



UPAYA PENGEMBANGAN KINERJA ILMIAH SISWA MELALUI LEMBAR KERJA PROYEK PADA FERMENTASI CUKA LIMBAH KULIT SEMANGKA

Nisa Putri Utami^{1*}, Riri Aisyah², Nurhayati³, Ida Farida⁴, & Sari⁵

^{1,2,3,4,&5}Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Jalan Cimincrang, Bandung, Jawa Barat 40292, Indonesia

*Email: nisapt26@gmail.com

Submit: 30-06-2025; Revised: 07-07-2025; Accepted: 10-07-2025; Published: 25-07-2025

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan aktivitas dan mengembangkan kinerja ilmiah siswa dengan menggunakan lembar kerja berbasis proyek pada fermentasi cuka limbah kulit semangka. Subyek penelitian ini adalah siswa KIR (Kelompok Ilmiah Remaja) di SMA Negeri Jatinangor sebanyak 20 orang. Jenis penelitian ini adalah pre-eksperimen dengan desain *one shot case study*. Penelitian dilaksanakan berdasarkan pentingnya kemampuan kinerja ilmiah bagi siswa, karena melatih mereka untuk berpikir kritis, logis, dan sistematis dalam memecahkan masalah sebagai bekal dalam menghadapi tuntutan keterampilan abad ke-21. Melalui proses ilmiah seperti observasi, praktikum, dan analisis data, siswa memahami konsep secara mendalam dan membangun rasa ingin tahu serta kreativitas. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai lembar kerja peserta didik dikategorikan sangat baik dengan nilai 82, nilai rata-rata aktivitas siswa dikategorikan sangat baik dengan nilai rata-rata 91,6 dan penilaian kinerja ilmiah siswa mencapai 91,8 dengan kategori sangat baik. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan cuka dari limbah kulit semangka berhasil mengembangkan aktivitas dan kinerja ilmiah siswa.

Kata Kunci: Fermentasi Cuka, Kinerja Ilmiah, Lembar Kerja Berbasis Proyek, Limbah Kulit Semangka.

ABSTRACT: This study aims to describe the activities and develop students' scientific performance using project-based worksheets on vinegar fermentation from watermelon rind waste. The subjects were 20 students from the Youth Scientific Group (KIR) at Jatinangor State Senior High School. This study was a pre-experimental study with a one-shot case study design. The study was conducted based on the importance of scientific performance skills for students, as it trains them to think critically, logically, and systematically in solving problems, preparing them to face the demands of 21st-century skills. Through scientific processes such as observation, practicum, and data analysis, students gain a deeper understanding of concepts and foster curiosity and creativity. The results showed that the average student worksheet score was categorized as very good (82), the average student activity score was categorized as very good (91.6), and the student scientific performance assessment reached 91.8, categorized as very good. These findings indicate that the application of project-based worksheets to make vinegar from watermelon rind waste successfully developed students' scientific activity and performance.

Keywords: Vinegar Fermentation, Scientific Performance, Project-Based Worksheet, Watermelon Peel Waste.

How to Cite: Utami, N. P., Aisyah, R., Nurhayati, N., Farida, I., & Sari, S. (2025). Upaya Pengembangan Kinerja Ilmiah Siswa melalui Lembar Kerja Proyek pada Fermentasi Cuka Limbah Kulit Semangka. *Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(3), 628-641. <https://doi.org/10.36312/panthera.v5i3.543>



PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki kemampuan dalam berpikir kritis, kreatif, serta mampu memecahkan masalah secara ilmiah, sehingga pembelajaran sains perlu di arahkan untuk mengembangkan keterampilan tersebut melalui penguatan kinerja ilmiah siswa, seperti kemampuan mengamati, menanya, merancang, melakukan eksperimen, serta menyimpulkan hasil secara logis. Kinerja ilmiah ini menjadi bagian penting dari upaya menciptakan generasi yang memiliki literasi sains, sehingga mereka mampu berpikir ilmiah, mengambil keputusan berdasarkan bukti, dan siap menghadapi tantangan global (Hamzah *et al.*, 2023).

Namun, hasil studi internasional PISA mengindikasikan bahwa tingkat literasi sains di Indonesia masih berada pada tingkat yang rendah, yaitu di posisi 10 terbawah dunia (OECD, 2018). Menurut Yusmar & Fadilah (2023), kondisi ini mencerminkan kurangnya kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan sains untuk memecahkan masalah kontekstual secara ilmiah. Hal ini menjadi sinyal perlunya perbaikan dalam strategi pembelajaran, termasuk dalam pengembangan keterampilan proses kinerja ilmiah di kelas. Tugas utama seorang pendidik ialah menciptakan lingkungan yang mendukung terjadinya perubahan perilaku peserta didik (Emda, 2017). Oleh sebab itu, pendidik diupayakan tidak hanya fokus pada penyampaian materi, tetapi juga menuntut keaktifan peserta didik dalam proses belajar, karena keberhasilan pembelajaran sains sangat ditentukan oleh keaktifan peserta didik dalam mengamati, bertanya, menguji, dan menyimpulkan informasi ilmiah secara langsung. Pendidik juga perlu melatih peserta didik dalam melakukan aktivitas ilmiah yang menyertakan berbagai keterampilan dasar yang ada pada aspek kinerja ilmiah (Wulandari, 2016).

