

E-LKPD Berbasis CCL Materi Perpindahan Kalor Pada Mesin Pembuatan Gula Pasir Di Pembelajaran Fisika SMA

The E-LKPD Based on CCL on The Subject of Heat Transfer on a Sugar Making Machine in High School Physics Learning

Devita Syafa Adisti Putri¹, Sri Astutik^{2*}, Firdha Kusuma Ayu Anggraeni³

^{1,2,3}Pendidikan Fisika, Universitas Jember, Jember, Indonesia

Email: tika.fkip@unej.ac.id

ABSTRAK

Fisika sebagai materi pelajaran melibatkan pemahaman konsep dan aplikasi matematika yang seringkali menjadi suatu tantangan bagi peserta didik, contohnya konsep perpindahan kalor. Untuk memberikan pengalaman belajar yang berkesan dan menarik, maka konteks rancangan e-LKPD dapat diambil dari kehidupan sehari-hari, seperti proses pembuatan gula pasir pada pabrik gula. Proses tersebut melibatkan konsep perpindahan kalor, misalnya tahapan penguapan dan pengkristalan nira. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis validitas rancangan dan respon peserta didik terhadap rancangan e-LKPD. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan model *ADDIE* dan terbatas sampai pada tahapan pengembangan. Pengumpulan data melibatkan studi literatur, observasi, wawancara, angket, dan dokumentasi. Hasil validasi memperoleh nilai persentase rata-rata sebesar 87,33%, dengan kategori sangat layak dan respon peserta didik menunjukkan tingkat ketertarikan yang tinggi, dengan nilai persentase sebesar 83%. Dengan demikian, e-LKPD berbasis *collaborative creativity learning (CCL)* pokok bahasan perpindahan kalor pada mesin pembuatan gula pasir dapat dianggap layak dan dapat diimplementasikan secara efektif kepada peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

Kata Kunci: *Collaborative Creativity, e-LKPD, Mesin Pembuatan Gula Pasir, Perpindahan Kalor*

ABSTRACT

Physics as a subject matter involves understanding concepts and mathematical applications that are often a challenge for students, for example the concept of heat transfer. To provide a memorable and interesting learning experience, the context of the e-LKPD design can be taken from everyday life, such as the process of making granulated sugar in a sugar factory. The process involves the concept of heat transfer, for example the stages of evaporation and crystallisation of neera. The purpose of this study was to analyse the validity of the design and learners' responses to the e-LKPD design. This type of research is development research with the *ADDIE* model and is limited to the development stage. Data collection involved literature study, observation, interviews, questionnaires, and documentation. The validation results obtained an average percentage value of 87.33%, with a very feasible category and learner responses showed a high level of interest, with a percentage value of 83%. Thus, e-LKPD based on *collaborative creativity learning (CCL)* on the subject of heat transfer in sugar making machines can be considered feasible and can be implemented effectively to students in learning activities.

Keyword: *Collaborative Creativity, e-LKPD, Heat Transfer, Sugar Making Machines*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan studi tentang pengetahuan alam yang mempelajari tentang fenomena alam dan teknologi di kehidupan sehari-hari (Wulandari *et al.*, 2019; Astiti dan Yusuf, 2018). Sebagai materi pelajaran, fisika melibatkan beragam topik dan konsep yang

berkaitan dengan alam beserta fenomena yang terjadi di dalamnya. Tujuan dari pembelajaran fisika adalah untuk memberikan peserta didik pengetahuan, pemahaman, serta keterampilan yang diperlukan dalam pengembangan iptek (Liliana *et al.*, 2018). Selain itu, pembelajaran fisika juga membantu dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan kreatif

bagi peserta didik. Beberapa materi fisika terkesan sulit atau tidak dapat dilihat secara langsung dalam kehidupan sehari-hari (Astuti, 2019). Salah satu materi fisika SMA yang masih terjadi miskonsepsi yaitu perpindahan kalor. Diketahui bahwa peserta didik lebih cenderung menghafal rumus matematis daripada penguatan konsep fisika, tidak dapat mengkonstruksi konsep perpindahan kalor secara lengkap dan utuh, serta kurangnya pengalaman langsung terkait konsep suhu dan kalor (Simanungkalit *et al.*, 2015; Wulandari *et al.*, 2019; Kapul *et al.*, 2023). Hal tersebut mengakibatkan peserta didik cenderung mengalami kesalahan saat mengerjakan soal yang menggunakan pendekatan konsep dan kurang memahami materi dengan baik.

