanaan eksperimen dan perhatian pada detail teknis. Keterlibatan aktif pada tahap ini terbukti meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktis siswa.

Pada tahap pelaksanaan penelitian, peneliti membimbing siswa melakukan percobaan sesuai tujuan dan prosedur yang telah dirancang. Siswa menguji kualitas *kombucha* berdasarkan variasi waktu fermentasi (hari ke-1, ke-3, ke-5, dan ke-7) melalui pengamatan organoleptik (warna, aroma, rasa) dan pengukuran pH menggunakan pH meter. Selain itu, siswa juga diminta untuk mencatat data hasil pengamatan. Selama proses ini, siswa antusias dan aktif bertanya, mengenai alasan fungsi dari setiap tahapan dalam perlakuan. Meskipun masih terdapat beberapa individu dalam kelompok yang belum sepenuhnya menuliskan data hasil percobaan uji organoleptik pada hari tertentu. Hasil analisis menunjukkan rata-rata capaian dengan interpretasi sangat baik, yakni 92 dengan kemampuan antar kelompok cukup beragam. Terdapat empat kelompok yang memperoleh nilai 100, sementara dua kelompok lainnya memperoleh nilai 75. Nilai yang lebih rendah ini umumnya disebabkan oleh ketidaktuntasan dalam mencantumkan hasil uji organoleptik pada hari tertentu. Hal ini menunjukkan kesesuaian dengan penelitian Lestari dan Pramudito (2022) yang mengungkapkan tahap pelaksanaan eksperimen dalam pembelajaran berbasis proyek sangat menentukan pengembangan keterampilan praktis dan pencatatan data ilmiah siswa. Meski perbedaan individu dalam ketelitian pencatatan data masih menjadi tantangan yang perlu perhatian lebih lanjut untuk meningkatkan akurasi dan konsistensi laporan ilmiah siswa. Aktivitas pelaksanaan penelitian dapat disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Aktivitas saat pelaksanaan Proyek

Tahap menyusun *draft/prototype*, dilaksanakan pada saat pertemuan kedua. Tahap ini, siswa melakukan pengumpulan data sebagai bagian dari upaya mengukur keterampilan berpikir sistematis dan tingkat ketelitian. Selanjutnya, siswa melakukan analisis terhadap data hasil percobaan dalam bentuk paragraf singkat, berdasarkan perbedaan bahan baku yang digunakan serta hasil uji organoleptik dan uji pH dalam proses pembuatan *kombucha*. Hasil analisis menunjukkan bahwa empat kelompok memperoleh nilai 66,7 dengan kategori “baik”. Nilai ini disebabkan karena beberapa kelompok hanya menganalisis sebagian dari bahan baku yang tersedia, sehingga analisisnya belum menyeluruh. Sementara itu, dua kelompok lainnya memperoleh nilai 100 dengan kategori “sangat baik”, karena mampu menganalisis seluruh data secara lengkap dan sistematis. Hal tersebut selaras dengan temuan oleh Putri dan Santoso (2021) yang mengatakan bahwasanya tahap penyusunan laporan atau *draft* dalam pembelajaran berbasis proyek sangat penting melatih keterampilan berpikir sistematis dan analitis siswa.

