

PENGEMBANGAN BUKU AJAR BERBASIS *SCIENCE EDUCATION FOR SUSTAINABILITY* UNTUK MENUMBUHKAN SIKAP KEPEDULIAN LINGKUNGAN SISWA DI MTsN 1 PONOROGO

SKRIPSI



OLEH

**BRILLIANT GERALDATAMA
NIM. 207180077**

**IAIN
PONOROGO**

**JURUSAN TADRIS ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI PONOROGO**

MEI 2022

PENGEMBANGAN BUKU AJAR BERBASIS *SCIENCE EDUCATION FOR SUSTAINABILITY* UNTUK MENUMBUHKAN SIKAP KEPEDULIAN LINGKUNGAN SISWA DI MTsN 1 PONOROGO

SKRIPSI

Diajukan kepada
Institut Agama Islam Negeri Ponorogo
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
dalam Menyelesaikan Program Sarjana
Tadris Ilmu Pengetahuan Alam



Oleh

BRILLIANT GERALDATAMA
NIM. 207180077

IAIN
PONOROGO

JURUSAN TADRIS ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI PONOROGO

MEI 2022

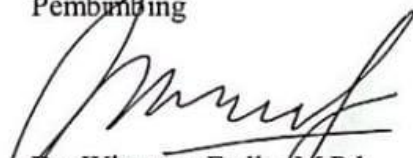
LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi atas nama saudara:

Nama : Brilliant Geraldatama
NIM : 207180077
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan : Tadris Ilmu Pengetahuan Alam
Judul : PENGEMBANGAN BUKU AJAR BERBASIS
SCIENCE EDUCATION FOR SUSTAINABILITY
UNTUK MENUMBUHKAN SIKAP KEPEDULIAN
LINGKUNGAN SISWA DI MTsN 1 PONOROGO

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji dalam ujian munaqasah

Pembimbing

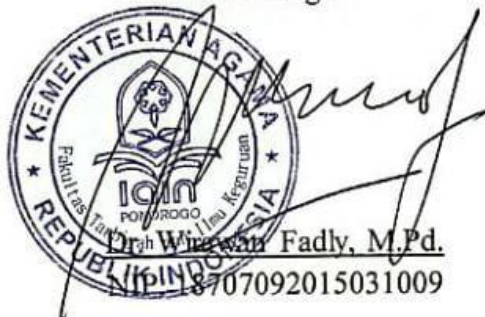

Dr. Wirawan Fadly, M.Pd.
NIP. 18707092015031009

Tanggal, 30 Mei 2022

Mengetahui,

Ketua

Jurusan Tadris Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Institut Agama Islam Negeri
Ponorogo


Dr. Wirawan Fadly, M.Pd.
NIP. 18707092015031009



KEMENTERIAN AGAMA RI
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI PONOROGO

PENGESAHAN

Skripsi atas nama saudara :

Nama : Brilliant Geraldatama
NIM : 207180077
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan : Tadris Ilmu Pengetahuan Alam
Judul : PENGEMBANGAN BUKU AJAR BERBASIS *SCIENCE*
EDUCATION FOR SUSTAINABILITY UNTUK
MENUMBUHKAN SIKAP KEPEDULIAN LINGKUNGAN
SISWA DI MTsN 1 PONOROGO

Telah dipertahankan pada sidang munaqasah di Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri Ponorogo pada:

Hari : Jum'at
Tanggal : 17 Juni 2022

dan telah diterima sebagai bagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Tadris Ilmu Pengetahuan Alam, pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 21 Juni 2022

Ponorogo, 21 Juni 2022

Mengesahkan

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Institut Agama Islam Negeri Ponorogo



Dr. H. Moh. Miftachul Choiri. M.A.

NIP. 197404181999031002

Tim Penguji :

Ketua Sidang : Ulum Fatmahanik, M.Pd.
Penguji I : Dr. Tintin Susilowati, M.Pd.
Penguji II : Dr. Wirawan Fadly, M.Pd.

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI

Skripsi yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Brilliant Gerakdatama

NIM : 207180077

Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Jurusan : Tadris IPA

Judul Skripsi : Pengembangan Buku Ajar Berbasis *Science Education For Sustainability*
Untuk Menumbuhkan Sikap Kepedulian Lingkungan Siswa Di Mtsn 1
Ponorogo

Menyatakan bahwa naskah skripsi / tesis telah diperiksa dan disahkan oleh dosen pembimbing. Selanjutnya saya bersedia naskah tersebut dipublikasikan oleh perpustakaan IAIN Ponorogo yang dapat diakses di etheses.iainponorogo.ac.id. Adapun isi dari keseluruhan tulisan tersebut, sepenuhnya menjadi tanggung jawab dari penulis.

Demikian pernyataan saya untuk dapat dipergunakan semestinya.

Ponorogo, 7 September 2022



Brilliant Gerakdatama
NIM. 207180014

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Brilliant Gerakatama
NIM : 207180077
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan : Tadris Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Pengembangan Buku Ajar Berbasis *Science Education for Sustainability*
Untuk Menumbuhkan Sikap Kepedulian Lingkungan di MTsN 1 Ponorogo

Dengan ini, menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan tulisan atau pemikiran orang lain yang saya aku sebagai hasil tulisan atau pemikiran saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

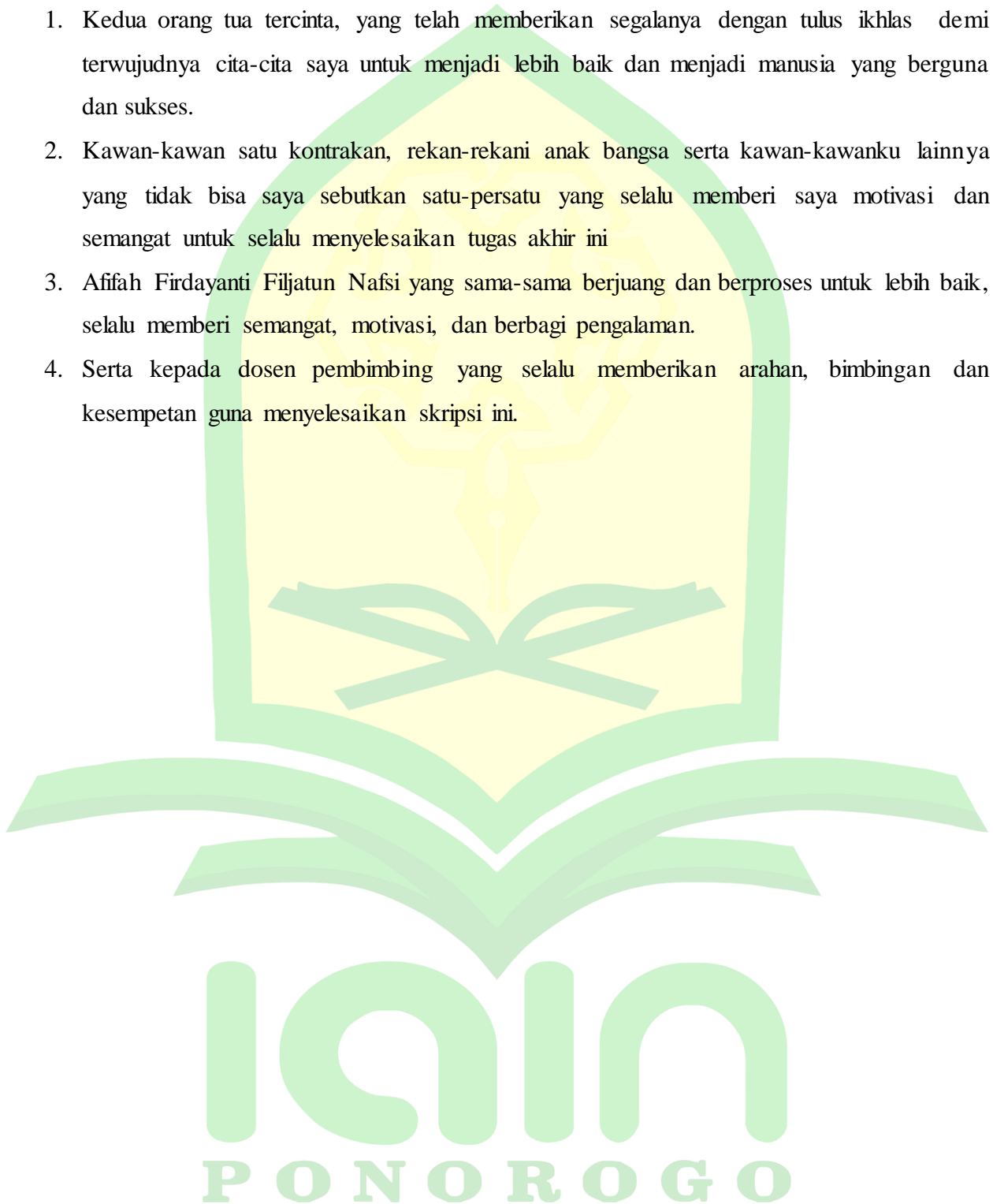
Ponorogo, 27 Mei 2022
Yang membuat pernyataan