LKPD didefinisikan sebagai lembar kerja yang digunakan peserta didik untuk membantu memahami materi pelajaran melalui serangkaian tugas, latihan, dan aktivitas terstruktur. Terdapat enam unsur dan format dalam menyusun LKPD, diantaranya yaitu judul, petunjuk belajar, komponen yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas atau langkah kerja, dan penilaian (Nana, 2022). Kemajuan teknologi memiliki berpengaruh pada perkembangan inovasi bahan ajar dalam bentuk elektronik seperti elektronik lembar kerja peserta didik (e-LKPD) (Trisnani *et al.*, 2021). E-LKPD memberikan fleksibilitas dan interaktivitas dalam kegiatan pembelajaran. E-LKPD dapat diakses secara *online* melalui perangkat seperti komputer, laptop, dan *smartphone*. Pengembangan e-LKPD juga dapat menjadikan kegiatan pembelajaran menjadi lebih interaktif (Sa'diah *et al.*, 2022).

Pada pembelajaran, model *collaborative creativity learning (CCL)* merupakan cara yang inovatif dalam memperkuat proses pembelajaran yang interaktif dan kolaboratif. Potensi dan keseimbangan partisipasi dalam kreativitas kolaboratif memiliki pengaruh dalam meningkatkan kontribusi kreativitas ilmiah dan proses sosial (Astutik *et al.*, 2019; Astutik *et al.*,

2020). Model ini menggabungkan unsur kolaborasi dan kreativitas dalam proses pembelajaran. E-LKPD dengan model ini menyajikan permasalahan yang didiskusikan secara berkelompok, setiap individu menggali ide kreatifnya dan dihasilkan solusi melalui penemuan ide baru yang digabungkan menjadi ide kelompok (Puspitaningrum *et al.*, 2018). Model *CCL* memiliki lima tahapan yang terdiri dari: (1) identifikasi masalah, (2) eksplorasi ide kreatif, (3) kolaborasi kreativitas, (4) elaborasi ide kreatif, dan (5) evaluasi proses dan hasil kreativitas sains (Astutik dan Prahani, 2018). E-LKPD ini dapat dibuat sesuai dengan sintaks atau tahapan model *CCL* dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

Rancangan e-LKPD dapat disesuaikan dengan konteks kehidupan nyata agar peserta didik mendapatkan pengalaman belajar menjadi berkesan dan menarik. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah mengangkat potensi lokal yang dimiliki oleh daerah Jember, yaitu potensi lokal perkebunan tebu yang besar. Di daerah Jember, terdapat beberapa pabrik gula yang masih beroperasi. Proses produksi gula pasir di pabrik gula, yang dapat dijadikan contoh penerapan fisika tentang perpindahan kalor di kehidupan sehari-hari pada pembelajaran fisika di SMA. Proses pembuatan gula pasir di pabrik gula yang melibatkan peristiwa perpindahan kalor terjadi pada tahap penguapan nira dan tahap kristalisasi. Pada tahap penguapan nira, terdapat mesin yang digunakan untuk menguapkan air nira tebu, yaitu mesin evaporator.

Evaporator merupakan unit proses pemisahan yang berfungsi untuk menghilangkan sebagian kadar air sehingga nira menjadi kental sebelum melalui tahapan pengolahan selanjutnya (Waziroh *et al.*, 2017; Hidayat dan Jannati, 2021). Di dalam mesin ini, perpindahan kalor yang terjadi yaitu secara konduksi dan konveksi. Konduksi berlangsung terjadi pada permukaan luar pipa pemanas menuju ke permukaan dalam pipa pemanas (Wijaya *et al.*, 2019). Hal tersebut

mengakibatkan terjadinya pemanasan air nira tebu di bagian bawah dan konduksi menyebabkan panas menjalar ke bagian atas, sehingga partikel air nira tebu menerima panas dan partikel bergerak lebih cepat sehingga air menguap. Pada tahap ini, kadar air yang ada pada air nira tebu menjadi berkurang dan dihasilkan nira tebu yang pekat.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian pengembangan (*R&D*) dengan model pengembangan *ADDIE*. Model ini memiliki lima tahapan, meliputi tahapan analisis, tahapan desain, tahapan pengembangan, tahapan implementasi, dan tahapan evaluasi (Sari *et al.*, 2019). Proses pengembangan ini melibatkan serangkaian pengujian oleh tim ahli, subyek penelitian, percobaan skala terbatas maupun skala luas dan perbaikan agar produk yang dihasilkan sesuai standar kriteria layak (Cahyadi, 2019). Pada penelitian ini, tahapan yang diterapkan terbatas sampai pada tahap pengembangan, yaitu berupa uji validasi rancangan e-LKPD. Penelitian dilakukan di Pabrik Gula Semboro dan SMA Negeri 2 Tanggul pada tahun pelajaran 2023/2024. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan cara seperti studi literatur, observasi, wawancara, angket, dan dokumentasi.