Model pembelajaran yang mendukung terjadinya proses tersebut adalah pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning* (PjBL). Dalam konteks pembelajaran sains, metode ini dianggap efektif dalam mengembangkan sikap ilmiah (Alawiyah & Sopandi, 2016). *Project Based Learning* ini memanfaatkan proyek atau kegiatan sebagai sarana belajar, yang mana peserta didik akan melakukan kegiatan eksplorasi, penilaian, interpretasi, sintesis, serta informasi untuk mendapatkan hasil belajar. Hal tersebut bermanfaat untuk melatih keterampilan proses sains siswa (Mursali & Safnowandi, 2016; Wulandari, 2016).

Untuk mencapai keberhasilan dalam kegiatan pembelajaran, tidak hanya diperlukan model pembelajaran dan indikator berpikir saja, tetapi juga dibutuhkan media pembelajaran yang berfungsi sebagai sarana untuk menerima materi yang relevan, yaitu Lembar Kerja (LK) yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa (Rokhimawan, 2018). Menurut Muslimah (2020), LK berfungsi sebagai sarana pendukung pembelajaran yang memungkinkan terjadinya interaksi efektif antara pendidik dengan peserta didik, serta mendorong peserta didik untuk lebih aktif, mandiri, dan kreatif dalam menemukan serta mengembangkan pengetahuan mereka. LK juga berperan penting dalam



pembelajaran, karena dapat meningkatkan aktivitas peserta didik, membangun pemahaman konsep, serta melatih keterampilan proses ilmiah secara sistematis.

Salah satu metode pembelajaran yang dapat diimplementasikan dalam pembelajaran menggunakan LK berbasis proyek ialah praktikum pembuatan cuka dari limbah kulit semangka dengan metode fermentasi. Semangka (*Citrullus lanatus*) merupakan buah yang dapat tumbuh kapan saja sepanjang tahun (Prasiska *et al.*, 2022). Produksi buah semangka menurut Badan Pusat Statistik Indonesia pada tahun 2023 mencapai 408.115 ton, sehingga buah ini menghasilkan limbah yang cukup banyak, yaitu sekitar 32–48% dari satu buah semangka utuh (Laurentiis *et al.*, 2018).

Pada buah semangka terdapat bagian yang paling tebal dan berwarna putih yang dinamakan dengan *albedo* (Hidayah *et al.*, 2020). *Albedo* ini sering kali dibuang tanpa syarat dan berakhir menjadi bagian limbah rumah tangga. Padahal, kulit semangka ini dapat dimanfaatkan dan digunakan menjadi produk olahan. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa *albedo* buah semangka memiliki banyak kandungan gizi pada setiap 100 gram buahnya, yaitu memiliki kandungan air sebanyak 94,00 gram, karbohidrat 7,6 gram, energi 30 Kkal, protein 0,6 gram, serat 0,4 gram, vitamin C 8,1 mg, sodium 1 mg, potassium 112 mg, kalsium 7 mg, magnesium 10 mg (Almualimah *et al.*, 2024), dan kadar pektin sebesar 21,03% (Sirait *et al.*, 2023).

Untuk mengurangi limbah, kulit semangka dapat diolah menjadi bahan dasar pembuatan cuka yang berguna untuk kesehatan (Irhamni *et al.*, 2019). Cuka (asam asetat) memiliki manfaat baik, di antaranya bisa menurunkan kolesterol, menurunkan gula darah, menurunkan berat badan, membunuh bakteri patogen, meningkatkan kecantikan pada kulit, dan juga dapat menghilangkan bau badan (Guiné *et al.*, 2021). Kebutuhan cuka di Indonesia masih perlu diimpor, sehingga perlu diupayakan kemandirian dalam penyediaan bahan tersebut. Pada saat ini, banyak cuka yang terbuat dari beberapa bahan kimia yang dapat membahayakan tubuh manusia, tetapi terus didistribusikan di pasar dan dikonsumsi oleh masyarakat. Umumnya, cuka diproduksi secara industri, yaitu dengan memakai metode sintesis kimia murni. Oleh karena itu, harus dilakukan inovasi yang alami pada proses produksi cuka, salah satu contohnya yaitu bisa dengan menggunakan buah-buahan sebagai bahan dasar (Febriani & Azizati, 2018). Dengan menggunakan bahan yang alami, maka cuka dengan proses biologis (fermentasi) akan lebih aman dikonsumsi jika dibandingkan dengan cuka hasil sintesis.

Secara umum, produk cuka limbah kulit semangka telah ditemukan oleh Naully *et al.* (2023) melalui kegiatan penelitian pengabdian kepada masyarakat. Namun, belum ada penelitian yang mengembangkan di kalangan peserta didik sebagai sarana pembelajaran yang menarik dan inovatif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kinerja ilmiah, memperkenalkan prinsip kimia, serta membentuk kepedulian terhadap pemanfaatan limbah organik.

METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan campuran (*mixed methods*) dengan metode pre-eksperimen, khususnya desain *One Shot Case Study*, yaitu satu kelompok peserta didik sebagai subjek perlakuan tanpa menggunakan kelompok



kontrol untuk pembanding. Perlakuan dalam penelitian ini berupa penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan cuka limbah kulit semangka dengan metode fermentasi sebagai variabel independen dan kinerja ilmiah sebagai variabel dependen (Ningsih *et al.*, 2021). Penelitian ini dilaksanakan pada peserta didik dari Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) di SMA Negeri Jatinangor sebanyak 20 orang, tanggal 16 Mei–28 Mei 2025 sebanyak 5 kali pertemuan. Data yang dikumpulkan terdiri dari data kualitatif (aktivitas peserta didik) serta data kuantitatif (kinerja ilmiah peserta didik, nilai produk, laporan poster, dan presentasi).