Brilliant Gerakatama
20710077

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah sujud syukur saya haturkan kepada Allah SWT. Karena atas berkat dan rahmat-Nya saat ini saya dapat menyelesaikan skripsi yang saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yang telah memberikan segalanya dengan tulus ikhlas demi terwujudnya cita-cita saya untuk menjadi lebih baik dan menjadi manusia yang berguna dan sukses.
2. Kawan-kawan satu kontrakan, rekan-rekani anak bangsa serta kawan-kawanku lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang selalu memberi saya motivasi dan semangat untuk selalu menyelesaikan tugas akhir ini
3. Afifah Firdayanti Filjatun Nafsi yang sama-sama berjuang dan berproses untuk lebih baik, selalu memberi semangat, motivasi, dan berbagi pengalaman.
4. Serta kepada dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan, bimbingan dan kesempatan guna menyelesaikan skripsi ini.



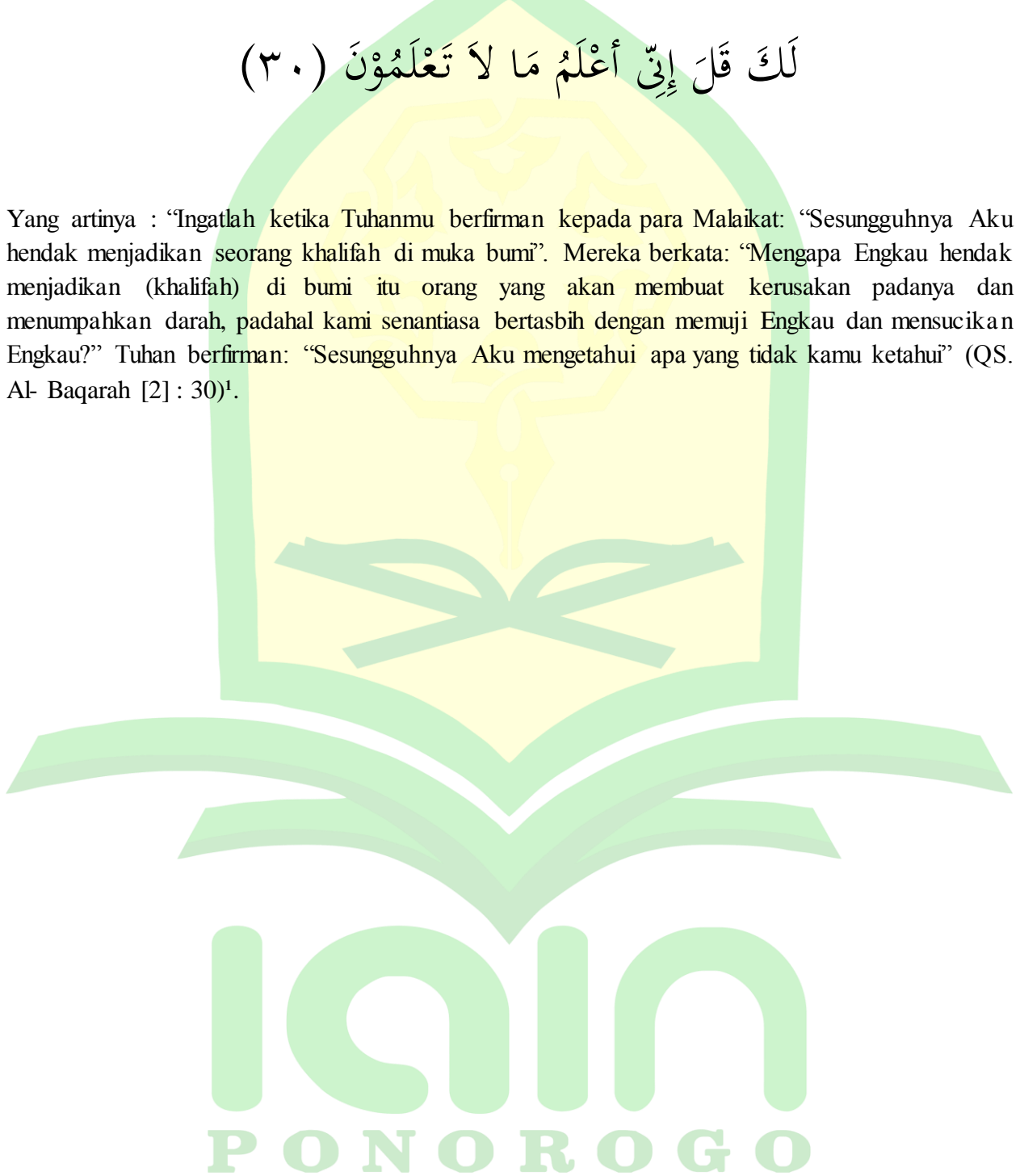
MOTO

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ

فِيهَا مَنْ يَفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ

لَكَ قُلْ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ (٣٠)

Yang artinya : “Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: “Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi”. Mereka berkata: “Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?” Tuhan berfirman: “Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui” (QS. Al- Baqarah [2] : 30)¹.



¹ “QS. Al- Baqarah [2] : 30,”

ABSTRAK

Brilliant Geraldama. 2022. Pengembangan Buku Ajar Berbasis *Science Education for Sustainability* Untuk Menumbuhkan Sikap Kepedulian Lingkungan Siswa Di MTsN 1 Ponorogo. **Skripsi.** Jurusan Tadris Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Ponorogo. Pembimbing, Dr. Wirawan Fadly, M.Pd.