Analisis data dilakukan dengan cara mengukur hasil validasi dan respon peserta didik untuk mengetahui tingkat kevalidan dan ketertarikan rancangan e-LKPD tersebut. Pengukuran hasil penilaian validator menggunakan Persamaan (1).

$$V = \frac{X}{Y} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

V : nilai validasi

X : perolehan skor

Y : skor maksimum

(Rahayu dan Festiyed, 2019)

Adapun skala penilaian validasi e-LKPD dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Penilaian Validasi e-LKPD

Interval Nilai	Kriteria
81%-100%	Sangat layak
61%-80%	Layak
41%-60%	Cukup layak
21%-40%	Kurang layak
0%-20%	Tidak layak

Sumber: Arikunto, 2010

Pengukuran hasil penilaian peserta didik menggunakan Persamaan (2).

$$P = \frac{f}{n} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

P : persentase respon peserta didik

f : frekuensi dari setiap jawaban angket

n : jumlah responden

(Malik, 2018)

Adapun skala penilaian validasi e-LKPD dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Skala Penilaian Validasi e-LKPD

Interval Nilai	Kriteria
81%-100%	Sangat tertarik
61%-80%	Tertarik
41%-60%	Cukup tertarik
21%-40%	Kurang tertarik
0%-20%	Tidak tertarik

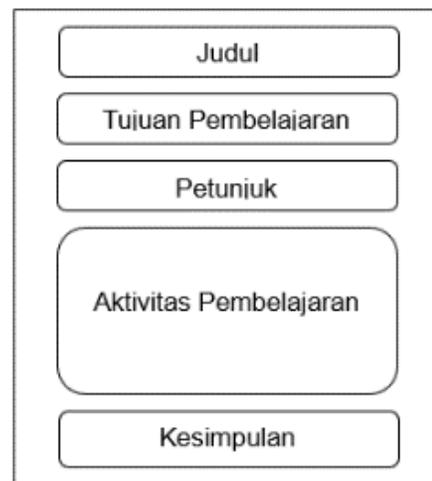
Sumber: Arikunto, 2010

HASIL DAN PEMBAHASAN

E-LKPD berbasis *collaborative creativity learning (CCL)* pokok bahasan perpindahan kalor pada mesin pembuatan gula pasir merupakan perangkat pembelajaran yang dirancang dengan mengadopsi konsep fisika perpindahan kalor pada proses pembuatan gula pasir di pabrik gula. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menggunakan model pengembangan *ADDIE*. Pada penelitian ini, model pengembangan dimodifikasi hanya sampai pada tahap pengembangan, berupa uji validasi rancangan e-LKPD.

Tahap pertama yang dilakukan peneliti yaitu menganalisis masalah melalui peninjauan literatur dan wawancara kepada guru fisika. Hasil analisis menunjukkan peserta didik menghadapi kesulitan dalam pemahaman materi perpindahan kalor. Kendala tersebut disebabkan oleh kurangnya kaitan antara konsep perpindahan kalor dengan kehidupan sehari-hari serta kesulitan dalam mengonseptualisasikan perpindahan kalor secara konkret sehingga dapat membuat pemahaman menjadi sulit.

Tahap kedua yaitu desain, rancangan awal e-LKPD meliputi judul, tujuan pembelajaran, instruksi penggunaan, kegiatan pembelajaran, serta ringkasan atau simpulan. Rancangan awal berperan sebagai panduan struktural dalam pengembangan e-LKPD yang efisien dan mendukung proses pembelajaran. Berikut ini rancangan awal e-LKPD yang akan dibuat.