Prosedur penelitian terdiri dari tiga tahap, di antaranya yang pertama ialah tahap persiapan, yang meliputi analisis terhadap kompetensi inti, kompetensi dasar, dan silabus kimia, serta analisis jurnal yang relevan. Setelah didapatkan permasalahan yang akan diteliti, kemudian penentuan judul dan penyusunan instrumen penelitian seperti lembar kerja berbasis proyek, deskripsi pembelajaran, lembar observasi, lembar kinerja ilmiah, serta rubrik penilaian. Selanjutnya dilakukan validasi instrumen oleh 2 dosen ahli pendidikan kimia dan 1 guru kimia. Tahap kedua ialah tahap pelaksanaan, meliputi penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan cuka limbah kulit semangka dengan metode fermentasi, yang mencakup enam tahapan sintaks pembelajaran berbasis proyek, yaitu mengidentifikasi masalah, merancang desain, melaksanakan penelitian, menyusun *draft/prototype*, menilai dan memperbaiki produk, serta finalisasi dan publikasi produk (Rifai *et al.*, 2021). Kemudian, tahap ketiga merupakan tahap akhir, berupa pengolahan dan analisis data hasil observasi dan penilaian.

Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menggunakan berbagai instrumen berupa lembar kerja proyek, lembar observasi, lembar penilaian kinerja ilmiah, poster, penilaian produk, dan presentasi. Data hasil observasi dan penilaian dianalisis menggunakan persentase dan dikategorikan berdasarkan kriteria tertentu (sangat baik, baik, cukup baik, kurang baik, sangat kurang baik) untuk menilai aktivitas dan kinerja ilmiah siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penerapan lembar kerja berbasis proyek ini dilakukan sebanyak 5 kali pertemuan, dengan masing-masing pertemuan memenuhi tahap pendahuluan, inti, dan penutupan. Aktivitas siswa dilaksanakan secara terstruktur dan merujuk pada deskripsi pembelajaran yang disesuaikan dengan sintaks pembelajaran proyek. Selama proses berlangsung, siswa menunjukkan keterlibatan aktif pada setiap tahap pembelajaran, yang ditunjukkan dari tingginya nilai aktivitas dan kinerja ilmiah yang dicapai oleh siswa.

Berdasarkan hasil observasi, aktivitas siswa dalam menyelesaikan lembar kerja berbasis proyek menunjukkan kategori sangat baik dengan rata-rata skor sebesar 91,6. Siswa aktif berdiskusi, menyusun rancangan fermentasi, mencatat pengamatan harian, dan mengevaluasi hasil praktikum secara mandiri. Kegiatan diawali dengan salam pembuka, membacakan doa bersama-sama dengan siswa, mengecek kehadiran siswa, serta pemberian apersepsi kepada siswa. Menurut Nisa *et al.* (2025), apersepsi berfungsi untuk mengaktifkan pengetahuan awal siswa, membangun keterkaitan antara pengalaman sebelumnya dengan materi



baru, serta meningkatkan kesiapan belajar, minat, dan motivasi siswa, sehingga mampu membentuk pola pikir kritis secara bertahap. Kemudian, siswa dibagi menjadi 4 kelompok, dengan masing-masing kelompok beranggotakan 5 orang.

Pada tahap inti pembelajaran, siswa diajak untuk mengidentifikasi masalah terkait limbah kulit semangka dan potensi pemanfaatannya. Kemampuan berpikir kritis tercermin dari pertanyaan-pertanyaan yang mereka ajukan, seperti “Bagaimana proses pembuatan cuka limbah kulit semangka?” dan “Berapa lama waktu yang dibutuhkan pada fermentasi pembuatan cuka kulit semangka?”. Aktivitas siswa pada tahap ini tergolong aktif, terlihat dari antusiasme mereka dalam berdiskusi. Hasil observasi menunjukkan bahwa rata-rata aktivitas siswa dalam mengidentifikasi masalah mencapai 86 dengan kategori sangat baik seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Aktivitas dan Nilai Lembar Kerja Peserta Didik.

Tahapan Pembelajaran Berbasis Proyek	Aktivitas Peserta Didik	Nilai Aktivitas Peserta Didik	Nilai LK Peserta Didik
Mengidentifikasi masalah	Membaca wacana mengenai cuka limbah kulit semangka yang terdapat pada LK. Menjawab pertanyaan yang telah disediakan berdasarkan wacana. Membuat rumusan masalah berdasarkan permasalahan yang ditemukan.	86	78.3
Merancang desain	Menuliskan judul dan tujuan percobaan berdasarkan wacana. Membuat rancangan proyek pembuatan cuka dari limbah kulit semangka dengan metode fermentasi meliputi alat bahan yang digunakan. Membuat rancangan proyek pembuatan cuka dari limbah kulit semangka dengan metode fermentasi meliputi prosedur percobaan dalam bentuk bagan alir.	94.7	83.7
Melaksanakan penelitian	Menyimak penjelasan mengenai manfaat atau kegunaan cuka dari limbah kulit semangka yang dibuat. Menyimak penjelasan mengenai kegiatan yang akan dilakukan berikutnya. Mengerjakan proyek pembuatan cuka dari limbah kulit semangka dengan metode fermentasi sesuai dengan prosedur yang telah dibuat berdasarkan LK yang diberikan. Mencuci alat-alat yang digunakan dan membersihkan tempat yang digunakan saat praktikum. Mencatat dan menjelaskan hasil pengamatan pada LK. Melakukan pengujian terhadap kualitas cuka limbah kulit semangka yang telah dibuat meliputi uji kadar alkohol, organoleptik dan uji pH.	93	80
Menyusun draft/prototype	Mendesripsikan produk berdasarkan hasil percobaan dan pengujian yang telah	93	80