Kata Kunci: Pengembangan, Buku Ajar, Sikap Kepedulian Lingkungan, Eksperimen, Kontrol, Signifikansi, formal, Pendidikan, (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), penyebaran (*Disseminate*).

Terus meningkatnya taraf kehidupan maka memicu kesadaran manusia untuk senantiasa menuntut ilmu, hal tersebut dibuktikan dengan banyaknya sekolah formal yang berdiri, guna menjadi tempat menuntut ilmu bagi umat manusia. Dengan adanya pendidikan formal yang sistematis membuka jendela baru untuk lebih mengeksplorasi alam guna meningkatkan taraf kehidupan manusia untuk menjadi lebih baik. Dengan adanya ilmu-ilmu yang terus berkembang tersebut dan sifat manusia yang serakah yang mengeksplorasi alam ini tanpa batas, pada akhirnya membuka atau menciptakan masalah baru dengan hubungan sebab akibat yang sama sekali tidak sederhana, yaitu adalah kerusakan lingkungan yang terjadi di banyak belahan bumi yang ditinggali manusia.

Dilaksanakannya penelitian ini bertujuan untuk menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan pada tiap individu, agar manusia bisa memanfaatkan alam ini tanpa merusak alam yang sudah ada. Buku ajar berbasis *science education for sustainability* untuk siswa SMP adalah salah satu bentuk nyata sikap untuk mempromosikan, mengenalkan, dan juga menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan bagi generasi muda yang akan menjadi penerus bagi kehidupan manusia yang akan datang.

Pengembangan buku ajar ini menggunakan metode Dengan tahapan 4D, yaitu pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), dan penyebaran (*Disseminate*).

Buku ajar ini terbukti dapat meningkatkan sikap kepedulian lingkungan siswa, dalam tahap validasi buku ajar ini dinyatakan valid oleh para validator ahli di bidang pendidikan, dari segi kepraktisan buku ajar ini memperoleh nilai 86% melalui penyebaran angket yang diisi oleh para peserta didik, dan dinyatakan praktis, dari segi keefektifan buku ajar ini memperoleh nilai taraf signifikansi $0.00 < 0.05$ melalui uji *paired T test* dengan data sample pre-test post test kelas eksperimen dan kelas kontrol.

KATA PENGANTAR

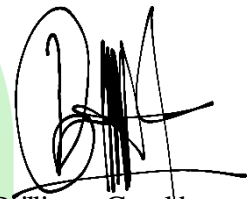
Puji syukur saya curahkan kepada Allah SWT. Karena atas limpahan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir kuliah Strata-1 (S1), yaitu skripsi yang berjudul “Pengembangan Buku Ajar Berbasis *Science Education for Sustainability* Untuk Menumbuhkan Sikap Kepedulian Lingkungan Siswa Di MTsN 1 Ponorogo”. Penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Hj. Evi Muafiah, M.Ag. selaku Rektor IAIN Ponorogo yang telah memberikan izin penelitian kepada penulis.
2. Dr. H. Moh. Munir, Lc., M.Ag. selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Ponorogo.
3. Dr. Wirawan Fadly, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Tadris Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan arahan dan motivasi yang membangun selama proses pengerjaan skripsi.
4. Dr. Wirawan Fadly, M.Pd. selaku dosen pembimbing skripsi, terima kasih banyak atas bimbingan yang telah diberikan dan kebijaksanaannya berkenan dalam membimbing penulis sehingga skripsi ini bisa diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
5. Dr. Wirawan Fadly, M.Pd. selaku dosen penguji seminar proposal, yang telah memberikan banyak sekali bimbingan dan arahan terhadap terwujudnya skripsi ini.
6. Ibu Rahmi Faradisya E, M.Pd. selaku dosen IPA dan validator instrumen produk media pembelajaran yang telah bersedia menilai dan memberikan masukan mengenai penelitian dan pengembangan media pembelajaran ini.
7. Ibu Ulinnuha Nur Faizah S.Pd., M.Sc. selaku dosen IPA dan validator instrumen produk media pembelajaran yang telah bersedia menilai dan memberikan masukan mengenai penelitian dan pengembangan media pembelajaran ini.
8. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FATIK) IAIN Ponorogo, terkhusus dosen dari Jurusan Tadris Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan segala pengetahuan dan pengalaman kepada penulis.
9. Kepala sekolah MTsN Negeri 1 Ponorogo yang telah memberikan izin penelitian kepada penulis
10. Bapak dan Ibu guru IPA MTsN Negeri 1 Ponorogo, terkhusus Ibu Siti Maryam, S.Pd. dengan setulus hati membantu peneliti selama proses pengambilan data penelitian

Serta semua yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, semoga Allah SWT. Memberikan balasan yang terbaik kepada beliau semua atas bantuan dan jasa yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini terdapat kesalahan, kekurangan dan kekhilafan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif dari berbagai pihak dengan harapan nantinya dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi. Akhirnya dengan mengucapkan Alhamdulillah semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya. Amin.

Ponorogo, 30 Mei 2022
Penulis,



Brilliant Geraklatama
NIM. 207180077



DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	ix
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Kebaruan Produk	6
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	7
F. Spesifikasi Produk.....	7
BAB II.....	9
KAJIAN PUSTAKA.....	9
A. Landasan Teori.....	9
B. Penelitian Terdahulu Yang Relevan.....	11
C. Kerangka Konseptual.....	15
METODE PENELITIAN	16
A. Jenis Penelitian.....	16
B. Subjek dan Lokasi penelitian	16
C. Prosedur Penelitian Pengembangan	16
D. Tahap pengembangan.....	17
E. Variabel dan Definisi Operasional	19
Tabel 3.1 Variabel dan Definisi Operasional.....	19
F. Instrumen.....	20
Tabel 3.2 Indikator Instrument Validasi Buku Ajar	20
Tabel 3.3 Indikator Instrument Sikap Kepedulian Lingkungan	21
G. Teknik Pengumpulan Data	22
H. Teknik Analisis data	22
Tabel 3.4 Aturan Penilaian Lembar Validasi Ahli	23
Tabel 3.5 Kriteria Kevalidan Produk	24