Tahap mengukur, menilai, dan memperbaiki produk, yang berfokus pada kegiatan

menginterpretasikan data untuk mengukur kemampuan siswa dalam menganalisis dan mengevaluasi hasil temuan. Tahap ini, siswa diminta menilai produk *kombucha* yang dihasilkan berdasarkan beberapa kriteria, seperti warna, aroma, rasa, dan pH. Selain itu, mereka juga diminta membandingkan produk yang telah dibuat dengan regulasi dan standar minuman pro-biotik yang relevan. Tidak hanya menilai isi produk, siswa juga diminta untuk mengevaluasi kemasan *kombucha* yang mereka buat, dengan mempertimbangkan aspek kekuatan dan kerapatan toples, kebersihan dan keamanan kemasan, serta estetika tampilan. Hasil analisis menunjukkan bahwa empat kelompok memperoleh nilai 100 karena mampu melakukan interpretasi secara menyeluruh dan tepat. Sementara itu, dua kelompok lainnya memperoleh nilai 83. Nilai ini disebabkan oleh kurang ketepatan dalam membandingkan semua produk yang telah dibuat, sehingga analisis mereka belum sepenuhnya tepat. Meskipun demikian, secara umum kemampuan interpretasi siswa termasuk dalam kategori sangat baik. Hasil ini selaras dengan penelitian Ramadhani dan Putra (2023) yang menegaskan bahwa tahap evaluasi produk dalam pembelajaran berbasis proyek efektif meningkatkan keterampilan analisis kritis dan evaluasi produk siswa, terutama ketika mereka diberi kesempatan untuk membandingkan hasil kerja dengan standar nyata. Proses ini membantu siswa memahami pentingnya kualitas produk dan aspek teknis secara holistik, sehingga mendorong peningkatan kemampuan berpikir evaluatif yang esensial dalam pembelajaran sains terapan.

Tahap finalisasi dan publikasi produk, siswa diminta menyusun laporan dalam bentuk poster ilmiah dan mempresentasikan hasil proyek tersebut di hadapan kelompok lain. Presentasi mencakup pembukaan, isi, dan penutup, serta disertai penyampaian saran dan kesimpulan dari keseluruhan proses yang telah dijalani. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh kelompok memperoleh nilai 100, dengan interpretasi sangat baik. Hal ini disebabkan karena siswa telah menyelesaikan pembuatan poster secara tuntas dan mampu menyampaikan presentasi dengan susunan yang lengkap. Siswa menunjukkan partisipasi aktif dalam kegiatan diskusi serta interaksi tanya jawab antar kelompok. Selama presentasi, siswa tidak hanya membaca isi poster, tetapi benar-benar memahami dan mengingat proyek yang telah dilaksanakan. Kemampuan siswa dalam menyusun saran dan menyimpulkan hasil proyek pun menunjukkan pemahaman yang baik dengan jalannya proses dan hasil pembelajaran. Hal ini selaras dengan penelitian Sari et al., (2020), yang menjelaskan model pembelajaran berbasis proyek bisa mendorong siswa lebih aktif, kreatif, dan percaya diri saat menyampaikan hasil karyanya. Presentasi yang tidak sekadar membaca, tapi berdasarkan pemahaman, menjadi salah satu indikator keberhasilan pendekatan ini.

**Tabel 4.** Hasil Analisis Penilaian Poster

No	Aspek yang Diamati	Kelompok						Skor	Rata-rata	Interpretasi
		I	II	III	IV	V	VI			
1	Judul	67	100	67	100	100	67	500	83	Sangat Baik
2	Tujuan percobaan	67	67	100	100	100	100	533	89	Sangat Baik
3	Dasar teori	100	100	100	100	67	100	567	94	Sangat Baik
4	Hasil dan Pembahasan	67	67	67	100	100	100	500	83	Sangat Baik
5	Kesimpulan	33	100	100	100	100	67	500	83	Sangat Baik
6	Daftar Pustaka	67	67	67	100	67	67	433	72	Baik
	Total (600)	400	500	500	600	533	500		84	Sangat Baik
	Rata-rata	67	83	83	100	89	83			

Tahap finalisasi dan publikasi produk, peneliti melakukan penilaian tambahan berupa poster ilmiah dan presentasi. Kegiatan ini tidak hanya menjadi instrumen penilaian, tetapi juga berfungsi

sebagai media komunikasi ilmiah yang memungkinkan siswa menyampaikan hasil proyek secara sistematis. Selain itu, penyusunan poster dan pelaksanaan presentasi mendorong refleksi pemahaman, dan dapat meningkatkan keterampilan komunikasi. Proses ini menjadi bentuk pembelajaran aktif yang mengembangkan berpikir kritis, kolaborasi, dan kinerja ilmiah siswa. Penerapan berbasis proyek seperti ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan abad-21 dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran (Sholeh, et al 2024). Hasil penilaian tersebut disajikan pada Tabel 4.

