

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *ENGINEERING DESIGN*
PROCESS PEMANFAATAN LIMBAH TEBU SEBAGAI ARANG BRIKET
MATERI ENERGI TERBARUKAN
DI SMA NEGERI 1 TANJUNG RAJA**

SKRIPSI

Oleh

Tata Oktarina

NIM 06111282126042

Program Studi Pendidikan Fisika



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *ENGINEERING DESIGN*
PROCESS PEMANFAATAN LIMBAH TEBU SEBAGAI ARANG
BRIKET MATERI ENERGI TERBARUKAN
DI SMA NEGERI 1 TANJUNG RAJA**

SKRIPSI

oleh

Tata Oktarina

NIM : 06111282126042

Program Studi Pendidikan Fisika

Mengesahkan :

Koordinator Prodi Pendidikan Fisika



**Saparini, S.Pd., M.Pd.
NIP. 198610052015042002**

**Indralaya, Maret 2024
Pembimbing**



**Saparini, S.Pd., M.Pd.
NIP. 193610052015042002**



**Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd.
NIP. 197905222005011005**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tata Oktarina

NIM : 06111282126042

Program Studi : Pendidikan Fisika

menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul **“Pengembangan LKPD Berbasis Engineering Design Process Pemanfaatan Limbah Tebu sebagai Arang Briket Materi ENergi Terbarukan Di SMA Negeri 1 Tanjung Raja”** ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 3 Maret 2025

Yang membuat pernyataan



Tata Oktarina

NIM. 06111282126042

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan akhir skripsi dengan judul “Pengembangan LKPD Berbasis *Engineering Design Process* Pemanfaatan Limbah Tebu sebagai Arang Briket Materi Energi Terbarukan Di SMA Negeri 1 Tanjung Raja” yang disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam penulisan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada pihak yang telah membantu penulis dalam proses penulisan skripsi ini, yaitu:

1. Terima kasih tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta saya yakni Bapak Rusmin dan Ibu Juntaria, yang dengan segala pengorbanan, kerja keras, dukungan, cinta dan kasih sayang serta doa yang mengiringi setiap langkah penulis. Terimakasih telah mengantarkan penulis sampai titik yang tidak mudah ini, karya tulis sederhana ini penulis persembahkan untuk kalian.
2. Adikku tersayang, Anta Maulana. Penulis persembahkan karya tulis ini sebagai bentuk rasa cinta kasih sayang dan tanggung jawab untuk menjadi contoh dan inspirasi. Terima kasih atas doa, dukungan dan celotehannya yang mewarnai setiap perjalanan penulis. Semoga ini dapat menjadi motivasi untuk melangkah lebih jauh lagi.
3. Ibu Saparini, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, memberikan kritik saran dan arahan kepada Penulis dalam penulisan skripsi ini.
4. Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd. selaku *reviewer* sekaligus penguji yang telah memberikan sejumlah saran untuk perbaikan skripsi ini.
5. Dr. Hartono, M.A. selaku Dekan FKIP Unsri, Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, dan Ibu Saparini, S.Pd., M.Pd. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi selama penulisan skripsi ini.

6. Kepada sepupuku Febriyanti, terimakasih untuk semua bantuan, motivasi serta dukungannya selama ini. Serta Ayuk Ti yang menjadi inspirasi penulis untuk bisa sampai dititik ini, terima kasih sudah mau dilibatkan dalam semua proses yang sudah penulis lalui.
7. Kepada keluarga besar penulis, terima kasih atas motivasi, semangat, bantuan, dan doa yang selama ini mengiringi setiap langkah penulis.
8. Sahabatku yang kutemui dibangku perkuliahan, Peni, Dwi Pangesti, Venny Maylen, Devi Ariska Setiyowati dan Aulia' Az-zahra Ramadini. Terima kasih telah membersamai perjalanan penulis selama ini, mendengarkan setiap keluh kesah penulis, dan terima kasih telah mewarnai dunia perkuliahan penulis.
9. Kepada Husna Angel, terima kasih telah membersamai penulis selama 10 tahun atau bahkan lebih. Terima kasih sudah mau turut andil dari mulai penulis SBMPTN hingga penelitian, banyak cerita senang dan sedih yang sudah kita lalui bersama. Semoga kita tetap bisa bersahabat selamanya, masih banyak hal-hal baik yang belum kita temui.
10. Kepada Jasmine Fadilah, Septiyanur Fasuma Putri, Ghea Fandella Desquita dan Surya Julia, terima kasih telah membersamai penulis dari bangku SMA dengan semua cerita senang dan sedih.
11. Seluruh Mahasiswa Pendidikan Fisika yang telah menemani penulis berjuang dari awal.
12. Teruntuk seseorang yang tidak bisa penulis sebutkan namanya, terimakasih untuk semua motivasi, semangat, dan doa yang telah diberikan. Terimakasih sudah mendengarkan keluh kesah serta cerita penulis selama ini.
13. Teruntuk siapapun yang sudah tertulis di *Lauhul Mahfudz*. Terimakasih telah menjadi motivasi penulis dalam memantaskan diri, semoga kita nanti bertemu dalam keadaan baik dan iman yang kuat, *see u*.
14. *Last but not least*, Terimakasih kepada diri saya sendiri Tata Oktaria, yang sudah berani sejauh ini, yang tidak pernah berpikir bisa sampai dititik ini. Terima kasih sudah mau berjuang serta bertanggung jawab dalam menyelesaikan karya tulis ini, meskipun semua ini tidak mudah. Terima kasih karena memilih untuk tidak menyerah.