BAB IV.....	2
HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN.....	2
A. HASIL PENELITIAN.....	30
Tabel 4.1 Rekapitulasi Validasi Ahli	31
Tabel 4.2 Presentase Validitas Ahli	34
Tabel 4.3 Revisi Produk	37
Tabel 4.4 Uji Validitas Soal Instrumen	42
Tabel 4.5 Uji Reliabilitas Angket Kepedulian Lingkungan.....	43
Tabel 4.6 Rekapitulasi Uji Kepraktisan.....	44
Gambar 4.1 Grafik Perolehan Indikator Perawatan Lingkungan	46
Gambar 4.2 Jawaban Peserta Didik Pada Indikator Perawatan Lingkungan	47
Gambar 4.3 Grafik Perolehan Indikator Pengurangan Penggunaan Sampah Plastik.....	48
Gambar 4.4 Jawaban Peserta Didik Pada Indikator Pengurangan Penggunaan Plastik	49
Gambar 4.5 Fitur Dengan Indikator Pengelolaan Sampah Sesuai Jenis	50
Gambar 4.6 Fitur Dengan Indikator Konservasi Keanekaragaman Hayati.....	51
Gambar 4.7 Hasil Karya Peserta Didik Dalam Fitur Menghias Kelas.....	51
Gambar 4.8 Grafik Perolehan Indikator Konservasi Keanekaragaman Hayati.....	52
Gambar 4.9 Fitur Dengan Indikator Pengurangan Emisi Karbon dan Penghematan Energi.....	53
Tabel 4.7 Hasil Uji Ngain	54
Gambar 4.10 Grafik Peningkatan Pada Indikator Konservasi Keanekaragaman Hayati	55
Gambar 4.11 Grafik Peningkatan Pada Indikator Perawatan Lingkungan	56
Gambar 4.12 Grafik Peningkatan Pada Indikator Pengurangan Penggunaan Plastik	57
Gambar 4.13 Grafik Peningkatan Pada Indikator Pengelolaan Sampah Sesuai Jenisnya	58
Gambar 4.14 Grafik Peningkatan Pada Indikator Pengurangan Emisi Karbon	59
Gambar 4.15 Grafik Peningkatan Pada Indikator Penghematan Energi	60
Tabel 4.8 Hasil Uji Normalitas <i>Kolmogorov Smirnov</i>	61
Tabel 4.9 Hasil Uji Homogenitas <i>Levene</i>	62
Tabel 4.10 Nilai dan Selisih Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	64
Tabel 4.11 Hasil Uji <i>Paired Sample T test</i>	65
B. PEMBAHASAN.....	66
Gambar 4.16 Peta Konsep.....	68
Gambar 4.17 KI dan IPK.....	69
Gambar 4.18 Catatan Peduli Lingkungan.....	71
Gambar 4.19 Stimulus Berpikir Kritis Akan Kepedulian Lingkungan	72
Gambar 4.20 Penugasan dan Stimulus Kepedulian Lingkungan Secara Kontekstual	73
Gambar 4.21 Ajakan Peduli Lingkungan	74
Gambar 4.22 Tabel Daftar Nama Penyakit Dan Penyebabnya Akibat Pencemaran Air.....	75
Gambar 4.23 Muatan Spiritual	76

Gambar 4.24 Menghias Lingkungan.....	77
Gambar 4.25 Tugas Akhir (penanggulangan sampah plastik)	79
BAB V.....	82
PENUTUP	82
A. Kesimpulan.....	82
B. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
Lampiran 1. Surat Izin Penelitian	90
Lampiran 2. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian	91
Lampiran 3. Surat Pernyataan Keaslian Tulisan	92
Lampiran 4. Surat Pernyataan Telah Lulus Semua Mata Kuliah	93
Lampiran 5. Biodata Penulis	94
Lampiran 6. Buku Ajar Berbasis <i>Science Education for Sustainability</i>	95
Peta Konsep	i
Tujuan Pembelajaran.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
A. Definisi Pencemaran.....	4
B. Pencemaran Air.....	5
1. Faktor Terjadinya Pencemaran Air	6
a. Limbah Industri/Pabrik.....	6
b. Limbah Rumah Tangga.....	7
c. Limbah Pertanian.....	8
2. Dampak Pencemaran Air.....	8
a. Gangguan Kesehatan.....	9
b. Mengganggu Pemandangan.....	11
B. Pencemaran Udara.....	12
1. Macam-macam Pencemaran Udara	13
a. Pencemaran udara primer	13
b. Pencemaran udara sekunder.....	13
2. Faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan	13
a. Aktivitas alam	13
b. Aktivitas manusia	13
3. Dampak Pencemaran Udara	14
a. Kesehatan manusia	14
b. Kesehatan <i>fauna</i> (Hewan)	14
c. Kesehatan <i>Flora</i> (tumbuhan)	15
d. Efek rumah kaca (Pemanasan global)	15

e. Terkikisnya lapisan ozon	16
.....	18
C. Pencemaran Tanah.....	19
1. Faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan	19
a.Limbah rumah tangga	19
b.Limbah industri	20
' c.Limbah pertanian	20
2. Dampak pencemaran tanah.....	21



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pesatnya pertumbuhan teknologi mempercepat hubungan antar negara sehingga mengubah cara hidup manusia, dalam hal ini tentunya mempermudah manusia dalam memperoleh informasi salah satunya tentang pemanfaatan alam², jika tidak memiliki bekal pembangunan berkelanjutan maka alam yang akan menerima dampak buruk yang secara tidak langsung juga berimbas pada kehidupan generasi penerus kita.

Kerusakan lingkungan kerap kali dibahas dalam konferensi dunia, lingkungan sebagai tempat tinggal yang dihuni oleh seluruh elemen makhluk hidup menjadikan lingkungan sebagai topik yang layak mendapat suatu pandangan prioritas di mata dunia. Selain masalah kerusakan yang sangat serius, masalah lingkungan juga terjadi bukan hanya satu hubungan sebab akibat saja, melainkan terjadi karena masalah yang begitu rumit.

Dunia yang kita tinggali dianggap telah menciptakan masalah dengan hubungan sebab akibat yang sama sekali tidak sederhana³. Pembangunan berkelanjutan (ESD) dipandang sebagai elemen integral dalam dunia pendidikan yang memegang fungsi pembangunan berkelanjutan⁴ dari teori yang dikemukakan dalam jurnal Hassloff tersebut yang menyatakan bahwa pendidikan adalah komponen integral dalam pembangunan berkelanjutan, maka sangat penting menanamkan sikap

² Latifatus Sholikah and Faninda Novika Pertivi, "Analysis of Science Literacy Ability of Junior High School Students Based on Programme for International Student Assessment (Pisa)," *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal* 2, no. 1 (2021): 95–104, <https://doi.org/10.21154/insecta.v2i1.2922>.

³ Helen Hasslöf, Iann Lundegård, and Claes Malmberg, "Students' Qualification in Environmental and Sustainability Education—Epistemic Gaps or Composites of Critical Thinking?," *International Journal of Science Education* 38, no. 2 (2016): 259–75, <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1139756>.

⁴ Hasslöf, Lundegård, and Malmberg.

kepedulian lingkungan dalam diri setiap siswa pada masa mereka mengenyam bangku pendidikan dengan pendekatan *Science Education for Sustainability*.

Science Education for Sustainability adalah suatu cara merubah pola pikir manusia untuk perubahan di masa depan⁵, yang berarti pendekatan *Science Education for Sustainability* memiliki hubungan dengan fokus kepedulian lingkungan, hubungan ini bertujuan dalam membangun pola pikir dan sikap peserta didik terhadap kepedulian lingkungan.

Pembelajaran dengan pendekatan kontekstual dapat menciptakan sikap ilmiah pada peserta didik⁶ pendekatan tersebut juga dapat dikolaborasikan dengan pendekatan *Science Education for Sustainability*, dengan dikolaborasikan antara kedua pendekatan tersebut diharapkan siswa mampu menciptakan sikap ilmiah dan pola pikir yang autentik⁷ serta berwawasan sikap kepedulian lingkungan di dalam diri mereka.

Dengan terciptanya sikap ilmiah dan juga sikap kepedulian lingkungan pada diri siswa maka besar kemungkinan peserta didik akan mengaplikasikan sikap kepedulian lingkungan ini untuk mengkritisi berbagai fenomena alam yang ada lalu dapat memecahkan masalah alam yang minimal dimulai dari lingkungan di sekitaran mereka secara bertahap dan juga berkelanjutan.