Tahapan Pembelajaran Berbasis Proyek	Aktivitas Peserta Didik	Nilai Aktivitas Peserta Didik	Nilai LK Peserta Didik
	dilakukan dalam bentuk paragraf. Membandingkan kualitas cuka yang dihasilkan dengan cuka komersial. Membuat poster ilmiah berdasarkan proyek yang telah dilakukan dengan format yang telah disediakan pada LK.		
Menilai dan memperbaiki produk.	Membuat kesimpulan mengenai percobaan cuka limbah kulit semangka.	85	80
Finalisasi dan publikasi produk.	Mempresentasikan poster dan produk hasil percobaan. Menanggapi hasil/produk kelompok lain (secara bergiliran). Melakukan <i>review</i> dari hasil percobaan.	98.2	90
Rata-rata		91.6	82

Setelah mengidentifikasi masalah, siswa melanjutkan ke tahap merancang desain. Dalam tahap ini, siswa berdiskusi untuk menentukan alat dan bahan yang akan digunakan, menyusun langkah-langkah kerja, dan memperkirakan lama waktu fermentasi yang dibutuhkan. Aktivitas ini berfungsi untuk melatih siswa berpikir kritis, bekerja sama, serta merancang eksperimen ilmiah secara sistematis dan terstruktur. Guru berperan sebagai fasilitator yang memberi umpan terhadap rancangan yang disusun oleh siswa. Aktivitas siswa pada tahap ini menunjukkan keterlibatan yang sangat tinggi, dengan skor rata-rata 94,7 kategori sangat baik. Tahap selanjutnya yaitu melakukan penelitian, siswa secara aktif bekerja kelompok membuat cuka dari limbah kulit semangka serta melakukan pengamatan terhadap perubahan fisik dan kimia pada cuka saat proses fermentasi. Aktivitas ini menumbuhkan ketekunan, ketelitian, dan sikap ilmiah pada siswa. Hasil observasi menunjukkan skor aktivitas siswa mencapai 93 termasuk kategori sangat baik.

Setelah melakukan penelitian, selanjutnya siswa menyusun *draft/prototype*, yaitu membuat pembahasan percobaan dalam bentuk paragraf dengan mencari literatur dan membahas produk yang dibuat sesuai percobaan. Aktivitas ini membuat siswa belajar untuk mengintegrasikan hasil pengamatan dengan teori dari literatur, serta mengasah keterampilan menyusun argumen dan penjelasan ilmiah secara tertulis. Hasil observasi diperoleh rata-rata 93 dengan kategori sangat baik. Kemudian siswa menilai dan memperbaiki produk, pada tahap ini siswa membandingkan cuka kulit semangka hasil praktikum mereka dengan cuka komersial (cuka apel), serta membandingkan dengan hasil cuka kelompok lain. Siswa juga mencari tahu penyebab adanya perbedaan yang terdapat pada produknya. Berdasarkan hasil observasi, didapatkan nilai rata-rata pada tahap ini ialah 85 dengan kategori sangat baik.

Aktivitas terakhir siswa ialah tahap finalisasi dan publikasi produk. Setiap kelompok menyusun laporan berupa poster ilmiah yang memuat judul, tujuan percobaan, dasar teori, hasil dan pembahasan, serta simpulan. Setelah selesai membuat poster ilmiah, siswa mempresentasikan proyek mereka di depan kelas.



Siswa sangat antusias dan kreatif dalam membuat poster ilmiah. Saat presentasi, antar siswa sangat aktif berdiskusi dan berkolaborasi menyampaikan refleksi terhadap proses yang dijalani, kesulitan yang dihadapi, serta solusi-solusi yang ditemukan. Tahap ini mengembangkan kemampuan komunikasi ilmiah peserta didik. Peneliti juga memberi umpan balik terhadap kualitas presentasi, isi poster, dan diskusi siswa. Pada tahap ini, diperoleh skor rata-rata tertinggi, yaitu 98,2 yang menunjukkan partisipasi aktif siswa dalam mengevaluasi pembelajaran mereka.

Siswa memiliki nilai LK rata-rata paling rendah pada tahap pertama, yaitu tahap mengidentifikasi masalah. Siswa mendapatkan nilai rata-rata 78,3 dengan kategori baik. Pada tahap ini, siswa diminta untuk merumuskan masalah dan menjawab pertanyaan mengenai prinsip pembuatan cuka. Namun, jawaban yang diberikan siswa pada beberapa kelompok masih kurang relevan. Hal tersebut disebabkan karena siswa belum terbiasa membaca secara kritis dan mengambil informasi ilmiah dari teks. Siswa membaca sekilas tanpa benar-benar memahami makna dan hubungan antar informasi yang disampaikan, sehingga menyebabkan mereka kesulitan mengidentifikasi pokok informasi dan menerapkannya dalam konteks pertanyaan.

Fenomena ini sejalan dengan temuan Yusmar & Fadilah (2023) yang menyatakan bahwa tingkat literasi sains masih lemah, salah satunya karena siswa belum terbiasa membaca teks ilmiah. Literasi sains ini bukan hanya pemahaman isi, tetapi juga kemampuan menafsirkan, menalar, serta menyusun pertanyaan dan simpulan berdasarkan bukti. Proses ini dapat dikatakan berkembang dengan adanya peningkatan nilai LK siswa pada tahap keempat mengenai penyusunan *draft/prototipe* produk yang dikerjakan pada pertemuan ketiga pembelajaran. Siswa diminta untuk menyusun pembahasan berdasarkan teori atau informasi-informasi yang didapatkan secara ilmiah, dengan nilai rata-rata 80 dan termasuk dalam kategori sangat baik.