Terima kasih banyak atas ilmu serta bantuan baik berupa moril ataupun materil yang telah diberikan, semoga ini menjadi ladang pahala bagi kita semua. Sebagai manusia biasa penulis menyadari penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritikan yang membangun. Segala pencapaian ini bukanlah akhir, melainkan langkah baru menuju harapan yang lebih besar.

Besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi siapa saja yang membacanya.

Indralaya, 11 Februari 2025
Yang membuat pernyataan

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tata Oktarina', with a stylized flourish at the end.

Tata Oktarina

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II.....	7
KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Pengembangan.....	7
2.2 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	7
2.2.1 Pengertian Lembar Kerja Peserta Didik(LKPD).....	7
2.2.2 Manfaat dan Tujuan Lembar Kerja Peserta Didik.....	8
2.2.3 Langkah-langkah menyusun LKPD.....	8
2.3 <i>Engineering Design Process</i> (EDP).....	9
2.4 Energi Terbarukan.....	10
2.4.1 Pengertian Energi dan Energi Terbarukan.....	10
2.4.2 Bentuk-Bentuk Energi.....	10
2.4.3 Hukum Kekekalan Energi dan Konversi Energi.....	12
2.4.4 Sumber Energi.....	12
2.4.6 Upaya Pemenuhan Kebutuhan Energi.....	14

2.5	Limbah Tebu Sebagai Arang Briket	15
2.5.1	Limbah Tebu (Blotong)	15
2.5.2	Cangkang Biji Karet.....	15
2.5.3	Minyak Jelantah	15
2.5.4	Molase (Tetes Tebu)	16
2.6	Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis EDP Energi Terbarukan	16
2.7	Penelitian Relevan	17
BAB III METODE PENELITIAN		19
3.1	Metode Penelitian	19
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.3	Subjek Penelitian	24
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.5	Teknik Analisis Data.....	26
BAB IV		30
HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Hasil Pengembangan.....	30
4.1.1.	Tahap Pendefinisian.....	30
4.1.2.	Tahap Perancangan (Design)	35
4.3.1	Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)	39
4.1.3.1.	Validasi Ahli (<i>Expert Appraisal</i>)	39
4.1.3.2.	Uji Angket Respon Guru dan Peserta Didik Terhadap LKPD berbasis EDP (<i>Engineering Design Process</i>)	43
4.2.	Pembahasan Hasil Pengembangan.....	45
4.3.	Keunggulan dan kelemahan Produk	49
BAB V		51
KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2.	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA		52
LAMPIRAN.....		60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sintak Model Pembelajaran <i>Engineering Design Process</i>	10
Gambar 3. 1 Alur Penelitian Model 4-D.....	23

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kisi-Kisi Validator Ahli Materi	25
Tabel 3. 2 Kisi-Kisi Validasi Ahli Desain dan Bahasa	25
Tabel 3. 3 Kisi-Kisi Instrumen Tanggapan Peserta Didik	26
Tabel 3. 4 Kisi-Kisi Instrumen Tanggapan Guru	26
Tabel 3. 5 Kriteria Penskoran	27
Tabel 3. 6 Kategori Nilai Validasi	27
Tabel 3. 7 Kategori Hasil Validasi Ahli	28
Tabel 3. 8 Kategori Nilai Praktikalitas	28
Tabel 3. 9 Kategori Hasil Praktikalitas	29
Tabel 4. 1 Hasil analisis peserta didik	32
Tabel 4. 2 Format Desain LKPD	36
Tabel 4. 3 Rancangan Awal LKPD	38
Tabel 4. 4 Hasil Validasi Ahli Materi	40
Tabel 4. 5 Revisi Validasi Ahli Materi	40
Tabel 4. 6 Hasil Validasi Ahli Desain dan Bahasa	42
Tabel 4. 7 Revisi Ahli Desain dan Bahasa	43
Tabel 4. 8 Hasil Angket respon Guru	44
Tabel 4. 9 Hasil Angket Respon Peserta Didik	44

