

**PENGEMBANGAN LKPD FISIKA
MATERI SUHU DAN KALOR BERCIRIKAN STEM
TERINTEGRASI ETNOSAINS
PADA BATIK BAKARAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelara Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh: **JIHAN MURDANA**

NIM : 1708066042

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM
NEGERI WALISONGO SEMARANG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : JIHAN MURDANA

NIM : 1708066042

Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGEMBANGAN LKPD FISIKA
MATERI SUHU DAN KALOR BERCIKRIKAN STEM
TERINTEGRASI ETNOSAINS PADA BATIK BAKARAN**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 14 Desember 2022

Pembuat Pernyataan,


JIHAN MURDANA

NIM. 1708066042



PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan LKPD Fisika Materi Suhu dan Kalor Bercirikan STEM Terintegrasi Etnosains pada Batik Bakaran

Penulis : **Jihan Murdana**

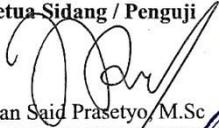
NIM : 1708066042

Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, 13 Desember 2022

Ketua Sidang / Penguji


Irman Said Prasetyo, M.Sc
NIP. 19911228201903100

Sekretaris Sidang / Penguji


Hartono, M.Sc
99009242019031006

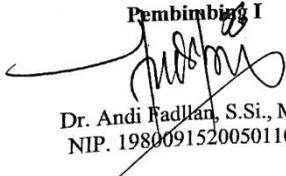
Penguji Utama I


Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc
NIP. 197703202009121002

Penguji Utama II


Dr. Susilawati, M.Pd
NIP. 198605122019032010

Pembimbing I


Dr. Andi Fadlan, S.Si., M.Sc
NIP. 198009152005011006

Pembimbing II


Irman Said Prasetyo, M.Sc
NIP. 199112282019031009

NOTA DINAS

Semarang, 3 Desember 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr.wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Pengembangan LKPD Fisika Materi Suhu dan Kalor Bercirikan
STEM Terintegrasi Etnosains pada Batik Bakaran**
Penulis : **Jihan Murdana**
NIM : 1708066042
Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujukan dalam sidang *Munaqosah*.
Wassalamu'alaikum wr. wb

Pembimbing I,



Dr. Andi Fadlan, M.Sc
NIP. 198009152005011006

NOTA DINAS

Semarang, 3 Desember 2022

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

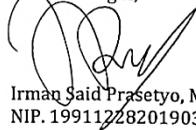
Assalamu'alaikum wr.wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Pengembangan LKPD Fisika Materi Suhu dan Kalor Bercirikan
STEM Terintegrasi Etnosains pada Batik Bakaran**
Penulis : **Jihan Murdana**
NIM : 1708066042
Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujukan dalam sidang *Munaqasah*.
Wassalamu'alaikum wr. wb

Pembimbing II,



Irman Said Prasetyo, M.Sc
NIP. 199112282019031009

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan menganalisis kelayakan serta keterbacaan terhadap LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi etnosains pada batik Bakaran. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D) dengan pengembangan model ADDIE, yang meliputi lima tahap yaitu *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Teknik pengumpulan data penelitian ini berupa angket dengan 5 skala *likert* untuk menilai kelayakan LKPD oleh ahli media dan ahli materi, selanjutnya dilakukan uji coba keterbacaan LKPD kepada 34 peserta didik kelas XI MIPA. Kelayakan LKPD berdasarkan hasil penilaian ahli materi yaitu 95,83% dengan kriteria sangat layak, dan ahli media yaitu 96% dengan kriteria sangat layak. Keterbacaan peserta didik memperoleh 81,52% dengan kriteria sangat baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa LKPD ini dikategorikan sangat layak digunakan.

Kata kunci: LKPD, STEM, etnosains, batik Bakaran, Suhu dan Kalor

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyusun dan menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh akan ilmu.

Skripsi berjudul “Pengembangan LKPD Fisika Materi Suhu dan Kalor Bercirikan STEM Terintegrasi Etnosains pada Batik Bakaran”, disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi banyak mengalami hambatan, namun dengan adanya bantuan, bimbingan, motivasi, doa, dan peran serta berbagai pihak skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis memberikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M.Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. Ismail SM, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Joko Budi Poernomo M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika sekaligus ahli materi yang telah

berkenan meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk memberikan penilaian LKPD.

4. Andi Fadllan, M.Sc., selaku pembimbing I dan Irman Said Prasetyo, M.Sc., selaku pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga serta memberikan bimbingan, arahan dengan sabar dan tekun dalam penyusunan skripsi.
5. Segenap dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang atas bantuan dan arahan dalam penyusunan skripsi.
6. Rida Herseptianingrum, M.Sc., selaku ahli media yang telah memberikan penilaian LKPD.
7. Isni Maida, S.Pd selaku Kepala SMA Muhammadiyah 1 Pati dan Selvi Yuliarti, S.Pd selaku guru fisika SMA Muhammadiyah 1 Pati yang telah memberikan izin penelitian di sekolah.
8. Ayahanda Arif Sundoyo dan Ibunda Parsinah selaku kedua orang tua penulis yang telah membesarkan dengan penuh cinta, dan kasih sayang, memberikan doa, motivasi, semangat, dukungan, dan pengorbanan yang tidak dapat tergantikan oleh apapun.
9. Ikhsan Widodo, S.P., Nur Hidayah, M.Si., Roy Fatkhul Ridwan, dan Diyah Khoirun Nisa selaku saudara-saudara

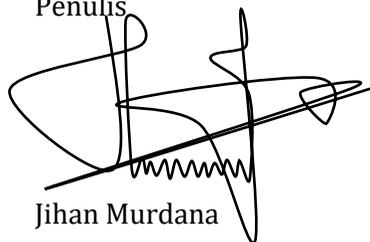
penulis yang telah memberikan doa, dukungan dan motivasi.

10. Ari, Hanna, Laila, Almah, Sheren, Eva, Izam, Luhtfi, rekan-rekan dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang senantiasa membantu, memotivasi, memberikan doa dan semangat bagi penulis dalam proses penyusunan skripsi secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga kebaikan kalian semua menjadi amal ibadah yang diterima dan digantikan dengan pahala yang berlimpah dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun, penulis terima dengan ikhlas dan lapang dada, dengan harapan dapat memberikan perbaikan dan kesempurnaan pada penelitian. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan mendapat ridho-Nya. *Amin Yarabbal 'Aalamin.*

Semarang, 26 Desember 2022

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Jihan Murdana', written over a horizontal line. The signature is stylized with loops and a wavy underline.

Jihan Murdana

NIM: 1708066042

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	i
PENGESAHAN.....	ii
NOTA DINAS.....	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Pembatasan Masalah.....	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian.....	7
F. Manfaat Penelitian	7
G. Asumsi Pengembangan.....	8
H. Spesifikasi Produk.....	8
BAB II KAJIAN TEORI.....	10
A. Kajian Teori.....	10
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	35
C. Kerangka Berpikir	38
D. Pertanyaan Penelitian	40

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	42
A. Model Pengembangan	42
B. Prosedur Pengembangan	43
C. Desain Uji Coba Produk.....	48
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN	55
A. Hasil Pengembangan Produk Awal	55
B. Hasil Uji Coba Produk.....	60
C. Revisi Produk	67
D. Kajian Produk.....	71
E. Keterbatasan Penelitian.....	76
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	78
A. Simpulan tentang Produk	78
B. Saran Pemanfaatan Produk.....	78
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	88
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	170

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Hal.
Tabel 2.1	Literasi STEM	16
Tabel 2.2	Koefisien Muai Panjang	23
Tabel 2.3	Kalor Jenis pada Beberapa Bahan	28
Tabel 3.1	Skor Penilaian Validasi Ahli	52
Tabel 3.2	Kriteria Kelayakan LKPD	53
Tabel 3.3	Skor Keterbacaan	54
Tabel 3.4	Kriteria Keterbacaan	54
Tabel 4.1	Hasil Validasi Ahli Materi	60
Tabel 4.2	Hasil Persentase Kelayakan Ahli Materi	61
Tabel 4.3	Komentar dan Saran Ahli Materi	62
Tabel 4.4	Hasil Validasi Ahli Media	63
Tabel 4.5	Hasil Persentase Kelayakan Ahli Materi	64
Tabel 4.6	Hasil Keterbacaan oleh Peserta Didik	66
Tabel 4.7	Hasil Persentase Keterbacaan oleh Peserta Didik	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Hal.
Gambar 2.1	Skala Termometer	20
Gambar 2.2	Pemuaian Panjang	22
Gambar 2.3	Pemuaian Luas	24
Gambar 2.4	Pemuaian Volume	24
Gambar 2.5	Kerangka Berpikir	40
Gambar 3.1	Tahapan Model ADDIE	43
Gambar 4.1	Sampul Depan dan Belakang	56
Gambar 4.2	Peta Konsep	57
Gambar 4.3	STEM	58
Gambar 4.4	Etnosains	58
Gambar 4.5	Sampul Depan Sebelum dan Sesudah Revisi	68
Gambar 4.6	Penulisan Huruf Awal pada Poin-Poin Soal Sesudah Revisi	68
Gambar 4.7	Penggunaan Kata Sambung Sebelum Revisi	69
Gambar 4.8	Penggunaan Kata Sambung Sesudah Revisi	69
Gambar 4.9	Alasan Menaruh Kunci Jawaban di Akhir LKPD Sesudah Revisi	69
Gambar 4.10	Tabel Sesudah Revisi	70

Gambar 4.11	Contoh 1 Penulisan Salah Ketik Sebelum Revisi	70
Gambar 4.12	Contoh 1 Penulisan Salah Ketik Sesudah Revisi	70
Gambar 4.13	Contoh 2 Penulisan Salah Ketik Sebelum Revisi	70
Gambar 4.14	Contoh 2 Penulisan Salah Ketik Sesudah Revisi	71
Gambar 4.15	Contoh 3 Penulisan Salah Ketik Sebelum Revisi	71
Gambar 4.16	Contoh 3 Penulisan Salah Ketik Sesudah Revisi	71
Gambar 4.17	Persentase Kelayakan LKPD oleh Ahli Materi	72
Gambar 4.18	Persentase Kelayakan LKPD oleh Ahli Media	73
Gambar 4.19	Persentase Keterbacaan Peserta Didik	74

DAFTAR LAMPIRAN

		Hal.
Lampiran 1	Hasil Wawancara dengan Guru Fisika SMA Muhammdiyah 1 Pati	88
Lampiran 2	Hasil Wawancara Pengusaha Batik Bakaran	89
Lampiran 3	Hasil Observasi di Tempat Pembuatan Batik Bakaran	90
Lampiran 4	Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik	92
Lampiran 5	Daftar Nama Validator	96
Lampiran 6	Kisi-Kisi Instrumen Validasi LKPD	97
Lampiran 7	Lembar Penilaian Ahli Materi	98
Lampiran 8	Lembar Penilaian Ahli Media	103
Lampiran 9	Kisi-Kisi Keterbacaan LKPD	107
Lampiran 10	Daftar Peserta Didik	110
Lampiran 11	Lembar Keterbacaan LKPD	111
Lampiran 12	Persentase Keterbacaan LKPD	115
Lampiran 13	Produk Akhir	116
Lampiran 14	Surat Keterangan Penunjukkan Pembimbing	166
Lampiran 15	Surat Permohonan Validasi	167

Lampiran 16	Surat Permohonan Izin Riset di SMA Muhammdiyah 1 Pati	168
Lampiran 17	Surat Keterangan Penelitian dari SMA Muhammadiyah 1 Pati	169

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru sebagai seorang pendidik, hendaknya mampu menguasai bidang pendidikan. Guru memiliki 4 kompetensi yang harus dikuasai yaitu kompetensi profesional, kompetensi pedagogik, kompetensi sosial, dan kompetensi kepribadian. Tugas guru dalam proses pembelajaran, tidak hanya berfokus pada penyampaian materi melalui penerapan metode, model, teknik, dan strategi yang tepat, namun guru juga harus mampu mengembangkan bahan ajar yang bervariasi dan fungsional. Kapabilitas guru dalam mengembangkan bahan ajar, erat kaitannya dengan kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional (Permendiknas, 2007).

Bahan ajar memiliki ragam jenisnya, seperti buku, modul, dan LKPD. Salah satu bahan ajar tersebut yang dapat dikembangkan oleh guru yaitu LKPD. LKPD merupakan singkatan dari Lembar Kerja Peserta Didik, yang dahulunya disebut dengan istilah LKS (Lembar Kerja Siswa).

LKPD merupakan pedoman yang bersifat penyelidikan dan pemecahan masalah bagi peserta didik. LKPD memuat lembaran-lembaran tugas pada kegiatan

pembelajaran pokok yang harus diselesaikan bagi peserta didik. Tujuannya yaitu untuk membantu pemahaman peserta didik, sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai. LKPD dalam kegiatan pembelajaran dapat digunakan sebagai bahan ajar bagi guru dan sebagai sumber belajar bagi peserta didik (Noer, 2018).

Pembelajaran fisika dengan penerapan LKPD diharapkan dapat membimbing peserta didik guna mencapai tujuan dalam mempelajari fisika. Tujuan tersebut termuat dalam Standar Isi Mata Pelajaran Fisika pada Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 21 Tahun 2016, yaitu peserta didik mampu memecahkan masalah yang mencakup kemampuan memahami masalah, mendesain dan menghasilkan produk dengan model fisika, serta memberikan solusi dari suatu permasalahan. Peserta didik setelah mempelajari fisika, diharapkan mampu lebih analitis dalam pengambilan keputusan dalam penyelesaian masalah, sehingga diperlukan suatu bahan ajar yang tepat untuk menunjang pembelajaran fisika sesuai dengan tujuan Permendiknas tersebut.

Bentuk LKPD yang bisa dikembangkan yaitu LKPD bercirikan STEM. STEM merupakan pendekatan pembelajaran dengan pengintegrasian antara *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Pada abad 21

ini, STEM sangat cocok untuk diterapkan sebagai salah satu solusi alternatif pembelajaran. Pengaplikasian STEM dalam pembelajaran terdiri dari 4C yaitu *Creativity, Critical, Collaboration, and Communication*. Pendekatan ini dimaksudkan, agar peserta didik dapat memperoleh solusi alternatif masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari, dan disampaikan secara tepat melalui aspek-aspek STEM yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika (Bashooir & Supahar, 2018).

LKPD bercirikan STEM adalah LKPD yang menggunakan aspek bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam muatannya. Peserta didik dilatih untuk melakukan pengamatan, identifikasi masalah, riset, mengemukakan pendapat, mendesain percobaan, serta mencetuskan gagasan dalam penyelesaian masalah (Ismayanti, 2016).

Pengembangan LKPD fisika bercirikan STEM akan lebih mudah dipahami, jika melibatkan peserta didik secara kompleks sesuai dengan pengetahuan lingkungan sekitarnya, contohnya pada kebudayaan. Etnosains adalah strategi pembelajaran yang mengintegrasikan antara budaya dengan fisika (Ahmadi dkk, 2019). Pembelajaran fisika yang dipadukan dengan etnosains, dapat lebih menarik dan membuat peserta didik lebih antusias, karena

peserta didik merasa bahwa pembelajaran etnosains memiliki landasan dalam pemahaman budaya secara kompleks (Atmojo, 2012).

Pati merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang di dalamnya memiliki berbagai kearifan lokal, salah satunya yaitu batik Bakaran yang menjadi ikon di kabupaten Pati. Tentu batik sangat erat hubungannya dengan nilai budaya, namun melalui batik Bakaran ini, dapat dijadikan sebagai bahan kajian etnosains pada pembelajaran fisika. Etnosains pada batik Bakaran terletak pada proses pembuatan batik yang tidak terlepas dari materi Suhu dan Kalor.

Berdasarkan wawancara dengan guru fisika dan angket kebutuhan peserta didik yang telah dilakukan di SMA Muhammadiyah 1 Pati, hasil wawancara dengan guru fisika, diketahui penggunaan bahan ajar yang digunakan yaitu LKPD dan buku paket. LKPD yang digunakan merupakan LKPD yang dijual dipasaran. Guru menyatakan pernah mengembangkan bahan ajar yaitu modul dengan menggunakan pendekatan PBL (*Problem Based Learning*), namun guru belum pernah mengembangkan LKPD dengan pendekatan STEM ataupun etnosains. Guru juga cenderung menggunakan model ceramah dan diskusi dalam pembelajaran fisika. Hasil angket kebutuhan dari 34

peserta didik diketahui, 74% peserta didik masih membutuhkan sumber belajar lain untuk membantu proses pembelajaran fisika, 74% peserta didik mengetahui adanya batik Bakaran, dan 82% peserta didik tidak mengetahui konsep fisika dalam proses pembuatan batik Bakaran.

Berdasarkan masalah-masalah yang telah dipaparkan, peneliti tertarik untuk mengembangkan suatu bahan ajar, yakni LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran. LKPD ini diharapkan menjadi bahan ajar alternatif yang digunakan guru dan sumber belajar alternatif untuk peserta didik.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah yakni:

1. Belum tersedia bahan ajar dengan pendekatan STEM ataupun etnosains.
2. Peserta didik masih membutuhkan sumber belajar lain untuk membantu proses pembelajaran.
3. Peserta didik tidak mengetahui konsep fisika dalam proses pembuatan batik Bakaran.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Belum tersedia bahan ajar dengan pendekatan STEM ataupun etnosains.
2. Peserta didik tidak mengetahui konsep fisika dalam proses pembuatan batik Bakaran.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran?
2. Bagaimana kelayakan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran?
3. Bagaimana keterbacaan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui karakteristik LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran.
2. Menganalisis kelayakan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran.
3. Menganalisis keterbacaan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kemaslahatan terhadap berbagai pihak diantaranya:

1. Bagi peserta didik, dapat menambah wawasan baru tentang pembelajaran fisika dengan pemanfaatan LKPD bercirikan STEM terintegrasi etnosains, yang dapat digunakan sebagai sumber belajar mandiri.
2. Bagi pendidik, dapat membantu pelaksanaan proses pembelajaran fisika melalui LKPD bercirikan STEM terintegrasi etnosains.

3. Bagi peneliti, dapat memberikan pengalaman nyata dalam bidang penelitian pengembangan, khususnya pada pemanfaatan perkembangan teknologi terhadap pengembangan bahan ajar.
4. Bagi peneliti lain, dapat digunakan sebagai referensi dalam mengembangkan bahan ajar bercirikan STEM terintegrasi etnosains untuk materi fisika yang lain.

G. Asumsi Pengembangan

Produk pengembangan dalam penelitian ini memiliki asumsi yaitu:

1. LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran dapat digunakan sebagai bahan ajar maupun sumber belajar sesuai dengan KI dan KD kelas XI SMA/MA.
2. LKPD ini dinilai kelayakannya oleh validator ahli materi dan media.
3. LKPD ini diujicobakan kepada peserta didik kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 di SMA Muhammadiyah 1 Pati, guna mengetahui keterbacaan LKPD.

H. Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. LKPD yang dikembangkan yaitu LKPD fisika bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran, yang berfokus pada materi Suhu dan Kalor.
2. LKPD ini berbentuk cetakan dengan ukuran A4 dan jenis tulisan digunakan yaitu *Times New Roman* dengan ukuran 12.
3. LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran ditujukan kepada peserta didik kelas XI MIPA SMA Muhammadiyah 1 Pati.
4. Sistematika LKPD yang dikembangkan disusun dengan urutan yaitu: 1) sampul depan, 2) prakata, 3) daftar isi, 4) pendahuluan, 5) peta konsep, 6) petunjuk penggunaan, 7) STEM, 8) etnosains, 9) kegiatan belajar, 10) kunci jawaban, 11) glosarium, 12) daftar pustaka, 13) biodata penulis, serta 14) sampul belakang.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Kajian Teori

1. LKPD Fisika Bercirikan STEM

a. LKPD

LKPD merupakan sekumpulan lembar tugas yang harus diselesaikan peserta didik agar mampu pada penguasaan materi yang diajarkan oleh guru. LKPD menjadi alat pedoman sistematis yang berisikan pertanyaan-pertanyaan untuk membantu proses penalaran konsep peserta didik. LKPD dalam pembelajaran berfungsi untuk menunjang peserta didik pada kebutuhan sumber belajar yang tepat, sehingga indikator dan kompetensi dapat tercapai sesuai dengan kurikulum yang berlaku (Nadhiroh, 2018).

Menurut Darmo dan Kalgis (seperti yang dikutip oleh Noer, 2018), LKPD dikatakan baik apabila memenuhi syarat berikut:

1. Syarat didaktis, LKPD harus memenuhi asas pembelajaran yang baik, diantaranya: (a) memperhatikan karakteristik peserta didik, (b) memberikan penekanan konsep, (c) mengembangkan komunikasi sosial serta

moral pada peserta didik, dan (d) dapat memberikan pengalaman belajar.

2. Syarat konstruksi, LKPD disusun dengan menggunakan bahasa, kalimat, serta kejelasan yang mudah dimengerti bagi peserta didik. Susunan bahasa dan kalimat dalam LKPD harus diperhatikan supaya tidak menimbulkan multitafsir.
3. Syarat teknis, LKPD disusun dengan tulisan, gambar, serta tampilan yang baik. Gambar atau visual lain digunakan sebagai media penyampai isi atau pesan untuk membantu pemahaman peserta didik. Gambar atau visual lainnya dapat dibuat semenarik mungkin untuk mendapatkan perhatian peserta didik, apabila LKPD dipenuhi tulisan maka peserta didik merasa jenuh dan bosan. Tampilan LKPD secara keseluruhan harus memperhatikan kombinasi tulisan dan gambar yang tepat dan tidak berlebihan. Kombinasi antara tulisan dan gambar dalam LKPD, diharapkan dapat membuat peserta didik paham konsep melalui unsur-unsur tersebut.

Berdasarkan fungsinya, LKPD terbagi menjadi 5 jenis yaitu:

1. LKPD yang digunakan peserta didik untuk menemukan konsep.
2. LKPD yang digunakan peserta didik untuk menerapkan & menggabungkan interdisiplin ilmu.
3. LKPD sebagai pedoman belajar.
4. LKPD sebagai penguatan.
5. LKPD sebagai pedoman praktikum (Umbaryati, 2016).

Kelebihan LKPD sebagai sumber belajar peserta didik diantaranya:

1. Sebagai pedoman bagi peserta didik dalam proses pembelajaran.
2. Menjadikan peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran.
3. Menuntun peserta didik untuk mengembangkan pemahaman konsep.
4. Menstimulus psikomotorik peserta didik dengan melakukan riset.
6. Membantu peserta didik untuk menerima rangkuman materi secara utuh dan jelas (Umbaryati, 2016).

Langkah-langkah penyusunan LKPD yang baik menurut Prastowo (seperti yang dikutip oleh Noer, 2018) yaitu:

1. Menganalisis kurikulum, hal ini berkenaan dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar (KI & KD), indikator, materi, serta waktu yang dibutuhkan dalam menyusun LKPD.
2. Menyusun peta kebutuhan, hal ini bertujuan untuk mengukur banyaknya kebutuhan dalam penyusunan LKPD.
3. Menentukan judul-judul LKPD, hal ini perlu dilakukan untuk menentukan judul LKPD berdasarkan KI & KD serta materi, sehingga dapat menentukan judul LKPD dengan jumlah LKPD yang akan diproduksi.
4. Penyusunan LKPD, hal-hal yang dilakukan untuk merumuskan materi berdasarkan kurikulum, menetapkan alat evaluasi, menyusun materi, dan menetapkan susunan lainnya dalam LKPD.

Unsur-unsur yang terdapat pada LKPD, secara umum yaitu judul, petunjuk penggunaan, kompetensi dasar, informasi pendukung, latihan

soal, langkah pengerjaan, serta evaluasi capaian tujuan pembelajaran (Noer, 2018)

b. Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

Guru sebagai pendidik memiliki tantangan dalam menjalankan tugasnya. Tantangan tersebut yaitu guru harus mampu menyajikan pembelajaran dengan memberikan kesempatan kepada peserta didik, untuk menggabungkan pengetahuan dan keterampilan dalam pembelajaran maupun di kehidupan sehari-hari. Kesempatan tersebut dapat tercipta, apabila pengetahuan dan keterampilan dikemas secara utuh dalam proses pembelajaran. Menurut Andrews, Bufforfd, dan Banks (2014), pendekatan STEM dapat menciptakan pengetahuan dan keterampilan secara bersamaan dalam proses pembelajaran. Kepanjangan dari STEM yaitu *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Suatu badan di Amerika Serikat yaitu *National Science Foundation* (NSF), pertama kalinya memperkenalkan STEM pada tahun 1990-an.

Keempat aspek STEM memiliki karakteristik secara khusus yang membedakan dengan tiap-tiap aspek STEM. Pembelajaran STEM dapat membimbing peserta didik dalam memecahkan masalah dengan cara yang lebih komprehensif. Torlakson (2014) mendefinisikan aspek-aspek STEM sebagai berikut:

- 1) Sains ialah pengetahuan yang mencakup pengetahuan, ilmu, atau konsep yang berlaku di alam.
- 2) Teknologi ialah sistem atau keterampilan untuk mengorganisir kelompok atau lainnya; desain rekaya produk; pengoprasian produk rekayasa guna mempermudah pekerjaan.
- 3) Teknik ialah pengetahuan dalam penyelesaian masalah melalui aturan-aturan tertentu.
- 4) Matematika ialah pengetahuan dengan menghubungkan konsep, bilangan, besaran, dan ruang dengan argumen logis atau bukti nyata.

Seluruh aspek STEM menjadi lebih bermakna apabila diterapkan dalam proses pembelajaran. Peserta didik yang mampu menghubungkan seluruh aspek STEM, maka

dikatakan peserta didik tersebut mampu memahami dan merangkai 4 aspek interdisiplin STEM.

Masing-masing aspek STEM memiliki literasi STEM yang dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Literasi STEM (Fathoni dkk., 2020)

Muatan STEM	Literasi
<i>Science</i> (Sains)	Kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses dalam memahami gejala-gejala alam, dan untuk berpartisipasi dalam memberikan solusi dari suatu permasalahan.
<i>Technology</i> (teknologi)	Pengetahuan dalam menggunakan alat rekayasa atau teknologi baru, memahami produk yang dikembangkan, serta memiliki kemampuan untuk mempengaruhi individu/masyarakat.
<i>Engineering</i> (teknik)	Penerapan ilmu dan teknologi melalui proses desain menggunakan pembelajaran berbasis proyek.
<i>Mathematics</i> (matematika)	Kemampuan menganalisis, mencetuskan ide secara tepat, merumuskan, memecahkan, serta menafsirkan solusi pada masalah matematika dan penerapannya.

Peserta didik dalam jenjang pendidikan tertentu, pastinya membutuhkan pengetahuan yang kompleks sesuai dengan jenjang pendidikannya, melalui penerapan STEM, peserta

didik akan lebih mudah dalam memahami konteks pembelajaran. STEM dapat diterapkan pada pendidikan dasar hingga jenjang *postdoctoral*. Pembelajaran STEM yang berkelanjutan harus dimulai dari pendidikan sejak dini, yakni ketika peserta didik sudah mampu bekerja sama untuk memecahkan masalah, memunculkan ide-ide baru, belajar mandiri, berpikir secara logis, mengoperasikan teknologi, serta mampu menghubungkan pembelajaran STEM pada permasalahan di kehidupan sehari-hari.