Berdasarkan jurnal yang dituliskan oleh Segara, dan Nuansa Bayu, pada tahun 2015 dengan judul “Education For Sustainable Development (ESD) Sebuah Upaya Mewujudkan Kelestarian Lingkungan” Yang diterbitkan oleh Universitas Swadaya, Gunung Djati, and Kota Cirebon menyatakan bahwa Masalah dunia saat ini semakin kompleks dan rumit untuk diselesaikan dengan satu sudut pandang saja. Pendidikan yang mengedepankan pentingnya lingkungan alam sebagai

⁵ Ulinuha Nur Faizah Atikah Rahmah, Wirawan Fadly, Rahmi Faradisys Ekapty, Titah Sayekti, “Pengaruh Model Sains Teknologi Masyarakat Dan Pendekatan ESD Dalam Meningkatkan Kepedulian Lingkungan,” *Jurnal Tadris IPA Indonesia* 1, no. 2 (2021): 148–18.

⁶ Ida Romatul Fitriah and Edi Irawan, “Development of Electronic Teaching Materials Based on Smart Application Creator (Sac) To Improve Contextual Thinking Ability of Viii Junior High School Students on Vibration and Wave Materials,” *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal* 2, no. 1 (2021): 105–16, <https://doi.org/10.21154/insecta.v2i1.2929>.

⁷ Fitriah and Irawan.

sumber hidup manusia banyak dicetuskan oleh pemikir dan pendidik dari abad ke-19. Rousseau, Goethe, Froebel, Dewey, Montessori dan Steiner adalah tokoh-tokoh yang menyatakan pentingnya hubungan integral antara pendidikan dan lingkungan⁸.

Dalam penelitian yang memiliki tujuan untuk menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan terhadap siswa yang mana sikap kepedulian lingkungan siswa memiliki beberapa indikator, yaitu : *Perawatan Lingkungan Perawatan Lingkungan, Pengurangan penggunaan plastik, Pengelolaan sampah sesuai jenisnya, Pengurangan emisi karbon, Penghematan energi, Konservasi keanekaragaman hayati.*

Berdasarkan penelitian yang ditulis oleh Anggi Niasih dalam jurnal nya yang berjudul “Muatan Karakter Peduli Lingkungan Dalam Buku Siswa Bahasa Indonesia Kelas X” yang diterbitkan oleh Program Studi Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta Pada Tahun 2019, menyatakan bahwa guru dan murid akan senantiasa memiliki hubungan interaksi yang positif, guru akan membantu siswa dalam menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan dalam ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik, hal itu tentu membutuhkan sarana belajar yang baik, salah satu sarana yang sangat penting dalam dunia pendidikan adalah menyediakan buku teks bacaan pegangan siswa sebagai rujukan yang baik dan benar bagi siswa. Tingkat kepentingan tersebut dikarenakan buku teks pelajaran termasuk salah satu sarana yang signifikan dalam menunjang proses pembelajaran⁹.

Kondisi di lapangan calon tempat penelitian ini menunjukkan bahwa sikap kepedulian lingkungan siswa yang masih di bawah rata-rata, hal ini dibuktikan melalui perolehan nilai praktikum lapangan yang memuat soal tentang kepedulian lingkungan dengan hasil di bawah rata-rata.

⁸ Nuansa Bayu Segara et al., “Education for Sustainable Development (ESD) Sebuah Upaya Mewujudkan Kelestarian Lingkungan” 2, no. 1 (2015): 22–30, <https://doi.org/10.15408/sd.v2i1.1349>.

⁹ Anggi Niasih, “Muatan Karakter Peduli Lingkungan Dalam Buku Siswa Bahasa Indonesia Kelas X Disusunmuatan Karakter Peduli Lingkungan Dalam Buku Siswa Bahasa Indonesia Kelas X,” Anggi Niasih (Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019).

Kondisi di lapangan calon tempat penelitian menunjukkan bahwa buku ajar pegangan siswa yang belum memuat konten kepedulian lingkungan, sehingga nilai-nilai tentang kepedulian lingkungan terasa sangat minim, itupun jika guru menyampaikan nilai-nilai kepedulian lingkungan dalam proses mengajarnya.

Dengan ditemukannya produk berupa buku ajar yang menjadi pegangan dan mencari referensi bagi siswa yang belum memuat konten-konten tentang kepedulian lingkungan, maka perlu dikembangkan suatu buku ajar pegangan siswa yang memuat konten kepedulian lingkungan guna mencitakan sikap kepedulian lingkungan dalam diri siswa.

Kerusakan lingkungan yang banyak terjadi di belahan bumi dan khususnya di Indonesia yang menjadi paru-paru dunia sudah menjadi hal yang sangat penting untuk setiap individu yang tinggal di suatu lingkungan untuk senantiasa menjaga lingkungan, maka dari itu sikap kepedulian lingkungan sudah merupakan hal wajib yang harus tertanam sejak dini. Salah satu langkah yang tepat adalah menanamkan sikap kepedulian lingkungan melalui pendidikan, dalam hal ini peneliti menawarkan suatu produk berupa buku ajar yang di dalamnya memuat konten tentang kepedulian lingkungan, dengan begitu diharapkan guru lebih mudah untuk menanamkan sikap kepedulian lingkungan pada diri siswa

Hubungan yang intens antara guru dan siswa akan terjadi pada saat kegiatan belajar mengajar di dalam maupun di luar kelas, di sini guru dituntut bukan hanya untuk mentransfer materi pembelajaran, namun juga dituntut untuk menjadi pembimbing yang mampu menanamkan karakter yang baik pada diri siswa, salah satunya adalah sikap kepedulian lingkungan, yang akan membimbing kehidupan manusia menjadi lebih baik, dalam proses menumbuhkan sikap tersebut maka guru akan lebih baik jika dipegangi suatu senjata yang memudahkan untuk mentransfer nilai-nilai kepedulian lingkungan tersebut, dan senjata itu adalah buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* yang memuat konten-konten kepedulian lingkungan.

Dalam buku ajar yang memuat konten-konten kepedulian lingkungan ini peneliti mengkolaborasikan dengan pendekatan *Science Education for Sustainability* dan juga metode

pembelajaran kontekstual guna menumbuhkan pola pikir ilmiah siswa dan juga sikap kepedulian lingkungan.

Dalam penelitian ini tentu melahirkan suatu inovasi baru dalam dunia pendidikan, karena dalam penelitian ini peneliti mengembangkan suatu bahan ajar yang menjadi pegangan siswa dan juga mencari referensi bagi siswa, dengan muatan konten-konten kepedulian lingkungan yang dikolaborasikan dengan pendekatan *Science Education for Sustainability* dan juga metode pembelajaran kontekstual.

Educating for Sustainable Development (ESD) atau *Science Education for Sustainability* mengajarkan pada manusia untuk mengesah keterampilan, mengejar nilai-nilai yang akan membimbing manusia pada masa depan yang lebih baik secara berkelanjutan¹⁰ sedangkan Pembelajaran dengan pendekatan kontekstual dapat menciptakan sikap ilmiah dan membangun polapikir siswa yang logis dan autentik, karena dalam praktik ini siswa diajak untuk belajar dari pengalaman nyata¹¹. Dengan buku ajar yang berbasis *Science Education for Sustainability* yang memuat konten kepedulian lingkungan yang dalam pembelajarannya menggunakan pendekatan kontekstual maka diharapkan siswa memiliki sikap kepedulian lingkungan berdasarkan pemikiran yang logis dan autentik.