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD berbasis *Engineering Design Process* Pemanfaatan Limbah Tebu sebagai Arang Briket Materi Energi Terbarukan Di SMA Negeri 1 Tanjung Raja. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*Research and Development*), dengan model yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4-D , yang meliputi tahap pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan uji-coba, namun hanya dibatasi sampai tahap pengembangan. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu wawancara, menyebarkan lembar validasi dan angket kuesioner. Dengan teknik analisis data yaitu analisis angket kebutuhan, uji validitas dan uji praktikalitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan valid dengan skor validitas sebesar 96,8% untuk validasi isi, dan 97,5% pada validasi desain dan bahasa. Untuk hasil uji praktikalitas diperoleh skor kepraktisan 75% dan 97,6% pada uji-coba terbatas, dengan kategori sangat praktis. Berdasarkan hasil uji validitas dan praktikalitas LKPD yang dikembangkan dinyatakan valid dan praktis, sehingga diharapkan dapat menjadi sumber belajar alternatif yang menarik dan layak digunakan.

Kata kunci: *LKPD, Engineering Design Process, Limbah Tebu, Energi Terbarukan, Fisika*

ABSTRACT

This research aims to develop a Student Worksheet (LKPD) based on the Engineering Design Process for the Utilization of Sugarcane Waste as Charcoal Briquettes in Renewable Energy Materials at SMA Negeri 1 Tanjung Raja. The research method used in this study is Research and Development (R&D), employing the 4-D model, which includes the stages of definition, design, development, and testing; however, this study is limited to the development stage. Data collection techniques include interviews, validation sheets, and questionnaires. Data analysis techniques consist of needs analysis, validity tests, and practicality tests. The results of the study indicate that the developed LKPD is valid, with a content validity score of 96.8% and a design and language validity score of 97.5%. The practicality test results show a practicality score of 75% and 97.6% in a limited trial, categorized as highly practical. Based on the validity and practicality test results, the developed LKPD is declared valid and practical, making it a potentially engaging and feasible alternative learning resource.

Keywords: *Worksheet, Engineering Design Process, Sugarcane Waste, Renewable Energy, Physics*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kurikulum di banyak negara selalu berkembang termasuk Indonesia (Wahyudin dkk., 2024). Salah satunya adalah penerapan kurikulum merdeka di Indonesia sebagai bentuk keseriusan Kementerian Pendidikan untuk terus meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia (Fahira dkk., 2022). Guru, dalam kurikulum merdeka memiliki peran yang sangat krusial, beberapa diantaranya yaitu menciptakan pengalaman belajar yang beragam, pembelajaran aktif, serta menyusun bahan ajar (Khasanah & Sumarno, 2019). Dalam menciptakan pengalaman belajar yang beragam, guru dituntut untuk menjadi kreatif serta inovatif, termasuk dalam pembelajaran fisika, sehingga pembelajaran dapat berpusat pada siswa (Hasibuan & Prastowo, 2019). Sesuai dengan tujuan dari pembelajaran fisika yaitu, meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik, serta memberi kesempatan pada peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran (Yusuf dkk., 2020).

Di Sekolah Menengah Atas (SMA), fisika adalah mata pelajaran penting, terutama bagi siswa yang mengambil jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIA). Berbagai masalah dan tantangan sering muncul selama proses pembelajaran fisika. Banyak siswa percaya bahwa fisika sulit dan membosankan karena banyak rumus yang harus dihafal dan juga siswa cenderung bergantung pada guru (Ady, 2022). Selain seringkali dikenal susah, pada pembelajaran fisika yang harusnya banyak melibatkan eksperimen untuk menjelaskan konsepnya, terkadang guru hanya menjelaskan teori lewat *Power point* saja atau bahkan buku yang di sudah disediakan pemerintah. Hal ini menyebabkan siswa kurang tertarik dan tidak mau belajar fisika. Akibatnya, nilai fisika siswa seringkali tidak memenuhi Kriteria Kelulusan Minimum (KKM) (Kurniawati Rahim, 2020).

Salah satu faktor yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa adalah menyediakan perangkat pembelajaran yang sesuai, dalam proses pembelajaran.

Peran bahan ajar merupakan langkah nyata dalam proses transfer informasi, dan penggunaan LKPD yang berfungsi sebagai sarana dalam pendukung guru untuk menyampaikan materi, melalui penciptaan pembelajaran yang menarik dan menyenangkan (Anggreani, 2021). Namun, pada kenyataan pendidikan di lapangan, banyak guru masih menggunakan LKPD konvensional, yaitu LKPD yang tinggal pakai dan tinggal beli instan, yang tidak membutuhkan upaya untuk mendesain, menyiapkan, dan menyusun sendiri, sehingga kurang meningkatkan kompetensi siswa yang seharusnya dapat ditingkatkan seoptimal mungkin (Yanasin dkk., 2023).