Langkah-langkah dalam merancang pembelajaran berorientasi STEM yaitu:

- 1) Mengidentifikasi materi pembelajaran yang akan dimuat dalam pembelajaran STEM.
- 2) Melakukan analisis Kompetensi Dasar (KD) guna dalam identifikasi KD 3 dan KD 4 yang berkaitan dengan aspek-aspek STEM.
- 3) Merumuskan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).
- 4) Mendeskripsikan materi yang dimuat pada KD 3 dan KD 4 (Izzati dkk, 2019).

Kelebihan penerapan pembelajaran STEM menurut Widayanti (2019) yaitu:

- 1) Membantu peserta didik dalam mempelajari dasar-dasar, materi, dan keterampilan secara khusus.
 - 2) Menstimulus rasa ingin tahu dan menumbuhkan berpikir kritis dan kreatif.
 - 3) Memperkuat pemahaman dan keterampilan melalui proses penyelidikan ilmiah.
 - 4) Meningkatkan kerja sama antarpeserta didik dan keterampilan pemecahan masalah dalam kerja kelompok.
 - 5) Menambah pemahaman dengan berbagai konsep sains dan pengetahuan matematika.
 - 6) Mendorong motivasi belajar serta menambah pengetahuan aktif secara mandiri.
 - 7) Mengembangkan hubungan antara keterampilan, pengetahuan, dan belajar secara bersamaan.
 - 8) Meningkatkan kehadiran, keaktifan, dan minat belajar.
 - 9) Mengembangkan kemampuan peserta didik dalam menerapkan ilmu yang dikuasai.
- c. LKPD Fisika Bercirikan STEM

LKPD fisika bercirikan STEM merupakan LKPD fisika yang disusun secara matematis

menurut KD (Kompetensi Dasar) yang dikaitkan berdasarkan aspek-aspek STEM. LKPD ini diharapkan dapat menjadi bahan ajar bagi guru dan sumber belajar bagi peserta didik, sehingga tujuan pembelajaran akan tercapai. LKPD yang dikembangkan berbentuk cetakan dengan lembaran-lembaran yang berisikan materi-materi beserta tugas-tugas yang harus diselesaikan oleh peserta didik.

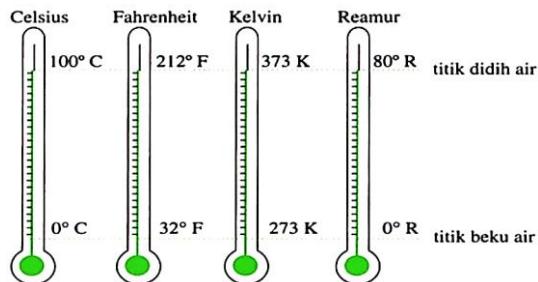
2. Materi Suhu dan Kalor dalam Tinjauan Etnosains

a. Materi Suhu dan Kalor

Ukuran panas atau dinginnya suatu benda disebut dengan suhu. Pengertian yang lebih luas, suhu didefinisikan sebagai ukuran energi kinetik molekuler internal rata-rata dari benda. Nama lain dari suhu yaitu temperatur. Perubahan bentuk, warna, volume, dan daya hantar listrik dapat terjadi ketika suatu benda dipanaskan. Sifat tersebut dinamakan sifat termometrik atau sifat yang menunjukkan perubahan suhu dari suatu benda. Alat ukur suhu disebut dengan termometer (Serway & Jewett, 2010).

Penggunaan termometer dalam kehidupan sehari-hari memiliki ragam jenisnya, misalnya

termometer alkohol dan raksa. Termometer jenis ini menggunakan bahan pengisi yaitu zat cair sebagai indikator perubahan suhu. Termometer memiliki skala sebagai rentang suhu suatu benda. Satuan Internasional (SI) menetapkan skala kelvin sebagai satuan pengukuran suhu (Giancoli, 2001), selain skala Kelvin, terdapat juga skala yang lain yaitu skala Celsius, Reamur dan Fahrenheit. Berikut ini adalah ilustrasi skala termometer Celsius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skala Termometer
(Abdullah, 2016)

Gambar 2.1 menunjukkan termometer dengan skala Celsius, Fahrenheit, Kelvin, dan Reamur. Hampir di seluruh negara, skala Celsius menjadi skala pilihan yang lebih banyak digunakan. Skala Celsius lebih mudah dimengerti karena titik

terendah (titik beku) air yaitu skala nol dan memiliki rentang skala yang sama dengan Kelvin. Titik beku adalah titik ketika air dapat menjadi es, dan titik ketika air dapat mendidih disebut dengan titik didih (Halliday dkk., 2012).

Skala pada suatu termometer dapat dikonversikan menjadi skala termometer lain, misalnya skala Celsius menjadi skala Reamur, ataupun sebaliknya. Hubungan suhu dan skala pada termometer secara umum dapat dijelaskan dengan Persamaan berikut:

$$\frac{T_1 - T_{b1}}{T_{a1} - T_{b1}} = \frac{T_2 - T_{b2}}{T_{a2} - T_{b2}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

T_1 = suhu yang ditunjukkan pada termometer 1

T_{b1} = titik tetap bawah pada termometer 1

T_{a1} = titik tetap atas pada termometer 1

T_2 = suhu yang ditunjukkan pada termometer 2

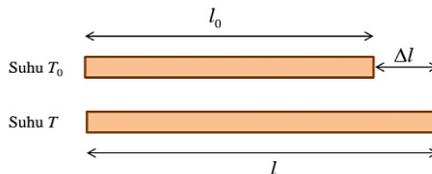
T_{b2} = titik tetap bawah pada termometer 2

T_{a2} = titik tetap atas pada termometer 2

Suatu benda apabila dipanaskan, kemudian benda tersebut mengalami pertambahan ukuran, maka benda tersebut mengalami ekspansi termal

atau pemuaian. Atom-atom pada benda yang dipanaskan mengalami pertambahan jarak yang berlawanan arah dengan gaya tarik antar atom, sehingga ukuran benda menjadi bertambah (memuai). Abdullah (2016) menyatakan beberapa jenis pemuaian pada benda, diantaranya:

1. Pemuaian panjang, merupakan ukuran pertambahan panjang benda karena pengaruh kenaikan suhu. Berikut Gambar 2.2 ilustrasi pemuaian panjang pada.



Gambar 2.2 Pemuaian Panjang
(Abdullah, 2016)

Secara matematis pemuaian panjang dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T \quad (2.2)$$

sehingga panjang benda setelah dipanaskan adalah:

$$l = l_0 + \alpha l_0 \Delta T \quad (2.3)$$

Keterangan:

l = panjang akhir (m)

l_0 = panjang mula-mula (m)

Δl = perubahan panjang (m)

α = koefisien muai panjang ($1/^\circ\text{C}$ atau $1/\text{K}$)

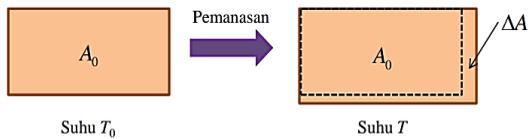
ΔT = perubahan suhu ($^\circ\text{C}$ atau K)

Koefisien muai panjang memiliki nilai yang berbeda-beda pada tiap benda, seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Koefisien Muai Panjang
(Abdullah, 2016)

Zat	Koefisien Muai Panjang (α)
Air	$69 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Air raksa	$61 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
PVC	$52 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Aluminium	$23,1 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Kuningan	$19 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Perak	$18 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Tembaga	$17 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Emas	$14 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Nikel	$13 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Beton	$12 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Besi	$11,8 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Platina	$9 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Kaca	$8,5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$
Intan	$1 \times 10^{-6}^\circ\text{C}$

2. Pemuaiian luas, merupakan pertambahan luas benda karena pengaruh kenaikan suhu. Berikut Gambar 2.3 ilustrasi pemuaiian luas pada benda.



Gambar 2.3 Pemuaihan Luas
(Abdullah, 2016)

Secara matematis pemuaihan luas dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta A = \beta A_0 \Delta T \quad (2.4)$$

sehingga luas benda setelah dipanaskan adalah:

$$A = A_0 + \beta A_0 \Delta T \quad (2.5)$$

Keterangan:

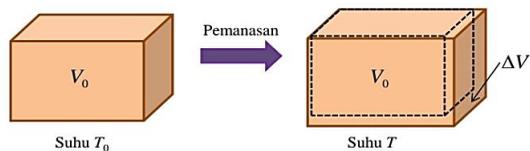
A = luas akhir (m^2)

A_0 = luas mula-mula (m^2)

ΔA = perubahan luas (m^2)

β = koefisien muai luas ($1/^\circ\text{C}$ atau $1/\text{K}$)

3. Pemuaihan volume, merupakan bertambahnya ukuran panjang, lebar, dan tinggi benda karena kenaikan suhu. Berikut Gambar 2.4 ilustrasi pemuaihan volume pada benda.



Gambar 2.4 Pemuaihan Volume
(Abdullah, 2016)

Secara matematis pemuaian volume dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta T \quad (2.6)$$

sehingga volume benda setelah dipanaskan adalah:

$$V = V_0 + \gamma V_0 \Delta T \quad (2.7)$$

Keterangan:

V = volume akhir (m^3)

V_0 = volume mula-mula (m^3)

ΔV = perubahan volume (m^3)

γ = koefisien muai volume ($1/^\circ\text{C}$ atau $1/\text{K}$)

Benda yang dipanaskan mengalami peningkatan suhu karena adanya pertambahan energi, yang disebut dengan kalor. Tipler (1998) mendefinisikan kalor sebagai sesuatu yang dapat berpindah dari sistem ke lingkungan, karena adanya perbedaan suhu. Kalor dapat berpindah dari sistem yang bersuhu tinggi ke rendah. Sistem yang dimaksud dalam hal ini yaitu zat atau benda padat, cair, ataupun gas. Penelitian oleh Rumford dan Joule, ditemukan bahwa kalor merupakan energi dan bukan sebuah zat. Kalor disimbol dengan Q dengan satuan Joule, satuan lainnya yaitu kalori dan Btu (*British Thermal Unit*). Istilah

kalori digunakan dalam nutrisi sering juga disebut dengan kal atau *cal*, sedangkan Btu digunakan dalam sistem satuan Inggris. Hubungan antara satuan-satuan kalor yaitu:

$$1 \text{ cal} = 3,969 \times 10^{-3} \text{ Btu} = 4,1868 \text{ Joule} \quad (2.8)$$

Persamaan kalor secara matematis kalor dinyatakan pada Persamaan 2.18.

$$Q = mc \Delta T \quad (2.9)$$

Keterangan:

Q = kalor yang dibutuhkan (J)

m = massa benda (kg)

c = kalor jenis ($\text{Jkg}^{-1}\text{C}^{-1}$)

Peristiwa berpindahnya kalor dapat mempengaruhi suhu pada sistem. Perubahan suhu tersebut berhubungan erat dengan kapasitas kalor dan kalor jenis sistem tersebut. Halliday dkk (2012) mendefinisikan kapasitas kalor dan kalor jenis. Kapasitas kalor merupakan perbandingan jumlah kalor yang diserap atau dilepas dengan perubahan suhu yang dihasilkan pada sistem. Kapasitas kalor secara matematis dinyatakan pada Persamaan 2.10.

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (2.10)$$

Keterangan:

C = kalor yang dibutuhkan ($J^{\circ}C$ atau J/K)

Q = kalor yang dibutuhkan (J)

sedangkan kalor jenis diartikan sebagai kapasitas kalor per satuan massa, dan kalor jenis tidak merujuk pada satuan massa penyusun sistem tersebut (Halliday, 2012). Kalor jenis secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} \quad (2.11)$$

Kalor jenis umumnya merupakan suatu ukuran sensitivitas zat secara termal terhadap perubahan energi. Banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda berbanding lurus dengan banyaknya kalor jenisnya. Serway & Jewett (2010) mengemukakan kalor jenis pada beberapa bahan pada suhu 25° dengan tekanan atmosfer normal, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kalor Jenis pada Beberapa Bahan
(Abdullah, 2016)

Bahan	Kalor Jenis (c)
Air	4.186 J/kg. °C
Alkohol (etil)	2.400 J/kg. °C
Es (-5 °C)	2.090 J/kg. °C
Berilium	1.830 J/kg. °C
Kayu	1.700 J/kg. °C
Aluminium	900 J/kg. °C
Marmar	860 J/kg. °C
Silikon	703 J/kg. °C
Besi	448 J/kg. °C
Tembaga	387 J/kg. °C
Kuningan	380 J/kg. °C
Perak	234 J/kg. °C

Benda yang dipanaskan juga dapat mengalami perubahan wujud karena adanya pelepasan atau penambahan kalor. Perubahan wujud suatu zat umumnya adalah mencair (melebur), menguap, dan perubahan dalam bentuk struktur kristal yang padat (Serway & Jewett, 2010). Kalor laten merupakan kalor yang diperlukan untuk mengubah bentuk suatu zat. Persamaan matematis kalor laten dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Q = mL \quad (2.12)$$

Keterangan:

L = kalor laten (J/kg atau kal/kg)

Pada peristiwa berpindahnya kalor dari sistem ke lingkungan, berlaku hukum kekekalan energi. Menurut Azas Black, banyaknya kalor yang dilepas berbanding lurus dengan banyaknya kalor yang diserap. Persamaan matematis Azas Black dinyatakan sebagai berikut:

$$Q_{lepas} = Q_{terima} \quad (2.13)$$

$$m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2$$

$$m_1 c_1 (T_1 - T_a) = m_1 c_1 (T_a - T_2)$$

Keterangan:

m_1 = massa benda 1 (kg)

m_2 = massa benda 2 (kg)

c_1 = kalor jenis benda 1 ($\text{Jkg}^{-1}\text{°C}^{-1}$)

c_2 = kalor jenis benda 2 ($\text{Jkg}^{-1}\text{°C}^{-1}$)

ΔT_1 = perubahan suhu benda 1 (°C)

ΔT_2 = perubahan suhu benda 2 (°C)

T_a = suhu campuran benda 1 dan 2 (°C)

T_1 = suhu benda 1 (°C)

T_2 = suhu benda 2 (°C)

(Serway & Jewett, 2010)

Terdapat tiga jenis perpindahan kalor dari sistem ke lingkungan, yaitu:

1. Konduksi, ialah peristiwa berpindahnya kalor dengan zat perantara tanpa tidak diikuti perpindahan partikel benda (Giancoli, 2001). Perpindahan kalor secara konduksi berlaku persamaan berikut:

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \left(\frac{\Delta T}{L} \right) \quad (2.14)$$

Keterangan:

P = daya atau laju perpindahan kalor
(J/s)

$\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ = kalor yang berpindah perdetik (J/s)

k = konduktivitas termal (J/smK atau
Watt/mK)

A = luas penampang (m²)

L = jarak antara kedua ujung benda
(m)

2. Konveksi, ialah peristiwa berpindahnya kalor dengan perpindahan partikel-partikel zat perantaranya. Rambat kalor melalui konveksi dapat terjadi pada fluida atau zat alir, seperti cair, gas, dan udara (Giancoli, 2001). Perpindahan kalor secara konduksi berlaku persamaan berikut:

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = h_c A \Delta T \quad (2.15)$$

Keterangan:

h_c = koefisien konveksi termal
(J/sm²K)

3. Radiasi, ialah peristiwa berpindahnya kalor tanpa melalui zat perantara (Giancoli, 2001). Persamaan matematis radiasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma AT^4 \quad (2.16)$$

Keterangan:

e = emisivitas ($0 < e < 1$)

σ = konstanta Boltzman ($5,67 \times 10^{-8}$
W/m²K⁴)

b. Etnosains

Istilah etnosains berasal dari Bahasa Yunani dan Latin yakni "*ethnos*" dan "*scientia*". *Ethnos* memiliki arti bangsa, dan *scientia* artinya pengetahuan, sehingga etnosains diartikan sebagai pengetahuan dari suatu bangsa, etnis, atau kelompok sosial tertentu dalam kaitannya dengan lingkungan (Febrianto, 2016). Menurut Sudarmin (2015), etnosains adalah studi tentang ide-ide dan pengetahuan budaya di suatu masyarakat tertentu. Etnosains juga diartikan sebagai proses pengubahan sains asli menjadi sains ilmiah. Sains

asli merupakan pengetahuan yang berasal dari nilai-nilai budaya atau tradisi secara turun-temurun. Bidang sains, kedokteran, pertanian, flora dan fauna, dan ekologi, termasuk dalam ruang lingkup pengetahuan sains ilmiah. Ekologi dalam kajian etnosains yaitu fisika, kimia, biologi, pertanian, kedokteran, agrikultura, matematika, botani, dan lain-lain (Battiste, 2005). Adapun etnosains memiliki bidang kajian penelitian, diantaranya yaitu:

- 1) Penelitian etnosains berfokus pada budaya, diartikan sebagai model untuk mengklasifikasikan sistem ataupun situasi dalam kehidupan bersosial. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mempelajari sains asli masyarakat (*indigenous science*). Penelitian ini mengungkapkan peta kognitif dunia serta aturan-aturan yang sebagai pemahaman terhadap sistem atau situasi sosial (Sudarmin, 2015).
- 2) Penelitian etnosains berfokus pada penciptaan teknologi yang dimiliki oleh masyarakat. Studi ini meliputi norma, hukum, nilai, dan adat-

istiadat sebagai kajian dalam penelitian (Sudarmin, 2015).

- 3) Penelitian berfokus pada pedoman untuk mengatur tatanan individual atau orang banyak. Penelitian ini mengungkap prinsip-prinsip yang mendasar dari berbagai kegiatan sehari-hari, yang digunakan sebagai bentuk pemahaman pada struktur-struktur yang mendasar dan memiliki fungsi ilmiah yang sebenarnya (Sudarmin, 2015).

Pembelajaran etnosains dikenal sebagai pembelajaran yang menggabungkan antara sains asli masyarakat tertentu terhadap sains ilmiah, sains asli masyarakat berasal dari kearifan lokal, seperti pemahaman tentang alam atau lingkungan sosial. Kearifan lokal diartikan sebagai penggalian pengetahuan yang berasal dari nilai-nilai tradisional, seperti nilai konservasi ekologi atau lingkungan. Bahasa, norma, tradisi, serta pengelolaan sumber daya alam, merupakan ciri dari kearifan lokal (Novitasari dkk., 2017).

Azalia (2020) menyatakan pembelajaran etnosains dapat memberikan pengaruh terhadap peserta didik, diantaranya yaitu:

- 1) Memberikan dampak positif dan lebih bermakna, sebab pembelajaran etnosains berhubungan erat dengan kebudayaan peserta didik.
- 2) Pembelajaran menjadi lebih efektif, sebab etnosains membimbing peserta didik dalam pemecahan masalah yang dihadapi berdasarkan wawasan & pengalaman yang dimiliki.

c. Materi Suhu dan Kalor dalam tinjauan Etnosains

Materi suhu dan kalor dalam tinjauan etnosains dapat diidentifikasi dari proses pembuatan batik Bakaran. Batik Bakaran merupakan batik khas Pati. Terdapat beberapa tahapan dalam proses pembuatan batik, secara garis besar yaitu persiapan alat dan bahan, pembuatan desain, pembuatan pola, pemolaan, pencantingan, pewarnaan, dan pelorodan (Susanto, 1980).

Etnosains pada pembuatan batik terdapat pada proses pencantingan, pewarnaan, dan *pelorodan* (Puspasari dkk., 2019). Saat proses pencantingan, lilin dilelehkan dengan cara dipanaskan, kemudian canting digoreskan pada

kain, dalam proses ini terjadi perubahan bentuk benda yang semula cair ke padat. Lilin tersebut membeku karena pengaruh suhu. Saat proses pewarnaan kain, kalor berpindah secara konveksi yaitu ketika memanaskan air dan pewarna hingga mendidih diatas kompor, serta terdapat proses konduksi pada kompor dengan api. Setelah itu, kain ditiriskan dan didiamkan beberapa saat agar warna pada serat kain meresap secara maksimal.

Tahapan terakhir pada pembuatan batik yaitu *pelorodan*. *Pelorodan* yaitu proses menghilangkan lilin yang masih melekat pada kain guna agar motif batik dapat muncu dengan cara didihkan. Air dapat mendidih ketika suhunya mencapai 100°C. Proses *pelorodan* mengakibatkan perubahan wujud lilin yang menempel pada kain dari bentuk padat menjadi cair karena pengaruh suhu. Kemudian kain batik dijemur untuk mengeringkan kadar air dan terjadi proses penguapan.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Berikut adalah penelitian-penelitian yang relevan dengan topik penelitian ini, diantaranya yaitu:

Penelitian pertama dilakukan oleh Furqoniyah, Subiki, dan Maryani (2022) tentang pengembangan LKPD bercirikan STEM pada materi pemanasan global. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui kelayakan, efektifitas, serta keterbacaan peserta didik terhadap LKPD. Model penelitian tersebut mengacu pada pengembangan Nieveen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penilaian ahli sebesar 89% dengan kriteria sangat layak, efektifitas LKPD sebesar 72% dengan kriteria tinggi, dan respon peserta didik sebesar 89% dengan kriteria positif, sehingga LKPD tersebut layak dan dapat diimplementasikan di sekolah.

Penelitian serupa dilakukan oleh Silvia dan Simatupang (2020) untuk menumbuhkan keterampilan literasi sains. Penelitian tersebut bertujuan untuk menghasilkan LKPD berbasis STEM dengan menggunakan model ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan kriteria sangat layak oleh ahli materi dan pembelajaran dengan persentase sebesar 87,5% dan 92,5%, sedangkan penilaian kriteria oleh ahli desain yaitu 78,7%. Penggunaan LKPD dalam pembelajaran pada sejumlah 29 peserta didik, diperoleh hasil yaitu keterampilan literasi sains peserta didik sebesar 85,2% dengan kriteria sangat tinggi.

Penelitian selanjutnya oleh Shabila, Bhakti, dan Fatahillah (2020) tentang pengembangan LKPD bercirikan

STEM pada materi elastisitas dan hukum Hooke. Penelitian tersebut bertujuan untuk menghasilkan produk berupa LKPD bercirikan STEM serta untuk mengetahui kelayakannya. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan LKPD mendapatkan hasil 77,5% oleh ahli materi dan 77,5% oleh ahli bahasa dengan kriteria layak, sehingga LKPD dapat diimplementasikan pada proses pembelajaran.

Penelitian tentang pengembangan LKPD bercirikan etnosains oleh Satriani dan Ikbal (2018). Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui proses pengembangan LKPD beserta validitas, reabilitas, dan efektifitasnya. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelayakan dan reabilitas LKPD sebesar 0,7 dan 0,89, sehingga LKPD dikategorikan valid dan reliabel. Tingkat efektifitas yang dihasilkan efektif dengan $t_{hitung} > t_{tabel}$ dengan nilai $5,20 > 2,02$.

Penelitian selanjutnya oleh Siagian dkk (2022) tentang pengembangan *e-LKPD* bercirikan etnosains untuk melatih keterampilan literasi sains. Penelitian tersebut bertujuan untuk menghasilkan produk berupa *e-LKPD* bercirikan etnosains yang valid, praktis, dan efektif. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D. Hasil

penelitian menunjukkan validitas *e-LKPD* 98,37% dengan kategori sangat valid, kepraktisan *e-LKPD* 97,15 dengan kategori sangat praktis, ketuntasan hasil belajar peserta didik menunjukkan 100% dengan kategori sangat efektif, dan ketercapaian indikator keterampilan literasi sains sebesar 85,8% dengan kategori sangat baik.

Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang telah dipaparkan terdapat pada kesamaan jenis penelitian, yakni penelitian pengembangan (*Research and Development*) yang menghasilkan produk berupa bahan ajar, serta untuk mengetahui kelayakan dan keterbacaan pada LKPD. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada pengembangan bahan ajar berupa LKPD bercirikan STEM terintegrasi etnosains. Perbedaan selanjutnya, terletak pada kajian etnosains yaitu batik Bakaran, serta subjek penelitian yang digunakan yaitu peserta didik kelas XI MIPA di SMA Muhammadiyah 1 Pati.

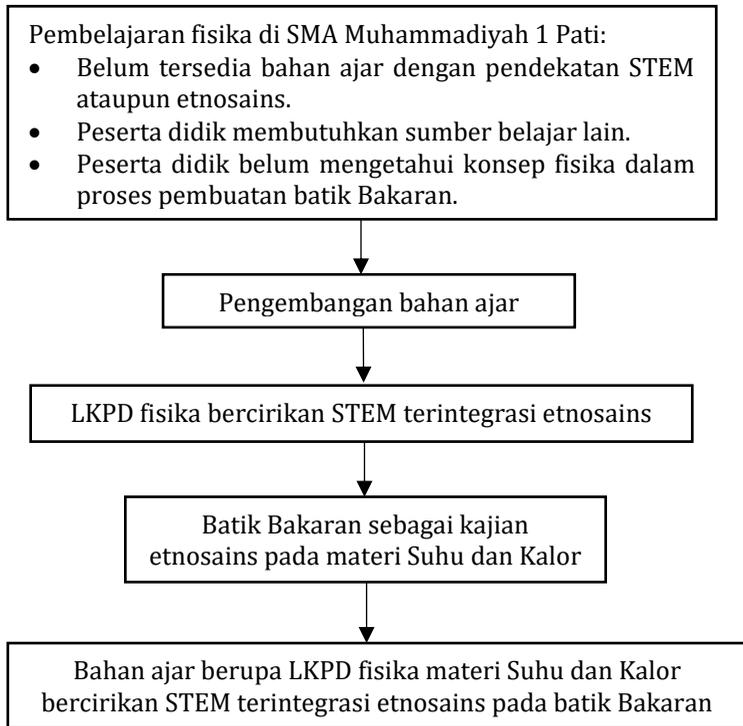
C. Kerangka Berpikir

Pembelajaran fisika dengan penerapan LKPD, diharapkan dapat membimbing peserta didik guna mencapai tujuan dalam mempelajari fisika. Tujuan tersebut termuat dalam Standar Isi Mata Pelajaran Fisika pada Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No.

21 Tahun 2016, sehingga dibutuhkan bahan ajar yang tepat dan dapat diterapkan, salah satunya yaitu LKPD bercirikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).

Pengembangan LKPD fisika bercirikan STEM akan lebih mudah dipahami, jika melibatkan peserta didik secara kompleks sesuai dengan pengetahuan lingkungan sekitarnya, contohnya seperti budaya. Etnosains adalah strategi pembelajaran yang mengintegrasikan antara budaya dengan fisika. Etnosains pada batik Bakaran dapat dikaji melalui proses pembuatan batik Bakaran yang tidak terlepas dari konsep fisika materi Suhu dan Kalor.