Menurut Sahara *et al.* (2021), LK berbasis proyek dapat memfasilitasi peserta didik dalam memahami suatu materi secara lebih mendalam, sekaligus membuat proses pembelajaran menjadi menyenangkan, serta mendorong mereka untuk membangun pemahaman konsep dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis secara lebih optimal. Sejalan dengan hal tersebut, hasil observasi terhadap aktivitas siswa pada setiap tahap sintaks menunjukkan bahwa lembar kerja berbasis proyek mampu memberikan ruang yang luas bagi siswa untuk mengeksplorasi, membangun pengetahuan, dan melatih keterampilan ilmiah secara mandiri dan kolaboratif, dengan nilai aktivitas rata-rata tinggi yaitu 91,6 (kategori sangat baik), dan nilai rata-rata kelompok pada setiap tahapan lembar kerja, yaitu 82 dengan kategori sangat baik, seperti pada Tabel 1. Proyek pembuatan cuka dari limbah kulit semangka memberikan konteks nyata yang relevan dengan kehidupan siswa, sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna.

Tujuan penerapan lembar kerja berbasis proyek ini adalah untuk mengembangkan kinerja ilmiah siswa. Setiap tahap dalam lembar kerja berbasis proyek dirancang untuk mendukung proses ini. Indikator kinerja ilmiah yang dikembangkan, yaitu merumuskan masalah, menyusun hipotesis, merancang percobaan, melaksanakan percobaan, menginterpretasikan data hasil percobaan,



dan mengomunikasikan (Harso & Fernandez, 2019). Pada abad ke-21, siswa dituntut untuk mampu memecahkan masalah menggunakan ilmu pengetahuan yang dimilikinya, serta mengambil keputusan berdasarkan fakta dan data yang diperoleh melalui proses ilmiah dalam menghadapi permasalahan kehidupan sehari-hari (Anggraini *et al.*, 2019).

Salah satu keterampilan yang perlu dikembangkan untuk menghadapi tantangan tersebut adalah kinerja ilmiah (Amalia *et al.*, 2020). Keterampilan kerja ilmiah merujuk pada kemampuan dalam merancang dan melaksanakan percobaan secara sistematis (Rasmawan, 2017). Kinerja ilmiah mencerminkan keseluruhan aktivitas dalam sains yang bertujuan untuk melatih serta mengembangkan keterampilan dan sikap ilmiah. Aktivitas ini mencakup proses merancang penelitian, melaksanakan eksperimen, dan menyampaikan hasil penelitian. Pembelajaran berbasis proyek memiliki tahapan-tahapan yang dirancang untuk mendorong kemampuan berpikir kreatif sekaligus mengembangkan kinerja ilmiah atau unjuk kerja siswa. Nilai kinerja ilmiah pada siswa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kinerja Ilmiah Siswa.

No.	Indikator Kinerja Ilmiah	Rata-rata Nilai	Interpretasi
1	Mendefinisikan Masalah	95	Sangat Baik
2	Menyusun Hipotesis	80	Sangat Baik
3	Merancang Percobaan	94.7	Sangat Baik
4	Melaksanakan Percobaan	95	Sangat Baik
5	Menginterpretasikan Data dan Hasil Percobaan	86.5	Sangat Baik
6	Mengkomunikasikan	100	Sangat Baik
Rata-rata Nilai		91.8	Sangat Baik

Berdasarkan hasil observasi, kinerja ilmiah siswa selama pembelajaran memperoleh rata-rata nilai yang sangat tinggi, yaitu 91,8 dengan kategori sangat baik. Aspek kinerja yang diukur memiliki keterkaitan dengan tahapan lembar kerja proyek. Pada penilaian mendefinisikan masalah dengan rata-rata nilai 95 kategori sangat baik, aspek yang diukur oleh observer kepada siswa ialah kemampuan menjelaskan masalah yang terdapat pada percobaan dan merumuskan masalah. Pada penilaian menyusun hipotesis, aspek kinerja yang diukur di antaranya adalah kemampuan siswa dalam membuat hipotesis dan menjelaskan prinsip percobaan, dengan nilai rata-rata 80 kategori sangat baik. Kemudian, pada penilaian ketiga, yaitu merancang percobaan, aspek yang diukur ialah saat siswa menyiapkan alat dan bahan praktikum sesuai dengan kebutuhan, dengan nilai rata-rata yaitu 94,7 dengan kategori sangat baik. Pada penilaian melaksanakan percobaan, aspek kinerja yang diukur di antaranya kinerja siswa dalam pembuatan cuka limbah kulit semangka dari awal hingga akhir sesuai dengan prosedur percobaan. Pada tahap ini, siswa menunjukkan antusias sangat tinggi dengan nilai rata-rata 95 kategori sangat baik. Siswa menunjukkan rasa ingin tahu dan sikap ilmiah yang sangat baik saat pembelajaran berlangsung.

Pada tahap melaksanakan percobaan, siswa diminta untuk melakukan setiap proses pembuatan cuka limbah kulit semangka sesuai dengan prosedur. Kemudian, siswa belajar menggunakan alat refraktometer alkohol untuk mengetahui kadar alkohol yang terdapat pada cuka. Siswa juga mengamati proses



kimia yang terjadi pada fermentasi cuka, yaitu proses pengubahan glukosa menjadi alkohol yang dibantu oleh *Saccharomyces cerevisiae* dengan persamaan:



Proses fermentasi asam asetat dengan bantuan bakteri *Acetobacter acetii* (Andayani *et al.*, 2019).