Oleh karena itu penggunaan LKPD akan sangat membantu dalam meningkatkan ketertarikan siswa terhadap pembelajaran fisika (Besari & Ratnasari, n.d.). Untuk memenuhi standar kurikulum Merdeka Belajar yang menuntut siswa memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah (Kemendikbudristek BSKAP, 2022). Untuk itu perlu adanya inovasi dalam pengembangan LKPD, salah satunya dengan mengintegrasikan proses rekayasa atau *Engineering Design Process* (EDP). EDP adalah proses merancang suatu sistem, komponen, atau proses untuk memenuhi kebutuhan yang diinginkan. EDP merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan guru untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah pada pembelajaran serta mengenalkan disiplin rekayasa pada siswa (Mangold & Robinson, 2013).

Provinsi Sumatera Selatan, yang kaya akan hasil perkebunan, memiliki keberagaman pemanfaatan perkebunan tebu sebagai bahan baku pembuatan gula. Di Kabupaten Ogan Ilir, terdapat industri perkebunan PTPN 7 Pabrik Gula Cinta Manis yang mengelola dan mengolah tebu menjadi gula. Salah satu masalah yang muncul dari aktivitas ini adalah limbah perasan air tebu berupa ampas tebu. Limbah ini dihasilkan dalam jumlah melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Jika tidak diolah dengan baik, ampas tebu dapat menjadi sampah padat yang mencemari lingkungan. Selama ini, limbah ampas tebu sering dibuang begitu saja atau dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sebagai pupuk tanaman atau media

tumbuh jamur yang biasa dikonsumsi (Adiguna & Wahyudi, 2020). Namun, limbah tebu juga bisa dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan arang briket. Materi energi terbarukan merupakan salah satu topik dalam pembelajaran fisika SMA kurikulum Merdeka kelas X. Biasanya, guru cenderung menjelaskan materi dengan metode ceramah. Padahal, pada topik ini, guru dapat melakukan eksperimen menggunakan limbah sebagai bahan percobaan. Dengan demikian, siswa tidak hanya memahami materi, tetapi juga terlibat langsung dan mengetahui cara mendukung keberlanjutan energi terbarukan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan dua orang guru fisika di SMA Negeri 1 Tanjung Raja, diketahui bahwa sekolah ini telah menerapkan kurikulum Merdeka untuk kelas X sejak tahun ajaran 2022/2023. Pembelajaran biasanya dilakukan dengan metode ceramah dan diskusi. Perangkat pembelajaran yang biasanya digunakan berupa PowerPoint, modul, buku teks, dan LKPD yang bersumber dari internet. Namun, penerapan ini menjadi kurang efektif dan membuat siswa cenderung merasa bosan karena pembelajaran belum melibatkan lingkungan sekitar secara langsung. Beberapa kendala yang dihadapi guru dalam penerapan kurikulum Merdeka adalah sarana dan prasarana yang kurang memadai, seperti hanya tersedianya satu proyektor untuk 25 kelas serta laboratorium fisika yang dialihfungsikan menjadi ruang kelas. Selain itu, siswa kelas X belajar semua mata pelajaran, dan saat kelas XI, mereka akan belajar sesuai dengan cita-cita mereka. Di SMA Negeri 1 Tanjung Raja, banyak siswa bercita-cita menjadi abdi negara dan tidak memiliki keinginan untuk kuliah, atau banyak yang belum tahu profesi apa yang ingin mereka ambil. Akibatnya, saat pembelajaran fisika berlangsung, siswa cenderung kurang semangat.

Selain itu juga berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu siswa di SMA Negeri 1 Tanjung Raja dan angket analisis kebutuhan, pada saat pembelajaran berlangsung guru hanya menjelaskan atau mereka akan presentasi secara berkelompok, di depan kelas kemudian akan didiskusikan secara bersama-sama, namun untuk materi pembelajaran yang perlu dilakukan praktikum hal tersebut tidak pernah dilakukan, dan juga pada materi energi terbarukan mereka hanya di

jelaskan konsepnya saja. Pada pembelajaran Fisika Topik Energi Terbarukan ini, yang biasanya Guru hanya menjelaskan materi di dalam kelas dengan power point atau mencatat dari Buku. Dengan LKPD berbasis *Engineering Design Process* (EDP), Guru bisa mengajak siswa belajar memahami materi sekaligus memanfaatkan limbah, dengan mengolah limbah tebu menjadi arang briket untuk mendukung keberlanjutan energi terbarukan.