Kegiatan pembelajaran fisika di SMA Muhammadiyah 1 Pati, guru masih menggunakan bahan ajar berupa LKPD dan buku paket. LKPD tersebut merupakan LKPD yang dijual di pasaran, dengan kata lain, belum tersedia bahan ajar dengan pendekatan STEM ataupun etnosains di sekolah tersebut. Peserta didik masih membutuhkan sumber belajar lain untuk membantu proses pembelajaran. Peserta didik mengetahui adanya batik Bakaran, namun mereka belum mengetahui konsep fisika dalam proses pembuatan batik Bakaran. Berikut adalah bagan kerangka berpikir dalam penelitian ini.



Gambar 2.5 Kerangka Berpikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kajian teori serta latar belakang yang telah diuraikan, maka timbul beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran?

2. Bagaimana penilaian ahli materi dan media terhadap LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran?
3. Bagaimana keterbacaan peserta didik terhadap LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran?

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

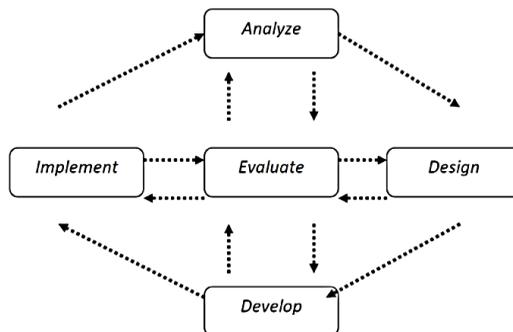
A. Model Pengembangan

Jenis penelitian ini yaitu penelitian pengembangan yang disebut juga dengan *Research and Development (R & D)*. *R & D* dilakukan sebagai riset dalam mengembangkan dan menguji efektivitas produk (Sugiyono, 2011). Borg & Gall (Setyosari, 2016), mengartikan penelitian *R & D* sebagai metode yang digunakan dalam pengembangan dan penilaian kelayakan suatu produk. Adapun produk yang dihasilkan dalam penelitian ini, berupa LKPD bercirikan STEM terintegrasi etnosains. Model penelitian yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini yaitu model ADDIE. Menurut Branch (Dwipayanti dkk, 2020), model ADDIE merupakan model penelitian yang tahapannya yaitu *Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation* untuk menghasilkan suatu produk. Model ADDIE tidak hanya dapat digunakan untuk mengembangkan LKPD, namun dapat diterapkan dalam berbagai aspek kehidupan. Model ADDIE dipilih sebagai model dalam penelitian ini karena, 1) 5 tahapan dalam ADDIE sangat tepat untuk mengembangkan LKPD, 2) model ini memiliki alur pengembangan yang fleksibel, 3) serta evaluasi dan revisi produk dapat dilakukan secara

terus menerus, dengan demikian produk yang dihasilkan dari model ADDIE, memiliki nilai kevalidan dan reliabel (Nuha dkk, 2016). Pengembangan produk penelitian ini memerlukan semua tahap-tahap ADDIE, guna menghasilkan dan mengevaluasi produk.

B. Prosedur Pengembangan

Berikut adalah tahapan yang terdapat dalam model ADDIE.



Gambar 3.1 Tahapan Model ADDIE (Sugiyono, 2015)

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis dilakukan guna mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada peserta didik dalam pembelajaran fisika. Identifikasi permasalahan tersebut digunakan sebagai analisis dalam mengembangkan produk. Identifikasi masalah pada penelitian ini diperoleh melalui metode wawancara

kepada guru fisika dan angket kebutuhan peserta didik. Wawancara kepada guru bertujuan untuk mengungkap berbagai hal selama proses pembelajaran, sedangkan angket kebutuhan peserta didik digunakan sebagai analisis kebutuhan dalam mengembangkan produk.

Pertanyaan yang diajukan kepada guru mengenai: 1) penerapan bahan ajar, 2) ketersediaan sumber belajar, 3) metode dan model pembelajaran yang sering digunakan, 4) kriteria sumber belajar yang baik, dan 5) pengalaman mengajar dan mengembangkan bahan ajar. Pertanyaan yang diajukan kepada peserta didik mengenai: 1) mata pelajaran yang disukai, 2) sumber belajar yang digunakan, 3) kebutuhan sumber belajar lain, 4) kriteria sumber belajar yang baik, 5) mengikuti les privat atau tidak, 6) metode pembelajaran yang diterapkan guru, 7) pengalaman guru dalam mengembangkan LKPD, dan 8) pengetahuan tentang batik Bakaran.

2. Tahap Desain (*Design*)

Kegiatan tahap desain dalam penelitian ini dilakukan yakni setelah tahap analisis telah selesai dilakukan. Masalah-masalah yang diungkap dari tahap

analisis digunakan sebagai bahan penelitian pengembangan produk, berupa LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran. Kegiatan pada tahap desain meliputi, persiapan dalam memperoleh referensi terkait materi Suhu dan Kalor, mendesain *LKPD* beserta komponen-komponen yang terdapat di dalamnya, seperti tampilan komponen dan kriteria komponen. Dilakukan juga penelitian etnosains untuk membantu tercapainya LKPD fisika bercirikan STEM terintegrasi etnosains. Penelitian etnosains dilakukan melalui wawancara dan observasi di tempat pembuatan batik Bakaran. Wawancara dilakukan dengan pengusaha pembuatan batik, guna mengetahui proses pembuatan batik Bakaran. Observasi dilakukan untuk mengetahui proses proses pencantingan, pewarnaan, dan *pelorodan* pada pembuatan batik Bakaran.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan dilakukan guna menyelesaikan draf awal LKPD, kemudian isi atau substansi LKPD disesuaikan dengan silabus fisika pada kurikulum 2013, karena kurikulum tersebut adalah kurikulum yang diterapkan di lokasi penelitian yaitu di

SMA Muhammadiyah 1 Pati. LKPD yang dikembangkan melalui Microsoft Word 2016. Ukuran kertas yang digunakan yaitu A4 dengan jenis teks yaitu *Times New Roman* ukuran 12. Desain layout dibuat juga melalui Microsoft Word 2016, sedangkan desain sampul depan dan belakang LKPD dibuat melalui *software* lain yaitu Canva. LKPD juga dilengkapi gambar-gambar untuk memperjelas teks yang dimaksud, serta untuk menarik respon peserta didik. Tahap terakhir dari pengembangan atau *development* ini yaitu uji kelayakan dan revisi produk sesuai dengan masukan oleh validator ahli.

a. Uji Kelayakan

Penelitian ini memerlukan uji kelayakan yang bertujuan untuk menganalisis tingkat validitas (kelayakan) produk LKPD. Uji atau penilaian kelayakan LKPD dalam penelitian ini, dilakukan oleh validator ahli materi dan media. Indikator penilaian validator ahli materi meliputi: 1) kelayakan isi, 2) kebahasaan, 3) teknik penyajian, dan 4) pengembangan LKPD. Indikator penilaian validator ahli media meliputi: 1) penyajian LKPD, dan 2) kelayakan penyajian.

b. Revisi Produk

Revisi produk bertujuan untuk memperbaiki LKPD, sehingga mendapatkan hasil LKPD yang layak atau sangat layak untuk diterapkan dalam pembelajaran fisika. Revisi produk dilakukan berdasarkan penilaian validator ahli materi dan media terhadap LKPD. Penilaian validator tersebut yaitu masukan perbaikan berupa komentar dan saran.

4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi pada penelitian ini dilakukan melalui uji lapangan. LKPD yang telah dikembangkan, kemudian diujikan kepada peserta didik untuk mengetahui keterbacaan terhadap *LKPD*. Implementasi dilakukan terhadap 34 peserta didik yang terdiri dari kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 di SMA Muhammadiyah 1 Pati.

5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi dilakukan semua pada tahapan model pengembangan ADDIE. Evaluasi produk dilakukan oleh dosen pembimbing, yakni pada tahap desain. Evaluasi selanjutnya dilakukan pada tahap pengembangan, yang dilakukan oleh kedua validator yaitu ahli materi dan media untuk memberikan

penilaian kelayakan terhadap LKPD. Evaluasi terakhir dalam penelitian ini, yaitu dilakukan pada tahap implementasi dengan mengujikan LKPD kepada peserta didik untuk mengetahui keterbacaan terhadap LKPD.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Pelaksanaan penelitian dilakukan dari melakukan pra riset melalui wawancara terhadap guru fisika dan pengusaha batik Bakaran, observasi di tempat pembuatan batik Bakaran, serta angket kebutuhan peserta didik. Kegiatan selanjutnya dalam penelitian ini yaitu mengembangkan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran, serta menganalisis kelayakan LKPD melalui metode angket validasi yang dilakukan ahli materi dan media. Angket penilaian LKPD juga digunakan untuk mendapat kritikan dan masukan untuk perbaikan LKPD agar menghasilkan produk yang layak digunakan.

2. Subjek Uji Coba

34 Peserta didik yang terdiri dari kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 di SMA Muhammadiyah Pati, menjadi

subjek uji coba dalam penelitian ini. Peserta didik diberikan angket untuk memberikan penilaian atau keterbacaan terhadap LKPD.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Teknik Wawancara

Wawancara yaitu teknik mengumpulkan data untuk memperoleh informasi secara langsung (tatap muka) maupun tidak langsung (Triyono, 2013). Wawancara pada penelitian ini dilakukan terhadap guru fisika SMA Muhammadiyah 1 Pati dan pengusaha batik Bakaran.

Wawancara dengan guru fisika digunakan untuk mengetahui: 1) penerapan bahan ajar, 2) ketersediaan sumber belajar, 3) metode dan model pembelajaran yang sering digunakan, 4) kriteria sumber belajar yang baik, dan 5) pengalaman mengajar dan mengembangkan bahan ajar. Wawancara berikutnya dilakukan dengan pengusaha batik Bakaran, tujuannya untuk mengetahui proses pembuatan batik Bakaran sebagai sains masyarakat yang kemudian diterjemahkan menjadi sains ilmiah.

b. Teknik Observasi

Observasi yaitu teknik mengumpulkan data di lapangan, sekolah, ataupun tempat-tempat tertentu dengan cara pengamatan pada objek secara empiris (Triyono, 2013). Tempat pembuatan batik Bakaran menjadi lokasi observasi dalam penelitian ini. Hasil observasi di tempat tersebut digunakan sebagai bahan pendukung untuk pengembangan LKPD dalam kajian etnosains.

c. Teknik Angket

Nama lain dari angket yaitu kuesioner, merupakan teknik untuk mengumpulkan data melalui pengajuan tertulis dari daftar pertanyaan yang harus dijawab oleh keterbacaanden (Muhibin dan Abdurrahman, 2007). Pengajuan angket pertama dillakukan kepada peserta didik untuk menganalisis kebutuhan sumber belajar. Hasil angket tersebut yang digunakan sebagai analisis kajian dalam mengembangkan LKPD. Pengajuan angket selanjutnya yaitu angket yang ditujukan kepada validator ahli materi dan media, yang digunakan sebagai analisis kelayakan LKPD, serta pengajuan angket kepada peserta didik untuk

mengetahui keterbacaan terhadap LKPD yang telah dikembangkan.

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah teknik analisis yang berkaitan dengan tujuan penelitian, sehingga analisis data hanya fokus pada uji kelayakan dan uji coba produk (Cholid, Narbuko dan Achmadi, 2001). Penelitian ini menggunakan teknik analisis data pada uji kelayakan LKPD oleh ahli materi & media dan uji keterbacaan oleh peserta didik sebagai berikut:

a. Uji kelayakan LKPD

Uji kelayakan LKPD digunakan untuk menunjukkan adanya kesesuaian teori penyusunan dengan LKPD yang dikembangkan, serta untuk menganalisis tingkat kelayakan (valid) LKPD. LKPD perlu direvisi apabila, hasil penilaian LKPD menunjukkan tidak ataupun kurang layak menurut teori serta masukan oleh validator. Apabila tidak terjadi hal demikian, maka LKPD dikatakan layak atau sangat layak untuk digunakan. Kriteria atau penentuan kelayakan LKPD diperoleh dari penilaian validasi ahli berupa angket skala *likert*, dengan skala penilaian tertinggi

pada angket yaitu 5 dan terendah adalah 1, seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Skor Penilaian Validasi Ahli
(Sudijono, 2008)

Keterangan	Skor
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup	3
Kurang (K)	2
Sangat Kurang (SK)	1

Hasil validasi ahli kemudian dianalisis menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan:

P = persentase penilaian

f = jumlah skor yang diperoleh

N = jumlah skor maksimum

Persentase kelayakan LKPD kemudian dikonversikan dalam bentuk Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Kelayakan (Akbar, 2013)

Kriteria Kelayakan	Tingkat Kelayakan
85,01% – 100,00%	Sangat layak sehingga dapat digunakan tanpa revisi
70,01% – 85,00%	Cukup layak, namun perlu revisi sedikit
50,01% – 70,00%	Kurang layak, karena perlu direvisi besar
1,00% – 50,00%	Tidak layak, atau tidak dapat dipergunakan

b. Angket Keterbacaan

Angket keterbacaan diperoleh melalui angket penilaian yang menunjukkan keterbacaan terhadap LKPD. Angket tersebut berupa pernyataan-pernyataan yang harus diisi oleh peserta didik. Angket yang digunakan untuk keterbacaan peserta didik adalah angket dengan skala *likert*. Skala penilaian tertinggi pada angket yaitu 5 dan terendah adalah 1, seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Skor Keterbacaan
(Sudijono, 2008)

Keterangan	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Kurang Setuju (KS)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Hasil keterbacaan yang dilakukan oleh peserta didik, kemudian dianalisis menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\% \quad (3.2)$$

Keterangan:

P = persentase penilaian

f = jumlah skor yang diperoleh

N = jumlah skor maksimum

Persentase keterbacaan yang dilakukan peserta didik terhadap LKPD kemudian dikonversikan dalam bentuk tabel kriteria, seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kriteria Keterbacaan (Arikunto, 2006)

Penilaian	Kriteria
81% - 100%	Sangat baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Kurang
0% - 20%	Sangat kurang

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Berdasarkan tahapan yang telah dilakukan pada penelitian ini melalui tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi, atau model ADDIE, dihasilkan produk berupa LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintergrasi etnosains pada batik Bakaran. LKPD yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. LKPD yang dikembangkan yaitu LKPD fisika bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran, yang berfokus pada materi Suhu dan Kalor.
2. LKPD dikemas sesuai dengan silabus fisika kurikulum 2013.
3. LKPD terdiri dari 50 halaman dengan urutan sebagai berikut:
 - a) Sampul, yaitu halaman yang membungkus isi atau keseluruhan LKPD. Sampul LKPD ini meliputi sampul depan dan belakang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.

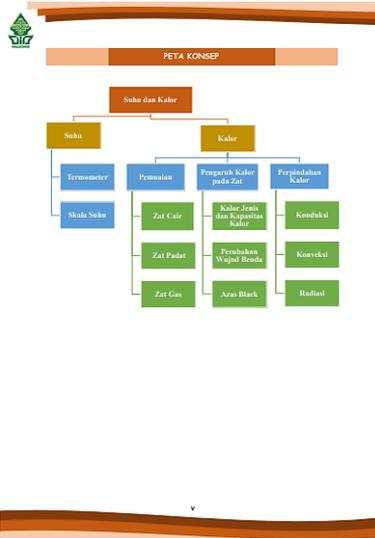


(a)

(b)

Gambar 4.1 (a) Sampul Depan
(b) Sampul Belakang

- b) Prakata, memuat ucapan terima kasih dari penulis yang ditujukan kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian LKPD.
- c) Daftar isi, memuat nama konten yang disertai dengan nomor halaman yang disusun berdasarkan sistematika LKPD.
- d) Pendahuluan, memuat isi deskriptif LKPD yang terdiri dari identitas, kompetensi inti, kompetensi dasar, tujuan pembelajaran, serta deskripsi LKPD.
- e) Peta konsep, memuat diagram sub bab atau konten yang dibahas dalam LKPD, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Peta Konsep

- f) Petunjuk penggunaan, memuat informasi-informasi dalam menggunakan LKPD bagi peserta didik maupun guru dalam proses pembelajaran.
- g) STEM, memuat deskripsi singkat mengenai STEM beserta pengertian pada masing-masing aspek STEM, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3.

STEM	
STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Pendekatan ini dimaksudkan agar peserta didik dapat menemukan solusi alternatif masalah yang dihadapi secara nyata dan disampaikan dengan baik melalui keempat aspek STEM yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika (Bahsoor dan Supahar, 2018). Berikut tabel pengertian muatan STEM.	
Tabel Pengertian Muatan STEM	
Muatan STEM	Pengertian
Science (Sains)	Sains adalah kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran, sebagai wahana untuk menjelaskan secara objektif alam yang selalu berubah, atau berkaitan dengan alam untuk memahami alam semesta yang merupakan dasar dari teknologi.
Technology (Teknologi)	Teknologi adalah tentang inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia, sehingga membuat kehidupan lebih baik dan lebih aman.
Engineering (Teknik)	Teknik adalah pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah, ekonomi, sosial, serta praktik untuk merencanakan dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan.
Mathematics (Matematika)	Matematika adalah ilmu tentang pola-pola dan hubungan-hubungan dan menyelesaikan bahasa bagi teknologi, sains, teknik, atau merupakan ilmu yang mempelajari ketertarikan pola dan hubungannya.

Gambar 4.3 STEM

h) Etnosains, memuat deskripsi etnosains pada batik Bakaran, serta sejarah mengenai batik Bakaran, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.

ETNOSAINS

Etnosains merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan sains atau masyarakat tertentu dengan sains ilmiah, sains atau masyarakat tersebut tercermin melalui kerajinan lokal sebagai suatu perwujudan terhadap lingkungan atau alam. Kerajinan lokal diformulasikan sebagai konsep mengolah keterampilan tradisional yang memiliki nilai konservasi sebagai aset lingkungan. Kerajinan lokal memiliki karakteristik seperti, ciri khas budaya, norma, tradisi, serta pengetahuan sumber daya alam (Nurwanar dkk., 2017). Setiap daerah di Indonesia memiliki kerajinan lokal yang menjadi ciri khas pada daerah tersebut, tak terkecuali dengan kabupaten Pati.



Sumber: batik.bakaran.com

Batik Bakaran merupakan salah satu corak kerajinan lokal yang terdapat di desa Bakaran, Kecamatan Jwana, Kabupaten Pati. Batik Bakaran tidak hanya berhubungan erat dengan nilai agrikultur, namun baik bakaran juga berhubungan dengan ilmu fisika, misalnya proses pembuatannya batik Bakaran terjadi fenomena difusi karena difusi yang dapat dirangsang dari ilmu fisika pada materi Suhu dan Kalor.

SEJARAH BATIK BAKARAN

Keterampilan membuat tulis Bakaran di Desa Bakaran tak lepas dari peran Nyi Banowati, pengaju tradisi pasuka dan pembuat terapan pengait pada akhir Kerajaan Majapahit abad ke-14. Motif batik yang dijumpai Nyi Banowati adalah motif batik Majapahit, misalnya, sekar jagas, pada gempal, nagal ati, dan timaran. Adapun motif khunas yang dijumpai Nyi Banowati sendiri yaitu motif garung. Motif ini terinspirasi dari pertemuan dengan Jaka Pakawon (kakawati) di Tiro Pandhitar.

Pada waktu itu, Nyi Banowati melarikan diri dari kakawati raja Majapahit. Tindakan dan versi alasan mengapa Nyi Banowati melarikan diri, pertama, Nyi Banowati bergama Islam, kedua, Nyi Banowati masih mengantar Hindu-Budha kabur dari kerajaan pasukan Kerajaan Demak.

Suatu hari, ketika Nyi Banowati membuat, ditangahi Jaka Pakawon. Keratapan Jaka Pakawon membuat Nyi Banowati yang sedang membuat melajjak gambar, sehingga secara tidak sengaja tangan Nyi Banowati mencoreti kain batik dengan corang batik makas, yang menurut nilai kearifannya dibuktikan dengan membuat. Corang tersebut membentangi motif garis-garis paralel, di sela-sela waktu, Nyi Banowati menyempurnakan garis-garis itu menjadi motif garis alang yang melambungkan kegembiraan atau ketiduran yang tidak terbayar.

Dalam masa pengaju sebelum proses pembuatan dimulai, mereka melakukan ritual dhu. Ada yang puasa 3 hari, ada yang satu minggu, ada yang satu bulan ada yang 40 hari. Setelah melakukan puasa ini pengaju melakukan pertemuan dengan tuhan mendapatkan inspirasi atau ilham, sehingga suatu ketika suatu corak tiba-tiba tidak terdapat mendapat gambaran atau bayangan motif batik yang akan dibuat. Bayangan motif tersebut menggambarkan kondisi masyarakat yang ada dan memberikan pesan moral pada masyarakat. Selain itu, motif batik dapat menunjukkan latar belakang si pengaju itu sendiri. Jadi setiap motif batik ada makna dan tuhan yang diharapkan pembuat atau ada pesan-pesan yang terkandung di dalam motif tersebut.

Saat ini, batik Bakaran sudah ada yang dipatenkan oleh Dijen HAKI sebagai motif batik milik pati. Terhitung semuanya berjumlah 17 motif yang terpatenkan. Ke-17 motif ini semuanya adalah motif klasik. Di antaranya adalah, motif blitik kopya, wawan, liris, kape peok, naman, giringng, selamakis, ukonakan, dan lisonan, dan lain sebagainya.

Sumber: <https://www.patiab.go.id>

Gambar 4.4 Etnosains

- i) Kegiatan belajar, memuat tujuan pembelajaran, uraian materi, contoh soal, kotak STEM, ayo kerja dan berkreasi, ayo berdiskusi, praktikum, latihan soal, rangkuman, dan uji formatif. Uraian materi yang disajikan dalam LKPD ini bersifat menstimulus peserta didik untuk memahami konsep materi Suhu dan Kalor. Setiap sub materi pertama pada kegiatan belajar 1 dan 2 terdapat kotak STEM yang terintegrasi dengan etnosains pada batik Bakaran. Setiap sub materi kedua pada kegiatan belajar 1 dan 2 terdapat ayo kerja dan berkreasi, diharapkan agar peserta didik dapat merancang suatu produk secara berkelompok dengan memperhatikan keterkaitan STEM. Ayo berdiskusi diharapkan agar dapat menguji pemahaman peserta didik terkait STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran.
- j) Kunci jawaban, memuat jawaban-jawaban yang benar pada setiap tes formatif 1 dan 2, sehingga peserta didik dapat mengukur pemahamannya.
- k) Glosarium, memuat daftar istilah yang terdapat dalam penyampaian materi LKPD dan disajikan berdasarkan huruf alfabet.
- l) Daftar pustaka, memuat daftar judul, jurnal ataupun sumber lainnya yang menjadi referensi dalam penyusunan materi LKPD.

m) Biodata penulis, memuat informasi identitas dan riwayat hidup penulis.

B. Hasil Uji Coba Produk

1. Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dalam penelitian ini, dilakukan oleh 1 dosen program studi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang. Ahli materi bertugas untuk menilai kelayakan LKPD berdasarkan 4 indikator, yakni kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan penyajian, serta pengembangan LKPD. Hasil penilaian tersebut berupa data angket serta masukan berupa komentar & saran guna perbaikan LKPD, seperti pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Materi

Indikator	Jumlah Skor Tiap Indikator	Kategori Penilaian	
		Rata-Rata Skor Tiap Indikator	Kriteria
Kelayakan Isi	14	4,67	Baik
Kebahasaan	9	4,50	Baik
Teknik Penyajian	10	5,00	Sangat Baik
Pengembang- an LKPD	10	5,00	Sangat Baik
Jumlah Skor	43	4,79	Baik
Jumlah Skor Maksimum	45	5,00	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa, penilaian ahli materi terhadap LKPD memperoleh jumlah skor sebesar 43 dan skor rata-rata yaitu 4,79 dengan kriteria baik. Berikut perhitungan persentase kelayakan LKPD oleh ahli materi, dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Persentase Kelayakan Ahli Materi

Indikator	Persentase Kelayakan (%)	Tingkat Kelayakan
Kelayakan Isi	93,33	Sangat Layak
Kebahasaan	90,00	Sangat Layak
Teknik Penyajian	100,00	Sangat Layak
Pengembangan LKPD	100,00	Sangat Layak
Keseluruhan Indikator	95,83	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat diketahui persentase tertinggi ditunjukkan pada indikator teknik penyajian dan pengembangan LKPD yang mencapai 100%, dan persentase yang 100% ditunjukkan pada indikator kelayakan isi dan kebahasaan. Persentase tersebut dikarenakan, terdapat 1 butir pada indikator kelayakan isi dan kebahasaan memperoleh skor 4 (Baik) dari 5 (Sangat Baik), yaitu pada butir kemutakhiran materi dan keterbacaan. Secara keseluruhan persentase kelayakan oleh ahli materi yaitu 95,83% dengan tingkat kelayakan sangat layak. Hal ini menunjukkan LKPD sudah

memenuhi syarat-syarat sebagai bahan ajar yang baik, seperti melatih peserta didik untuk menemukan konsep sesuai dengan materi yang disajikan. Sebagaimana pada pendapat Irman dan Waskito (2020), kesesuaian dan ketepatan materi yang terdapat pada LKPD harus valid. Tujuannya agar sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Susunan kalimat dan bahasa dalam LKPD juga diperhatikan dengan saksama berdasarkan kaidah yang berlaku, jelas dan tidak multitafsir. Hal ini bertujuan untuk membantu proses pemahaman yang efektif bagi peserta didik (Noer, 2018). Adapun masukan oleh ahli materi yakni berupa komentar dan saran terhadap penilaian LKPD, dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Komentar dan Saran Ahli Materi

No.	Komentar dan Saran
1	Tulis alasan untuk memenuhi tugas akhir/skripsi di sampul depan LKPD.
2	Nama penulis pakai <i>font</i> biasa saja.
3	Penggunaan kata sambung tidak boleh di awal kalimat.
4	Sesuaikan penggunaan kurikulum LKPD dengan kurikulum yang dipakai di sekolah.
5	Penulisan huruf awal pada poin-poin di soal harus ditulis kecil.
6	Tulis alasan mengapa menaruh kunci jawaban di akhir LKPD.
7	Tabel diberi referensi.
8	Pakai foto resmi saja untuk biodata penulis dan tidak perlu tanda tangan.

1. Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dalam penelitian ini, dilakukan oleh 1 dosen program studi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang. Ahli media bertugas untuk menilai kelayakan LKPD berdasarkan 2 indikator, yakni desain media dan penggunaan media Hasil penilaian tersebut berupa data angket serta masukan berupa komentar & saran guna perbaikan LKPD, seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Validasi Ahli Media

Indikator	Jumlah Skor Tiap Indikator	Kategori Penilaian	
		Rata-Rata Skor Tiap Indikator	Kriteria
Penyajian LKPD	5	5,00	Baik
Kelayakan Penyajian	23	4,60	Baik
Jumlah Skor	28	4,80	Baik
Jumlah Skor Maksimum	30	5,00	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa, penilaian ahli media terhadap LKPD memperoleh jumlah skor sebesar 28 dan skor rata-rata yaitu 4,80 dengan kriteria baik. Berikut perhitungan persentase kelayakan LKPD oleh ahli materi, dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Persentase Kelayakan Ahli Materi

Indikator	Persentase Kelayakan (%)	Tingkat Kelayakan
Penyajian LKPD	100	Sangat Layak
Kelayakan Penyajian	92	Sangat Layak
Keseluruhan Indikator	96	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4.5, dapat diketahui persentase tertinggi ditunjukkan pada indikator penyajian LKPD, dan persentase terendah ditunjukkan pada indikator kelayakan penyajian. Hasil persentase terendah tersebut dikarenakan, terdapat 2 butir indikator kelayakan penyajian yang memperoleh skor 4 (Baik) dari 5 (Sangat Baik), yaitu tipografi isi LKPD dan kualitas tampilan LKPD secara keseluruhan. Hasil kelayakan LKPD secara keseluruhan oleh ahli materi yaitu 96% dengan kriteria sangat layak. Hal ini menunjukkan LKPD sudah memenuhi syarat-syarat bahan ajar yang baik. Sebagaimana pada pendapat Muljono (dalam BSNP, 2007), tampilan yang menarik, mudah digunakan, serta kualitas yang baik, harus dimiliki pada sebuah bahan ajar. Desain sampul LKPD dibuat menarik agar menumbuhkan motivasi belajar peserta didik dengan menerapkan LKPD, selain itu LKPD dilengkapi dengan

gambar untuk memperjelas materi, sehingga LKPD tersusun dengan kombinasi tulisan dan gambar. Hal ini sejalan dengan pendapat Umbaryati (2016), tampilan LKPD yang menarik dapat menumbuhkan motivasi belajar serta tidak memberikan kesan membosankan bagi peserta didik. Adapun masukan oleh ahli materi terhadap LKPD yakni terdapat beberapa penulisan salah ketik, sehingga perlu diperbaiki atau direvisi.

2. Uji Coba Keterbacaan

Uji coba LKPD dalam penelitian ini, dilakukan setelah LKPD direvisi sesuai dengan masukan oleh kedua validator. Uji coba ini digunakan sebagai implementasi dari penelitian pengembangan LKPD. Data keterbacaan LKPD diperoleh dari penyebaran angket peserta didik yang berisikan 17 pernyataan dengan 5 skala *likert*, yaitu nilai tertinggi 5 dan nilai terendah 1. Dilakukannya uji coba ini guna mengetahui keterbacaan LKPD oleh peserta didik. Uji coba dilakukan terhadap 34 peserta didik yang terdiri dari kelas 2 yaitu XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 di SMA Muhammadiyah 1 Pati. Berikut merupakan hasil keterbacaan LKPD oleh penilaian peserta didik, yang ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Keterbacaan

Indikator	Jumlah Skor Rata-Rata	Kategori Penilaian	
		Rata-Rata Skor Tiap Indikator	Kriteria
Kualitas Isi dan Materi	32,15	4,02	Setuju
Kualitas Media	37,12	4,13	Setuju
Jumlah Skor	69,35	4,07	Setuju
Jumlah Skor Maksimum	85,00	5,00	Sangat Setuju

Berdasarkan Tabel 4.6, dapat diketahui bahwa uji keterbacaan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran, memperoleh jumlah skor sebesar 69,35 dan skor rata-rata yaitu 4,07 dengan kriteria setuju. Adapun perhitungan persentase keterbacaan LKPD oleh peserta didik, dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Persentase Keterbacaan

Indikator	Persentase Keterbacaan (%)	Tingkat Keterbacaan
Kualitas Isi Materi	80,37	Baik
Kualitas Media	82,68	Sangat Baik
Keseluruhan Indikator	81,52	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.7, diperoleh hasil persentase keterbacaan LKPD sebesar 81,52% dengan tingkat keterbacaan peserta didik sangat baik. Hasil keterbacaan LKPD oleh peserta didik ditunjukkan pada Lampiran 12, melalui data penilaian tersebut teridentifikasi bahwa peserta didik memberikan penilaian yang beragam terhadap LKPD. Persentase keterbacaan LKPD secara keseluruhan menunjukkan kualitas isi dan media pada LKPD dinilai sudah baik oleh peserta didik. Materi yang disusun pada LKPD disesuaikan pada Kurikulum 2013, pemilihan kalimat dan bahasa dibuat sederhana agar jelas dan mudah dipahami, serta terdapat gambar sebagai alat untuk memperjelas materi yang disajikan. Menurut Dewi dan Arini (2018), keterbacaan LKPD yang baik dapat memberikan dampak positif bagi peserta didik, seperti menumbuhkan motivasi belajar, melatih dan menambah memori, serta mengefektifkan belajar.

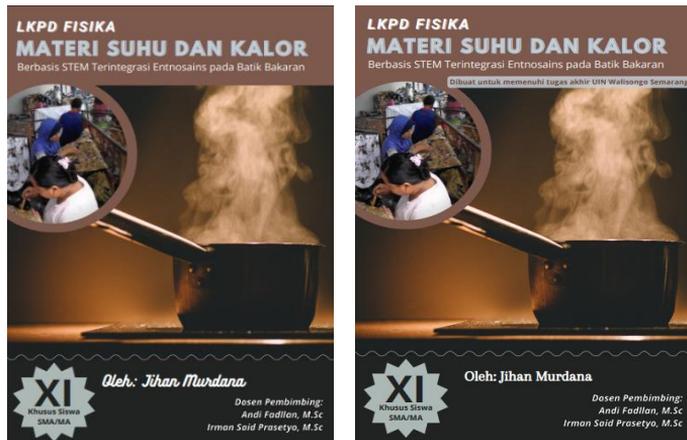
C. Revisi Produk

Revisi produk ialah proses perbaikan LKPD yang dilakukan peneliti dengan dasar penilaian serta masukan dari yakni ahli materi dan media. Revisi produk pada pengembangan LKPD fisika materi suhu dan kalor

bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran, sebagai berikut:

1. Ahli Materi

- a. Tulis alasan untuk memenuhi tugas akhir/skripsi di sampul depan LKPD dan nama penulis pakai font biasa saja.



Gambar 4.5 (a) Sampul Depan Sebelum Revisi
(b) Sampul depan Sesudah Revisi

- b. Penulisan huruf awal pada poin-poin di soal harus ditulis kecil.
4. Termometer yang sering digunakan untuk keperluan di laboratorium umumnya merupakan termometer zat cair. Berdasarkan pertimbangan khusus, zat cair yang biasa digunakan untuk mengisi termometer yang mampu mengukur suhu yang rendah adalah...
- air
 - raksa
 - spiritus
 - alkohol
 - gliserol

Gambar 4.6 Penulisan Huruf Awal pada Poin-Poin Soal Sesudah Revisi

- c. Penggunaan kata sambung tidak boleh di awal kalimat.

Nglorod merupakan tahap terakhir dari proses pembuatan batik Bakaran. Pada tahap ini, panci yang berisi air dipanaskan hingga mendidih, selanjutnya pembatik membersihkan malam (lilin) yang menempel pada kain dengan cara memasukkan kain ke dalam air mendidih. Setelah itu kain diangkat, kemudian dibilas dengan air bersih dan diangin-anginkan hingga kering.

Gambar 4.7 Penggunaan Kata Sambung Sebelum Revisi

Nglorod merupakan tahap terakhir dari proses pembuatan batik Bakaran. Tahap ini, panci yang berisi air dipanaskan hingga mendidih, selanjutnya pembatik membersihkan malam (lilin) yang menempel pada kain dengan cara mencelupkan kain ke dalam air mendidih. Kain yang sudah dicelupkan ke dalam air mendidih, kemudian diangkat dan dibilas dengan air bersih, dan diangin-anginkan hingga kering.

Gambar 4.8 Penggunaan Kata Sambung Sesudah Revisi

- d. Tulis alasan mengapa menaruh kunci jawaban di akhir LKPD.

Anda dapat mengukur tingkat penguasaan Anda terhadap Materi Kegiatan Belajar 1 dengan cara mencocokkan jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Formatif 1. Kunci jawaban dibuat di akhir LKPD agar Anda mengerjakan soal secara jujur dan bersungguh-sungguh. Hitunglah jawaban benar Anda menggunakan rumus berikut:

Gambar 4.9 Alasan Menaruh Kunci Jawaban di Akhir LKPD Sesudah Revisi

e. Tabel diberi referensi.

Tabel 1.1 Koefisien Muai Panjang

Jenis Benda	Koefisien Muai Panjang ($1/K$)
Kaca	9×10^{-6}
Baja/besi	11×10^{-6}
Aluminium	26×10^{-6}
Pirex (<i>pyrex</i>)	23×10^{-6}
Platina	9×10^{-6}
Tembaga	17×10^{-6}

Sumber: <https://fisikabc.com>

Gambar 4.10 Tabel Sesudah Revisi

2. Ahli Media

a. Perbaiki penulisan salah ketik.

Pembelajaran fisika dengan pemanfaatan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran, peserta didik diharapkan mampu teliti dan jujur dalam menerapkan konsep Suhu dan Kalor pada kehidupan sehari-hari. Peserta didik diharapkan mampu bekerja sama, teliti, serta terampil dalam merancang dan melakukan percobaan yang memanfaatkan karakteristik termal suatu bahan, terutama

Gambar 4.11 Contoh 1 Penulisan Salah Ketik Sebelum Revisi

Pembelajaran fisika dengan pemanfaatan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran, peserta didik diharapkan mampu teliti dan jujur dalam menerapkan konsep Suhu dan Kalor pada kehidupan sehari-hari. Peserta didik diharapkan mampu bekerja sama, teliti, serta terampil dalam merancang dan melakukan percobaan yang memanfaatkan karakteristik termal suatu bahan, terutama

Gambar 4.12 Contoh 1 Penulisan Salah Ketik Sesudah Revisi

Anda dapat mengukur tingkat penguasaan Anda terhadap Materi Kegiatan Belajar 1 dengan cara mencocokkan jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Formatif 1. Kunci jawaban dibuat di akhir LKPD agar Anda mengerjakan soal secara jujur dan bersungguh-sungguh. Hitunglah jawaban benar Anda menggunakan rumus berikut:

Gambar 4.13 Contoh 2 Penulisan Salah Ketik Sebelum Revisi

Anda dapat mengukur tingkat penguasaan Anda terhadap Materi Kegiatan Belajar 1 dengan cara mencocokkan jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Formatif 1. Kunci jawaban dibuat di akhir LKPD agar Anda mengerjakan soal secara jujur dan bersungguh-sungguh. Hitunglah jawaban benar Anda menggunakan rumus berikut:

Gambar 4.14 Contoh 2 Penulisan Salah Ketik Setelah Revisi

Apabila mencapai tingkat pengiasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan kegiatan belajar 2, jika masih kurang dari 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

Gambar 4.15 Contoh 3 Penulisan Salah Ketik Sebelum Revisi

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan kegiatan belajar 2, jika masih kurang dari 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

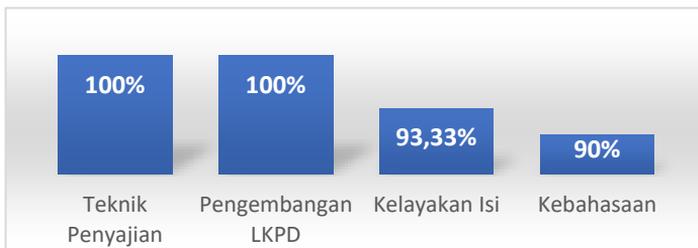
Gambar 4.16 Contoh 3 Penulisan Salah Ketik Sebelum Revisi

D. Kajian Produk

Produk akhir dari penelitian ini yaitu LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran. LKPD ini berbentuk cetakan dengan ukuran kertas A4. LKPD terdiri dari 50 halaman. LKPD dilengkapi gambar-gambar untuk memperjelas materi serta menambah daya tarik peserta didik. Isi LKPD memuat antara fisika materi Suhu dan Kalor dengan STEM yang terintegrasi etnosains pada batik Bakaran. Sistematika penyusunan LKPD lengkap yakni, ada peta konsep, petunjuk

penggunaan, uraian materi dan evaluasi. Latihan soal pada setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan arahan jawaban, serta terdapat kunci jawaban untuk setiap tes formatif.

Berdasarkan hasil penilaian ahli materi terhadap LKPD, ditunjukkan pada Gambar 4.6. Berikut urutan persentase dari masing-masing indikator dengan urutan terbesar hingga terkecil.



Gambar 4.17 Persentase Kelayakan LKPD oleh Ahli Materi

Indikator kelayakan isi dan kebahasaan memperoleh persentase yang kurang dari 100%, dikarenakan terdapat butir pada indikator yang memperoleh skor 4 (Baik) dari 5 (Sangat Baik), yakni pada kemutakhiran materi dan keterbacaan. Persentase penilaian ahli materi secara keluruhan terhadap LKPD sebesar sebesar 95,83% dengan kriteria sangat layak. Persentase tersebut menunjukkan bahwa indikator kelayakan isi, kebahasaan, teknik penyajian, dan pengembangan LKPD dinilai sudah sesuai oleh ahli materi.

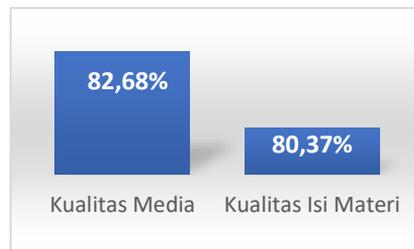
Hasil penilaian ahli media terhadap LKPD, ditunjukkan pada Gambar 4.19. Berikut urutan persentase dari tiap indikator dengan urutan terbesar dan terkecil.



Gambar 4.18 Persentase Kelayakan LKPD oleh Ahli Media

Hasil uji keterbacaan LKPD yang dilakukan peserta didik, dapat diketahui indikator yang memiliki persentase kurang dari 100%, yakni pada indikator kelayakan penyajian. Hal tersebut dikarenakan, terdapat 2 butir indikator kelayakan penyajian yang memperoleh skor 4 (Baik) dari 5 (Sangat Baik), yakni pada tipografi isi LKPD dan kualitas tampilan LKPD secara keseluruhan. Persentase penilaian ahli media terhadap LKPD sebesar 96%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa indikator penyajian LKPD dan kelayakan penyajian dinilai sudah sesuai oleh ahli media.

Hasil keterbacaan LKPD oleh peserta didik, ditunjukkan pada Gambar 4.20. Berikut urutan persentase dari indikator keterbacaan terbesar dan terkecil.



Gambar 4.19 Persentase Keterbacaan Peserta Didik

Berdasarkan persentase yang ditampilkan, dapat diidentifikasi bahwa peserta didik memberikan penilaian yang bervariasi terhadap LKPD, seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 12. Persentase keterbacaan peserta didik terhadap LKPD sebesar 81,52% dengan tingkat keterbacaan sangat baik.

Berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, serta peserta didik terhadap LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran, dapat disimpulkan bahwa LKPD ini sangat layak untuk diimplementasikan pada pembelajaran fisika, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2, Tabel 4.5, dan Tabel 4.7.

Hasil penelitian ini lebih baik dari penelitian sebelumnya, yakni pada tingkat kelayakan LKPD yang dilakukan oleh ahli materi dan media, sedangkan hasil uji keterbacaan LKPD yang dilakukan peserta didik memiliki tingkat yang lebih rendah, seperti penelitian yang dilakukan oleh Komala (2021) dengan pengembangan LKPD. Hasil

penelitian yang dilakukan diperoleh, penilaian ahli materi sebesar 78,75% dengan kategori layak, penilaian ahli media sebesar 95% dengan kategori sangat layak, dan penilaian peserta didik 84,3% dengan kategori baik. Penelitian serupa selanjutnya oleh Riani (2020), hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli materi sebesar 82,34% dengan kategori sangat layak, ahli 94,2% dengan kategori sangat layak, dan peserta didik sebesar 79,73% dengan kategori baik. Penelitian selanjutnya oleh Hafifah dkk (2020), hasil penilaian ahli materi sebesar 84,45% dengan kategori sangat layak, penilaian ahli media sebesar 85% dengan kategori sangat layak, dan penilaian peserta didik sebesar 94% dengan kriteria sangat baik.

Pemanfaatan LKPD ini dalam pembelajaran fisika, diharapkan dapat menjadi bahan ajar alternatif bagi guru dan menjadi sumber belajar bagi peserta didik. Adanya STEM dalam LKPD, diharapkan agar peserta didik dapat menemukan solusi alternatif terhadap masalah yang dihadapi secara nyata dan mengkomunikasikan dengan baik melalui setiap aspek STEM yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Adanya etnosains dalam LKPD, diharapkan dapat memberikan pengaruh positif pada peserta didik karena pembelajaran selaras dengan pengetahuan budaya sekitarnya, sehingga menjadikan pembelajaran fisika lebih bermakna (Bashooir & Supahar, 2018; Azalia, 2020).

LKPD ini memiliki kelebihan dalam penggunaannya yaitu lebih mudah digunakan oleh guru maupun peserta didik. Kelebihan LKPD ini yaitu LKPD dilengkapi dengan gambar-gambar untuk memperjelas materi, serta dapat menambah daya keterbacaan peserta didik. LKPD ini menuntun peserta didik untuk melakukan kegiatan ilmiah, seperti mengamati, memberikan hipotesis, serta praktikum, dan membuat tugas proyek. Materi yang dimuat dalam LKPD dibuat secara singkat dan jelas. LKPD ini juga dapat menambah wawasan peserta didik tentang STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dan etnosains, sehingga membuat peserta mempelajari 2 hal sekaligus yaitu fisika dan budaya batik Bakaran.

LKPD ini memiliki beberapa kekurangan atau kelemahan LKPD dalam penggunaannya, yaitu LKPD tidak dapat menampilkan gambar/visual secara dinamis karena LKPD dibuat secara cetakan, dan LKPD memerlukan tempat penyimpanan yang tepat agar tetap awet, bersih, dan tahan lama.

E. Keterbatasan Penelitian

Pengembangan produk dalam penelitian ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan yaitu:

1. Keterbatasan uji coba

Uji coba yang dilakukan hanya berfokus untuk memperoleh hasil uji keterbacaan LKPD yang dilakukan oleh peserta didik, sehingga uji coba yang dilakukan tidak sampai pada tahap uji efektivitas produk.

2. Keterbatasan bahan ajar

LKPD ini hanya memuat 1 materi yaitu Suhu dan Kalor. Materi tersebut dipilih karena terdapat hubungan antara proses pembuatan batik Bakaran dengan materi Suhu dan Kalor.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan tentang Produk

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Karakteristik LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran yaitu LKPD berbentuk cetak dengan ukuran kertas A4, LKPD dikemas berdasarkan silabus fisika kurikulum 2013, dan LKPD terdiri dari 50 halaman.
2. Hasil penilaian ahli materi diperoleh tingkat kelayakan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran sebesar 95,83% dengan kriteria sangat layak, sedangkan hasil penilaian ahli media diperoleh tingkat kelayakan LKPD sebesar 96% dengan kriteria sangat layak.
3. Hasil keterbacaan oleh peserta didik terhadap LKPD sebesar 81,52% dengan tingkat keterbacaan sangat baik.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan oleh penulis yaitu:

1. LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran diharapkan dapat menjadi bahan ajar alternatif bagi guru dalam pembelajaran fisika.
2. LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran diharapkan dapat menjadi sumber belajar bagi peserta didik dengan bimbingan guru atau secara mandiri.
3. Kelemahan atau kekurangan LKPD ini diharapkan dapat diperbaiki oleh peneliti lain dalam waktu yang akan datang.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

1. Diseminasi Produk
 - a. Produk penelitian didesiminasikan ke SMA Muhammadiyah 1 Pati.
 - b. Produk diunggah ke *website FlipHTML5, Scribd* dan *Academia*, sehingga dapat bermanfaat bagi khalayak banyak.
2. Pengembangan Produk Lebih Lanjut
 - a. Produk LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran ini, disarankan untuk disebarluaskan dan diimplementasikan ke beberapa sekolah.

- b. Produk LKPD dapat diterapkan di kelas untuk diteliti efektivitasnya dalam pembelajaran fisika.
- c. Pengembangan LKPD selanjutnya dapat diintegrasikan dengan pendekatan maupun pemuatan etnosains pada budaya atau kearifan lokal lain, dengan disesuaikan dengan materi dan silabus fisika pada kurikulum sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin. 2016. *Fisika Dasar I*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Ahmadi, Y., Astuti, B. dan Linuwih, S. 2019. Bahan Ajar IPA Berbasis Etnosains Tema Pemanasan Global untuk Peserta Didik SMP Kelas VII. *Unnes Physics Education Journal*, 8(1).
- Akbar, S. 2013 *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Andrews, Bufforfd dan Banks. 2014. STEM Modules: Developing Innovative Approches to Enchance Student Learning. *Journal School of Education: Department of Materials Science and Engineering Tuskegee University*.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Atmojo. 2012. Profil Keterampilan Proses Sains dan Apresiasi Peserta didik Terhadap Profesi Pengrajin Tempe Dalam Pembelajaran IPA Berpendekatan Etnosains. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(2), pp. 115–122.
- Azalia, I. 2020. *Pengaruh Penerapan E-Book Bermuatan STEM Terintegrasi Etnosains terhadap Keterampilan Generik*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Bashoor, K. dan Supahar. 2018. Validitas dan Reabilitas Instrumen Asesmen Kinerja Literasi Sains Pelajaran

- Fisika Berbasis STEM. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 22(2), p. 221.
- Battiste, M. 2005. *Indegenous Knowledge: Foundation for First Nations*. Canada: University of Saskatchewan.
- Cholid Narbuko dan Achmadi, A. 2001. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Dewi, N. R. dan Arini, F. Y. 2018. Uji Keterbacaan pada Pengembangan Buku Ajar Kalkulus Berbantuan Geogebra untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Representasi Matematis. *Prisma*, 1.
- Dwipayanti, N. K. I., Citrawathi, D. M. dan Julyasih, K. S. M. 2020. Pengembangan Unit Kegiatan Belajar Mandiri Berbasis Pendekatan STEM pada Materi Sistem Respirasi dengan Berbantuan Edmodo untuk Kelas XI MIPA di SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 7(2), pp. 81–93.
- Fathoni, A. *et al.* 2020. STEM : Inovasi dalam Pembelajaran Vokasi. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 17(1), pp. 33–42.
- Febrianto, A. 2016. *Antropologi Ekologi*. Jakarta: Kencana.
- Furqoniyah, Q., Subiki dan Maryani. 2022. Pengembangan LKPD Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam Pembelajaran Fisika Pemanasan Global di SMA. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 9(1).
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika Edisi I Jilid 1 (Terjemahan)*. Jakarta:

Erlangga.

- Hafifah, A., Kasrina dan Singkam, A. R. 2020. Desain dan Validitas Lembar Kerja Peserta Didik Berdasarkan Keberagaman Ikan di Sungai Pura Bengkulu Utara. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 2.
- Halliday, Resnick dan Walker. 2012. *Fisika Dasar Jilid 1 Edisi 7*. Jakarta: Erlangga.
- Irman, S. dan Waskito. 2020. Validasi Modul Berbasis Project Based Learning pada Mata Pelajaran Simulasi dan Komunikasi Digital. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(2).
- Ismayanti, A. 2016. Pengaruh Penerapan STEM Project Based Learning terhadap Kreativitas Matematis SISWA SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3(1).
- Izzati, N. *et al.* 2019. Pengenalan Pendekatan STEM sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi 4.0. *Jurnal Anugerah*, 1(2), pp. 83–89.
- Komala, F. 2021. *Pengembangan E-LKPD Berbasis Self Regulated Learning Menggunakan Google Classroom pada Materi Termokimia*. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo Semarang.
- Lia, R. M. 2016. *Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berorientasi Etnosains pada Materi Larutan Elektrolit dan Non-Elektrolit Kelas X M.A. Salafiyah Simbang Kulon*

- Pekalongan*. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo Semarang.
- Muhibin, S. A. dan Abdurrahman, M. 2007. *Analisis Korelasi, Regresi, dan Jalur dalam Penelitian*. Bandung: Pustaka Setia.
- Muljono. 2007. *Kegiatan Penilaian Buku Teks Pelajaran Pendidikan Dasar dan Menengah*. Buletin. Jakarta: BSNP.
- Nadhiroh, N. 2018. Pembengan Lembar Kerja Berbasis 7E. *Jurnal Pendidikan*.
- Noer, S. H. 2018. *Desain Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Novitasari *et al.* 2017. Fisika, Etnosains, Dan Kearifan Lokal Dalam Pem belajaran Sains. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika III 2017*, 2(2), pp. 23–25.
- Nuha, U. M. dan A, U. L. 2016. Pengembangan Buku Ajar Berbasis Penelitian Evolusi dan Filogenetik Molekuler Untuk Mata Kuliah Evolusi di Universitas Jember. *Jurnal Pendidikan*, 1(9), p. 1791—1796.
- Permendikbud. 2016. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 21 Tahun 2016 tentang Standar Isi Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta.
- Permendiknas. 2007. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 16 tentang Standar Kualifikasi dan Kompetensi Guru*.
- Puala'a, A. 2021. *Desain dan Validasi Modul Pembelajaran Kimia Kelas XI SMA Berbasis Pendekatan Science, Technology,*

Engineering, and Mathematics (STEM) pada Materi Laju Reaksi. Skripsi. Palu: Universitas Tadulako.

- Puspasari, A. *et al.* 2019. Implementasi Etnosains dalam Pembelajaran IPA di SD Muhammadiyah Alam Surya Mentari Surakarta. *Science Education Journal (SEJ)*, 3(1), pp. 25–31. doi: 10.21070/sej.v3i1.2426.
- Riani, W. 2020. *Pengembangan Modul Berbasis Stem pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Siswa SMA*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Satriani and Ikbal, M. S. 2018. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Etnosains dengan Model Penalaran Kausal untuk Memecahkan Masalah. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1).
- Serway dan Jewett. 2010. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Terjemahan. Jakarta: Salemba Teknik.
- Setyosari, P. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan & Pengembangan*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Shabila, R. L., Bhakti, Y. B. dan Fatahillah. 2020. Pengembangan LKPD Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 1(2).
- Sholichah, M. 2018. *Pengembangan Modul Kimia Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Pendidikan Karakter Berbantu Media Multiple Level Representation (Mlr) pada Materi Hidrolisis Garam Kelas XI SMA Negeri 1 Kepohbaru*

- Bojonegoro*. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo Semarang.
- Siagian, G. *et al.* 2022. Pengembangan e-LKPD Berbasis Etnosains untuk Melatih Keterampilan Literasi Sains pada Materi Zat Makanan. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Nommensen Siantar (JP2NS)*, 2(2).
- Silvia, A. dan Simatupang, H. 2020. Pengembangan LKPD Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Menumbuhkan Keterampilan Literasi Sains Siswa Kelas X MIA SMA Negeri 14 Medan T.P 2019/2020. *Best Journal*, 3, pp. 39–40.
- Sudarmin. 2015. *Pendidikan Karakter, Etnosains dan Kearifan Lokal (Konsep dan Penerapannya dalam Penelitian dan Pembelajaran Sains)*. Semarang: Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang.
- Sudijono. 2008. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Grafindo Persada.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2015. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Susanto, S. K. S. 1980. *Seni dan Teknologi Kerajinan Batik*. Yogyakarta: Balai Besar Kerajinan dan Batik.
- Tipler, P. A. 1998. *Fisika Dasar untuk Sains dan Teknik*. Jakarta:

Erlangga.