Menurut Pranata & Kusayang (2024), penggunaan poster ilmiah digital dalam pembelajaran berbasis proyek secara signifikan meningkatkan kemampuan desain dan presentasi ilmiah siswa. Rata-rata yang diperoleh pada penilaian poster yakni 84 dengan interpretasi sangat baik. Hasil yang didapat menunjukkan siswa mampu menyusun poster dengan struktur sangat baik dan isi relevan dengan proyek yang telah dilaksanakan. Aspek-aspek yang diamati mulai dari judul hingga kesimpulan menunjukkan interpretasi sangat baik dengan variasi nilai yang beragam. Hal ini dikarenakan terdapat sejumlah siswa yang masih menyusun isi poster secara kurang lengkap atau belum sepenuhnya relevan, meskipun secara umum kualitas poster tetap tinggi, dengan nilai berkisar antara 80 hingga 100. Pada aspek daftar pustaka, nilai rata-rata yang diperoleh adalah 72 dengan interpretasi baik. Sebanyak lima kelompok memperoleh nilai 67, karena hanya mencantumkan dua sumber referensi serta penulisan daftar pustaka yang belum sesuai atau kurang relevan. Secara keseluruhan, nilai rata-rata poster adalah 84, dengan interpretasi sangat baik, yang menunjukkan bahwa siswa telah mampu menyusun poster ilmiah dengan struktur yang runtut, isi yang cukup informatif, dan penyajian visual yang komunikatif sebagai bentuk finalisasi dan publikasi proyek untuk mengembangkan kinerja ilmiah siswa.

**Tabel 5.** Hasil Analisis Penilaian Presentasi

No	Aspek yang Diamati	Kelompok						Skor	Rata-rata	Interpretasi
		I	II	III	IV	V	VI			
1	Pembuka	100	100	75	100	100	75	550	91.7	Sangat Baik
2	Inti	100	100	75	100	75	100	550	91.7	Sangat Baik
3	Penutup	100	100	100	50	100	75	525	87.5	Sangat Baik
4	Sistematika lembar kerja yang disampaikan runtut dan jelas	100	100	75	100	100	100	575	95.8	Sangat Baik
5	Penggunaan bahasa	100	100	75	75	75	100	525	87.5	Sangat Baik
6	Efektif dalam penyampaian materi	100	100	100	50	75	75	500	83.3	Sangat Baik
	Total (600)	600	600	500	475	525	525			
	Rata-rata	100	100	83	79	88	88		89.6	Sangat Baik

Rata-rata pada penilaian presentasi yakni 90, dengan interpretasi sangat baik. Secara umum siswa mampu mempresentasikan hasil proyek mereka dengan sangat baik. Hal ini ditunjukkan melalui struktur presentasi yang lengkap, dimulai dari pembukaan yang mencakup salam, penyampaian identitas kelompok, dan perumusan masalah, dilanjutkan pada bagian inti yang menjelaskan tujuan dan pembahasan, serta ditutup dengan kesimpulan dan salam penutup. Selain itu, sistematika laporan yang disampaikan juga tampak runtut dan sistematis, dengan penggunaan bahasa yang mudah dipahami dan penyampaian materi yang efektif. Namun, masih terdapat beberapa siswa yang memperoleh nilai 75, disebabkan oleh kurangnya kepercayaan diri saat menjelaskan materi atau

masih membaca teks secara langsung dari poster. Meskipun demikian, secara keseluruhan penilaian ini menunjukkan bahwa siswa telah menunjukkan kemampuan komunikasi ilmiah yang sangat baik melalui kegiatan presentasi. Hal ini selaras dengan penelitian oleh Hidayat dan Susanto (2022) yang menegaskan tahap finalisasi dan publikasi dalam pembelajaran berbasis proyek penting untuk mengembangkan keterampilan komunikasi ilmiah serta memperkuat pemahaman konsep siswa. Kegiatan presentasi dan diskusi mendorong keterlibatan aktif dan refleksi kritis, yang berkontribusi pada penguatan kemampuan metakognitif serta percaya diri siswa dalam menyampaikan hasil karya ilmiah. Aktivitas siswa pada tahap finalisasi dan publikasi produk dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Finalisasi dan Publikasi Produk

Kegiatan penutup dilakukan dengan memberikan apresiasi kepada seluruh siswa atas partisipasi aktif dan kedisiplinan dalam menyelesaikan proyek dengan tertib. Peneliti juga memfasilitasi siswa untuk mengemukakan pertanyaan jika masih terdapat hal yang belum dipahami. Setelah itu, peneliti menyampaikan kesimpulan singkat mengenai pelaksanaan proyek sebagai penegasan terhadap proses yang telah dijalani. Kegiatan diakhiri dengan doa bersama serta salam penutup untuk menghargai proses pembelajaran yang sudah dilalui.