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijabarkan mengenai salah satu permasalahan pendidikan yang ada di Indonesia, serta proses pembelajaran di SMA Negeri 1 Tanjung Raja yang hanya menggunakan metode ceramah dan diskusi, dengan perangkat ajar seperti Modul dan Lkpd yang bersumber dari internet. Serta belum melibatkan lingkungan sebagai sarana pembelajaran, seperti pengolahan limbah untuk eksperimen pada materi energi terbarukan, sehingga dapat membuat suasana belajar yang berbeda. Peneliti bermaksud melaksanakan penelitian dengan judul **“Pengembangan LKPD Berbasis *Engineering Design Process* Pemanfaatan Limbah Tebu Materi Energi Terbarukan Di SMA Negeri 1 Tanjung Raja”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang identifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut

1. Bagaimana mengembangkan LKPD berbasis EDP pemanfaatan limbah tebu sebagai arang briket pada materi energi terbarukan yang valid?
2. Bagaimana mengembangkan LKPD berbasis EDP pemanfaatan limbah tebu sebagai arang briket pada materi energi terbarukan yang praktis?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan dapat dirumuskan tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Menghasilkan LKPD berbasis EDP pemanfaatan limbah tebu sebagai arang briket materi energi terbarukan yang valid
2. Menghasilkan LKPD berbasis EDP pemanfaatan limbah tebu sebagai arang briket materi energi terbarukan yang praktis

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Sekolah

LKPD dapat berfungsi sebagai pelengkap bahan ajar yang inovatif dan dapat digunakan pada mata pelajaran fisika di SMA. Hal ini memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas pendidikan di sekolah, meningkatkan minat siswa pada pembelajaran fisika.

2. Bagi Guru

Guru dapat menjadikan LKPD berbasis EDP ini sebagai bahan ajar yang dapat digunakan dalam pembelajaran dan memungkinkan siswa untuk terlibat secara langsung sehingga membantu meningkatkan antusiasme siswa terhadap pembelajaran fisika dan membantu meningkatkan hasil belajar siswa.

3. Bagi Peserta Didik

- a. Dengan LKPD berbasis EDP pemanfaatan limbah tebu pada materi energi terbarukan di SMA akan dapat menciptakan suasana belajar yang berbeda serta menciptakan pembelajaran yang menarik dan inovatif.
- b. Dengan adanya pemanfaatan limbah tebu untuk membuat arang briket, dapat meningkatkan kesadaran peserta didik akan pentingnya pengelolaan limbah serta metode pembuangan limbah yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.
- c. Dengan LKPD berbasis EDP akan membantu peserta didik memahami konsep-konsep energi terbarukan, Mereka akan belajar cara menemukan masalah, membuat solusi, dan menggunakan pendekatan ilmiah untuk mengevaluasi hasilnya.
- d. Melalui pembelajaran yang dilakukan dapat meningkatkan kemampuan keterampilan kolaborasi dan komunikasi mereka melalui kerja sama dalam pengembangan LKPD berbasis EDP. Mereka juga akan belajar bekerja dalam tim, menyampaikan ide-ide mereka, dan bekerja sama untuk mencapai tujuan bersama.

4. Bagi peneliti

Peneliti dapat mengembangkan ilmu yang didapat di bangku kuliah dan mendapatkan wawasan serta pengetahuan bagaimana mengembangkan LKPD berbasis EDP untuk pembelajaran Fisika siswa kelas X SMA Negeri 1 Tanjung Raja pada materi energi terbarukan yang valid dan praktis sesuai dengan perkembangan kurikulum pendidikan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, J. (2020). Pengaruh Penguasaan Hukum Kekekalan Energi Mekanik Terhadap Hasil Belajar Fisika Materi Pokok Mekanika Fluida. *Jurnal ESTUPRO*, 5(2), 70–75.
- Adiguna, A., & Wahyudi, A. (2020). Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Limbah Pabrik Gula Cinta Manis Kabupaten Ogan Ilir Sebagai Additive Beton. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 17(1), 46. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v17i1.3383>
- Anggreani, C. (2021). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Bermuatan Budaya Lokal untuk Anak Usia Dini*. 3(6), 3500–3508.
- Anshory, I., Jamaaluddin, & Wisaksono, A. (2022). Dasar Konversi Energi. In M. K. M. Tanzil Multazam, S.H (Ed.), *Buku Ajar Dasar Konversi Energi* (1st ed.). UMSIDA Press.
- Anwar, D. I., Khumaisah, L. L., & Haryadi, E. R. (2024). Potensi Limbah Cangkang Karet Biji Karet dan Sekam Padi Untuk Bahan Dasar Grafena Oksida Tereduksi (rGO) Sebagai Adsorben Penjernih Minyak. *Inovasi Teknik Kimia*, 9(2), 129–135.
- Arifin, Z., Suyitno, Prija, D. D. D., Juwana, W. E., Rachmanto, R. A., Ariwibowo, C. H. B., & Prasetyo, S. D. (2022). Energi Terbarukan (Energi Angin, Energi Surya, Energi Air). In *UNS Press* (Issue December).
- Badan Pusat Statistik. (2014). Kajian Indikator Sustainable Development Goals (SDGs). *Kajian Indikator Lintas Sektor*, 1–162.
- Besari, S. F., & Ratnasari, E. (n.d.). *Hasil Keterampilan Proses Sains siswa kelas VII Melalui Penerapan LKS Bebas Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Pemanasan Global*. 13–17.
- Dermawati, N., Suprpta, & Muzakkir. (2019). Pengembangan lembar kerja peserta didik (lkpd) berbasis lingkungan. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 74–78.
- Devi, A. S., Hotimah, K., Ramadhan Skha A, Karimullah, A., & M. Isa Anshori. (2024). Mewawancarai Kandidat: Strategi untuk Meningkatkan Efisiensi dan Efektivitas. *MASMAN: Master Manajemen*, 2(2), 66–78. <https://doi.org/10.59603/masman.v2i2.387>