Torlakson. 2014. *Innovate: A Blueprint for Science, technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. California: State Superintendent of Public Instruction.

Triyono. 2013. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Ombak.

Umbaryati. 2016. Pentingnya LKPD pada Pendekatan Saintific Pembelajaran Matematika. *Prosiding UNNES*.

Widayanti. 2019. *Pengembangan E-Book Intereactive Berbasis STEM Berorientasi Kemampuan Abad 21 Untuk Meningkatkan Scientific Communication Skills dan Pemahaman Konsep Pada Materi Fisika*. Bandar Lampung: Universitas Lampung.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Wawancara dengan Guru Fisika SMA Muhammadiyah 1 Pati

Hasil Wawancara Guru Fisika SMA Muhammadiyah 1 Pati

Narasumber :

Waktu :

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apa bahan ajar yang digunakan Ibu di dalam kelas?	Saya menggunakan LKS dan buku paket, karena lebih mudah dan sudah tersedia di sekolah
2	Bagaimana ketersediaan sumber belajar yang digunakan sekolah untuk mendukung pembelajaran fisika?	Sumber belajar siswa cukup memadai, ada buku paket dan LKS.
3	Apa metode dan model yang Ibu yang gunakan saat pembelajaran fisika?	Metode : ceramah, diskusi, tanya jawab, dan praktikum. Model yang biasa digunakan adalah PBL (Problem Based Learning).
4	Bagaimana pendapat Ibu mengenai sumber belajar yang baik?	Sumber belajar yang baik sesuai dengan KD, tujuan pembelajaran, dan menarik untuk dipelajari
Identifikasi pengalaman guru		
5	Apakah sebelumnya Ibu pernah mengembangkan bahan ajar?	Ya, saya pernah membuat modul dan e-modul.
6	Apakah Ibu pernah mengembangkan bahan ajar dengan pendekatan tertentu?	Modul dan e-modul dengan Pendekatan PBL (Problem Based Learning).
7	Apakah Ibu pernah mengajar dengan pembelajaran STEM atau etnosains?	Belum pernah.

Pati, 1 Agustus 2022

Guru Fisika


 Selvi Yulianti, S.Pd

Lampiran 2. Hasil Wawancara Pengusaha Batik Bakaran

HASIL WAWANCARA DENGAN PENGUSAHA BATIK BAKARAN

Nama : Bu Sri P. Sarni
 Umur : 61 th
 Waktu : 30 Juli 2022, pukul 9.30
 Lokasi : Batik Tulis Bakaran Bu Sri P. Sarni
 Desa Bakaran Kulon RT 1/RW 3, Jwanara, Pati.

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Berapa bapak/ibu menjadi pengusaha batik Bakaran?	25 tahun
2	Apakah bapak/ibu memperoleh ilmu pembuatan batik Bakaran secara turun temurun?	Ya, dari orang tua.
3	Apakah anda mengetahui jika proses pembuatan batik terdapat konsep fisika?	Tidak tahu

4	Apa saja yang diperlukan untuk membuat batik Bakaran?	Canting, malam, pewarna, Wajan, kompor, kain mori.
5	Bagaimana proses pembuatan batik Bakaran?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ngengkrang : mencanting sesuai sketsa. 2. Medhel : pewarnaan kain batik. 3. Mbironi : mengunci atau menutup warna kain batik dengan obat/sat kimia. 4. Ngoya : pencelupan warna colat kemerahan. 5. Nglorod : proses mengkilatkan malam.

Pati, 30 Juli 2022


 SRI P. SARNI

Lampiran 3. Hasil Observasi di Tempat Pembuatan Batik Bakaran

1. Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan batik Bakaran.



Canting, malam, wajan, dan kompor



Pewarna Kain Batik (Remasol)



Kain Mori

2. Etnosains pada proses pembuatan batik Bakaran



Pencantingan
(*Ngengkrenng*)



Pewarnaan
(*Medhel*)



Pelorodan
(*nglorod*)

Lampiran 4. Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik

ANGKET KEBUTUHAN PESERTA DIDIK

Nama : Alya Ummi Khariroh

No. Absen : 02

Kelas/Semester : XI MIPA 1 / 01

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah fisika termasuk pelajaran yang anda sukai?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
2	Apa sumber atau media belajar yang anda gunakan saat pelajaran fisika?	<input checked="" type="checkbox"/> Buku paket <input checked="" type="checkbox"/> LKS <input type="checkbox"/> Lainnya (sebutkan)
3	Apakah anda membutuhkan sumber atau media belajar lain untuk membantu anda pada pelajaran fisika?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
4	Menurut anda, bagaimana kriteria sumber atau media belajar yang menarik untuk dipelajari?	<input checked="" type="checkbox"/> Dilengkapi gambar <input checked="" type="checkbox"/> Bahasa mudah dipahami <input checked="" type="checkbox"/> Kasus atau contoh dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari <input type="checkbox"/> Dikaitkan dengan budaya
5	Apakah anda mengikuti les/privat fisika?	<input type="checkbox"/> Ya <input checked="" type="checkbox"/> Tidak
6	Bagaimana metode pembelajaran diterapkan guru saat fisika?	<input type="checkbox"/> Ceramah <input checked="" type="checkbox"/> Diberikan file ringkasan materi <input checked="" type="checkbox"/> Penugasan <input checked="" type="checkbox"/> Diskusi <input type="checkbox"/> Lainnya (sebutkan)
7	Apakah guru fisika anda pernah membuat e-modul?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
8	Apakah anda tahu atau pernah mendengar batik Bakaran?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
9	Apakah anda mengetahui sisi ilmu fisika dari pembuatan batik Bakaran?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak

ANGKET KEBUTUHAN PESERTA DIDIK

Nama : Ahmad Rifai
 No. Absen : 02
 Kelas/Semester : XI Mipa 2 / 1

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah fisika termasuk pelajaran yang anda sukai?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
2	Apa sumber atau media belajar yang anda gunakan saat pelajaran fisika?	<input checked="" type="checkbox"/> Buku paket <input type="checkbox"/> LKS <input type="checkbox"/> Lainnya (sebutkan)
3	Apakah anda membutuhkan sumber atau media belajar lain untuk membantu anda pada pelajaran fisika?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
4	Menurut anda, bagaimana kriteria sumber atau media belajar yang menarik untuk dipelajari?	<input checked="" type="checkbox"/> Dilengkapi gambar <input checked="" type="checkbox"/> Bahasa mudah dipahami <input checked="" type="checkbox"/> Kasus atau contoh dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari <input checked="" type="checkbox"/> Dikaitkan dengan budaya
5	Apakah anda mengikuti les/privat fisika?	<input type="checkbox"/> Ya <input checked="" type="checkbox"/> Tidak
6	Bagaimana metode pembelajaran diterapkan guru saat fisika?	<input checked="" type="checkbox"/> Ceramah <input checked="" type="checkbox"/> Diberikan file ringkasan materi <input checked="" type="checkbox"/> Penugasan <input checked="" type="checkbox"/> Diskusi <input type="checkbox"/> Lainnya (sebutkan)
7	Apakah guru fisika anda pernah membuat e-modul?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
8	Apakah anda tahu atau pernah mendengar batik Bakaran?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak
9	Apakah anda mengetahui sisi ilmu fisika dari pembuatan batik Bakaran?	<input checked="" type="checkbox"/> Ya <input type="checkbox"/> Tidak

Hasil Persentase Angket Kebutuhan Peserta Didik

Pertanyaan	Jawaban	Jumlah	Persentase
Apakah fisika termasuk pelajaran yang anda sukai?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 56%
	<input type="checkbox"/> Tidak	<input type="checkbox"/> 15	<input type="checkbox"/> 44%
Apa sumber atau media belajar yang anda gunakan saat pelajaran fisika?	<input type="checkbox"/> Buku paket	<input type="checkbox"/> 34	<input type="checkbox"/> 100%
	<input type="checkbox"/> LKS	<input type="checkbox"/> 34	<input type="checkbox"/> 100%
	<input type="checkbox"/> Lainnya (sebutkan)	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 11%
Apakah anda membutuhkan sumber atau media belajar lain untuk membantu anda pada pelajaran fisika?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> 25	<input type="checkbox"/> 74%
	<input type="checkbox"/> Tidak	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 26%
Menurut anda, bagaimana kriteria sumber atau media belajar yang menarik untuk dipelajari?	<input type="checkbox"/> Dilengkapi gambar	<input type="checkbox"/> 26	<input type="checkbox"/> 76%
	<input type="checkbox"/> Bahasa mudah dipahami	<input type="checkbox"/> 27	<input type="checkbox"/> 79%
	<input type="checkbox"/> Kasus atau contoh dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari	<input type="checkbox"/> 23	<input type="checkbox"/> 68%
	<input type="checkbox"/> Dikaitkan dengan budaya	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> 29%

Pertanyaan	Jawaban	Jumlah	Persentase
Apakah anda mengikuti les/privat fisika?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 6%
	<input type="checkbox"/> Tidak	<input type="checkbox"/> 32	<input type="checkbox"/> 94%
Bagaimana metode pembelajaran diterapkan guru saat fisika?	<input type="checkbox"/> Ceramah	<input type="checkbox"/> 26	<input type="checkbox"/> 76%
	<input type="checkbox"/> Diberikan file ringkasan materi	<input type="checkbox"/> 17	<input type="checkbox"/> 50%
	<input type="checkbox"/> Penugasan	<input type="checkbox"/> 25	<input type="checkbox"/> 44%
	<input type="checkbox"/> Diskusi	<input type="checkbox"/> 15	<input type="checkbox"/> 74%
	<input type="checkbox"/> Lainnya (sebutkan)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 3%
Apakah guru fisika anda pernah membuat LKPD?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> 11	<input type="checkbox"/> 32%
	<input type="checkbox"/> Tidak	<input type="checkbox"/> 23	<input type="checkbox"/> 68%
Apakah anda tahu atau pernah mendengar batik Bakaran?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> 25	<input type="checkbox"/> 74%
	<input type="checkbox"/> Tidak	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 26%
Apakah anda mengetahui sisi ilmu fisika dari pembuatan batik Bakaran?	<input type="checkbox"/> Ya	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 18%
	<input type="checkbox"/> Tidak	<input type="checkbox"/> 28	<input type="checkbox"/> 92%

Lampiran 5. Daftar Nama Validator

1. Validator Ahli Materi

Nama	Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd
Jabatan	Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
Instansi	UIN Walisongo Semarang

2. Validator Ahli Media

Nama	Rida Herseptianingrum, S.Pd., M.Sc
Jabatan	Dosen
Instansi	UIN Walisongo Semarang

Lampiran 6. Kisi-Kisi Instrumen Validasi LKPD

1. Ahli Materi

Komponen	Indikator	No. Item
Kelayakan Isi	Kesesuaian KI dan KD	1
	Keakuratan materi	2
	Kemutakhiran materi	3
Kebahasaan	Keterbacaan	4
	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang benar	5
Teknik Penyajian	Pendukung penyajian	6
	Penyajian pembelajaran	7
Pengembangan LKPD	<i>STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)</i>	8
	Etnosains	9

(Diadopsi dari BSNP oleh Lia, 2016; Puala'a, 2021)

2. Ahli Media

Komponen	Indikator	No. Item
Penyajian LKPD	Sistematika penyajian LKPD	1
Kelayakan Kefrafikan	Desain cover LKPD:	
	• Tata letak cover	2
	• Tipografi cover	3
	Desain isi LKPD:	
• Tata letak isi LKPD	4	
• Tipografi isi LKPD	5	
• Kualitas tampilan LKPD keseluruhan	6	

(Diadopsi dari BSNP oleh Sholichah, 2018)

Lampiran 7. Lembar Penilaian Ahli Materi

INSTRUMEN PENILAIAN E-MODUL FISIKA MATERI SUHU DAN KALOR BERBASIS STEM TERINTEGRASI ETNOSAINS PADA BATIK BAKARAN

(AHLI MATERI)

Nama : Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd
 Jabatan : Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Petunjuk

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian terhadap e-modul dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
2. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan kriteria berikut.
3. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan komentar dan saran pada kolom yang telah disediakan untuk perbaikan e-modul.

B. Skala Penilaian

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup	3
4	Kurang (K)	2
5	Sangat Kurang (SK)	1

C. Indikator Penilaian

			Kelayakan Isi
No.	Indikator	Skor	Kriteria Penilaian
1	Kesesuaian KI dan KD	5	(1) Tujuan pembelajaran sesuai dengan KI (Kompetensi Inti) dan KD (Kompetensi Dasar) yang harus dicapai peserta didik. (2) Materi sesuai dengan KI dan KD yang harus dicapai peserta didik. (3) Memuat konsep, prinsip, dan definisi yang sesuai dengan materi pokok yang mendukung tercapainya KI dan KD. (4) Memuat materi pembelajaran yang dikemas secara spesifik, sehingga memudahkan untuk dipelajari secara tuntas
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.

		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
2	Keakuratan materi	5	(1) Konsep dan definisi yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsir dan sesuai dengan konsep dan definisi yang berlaku dalam bidang fisika. (2) Contoh dan kasus yang disajikan sesuai fakta dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik. (3) Gambar, diagram, atau ilustrasi lainnya sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik. (4) Notasi, simbol besaran fisika disajikan secara benar dan akurat.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu ada poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
3	Kemutakhiran materi	4	(1) Materi yang disajikan sesuai dengan perkembangan keilmuan fisika. (2) Materi yang disajikan sesuai dengan peta konsep. (3) Contoh kasus yang disajikan terdapat dalam kehidupan sehari-hari. (4) Pustaka yang dipilih yang mutakhir.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
Kebahasaan			
No.	Indikator	Skor	Kriteria Penilaian
4	Keterbacaan	5	(1) Materi disajikan dengan bahasa yang menarik, mudah dipahami, dan tidak menimbulkan multitafsir. (2) Bahasa yang digunakan sesuai dengan perkembangan berpikir peserta didik. (3) Tulisan jelas dan mudah dibaca. (4) Menggunakan tanda baca yang benar dan konsisten.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
5	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang benar	4	(1) Kalimat yang digunakan tidak memiliki makna ganda. (2) Penggunaan tulisan sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD).

			(3) Kebenaran penulisan besaran fisika. (4) Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia atau istilah teknis yang telah baku.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
Teknik Penyajian			
No.	Indikator	Skor	Kriteria Penilaian
6	Pendukung penyajian	4	(1) Terdapat soal latihan dan rangkuman setiap akhir kegiatan belajar. (2) Terdapat tes formatif dan kunci jawaban untuk kegiatan belajar. (3) Terdapat glosarium, daftar pustaka, dan kata pengantar. (4) Setiap tabel, gambar, lampiran diberi nomor, nama, atau judul yang sesuai.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
7	Penyajian pembelajaran	5	(1) Penyajian materi mengajak peserta didik berpartisipasi aktif secara mandiri. (2) Penggunaan istilah dan simbol disajikan secara konsisten dan sistematis. (3) Terdapat petunjuk penggunaan e-modul (4) Terdapat tempat atau kolom untuk peserta didik menuliskan jawaban.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
Pengembangan E-Modul			
No.	Indikator	Skor	Kriteria Penilaian
8	<i>STEM (Science, Technology, and Mathematics)</i>	5	(1) Semua aspek STEM (Sains, teknologi, teknik, dan matematika) terpenuhi dan disajikan dalam e-modul. (2) STEM dikaitkan dengan materi suhu dan Kalor. (3) Contoh STEM sesuai dengan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. (4) Contoh STEM dapat membantu menjelaskan materi Suhu dan Kalor.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.

		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
9	Etnosains	5	(1) Etnosains dikaitkan dengan materi Suhu dan Kalor. (2) Terdapat penerjemahan sains asli masyarakat (budaya batik) menjadi sains ilmiah (penjelasan ilmiah dari rangkaian proses membatik). (3) Memuat informasi batik yang dikaitkan dengan fisika. (4) Memuat sejarah budaya etnosains yang diangkat (sejarah batik Bakaran)
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.

D. Lembar Penilaian

No.	Indikator	Skor				
		5	4	3	2	1
Kelayakan Isi						
1	Kesesuaian KI dan KD	✓				
2	Keakuratan materi	✓				
3	Kemutakhiran materi		✓			
Kebahasaan						
4	Keterbacaan		✓			
5	Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang benar	✓				
Teknik Penyajian						
6	Pendukung penyajian	✓				
7	Penyajian pembelajaran	✓				
Pengembangan E-Modul						
8	<i>STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)</i>	✓				
9	Etnosains	✓				

E. Komentar dan Saran

- D. Alasan ditulis untuk memenuhi tugas akhir / suspsi di cover e-modul
- 2) Nama di tulis (font biasa saja.
 - 3) Penulisan e-modul harus konsisten.
 - 4) Kata sambung tidak boleh di depan.
 - 5) Sematkan kurikulum di sebelah.
 - 6) Terintegrasi diganti menjadi terpadu.
 - 7) Penulisan huruf awal pada poin-poin di soal harus ditulis kecil.
 - 8) Alasan menaruh kunci jawaban di akhir e-modul.
 - 9) Tabel diben referensi.
 - 10) Pakai foto resmi saja

F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian, e-modul ini:

1. Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
2. Layak digunakan di lapangan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan di lapangan

*) Lingkari sesuai pilihan Anda

Semarang, 8 Agustus 2022

Validator



Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd

NIP. 197602142008011011

Lampiran 8. Lembar Penilaian Ahli Media

INSTRUMEN PENILAIAN E-MODUL FISIKA MATERI SUHU DAN KALOR BERBASIS STEM TERINTEGRASI ETNOSAINS PADA BATIK BAKARAN

(AHLI MEDIA)

Nama : Rida Herseptianingrum, S.Pd., M.Sc.
 Jabatan : Dosen
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Petunjuk

1. Mohon Bapak/Ibu memberikan penilaian terhadap e-modul dengan meliputi aspek-aspek yang diberikan.
2. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang Bapak/Ibu anggap sesuai dengan kriteria berikut.
3. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan komentar dan saran pada kolom yang telah disediakan untuk perbaikan e-modul.

B. Skala Penilaian

No.	Kriteria	Skor
1	Sangat Baik (SB)	5
2	Baik (B)	4
3	Cukup	3
4	Kurang (K)	2
5	Sangat Kurang (SK)	1

C. Indikator Penilaian

Penyajian E-Modul			
No.	Indikator	Skor	Kriteria Penilaian
1	Sistematika penyajian e-modul	5	(1) Penyajian sistematika e-modul runtut atau memiliki bagian pendahuluan, isi, dan penutup. (2) Penyajian konsep atau materi konsisten dan sesuai dengan alur deduktif (dari materi umum ke materi khusus). (3) Terdapat pertanyaan yang dapat membantu menguatkan pemahaman konsep peserta didik. (4) Gambar, ilustrasi, foto, dilengkapi dengan keterangan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari sesuai dengan topik yang disajikan.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.

		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
Kelayakan Keagrafikan			
No.	Indikator	Skor	Kriteria Penilaian
2	Tata letak cover	5	(1) Adanya keseimbangan antara ukuran tata letak (judul, ilustrasi, pengarang, logo, dll) dengan ukuran e-modul serta memiliki kesamaan dengan tata letak isi. (2) Desain cover e-modul dengan komponen didalamnya merupakan suatu kesatuan yang utuh. (3) Adanya kesamaan penampilan tata letak pada cover e-modul secara keseluruhan. (4) Memperhatikan tampilan warna secara keseluruhan yang dapat menimbulkan ketertarikan.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
3	Tipografi cover e-modul	5	(1) Ukuran huruf judul e-modul lebih dominan dan proporsional (dibandingkan dengan nama pengarang, penerbit dan logo). (2) Judul e-modul dapat memberikan informasi secara cepat dan jelas tentang materi isi e-modul. (3) Warna judul e-modul ditampilkan lebih menonjol dibandingkan dengan warna latar belakangnya. (4) Tidak terlalu banyak menggunakan kombinasi jenis huruf yang dapat mengganggu tampilan unsur tata letak lainnya.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
4	Tata letak isi e-modul	5	(1) Penempatan unsur tata letak (judul, subjudul, dan ilustrasi) sesuai pola tata letak sehingga mudah dibaca. (2) Pemisahan antar 2 paragraph jelas atau diberi jarak atau spasi. (3) Mengikuti pola tata letak yang konsisten untuk tiap bab baru. (4) Angka halaman urut dan penempatannya sesuai dengan pola tata letak.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.
5	Tipografi isi e-modul	5	(1) Spasi antar baris susunan teks normal. (2) Spasi antar huruf normal (tidak terlalu rapat ataupun renggang). (3) Judul ditampilkan secara proposional dan tidak terlihat mencolok.

			(4) Penggunaan variasi huruf tidak berlebihan.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin terpenuhi.
6.	Kualitas tampilan e-modul keseluruhan	5	(1) Desain menarik. (2) Tampilan judul konsisten. (3) Ilustrasi yang ditampilkan sesuai dengan materi yang disajikan (4) Kejelasan tulisan dan gambar.
		4	Tiga poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		3	Dua poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		2	Satu poin yang disebutkan di atas terpenuhi.
		1	Tidak ada poin yang terpenuhi.

D. Lembar Penilaian

No.	Indikator	Jawaban				
		5	4	3	2	1
Penyajian E-Modul						
1	Sistematika penyajian e-modul	√				
Kelayakan Kegrafikan						
2	Tata letak cover	√				
3	Tipografi cover	√				
4	Tata letak isi e-modul	√				
5	Tipografi isi e-modul		√			
6	Kualitas tampilan e-modul keseluruhan		√			

E. Komentar dan Saran

E-modul ini sangat bagus dan menarik, dengan bahasa yang mudah dipahami dan penjelasan yang runut. Hanya ada beberapa salah ketik yang perlu diperbaiki. Secara keseluruhan sudah bagus.

F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian, e-modul ini:

1. Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
- ②. Layak digunakan di lapangan dengan revisi sesuai saran
3. Tidak layak digunakan di lapangan

*) Lingkari sesuai pilihan Anda

Semarang, 9 Agustus 2022

Validator,



(Rida Herseptianingrum, S.Pd., M.Sc.)

Lampiran 9. Kisi-Kisi Instrumen Keterbacaan LKPD

No.	Komponen	Indikator	Pernyataan	No. Item
1	Kualitas isi materi	Kemudahan dalam memahami	LKPD ini memudahkan saya dalam belajar.	1
		Kemandirian belajar	LKPD ini memudahkan saya untuk belajar sesuai kemampuan saya.	2
			LKPD ini membantu saya dalam belajar tanpa bantuan orang lain.	3
		Keefektifan belajar	LKPD ini mendorong saya untuk selalu belajar.	4
			Saya tertarik untuk mengerjakan soal-soal yang terdapat dalam LKPD.	5
		STEM	LKPD ini menambah wawasan pengetahuan saya tentang <i>STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)</i> .	6

No.	Komponen	Indikator	Pernyataan	No. Item
		Etnosains	Penerjemahan sains asli menjadi sains ilmiah menambah wawasan pengetahuan saya.	7
			LKPD ini membuat saya belajar 2 hal sekaligus, belajar fisika dan budaya.	8
2	Kualitas media	Minat LKPD	Saya tertarik belajar materi suhu dan kalor menggunakan LKPD ini.	9
			Saya tidak tertarik menggunakan LKPD.	10
		Penyajian LKPD	Bacaan dan tulisan yang terdapat dalam LKPD jelas dan mudah saya pahami.	11
			Gambar yang disajikan jelas dan memudahkan saya memahami materi.	12
			Desain tampilan cover depan/belakang	13

No.	Komponen	Indikator	Pernyataan	No. Item
			harmonis, sehingga menarik perhatian.	
			Materi yang disajikan menggunakan bahasa yang sederhana.	14
		Penggunaan LKPD	Saya mudah menggunakan LKPD karena menggunakan smartphone dengan koneksi internet sehingga dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja.	15
			Saya senang belajar materi suhu dan kalor menggunakan LKPD ini.	16
			LKPD ini dapat saya gunakan di sekolah maupun di luar sekolah.	17

(Diadopsi Lia, 2016; Puala'a, 2021)

Lampiran 10. Daftar Peserta Didik

No.	Nama Peserta Didik	Kode Peserta Didik	Kelas
1	Ahmad Ari Subekti	A	XI MIPA 1
2	Alya Ummi Khariroh	B	XI MIPA 1
3	Amira Siti Sabrina Yufhanda	C	XI MIPA 1
4	Azzahra Ivana Putri	D	XI MIPA 1
5	Candra Bahu	E	XI MIPA 1
6	Daniel Lazota	F	XI MIPA 1
7	Eko Prasetyo	G	XI MIPA 1
8	Jessika Hanandita	H	XI MIPA 1
9	Mochammad Ilham	I	XI MIPA 1
10	Salwa Putri Aprilia	J	XI MIPA 1
11	Siti Herdianti Mulia	K	XI MIPA 1
12	Sofia Anjani	L	XI MIPA 1
13	Syamsul Falaq	M	XI MIPA 1
14	Zainitta	N	XI MIPA 1
15	Balqis Queen Qisthi	O	XI MIPA 1
16	Wahyu Erwin Mahendra	P	XI MIPA 1
17	Wulandhari	Q	XI MIPA 1
18	Ahamd Fathur Rozaq	R	XI MIPA 2
19	Ahamd Rifai	S	XI MIPA 2
20	Ahmad Suhartono	T	XI MIPA 2
21	Asrul Zulmi	U	XI MIPA 2
22	Diaz Aditama	V	XI MIPA 2
23	Dwi Aprian Duhri	W	XI MIPA 2
24	Erwan Todi Setiawan	X	XI MIPA 2
25	Ghisa Kirana Zahwa	Y	XI MIPA 2
26	Hanifah Putri Yuliana	Z	XI MIPA 2
27	Ibnu Hafid Purwa Aditya	AA	XI MIPA 2
28	Indo Yudha Darmawan	AB	XI MIPA 2
29	Muhammad Zulfa	AC	XI MIPA 2
30	Oktavia Putri Fani	AD	XI MIPA 2
31	Rajendra Bima P.	AE	XI MIPA 2
32	Ridho Budi Santoso	AF	XI MIPA 2
33	Rif'an Effendi	AG	XI MIPA 2
34	Septiana Adelia S.	AH	XI MIPA 2

Lampiran 11. Lembar Keterbacaan LKPD

INSTRUMEN PENILAIAN RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP E-MODUL FISIKA MATERI SUHU DAN KALOR BERBASIS STEM TERINTERGRASI ETNOSAINS PADA BATIK BAKARAN

Nama : Aya Umni Kharirah

No. Absen : 02

Kelas/Semester : XI MIPA 1/01

A. Petunjuk

- Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan!
- Jawablah menurut pendapat anda sendiri, tanpa terpengaruh oleh siapapun! Jawaban anda tidak mempengaruhi nilai pada mata pelajaran fisika.