“Pengembangan Buku Ajar Berbasis *Science Education for Sustainability* Untuk Menumbuhkan Sikap Kepedulian Lingkungan Siswa” judul tersebut diambil berangkat dari keresahan peneliti dalam pengalaman mengajarnya yang mengedepankan pendekatan-pendekatan kepedulian lingkungan dalam proses mengajarnya. Dalam proses mengajar itu peneliti mengamati bahwa buku ajar yang digunakan belum mencangkup konten tentang kepedulian lingkungan sehingga peneliti harus mencari referensi lain di luar buku ajar untuk menemukan konten tentang

¹⁰ Mimoza Hyseni Spahiu, Bardha Korca, and Petra Lindemann-Matthies, “Environmental Education in High Schools in Kosovo-A Teachers’ Perspective,” *International Journal of Science Education* 36, no. 16 (2014): 2750–71, <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.933366>.

¹¹ Fitriah and Irawan, “Development of Electronic Teaching Materials Based on Smart Application Creator (Sac) To Improve Contextual Thinking Ability of VIII Junior High School Students on Vibration and Wave Materials.”

kepedulian lingkungan. Dengan dijadikan nya judul tersebut sebagai judul penelitian maka peneliti akan mengembangkan buku ajar yang akan dijadikan pegangan untuk guru dan juga siswa, sehingga diharapkan guru lebih mudah dalam menanamkan sikap kepedulian lingkungan pada diri siswa dan siswa memiliki akses stimulisasi pengembangan sikap kepedulian lingkungan yang lebih praktis dan efisien.

B. Kebaruan Produk

Pada sekolah jenjang pendidikan SMP peneliti mendapati buku ajar yang digunakan guru dan siswa sebagai referensi utama dalam kegiatan belajar mengajar belum memuat tentang konten kepedulian lingkungan, sehingga didapati sikap kepedulian lingkungan siswa yang masih di bawah rata-rata, hal tersebut dibuktikan dengan nilai yang diperoleh siswa dalam praktikum lapangan yang berbasis kepedulian lingkungan yang telah dilaksanakan, hal tersebut memicu peneliti untuk berinovasi dalam mengembangkan buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* yang memuat konten-konten pemicu sikap kepedulian lingkungan siswa.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana validitas buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* untuk mengembangkan sikap kepedulian lingkungan siswa
2. Bagaimana kepraktisan buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* untuk mengembangkan sikap kepedulian lingkungan siswa?
3. Bagaimana efektivitas buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* untuk mengembangkan sikap kepedulian lingkungan siswa?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengembangkan buku ajar pegangan siswa berbasis *Science Education for Sustainability* guna menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan siswa
2. Mengaplikasikan buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* dalam proses kegiatan belajar mengajar yang dilakukan di dalam maupun di luar kelas
3. Menjadikan buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* sebagai stimulus untuk memunculkan sikap kepedulian lingkungan siswa secara berkelanjutan

E. Manfaat Penelitian

Masalah dunia saat ini semakin kompleks dan rumit untuk diselesaikan dengan satu sudut pandang saja. Pendidikan yang mengedepankan pentingnya lingkungan alam sebagai sumber hidup manusia banyak dicetuskan oleh pemikir dan pendidik dari abad ke-19. Rousseau, Goethe, Froebel, Dewey, Montessori dan Steiner adalah tokoh-tokoh yang menyatakan pentingnya hubungan integral antara pendidikan dan lingkungan¹². Dengan mengedepankan lingkungan pada dunia pendidikan yang diwujudkan dalam kegiatan belajar mengajar diharapkan siswa mampu memiliki sikap kepedulian lingkungan yang berkelanjutan, sehingga mampu mengaplikasikan dalam proses pembangunan berkelanjutan di masa depan.

Dalam perspektif guru tentu guru akan memiliki akses lebih dalam proses penanaman karakter atau sikap kepedulian lingkungan ini, karena dalam proses belajar mengajar guru telah menggunakan buku ajar yang di dalamnya memuat konten tentang kepedulian lingkungan, begitu pun dengan siswa, dalam proses eksplorasi diri dan pengembangan sikap kepedulian lingkungan pada diri mereka maka semua sudah tersedia dalam buku ajar yang mereka gunakan untuk mengakses informasi dan stimulasi terhadap sikap kepedulian lingkungan berkelanjutan sudah ada di buku ajar yang dimiliki siswa.

F. Spesifikasi Produk

Dalam penelitian ini peneliti mengembangkan suatu produk berupa buku ajar yang di dalamnya selain memuat materi-materi pembelajaran tetapi juga memuat tentang konten kepedulian lingkungan, pengembangan ini diupayakan untuk menjadi penyempurna dari buku-buku ajar sebelumnya yang belum memuat konten kepedulian lingkungan, dengan adanya buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* ini diharapkan dapat menciptakan siswa dengan karakter kepedulian lingkungan dan pola pikir ilmiah yang otentik.

Spesifikasi produk adalah sebagai berikut :

¹² Segara et al., "Education for Sustainable Development (ESD) Sebuah Upaya Mewujudkan Kelestarian Lingkungan."

1. Bentuk fisik dari buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* ini adalah berupa media cetak.
2. Pendeskripsian materi tertulis dalam kertas A4 dengan menggunakan font Times New Roman ukuran 12 dan 14.
3. Penyampaian konten kepedulian lingkungan berkelanjutan menggunakan jenis font dan ukuran yang bervariasi untuk menarik minat siswa dalam memahami konten-konten kepedulian lingkungan, yang bertujuan sebagai stimulus untuk menciptakan karakter kepedulian lingkungan siswa.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Pengembangan

Pengembangan merupakan suatu aplikasi sistematis yang diperoleh dari hasil pengetahuan dan pengalaman yang kemudian dituangkan ke dalam suatu barang produksi dengan indikator peningkatan dari suatu sebelumnya yang kemudian menjadi suatu yang lebih bermanfaat untuk kehidupan manusia¹³.

Menurut peneliti pengembangan adalah suatu inovasi yang diterapkan ke dalam suatu produk tertentu yang sebelumnya sudah menjadi suatu yang pokok yang kemudian ditambahkan sebuah inovasi yang dapat menjadikan sebuah produk menjadi lebih baik.

Buku ajar adalah seperangkat alat penunjang pembelajaran yang di dalamnya memuat tentang materi pembelajaran yang telah disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku, dan dalam buku ajar sendiri terdapat berbagai kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik melalui proses pembelajaran yang berjalan di sekolah¹⁴. Buku ajar yang biasanya dipakai untuk penunjang dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah memiliki fungsi yang sangat penting¹⁵.

¹³ Santi Rahmawati, "Pengembangan Buku Ajar Berbasis Karakter Materi Musim Hujan Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas 1 Sdn 02 Merjosari Malang" (UIN Maulana Malik Ibrahim, 2015).

¹⁴ Melyda Agustini Rahman, "Pengembangan Buku Ajar Penulisan Artikele Jurnal Untuk Peningkatan Keruntutan Berpikir Dalam Berargumentasi Pada Mahasiswa Program Studi PBSI Program Magister Universitas Sanata Dharma Yogyakarta." (Uniersitas Sanata Dharma Yogyakarta, 2018).