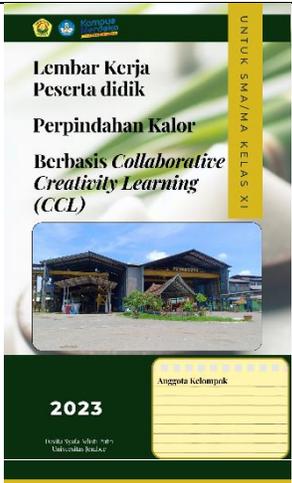
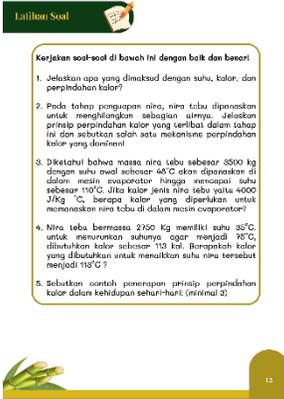


Gambar 1. Rancangan Awal E-LKPD

Kemudian, peneliti memulai proses pengumpulan informasi yang diperoleh dari studi literatur mengenai perpindahan kalor, observasi, wawancara, dan dokumentasi sebagai bahan atau isi konten e-LKPD. Setelah mengumpulkan informasi terkait materi konten, langkah berikutnya adalah peneliti mulai membuat e-LKPD berdasarkan rancangan awal yang telah disiapkan.

Tahap ketiga yaitu tahap pengembangan, E-LKPD yang telah dirancang akan diuji validitasnya. Validasi dilakukan untuk mengukur kelayakan e-LKPD dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, sehingga e-LKPD dapat digunakan dalam pembelajaran. Berikut ini tampilan e-LKPD berbasis *collaborative creativity learning (CCL)* pokok bahasan perpindahan kalor pada mesin pembuatan gula pasir. disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tampilan e-LKPD

Tampilan	Keterangan	Tampilan	Keterangan
	<p>Cover e-LKPD</p> <p>Halaman pertama dari e-LKPD yang berisi informasi tentang e-LKPD, seperti judul, nama pengarang, tahun pembuatan, identitas peserta didik, dan gambar.</p>		<p>Halaman Ringkasan Materi</p> <p>Berisi ringkasan materi yang dapat membantu mengonsep dalam pikiran peserta didik sebelum mereka terlibat dalam aktivitas lebih lanjut.</p>
	<p>Halaman Daftar Isi</p> <p>Halaman ini berisi informasi tentang judul bagian yang ada di dalam e-LKPD dan dilengkapi dengan nomor halaman yang menunjukkan lokasi tepat dari isi e-LKPD.</p>		<p>Halaman Aktivitas Peserta Didik</p> <p>Berisi ilustrasi permasalahan dan tahapan kegiatan berbasis collaborative learning (CCL) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif, bekerja sama, pemecahan masalah, dan berpikir kritis peserta didik.</p>
	<p>Halaman Capaian Pembelajaran</p> <p>Halaman ini berisi tentang kompetensi pembelajaran (pengetahuan, keterampilan, dan sikap) yang harus dicapai oleh peserta didik di tiap fase.</p>		<p>Halaman Latihan Soal</p> <p>Berisi latihan soal untuk membantu memperdalam pemahaman peserta didik terhadap materi</p>

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik mampu menganalisis konsep suhu dan kalor.
2. Peserta didik mampu menganalisis konsep perpindahan kalor dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Petunjuk Penguasaan

1. Baca instruksi yang ada pada e-LKPD dengan cermat.
2. Lakukan setiap perintah pengerjaan yang ada pada e-LKPD dengan baik.
3. Kerjakan dengan gembira dan penuh tanggung jawab.
4. Jangan ragu untuk bertanya apabila belum paham.

Selamat Mengerjakan

Pengantar

Pabrik Gula Semboro merupakan salah satu pabrik gula di bawah naungan PT "Sinergi" Gula Nusantara yang masih aktif di daerah Jember. Pabrik ini terdiri atas tahun 1971 oleh HVA (Kendala) Verveninging Alensiedens. Pabrik ini memiliki kapasitas giling sebesar 6.350 TCD (Ton Gula per Day) dan menghasilkan gula kristal putih 1 (GKP 1) sebanyak 50 kg dan 1 kg.

Proses pembuatan gula di Pabrik Gula Semboro terdiri dari beberapa tahapan diantaranya yaitu persiapan (persiapan dan penimbangan tebu), pengaliran tebu ke mesin, pemurnian (mengalirkan tebu ke mesin), pengaliran tebu ke mesin, dan pengristalan (mengalir ke mesin). Proses ini melibatkan konsep fisika, salah satunya yaitu perpindahan kalor. Konsep perpindahan kalor ini dapat ditemukan pada kegiatan pengaliran dan pengristalan tebu.