Hasil menunjukkan bahwa kinerja ilmiah siswa dinilai melalui lembar observasi yang diisi oleh observer. Penilaian diberikan dalam bentuk skor, yaitu 1 untuk jawaban "iya" dan 0 untuk jawaban "tidak", menunjukkan apakah siswa telah melaksanakan seluruh indikator kinerja ilmiah. Indikator tersebut meliputi: mengamati dengan cara merumuskan masalah untuk mengukur rasa ingin tahu; menyatakan hipotesis untuk mengukur kemampuan berpikir logis dan kritis; merancang percobaan untuk mengukur keterampilan dalam merancang atau merencanakan; melaksanakan percobaan untuk menilai keterampilan praktik, ketelitian, dan kolaborasi; mengumpulkan data untuk menilai keterampilan sistematis dan ketelitian; menginterpretasikan data untuk menilai kemampuan analisis dan evaluasi hasil; serta mengomunikasikan hasil untuk menilai kemampuan komunikasi (Pratiwi et al., 2023). Selain itu, hasil dari lembar kerja berbasis proyek yang sudah diisi oleh siswa menunjukkan nilai rata-rata yakni 89 dengan interpretasi "sangat baik." Temuan ini sejalan dengan hasil pengamatan terhadap kinerja ilmiah siswa. Kesesuaian antara kinerja ilmiah dan hasil lembar kerja menunjukkan bahwa lembar kerja berbasis proyek dalam pembuatan *kombucha* sangat efektif dalam mengembangkan kinerja ilmiah siswa.

#### **4. Kesimpulan**

Penerapan lembar kerja berbasis proyek pembuatan *kombucha* dalam aktivitas siswa sebesar 91 diinterpretasikan sangat baik. Nilai rata-rata partisipasi siswa pada masing-masing tahapan menunjukkan hasil yang sangat baik, yaitu tahap mengidentifikasi masalah sebesar 97, tahap mendesain proyek sebesar 98, tahap melaksanakan penelitian sebesar 98, tahap menyusun

*draft/prototipe* produk sebesar 96 (interpretasi baik), tahap mengukur, menilai, dan memperbaiki produk sebesar 79 (interpretasi baik), serta tahap finalisasi dan publikasi sebesar 81 (interpretasi sangat baik). Hal ini membuktikan siswa dapat terlibat dalam pembelajaran dengan sangat baik melalui penerapan lembar kerja berbasis proyek. Kinerja ilmiah siswa pada penerapan lembar kerja berbasis proyek secara keseluruhan memperoleh nilai rata-rata 100, sedangkan penilaian lembar kerja memperoleh nilai rata-rata 89 dengan interpretasi sangat baik. Kesesuaian antara kinerja ilmiah dan hasil lembar kerja menunjukkan bahwa lembar kerja berbasis proyek dalam pembuatan *kombucha* sangat efektif dalam mengembangkan kinerja ilmiah siswa.

