
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

Academia Open

Vol. 10 No. 1 (2025): June
DOI: 10.21070/acopen.10.2025.13239

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

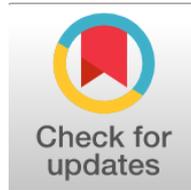
How to submit to this journal ([link](#))

Academia Open

Vol. 10 No. 1 (2025): June
DOI: 10.21070/acopen.10.2025.13239

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact ^(*)



Save this article to Mendeley



^(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

e-Book Student Worksheet Based on Socio-Scientific Issues of Batik Waste in Jetis Sidoarjo: e-Book LKPD Berbasis Socio-Scientific Issue Limbah Batik Jetis Sidoarjo

Citra Azizah, citraazizah0@gmail.com (*)

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo , Indonesia

Ria Wulandari, ria.wulandari@umsida.ac.id

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo , Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Digital student worksheets are increasingly developed to support contextual science learning in junior secondary education. **Specific Background:** The integration of socio-scientific issues into electronic worksheets enables students to connect scientific concepts with real environmental problems, including batik wastewater in Jetis Sidoarjo. **Knowledge Gap:** However, contextual digital worksheets that explicitly integrate local environmental pollution issues into the topic of living organisms and their environment remain limited. **Aims:** This study aimed to develop an SSI-based e-book LKPD addressing Jetis batik waste as a contextual learning resource. **Results:** The development process involved needs analysis, content and layout design, project and investigation-based learning activities, expert validation, and instrument validity testing. The e-book contains observation, discussion, and a simple water filtration project to support understanding of ecosystem pollution. The product is accessible through a web link and FlipHTML5 platform. **Novelty:** The novelty lies in integrating a local batik wastewater issue into a structured digital worksheet based on socio-scientific issues. **Implications:** This product provides a contextual digital learning resource that supports environmental literacy and connects scientific knowledge with community-based environmental challenges.

Keywords: SSI-Based E-book, Student Worksheet Development, Batik Wastewater, Environmental Literacy, Contextual Science Learning

Key Findings Highlights:

Digital worksheet integrates local wastewater case into ecosystem learning activities.

Development includes expert validation and instrument feasibility testing.

Learning tasks involve observation, discussion, and simple filtration project.

Published date: 2026-02-10

Deskripsi Produk

e-book adalah bahan ajar digital yang dirancang untuk membantu siswa belajar secara mandiri maupun terbimbing dengan menggunakan teknologi [1]. e-book tersusun secara sistematis dan terintegrasi dengan materi pembelajaran, petunjuk kegiatan, latihan, dan evaluasi dalam satu kesatuan pembelajaran yang dapat diakses melalui perangkat elektronik. Penelitian menunjukkan bahwa e-book berhasil meningkatkan hasil belajar siswa [2].

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah salah satu bentuk bahan ajar berbasis cetak yang kerap dimanfaatkan oleh pendidik sebagai media dalam kegiatan pembelajaran [3]. LKPD berbasis socio-scientific issues (SSI) adalah alat bantu pembelajaran yang mencakup tugas atau latihan yang menggabungkan isu-isu sosial dengan konsep ilmiah. Penggunaan SSI ini, peserta didik didorong untuk mengaitkan materi pelajaran dengan masalah nyata di masyarakat, meningkatkan pemahaman mereka tentang dan kepedulian mereka terhadap lingkungan. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian [4] yang menyatakan bahwa penggunaan LKPD yang terintegrasi dengan SSI memberikan dampak positif terhadap literasi lingkungan peserta didik.

Dalam pembelajaran IPA, e-book LKPD dimaksudkan untuk mendorong peserta didik untuk melakukan proses ilmiah secara bertahap, mulai dari mengamati, mengumpulkan, mengolah, menganalisis, dan menarik kesimpulan [5]. Dengan menggunakan aktivitas pembelajaran yang terorganisir dan berbasis pendekatan saintifik, e-LKPD terbukti dapat meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis [6]. Supaya dalam implementasinya e-book LKPD bisa berfungsi secara optimal sebagai bahan ajar yang bermakna dan kontekstual, maka pengembangan materi diperlukan [7]. Hal tersebut bisa dimulai dengan menggunakan permasalahan nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik.

Ebook LKPD berbasis SSI merupakan bentuk pengembangan pembelajaran dengan mengolaborasi pembelajaran sains, isu sosial, dan lingkungan yang ada di masyarakat sekitar [8]. Sehingga melalui pendekatan yang memusatkan pembelajarannya pada permasalahan nyata lingkungan sekitar, peserta didik tidak hanya memahami konsep sains, tetapi juga belajar mempertimbangkan aspek sosial, lingkungan sekitar, dan nilai yang memengaruhi pengambilan keputusan. Kehidupan masyarakat dipengaruhi secara langsung oleh masalah lingkungan.

Sejalan dengan hal tersebut, e-book LKPD berbasis SSI merupakan pengembangan e-book LKPD yang

mengintegrasikan isu-isu sosial dan lingkungan sebagai konteks pembelajaran sains. Berdasarkan hal tersebut, peserta didik akan belajar mengenai lingkungan, aspek sosial, dan nilai yang harus dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan. Tal et al. memaparkan bahwasannya isu-isu lingkungan memengaruhi kehidupan masyarakat secara langsung [9]. Di sisi lain, Zeidler et al. menyatakan bahwa penggunaan pendekatan SSI dalam e-book LKPD dapat meningkatkan kemampuan siswa untuk mengaitkan pengetahuan ilmiah dengan masalah kontekstual [10]. Sehingga, pendekatan ini relevan untuk diterapkan pada isu lingkungan yang memiliki dampak langsung terhadap kehidupan masyarakat di sekitarnya.

e-book LKPD berbasis SSI yang dibuat untuk produk ini menempatkan masalah limbah batik Jetis Sidoarjo sebagai konteks utama pembelajaran. Materi ini disesuaikan dengan permasalahan yang dekat dengan kehidupan peserta didik, sehingga konsep interaksi makhluk hidup dan lingkungan dapat dipahami dengan mudah oleh mereka. e-book LKPD ini berfokus pada pembahasan dampak limbah batik terhadap ekosistem perairan, serta metode filtrasi air sederhana sebagai upaya untuk pencegahan pencemaran. Melalui fitur yang telah ada, e-book LKPD ini berperan sebagai bahan ajar kontekstual yang mendukung peningkatan literasi sains dan kepedulian peserta didik terhadap lingkungan.