Halaman Tujuan Pembelajaran dan Petunjuk Penggunaan

Kolom tujuan pembelajaran berisi tujuan yang diharapkan atau diinginkan setelah mempelajari e-LKPD. Sedangkan kolom petunjuk penggunaan yang berisi tata cara penggunaan e-LKPD.

Halaman Pengantar

Berisi tentang konteks atau latar belakang terkait materi pembelajaran yang akan dibahas dalam e-LKPD untuk membantu peserta didik mengaitkan materi pembelajaran dengan pengalaman atau situasi dalam kehidupan sehari-hari.

Daftar Pustaka

Giancoli, D. (2013). *Physics: Principles with Applications*. 7th Edition, London: Pearson.

Halliday, D., Resnick, R., dan Walker, J. (2010). *Fundamentals of Physics*. Extended edition, New Jersey: Wiley.

Halaman Daftar Pustaka

Halaman ini berisikan referensi yang digunakan dalam penyusunan e-LKPD.

Sumber: Data primer, 2024

Validasi dilakukan oleh tim validator (ahli media, ahli materi, dan praktisi pembelajaran).

Hasil validasi yang didapatkan dari ahli media disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek Penilaian	Skala Penilaian				
	1	2	3	4	5
Tampilan (Visual)					
Desain cover e-LKPD menarik				✓	
Proporsi warna sesuai				✓	
Bentuk font tulisan dalam e-LKPD mudah dibaca					✓
Ukuran huruf yang digunakan dalam e-LKPD mudah dibaca					✓
Pengaturan ruang/tata letak				✓	
Penggunaannya mudah dan fleksibel				✓	
Bahasa dan Gambar					
Penggunaan kalimat yang tepat					✓

Ukuran gambar/ilustrasi dalam isi e-LKPD sesuai (proporsional)	✓
Tampilan gambar yang digunakan jelas dan menarik	✓

Kesesuaian gambar dengan materi						✓
Jumlah Frekuensi	0	0	0	8	2	
Jumlah Skor	0	0	0	32	10	
Total Jumlah Skor	42					
Nilai Validasi (persentase)	84%					
Kriteria	Sangat layak					

Sumber: Data primer, 2024

Penilaian validasi oleh ahli media ditinjau dari dua aspek yang diantaranya yaitu aspek tampilan (visual) serta aspek bahasa dan gambar. Pada aspek tampilan (visual), e-LKPD dinilai memiliki desain cover yang menarik, keseimbangan warna yang baik, font yang mudah dibaca, tata letak yang teratur, dan kemudahan serta fleksibilitas

penggunaan. Sementara itu, dari segi bahasa dan gambar, e-LKPD juga dinilai baik dalam penggunaan kalimat dan gambar. Hasil validasi media memperoleh nilai sebesar 84% dengan kriteria sangat layak.

Validasi materi dilakukan oleh dosen ahli. Hasil validasi yang didapatkan dari ahli materi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Skala Penilaian				
	1	2	3	4	5
Isi (Konten)					
Petunjuk penggunaan e-LKPD mudah dipahami					✓
Kesesuaian e-LKPD dengan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan					✓
Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran					✓
E-LKPD pokok bahasan perpindahan kalor pada mesin pembuatan gula pasir merupakan sesuatu yang baru					✓
Penyajian					
Materi yang disajikan sesuai dengan kehidupan sehari-hari					✓
Lembar aktivitas yang disajikan dalam e-LKPD sesuai dengan materi suhu dan kalor					✓
Tugas atau pertanyaan yang disusun dalam e-LKPD sudah sesuai dengan materi					✓
Lembar aktivitas dan pertanyaan yang disajikan jelas dan singkat					✓
Tata Bahasa					
Penulisan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar					✓
Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dimengerti					✓
Jumlah Frekuensi	0	0	0	6	4
Jumlah Skor	0	0	0	24	20

Total Jumlah Skor	44
Nilai Validasi (persentase)	88%
Kriteria	Sangat layak

Sumber: Data primer, 2024

Penilaian validasi oleh ahli materi ditinjau dari beberapa aspek yang diantaranya yaitu aspek isi (konten), aspek penyajian, dan aspek tata bahasa. Aspek isi (konten) meliputi petunjuk penggunaan, kesesuaian e-LKPD dengan capaian dan tujuan pembelajaran, dan keterbaruan e-LKPD. Penilaian dari aspek penyajian meliputi kesesuaian penyajian materi dengan kehidupan sehari-hari serta penyajian lembar aktivitas dan pertanyaan. Sedangkan pada aspek tata bahasa dinilai dari kesesuaian

penulisan dan penggunaan bahasa yang sederhana dan mudah dipahamii. Hasil validasi materi mendapatkan nilai validasi sebesar 88% dengan kriteria sangat layak.