### Daftar Pustaka

- Anggarkasih, M. G., & Fatimah, A. I. F. (2022). Penerapan Project Based Learning dalam Praktikum Teknologi Fermentasi di Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 891-900.
- Aristiadi, H., & Putra, R. R. (2018). Pengaruh penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis proyek terhadap hasil belajar peserta didik pada konsep pemanasan global. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 3(2), 77-84.
- Ayaz, M. F., & Söylemez, M. (2015). The effect of the project-based learning approach on the academic achievements of the students in science classes in Turkey: *A Meta-analysis study. Egitim Ve Bilim*, 40(178): 255-283
- Carrabba, C., & Farmer, A. (2018). The impact of project-based learning and direct instruction on the motivation and engagement of middle school students. *Language Teaching and Educational Research*, 1(2): 163–174.
- Carmel, J. H., & Lichter, J. (2023). Designing a hybrid project-based laboratory curriculum for an undergraduate quantitative analysis course. *Journal of Chemical Education*, 100(5): 1892–1900.
- D'Elia, P., Stalmach, A., & Di Sano, S. (2024). Strategies for inclusive digital education: Problem/project-based learning, cooperative learning, and service learning for students with special educational needs. *Frontiers in Education*, 9; 01-15
- Edtami, T. L., Putra, R. A., & Ruhyanto, A. (2023). Pengaruh Metode Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) terhadap Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Ekonomi di SMA Negeri 1 Kawali. *Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 4(1): 56–61.
- Fitri, I. (2024). Bioteknologi Kombucha Serai (*Cymbopogon Citratus*) dengan Pemanis Stevia Berdasarkan Lama Fermentasi Terhadap Kuantitas Kandungan Vitamin C dan Kadar Antioksidan. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 7(1): 185–196.
- Gusmiarni, P., & Jufri, J. (2024). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis project-based learning pada materi jaringan komputer di SMA Muhammadiyah Rambah. *Jurnal Dinamika Manajemen Pendidikan*, 9(1): 11–19.
- Hasanah, N., & Malik, A. S. (2021). The effectiveness of project-based learning in improving students' critical thinking and learning motivation. *International Journal of Instruction*, 14(3): 849–866.
- Hidayat, R., & Susanto, H. (2022). The impact of scientific poster presentation on students' communication skills and metacognitive awareness in project-based learning. *Journal of Science Education and Technology*, 31(3): 420–432.
- Iskandar, A., Aimang, H.A., Risnonasanti., Hanafi, H., Maruf, N., Fitriani, R., Haluti, A. (2023). *Pembelajaran Kreatif Dan Inovatif Di Era Digital*. Sulawesi. Yayasan Cendekiawan Inovasi Digital Indonesia.
- Istiqomah, L. (2021). Analisis kualitas LKPD sebagai media pembelajaran berbasis project-based learning dalam pembelajaran biologi. *Alveoli: Jurnal Pendidikan Biologi*, 1(2): 70–78.
- Islamiati, F. N. (2023). Project-Based Learning (PjBL) Worksheet on the Production of Whey Kefir Paper Soap. *Jurnal Tadris Kimiya*, 8(1), 21-29.
- Ke, F., Moon, J., Li, J., & Bai, S. (2021). Project-based learning on students' science literacy in STEAM education: A meta-analysis. *Science & Education*, 30(3): 449–478.
- Khaerah, A., & Akbar, F. (2019). Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha dari Beberapa Varian Teh