- Dila, A. R., Putra, P. D. A., & Ahmad, N. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis Engineering Design Process (EDP) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(1), 93–98. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i1.1863>
- Faeza Rezi S, Hariyandi, A., & Buana, W. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Tematik SD Kelas IV. *Jurnal Pti (Pendidikan Dan Teknologi Informasi) Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan Universita Putra Indonesia "Yptk" Padang*, 9(2), 32–37. <https://doi.org/10.35134/jpti.v9i2.145>
- Fahira, W. R., Lisa, F. M., Dani, P. R., Ria, N. S., & Wati, M. S. (2022). Persepsi Siswa Kelas X Terhadap Penerapan Kurikulum Merdeka Belajar Pada Pembelajaran Ips Di Sma 1 Bukit Sundi. *Jurnal Eduscience*, 9(3), 902–909. <https://doi.org/10.36987/jes.v9i3.3484>
- Haik, Y. (2014). *Engineering Design Process* (Issue January 2010).
- Hamidah, N., Haryani, S., & Wardani, D. S. (2018). Efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 12(2), 2212–2223.
- Hariningwang, C. N., & Fitrihidajati, H. (2020). Profil Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Praktikum Materi Perubahan Lingkungan dan Daur Ulang Limbah Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi. *BIOEDU Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(1), 49–59.
- Harliyuni, A. D., Khotimah, C., & Windy, Y. D. (2019). *Pengembangan lembar kerja peserta didik matematika dengan pendekatan scientific berdasarkan nilai karakter 1*. 1510251039.
- Hasibuan, A. T., & Prastowo, A. (2019). Konsep Pendidikan Abad 21: Kepemimpinan Dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Sd/Mi. *MAGISTRA: Media Pengembangan Ilmu Pendidikan Dasar Dan Keislaman*, 10(1), 26–50. <https://doi.org/10.31942/mgs.v10i1.2714>
- Heriyanto, Suprpto, M., & Yusuf Muttaqien, A. (2017). Optimasi Potensi Energi Air Terjun Geulis Cisuru Sebagai Sumber Energi Listrik. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 476.
- Hulu, G., & Dwiningsih, K. (2021). Validaty of Student Worksheet Based on

- Blanded Learning Assisted with Interactive Multimedia to Train Visual Spatial Skills the Covalend Bonding. *UNESA Journal of Chemical Education*, 10(1), 56–65.
- Iba, Z., & Wardhana, A. (2019). Teknik Pengumpulan Data Penelitian. In *Jurnal Keperawatan* (Issue July).
- Ismayana, A., & Moh Rizal Afriyanto, dan. (2021). Pengaruh Jenis Dan Kadar Bahan Perekat Pada Pembuatan Briket Blotong Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *J. Tek. Ind. Pert*, 186(3), 186–193.
- Juliarta, I. W., & Setyari, N. P. W. (2018). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Volume Ekspor Tetes Tebu di Indonesia 2012-2018. *E-Jurnal EP Unud*, 10(8), 3474–3500. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/eep/article/download/68851/41146>
- Kandi, & Winduono, Y. (2012). Energi dan Perubahannya Untuk Guru SD. *Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)*, 1–58.
- Kemendikbudristek BSKAP. (2022). Salinan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini Jenjang Pendidikan Dasar dan Jenjang Pendid. In *Kemendikbudristek* (Issue 021).
- Khasanah, D. W. H., & Sumarno, A. (2019). Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar: Studi Peranan Guru dalam Pembelajaran pada Materi Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila di Kelas X di Sekolah SMK Negeri 1 Kalitengah Lamongan. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Kristyowati, R. (2018). Lembar kerja peserta didik (LKPD) IPA sekolah dasar berorientasi lingkungan. *Prosiding Seminar Dan Diskusi Nasional Pendidikan Dasar 2018*, 0(0), 282–287.