Validasi praktisi pembelajaran dilakukan oleh guru mata pelajaran fisika SMA. Hasil validasi yang didapatkan dari praktisi pembelajaran disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validasi Praktisi Pembelajaran

Aspek Penilaian	Skala Penilaian				
	1	2	3	4	5
Desain					
Desain cover e-LKPD					✓
Bentuk font tulisan dalam e-LKPD mudah dibaca				✓	
Ukuran huruf yang digunakan dalam e-LKPD mudah dibaca				✓	
Kesesuaian gambar dan teks yang digunakan					✓
Tampilan gambar yang digunakan jelas dan menarik				✓	
Isi (Konten)					
Kesesuaian e-LKPD dengan capaian pembelajaran					✓
Kesesuaian e-LKPD dengan tujuan pembelajaran					✓
Petunjuk penggunaan e-LKPD yang disajikan mudah dipahami				✓	
Kebenaran subtansi isi materi				✓	
Penyajian materi suhu dan kalor dalam e-LKPD mudah dipahami				✓	
Materi yang disajikan sesuai dengan kehidupan sehari-hari					✓
Lembar aktivitas yang disajikan dalam e-LKPD sesuai dengan materi suhu dan kalor					✓
Tugas atau pertanyaan yang disusun dalam e-LKPD sudah sesuai dengan materi				✓	
Lembar aktivitas dan pertanyaan yang disajikan jelas dan singkat					✓
E-LKPD pokok bahasan perpindahan kalor pada mesin pembuatan gula pasir merupakan sesuatu yang baru					✓
Tata Bahasa					
Penggunaan bahasa Indonesia sesuai dengan EYD					✓
Penyusunan kalimat dalam e-LKPD mudah dipahami					✓
Bahasa yang digunakan dalam e-LKPD mudah dimengerti				✓	
Istilah kosakata yang digunakan tepat					✓

Bahasa yang digunakan tidak memiliki makna ganda					✓
Jumlah Frekuensi	0	0	0	6	4
Jumlah Skor	0	0	0	24	20
Total Jumlah Skor	90				
Nilai Validasi (persentase)	90%				
Kriteria	Sangat Layak				

Sumber: Data primer, 2024

Penilaian validasi oleh praktisi pembelajaran ditinjau dari aspek desain, aspek isi (konten), dan aspek tata bahasa. Pada aspek desain, penilaian mencakup elemen-elemen seperti desain cover, bentuk dan ukuran font yang digunakan, serta tampilan dan kesesuaian gambar dengan teks yang digunakan. Aspek isi meliputi kesesuaian e-LKPD dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan e-LKPD, penyajian dan kebenaran substansi isi materi, relevansi materi dengan kehidupan sehari-hari, penyajian lembar aktivitas dan pertanyaan dalam e-LKPD, serta keterbaruan konten yang diangkat. Sedangkan aspek tata bahasa meliputi penggunaan bahasa dan penyusunan kalimat. Hasil validasi praktisi pembelajaran mendapatkan nilai validasi sebesar 90% dengan kriteria sangat layak.

Untuk mendapatkan nilai rata-rata persentase hasil validasi e-LKPD secara keseluruhan didapatkan dari penjumlahan nilai validasi masing-masing validator kemudian dibagi tiga. Nilai rata-rata ini dapat dijadikan sebagai nilai final validasi dari e-LKPD yang telah dibuat. Berikut ini hasil rata-rata nilai validasi e-LKPD berbasis *collaborative creativity learning* (CCL) pokok bahasan perpindahan kalor pada mesin pembuatan gula pasir disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-Rata Nilai Validasi e-LKPD

Responden	Nilai Validasi (persentase)	Kriteria
Validator Ahli Media	84%	Sangat Layak
Validator Ahli Materi	88%	Sangat Layak

Validator Praktisi Pembelajaran	90%	Sangat Layak
Rata-Rata Nilai Validasi	87,33%	Sangat Layak

Sumber: Data primer, 2024

Setelah melalui proses validasi dan perbaikan, dilakukan percobaan kepada peserta didik dalam skala kecil untuk mengetahui tanggapan mereka terhadap e-LKPD. Peserta didik yang berpartisipasi dalam percobaan ini merupakan peserta didik kelas XI sebanyak 10 anak. Hasil respon peserta didik dapat disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Respon Peserta Didik