Isi Produk

e-book Lembar Kerja Peserta Didik berbasis socio-scientific issue dibuat sebagai bahan ajar digital. e-book ini membantu siswa memahami materi interaksi makhluk hidup dan lingkungan melalui masalah nyata di sekitar mereka. Karena limbah batik Jetis Sidoarjo mencerminkan tindakan manusia yang berdampak langsung terhadap lingkungan, masalah ini dipilih sebagai konteks pembelajaran. Hal tersebut dilakukan karena selaras dengan fungsi produk, yaitu supaya bisa menjadi sarana pembelajaran dan menjadikan pembelajaran lebih bermakna terutama dalam kaitan konteks antara konsep sains dengan kondisi lingkungan sekitar [11].

Penyajian produk e-book LKPD berbentuk format digital yang mudah diakses dan digunakan. Adapun beberapa hal penting yang termasuk dalam e-book ini, yaitu panduan penggunaan, tujuan pembelajaran, capaian kompetensi, lembar kerja kegiatan dan diskusi, serta refleksi dan evaluasi [12]. Materi disampaikan dalam bahasa yang mudah dipahami oleh siswa. Aktivitas pembelajaran ini dimaksudkan untuk mendorong siswa untuk melihat, menganalisis, dan membuat kesimpulan tentang masalah pencemaran lingkungan [13]. e-book LKPD dapat diakses melalui aplikasi atau melalui tautan web yang dibuat menggunakan platform FlipHTML5, yang membuatnya lebih mudah digunakan.

Tampilan e-book LKPD dibuat agar mudah dibaca dan nyaman bagi pengguna. Teks dan gambar yang relevan dengan materi limbah batik dimasukkan ke dalam penyajian halaman. Sementara ilustrasi digunakan untuk mendukung pemahaman materi, ukuran huruf disesuaikan agar mudah dibaca [14]. Peserta didik dapat dengan mudah mengikuti setiap tahapan kegiatan pembelajaran melalui perangkat digital karena penataan halaman dibuat dengan rapi dan konsisten.

Kegiatan dalam e-book LKPD dirancang dalam bentuk observasi, diskusi, dan proyek sederhana. Nantinya peserta didik harus mengidentifikasi asal sumber limbah batik jetis Sidoarjo, menganalisis dampaknya terhadap ekosistem perairan, serta

berproyek untuk membuat alat penjernih air sederhana. Meningkatnya keterampilan proses sains peserta didik dan juga meningkatnya kesadaran dan kepedulian mereka terhadap lingkungan merupakan tujuan dari rangkaian kegiatan pada e-book LKPD [15]. Sehingga, muncul kesempatan untuk menerapkan ide sains yang dimiliki peserta didik ke dalam konteks kehidupan nyata.

Proses pembuatan e-book Lembar Kerja Peserta Didik yang berbasis sosio-scientific issue limbah batik Jetis Sidoarjo dilakukan secara sistematis seperti berikut:

1. Memilih topik pembelajaran IPA tentang interaksi makhluk hidup dan lingkungan dan mengaitkannya dengan masalah limbah batik Jetis Sidoarjo.
2. Mengevaluasi karakteristik siswa di SMP/MT sebagai dasar untuk membuat bahasa, tampilan, dan aktivitas pembelajaran.
3. Menyesuaikan dengan kurikulum yang berlaku, buat tujuan pembelajaran dan indikator pencapaian kompetensi.
4. Mengimplementasikan konsep sains melalui beberapa kegiatan pembelajaran, seperti observasi, diskusi, dan pelaksanaan proyek sederhana berupa pembuatan alat penjernih air pada e-book LKPD.
5. Menggunakan Bahasa Indonesia yang jelas dan ringkas supaya mudah dipahami oleh peserta didik dalam penyusunan konten e-book LKPD.
6. Memperhatikan tatanan tata letak (format) teks, gambar pendukung, dan navigasi untuk mendukung kenyamanan peserta didik dalam penggunaannya.
7. Berkonsultasi dengan ahli materi dan ahli media untuk kepentingan validasi e-book LKPD dengan tujuan mengevaluasi kesesuaian isi, bahasa, dan desain penyajiannya.
8. Melaksanakan uji validitas instrumen LKPD untuk memastikan keterwakilan indikator pembelajaran yang digunakan.
9. Melakukan uji reliabilitas untuk mengetahui apakah LKPD konsisten dan layak digunakan dalam pembelajaran.
10. Mengunggah e-book LKPD ke platform FlipHTML5, yang kemudian dapat diakses melalui aplikasi atau tautan.
11. Melakukan penyempurnaan akhir berdasarkan hasil validasi dan uji kelayakan sebelum e-book digunakan.

LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik

**Berbasis
Socio-Scientific Issue
Limbah Batik Jetis Sidoarjo**



KELAS

VII

**Untuk kelas VII
Sekolah Menengah Pertama
atau Madrasah Tsanawiyah**

Citra Azizah

Ria Wulandari

Academia Open

Vol. 10 No. 1 (2025): June

DOI: 10.21070/acopen.10.2025.13239

Figure 1. **Gambar 1.** Cover

Prakata

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas karunia ilmu, kekuatan, dan petunjuk-Nya, yang memungkinkan penulis menyelesaikan LKPD interaksi antar makhluk hidup dan lingkungan berbasis pada isu-isu sosial-saintifik mengenai limbah batik Jetis Sidoarjo. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarganya, para sahabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

LKPD ini disusun untuk membantu siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP)/Madrasah Tsanawiyah (MTs) dalam memahami pentingnya interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan, serta dampak aktivitas manusia terhadap ekosistem. Fokus utama dari LKPD ini adalah studi kasus mengenai limbah batik di Jetis Sidoarjo, yang menggambarkan bagaimana kegiatan industri dapat mempengaruhi kualitas lingkungan, khususnya air, dan berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem. Dengan pendekatan ini, diharapkan siswa dapat meningkatkan kemampuan analisis mereka dengan cara mengidentifikasi masalah lingkungan secara kritis dan berkontribusi dalam pencarian solusi. Materi yang disajikan mencakup berbagai aspek, mulai dari pengenalan ekosistem, pencemaran air, hingga perubahan iklim akibat aktivitas industri.

Penulis berharap LKPD ini dapat menjadi sumber belajar yang menarik dan bermanfaat bagi siswa. Dengan pendekatan interaktif dan berbasis isu, diharapkan siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga dapat membangun kesadaran dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Penulis menyadari bahwa meskipun LKPD ini telah disusun dengan sebaik-baiknya, masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis sangat menghargai kritik dan saran yang konstruktif untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan bimbingan dan rahmat-Nya kepada kita semua, serta memberikan pahala yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan LKPD ini, Amin.

Figure 2. **Gambar 2.** Prakata

Daftar Isi

Prakata	II
Daftar Isi	III
Capaian Pembelajaran	IV
Panduan Penggunaan LKPD	V
Pengantar	VI
BAB 1	7
Interaksi Antar Makhluk Hidup dan Lingkungannya	7
BAB 2	12
Filtrasi Sederhana Upaya Pengolahan Limbah Cair Batik	12
BAB 3	16
Proyek Penjernihan Air Limbah Batik	16
Format Laporan	19
Refleksikan Dirimu!	20
Biodata Penulis	21



Figure 3. **Gambar 3.** Daftar Isi

Capaian Pembelajaran

Peserta didik mengidentifikasi interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya, serta dapat merancang upaya-upaya mencegah dan mengatasi pencemaran dan perubahan iklim.



Indikator Pembelajaran

- Peserta didik dapat menyebutkan jenis-jenis pencemaran air dan sumber-sumbernya.
- Peserta didik dapat menjelaskan dampak pencemaran air terhadap ekosistem dan kesehatan manusia.
- Peserta didik dapat menggambarkan hubungan antara aktivitas manusia dan pencemaran air.
- Peserta didik dapat melakukan pengamatan terhadap sumber pencemaran air.
- Peserta didik dapat menganalisis hasil pengamatan untuk mengidentifikasi pencemaran air berdasarkan sumbernya.
- Peserta didik dapat menerapkan cara sederhana untuk mengurangi pencemaran air.
- Peserta didik dapat merancang proyek yang bertujuan untuk mengurangi pencemaran air.
- Peserta didik dapat menciptakan prototipe alat sederhana untuk mengolah air tercemar.
- Peserta didik dapat menyusun laporan akhir terkait efektivitas upaya mengatasi pencemaran air.

Figure 4. **Gambar 4.** Capaian Pembelajaran dan Indikator Pembelajaran

Petunjuk Penggunaan LKPD

01

Tahap 1

Berdoa sebelum mengerjakan LKPD

Mulailah dengan doa agar diberi kemudahan dan pemahaman dalam mengerjakan tugas.

02

Tahap 2

Bacalah setiap panduan dalam LKPD dengan cermat

Pastikan memahami setiap instruksi sebelum memulai kegiatan agar tidak ada langkah yang terlewat.

03

Tahap 3

Kerjakan kegiatan sesuai dengan petunjuk yang diberikan

Ikuti langkah-langkah yang telah disusun dalam LKPD untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

04

Tahap 4

Jika ada yang kurang dipahami, tanyakan kepada guru

Jangan ragu untuk bertanya jika ada materi atau instruksi yang belum jelas.



Figure 5. **Gambar 5.** Petunjuk Penggunaan LKPD



Pengantar

Batik merupakan warisan budaya Indonesia yang dibuat dengan teknik pewarnaan kain menggunakan malam (lilin) dan memiliki motif khas yang sarat makna. Selain nilai keindahan dan budayanya, proses pembuatan batik terutama secara tradisional melibatkan penggunaan berbagai bahan kimia, seperti pewarna sintesis, soda api, dan bahan pelarut lainnya. Bahan-bahan ini menghasilkan limbah cair yang dapat mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan benar.

Permasalahan limbah inilah yang menjadikan industri batik sebagai salah satu contoh nyata dari pendekatan Socio-Scientific Issue (SSI), karena menghubungkan aspek ilmiah (kimia limbah), sosial (kesehatan masyarakat), ekonomi (mata pencaharian pembatik), hingga lingkungan (pencemaran air). Pendekatan ini mendorong peserta didik untuk memahami sains secara kontekstual dan bertanggung jawab terhadap isu-isu nyata di sekitarnya.

Figure 6. **Gambar 6.** Pengantar



BAB 1

Interaksi Antar Makhluk Hidup dan Lingkungannya

Pernahkah kalian melihat limbah batik? Limbah dari proses pewarnaan kain ini mengandung zat kimia seperti pewarna sintesis dan logam berat yang berpotensi mencemari lingkungan, terutama sumber air. Di daerah Jetis, Sidoarjo, yang merupakan sentra pengrajin batik, limbah cair sering kali dialirkan langsung ke sungai tanpa proses penyaringan. Hal ini menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem didalamnya. Bagaimana pencemaran limbah batik memengaruhi ekosistem sungai?