Selanjutnya, pada penilaian menginterpretasikan data dan hasil percobaan, aspek siswa yang dinilai yaitu kemampuan dalam membahas hasil percobaan secara prosedural dan teoretis dalam bentuk paragraf, serta perhitungan kadar asam asetat, dengan nilai rata-rata 86,5 dengan kategori sangat baik. Rumus perhitungan kadar asam asetat yaitu:

$$\text{Kadar} = \frac{V \text{ NaOH} \cdot M \text{ NaOH} \cdot Mr \text{ CH}_3\text{COOH} \cdot F \cdot 100\%}{W \cdot 1000}$$

(Sumber: Febriani & Azizati, 2018).

Kemudian, siswa memperoleh nilai tertinggi pada penilaian mengomunikasikan hasil proyek, dengan nilai rata-rata 100 kategori sangat baik. Hal tersebut karena pada saat proses pembelajaran, semua siswa menunjukkan keterlibatan aktif dengan membuat poster ilmiah dan mempresentasikan hasilnya di depan kelas dengan sangat baik, di antaranya siswa menguasai materi mengenai fermentasi cuka limbah kulit semangka, menyajikan materi dengan sangat jelas, lengkap, dan terstruktur, serta siswa saling aktif bertanya dan memberikan jawaban yang sesuai dengan teori.

Berdasarkan hasil analisis data, diperoleh bahwa nilai rata-rata aktivitas siswa mencapai 91,6 dengan kategori sangat baik, nilai rata-rata lembar kerja siswa sebesar 82 kategori sangat baik, dan nilai kinerja ilmiah siswa mencapai 91,8 dengan kategori sangat baik. Ketiga komponen tersebut menunjukkan capaian yang tinggi dan saling mendukung dalam proses pembelajaran, khususnya dalam konteks pembelajaran berbasis proyek yang menekankan pada keterlibatan aktif siswa dan pengembangan keterampilan ilmiah.

Tingginya nilai aktivitas siswa, yaitu 91,6 menunjukkan bahwa siswa memiliki keterlibatan yang sangat baik selama proses pembelajaran berlangsung. Aktivitas yang tinggi ini berkontribusi langsung terhadap kemampuan siswa dalam mengeksplorasi, mengamati, menalar, serta menyimpulkan suatu fenomena secara ilmiah yang merupakan bagian dari kinerja ilmiah. Sementara itu, nilai LK berbasis proyek yang mencapai 82 menunjukkan bahwa siswa mampu mengerjakan tugas berbasis proyek dengan baik. LK ini menjadi media dalam mengembangkan keterampilan kinerja ilmiah siswa.

Kemudian, nilai kinerja ilmiah sebesar 91,8 mencerminkan keberhasilan pembelajaran dalam mengembangkan kinerja ilmiah siswa. Kinerja ilmiah ini terbentuk melalui interaksi antara aktivitas siswa dan pelaksanaan proyek dalam LK. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap tahapan dalam lembar kerja



berbasis proyek mampu mendorong keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran serta mengindikasikan kemampuan berpikir ilmiah. Kegiatan siswa yang dilakukan secara mandiri dan berkelompok memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan cara berpikir sistematis, logis, dan berbasis bukti. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan lembar kerja berbasis proyek secara nyata dapat mengembangkan kinerja ilmiah siswa, yang sekaligus membentuk karakter ilmiah yang diperlukan dalam menghadapi tantangan pembelajaran di abad ke-21.

Sebagai acuan dalam menilai mutu cuka limbah kulit semangka hasil fermentasi, digunakan Standar Nasional Indonesia (SNI). Berdasarkan SNI 01-4371-1996 tentang cuka, ditetapkan bahwa kadar asam asetat dalam cuka harus berada minimal 4%. Standar ini penting untuk memastikan bahwa produk cuka yang dihasilkan layak konsumsi, aman, dan memenuhi kualitas yang diharapkan. Standar Nasional Indonesia (SNI) cuka ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar Nasional Indonesia (SNI) Cuka 01-4371-1996.

No.	Test Criteria	Unit	Requirements
1	Keadaan :		
	- Bentuk	-	Cairan Encer
	- Bau	-	Khas Asam Asetat
2	Kadar Asam Asetat	%b/b	Min 4
3	NaCl	%b/b	Min 30
4	Sisa Alkohol	%b/b	Maks 10
5	Padatan Terlarut	%b/b	Maks 1.5
6	Total Gula	%b/b	Min 15
7	Cemaran Logam		
	- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 1
	- Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 5.0
	- Seng (Zn)	mg/kg	Maks 2.0
8	Cemaran Mikroba	koloni/g	Maks 50
9	Cemaran Arsen	mg/g	Maks 0.4

Pada penelitian ini, cuka yang didapatkan disesuaikan hasilnya dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) cuka. Namun pada penelitian ini yang diuji cukup meliputi bentuk, bau, rasa, asam asetat, pH, serta kadar alkohol dari cuka. Berikut karakteristik cuka yang terbuat dari limbah kulit semangka yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik Cuka dari Limbah Kulit Semangka dengan Metode Fermentasi.