- yang Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM* :472–476.
- Khairunnisa, K., Winarni, E. W., & Murniati, N. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM Pada Materi Inovasi Teknologi Biologi Untuk Siswa SMA. In *Seminar Nasional Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Biologi* 8: 84-95.
- Lestari, D. P., & Pramudito, A. (2022). Enhancing scientific inquiry skills through project-based learning in experimental phases. *Journal of Chemical Education Research and Practice*, 23(4): 456–468.
- Massoud, E. C., Lee, H. K., Terando, A., & Wehner, M. (2023). Bayesian weighting of climate models based on climate sensitivity. *Communications Earth & Environment*, 4(1): 01-08.
- Miles, D. T., & Borchardt, A. C. (2014). Laboratory Development and Lecture Renovation for a Science of Food and Cooking Course. *Journal of Chemical Education*, 91(10): 1637-1642.
- Osiripun, V., & Apisittiwong, T. (2021). Polyphenol and antioxidant activities of *Kombucha* fermented from different teas and fruit juices. *Journal of Current Science and Technology*, 11(2): 188–196.
- Pranata, O. D., & Kusayang, T. (2024). Digital science poster: Implementation of project-based learning for pre-services early childhood teachers. *Computers and Children*, 3(2): 01-12
- Prasetyo, D. A., & Nugrahani, S. (2022). Student engagement and skill development in project design phase of project-based learning. *International Journal of Science Education*, 44(6): 915–930.
- Pratiwi, N. M., Pujani, N. M., & Sujanam, R. (2023). Pengaruh Model Blended Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif dan Kinerja Ilmiah Siswa pada Era New Normal. 13(2): 333–342.
- Putri, N. W., & Santoso, B. (2021). Developing systematic thinking through project-based learning in science education. *Journal of Educational Research and Practice*, 11(2): 154–164.
- Rahmawati, Y. (2018). Peranan Transformative Learning dalam Pendidikan Kimia: Pengembangan Karakter, Identitas Budaya, dan Kompetensi Abad ke-21. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia* 8(1): 1-10
- Rahmi, C., Maisarah, M., & Sabarni, S. (2024). The Effectiveness of Scientific Literacy-Based Student Worksheets in Improving Student Learning Outcomes in Colloid Chemistry Learning. *Journal of Educational Chemistry*, 6(1): 49-56
- Ramadhani, F., & Putra, R. (2023). Enhancing critical evaluation skills through product assessment in project-based learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(1): 123–138.
- Resta A. S. & Lilia P. R.. (2024). Pendidikan sebagai kunci utama dalam mempersiapkan generasi muda ke dunia kerja di era globalisasi. *Prosiding Pendidikan Ekonomi*, 1-12
- Retnawati, H. (2016). Proving content validity of self-regulated learning scale (The comparison of Aiken index and expanded Gregory index). *Research and Evaluation in Education*, 2(2): 155-164.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development and well-being. *American Psychologist*, 55(1); 68–78.
- Sari, S., Rohmah, S., Sobandi, O., & Nasrudin, D. (2020). Project-based learning to develop student's creativities and characters in designing experiments. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521, 042086.
- Sari, S., Sobandi, O., & Nurhadianti, C. (2023). Online application of colligative properties solutions experiment. *AIP Conference Proceedings*, 2572, 030002
- Setiyowati, N. (2022). Penerapan Project Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 12(2): 150–160.
- Sholeh, M. I., Tasya, D. A., Syafi'i, A., Rosyidi, H., Arifin, Z., & binti Ab Rahman, S. F. (2024). Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek (PJBL) Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Tinta: Jurnal Ilmu Keguruan Dan Pendidikan*, 6(2): 158-176.
- Sugiharto, A. (2020). Project based learning terintegrasi stem untuk meningkatkan keterampilan kerja ilmiah siswa. *Jurnal Guru Dikmen dan Dikus*, 3(2): 158-168.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tohiri, D. M., & Rakhmawati, A. (2024). Development of PjBL-based e-worksheets utilizing the *kombucha* bioprocess in high school biology learning. *Research and Development in Education*, 2(1): 1473-1484

- Vasquez, E. S., Bohrer, K., Dewitt, M., Palchoudhury, S. (2023), Open-Ended Experiential Learning Opportunities in the Chemical Engineering Unit Operations Laboratory. A Qualitative Research Study. *Paper presented at 2023 ASEE Annual Conference & Exposition, Baltimore, Maryland; 1-22.*
- Wahyuni, S., & Nugroho, A. (2020). The effect of project-based learning on student engagement and scientific skills in biology learning. *Journal of Science Learning*, 3(2): 89–98.
- Wang, X., Li, Y., & Zhang, L. (2023). Enhancement of the phenolic compounds and antioxidant activities of *kombucha* by fermentation with golden-flower tea residues. *Food Research International*, 165, 112345.
- Wurdinger, S., & Qureshi, M. (2015). Enhancing College Students' Life Skills through Project Based Learning. *Innovative Higher Education*, 40(3): 279-286.
- Ying, Y., & Tiemann, R. (2024). A Comparative Analysis of Collaborative Problem-Solving Skills Between German and Chinese High School Students in Chemistry. *Education Sciences*, 14(11): 1-15
- Yu, A., Wisinski, J., Osmundson, T., & Sanderfoot, A. (2022). Instructional Innovations in College-Level Molecular Bioscience Labs during the Pandemic-Induced Shift to Online Learning. *Education Sciences*, 12(230); 1-10.
- Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. *Frontiers in psychology*, 14; 1202728.