Figure 7. **Gambar 7.** Bab 1 Interaksi Antar Makhluk Hidup dan Lingkungannya

Rumusan Masalah

Berdasarkan fenomena di atas, tuliskan permasalahan yang didapat dalam bentuk pertanyaan!

"Bagaimana pengaruh jenis air terhadap kondisi ikan?"

Tujuan Praktikum

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipilih, tuliskan tujuan praktikum:

Untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis air terhadap kondisi ikan, khususnya dalam hal kesehatan, gerakan, dan aktivitasnya.

Hipotesis

Kemudian, tuliskan hipotesis atau dugaan sementara dari permasalahan yang kalian dapatkan!

Jika ikan hidup di air yang tercemar, maka pergerakan ikan akan menjadi lebih lambat atau tidak normal karena kualitas air yang buruk memengaruhi kesehatan dan aktivitasnya."



Figure 8. Gambar 8. Rumusan Mahasalah, Tujuan Praktikum dan Hipotesis

Varibel Percobaan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka:

- Jenis air apa yang digunakan dalam percobaan ini? (Disebut sebagai variabel manipulasi) : Jenis Air
- Bagaimana kondisi ikan yang diamati setelah dimasukkan ke dalam jenis air yang berbeda? (Disebut variabel respon) : Kondisi Ikan
- Apa saja hal-hal yang harus dijaga tetap sama selama percobaan berlangsung? (Disebut variabel kontrol) : Volume air dan jenis ikan

Definisi Operasional

Setelah menentukan variabel-variabelnya, coba kalian definisikan variabel-variabel tersebut secara operasional:

- Definisi Operasional Variabel Manipulasi : Jenis air yang diberikan kepada ikan yaitu air limbah batik, air detergen, dan air sumur.
- Definisi Operasional Variabel Respon : Kondisi ikan dinilai dari aktivitas gerak.
- Definisi Operasional Variabel Kontrol : Semua gelas percobaan menggunakan volume air yang sama yakni 300 ml, jenis ikan yang sama.

Alat dan Bahan

- Tiga (3) gelas plastik
- Air limbah batik (300 ml)
- Air mineral (300 ml)
- Air mineral (300 ml)
- Detergen bubuk (1 sendok teh)
- Ikan kecil hidup (3 ekor)
- Stopwatch
- Alat tulis



Figure 9. **Gambar 9.** Variabel Percobaan, Definisi Operasional dan Alat & Bahan

Prosedur Percobaan

- Siapkan tiga (3) gelas plastik dan beri label:
- Gelas A: Air limbah batik (300 ml)
- Gelas B: Air mineral (300 ml) yang telah dicampur dengan 1 sendok teh detergen bubuk
- Gelas C: Air mineral (300 ml) tanpa campuran (sebagai kontrol)
- Catat kondisi awal air pada setiap gelas, meliputi warna, bau, dan kejernihan.
- Masukkan satu ekor ikan kecil hidup ke dalam masing-masing gelas secara bersamaan.
- Amati kondisi ikan selama 12 menit dengan bantuan stopwatch.
- Setiap 3 menit, catat gerakan ikan, reaksinya terhadap air, serta perubahan kondisi fisiknya.
- Setelah 15 menit, keluarkan ikan dari masing-masing gelas dan catat kondisi akhirnya.
- Cuci tangan dan alat-alat yang digunakan setelah praktikum selesai.

Tabel Hasil Pengamatan

Sumber Air	Menit ke-3	Menit ke-6	Menit ke-9	Menit ke-12
Air Detergen	Gerak lambat, terlihat stres	Mengambang, gerak sangat lemah	Tidak bergerak, warna tubuh mulai pucat	Mati, mengambang
Limbah Batik	Terlihat stres, gerak tidak teratur	Warna tubuh berubah sedikit	Gerak melambat, sering diam	Mati, warna tubuh pucat
Air Sumur	Gerak aktif, terlihat normal	Gerak normal, warna tubuh stabil	Masih aktif, sehat	Hidup, tidak menunjukkan stres

Keterangan yang dapat dicatat:

- Gerak aktif / lambat
- Mengambang / tenggelam
- Warna tubuh berubah
- Terlihat stres / normal
- Mati / hidup

Figure 10. **Gambar 10.** Prosedur Percobaan dan Tabel Hasil Pengamatan



Analisis

Berdasarkan data hasil percobaan yang telah anda peroleh analisis data hasil percobaan tersebut dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut :

- **Pada sumber air manakah ikan tampak paling sehat? Mengapa?**

Ikan tampak paling sehat pada air sumur. Hal ini karena air sumur tidak mengandung bahan kimia berbahaya, sehingga lebih sesuai dengan kondisi alami habitat ikan. Ikan tetap aktif, berwarna normal, dan tidak menunjukkan tanda-tanda stres.

- **Apa yang terjadi pada ikan yang dimasukkan ke air limbah batik?**

Ikan menunjukkan tanda stres seperti gerakan tidak teratur, warna tubuh mulai berubah, dan kemudian mati. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan zat kimia beracun atau logam berat dalam limbah batik yang merusak sistem tubuh ikan.

- **Bagaimana kualitas lingkungan memengaruhi kehidupan makhluk hidup?**

Kualitas lingkungan sangat memengaruhi kehidupan makhluk hidup. Lingkungan yang bersih dan bebas dari polutan mendukung kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan aktivitas makhluk hidup. Sebaliknya, lingkungan yang tercemar dapat menyebabkan stres, gangguan kesehatan, bahkan kematian.