B. Skala Penilaian

Kriteria	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Kurang Setuju (KS)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

C. Lembar Penilaian

No.	Pernyataan	Skor				
		5	4	3	2	1
Kualitas Isi Materi						
1	E-modul ini memudahkan saya dalam belajar.	✓				
2	E-modul ini memudahkan saya untuk belajar sesuai kemampuan saya.	✓				
3	E-modul ini membantu saya dalam belajar tanpa bantuan orang lain.		✓			
4	E-modul ini mendorong saya untuk selalu belajar.		✓			
5	Saya tertarik untuk mengerjakan soal-soal yang terdapat dalam e-modul.	✓				
6	E-modul ini menambah wawasan pengetahuan saya tentang <i>STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)</i> .	✓				
7	Penerjemahan sains asli menjadi sains ilmiah menambah wawasan pengetahuan saya.	✓				
8	E-modul ini membuat saya belajar 2 hal sekaligus, belajar fisika dan budaya.	✓				
Kualitas Media						
9	Saya tertarik belajar materi suhu dan kalor menggunakan e-modul ini.					✓
10	Saya tidak tertarik menggunakan e-modul		✓			

No.	Pernyataan	Skor				
		5	4	3	2	1
11	Bacaan dan tulisan yang terdapat dalam e-modul jelas dan mudah saya pahami.	✓				
12	Gambar yang disajikan jelas dan memudahkan saya memahami materi.	✓				
13	Desain tampilan cover depan/belakang harmonis, sehingga menarik perhatian.	✓				
14	Materi yang disajikan menggunakan bahasa yang sederhana.	✓				
15	Saya mudah menggunakan e-modul karena menggunakan smartphone dengan koneksi internet sehingga dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja.	✓				
16	Saya senang belajar materi suhu dan kalor menggunakan e-modul ini.	✓				
17	E-modul ini dapat saya gunakan di sekolah maupun di luar sekolah.	✓				

INSTRUMEN PENILAIAN RESPON PESERTA DIDIK TERHADAP E-MODUL FISIKA MATERI SUHU DAN KALOR BERBASIS STEM TERINTERGRASI ETNOSAINS PADA BATIK BAKARAN

Nama : Ahmad Fitri

No. Absen : 02

Kelas/Semester : XI Mpa 2/1

A. Petunjuk

- Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan!
- Jawablah menurut pendapat anda sendiri, tanpa terpengaruh oleh siapapun! Jawaban anda tidak mempengaruhi nilai pada mata pelajaran fisika.

B. Skala Penilaian

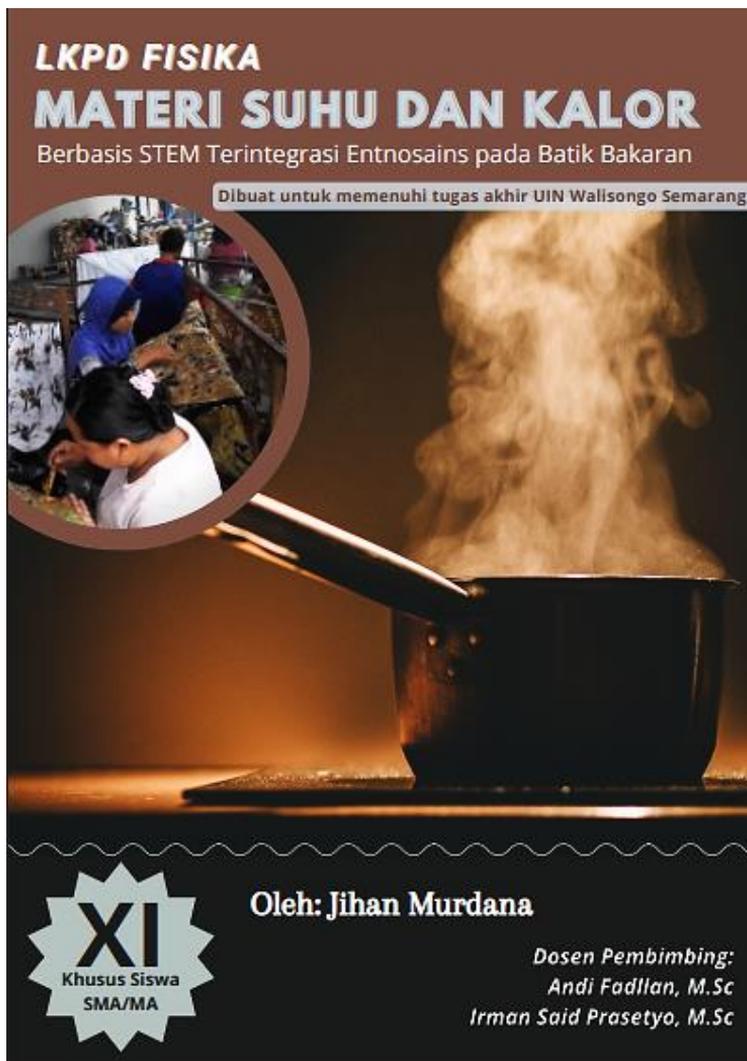
Kriteria	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Kurang Setuju (KS)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

C. Lembar Penilaian

No.	Pernyataan	Skor				
		5	4	3	2	1
Kualitas Isi Materi						
1	E-modul ini memudahkan saya dalam belajar.				✓	
2	E-modul ini memudahkan saya untuk belajar sesuai kemampuan saya.			✓		
3	E-modul ini membantu saya dalam belajar tanpa bantuan orang lain.		✓			
4	E-modul ini mendorong saya untuk selalu belajar.			✓		
5	Saya tertarik untuk mengerjakan soal-soal yang terdapat dalam e-modul.			✓		
6	E-modul ini menambah wawasan pengetahuan saya tentang <i>STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)</i> .		✓			
7	Penerjemahan sains asli menjadi sains ilmiah menambah wawasan pengetahuan saya.		✓			
8	E-modul ini membuat saya belajar 2 hal sekaligus, belajar fisika dan budaya.	✓				
Kualitas Media						
9	Saya tertarik belajar materi suhu dan kalor menggunakan e-modul ini.			✓		
10	Saya tidak tertarik menggunakan e-modul				✓	

No.	Pernyataan	Skor				
		5	4	3	2	1
11	Bacaan dan tulisan yang terdapat dalam e-modul jelas dan mudah saya pahami.		✓			
12	Gambar yang disajikan jelas dan memudahkan saya memahami materi.		✓			
13	Desain tampilan cover depan/belakang harmonis, sehingga menarik perhatian.	✓				
14	Materi yang disajikan menggunakan bahasa yang sederhana.	✓				
15	Saya mudah menggunakan e-modul karena menggunakan smartphone dengan koneksi internet sehingga dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja.	✓				
16	Saya senang belajar materi suhu dan kalor menggunakan e-modul ini.	✓				
17	E-modul ini dapat saya gunakan di sekolah maupun di luar sekolah.	✓				

Lampiran 13. Produk Akhir





PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Segala puji bagi Allah SWT, atas segala nikmat, kasih sayang, ridho dan pertolongan-Nya dalam segala urusan sehingga penyusunan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, para dosen ahli, serta para siswa yang telah ikut serta untuk memberikan masukan dan respon terhadap LKPD ini.

LKPD ini disusun untuk memenuhi kebutuhan peserta didik akan pengetahuan, pemahaman, dan sejumlah kemampuan yang dipersyaratkan guna memasuki jenjang pendidikan yang lebih tinggi, serta mengembangkan ilmu teknologi. LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran ini diharapkan dapat membantu pembaca baik peserta didik, guru, maupun semua pihak yang terlibat dalam pendidikan. Tujuannya untuk mengembangkan kemampuan belajar, mengembangkan pengalaman belajar, memupuk sikap ilmiah, melatih peserta didik untuk menemukan solusi alternatif masalah yang dihadapi secara nyata dan disampaikan dengan baik melalui keempat aspek STEM yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika, mempelajari fenomena-fenomena ilmiah yang dapat ditinjau dari ilmu fisika pada proses pembuatan batik Bakaran, serta membentuk sikap positif terhadap sains.

Penulis menyadari bahwa penulisan pada LKPD ini tidaklah sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna perbaikan LKPD ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah terlibat untuk membantu proses penyelesaian penyusunan LKPD ini. Semoga LKPD ini dapat memberikan manfaat untuk penulis, guru, peserta didik, dan semua pihak di lingkungan pendidikan.

Pati, 12 Desember 2022

Penulis



DAFTAR ISI

Prakata.....	i
Daftar Isi	ii
Pendahuluan.....	iii
Peta Konsep	v
Petunjuk Penggunaan.....	vi
STEM.....	vii
Etnosains	viii
Kegiatan Belajar 1.....	1
Suhu.....	1
Pemuaian	7
Praktikum 1	12
Latihan Soal 1.....	12
Tes Formatif 1	14
Kegiatan Belajar 2.....	18
Pengaruh Kalor pada Zat.....	18
Perpindahan Kalor.....	24
Praktikum 2	28
Latihan Soal 2.....	30
Tes Formatif 2	32
Kunci Jawaban	35
Glosarium.....	36
Daftar Pustaka	38
Biodata Penulis	39



PENDAHULUAN

A. Identitas LKPD

- Mata Pelajaran : Fisika
 Kelas/Semester : XI/1 (Satu)
 Materi : Suhu dan Kalor
 Muatan Materi : Bercirikan STEM Terintegrasi Etnosains pada Batik Bakaran

B. Kompetensi Inti

KI-1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianut.

KI-2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI-3: Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI-4: Mengolah, menalar, dan mengkaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

C. Kompetensi Dasar

3.5 Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor yang meliputi karakteristik termal suatu bahan, kapasitas dan konduktivitas kalor pada kehidupan sehari – hari.

4.5 Merancang dan melakukan percobaan tentang karakteristik termal suatu bahan, terutama terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, beserta presentasi hasil percobaan dan pemanfaatannya.

D. Tujuan Pembelajaran

Pembelajaran fisika dengan pemanfaatan LKPD fisika materi Suhu dan Kalor bercirikan STEM terintegrasi etnosains pada batik Bakaran, peserta didik diharapkan mampu teliti dan jujur dalam menerapkan konsep Suhu dan Kalor pada kehidupan sehari-hari. Peserta didik diharapkan mampu bekerja sama, teliti, serta terampil dalam merancang dan melakukan percobaan yang memanfaatkan karakteristik termal suatu bahan, terutama



terkait dengan kapasitas dan konduktivitas kalor, serta mengkomunikasikannya dalam bentuk laporan tertulis.

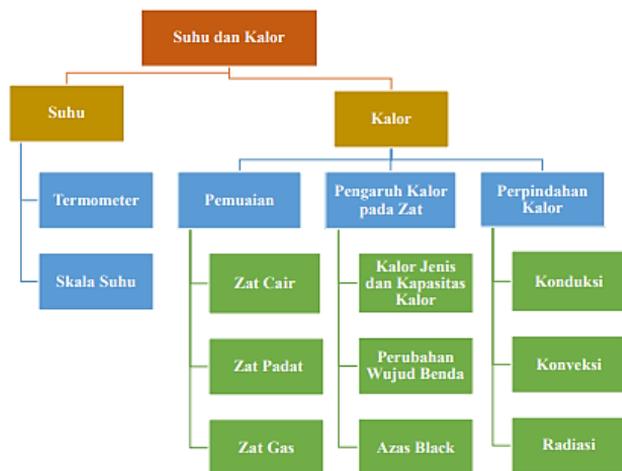
E. Deskripsi

LKPD fisika materi Suhu dan Kalor ini disusun dengan memuat contoh penerapan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dan etnosains berupa penerjemahan sains asli masyarakat yang terdapat pada proses pembuatan batik Bakaran dan diterjemahkan menjadi sains ilmiah. Penerapan STEM dan etnosains kemudian dikaitkan dengan materi Suhu dan Kalor. Tentunya, Suhu dan Kalor tidak pernah terlepas dalam kehidupan sehari-hari serta teknologi yang sering digunakan, sehingga penting bagi kita untuk mempelajari konsep Suhu dan Kalor agar dapat menerapkannya dalam kehidupan. Peserta didik perlu melakukan beberapa kegiatan antara lain:

- Membaca dan menelaah materi yang diuraikan dalam LKPD ini.
- Mengerjakan tugas secara mandiri maupun kelompok.
- Mengerjakan tes formatif.



PETA KONSEP





PETUNJUK PENGGUNAAN

1. Bagi Guru

Guru dapat mengarahkan peserta didiknya untuk mempelajari LKPD secara mandiri dari rumah ataupun pada jam-jam kosong di luar jam pelajaran fisika guna memperdalam pengetahuan dan pemahaman peserta didik.

2. Bagi Peserta Didik

- a) LKPD ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran mandiri maupun diskusi kelompok.
- b) Apabila Anda ingin memulai mempelajari LKPD ini, Anda harus siap mempelajarinya minimal satu kegiatan hingga tuntas. Jangan terputus-putus atau berhenti di tengah-tengah kegiatan.
- c) Keberhasilan belajar ditentukan dari ketekunan Anda dalam berusaha memahami materi di dalam LKPD ini.
- d) Baca dan pahamiilah setiap konsep dan contoh yang disajikan.
- e) Perhatikan alur atau langkah-langkah pada setiap latihan soal yang dijadikan di dalam LKPD ini.
- f) Cobalah menyelesaikan semua latihan soal dan tes formatif. Apabila mengalami kesulitan lakukanlah diskusi bersama teman atau guru.
- g) Apabila terdapat uji coba praktik, lakukanlah kegiatan tersebut berdasarkan langkah petunjuk yang disediakan.



STEM

STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Pendekatan ini dimaksudkan agar peserta didik dapat menemukan solusi alternatif masalah yang dihadapi secara nyata dan disampaikan dengan baik melalui keempat aspek STEM yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika (Bashoor dan Supahar, 2018). Berikut tabel pengertian muatan STEM.

Tabel Pengertian STEM

Muatan STEM	Pengertian
<i>Science</i> (Sains)	Sains adalah kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran, sebagai wahana untuk menjelaskan secara objektif alam yang selalu berubah, atau berkaitan dengan alam untuk memahami alam semesta yang merupakan dasar dari teknologi.
<i>Technology</i> (Teknologi)	Teknologi adalah tentang inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia sehingga membuat kehidupan lebih baik dan lebih aman.
<i>Engineering</i> (Teknik)	Teknik adalah pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah, ekonomi, sosial, serta praktis untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan.
<i>Mathematics</i> (Matematika)	Matematika adalah ilmu tentang pola-pola dan hubungan-hubungan dan menyediakan bahasa bagi teknologi, sains, teknik, atau merupakan ilmu yang mempelajari keteraturan pola dan hubungannya.



ETNOSAINS

Etnosains merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan sains asli masyarakat tertentu dengan sains ilmiah, sains asli masyarakat tersebut tercermin melalui kearifan lokal sebagai suatu pemahaman terhadap lingkungan atau alam. Kearifan lokal didefinisikan sebagai konsep menggali nilai-nilai tradisional yang memiliki nilai konservasi ekologis atau lingkungan. Kearifan lokal memiliki karakteristik seperti, ciri khas bahasa, norma, tradisi, serta pengelolaan sumber daya alam (Novitasari dkk., 2017). Setiap daerah di Indonesia memiliki kearifan lokal yang menjadi ciri khas pada daerah tersebut, tak terkecuali dengan kabupaten Pati.



Gambar Batik Bakaran

Sumber: <https://www.patikah.go.id>

Batik Bakaran merupakan salah satu contoh kearifan lokal yang terdapat di desa Bakaran, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati. Batik Bakaran tidak hanya berhubungan erat dengan nilai sejarah, namun batik Bakaran juga berhubungan dengan ilmu fisika, melalui proses pembuatan batik Bakaran terjadi fenomena-fenomena ilmiah yang dapat ditinjau dari ilmu fisika pada materi Suhu dan Kalor.



SEJARAH BATIK BAKARAN

Keterampilan membatik tulis Bakaran di Desa Bakaran tak lepas dari peran Nyi Banoewati, penjaga museum pusaka dan pembuat seragam prajurit pada akhir Kerajaan Majapahit abad ke-14. Motif batik yang diajarkan Nyi Banoewati adalah motif batik Majapahit, misalnya, sekar jagat, padas gempal, magel ati, dan limaran. Adapun motif khusus yang diciptakan Nyi Banoewati sendiri yaitu motif gandrung. Motif itu terinspirasi dari pertemuan dengan Joko Pakuwon (kekasihnya) di Tiras Pandelikan.

Pada waktu itu, Nyi Banoewati melarikan diri dari hukuman raja Majapahit. Terdapat dua versi alasan mengapa Nyi Banoewati melarikan diri, pertama, Nyi Banoewati beragama Islam, kedua, Nyi Banoewati masih menganut Hindu-Budha kabur dari kerajaan pasukan Kerajaan Demak.

Suatu hari, ketika Nyi Banoewati membatik, datanglah Joko Pakuwon. Kedatangan Joko Pakuwon membuat Nyi Banoewati yang sedang membatik melonjak gembira, sehingga secara tidak sengaja tangan Nyi Banoewati mencoret kain batik dengan cunting berisi malam, yang memang saat itu aktifitasnya disibukkan dengan membatik. Coretan tersebut membentuk motif garis-garis pendek, di sela-sela waktu, Nyi Banoewati menyempurnakan garis-garis itu menjadi motif garis silang yang melambangkan kegandrungan atau kerinduan yang tidak terobati.

Dahulu para perajin sebelum proses pembatikan dimulai, mereka melakukan ritual dulu. Ada yang puasa 3 hari, ada yang satu minggu, ada yang satu bulan ada yang 40 hari. Setelah melakukan puasa ini perajin melakukan pertapaan dengan tujuan mendapatkan inspirasi atau ilham, sehingga suatu ketika atau secara tiba-tiba tidak tersadari mendapat gambaran atau bayangan motif batik yang akan dibuat. Biasanya motif tersebut menggambarkan kondisi masyarakat yang ada dan memberikan pesan moral pada masyarakat. Selain itu, motif batik dapat menunjukkan latar belakang si perajin itu sendiri. Jadi setiap motif batik ada maksud dan tujuan yang diharapkan pembatik atau ada pesan-pesan yang terkandung di dalam motif tersebut.

Saat ini, batik Bakaran sudah ada yang dipatenkan oleh Ditjen HAKI sebagai motif batik milik pati. Terhitung semuanya berjumlah 17 motif yang terpatenkan. Ke-17 motif itu semuanya adalah motif klasik. Di antaranya adalah, motif blebak kopik, rawan, liris, kopi pecah, truntum, gringsing, sidomukti, sidorukun, dan limaran, dan lain sebagainya.

Sumber: <https://www.patikab.go.id>



Kegiatan Belajar 1

Suhu

TUJUAN

Peserta didik setelah mempelajari kegiatan pembelajaran 1 diharapkan dapat:

1. Mengkonversi suhu dari skala yang satu ke skala termometer yang lain.
2. Menganalisis panjang, luas, dan volume benda setelah mengalami pemuaian.

A. SUHU

Mari kita amati percobaan di bawah ini!



Gambar 1.1 Dua Gelas Berisi Air Hangat dan Air Dingin

Sumber: <https://radarpekalongan.co.id/>

Perhatikan gambar di samping! Gambar tersebut terdapat 2 gelas, yang satu berisi air hangat dan lainnya berisi air dingin. Ketika Anda memasukkan jari Anda ke dalam air hangat, kemudian Anda memasukkan jari Anda ke dalam air dingin, apa yang Anda rasakan?

Tentu Anda merasakan dua keadaan yang berbeda. Ketika Anda memasukkan jari ke dalam air hangat dan air dingin, jari akan terasa hangat saat dimasukkan ke dalam air hangat, dan jari akan terasa dingin saat dimasukkan ke dalam air

dingin. Hal ini karena kulit pada jari yang dimasukkan ke air hangat atau dingin merupakan indera peraba yang dapat merasakan panas atau dingin benda. Suatu benda dikatakan panas apabila suhunya tinggi, dan benda dikatakan dingin apabila suhunya rendah. Apakah yang dimaksud dengan suhu?

Suhu merupakan ukuran derajat panas suatu benda (Mikrajuddin, 2016). Berdasarkan percobaan di atas, indera peraba kita dapat merasakan panas atau dingin benda, namun indera peraba tidak dapat menyatakan suhu benda dengan tepat dan terukur. Suhu harus diukur secara kuantitatif dengan menggunakan **termometer**.



1) Termometer

Termometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur suhu. Ada bermacam-macam termometer mulai dari yang analog sampai yang digital, mulai dari yang menggunakan air raksa sampai yang menggunakan infra merah.

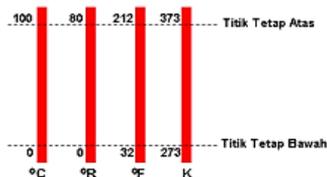


Ayo Cari Info

Carilah macam-macam termometer yang dapat dijumpai dalam kehidupan sehari-hari beserta cara kerjanya! Catat di dalam buku catatan!

2) Skala Termometer

Setiap termometer memiliki **titik tetap atas** dan **titik tetap bawah**. Titik tetap atas merupakan suhu titik didih air pada tekanan udara 1 atmosfer (atm), sedangkan titik tetap bawah merupakan suhu titik lebur es pada tekanan udara 1 atmosfer (atm). Umumnya terdapat empat skala termometer yang biasa digunakan, yaitu **Celsius**, **Reamur**, **Fahrenheit**, dan **Kelvin**. Skala Celsius dan Fahrenheit banyak kita temukan di kehidupan sehari-hari. Adapun skala suhu yang ditetapkan sebagai Satuan Internasional yaitu Kelvin.



Gambar 1.2 Skala Termometer

Sumber: <https://fisikabc.com>

Hubungan suhu dan skala pada termometer secara umum atau yang tidak diketahui jenisnya dihitung dengan persamaan berikut:

$$\frac{T_1 - T_{b1}}{T_{a1} - T_{b1}} = \frac{T_2 - T_{b2}}{T_{a2} - T_{b2}} \quad (1.1)$$

Keterangan:

- T_1 = suhu yang ditunjukkan pada termometer 1
- T_{b1} = titik tetap bawah pada termometer 1
- T_{a1} = titik tetap atas pada termometer 1
- T_2 = suhu yang ditunjukkan pada termometer 2



T_{b2} = titik tetap bawah pada termometer 2

T_{a2} = titik tetap atas pada termometer 2

CONTOH SOAL

Suhu es yang sedang melebur dan suhu air mendidih apabila diukur dengan termometer A masing-masing besarnya 10°A dan 130°A . Suhu suatu benda diukur dengan termometer skala Fahrenheit sebesar 62°F . Berapa suhu benda tersebut jika diukur dengan menggunakan termometer A?

Diketahui: $T_{b1} = 10^{\circ}\text{A}$

$$T_{a2} = 130^{\circ}\text{A}$$

$$T_2 = 62^{\circ}\text{F}$$

Ditanya: T_1 ?

$$\text{Jawab: } \frac{T_1 - T_{b1}}{T_{a1} - T_{b1}} = \frac{T_2 - T_{b2}}{T_{a2} - T_{b2}}$$

$$\frac{T_1 - 10}{130 - 10} = \frac{62 - 32}{212 - 32}$$

$$\frac{T_1 - 10}{120} = \frac{30}{180}$$

$$\frac{T_1 - 10}{120} = \frac{1}{6}$$

$$6(T_1 - 10) = 120$$

$$6T_1 - 60 = 120$$

$$6T_1 = 120 + 60$$

$$6T_1 = 180$$

$$T_1 = \frac{180}{6} = 30^{\circ}\text{A}$$

Jadi suhu benda pada Termometer A yaitu 30°A .



KOTAK STEM

(Science, Technology, Engineering, and Mathematics)

Hal menarik dari sains yang perlu kamu ketahui adalah sains (*science*) berhubungan dengan teknologi (*technology*), teknik (*engineering*), dan matematika (*mathematics*). Ayo kita lihat keterkaitan STEM pada materi Suhu berikut!

Sains (<i>Science</i>)	Teknologi (<i>Technology</i>)
 <p data-bbox="345 758 509 778">Gambar 1.3 <i>Ngengkreng</i></p> <p data-bbox="345 786 509 807">Sumber: Dokumen Pribadi</p> <p data-bbox="276 812 563 1114">Gambar di atas merupakan proses <i>ngengkreng</i> (pencantingan) pada pembuatan batik Bakaran, malam (lilin) dilelehkan dengan cara dipanaskan hingga mencair, kemudian canting dicelupkan pada cairan malam dan digoreskan pada kain, dalam proses ini terjadi perubahan wujud malam dari cair menjadi padat. Malam atau lilin dapat tersebut mencair dan membeku karena pengaruh suhu lingkungan.</p>	 <p data-bbox="666 758 804 778">Gambar 1.4 Canting</p> <p data-bbox="624 786 847 807">Sumber: https://goresancanting.com</p> <p data-bbox="580 812 885 1086">Canting adalah alat tradisional yang digunakan untuk menggoreskan malam cair pada kain batik. Canting biasanya terbuat dari kayu/bambu. Canting dibagi menjadi 3 bagian. Bagian 1 disebut <i>cucuk</i> yang berfungsi sebagai tempat keluarnya malam cair. Bagian 2 disebut <i>nyamplung</i> yang berfungsi sebagai tempat menampung malam. Bagian 3 disebut gagang yang berfungsi sebagai tempat pegangan saat membuat.</p>
<p data-bbox="339 1128 503 1149">Teknik (<i>Engineering</i>)</p> <p data-bbox="276 1157 563 1233">Teknik pembuatan batik Bakaran masih menggunakan cara tradisional yaitu menggunakan canting. Teknik mencanting</p>	<p data-bbox="624 1128 842 1149">Matematika (<i>Mathematics</i>)</p> <p data-bbox="580 1157 885 1233">Matematika digunakan untuk menghitung jumlah atau takaran malam (lilin) yang digunakan dalam pembuatan batik Bakaran,</p>

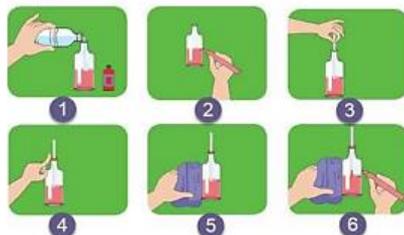


<p>atau <i>ngengkreg</i> dilakukan dengan cara memanaskan malam (lilin) di atas wajan hingga mencair sempurna. Suhu maksimal pada malam sekitar 80 °C. Jika suhunya terlalu besar maka malam akan mencair dan menjadi encer, sebaliknya jika suhunya terlalu kecil maka malam akan mengental dan sukar keluar dari canting. Setelah itu, canting dicelupkan ke dalam wajan berisi cairan malam. Saat mencanting, posisi canting harus menyudut 30° dari permukaan kain agar malam tidak meluber. Mencanting dilakukan dengan menggoreskan canting secara perlahan sesuai dengan pola yang sudah dibuat. Mencanting sebaiknya dilakukan dari arah kiri ke kanan dan dari bawah ke atas. Adapun serangkaian proses dalam pembuatan batik Bakaran yaitu <i>molani</i>, <i>ngengkreg</i>, <i>isen-isen</i>, <i>nembok</i>, <i>medhel</i>, <i>ngerok</i>, <i>mbironi</i>, <i>ngoya</i>, dan <i>nglorod</i>.</p>	<p>agar tetap memperhatikan nilai ekonomis dan ramah lingkungan. Jumlah takaran malam (lilin) yang diperlukan untuk membuat satu helai kain batik ukuran 1 x 2 m adalah ¼ kg malam. Jika takaran malam terlalu banyak maka malam harus segera digunakan untuk membatik, jika tidak maka malam menjadi limbah.</p>
--	---



Ayo Kerja dan Berkreasil

Berdasarkan kotak STEM yang telah Anda pahami, buatlah sebuah produk berupa termometer sederhana dengan menggunakan alat dan bahan yaitu: tang, air, pewarna makanan, botol kecil, sedotan bening, plastisin, kain hangat, spidol warna. Berikut adalah langkah-langkahnya:



Gambar 1.4 Termometer Sederhana

Sumber: <https://fisikabc.com>

1. Tuang sedikit air yang telah diberi beberapa tetesan pewarna makanan ke dalam botol!
2. Tandai batas permukaan air dalam botol dengan menggunakan spidol!
3. Masukkan sedotan sehingga menyentuh air dalam botol!
4. Tutup dengan rapat sekeliling ujung lubang leher notol dengan plastisin, sehingga tidak ada ruang udara yang masuk!
5. Tempelkan kain hangat pada botol dan perhatikan baik-baik apa yang terjadi!
6. Tandai dengan spidol pada batas permukaan air dalam botol. Tanda tersebut dianggap sebagai titik tetap atas. Kemudian simpan termometer yang telah dibuat ke dalam lemari es, dan tunggu beberapa saat. Perhatikan dan tandai permukaan air dalam botol, tanda tersebut dianggap sebagai titik tetap bawah!