No.	Aspek yang dinilai	Variasi Waktu Fermentasi Cuka	
		7 Hari	9 Hari
1	Warna	Putih	Putih
2	Bau/Aroma	Cuka Fermentasi	Cuka Fermentasi
3	Bentuk/Tekstur	Cairan Encer	Cairan Encer
4	pH	2.90	2.73
5	Kadar Asam Asetat	4.2%	5.3%
6	Kadar Sisa Alkohol	0	0

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar asam asetat dalam cuka limbah kulit semangka yang dihasilkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4371-1996 yang mensyaratkan kadar asam asetat minimal 4%.



SIMPULAN

Penerapan lembar kerja berbasis proyek pada pembuatan cuka limbah kulit semangka terbukti efektif dalam meningkatkan aktivitas dan kinerja ilmiah siswa secara signifikan. Rata-rata aktivitas siswa mencapai 91,6 dan nilai kinerja ilmiah siswa sebesar 91,8, keduanya dalam kategori sangat baik. Siswa menunjukkan partisipasi aktif pada setiap tahap pembelajaran dengan rata-rata aktivitas sangat baik, dan kinerja ilmiah yang mencakup merumuskan masalah, melakukan percobaan, hingga mengomunikasikan hasil juga tergolong sangat baik. Selain itu, produk cuka yang dihasilkan memenuhi karakteristik sesuai SNI 01-4371-1996, dengan kadar asam asetat mencapai 5,3%, menunjukkan keberhasilan praktik fermentasi secara ilmiah. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek tidak hanya efektif dalam membangun keterampilan ilmiah, tetapi juga memberikan pengalaman belajar kontekstual dan bermakna bagi siswa.

SARAN

Bagi Pengajar

Diharapkan dapat memanfaatkan lembar kerja berbasis proyek sebagai alternatif strategi pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif peserta didik serta mengembangkan kinerja ilmiah mereka. Namun, dalam pelaksanaannya perlu diberikan arahan yang lebih intensif pada tahap awal, yaitu tahap merumuskan masalah dan menyusun hipotesis, karena masih ditemukan peserta didik yang mengalami kesulitan memahami informasi dari wacana. Selain itu, pengajar sebaiknya melakukan pendampingan yang konsisten selama fermentasi berlangsung untuk memastikan proses berjalan sesuai dengan rancangan.

Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam pengukuran mutu produk secara laboratorium, seperti kadar alkohol sisa atau uji mikrobiologis yang lebih spesifik. Oleh karena itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis karakteristik produk cuka secara lebih komprehensif dengan melibatkan uji laboratorium yang valid dan terstandar. Di samping itu, penelitian ini memerlukan waktu yang cukup panjang, karena harus melalui beberapa tahap proses fermentasi hingga produk cuka terbentuk dengan karakteristik yang diharapkan. Oleh karena itu, disarankan agar peneliti selanjutnya dapat merencanakan waktu penelitian dengan lebih lama dan terstruktur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada semua yang telah memberikan dukungan dan partisipasinya. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan pembelajaran.

DAFTAR RUJUKAN

- Alawiyah, I., & Sopandi, W. (2016). Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa Sekolah Dasar pada Materi Peristiwa Alam. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 16(2), 167-176. <https://doi.org/10.17509/jpp.v16i2.4241>
- Almualimah, V. A., Nafiah, P. B., & Susanti, D. (2024). Calisa (*Cake Kulit*



- Semangka): Pemanfaatan Limbah dalam Inovasi Produk Pangan yang Tinggi Serat, Kalium, dan Antioksidan. *Jurnal Literasi Indonesia(JLI)*, 1(1), 9-17.
- Amalia, U. R., Melati, H. A., & Lestari, I. (2020). Keterampilan Kerja Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP Universitas Tanjungpura Kalimantan Barat. *Orbital : Jurnal Pendidikan Kimia*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v4i2.6538>
- Andayani, N., Nurhayati, D., & Saing, M. D. (2019). Optimalisasi Lama Fermentasi dengan Penambahan Konsentrasi *Acetobacter aceti* pada Pembuatan Cuka Buah Apel *Rhyme Beauty* Menggunakan Alat Fermentor. In *Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian Masyarakat dan Penelitian Pranata Laboratorium* (pp. 313-320). Jember, Indonesia: Politeknik Negeri Jember.
- Anggraini, D. T., Hidayat, S., & Fadillah, E. N. (2019). Analisis Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMA Swasta dengan Akreditasi A di Kecamatan Sukarami dan Kemuning Palembang. *Biology Teaching and Learning*, 1(1), 62-70. <https://doi.org/10.35580/btl.v1i1.7529>
- Emda, A. (2017). Laboratorium sebagai Sarana Pembelajaran Kimia dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Keterampilan Kerja Ilmiah. *Lantanida Journal*, 5(1), 83-91. <https://doi.org/10.22373/lj.v5i1.2061>
- Febriani, D. R., & Azizati, Z. (2018). Pembuatan Cuka Alami Buah Salak dan Pisang Kepok Beserta Kulitnya: Teknik Fermentasi. *Walisongo Journal of Chemistry*, 1(2), 72-77. <https://doi.org/10.21580/wjc.v2i2.3105>
- Guiné, R. P. F., Barroca, M. J., Coldea, T. E., Bartkiene, E., & Anjos, O. (2021). Apple Fermented Products: An Overview of Technology, Properties and Health Effects. *Processes*, 9(2), 1-25. <https://doi.org/10.3390/pr9020223>
- Hamzah, R. A., Mesra, R., Karo, K. B., Alifah, N., Hartini, A., Agusta, H. T. G. P., Yusuf, F. M., Subroto, D. E., Febriyanti, F., Laila, L., Lisarani, V., Ramadhani, M. I., Larekeng, S. H., Tunnoor, S., Bayu, R., & Pinasti, T. (2023). *Strategi Pembelajaran Abad 21*. Medan: PT. Mifandi Mandiri Digital.
- Harso, A., & Fernandez, A. A. (2019). Peningkatan Pemahaman Konsep IPA dan Kinerja Ilmiah Siswa SMP melalui Pendekatan Saintifik Berbasis Eksperimen. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 6(2), 146-156. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3551661>
- Hidayah, N., Kasmiyatun, M., & Purwaningtyas, E. F. (2020). Pengambilan Pektin dari Kulit Bagian Dalam (*Albedo*) Semangka dengan Proses Ekstraksi. *Chemtag : Journal of Chemical Engineering*, 1(2), 57-68. <https://doi.org/10.56444/cjce.v1i2.1771>
- Irhamni, I., Diana, D., Saudah, S., Ernilasari, E., Suzanni, M. A., Mulyati, D., & Hakim, L. (2019). Fermentasi Limbah Kulit Durian Menjadi Cuka Organik dengan Menggunakan *Acetobacter aceti*. *Elkawnie*, 5(1), 16-29. <https://doi.org/10.22373/ekw.v5i1.3902>
- Laurentiis, V. D., Corrado, S., & Sala, S. (2018). Quantifying Household Waste of Fresh Fruit and Vegetables in the EU. *Waste Management*, 77(1), 238-251. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.001>