Kesimpulan

Nyatakan suatu kesimpulan berdasarkan analisis yang telah kalian lakukan! Berikan penjelasan? apakah hipotesis kalian diterima?

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa jenis air sangat memengaruhi kondisi ikan. Ikan yang hidup di air sumur tampak paling sehat karena air tersebut lebih bersih dan alami. Sementara itu, ikan yang dimasukkan ke dalam air detergen dan limbah batik menunjukkan gejala stres, kerusakan tubuh, bahkan mati karena tercemar bahan kimia.

Dengan demikian, hipotesis yang menyatakan bahwa kualitas air yang buruk dapat memengaruhi kesehatan dan aktivitas ikan dapat diterima.

Figure 11. **Gambar 11.** Analisis dan Kesimpulan



**BAB
2**

Filtrasi Sederhana Upaya Pengolahan Limbah Cair Batik

Perhatikan Video Ini!



Sumber :
<https://bit.ly/beritalimbahbatik>

Baru-baru ini, sebuah video memperlihatkan kondisi sungai yang tercemar limbah cair dari industri batik. Air sungai berubah warna, berbau menyengat, dan tak lagi menjadi tempat hidup bagi ikan dan makhluk air lainnya. Tapi, tahukah kamu? Pencemaran seperti ini bisa dicegah dengan upaya sederhana, salah satunya melalui proses filtrasi limbah. Yuk, cari tahu bagaimana cara kerja filtrasi sederhana dan seberapa efektif metode ini dalam mengurangi pencemaran air!

Figure 12. **Gambar 12.** BAB 2 Filtrasi Sederhana Upaya Pengelolaan Limbah Cair Batik

Rumusan Masalah

Berdasarkan fenomena di atas, tuliskan permasalahan yang didapat dalam bentuk pertanyaan!

"Bagaimana filtrasi sederhana dapat membantu mengurangi pencemaran air limbah batik?"

Tujuan Praktikum

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipilih, tuliskan tujuan praktikum:

Untuk mengetahui efektivitas filtrasi sederhana dalam mengurangi pencemaran pada air limbah batik serta mengamati perubahan kejernihan dan kebersihan air setelah disaring.

Hipotesis

Kemudian, tuliskan hipotesis atau dugaan sementara dari permasalahan yang kalian dapatkan!

"Jika limbah batik disaring menggunakan filtrasi sederhana, maka air hasil filtrasi akan menjadi lebih bersih dan lebih jernih."

Alat dan Bahan

- Botol bekas (ukuran 1,5 L)
- Spons
- Batu kerikil
- Pasir
- Arang
- Arang aktif
- Sabut kelapa
- Kapas
- Gelas ukur
- Limbah cair batik



Figure 13. **Gambar 13.** Rumusan Mahasalah, Tujuan Praktikum dan Hipotesis

Prosedur Percobaan

- Buatlah kelompok.
- Siapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- Siapkan botol bekas dan potong bagian atasnya, lalu balik seperti corong.
- Masukkan media penyaring ke dalam botol secara berurutan dari bawah ke atas sebagai berikut:
 - **Kapas → Sabut Kelapa → Arang Aktif → Arang → Pasir → Batu Kerikil → Spons**
- Tempatkan botol di atas gelas ukur atau wadah penampung.
- Tuangkan limbah cair batik ke dalam alat filtrasi perlahan.
- Amati air yang keluar dari dasar alat filtrasi.
- Catat warna, bau, dan tingkat kejernihan air sebelum dan sesudah filtrasi.

Tabel Hasil Pengamatan

Parameter	Sebelum	Filtrasi ke-1	Filtrasi ke-2	Filtrasi ke-3
Warna	Ungu pekat	Ungu agak pudar	Ungu muda	Hampir bening, sedikit berwarna ungu
Bau	Menyengat seperti bahan kimia	Sedikit menyengat	Bau mulai berkurang	Hampir tidak berbau
Kejernihan	Keruh, tidak tembus cahaya	Agak keruh	Lebih jernih, mulai tembus cahaya	Jernih dan tembus cahaya
Endapan	Banyak partikel mengendap di dasar	Endapan mulai berkurang	Endapan sedikit	Hampir tidak ada endapan

Figure 14. **Gambar 14.** Prosedur Percobaan dan Tabel Hasil Pengamatan



Analisis

Berdasarkan data hasil percobaan yang telah anda peroleh analisis data hasil percobaan tersebut dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut :

- **Mengapa urutan media filtrasi memengaruhi hasil penyaringan limbah cair batik? Jelaskan!** Urutan media filtrasi memengaruhi hasil karena setiap media memiliki fungsi penyaringan berbeda. Jika media dengan pori besar (seperti batu kerikil) diletakkan di awal, partikel besar akan tersaring lebih dulu, sehingga media halus seperti arang atau kapas dapat bekerja lebih efektif pada tahap akhir untuk menyaring partikel kecil dan zat pewarna.
- **Bagaimana peran masing-masing media (spons, batu kerikil, pasir, arang, arang aktif, sabut kelapa, kapas) dalam proses penyaringan? Apakah semua media dibutuhkan? Mengapa?**
 - Batu kerikil dan pasir: Menyaring partikel besar dan lumpur.
 - Spons dan serabut kelapa: Menyaring partikel sedang dan membantu menyerap zat organik.
 - Arang: Menyerap bau dan zat kimia berbahaya.
 - Kapas: Menyaring partikel halus dan meningkatkan kejernihan.
 - Semua media dibutuhkan karena masing-masing berkontribusi menyaring kontaminan yang berbeda, sehingga hasil filtrasi menjadi lebih optimal.
 - Jika salah satu media dihilangkan, menurutmu media mana yang paling berpengaruh terhadap kejernihan air hasil filtrasi? Jelaskan alasanmu! Media yang paling berpengaruh terhadap kejernihan adalah kapas dan arang. Kapas berfungsi menyaring partikel kecil terakhir yang membuat air terlihat jernih, sedangkan arang menyerap zat warna dan bau. Tanpa keduanya, air mungkin masih keruh dan berbau.
- **Bagaimana jika urutan media dibalik dari yang kamu gunakan sekarang? Prediksi apa yang akan terjadi pada hasil filtrasi!** Jika urutan media dibalik, misalnya kapas atau arang diletakkan di awal, maka media halus tersebut akan cepat kotor atau tersumbat oleh partikel besar. Akibatnya, proses filtrasi menjadi kurang efektif, dan kejernihan air tidak maksimal.