No.	Responden	Jumlah skor
1.	JAAZ	39
2.	NFS	38
3.	DNA	41
4.	ND	40
5.	MDDS	44
6.	NFSB	40
7.	ECE	41
8.	S	45
9.	DR	42
10.	DA	45
Total Jumlah Skor		415
Rata-Rata		41,5
Nilai Validasi (persentase)		83%
Kriteria		Sangat Tertarik

Sumber: Data primer, 2024

Hasil respon peserta didik memperoleh nilai persentase sebesar 83%. Hal ini menandakan bahwa peserta didik sangat tertarik dengan e-LKPD berbasis *collaborative creativity learning*

(CCL) pokok bahasan perpindahan kalor pada mesin pembuatan gula pasir yang telah digunakan pada saat proses pembelajaran.

Berdasarkan pembahasan tersebut, e-LKPD berbasis *collaborative creativity learning* (CCL) pokok bahasan perpindahan kalor pada mesin pembuatan gula pasir dianggap valid dan dapat diimplementasikan dalam pembelajaran. Hasil validasi yang didapatkan dari tim validator menunjukkan bahwa e-LKPD yang telah dibuat mendapatkan kriteria sangat layak dengan perolehan nilai persentase rata-rata sebesar 87,33%. Menurut Kosasih (2021:39) LKPD dapat dinyatakan valid jika memenuhi kriteria sebagai berikut: (1) bertujuan sesuai dengan kompetensi dasar dan indikator pembelajaran, mencakup proses dan keterampilan yang akan diperoleh peserta didik, serta memberikan penekanan pada kegiatan-kegiatan yang signifikan; (2) tata letak mampu menunjukkan urutan kegiatan secara logis dan sistematis, memberikan gambaran yang jelas tentang bagian-bagian yang telah ditempuh peserta didik dari awal hingga akhir, dan memiliki desain yang menarik dan estetis; (3) susunan kalimat dan pilihan kata-katanya sederhana, mudah dimengerti, singkat dan jelas; serta (4) gambar atau ilustrasi yang disertakan mendukung pemahaman peserta didik, memberikan panduan untuk membantu peserta didik dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis. Selain itu, e-LKPD berbasis *collaborative creativity learning* (CCL) pokok bahasan perpindahan kalor pada mesin pembuatan gula pasir juga mendapat tanggapan yang positif dari peserta didik karena ketertarikan mereka terhadap e-LKPD sangat tinggi, dengan hasil respon sebesar 83%. Hal tersebut dikarenakan LKPD yang terintegrasi potensi lokal efektif meningkatkan minat belajar dan menarik perhatian peserta didik (Fuadati dan Wilujeng, 2019). Dengan demikian, e-LKPD dapat dijadikan solusi dalam meningkatkan pemahaman kemampuan konsep IPA terpadu berbasis pengolahan tebu (Nuraini *et al.*, 2022).

KESIMPULAN

Hasil validasi e-LKPD berbasis *collaborative creativity learning* (CCL) mendapatkan penilaian dari validator ahli media sebesar 84%, validator ahli memberikan penilaian sebesar 88%, dan praktisi pembelajaran memberikan penilaian sebesar 90%. Oleh karena itu, rata-rata persentase nilai validasi mencapai 87,33% dengan kriteria sangat layak. Sementara itu, respon siswa menunjukkan nilai persentase sebesar 83% dengan kriteria sangat tertarik. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa e-LKPD mampu membantu peserta didik belajar secara kolaboratif dan kreatif, serta memahami materi fisika konsep perpindahan kalor dengan mudah. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa e-LKPD berbasis *collaborative creativity learning* (CCL) pada topik perpindahan kalor pada mesin pembuatan gula pasir dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran di kelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2010). *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Astiti, K. A., dan Yusuf, Y. H. M. (2018). Pengaruh Penggunaan Bahan Ajar Berbasis Kontekstual Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Siswa Materi Suhu Dan Kalor. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(3), 185–192. <https://doi.org/10.35508/fisa.v3i3.625>
- Astiti, K. A. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Fisika SMA Berbasis Kontekstual Pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 3(1), 29–34.
- Astutik, S., dan Prahani, B. K. (2018). Developing Teaching Material for Physics Based on Collaborative Creativity Learning (CCL) Model to Improve Scientific Creativity of Junior High School Students. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*,