- Kurniawati Rahim, H. C. (2020). Analisis Minat Belajar Siswa Terhadap Mata Pelajaran Fisika Di Sma Negeri 1 Sakti. *Jurnal Sains Riset*, 9(3), 68–79. <https://doi.org/10.47647/jsr.v9i3.161>
- Latief, M. A. (2009). *Penelitian Pengembangan*.
- Lewis, F., & Edmonds, J. (2024). The engineering design process. *Children as Engineers*, August, 20–40. <https://doi.org/10.4324/9781003325826-2>
- Mahendra, T. S., & Praswanto, D. H. (2022). Pengaruh Campuran Minyak Jelantah pada Briket Sampah Organik dan Serbuk Kayu terhadap Laju Pembakaran. *Prosiding SENIATI*, 6(2), 330–336. <https://doi.org/10.36040/seniati.v6i2.4985>
- Mahmud. (2022). Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian Pendidikan Agama Islam. In *Mojokerto: Yayasan Pendidikan Uluwiyah* (pp. 1–23).
- Mangold, J., & Robinson, S. (2013). The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--22581>
- Margayu, T., Yelianti, U., & Hamidah, A. (2020). Pengembangan LKPD Berbasis Inkuiri Terbimbing Pokok Bahasan Klasifikasi Makhluk Hidup. *Biodik*, 6(2), 133–144. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i2.8719>
- Maulinda, L., Mardinata, H., & Jalaluddin, J. (2020). Optimasi Pembuatan Briket Berbasis Limbah Ampas Tebu Menggunakan Metode RSM (Response Surface methodology). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i1.2222>
- Maydiantoro, A. (2019). *Model-Model Penelitian Pengembangan (Reserach and Develompment)*. 10.
- Meidayanti, K., Siska, A. I., & Alfiyah, N. (2024). Program Pemberdayaan Masyarakat Melalui Inovasi Pengolahan Minyak Jelantah Menjadi Sabun Cuci Sebagai Upaya Mewujudkan Strategi Daerah Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah. 4(4), 2587–2595.
- Muslimin, Z. (2022). Uji Kevalidan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Elektronik Berbasis Keterampilan Proses Sains Pada Materi Sistem Pencernaan Kelas Xi Sma/Ma. *Jurnal Biogenerasi*, 7(1), 85–90. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v7i1.1650>

- Nugroho. (2022). Metode Pengumpulan Data Sekunder. In *Asik Belajar* (Issue October).
- Nurhilal, M. (2018). Mampu Bentuk Briket Variasi Bahan Briket Dengan Komposisi Perekat Serta Waktu Pencelupan Minyak Jelantah. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 18(1), 10–17. <https://doi.org/10.25047/jii.v18i1.850>
- Nurlina, & Riskawati. (2019). *Fisika Dasar I* (M. F. S (ed.); 1st ed.). LPP Unismuh Makassar.
http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Nursyamsuddin, N. (2020). Energi, Usaha dan Hukum Kekekalan Energi Fisika Kelas X. In *Modul Pembelajaran SMA Fisika*. <https://penilaian-sma.kemdikbud.go.id/4363/emodulsma/detail.php?id=NDU2>
- Nurtanto, M., Pardjono, P., Widarto, W., & Ramdani, S. D. (2020). The effect of STEM-EDP in professional learning on automotive engineering competence in vocational high school. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(2), 633–649. <https://doi.org/10.17478/JEGYS.645047>
- Okpatrioka. (2023). Research And Development (R & D) Penelitian Okpatrioka. (2023). Research And Development (R & D) Penelitian yang Inovatif dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100. yang Inovatif dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100.
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 88–92. <https://www.dosenpendidikan>.
- Pradnyana, G. (2016). Pemenuhan Kebutuhan Energi dalam rangka Mewujudkan Ketahanan Nasional. *Jurnal Maksipreneur: Manajemen, Koperasi, Dan Entrepreneurship*, 5(2), 67. <https://doi.org/10.30588/jmp.v5i2.165>
- Primavera, A., Sapphira, V., Wahyuningsih, D., Meida, D., & Sari, W. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Engineering Design Process (Edp) Berbasis