Figure 15. **Gambar 15.** Analisis

Gambar 15. Analisis



Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan yang kamu peroleh dari kegiatan ini tentang bagaimana filtrasi sederhana dapat membantu mengurangi dampaknya terhadap lingkungan!

Berdasarkan kegiatan ini, dapat disimpulkan bahwa filtrasi sederhana mampu membantu mengurangi pencemaran air limbah batik, terutama dalam hal warna, bau, kejernihan, dan endapan. Hasil filtrasi menunjukkan perubahan air dari ungu pekat dan keruh menjadi lebih jernih dan hampir tidak berbau setelah tiga tahap penyaringan.

Filtrasi sederhana berperan penting dalam menjaga kualitas air dan dapat menjadi solusi awal sebelum air limbah dibuang ke lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi sederhana pun bisa memberikan dampak positif terhadap lingkungan bila diterapkan dengan tepat.

Figure 16. **Gambar 16.** Kesimpulan



**BAB
3**

Proyek Penjernihan Air Limbah Batik

Beberapa sungai di sekitar kita, termasuk di daerah Jetis, Sidoarjo, kini terlihat keruh, berwarna gelap, dan berbau menyengat. Salah satu penyebab utamanya adalah limbah cair dari industri batik yang dibuang langsung ke sungai tanpa melalui proses penyaringan atau pengolahan.

Limbah batik mengandung bahan kimia seperti pewarna sintesis dan soda api yang dapat membunuh makhluk hidup di air, mencemari tanah, dan merusak keseimbangan lingkungan. Jika terus dibiarkan, sungai akan kehilangan fungsinya sebagai sumber kehidupan. **Jika kamu diminta untuk membantu mengatasi pencemaran sungai, solusi apa yang bisa kamu rancang agar limbah batik tidak langsung mencemari air?**

Figure 17. **Gambar 17.** BAB 3 Proyek Penjernihan Air Limbah Batik

Ayo kerjakan soal ini!

Sebelum kamu mulai merancang solusi, yuk pikirkan dulu hal-hal penting berikut ini. Pertanyaan-pertanyaan di bawah ini akan membantumu memahami lebih dalam tentang masalah limbah batik dan dampaknya terhadap lingkungan.

- **Apa yang terjadi jika limbah batik dibuang langsung ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu?** Limbah batik dapat mencemari air sungai, membunuh organisme air, menimbulkan bau tidak sedap, dan merusak ekosistem perairan.
- **Bagaimana limbah cair dari industri batik bisa memengaruhi kehidupan di sekitar sungai?** Air sungai yang tercemar dapat mengganggu kesehatan warga, mencemari sumber air bersih, dan mengganggu kegiatan ekonomi seperti pertanian atau perikanan.
- **Apa hubungan antara pencemaran limbah batik dan perubahan iklim?** Limbah batik yang mengandung bahan kimia berbahaya bisa menghasilkan gas beracun saat terurai, serta merusak lingkungan yang mendukung penyerapan karbon seperti lahan basah.
- **Bagaimana cara sederhana yang bisa dilakukan untuk membantu mengurangi dampak limbah batik terhadap lingkungan?** Dengan membuat alat filtrasi sederhana menggunakan bahan alami (pasir, arang, kapas, dll.) untuk menyaring limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan fenomena di atas, tuliskan permasalahan yang didapat dalam bentuk pertanyaan!

Bagaimana cara kerja filtrasi sederhana dalam mengurangi dampak pencemaran air limbah batik terhadap lingkungan?

Tujuan Praktikum

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipilih, tuliskan tujuan praktikum:

Untuk mengetahui efektivitas filtrasi sederhana dalam mengurangi pencemaran air limbah batik agar lebih ramah lingkungan.

Figure 18. **Gambar 18.** Ayo Kerjakan Soal ini, Rumusan Masalah, dan Tujuan Praktikum

Figure 19. **19.** Langkah Pengerjaan Proyek dan Desain Proyek



Format Laporan Proyek

Susunlah laporan proyek dengan diketik dengan mengikuti aturan dan format laporan meliputi menggunakan kertas HVS A4 dengan font Times New Roman, ukuran font 12pt, Margin above, left 2,5 cm dan right, below 2 cm.

FORMAT

- Judul
- Latar Belakang
- Rumusan masalah
- Tujuan
- Dasar teori
- Waktu dan tanggal pelaksanaan
- Alat dan bahan
- Desain proyek
- Langkah-langkah pengerjaan
- Hasil dan Analisis
- Kesimpulan
- Daftar Pustaka
- Lampiran

Presentasi Hasil Laporan

Buatlah max 6 slide power point untuk dipresentasikan yang berisi sebagai berikut :

- Judul dan Identitas
- Latar belakang, Rumusan maslaah, Tujuan
- Alat dan bahan, Langkah-langkah Pengerjaan
- Desain Proyek
- Pembahasan
- Kesimpulan

Figure 20. **Gambar 20.** Format Laporan Proyek dan Presentasi Hasil Laporan

Refleksikan Dirimu!