Kerjakan secara berkelompok dan jangan lupa untuk memperhatikan keterkaitan STEM!



B. PEMUAIAN



Gambar 16 Panci

Sumber: Dokumen Pribadi

Pembuatan batik Bakaran tidak terlepas dari proses memanaskan malam (lilin) dan air, seperti pada proses *ngekreng*, *mbironi*, dan *nglorod*. Biasanya pembatik menggunakan wajan untuk mewadahi malam (lilin) dan panci atau tangki untuk mewadahi air. Ketika wadah tersebut dipanaskan di atas tungku api, wadah dapat mengalami pertambahan ukuran karena kenaikan suhunya.

Ekspansi termal atau **pemuaiian** merupakan pertambahan ukuran pada suatu zat (padat, cair ataupun gas) karena kenaikan suhu zat tersebut (Mikrajuddin, 2016). Benda yang dipanaskan menyebabkan atom-atom pada benda mengalami pertambahan jarak yang berlainan arah gaya tarik antar atom, sehingga ukuran benda menjadi bertambah (memuai).

Setiap benda atau zat, baik itu zat padat, zat cair, ataupun gas akan memuai (mengalami pertambahan panjang, luas, atau volume) ketika dipanaskan, dan sebaliknya, ketika benda atau zat tersebut didinginkan akan menyusut (mengalami pengurangan panjang, luas, atau volume).

1) Pemuaiian Zat Cair

Setiap zat umumnya memuai jika dipanaskan, kecuali air jika dipanaskan dari 0 °C sampai 4 °C akan menyusut. Sifat keanehan air seperti itu disebut **anomali air**. Jika air berada pada suhu yang rendah atau dingin, volumenya akan mengembang atau memuai. Pemuaiian zat cair secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$V_t = V_0(1 + \gamma\Delta T) \quad (1.2)$$

Keterangan:

V_t = volume zat cair setelah dipanaskan (m^3)

V_0 = volume zat cair mula-mula (m^3)

γ = koefisien muai volume zat cair ($1/^\circ C$ atau $1/K$)

ΔT = perubahan suhu zat cair ($^\circ C$ atau K)



2) Pemuaiian Zat Padat

Pemuaiian zat umumnya terjadi ke segala arah, ke arah panjang, ke arah lebar atau ke arah tinggi. Terdapat 3 jenis pemuaiian pada jenis zat, diantaranya:

a. Pemuaiian Panjang

Pemuaiian panjang disebut juga dengan **pemuaiian linier**. Pemuaiian panjang zat padat berlaku jika zat padat itu hanya dipandang sebagai satu dimensi (berbentuk garis). Pemuaiian panjang secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$L_t = L_0(1 + \alpha\Delta T) \text{ dengan } \alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T} \quad (1.3)$$

Keterangan:

L_t = panjang benda setelah dipanaskan (m)

L_0 = panjang benda mula-mula (m)

α = koefisien muai panjang/linear ($1/^\circ\text{C}$ atau $1/\text{K}$)

ΔT = perubahan suhu benda ($^\circ\text{C}$ atau K)

ΔL = perubahan panjang benda (m)

Setiap benda atau zat padat memiliki kemampuan memuai panjang yang nilainya berbeda-beda yang disebut dengan koefisien muai panjang. Berikut ini merupakan tabel koefisien muai panjang pada beberapa benda:

Tabel 1.1 Koefisien Muai Panjang

Jenis Benda	Koefisien Muai Panjang ($1/\text{K}$)
Kaca	9×10^{-6}
Baja/besi	11×10^{-6}
Aluminium	26×10^{-6}
Pirex (<i>pyrex</i>)	23×10^{-6}
Platina	9×10^{-6}
Tembaga	17×10^{-6}

Sumber: <https://fisikabe.com>

b. Pemuaiian Luas

Pemuaiian luas berlaku apabila zat padat yang mempunyai 2 dimensi (panjang dan lebar), kemudian dipanaskan sehingga panjang maupun lebarnya mengalami pertambahan ukuran, atau dengan kata lain luas zat padat tersebut mengalami pemuaiian. Pemuaiian luas secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$A_t = A_0(1 + \beta \Delta T) \text{ dengan } \beta = 2\alpha \quad (1.4)$$



Keterangan:

A_t = luas benda setelah dipanaskan (m^2)

A_0 = luas benda mula-mula (m^2)

β = koefisien muai luas ($1/^\circ C$ atau $1/K$)

ΔT = perubahan suhu benda ($^\circ C$ atau K)

c. Pemuai Volume

Pemuai volume berlaku apabila zat padat yang mempunyai bentuk ruang setelah dipanaskan sehingga mengalami pertambahan panjang, lebar, dan tinggi. Pemuai volume secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$V_t = V_0(1 + \gamma \Delta T) \text{ dengan } \gamma = 3\alpha \quad (1.5)$$

Keterangan:

V_t = volume benda setelah dipanaskan (m^3)

V_0 = volume benda mula-mula (m^3)

γ = koefisien muai volume ($1/^\circ C$ atau $1/K$)

ΔT = perubahan suhu benda ($^\circ C$ atau K)



Ayo Cari Info

Carilah contoh-contoh dan manfaat dari pemuai panjang, luas, dan volume pada padat di kehidupan sehari-hari!

3) Pemuai Zat Gas

Pemuai zat gas sama halnya dengan pemuai zat cair. Pemuai volume secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$V_t = V_0(1 + \gamma \Delta T) \text{ dengan } \gamma = V_0(1 + \frac{1}{273} \Delta T) \quad (1.6)$$

Keterangan:

V_t = volume gas setelah dipanaskan (m^3)

V_0 = volume gas mula-mula (m^3)

γ = koefisien muai volume gas ($1/^\circ C$ atau $1/K$)

ΔT = perubahan suhu gas ($^\circ C$ atau K)


CONTOH SOAL

1. Sebuah batang kuningan memiliki panjang mula-mula 0,5 m pada suhu 15 °C. Berapa panjang batang kuningan itu pada suhu 165 °C jika koefisien muai panjangnya 0,000019/°C?

Diketahui: $L_0 = 0,5 \text{ m}$

$$T_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 165 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 0,000019/^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 165 \text{ }^\circ\text{C} - 15 \text{ }^\circ\text{C} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ditanya: $L_t = ?$

Jawab: $L_t = L_0(1 + \alpha\Delta T)$

$$L_t = 0,5(1 + 0,000019 \times 150)$$

$$L_t = 0,5014 \text{ m} = 50,14 \text{ cm.}$$

2. Sebuah tangki berbahan aluminium digunakan untuk proses *nglorod* pada pembuatan batik Bakaran, tangki tersebut dapat memuat 42 liter pada suhu 30 °C. Koefisien muai panjang logam adalah 0,000015/°C. Berapakah volume tangki tersebut pada suhu 100 °C?

Diketahui: $V_0 = 42 \text{ l}$

$$T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 0,000026/^\circ\text{C} \rightarrow \gamma = 3\alpha = 3 \times (26 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}) = 78 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C} - 30 \text{ }^\circ\text{C} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ditanya: $V_t = ?$

Jawab: $V_t = V_0(1 + \gamma\Delta T)$

$$V_t = 42(1 + 78 \times 10^{-6} \times 70)$$

$$V_t = 42(1,00546)$$

$$V_t = 42,221.$$



AYO BERDISKUSI



Gambar 1.7 *Nglorod*

Sumber: Dokumen Pribadi

Nglorod merupakan tahap terakhir dari proses pembuatan batik Bakaran. Tahap ini, panci yang berisi air dipanaskan hingga mendidih, selanjutnya pembatik membersihkan malam (lilin) yang menempel pada kain dengan cara mencelupkan kain ke dalam air mendidih. Kain yang sudah dicelupkan ke dalam air mendidih, kemudian diangkat dan dibilas dengan air bersih, dan diangin-anginkan hingga kering.

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan berdiskusi dengan teman sebangku Anda!

1. Coba hubungkan peristiwa tersebut dengan prinsip pemuaiian yang sudah Anda pelajari?
2. Deskripsikan keterkaitan antara aspek-aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang terdapat pada proses *nglorod* pada kegiatan diskusi di atas!

Sains (<i>Science</i>)	Teknologi (<i>Technology</i>)	Teknik (<i>Engineering</i>)	Matematika (<i>Mathematics</i>)



PRAKTIKUM 1

A. Aktivitas Ilmiah : Pemuainan Zat Padat

B. Tujuan : Menghitung muai panjang akhir zat padat

- 1) Lilin
- 2) Korek api
- 3) 2 buah paku
- 4) Mistar atau penggaris
- 5) Penjepit kayu
- 6) *Stopwatch*

C. Cara kerja :

- 1) Nyalakan lilin menggunakan korek api!
- 2) Ukurlah panjang mula-mula paku pertama dengan menggunakan mistar atau penggaris! Kemudian catat hasilnya!
- 3) Ambil paku dengan menggunakan penjepit kayu kemudian panaskan paku pada lilin!
- 4) Tunggulah hingga 5 menit!
- 5) Ukurlah panjang akhir paku tersebut menggunakan mistar atau penggaris!
- 6) Lakukan langkah 2 sampai 5 pada paku kedua dengan waktu pemanasan 10 menit!

D. Pertanyaan :

- 1) Bagaimana hasil yang Anda peroleh dari hasil pengamatan diatas?
- 2) Apakah hasilnya sesuai dengan referensi? Jika tidak sebutkan kendalanya!
- 3) Apa yang dapat anda simpulkan dari aktivitas ilmiah tersebut?

Buatlah suatu kesimpulan dari hasil pengamatan dan diskusi Anda, kemudian presentasikan di depan kelas!

LATIHAN SOAL 1

1. Sebuah zat cair suhunya diukur menggunakan termometer Celcius diperoleh angka 40 °C. Berapakah suhu zat cair tersebut jika diukur menggunakan termometer Reamur?
2. Sebatang besi yang panjangnya 80 cm, dipanaskan hingga 50 °C ternyata bertambah panjang 5 mm. Berapakah pertambahan panjang besi tersebut jika panjangnya 50 cm dipanaskan sampai 60 °C?
3. Sepotong aluminium dengan panjang 40 cm dan lebar 30 cm dipanaskan dari suhu 40 °C menjadi 140 °C. Berapakah luas potongan aluminium tersebut setelah dipanaskan?



4. Sebuah panci aluminium dengan volume 100 cm^3 digunakan untuk proses *nglorod* pada pembuatan batik Bakaran, kemudian panci diisi penuh dengan air pada suhu $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Kemudian keduanya dipanaskan hingga suhunya $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Jika α aluminium = $2,6 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ dan γ air = $4,4 \times 10^{-4}/^\circ\text{C}$. Berapa volume air yang tumpah saat itu?

Petunjuk Jawaban Latihan

- Gunakan persamaan $\frac{T_1 - T_{b1}}{T_{a1} - T_{b1}} = \frac{T_2 - T_{b2}}{T_{a2} - T_{b2}}$.
- Jenis bahan yang digunakan sama yaitu besi, maka gunakan persamaan $\alpha_1 = \alpha_2$, dimana $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$.
- Carilah luas mula-mula potongan aluminium dengan persamaan $A_0 = pl$, kemudian hitung luas potongan aluminium gunakan persamaan $A_t = A_0(1 + \beta \Delta T)$.
- Carilah volume panci dengan persamaan $V_t = V_0(1 + \gamma \Delta T)$, kemudian hitung volume air menggunakan persamaan $V_t = V_0(1 + \gamma \Delta T)$. Volume air yang tumpah dapat dihitung dari volume air dikurangi volume panci.

Rangkuman

- Suhu merupakan ukuran derajat panas suatu benda. Alat untuk mengukur suhu disebut termometer.
- Terdapat 4 skala suhu yang digunakan pada termometer diantaranya Celcius ($^\circ\text{C}$), Reamur ($^\circ\text{R}$), Fahrenheit ($^\circ\text{F}$) dan Kelvin (K).
- Skala suhu yang ditetapkan sebagai Satuan Internasional yaitu Kelvin
- Persamaan untuk menghitung suhu termometer secara umum atau yang tidak diketahui jenisnya, persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$\frac{T_1 - T_{b1}}{T_{a1} - T_{b1}} = \frac{T_2 - T_{b2}}{T_{a2} - T_{b2}}$$
- Pemuai (ekspansi termal) merupakan pertambahan ukuran maka benda karena dipanaskan.
- Pemuai dapat terjadi pada zat cair, zat padat, dan gas.
- Zat cair hanya mengalami pemuai volume dengan persamaan sebagai berikut.

$$V_t = V_0(1 + \gamma \Delta T)$$



8. Pemuaiian zat padat

a. Pemuaiian panjang

Pemuaiian panjang disebut juga dengan pemuaiian linier. Pemuaiian panjang zat padat berlaku jika zat padat itu hanya dipandang sebagai satu dimensi (berbentuk garis), persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$L_t = L_0(1 + \alpha\Delta T)$$

b. Pemuaiian luas

Zat padat yang mempunyai 2 dimensi (panjang dan lebar), kemudian dipanaskan sehingga panjang maupun lebarnya mengalami pemuaiian, persamaan pemuaiian luas dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$A_t = A_0(1 + \beta\Delta T)$$

c. Pemuaiian volume

Zat padat yang mempunyai bentuk ruang, jika dipanaskan mengalami pemuaiian volume, persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$V_t = V_0(1 + \gamma\Delta T)$$

9. Zat gas hanya mengalami pemuaiian volume seperti halnya dengan pemuaiian pada zat cair, persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$V_t = V_0(1 + \gamma\Delta T)$$

TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Besaran fisika yang dimiliki bersama antara dua benda atau lebih yang berada dalam kesetimbangan termal merupakan definisi dari
 - a. suhu
 - b. panas
 - c. pemuaiian
 - d. kalor jenis
 - e. kapasitas kalor



2. Proses *ngengkreng* (pencantingan) pada pembuatan batik Bakaran, malam (lilin) yang dipanaskan dengan mula-mula padat menjadi cair. Hal ini terjadi karena pengaruh
 - a. waktu
 - b. kalor jenis
 - c. suhu
 - d. kapasitas kalor
 - e. jenis zat
3. Termometer merupakan alat pengukur suhu. Ada beberapa jenis termometer diantaranya termometer zat cair, termometer gas, termometer hambatan, termokopel, pirometer, dan termometer bimetal. Termometer jenis ini bekerja berdasarkan pada sifat
 - a. termokimia
 - b. termometrik
 - c. termodinamika
 - d. termofisika
 - e. termokimia
4. Termometer yang sering digunakan untuk keperluan di laboratorium umumnya merupakan termometer zat cair. Berdasarkan pertimbangan khusus, zat cair yang biasa digunakan untuk mengisi termometer yang mampu mengukur suhu yang rendah adalah....
 - a. air
 - b. raksa
 - c. spiritus
 - d. alkohol
 - e. gliserol
5. Sebuah termometer Celcius memiliki titik tetap bawahnya adalah 0°C dan titik tetap atasnya adalah 100°C , sedangkan termometer Fahrenheit memiliki titik tetap bawahnya adalah 32°F dan titik tetap atasnya adalah 212°F . Terdapat suatu nilai yang menunjukkan bahwa nilai suhu pada skala Celcius sama dengan nilai suhu pada skala Fahrenheit. Nilai tersebut adalah
 - a. 32
 - b. 0
 - c. -40
 - d. -273
 - e. 100



6. Seorang pembatik mengukur suhu air yang dipanaskan dalam panci dengan nilai suhunya adalah 149°F pada saat proses *nglorod*. Nilai suhu benda tersebut dinyatakan dalam skala Celsius dan Kelvin adalah
 - a. 56°C dan 128 K
 - b. 65°C dan 338 K
 - c. 25°C dan 209 K
 - d. 45°C dan 358 K
 - e. 35°C dan 328 K
7. Pemuai pada benda umumnya terjadi ketika ketika suatu benda dipanaskan (suhu benda naik) dan sebaliknya bila suatu benda didinginkan maka benda akan menyusut. Hal tersebut berbeda dengan air. Ketika suhu air bertambah dari 0°C hingga 4°C , air akan menyusut. Keadaan ini lebih dikenal dengan
 - a. anomali
 - b. kalori
 - c. pembekuan
 - d. pemuaiian
 - e. mencair
8. Sebuah pipa baja pada suhu 20°C panjangnya 100 cm . Berapakah panjang pipa baja tersebut pada suhu 60°C ($\alpha = 0,000011^{\circ}\text{C}^{-1}$)
 - a. $100,114\text{ cm}$
 - b. $100,040\text{ cm}$
 - c. $100,004\text{ cm}$
 - d. $100,114\text{ cm}$
 - e. $100,404\text{ cm}$
9. Tiga buah logam A, B, dan C, masing-masing memiliki koefisien muai panjang (α) yang berbeda-beda, koefisien muai panjang A lebih besar dari B dan koefisien muai panjang C lebih besar dari A. Jika ketiga logam tersebut dipanaskan, maka
 - a. logam A memuai lebih cepat dari logam B dan logam C
 - b. logam B memuai lebih cepat dari logam A dan logam C
 - c. logam C memuai lebih cepat dari logam A dan logam B
 - d. ketiga logam A, B, dan C memuai bersamaan
 - e. A, B, C, dan D salah
10. Sebuah panci aluminium dengan volume awal 100 cm^3 digunakan untuk proses *nglorod* pada pembuatan batik Bakaran, kemudian panci diisi penuh dengan air dengan suhu awal



20 °C dan dipanaskan hingga suhu 100 °C. Jika α aluminium = $2,6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$. Volume akhir panci tersebut setelah dipanaskan yaitu

- 100,204 cm³
- 100,205 cm³
- 100,206 cm³
- 100,207 cm³
- 100,208 cm³

Anda dapat mengukur tingkat penguasaan Anda terhadap Materi Kegiatan Belajar 1 dengan cara mencocokkan jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Formatif 1. Kunci jawaban dibuat di akhir LKPD agar Anda mengerjakan soal secara jujur dan bersungguh-sungguh. Hitunglah jawaban benar Anda menggunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 – 100% = baik sekali

80 – 89% = baik

70 – 79% = cukup

<70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan kegiatan belajar 2, jika masih kurang dari 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.



Kegiatan Belajar 2

KALOR

TUJUAN

Peserta didik setelah mempelajari Kegiatan belajar 2 diharapkan dapat:

1. Menganalisis perubahan suhu terhadap kalor pada benda.
2. Menganalisis jumlah kalor yang diterima dan jumlah kalor yang dilepas pada suatu benda memiliki besar yang sama.
3. Menentukan jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu.
4. Menentukan jumlah kalor yang digunakan untuk mengubah wujud zat.
5. Menentukan laju aliran kalor secara konduksi, konveksi maupun radiasi.

A. PENGARUH KALOR PADA ZAT



Gambar 2.1 Kalor

Sumber: <https://barisandepan.com>

Gambar di atas menunjukkan air yang sedang dipanaskan hingga mendidih. Air yang dipanaskan mengalami proses transfer energi dari satu zat ke zat lainnya yang disertai dengan perubahan suhu atau yang disebut dengan **kalor** (Mikrajuddin, 2016). Kalor yang diterima air ini digunakan untuk menaikkan suhunya sampai mencapai titik didih bahkan untuk merubah wujud dari cair menjadi gas.

1) Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor

Kalor jenis didefinisikan sebagai jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 °C atau 1 K (Mikrajuddin, 2016). Kalor jenis ini menunjukkan kemampuan suatu benda untuk menyerap kalor. Semakin besar kalor jenis, maka semakin



besar pula kemampuan benda tersebut dalam menyerap kalor. Secara matematis kalor jenis dinyatakan sebagai berikut:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \text{ atau } Q = mc\Delta T \quad (2.1)$$

Keterangan:

c = kalor jenis ($\text{Jkg}^{-1}\text{C}^{-1}$)

Q = kalor yang dibutuhkan (J)

m = massa benda (kg)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

Kalor jenis memiliki nilai yang berbeda-beda pada setiap zat. Berikut ini merupakan tabel kalor jenis pada beberapa zat:

Tabel 2.1 Kalor Jenis pada Beberapa Zat

Zat	Kalor Jenis ($\text{Jkg}^{-1}\text{C}^{-1}$)	Zat	Kalor Jenis ($\text{Jkg}^{-1}\text{C}^{-1}$)
Air	4200	Besi	460
Alkohol	2400	Tembaga	390
Minyak Tanah	220	Kuningan	380
Air Raksa	140	Perak	230
Es	2500	Emas	130
Aluminium	900	Timbal	130

Sumber: <https://fisikabc.com>

Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang diperlukan menaikkan suhu suatu zat sebesar 1°C atau 1 K (Mikrajuddin, 2016). Secara matematis kapasitas kalor dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } C = mc \quad (2.2)$$

Keterangan:

C = kapasitas kalor (Jkg^{-1})

Q = kalor yang dibutuhkan (J)

ΔT = perubahan suhu ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

m = massa benda (kg)

c = kalor jenis ($\text{Jkg}^{-1}\text{C}^{-1}$)



2) Perubahan Wujud Benda

Kalor yang diterima atau dilepaskan suatu zat dapat mengakibatkan pada perubahan wujud suatu zat. Penerimaan kalor akan meningkatkan suhu dan dapat mengubah wujud zat dari padat menjadi cair atau cair menjadi gas, sedangkan pelepasan kalor dapat menurunkan suhu atau merubah wujud air menjadi padat atau gas menjadi cair.

Ketika suatu benda sedang berubah wujud, walaupun terdapat pelepasan atau penyerapan kalor tetapi tidak digunakan untuk menaikkan atau menurunkan suhu. Kalor ini disebut Kalor laten atau L . **Kalor laten** adalah kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa. Secara matematis kalor laten dapat dituliskan sebagai berikut:

$$L = \frac{Q}{m} \quad (2.3)$$

Keterangan

L = kalor laten (Jkg^{-1})

Q = kalor yang dibutuhkan saat perubahan wujud (J)

m = massa zat (kg)

3) Azas Black

Azas Black adalah suatu prinsip dalam termodinamika yang dikemukakan oleh Joseph Black. Bunyi Azas Black adalah sebagai berikut:

"Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah".

Prinsip Azas Black di atas mengartikan jika kalor yang dilepas akan sama dengan kalor yang diterima. Persamaan Azas Black dituliskan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{diterima}} \\ m_1 c_1 \Delta T_1 &= m_2 c_2 \Delta T_2 \\ m_1 c_1 (T_1 - T_c) &= m_2 c_2 (T_c - T_2) \end{aligned} \quad (2.4)$$

Keterangan

Q_{lepas} = jumlah kalor yang dilepaskan oleh zat (J)

Q_{diterima} = jumlah kalor yang diterima oleh zat (J)

m_1 = massa zat yang bersuhu tinggi (kg)

m_2 = massa zat yang bersuhu rendah (kg)



c_1	=	kalor jenis zat yang bersuhu tinggi ($\text{Jkg}^{-1}\text{°C}^{-1}$)
c_2	=	kalor jenis zat yang bersuhu rendah ($\text{Jkg}^{-1}\text{°C}^{-1}$)
ΔT_1	=	perubahan suhu pada zat bersuhu tinggi (°C atau K)
ΔT_2	=	perubahan suhu pada zat bersuhu rendah (°C atau K)
T_1	=	suhu tinggi pada zat (°C atau K)
T_2	=	suhu rendah pada zat (°C atau K)
T_c	=	suhu campuran pada zat (°C atau K)

CONTOH SOAL

1. Seorang pembatik memanaskan air sebanyak 3 kg bersuhu 10 °C dipanaskan hingga suhunya 35 °C pada proses medhel pembuatan batik Bakaran. Berapakah kalor yang diserap air tersebut?

Diketahui: $m = 3\text{ kg}$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 35 - 10 = 25\text{ °C}$$

$$c = 4.186\text{ Jkg}^{-1}\text{°C}^{-1}$$

Ditanyakan: $Q = \dots?$

Jawab: $Q = mc\Delta T$

$$Q = 3 \times 4186 \times 25$$

$$Q = 313.950\text{ J.}$$

2. Air sebanyak 100 g bersuhu 70 °C disiramkan pada balok es bersuhu 0 °C hingga semua es melebur. Jika kalor lebur es $0,5\text{ kkal/kg}$ dan kalor jenis air $1\text{ kkal kg}^{-1}\text{°C}^{-1}$, berapakah massa es yang melebur?

Diketahui: $m_1 = 100\text{ g} = 0,1\text{ kg}$

$$T_1 = 40\text{ °}$$

$$c_1 = 1\text{ kkal. kg}^{-1}$$

$$L = 0,5\text{ kkal. kg}^{-1}$$

Ditanya: $m_2 \dots?$



Jawab: dalam kasus ini, air melepaskan kalor dan es menerima kalor, suhu air sama dengan suhu es yakni $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, sehingga:

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$m_1 c_1 \Delta T = m_2 L$$

$$0,1 \times 1 \times (40 - 0) = m_2 \times 0,5$$

$$0,5m_2 = 4$$

$$m_2 = \frac{4}{0,5}$$

$$m_2 = 8 \text{ kg.}$$

3. Air bermassa 200 g bersuhu $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ dicampur air mendidih bermassa 100 gram bersuhu $90\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Kalor jenis air = $1 \text{ kal.g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$). Suhu air campuran pada saat keseimbangan termal adalah...

Diketahui: $m_1 = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$

$$T_1 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m_1 = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$c_1 = c_2 = 1 \text{ kal. g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

Ditanya: $T_c \dots ?$

Jawab: $Q_{lepas} = Q_{terima}$

$$m_1 c_1 \Delta T = m_2 c_2 \Delta T$$

$$0,1 \times 1(T_1 - T_c) = 0,2 \times 1(T_c - T_2)$$

$$0,1(90 - T_c) = 0,2(T_c - 30)$$

$$45 - 0,5T_c = T_c - 30$$

$$75 = 1,5T_c$$

$$T_c = \frac{75}{1,5}$$

$$T_c = 50\text{ }^{\circ}\text{C}.$$



KOTAK STEM

(Science, Technology, Engineering, and Mathematics)

Hal menarik dari sains yang perlu kamu ketahui adalah **sains (science)** berhubungan dengan **teknologi (technology)**, teknik (*engineering*), dan **matematika (mathematics)**. Ayo kita lihat keterkaitan STEM pada materi Pengaruh Kalor pada Zat berikut!