¹⁵ Kastam Syamsi, Esti Swatika Sari, and Setyawan Pujiono, "Pengembangan Model Buku Ajar Membaca Berdasarkan Pendekatan Proses Bagi Siswa Smp," *Jurnal Cakrawala Pendidikan* 5, no. 1 (2013): 82–90, <https://doi.org/10.21831/cp.v5i1.1262>.

2. Sikap Kepedulian Lingkungan

Masalah lingkungan yang banyak terjadi di muka bumi yang manusia tinggali terjadi karena ulah dari manusia yang serakah dalam memanfaatkan sumber daya alam yang ada tanpa adanya sikap konserasi alam, sehingga lambat laun lingkungan yang ditinggali oleh manusia rusak karena ulah manusia itu sendiri. Manusia beranggapan bahwa manusia sebagai pusat dari kehidupan di bumi ini, dan beranggapan bahwa alam lingkungan yang ditinggalinya hanya sebagai sarana pemuas nafsu manusia saja, dan dieksploitasi hingga rusak, lalu manusia mencari lahan baru untuk dieksploitasi tanpa bekal kepedulian berkelanjutan¹⁶.

Faktor lingkungan sangat mempengaruhi kualitas hidup manusia¹⁷, oleh karena itu kualitas lingkungan yang baik, akan berbanding lurus dengan kualitas hidup manusia, dengan demikian maka harus diupayakan untuk mulai menanamkan sikap kepedulian lingkungan pada manusia generasi penerus yang dimulai sejak usia dini.

3. Hubungan antara Buku Ajar *SES* dengan Sikap Kepedulian Lingkungan

Globalisasi dianggap menjadi faktor dominan dalam munculnya masalah lingkungan yang berkelanjutan¹⁸, sehingga perlu menciptakan filter untuk menerima segala jenis globalisasi yang masuk, filter tersebut adalah dengan menanamkan sikap kepedulian lingkungan untuk semua individu agar pembangunan dengan fokus kepedulian lingkungan dapat digelakan dan mencapai kelestarian lingkungan yang dapat meningkatkan kualitas hidup manusia.

¹⁶ Budi Astuti Mustia Dewi Irfianti, Siti Khanafiyah, “Perkembangan Karakter Peduli Lingkungan Melalui Model Experiential Learning,” *UPEJ Unnes Physics Education Journal* 5, no. 3 (2016): 72–79, <https://doi.org/10.15294/upej.v5i3.13768>.

¹⁷ Yosef Firman and Mikael Nardi, “Analisis Sikap Peduli Lingkungan Pada Siswa Kelas VI Sekolah Dasar Di Kota Ruteng” 9, no. 3 (2019): 259–66.

¹⁸ George E. Glasson et al., “Sustainability Science Education in Africa: Negotiating Indigenous Ways of Living with Nature in the Third Space,” *International Journal of Science Education* 32, no. 1 (2010): 125–41, <https://doi.org/10.1080/09500690902981269>.

Penanaman sikap kepedulian lingkungan dapat dimulai sejak usia dini, dan lebih efektif jika penanaman sikap kepedulian lingkungan dilakukan di lingkungan pendidikan formal, Pendidikan yang mengedepankan pentingnya lingkungan alam sebagai sumber hidup manusia banyak dicetuskan oleh pemikir dan pendidik dari abad ke-19. Rousseau, Goethe, Froebel, Dewey, Montessori dan Steiner adalah tokoh-tokoh yang menyatakan pentingnya hubungan integral antara pendidikan dan lingkungan¹⁹.

Salah satu cara untuk menanamkan sikap kepedulian lingkungan pada pendidikan formal adalah dengan menciptakan buku ajar yang memuat konten tentang kepedulian lingkungan, sehingga dalam setiap materi yang diajarkan maka siswa akan menemukan konten tentang kepedulian lingkungan yang nantinya akan dipraktikkan siswa dalam kehidupan sehari-hari mereka yang malakukan berbagai indikator-indikator kepedulian lingkungan.

B. Penelitian Terdahulu Yang Relevan

1. Penelitian milik Kastam syamsi pada tahun 2013, yang berjudul “pengembangan model buku ajar membaca berdasarkan pendekatan proses bagi siswa smp” penelitian ini dilaksanakan untuk dapat menciptakan suatu produk berupa buku ajar membaca berdasarkan pendekatan proses bagi siswa SMP. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa manfaat penelitian ini dapat dilihat dari aspek praktis dan teoritis, dari penelitian ini peneliti berharap bahwa akan menciptakan model-model pembelajaran sehingga akan memperkaya varian model pembelajaran membaca yang ada. Di sisi lain secara praktis peneliti berharap dari hasil penelitian ini akan bermanfaat untuk pengajar, siswa dan penulis buku ajar.

Manfaat untuk guru diharapkan penelitian ini mampu menjadi alternatif pembelajaran membaca dalam mata pelajaran Bahasa Indonesia di jenjang menengah pertama

¹⁹ Segara et al., “Education for Sustainable Development (ESD) Sebuah Upaya Mewujudkan Kelestarian Lingkungan.”

pendidikan formal secara efektif dan efisien, manfaat untuk siswa diharapkan penelitian ini mampu memberikan acuan model pembelajaran yang tepat efektif dan efisien, dan bagi penulis hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang model model buku ajar membaca berdasarkan pendekatan proses bagi siswa smp khususnya dalam materi membaca.

Untuk mengetahui kualitas dari produk maka dilakukan uji produk yang dilakukan oleh, uji produk yang dilakukan melibatkan uji ahli, uji praktisi (guru), dan uji pengguna (siswa), dalam uji produk ini penguji diberikan angket penilaian untuk mengetahui kualitas dari buku ajar yang telah dikembangkan.

Sesuai dari hasil penelitian tersebut maka disarankan peneliti melakukan penelitian yang kedua kalinya untuk mengetahui tingkat efektivitas dari buku tersebut, untuk mengetahui tingkat efektivitasnya maka desain penelitian yang tepat adalah penelitian eksperimen.²⁰

2. Penelitian milik Hyseni Spahiu pada tahun 2014, yang berjudul “Environmental Education in High Schools in Kosovo-A Teachers’ Perspective.” Pada jurnal ini penulis mendeskripsikan tentang *Educating for Sustainable Development (ESD)* dan fenomena lingkungan yang ada di Kosovo. Penulis mengaitkan antara sumber daya alam dan kualitas lingkungan dengan *Educating for Sustainable Development (ESD)*, yang kemudian dikaitkan lagi dengan pendidikan lingkungan di sekolah menengah Kosovo.