Sebelum Menjawab, Baca Dulu Yuk!

Sebelum kamu menjawab pertanyaan refleksi di bawah ini, luangkan waktu untuk membaca artikel berikut:

Di Balik Keindahan Batik: Ancaman Limbah Batik terhadap Lingkungan dan Kesehatan di Pekalongan

Artikel ini akan memberimu gambaran nyata tentang bagaimana industri batik di Indonesia dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran air, dan bahkan berdampak pada kesehatan masyarakat sekitar.

Bacalah dengan cermat, lalu jawablah pertanyaan refleksi di bawah ini berdasarkan pemahamanmu sendiri!

- **Analisislah bagaimana limbah cair yang dihasilkan industri batik dapat memperparah dampak perubahan iklim melalui pencemaran air sungai dan gangguan ekosistem air!**
: Limbah cair industri batik mengandung zat kimia berbahaya seperti zat pewarna sintetis, logam berat, dan bahan pengoksidasi. Ketika dibuang langsung ke sungai tanpa pengolahan, zat-zat ini mencemari air, menurunkan kadar oksigen terlarut, dan membunuh organisme air seperti ikan dan mikroba. Selain itu, aliran sungai yang tercemar berdampak buruk pada pertanian, kualitas air minum, dan kesehatan manusia. Kerusakan ekosistem air juga memperburuk ketidakseimbangan lingkungan yang berkontribusi pada krisis iklim.
- **Jelaskan hubungan antara limbah industri batik yang mengandung bahan kimia dengan siklus karbon dan peningkatan emisi gas rumah kaca. Bagaimana hal ini bisa mempengaruhi perubahan iklim secara global?**
:Limbah industri batik yang mengandung bahan kimia mengganggu proses dekomposisi alami di perairan. Mikroorganisme yang seharusnya memecah bahan organik terganggu atau mati, menyebabkan pembusukan tidak sempurna yang menghasilkan gas metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O), dua gas rumah kaca yang sangat kuat. Selain itu, pembakaran limbah atau penggunaan energi fosil dalam proses produksi batik juga meningkatkan emisi karbon dioksida (CO_2). Akumulasi gas-gas ini di atmosfer mempercepat pemanasan global.
- **Jika kamu menjadi pemimpin komunitas di daerah penghasil batik, solusi inovatif apa yang akan kamu terapkan untuk mengurangi dampak limbah terhadap lingkungan dan sekaligus mendukung mitigasi perubahan iklim? Jelaskan alasanmu!**
: Sebagai pemimpin komunitas, saya akan mengembangkan instalasi pengolahan limbah terpadu berbasis ekoteknologi seperti biofiltrasi, fitoremediasi (tanaman penyerap limbah), dan penggunaan mikroorganisme pengurai. Selain itu, mendorong penggunaan pewarna alami dari tumbuhan lokal sebagai pengganti pewarna sintetis. Saya juga akan menjalin kemitraan dengan universitas dan lembaga riset untuk pelatihan dan pendampingan teknologi tepat guna. Solusi ini bukan hanya mengurangi pencemaran, tetapi juga meningkatkan kesadaran lingkungan masyarakat dan menjaga keberlanjutan industri batik secara sosial dan ekologis.

Figure 21. **Gambar 21.** Refleksikan Dirimu!

Gambar 21. Refleksikan Dirimu!

Refleksikan Dirimu!

Sebelum Menjawab, Baca Dulu Yuk!

Sebelum kamu menjawab pertanyaan refleksi di bawah ini, luangkan waktu untuk membaca artikel berikut:

Di Balik Keindahan Batik: Ancaman Limbah Batik terhadap Lingkungan dan Kesehatan di Pekalongan

Artikel ini akan memberimu gambaran nyata tentang bagaimana industri batik di Indonesia dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran air, dan bahkan berdampak pada kesehatan masyarakat sekitar.

Bacalah dengan cermat, lalu jawablah pertanyaan refleksi di bawah ini berdasarkan pemahamanmu sendiri!

- **Mengapa penerapan sistem pengolahan limbah ramah lingkungan dalam industri batik dapat dianggap sebagai bentuk kontribusi terhadap pencapaian target pengurangan emisi karbon secara nasional?** : Penerapan sistem pengolahan limbah ramah lingkungan dapat mengurangi jumlah bahan kimia yang masuk ke lingkungan dan menurunkan produksi gas rumah kaca dari pembusukan limbah. Teknologi ini juga dapat mengurangi kebutuhan energi dari sumber fosil jika menggunakan metode pasif atau terbarukan, sehingga mendukung komitmen Indonesia dalam penurunan emisi karbon sesuai dengan NDC (Nationally Determined Contribution). Industri batik yang bertransformasi menjadi lebih hijau berperan dalam pengurangan emisi sektor industri dan limbah.
- **Bagaimana kamu sebagai pelajar dapat berperan aktif dalam mendorong praktik produksi batik yang berkelanjutan dan ramah iklim di masyarakat? Jelaskan tindakan nyata yang bisa kamu lakukan!**
 1. Mengkampanyekan pentingnya batik ramah lingkungan lewat media sosial, kegiatan sekolah, atau lomba kreativitas.
 2. Membuat proyek atau prototipe sistem pengolahan limbah sederhana (misalnya filter alami) bersama teman sekelas.
 3. Mengadakan kunjungan belajar ke industri batik dan menyusun laporan atau dokumenter tentang kondisi pengelolaan limbah mereka.
 4. Mendukung dan menggunakan batik yang diproduksi secara berkelanjutan, seperti batik dengan pewarna alami atau produksi lokal yang transparan.
 5. Berpartisipasi dalam kegiatan lingkungan, seperti penanaman pohon, gerakan pengurangan sampah, dan diskusi iklim remaja.