- 8(2), 91.
<https://doi.org/10.26740/jpfa.v8n2.p91-105>.
- Astutik, S. dan Wicaksono, I. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Collaborative Creativity (CC) Terhadap Kemampuan Literasi Energi Pada Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 8(2), 87–93. <https://doi.org/10.19184/jpf.v8i2.11669>.
- Astutik, S., Susantini, E., Madlazim, Nur, M., dan Supeno. (2020). The Effectiveness of Collaborative Creativity Learning Models (CCL) on Secondary Schools Scientific Creativity Skills. *International Journal of Instruction*, 13(3), 525–238. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13336a>.
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42. <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>.
- Fuadati, M., dan Wilujeng, I. (2019). Web-Lembar Kerja Peserta Didik IPA Terintegrasi Potensi Lokal Pabrik Gula untuk Meningkatkan Rasa Ingin Tahu Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 98–108. <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.24543>.
- Hidayat, F. R. H., dan Jannati, E. D. (2021). Analysis of Liquid Creation Process in Sugar Factory Evaporator Station. *Seminar Teknologi Majalengka (STIMA)*, 5, 317–322. <https://doi.org/10.31949/STIMA.V5I0.444>
- Kapul, M., Lantik, V., dan Astiti, K. A. (2023). Analisis Miskonsepsi Siswa dan Alternatif Remediasinya Pada Konsep Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 13(1), 17–23.
- Kosasih, E. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Liliana, R. A., Yunus, M., dan Johansyah. (2018). Peningkatan hasil belajar siswa melalui model inkuiri dengan keterampilan proses sains di kelas X SMA Negeri 13 Samarinda. *Seminar Nasional Fisika (Snf)* 2018, 143–150.
- Malik, A. (2018). *Pengantar Statistika Pendidikan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Nana. (2022). *Pengembangan Bahan Ajar Pendidikan Fisika Berbasis Model Pembelajaran POE2WE*. Klaten: Penerbit Lakeisha.
- Nuraini, L., Supeno, S., Sudarti, S., Astutik, S., dan Royani, S. N. M. (2022). Analisis Kemampuan Penguasaan Konsep Ipa Terpadu Dan Kepedulian Lingkungan Mahasiswa Melalui Penggunaan Bahan Ajar Pengolahan Tebu Sebagai Energi Terbarukan. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(1), 15–22. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.1.15-22>.
- Puspitaningrum, H. Z., Astutik, S., & Supeno, S. (2018). Lembar Kerja Siswa Berbasis Collaborative Creativity Untuk Melatihkan Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa SMA. *Prosiding Seminar Nasional Quantum*, 25, 159–164.
- Rahayu, C., dan Festiyed. (2019). Validitas Perangkat Pembelajaran Fisika SMA Berbasis Model Pembelajaran Generatif Dengan Pendekatan Open-Ended Problem Untuk Menstimulus Keterampilan Beroikir Kristis Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 1–6.
- Sa'diah, N., Suherman, A., dan Septiyanto, R. F. (2022). Pengembangan e-LKPD Berbasis CTL untuk Meningkatkan Sciences Process Skill pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 6(1), 84–93. <https://doi.org/10.24036/jep/vol6-iss1/672>.
- Sari, I. P., Samiha, Y. T., Habisukan, U. H., Wigati, I., dan Hapida, Y. (2019). Review : Pengembangan Bahan Ajat Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD)

menggunakan Model ADDIE. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* 2019, 68–75.

Simanungkalit, R. Y., Djudin, T., dan Haratua TMS. (2015). Penerapan Guided Discovery Berbantuan LKS Untuk Meremediasi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Perpindahan Kalor Di SMA. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(11).

Trisnani, K. D., Subiki, S., dan Astutik, S. (2021). Pengembangan Bahan Ajar E-Lkpd Berbasis Pengeringan Ikan Asin Pada Materi Suhu Dan Kalor Fisika Sma. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(4), 143. <https://doi.org/10.19184/jpf.v10i4.28192>.

Waziroh, E., Ali, D.Y., dan Istianah, N. (2017). *Proses Termal pada Pengolahan Pangan*. Malang: UB Press.

Wulandari, F., Silitonga, H. T. M., dan Mahmuda, D. (2019). Miskonsepsi Siswa Tentang Suhu Dan Kalor Menggunakan Test Diagnostis Di Sma Negeri 1 Sejangkung. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

Wijaya, R., Hariono, B., dan Fk, W. (2019). Analysis of Heat Transfer Evaporation Process for Making Ants Sugar Made From Fresh Raw Neera. *Proceedings of The Second International on Food and Agriculture*, 2, 426–435