Sains (Science)



Gambar 2.2 Medhel

Sumber: Dokumen Pribadi

Gambar di atas merupakan proses *medhel* (pewarnaan) pada pembuatan batik Bakaran. Proses *medhel* terjadi fenomena perpindahan kalor secara konveksi, yakni pada saat perebusan bahan pewarna alami yang digunakan sebagai zat pewarna batik Bakaran. Pada saat perebusan bahan pewarna alami batik, terjadi adanya gerakan naik-turun pada air, sehingga mengakibatkan air dan pewarna tercampur secara merata.

Teknologi (Technology)



Gambar 2.3 Panci

Sumber: Dokumen Pribadi

Panci adalah alat yang digunakan dalam proses perebusan. Panci memiliki bentuk silinder dan biasanya terbuat dari bahan aluminium. Pada proses pembuatan batik Bakaran, tidak terlepas dari kegiatan merebus air dengan menggunakan panci, salah satunya pada saat merebus pewarna alami batik pada tahap *medhel*.

Teknik (Engineering)

Teknik pewarnaan batik Bakaran dilakukan menggunakan bahan-bahan alami dan bahan sintetis. Bahan-bahan pewarna alami bakaran yaitu jalawe, tingi, teger, dan mahoni, sedangkan bahan sintetis yang

Matematika (Mathematics)

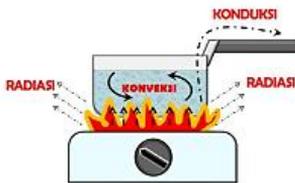
Matematika digunakan untuk menghitung jumlah atau takaran bahan-bahan pewarna alami maupun sintetis yang digunakan dalam pembuatan batik Bakaran, sehingga tetap bernilai



<p>digunakan adalah zat warna remasol dan indigosol. Teknik pewarnaan batik Bakaran secara alami dilakukan dengan meresbus bahan pewarna alami direbus hingga berjam-jam hingga menghasilkan warna yang pekat, kemudian kain batik dicelupkan, kemudian kain batik ditiriskan dan didiamkan beberapa saat agar warna pada serat kain meresap secara maksimal.</p>	<p>ekonomis dan ramah lingkungan. Pewarnaan batik secara sintesis seperti remasol memiliki takaran tersendiri dalam penggunaannya. Takaran pewarna remasol adalah 50 gram tiap 1 liter air.</p>
---	---

B. PERPINDAHAN KALOR

Perpindahan kalor (panas) dapat dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan medium perantaranya. Tiga jenis perpindahan kalor tersebut adalah **konduksi**, **konveksi**, dan **radiasi** (Mikrajuddin, 2016).



Gambar 2.4 Perpindahan Kalor

Sumber: <https://nusacaraka.com>

Gambar di atas dapat menjelaskan 3 jenis perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi secara sekaligus. Rambatan kalor api dari kompor ke panci adalah proses radiasi, kemudian air yang panas di bagian bawah panci akan bergerak ke atas bertukar posisi dengan air dingin bagian atas menghasilkan transfer kalor melalui konveksi, dan panas yang terdapat di pemegang panci yang terbuat dari logam dapat dihantarkan ke tangan melalui proses konduksi.

1) Konduksi

Peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel partikelnya disebut konduksi. Secara matematis laju kalor secara konduksi sebagai berikut:



$$H = \frac{Q}{t} = kA \frac{\Delta T}{L} \quad (2.5)$$

Keterangan

- H = laju aliran kalor ($J s^{-1}$)
 Q = jumlah kalor yang diterima oleh zat (J)
 t = waktu aliran kalor (s)
 k = koefisien konduksi termal ($J m^{-1} s^{-1} K^{-1}$)
 A = luas penampang batang (m^2)
 ΔT = perubahan suhu benda ($^{\circ}C$ atau K)
 L = panjang batang (m)

2) Konveksi

Peristiwa perpindahan kalor yang disertai perpindahan massa atau perpindahan partikel partikel zat perantaranya disebut dengan aliran kalor secara konveksi. Secara matematis laju kalor secara konveksi sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{t} = hA\Delta T \quad (2.6)$$

Keterangan

- H = laju aliran kalor ($J s^{-1}$)
 Q = jumlah kalor yang diterima oleh zat (J)
 t = waktu aliran kalor (s)
 h = jumlah kalor yang diterima oleh zat (J)
 A = luas penampang batang (m^2)
 ΔT = perubahan suhu benda ($^{\circ}C$ atau K)

3) Radiasi

Peristiwa perpindahan kalor tanpa zat perantara disebut dengan radiasi. Secara matematis laju kalor secara radiasi sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{t} = e\sigma AT^4 \quad (2.7)$$

Keterangan

- H = laju aliran kalor ($J s^{-1}$)
 Q = jumlah kalor yang diterima oleh zat (J)



- t = waktu aliran kalor (s)
 e = emisivitas bahan
 σ = tetapan Boltzman ($5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$)
 A = luas penampang batang (m^2)
 T = suhu benda ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

CONTOH SOAL

1. Saat proses *medhel* pembuatan batik Bakaran, pembatik memanaskan sebuah tangki berisi air dengan suhu 100°C . Besar kalor yang diterima oleh tangki sebesar 1200 J dengan waktu 15 menit. Berapakah laju aliran kalor pada tangki tersebut?

Diketahui: $Q = 1200 \text{ J}$

$$t = 15 \text{ menit} = 900 \text{ s}$$

Ditanya: $H = \dots?$

$$\text{Jawab: } H = \frac{Q}{t}$$

$$H = \frac{1200}{900}$$

$$H = 1,34 \text{ Js}^{-1}$$

2. Suatu fluida dengan koefisien konveksi termal $0,01 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{C}^{-1}$, memiliki luas penampang aliran 20 cm^2 . Jika fluida tersebut mengalir dari dinding yang bersuhu 100°C ke dinding lainnya yang bersuhu 20°C dan kedua dinding sejajar, berapakah besar kalor yang merambat?

Diketahui: $h = 0,1 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{C}^{-1}$

$$A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 50^{\circ}\text{C}$$

Ditanya: $H = \dots?$

$$\text{Jawab: } H = hA\Delta T$$

$$H = 0,1 \times 20 \times 10^{-4} \times 80$$

$$H = 1,6 \times 10^{-3} \text{ kal s}^{-1}$$



3. Batang logam dengan panjang 2 m memiliki luas penampang 20 cm^2 dan perbedaan suhu kedua ujungnya $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Jika koefisien konduksi termal $0,2 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, berapakah nilai laju aliran kalor pada logam?

Diketahui: $L = 2 \text{ m}$

$$A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$k = 0,2 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ditanya: $H = \dots?$

$$\text{Jawab: } H = kA \frac{\Delta T}{L}$$

$$H = 0,2 \times 20 \times 10^{-4} \times \frac{50}{2}$$

$$H = 0,01 \text{ kal s}^{-1}$$



AYO BERDISKUSI



Gambar 2.5 Penjemuran Kain Batik

Sumber: <https://batiklopedia.com>

Penjemuran kain batik merupakan proses terakhir dari serangkaian tahapan membatik. Saat proses penjemuran, kain batik Bakaran diangin-anginkan hingga kering di area yang teduh. Jika kain batik Bakaran dijemur ditempatkan di bawah terik sinar matahari, maka akan mengakibatkan warna batik tidak maksimal atau pudar.



Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan berdiskusi dengan teman sebangku Anda!

1. Bagaimana prinsip penjemuran kain batik?
2. Coba hubungkan peristiwa tersebut dengan prinsip perpindahan kalor yang sudah Anda pelajari?
3. Deskripsikan keterkaitan antara aspek-aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) yang terdapat pada mesin fotonik batik pada kegiatan diskusi di atas!

Sains (<i>Science</i>)	Teknologi (<i>Technology</i>)	Teknik (<i>Engineering</i>)	Matematika (<i>Mathematics</i>)

PRAKTIKUM 2

A. **Aktivitas Ilmiah** : Konduksi

B. **Tujuan** : Mengamati gejala aliran kalor secara konduksi

C. **Alat dan Bahan** :

- 1) Lilin
- 2) Korek api
- 3) Sendok besi
- 4) Margarin
- 5) Penjepit kayu

D. **Cara kerja** :

- 1) Nyalakan lilin menggunakan koreka api!
- 2) Letakkan margarin di ujung sendok!
- 3) Bakarlah batang sendok di atas lilin sambil dijepit!
- 4) Amati apa yang terjadi



E. Pertanyaan :

- 1) Bagaimana hasil yang Anda peroleh dari hasil pengamatan diatas?
- 2) Apakah hasilnya sesuai dengan referensi? Jika tidak sebutkan kendalanya!
- 3) Apa yang dapat Anda simpulkan dari aktivitas ilmiah tersebut?

Buatlah suatu kesimpulan dari hasil pengamatan dan diskusi Anda, kemudian presentasikan di depan kelas!



AYO MEMBATIK

Buatlah batik celup sederhana. Alat dan bahan yang diperlukan yaitu kain mori, pewarna (Wener/Wantex), 2 air l, 2 sendok, cuka, batu/koin, karet gelang, panci, sendok kayu, dan ember. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan. Selamat mencoba!



Gambar 2.6 Proses Batik Celup

<https://masfkr.com>

1. Pastikan kain yang akan digunakan dalam keadaan bersih.
2. Buat bentuk motif dengan cara mengikat uang koin, kelereng, atau batu pada beberapa bagian kain menggunakan karet gelang. Ikat secara kencang dan bentuk dengan motif yang berbeda ya.
3. Rebus air dalam panci sampai mendidih.
4. Jika sudah mendidih, tambahkan pewarna, garam, dan cuka lalu aduk sampai semua serbuk larut dan warna air berubah.
5. Basahi kain yang sudah diikat tadi menggunakan air yang bersih.



6. Pastikan kain yang akan digunakan dalam keadaan bersih.
7. Buat bentuk motif dengan cara mengikat uang koin, kelereng, atau batu pada beberapa bagian kain menggunakan karet gelang. Ikat secara kencang dan bentuk dengan motif yang berbeda ya.
8. Rebus air dalam panci sampai mendidih.
9. Jika sudah mendidih, tambahkan pewarna, garam, dan cuka lalu aduk sampai semua serbuk larut dan warna air berubah.
10. Basahi kain yang sudah diikat tadi menggunakan air yang bersih.
11. Selanjutnya lepas semua ikatan, peras kain dan jemur sampai kering.
12. Setelah kering, kamu bisa menyetrica agar kain menjadi rapi.



Gambar 2.7 Hasil Batik Celup

<https://masfkr.com>

LATIHAN SOAL 2

1. Pembatik memaskan air suhu awal air sebesar 15°C jika kapasitas kalor benda tersebut adalah 840 J/K . Berapakah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu air tersebut?
2. Kalor jenis air adalah 4200 J/kg K . Berapakah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 2 kg air sehingga suhunya naik dari 27°C menjadi 45°C ?
3. Sebuah batang homogen dengan panjang 1 m memiliki luas penampang 10 cm^2 dan perbedaan suhu kedua ujungnya 50°C . Jika koefisien konduksi termal $0,2 \text{ kal m}^{-1}\text{s}^{-1}\text{C}^{-1}$. Berapakah laju aliran kalor pada batang homogen?



Petunjuk Jawaban Latihan Soal 2

- Gunakan persamaan $Q = C\Delta T$.
- Gunakan persamaan $Q = mc\Delta T$.
- Gunakan persamaan $H = kA \frac{\Delta T}{L}$.

Rangkuman

- Kalor jenis adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1 °C atau 1 K, persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$c = \frac{Q}{m \Delta T} \text{ atau } Q = mc\Delta T$$

- Kapasitas kalor adalah jumlah kalor yang diperlukan menaikkan suhu suatu zat sebesar 1 °C atau 1 K, persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } C = mc$$

- Kalor laten adalah kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa, persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$L = \frac{Q}{m}$$

- Azas Black berbunyi: "*Pada pencampuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat yang suhunya lebih tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang suhunya lebih rendah*". Persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{diterima}}$$

$$m_1 c_1 \Delta T = m_2 c_2 \Delta T$$

- Perpindahan Kalor

a. Konduksi

Konduksi adalah peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel partikelnya disebut konduksi, persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{t} = kA \frac{\Delta T}{L}$$



b. Konveksi

Peristiwa perpindahan kalor yang disertai perpindahan massa atau perpindahan partikel partikel zat perantaranya disebut dengan aliran kalor secara konveksi. Secara matematis laju kalor secara konveksi dituliskan sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{t} = hA\Delta T$$

c. Radiasi

Radiasi adalah peristiwa perpindahan kalor tanpa zat perantara, persamaan yang digunakan sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{t} = e\sigma AT^4$$

TES FORMATIF 2

- Sepotong besi bermassa m dan kalor jenis c serta sepotong aluminium bermassa $2m$ dan Apabila suatu zat diberi kalor, maka suhunya
 - mungkin turun
 - mungkin naik, mungkin tetap
 - mungkin naik, mungkin turun
 - pasti naik
 - tetap
- Jumlah kalor yang diperlukan untuk melelehkan malam (lilin) pada pembuatan batik Bakaran tidak bergantung pada
 - kalor jenis
 - massa jenis
 - massa benda
 - suhu
 - Warna
- Zat yang memiliki kalor jenis paling tinggi adalah....
 - aluminium
 - alkohol
 - udara
 - kayu
 - air



4. Ketika es melebur
 - a. es melepaskan kalor
 - b. suhunya naik
 - c. es menyerap kalor
 - d. suhunya turun
 - e. suhunya tetap
5. Satuan kalor jenis adalah
 - a. J/kg/K
 - b. J/kgK
 - c. J/kg
 - d. J/L
 - e. J
6. kalor jenis 2c masing-masing diberi kalor yang sama. Jika aluminium mengalami kenaikan suhu 8 K, maka besi mengalami kenaikan suhu sebesar
 - a. 4 K
 - b. 8 K
 - c. 16 K
 - d. 32 K
 - e. 38 K
7. Pembatik mendidihkan air dengan suhu 100 °C, karena Ia merasa airnya kurang untuk proses *medhel* pembuatan batik Bakaran, Ia kemudian menambahkan 300 g air bersuhu 0 °C. Apabila suhu campuran 40 °C, maka massa air panas yang ditambahkan adalah
 - a. 200 g
 - b. 180 g
 - c. 120 g
 - d. 75 g
 - e. 50 g
8. Air dengan massa 10 kg dan suhunya 90 °C dicampur dengan 5 kg air yang suhunya 30 °C. Suhu akhir campurannya adalah °C.
 - a. 40
 - b. 60
 - c. 50
 - d. 70
 - e. 80



9. Benda A dan B apabila diberi sejumlah kalor yang sama ternyata kenaikan suhu A lebih tinggi daripada kenaikan suhu B. Hal ini membuktikan bahwa
- massa A lebih besar dari massa B
 - kalor jenis B lebih besar dari kalor jenis A
 - massa jenis A lebih kecil dari massa B
 - kapasitas kalor A lebih kecil B
 - massa B lebih besar dari massa A
10. Apabila kalor jenis air c dan kalor beku air L , jumlah kalor yang dilepaskan apabila air dengan suhu T dan bermassa m didinginkan menjadi es 0°C adalah....
- $mc\Delta T$
 - $mc\Delta T + mL$
 - $mcT + ML$
 - mLT
 - $mcT + ML$

Anda dapat mengukur tingkat penguasaan Anda terhadap Materi Kegiatan Belajar 2 dengan cara mencocokkan jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Formatif 2. Kunci jawaban dibuat di akhir LKPD agar Anda mengerjakan soal secara jujur dan bersungguh-sungguh. Hitunglah jawaban benar Anda menggunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 – 100% = baik sekali

80 – 89% = baik

70 – 79% = cukup

<70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan materi berikutnya, jika masih kurang dari 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum Anda kuasai.

**KUNCI JAWABAN****KUNCI JAWABAN TES FORMATIF 1**

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 6. B |
| 2. C | 7. A |
| 3. D | 8. B |
| 4. B | 9. B |
| 5. C | 10. E |

KUNCI JAWABAN TES FORMATIF 2

- | | |
|------|-------|
| 1. D | 6. C |
| 2. E | 7. D |
| 3. E | 8. D |
| 4. A | 9. C |
| 5. B | 10. E |



GLOSARIUM

1. **Anomali air** adalah sifat pengecualian yang dialami oleh air.
2. **Azas Black** adalah suatu prinsip dalam termodinamika yang dikemukakan oleh Joseph Black.
3. **Batik Bakaran** adalah batik khas desa Bakaran, Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati.
4. **Celcius** adalah satuan suhu yang berasal dari nama penemu Anders Celcius, digunakan untuk suhu termometer yang memperlihatkan air membeku pada 0° dan mendidih pada 100° dalam keadaan normal.
5. **Etnosains** adalah pembelajaran yang mengintegrasikan sains asli masyarakat tertentu dengan sains ilmiah, sains asli masyarakat tersebut tercermin melalui kearifan lokal sebagai suatu pemahaman terhadap lingkungan atau alam.
6. **Ekspansi termal** nama lain dari pemuaian.
7. **Fahrenheit** adalah satuan suhu dalam skala termometer yang membagi suhu di antara pembekuan air dan pendidihan air dalam 180° dari 32° – 212° .
8. **Kalor** merupakan proses transfer energi dari suatu zat ke zat lainnya dengan di ikuti perubahan suhu.
9. **Kalor jenis** adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg suatu zat sebesar 1°C atau 1 K
10. **Kalor laten** adalah kalor yang dibutuhkan benda untuk mengubah wujudnya per satuan massa.
11. **Kapasitas kalor** adalah jumlah kalor yang diperlukan menaikkan suhu suatu zat sebesar 1°C atau 1 K.
12. **Konduksi** adalah peristiwa perpindahan kalor melalui suatu zat tanpa disertai dengan perpindahan partikel partikelnya.
13. **Konveksi** adalah peristiwa perpindahan kalor yang disertai perpindahan massa atau perpindahan partikel partikel zat perantaranya disebut dengan aliran kalor.
14. **Matematika** adalah ilmu tentang bilangan, hubungan antara bilangan, dan prosedur operasional yang digunakan dalam penyelesaian masalah mengenai bilangan.
15. **Medhel** adalah proses pencelupan pertama warna dasar dengan menggunakan warna biru tua atau kehitaman pada batik.
16. **Ngengkreng** adalah proses mencanting pada pola-pola yang sudah digambar pada kain batik.
17. **Nglorot** adalah proses menghilangkan malam yang menempel pada kain batik.



18. **Radiasi** adalah Peristiwa perpindahan kalor tanpa zat perantara.
19. **Sains** adalah pengetahuan sistematis tentang alam dan dunia fisik, termasuk di dalamnya, botani, fisika, kimia, geologi, zoologi, dan sebagainya; ilmu pengetahuan alam.
20. **STEM** adalah merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*.
21. **Suhu** adalah ukuran derajat panas suatu benda.
22. **Teknik** adalah metode atau sistem mengerjakan sesuatu.
23. **Teknologi** adalah metode ilmiah untuk mencapai tujuan praktis; ilmu pengetahuan terapan.



DAFTAR PUSTAKA

- Mikrajuddin. 2016. *Fisika Dasar 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Bashooir, K. dan Supahar 2018. *Validitas dan Reabilitas Instrumen Asesmen Kinerja Literasi Sains Pelajaran Fisika Berisikan STEM*. Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan, 22(2), p. 221.
- Kusrini. 2020. *Modul Pembelajaran SMA Fisika*. Jakarta: Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN.
- KBBI Daring. 2020. *Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring*. Kemdikbud.
<https://kbbi.kemdikbud.go.id/>
- Novitasari, dkk. 2017. *Fisika, Etnosains, dan Kearifan Lokal dalam Pembelajaran Sains*. Seminar Nasional Pendidikan Fisika III 2017, 2(2), pp. 23–25.
- Rufaida, Sufiani dan Sarwanto. 2013. *Fisika Peminatan dan Ilmu Alam untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Mediatama.
- Supadi, dkk. 2015. *Big Book Fisika SMA Kelas 1, 2, & 3*. Jakarta: Cmedia Imprint Kawan Pustaka.



BIODATA PENULIS

Nama : Jihan Murdana
 TTL : Pati, 15 Agustus 1999
 Alamat : Desa Purwosari RT 2 RW 1,
 Kecamatan Tlogowungu, Kabupaten Pati
 Media Sosial : jihanjo_ (Instagram)



Jenjang Pendidikan :

- | | |
|----------------------------|------------|
| 1. SDN Purwosari 1 | Lulus 2011 |
| 2. SMPN 1 Tlogowungu | Lulus 2014 |
| 3. SMA Muhammadiyah 1 Pati | Lulus 2017 |

Pengalaman Organisasi:

- | | |
|--|-------------|
| 1. OSIS SMA Muhammadiyah 1 Pati | 2014 - 2016 |
| 2. Jurnalistik SMA Muhammadiyah 1 Pati | 2015 - 2016 |
| 3. Divisi Redaksi LPM Frekuensi FST UIN WS | 2017 - 2019 |

Pengalaman Kerja :

- | | |
|---|------|
| 1. SPB Sepatu Precise | 2018 |
| 2. PPL di SMAN 8 Semarang | 2020 |
| 3. Magang Pejuang Muda Kementerian Sosial | 2021 |

Penulis merupakan salah satu mahasiswa Progam Studi Pendidikan Fisika UIN Walisongo Semarang Angkatan 2017. Penulis menyusun LKPD ini sebagai tugas akhir guna menyelesaikan pendidikannya di UIN Walisongo Semarang. Terima kasih dan permintaan maaf penulis sampaikan kepada para pembaca. Pengembangan LKPD ini diharapkan dapat membantu proses pembelajaran fisika yang berorientasi pada pembelajaran abad 21 serta budaya batik Bakaran.



**PROGAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN WALISONGO SEMARANG**

Lampiran 14. Surat Keterangan Penunjukkan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang Telp. 024-76433366

Semarang, 6 Desember 2022

Nomor : B.866/Un.10.8/J6/PP.00.9/3/2021

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:

1. Dr. Andi Fadllan, M.Sc
2. Irman Said Prasetyo, M.Sc

di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Fisika, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Jihan Murdana

NIM : 1708066042

Judul : Pengembangan LKPD Fisika Materi Suhu dan Kalor Bercirikan STEM
Terintegrasi Etnosains pada Batik Bakar

Dan menunjuk Saudara:

1. Dr. Andi Fadllan, M.Sc sebagai Pembimbing I
2. Irman Said Prasetyo, M.Sc sebagai Pembimbing II

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan dan atas kerja sama yang diberikan kami sampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n Dekan
Ketua Program Studi Fisika

Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd
NIP. 19760214 200801 1 001

Terbuan:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 15. Surat Permohonan Validasi



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 7643336

Email: fst@walisongo.ac.id. Web: <https://fst.walisongo.ac.id>

Semarang, 3 Agustus 2022

Nomor : -

Hal : Permohonan Uji Validasi

Kepada Yth.

Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd

Rida Herseptianingrum, M.Sc

di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Jihan Murdana

NIM : 1708066042

Program Studi : Pendidikan Fisika

Judul Skripsi : Pengembangan E-Modul Fisika Materi Suhu dan Kalor Berbasis
STEM Terintegrasi Etnosains pada Batik Bakaran

Memohon dengan hormat kesediaan Bapak/Ibu dosen untuk berkenan menjadi validator ahli e-modul saya dengan rincian sebagai berikut:

1. Dr. Joko Budi Poernomo, M.Pd sebagai validator ahli materi
2. Rida Herseptianingrum, M.Sc sebagai validator ahli media

Demikian surat permohonan ini saya sampaikan, atas berkenannya saya ucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yang Membuat,
Mahasiswa

Jihan Murdana

Mengetahui,
Pembimbing I

Andi Fadlan, M.Sc

NIP. 198009152005011006

Pembimbing II

Irman Said Prasetyo, M.Sc

NIP. 199112282019031009

Lampiran 16. Surat Permohonan Izin Riset di SMA Muhammadiyah 1 Pati



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.5717/Un.10.8/K/SP.01.08/08/2022 Semarang, 15 Agustus 2022
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Muhammadiyah 1 Pati.
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Jihan Murdana
NIM : 1708066042
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika.
Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fisika Materi Suhu dan Kalor Berbasis STEM Terintegrasi Etnosains pada Batik Bakar.
Dosen Pembimbing : 1. Andi Fadlan, M.Sc
2. Irman Said Prasetyo, M.Sc

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut diijinkan melaksanakan Riset di sekolah yang Bapak/Ibu pimpin.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.
1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 17. Surat Keterangan Penelitian dari SMA Muhammadiyah 1 Pati



MAJELIS PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
PIMPINAN DAERAH MUHAMMADIYAH KABUPATEN PATI
SMA MUHAMMADIYAH 1 PATI

Alamat : Jl. Raya Pati - Tayu Km. 4 Tambaharjo Pati Kode Pos 59151 Telp. (0295) 384741
E-mail : smaplusmuhipati@gmail.com Website : www.smuhipati.sch.id

SURAT KETERANGAN

No. : 512/25.206/2022

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala Sekolah Menengah Atas Muhammadiyah 1 Pati :

Nama : ISNI MAIDA, S.Pd.
NBM : 1236913
Pangkat / Gol. Ruang : -
Jabatan : Kepala Sekolah

Menerangkan dengan sesungguhnya :

Nama : JIHAN MURDANA
Nomor Induk Mahasiswa : 1708066042
Tempat, Tanggal Lahir : Pati, 15 Agustus 1999
Fakultas : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Universitas : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Alamat Tempat Tinggal : Ds. Purwosari RT. 02/01 Kec. Tlogowungu Kab. Pati

Benar-benar telah melaksanakan penelitian dengan judul “**Pengembangan E-Modul Fisika Materi Suhu dan Kalor Berbasis STEM Terintegrasi Etnosains pada Batik Bakaran**” dalam pemenuhan tugas akhir Fakultas Sains dan Teknologi pada tanggal 24 Agustus 2022 di SMA Muhammadiyah 1 Pati.

Demikian Surat Keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan seperlunya.

Pati, 24 Agustus 2022

Kepala Sekolah,



ISNI MAIDA, S.Pd.

NBM: 1236913

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama : Jihan Murdana
Tempat & Tanggal Lahir : Pati, 15 Agustus 1999
Alamat : Desa Purwosari RT 2 RW 1,
Kecamatan Tlogowungu,
Kabupaten Pati
Email : jihanmurdana@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

SMA Muhammadiyah 1 Pati	Lulus 2017
SMPN 1 Tlogowungu	Lulus 2014
SDN Purwosari 1	Lulus 2011

Semarang, 2 Oktober 2022

Jihan Murdana
NIM : 1708066042