Figure 22. **Gambar 22.** Refleksikan Dirimu!

Biodata Penulis



Citra Azizah lahir di Sidoarjo, 03 Maret 2003. Pendidikan Terakhir di MAN 1 Mojokoerto dan dekarang sedang menempuh pendidikan S1 di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Program Studi Pendidikan IPA. Aktif dalam kegiatan organisasi kampus, pengabdian masyarakat dan kegiatan diluar kampus.



Ria Wulandari, lahir di Kediri, 16 April 1985. Pendidikan dasar ditempuhnya di sekolah dasar negeri di daerah kelahirannya. Pendidikan menengah ditempuhnya di SMA Negeri 1 Kediri. Pendidikan S1 diselesaikan di Universitas Negeri Malang pada tahun 2007. Gelar Magister Pendidikan bidang sains diperolehnya dari Universitas Negeri Surabaya pada tahun 2010. Mendapatkan gelar Doktor Ilmu Pendidikan Konsentrasi Pendidikan IPA dari Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2023. Sejak tahun 2013 sampai sekarang, menjadi dosen tetap di prodi Pendidikan IPA Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Figure 23. **Gambar 23.** Bidodata Penulis

LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik

**Berbasis
Socio-Scientific Issue
Limbah Batik Jetis
Sidoarjo**

"Ilmu tanpa agama adalah buta. Agama tanpa ilmu
adalah lumpuh."

— **Albert Einstein**

"Belajar sains membuat kita memahami dunia dan
merawatnya dengan lebih baik."

— **Jane Goodall**

Figure 24. **Gambar 24.** Cover Belakang

References

- [1] H. Haniah, M. Mahira, and M. N. Djuaeni, "The Development of Interactive E-Book-Based Teaching Materials for Senior High School Students," *Arabiyah Journal of Arabic Language Education*, vol. 7, no. 1, pp. 55-65, 2023, doi: 10.29240/jba.v7i1.6690.
- [2] Z. Idayanti and M. A. Suleman, "E-Module as Independent Teaching Material to Improve Students' Learning Outcomes," *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, vol. 8, no. 1, pp. 127-133, 2024, doi: 10.23887/jppp.v8i1.61283.
- [3] N. Dermawati, Suprpta, and Muzakkir, "Development of Environment-Based Student Worksheets," *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 7, no. 1, pp. 74-78, 2019.
- [4] S. Naibaho, F. Arsih, M. Fadhillah, and F. O. Rahmi, "PBL-Based LKPD Integrated with SSI on Students' Environmental Literacy," 2025, vol. 3, no. 4, pp. 717-723.
- [5] R. Jaafar and L. Resnita, "Developing Student Worksheets Using Inquiry-Based Learning Model with Scientific Approach to Improve Tenth Grade Students' Physics Competence," *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, vol. 10, no. 1, pp. 56-70, 2020, doi: 10.26740/jpfa.v10i1.p56.
- [6] J. S. Amtonis, "E-LKPD and Environmental Literacy in the Industrial Revolution 4.0 Era," *Jurnal Koulutus*, vol. 5, no. 1, pp. 71-80, 2022, doi: 10.51158/koulutus.v5i1.786.
- [7] E. N. Sari and A. Listiadi, "Development of CTL-Based E-LKPD on Process Cost Material to Improve Students' Critical Thinking," *Jurnal Pendidikan Akuntansi*, vol. 11, no. 2, pp. 211-227, 2023, doi: 10.26740/jpak.v11n2.p211-227.
- [8] E. Normawati, S. Indana, and T. Purnomo, "The Effectiveness of Socio-Scientific Issues-Based Electronic Student Worksheet to Improve Critical Thinking Skills," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 7, no. 2, pp. 60-66, 2022, doi: 10.26740/jppipa.v7n2.p60-66.
- [9] T. Tal, Y. Kali, S. Magid, and J. J. Madhok, "Socio-Scientific Issues in the Classroom," in *Socio-Scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research*, Dordrecht: Springer, 2011, pp. 11-38.
- [10] D. L. Zeidler, T. D. Sadler, M. L. Simmons, and E. V. Howes, "Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education," *Science Education*, vol. 89, no. 3, pp. 357-377, 2005, doi: 10.1002/sce.20048.
- [11] A. Al-Barakat et al., "Science Education as a Pathway to Sustainable Awareness," *Sustainability*, vol. 17, no. 15, pp. 1-19, 2025, doi: 10.3390/su17157136.
- [12] A. P. Widanti and M. Fathurrahman, "Development of Digital Learning Materials Using QR Code-Based Book Creator Application," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 10, no. 10, pp. 7885-7893, 2024, doi: 10.29303/jppipa.v10i10.7933.
- [13] N. F. Kuswandi, N. Meriza, D. Maulina, and G. N. Utami, "Students' Scientific Literacy on Environmental Pollution through PBL and Interactive Digital Modules," *Tadris Journal of Teacher Training and Education*, vol. 10, no. 1, pp. 39-49, 2025, doi: 10.24042/tadris.v10i1.21343.
- [14] A. Ekantini and I. Wilujeng, "The Development of Science Student Worksheet Based on Education for Environmental Sustainable Development," *Universal Journal of Educational Research*, vol. 6, no. 6, pp. 1339-1347, 2018, doi: 10.13189/ujer.2018.060625.
- [15] D. S. Makalunsenge, F. M. Yusuf, and C. Lamangantjo, "Development of Students' E-Worksheet on Environmental Change Using PRIMA Learning Model," *Jurnal Pendidikan MIPA*, vol. 23, no. 4, pp. 1337-1346, 2022, doi: 10.23960/jpmipa/v23i4.pp1337-1346.