- Stem Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Smp. *Jurnal Pendidikan IPA*, 12(3), 214–222. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v12i3.79316>
- Pujiarini, N. R., & Sudarti. (2021). *Potensi Energi Listrik dan Tingkat keasaman pada Buah Jeruk nipis dan Belimbing wuluh*. 8, 44–56. <https://doi.org/10.24252/jft.v8i1.21171>
- Puspaningsih, A. R., Tjahjardarmawan, E., & Krisdianti, N. R. (2021). *Ilmu Pengetahuan Alam*.
- Putra, D. D., Okilanda, A., Arisman, A., Lanos, M. E. C., Putri, S. A. R., Fajar, M., Lestari, H., & Wanto, S. (2020). Kupas Tuntas Penelitian Pengembangan Model Borg & Gall. *Wahana Dedikasi : Jurnal PkM Ilmu Kependidikan*, 3(1), 46. <https://doi.org/10.31851/dedikasi.v3i1.5340>
- Putri, E. F. P. (2022). Penyusunan Kuesioner Dalam Penelitian. *Science*, 7(1), 1–8.
- Rahmawati, L. H., & Wulandari, S. S. (2020). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Scientific Approach Pada Mata Pelajaran Administrasi Umum Semester Genap Kelas X OTKP di SMK Negeri 1 Jombang. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 8(3), 504–515. <https://doi.org/10.26740/jpap.v8n3.p504-515>
- Ramadhani, W. N., Dwi, P., Putra, A., & Novenda, I. L. (2021). *Pengembangan Lembar Kerja siswa (LKS) Berbasis Engineering Design Process (EDP) Pada Topik Pemanasan Global Dalam Pembelajaran Ipa Di SMP*. 6(1), 1–13.
- Riani Johan, J., Iriani, T., & Maulana, A. (2023). Penerapan Model Four-D dalam Pengembangan Media Video Keterampilan Mengajar Kelompok Kecil dan Perorangan. *Jurnal Pendidikan West Science*, 01(06), 372–378.
- Rubianto, T. A., Abidin, A., & Bahri, M. H. (2024). *Produksi Biobriket Limbah Blotong Dan Kulit Kacang Tanah*. 3(1), 389–397.
- Sandri, D., Fatimah, F., & Faridah, F. (2021). Analisis Kualitas Biobriket Cangkang Biji Karet Dengan Perbedaan Konsentrasi Perkat. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 8(1), 55–64. <https://doi.org/10.34128/jtai.v8i1.136>
- Selvi, Notika Rahmi, & Idar Rachmatulloh. (2020). Urgensi Penerapan Pajak Karbon Di Indonesia. *Jurnal Reformasi Administrasi*, 7(1), 29–34.
- Setiawan, D. (2020). Pembelajaran EDP-Problem Solving Project untuk Melatih

- Siswa Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Penyelesaian Masalah. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 4(2), 537–556. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v4i2.147>
- Sidabutar, F. Y., Ma'arif, S., & Mulyana, N. (2020). Pembangunan Berkelanjutan Melalui Pengembangan Energi Berbasis Biogas (Studi pada Desa Sangun Ratu Kecamatan Pubian Kabupaten Lampung Tengah). *Administrativa: Jurnal Birokrasi, Kebijakan Dan Pelayanan Publik*, 2(3), 355–371. <https://doi.org/10.23960/administrativa.v2i3.50>
- Trivaika, E., & Senubekti, M. A. (2022). Perancangan Aplikasi Pengelola Keuangan Pribadi Berbasis Android. *Nuansa Informatika*, 16(1), 33–40. <https://doi.org/10.25134/nuansa.v16i1.4670>
- Ulma, Z., Faizin, N., & Afiandi, R. F. (2023). Analisis Mutu Briket Berbahan Baku Campuran Ampas Teh dan Sekam Padi Menggunakan Perekat Molase dengan Metode Pirolisis. *Journal of Sustainable Energy Development*, 1(1), 35–40.
- Ulva, N., Devi, K., Pratama, D. A., Aleandro, R., Marga, U. P., & Probolinggo, K. (2023). Pemanfaatan Pengolahan Ampas Tebu Untuk Dijadikan Briket (Studi Kasus Desa Kedungdalem Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo). 1(6), 1774–1778.
- Vries, P. de, Conners, M., & Jaliwala, R. (2011). Energi Yang Terbarukan. *Buku Panduan Energi Terbarukan*, 106.
- Wahyudin, D., Subkhan, E., Malik, A., Hakim, M. A., Sudiapermana, E., LeliAlhapip, M., Nur Rofika Ayu Shinta Amalia, L. S., Ali, N. B. V., & Krisna, F. N. (2024). Kajian Akademik Kurikulum Merdeka. *Kemendikbud*, 1–143.
- Willyanto Anggono, Sutrisno, T., Suprianto, F. D., Gotama, G. J., & Hernando, I. C. (2015). *Karakteristik Pembakaran Bahan Bakar Terbarukan Dengan Rantai Karbon Rendah*.
- Wiyono, K. (2015). Pengembangan Model Pembelajaran Fisika Berbasis ICT Pada Implementasi Kurikulum 2013. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 123–131.
- Yanasin, M., Yuhanna, W. L., & Sulistyarsi, A. (2022). *Pengembangan LKPD*

Biologi Fase E Kurikulum Merdeka Terintegrasi Higher Order Thinking Skills. 1312–1328.

Yunginger, R., & Sune, N. N. (2015). Analisis Energi Angin Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Di Kota Di Gorontalo. *Universitas Negeri Gorontalo*, 15, 1–15.

Yusuf, M., Arafah, K., & Amin, B. D. (2020). Implementation of Cognitive Assessment of Physics Subjects at SMAN 10 Makassar. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8, 211. <https://doi.org/10.26618/jpf.v8i3.3423>