- Mursali, S., & Safnowandi, S. (2016). Pengembangan LKM Biologi Dasar Berorientasi Pembelajaran Inkuiri untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 4(2), 56-62. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v4i2.218>
- Muslimah, M. (2020). Pentingnya LKPD pada Pendekatan *Scientific* Pembelajaran Matematika. In *Proceedings of Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series* (pp. 1471-1479). Surakarta, Indonesia: Universitas Sebelas Maret.
- Naully, P. G., Nursidika, P., Kania, P. P., Rachmawati, F., & Gunawan, T. (2023). Penerapan Teknologi Fermentasi Cuka Kulit Semangka untuk Mengatasi Permasalahan Limbah dan Kesehatan di Wilayah Pasar Induk Caringin. *Wikrama Parahita : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 21-26. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v7i1.5405>
- Ningsih, W., Kamaludin, M., & Alfian, R. (2021). Hubungan Media Pembelajaran dengan Peningkatan Motivasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran PAI di SMP IPTEK Sengkol Tangerang Selatan. *Tarbawi : Pendidikan Agama Islam*, 6(1), 77-92. <https://doi.org/10.26618/jtw.v6i01.4452>
- Nisa, A. Z., Stiyowati, E., Maskanah, M., & Nofan, M. (2025). Urgensi Apersepsi dalam Mengasah *Critical Thinking* Siswa SD Bermuatan Profil Pelajar Pancasila. *Jurnal Bima : Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan Bahasa dan Sastra*, 3(1), 199-210. <https://doi.org/10.61132/bima.v3i1.1548>
- OECD. (2018). *PISA 2018 Results (Vol. I): What Students Know and Can Do*. Paris: OECD Publishing.
- Prasiska, E., Wardhani, R. R. A. A. K., Akhyar, O., & Fauzi, Z. (2022). Pelatihan Pemanfaatan Kulit Bagian Dalam Semangka (*Citrullus lanatus*) sebagai Bahan Dasar Pembuatan Selai. In *Prosiding Pengabdian Kepada Masyarakat Dosen UNISKA MAB* (pp. 119-125). Banjarmasin, Indonesia: Universitas Islam Kalimantan MAB.
- Rasmawan, R. (2017). Profil Keterampilan Kerja Ilmiah dan Berpikir Kritis Siswa SMA di Kalimantan Barat. *Edusains*, 9(1), 60-70. <https://doi.org/10.15408/es.v9i1.4417>
- Rifai, A. S., Utomo, S. B., & Indriyanti, N. Y. (2021). Penerapan Model *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Kreativitas dan Prestasi Belajar Siswa pada Materi Pokok Termokimia Kelas XI IIS SMA Negeri 5 Surakarta. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 10(2), 123-129. <https://doi.org/10.20961/jpkim.v10i2.41379>
- Rokhimawan, M. A. (2018). Pengembangan LKM Berbasis Keterampilan Proses Sains pada Mata Kuliah Pembelajaran IPA MI 1. *Al-Bidayah : Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 8(1), 1-12. <https://doi.org/10.14421/al-bidayah.v8i1.9074>
- Sahara, R. I., Windayani, N., & Helsy, I. (2021). Development of Project Based Worksheets on the Making of Facial Toners from Citrus Aurantifolia Peel. *Jurnal Tadris Kimiya*, 2(2), 236-250.
- Sirait, S., Solihat, I., & Aini, A. N. (2023). Karakteristik Fisikokimia, Organoleptik dan Kandungan Gizi Selai Albedo Semangka yang Ditambahkan Buah Kersen. *Agrointek*, 17(2), 466-473.



Panthera : Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan

E-ISSN 2808-246X; P-ISSN 2808-3636

Volume 5, Issue 3, July 2025; Page, 628-641

Email: pantherajurnal@gmail.com

<https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i2.15510>

- Wulandari, F. E. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Melatihkan Keterampilan Proses Mahasiswa. *Pedagogia : Jurnal Pendidikan*, 5(2), 247-254. <https://doi.org/10.21070/pedagogia.v5i2.257>
- Yusmar, F., & Fadilah, R. E. (2023). Analisis Rendahnya Literasi Sains Peserta Didik Indonesia: Hasil Pisa dan Faktor Penyebab. *Lentera Sains : Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 11-19. <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.283>