Pengumpulan data dengan menyebar angket pertanyaan kepada guru-guru di sekolah menengah atas di Kosovo, angket yang disebar berupa pertanyaan-pertanyaan seputar kedekatan guru dengan *Educating for Sustainable Development (ESD)*. Setelah data

²⁰ Syamsi, Swatika Sari, and Pujiono, “Pengembangan Model Buku Ajar Membaca Berdasarkan Pendekatan Proses Bagi Siswa Smp.”

terkumpul penulis mengaitkan tentang *Educatin for Sustainable Development* (ESD) kedalam pendidikan lingkungan di sekolah menengah di Kosovo.²¹

3. Penelitian milik Mustia dewi irfianti pada tahun 2016, yang berjudul “Perkembangan Karakter Peduli Lingkungan Melalui Model Experiential Learning” banyak mendeskripsikan tentang kerusakan lingkungan yang terjadi karena sikap dan ulah manusia pada awal pembahasan penelitian ini, kemudian peneliti menjeaskan bahwa salah satu cara untuk mengatasi permasalahan kerusakan lingkungan adalah dengan menanamkan sikap kepedulian lingkungan pada setiap individu yang ada, dalam penelitian ini peneliti juga menyebutkan dan menjelaskan tentang indikator-indikator sikap kepedulian lingkungan. Dalam penelitian ini peneliti berupaya untuk memberikan materi yang tepat untuk siswa agar dapat membangun nilai kognitif yang lebih baik, peneliti menggabungkan materi-materi pengetahuan dan melibatkan atau mengkaitkan materi-materi tersebut dengan isu-isu permasalahan lingkungan di seluruh dunia, sehingga materi kognitif yang diserap mampu dirasakan peserta didik secara nyata bukan hanya teori-teori yang hanya terserap melaikan juga dengan pengalaman nyata yang disampaikan guru melalui menyaipaan yang baik melalui media pembelajaran yang tepat.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen yang desain penelitian nya menggunakan desain quasi eksperimen, penelitian ini tidak menggunakan kelompok perbandingan melainkan menggunakan *pre test* dan *post test* untuk mengetahui perbandinganya.

²¹ Hyseni Spahiu, Korca, and Lindemann-Matthies, “Environmental Education in High Schools in Kosovo-A Teachers’ Perspective.”

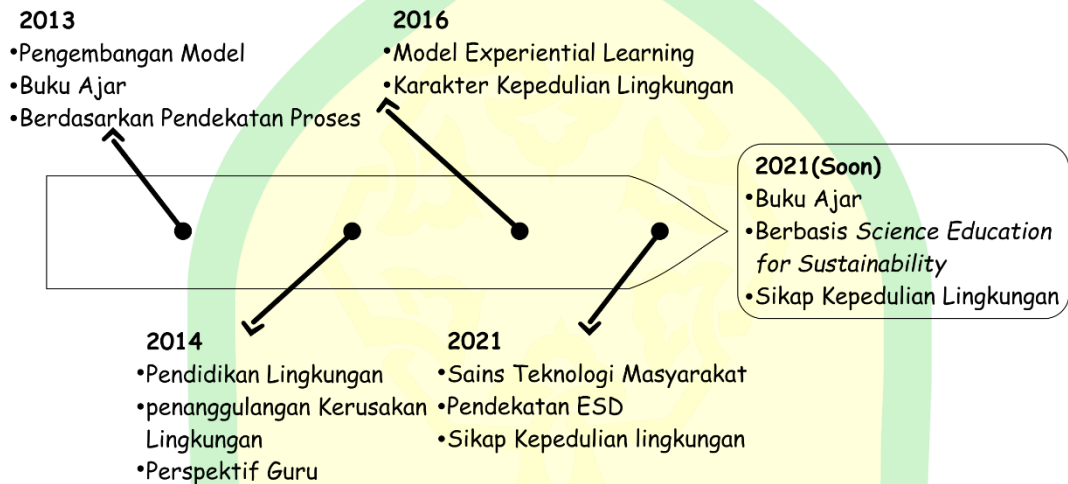
Dari penelitian tersebut juga dinyatakan bahwa metode *Experiential Learning* dapat meningkatkan sikap kepedulian lingkungan melalui proses perenungan dan merasakan pengalaman secara nyata melalui penyampaian yang diberikan pendidik.²²

4. Penelitian milik Atikah Rahmah pada tahun 2016, yang berjudul “Pengaruh Model Sains Teknologi Masyarakat Dan Pendekatan ESD Dalam Meningkatkan Kepedulian Lingkungan.” Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif eksperimen, dengan membentuk grup, yaitu grup eksperimen dan grup kontrol. Dalam penelitian ini penulis menggunakan soal sebagai instrumennya, soal instrumen berisi tentang permasalahan-permasalahan lingkungan dengan model soal pilihan ganda. Pengumpulan data dilakukan pretest murni dengan kemampuan siswa, kemudian dilakukan pengajaran STM dengan pendekatan ESD, lalu dilakukan post test.
 - a) Penulis pada jurnal ini menerangkan bahwa pendidikan sangat penting untuk kemajuan bangsa Indonesia, dan pendidikan secara dominan dapat ditemukan di sekolah-sekolah formal.
 - b) Pentingnya kualitas pendidikan menjadi tantangan bagi para pendidik untuk senantiasa berinovasi dalam pendidikan.
 - c) Disini penulis mencoba membungkus metode STM dengan pendekatan ESD.
 - d) Penulis mengharapkan mata pelajaran IPA yang diajarkan di segala jenjang tingkatan sekolah mampu membangun pola pikir siswa untuk perkembangan lingkungan yang berkelanjutan.

Pada jurnal ini pengambilan data dilakukan dengan instrument pertanyaan pretest dan posttest, dengan dua kelompok berbeda, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, pada kelompok kontrol tidak dapat perlakuan eksperimen berupa pembelajaran dengan metode STM dan pendekatan ESD, dan pada hasil akhir setelah data yang

²² Mustia Dewi Irfianti, Siti Khanafiyah, “Perkembangan Karakter Peduli Lingkungan Melalui Model *Experiential Learning*.”

didapat diolah dengan metode statistik maka dapat disimpulkan bahwa pada kelompok eksperimen mendapat nilai yang lebih baik ketimbang kelompok kontrol, hal ini membuktikan bahwa pada pembelajaran STM menggunakan pendekatan ESD dapat memfasilitasi siswa untuk lebih peduli terhadap lingkungan.²³



*Perkembangan Penelitian tentang buku ajar dan kepedulian lingkungan berdasarkan telaah pustaka

C. Kerangka Konseptual



²³ Atikah Rahmah, Wirawan Fadly, Rahmi Faradisys Ekapty, Titah Sayekti, "Pengaruh Model Sains Teknologi Masyarakat Dan Pendekatan ESD Dalam Meningkatkan Kepedulian Lingkungan."

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (RnD), yang dalam pengembangannya menggunakan model pengembangan 4D (*Four D*), dalam pengaplikasiannya model pengembangan 4D memiliki 4 tahap, yaitu pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), penyebaran (*Disseminate*). Model 4-D dipilih dikarenakan memiliki tahapan-tahapan yang sistematis²⁴ dan cocok jika digunakan dalam pengembangan buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* ini.

B. Subjek dan Lokasi penelitian

Dalam penelitian ini peneliti mengambil siswa kelas VII sebagai subjek penelitian, dan untuk MTsN 1 Ponorogo adalah tempat penelitian yang diambil atau ditentukan oleh peneliti.

C. Prosedur Penelitian Pengembangan

Dalam setiap penelitian pasti memiliki prosedur yang harus ditempuh sebelum memperoleh hasil atau data lalu mengambil kesimpulan dari hasil analisis tersebut, dalam penelitian ini ada tahapan prosedur yang harus diselesaikan satu per satu, berikut adalah tahapan-tahapannya :

- (1) pembuatan produk, (2) Validasi dari dosen ahli, (3) Pelaksanaan Pretest (4) Penyebaran dan uji coba produk, (5) Pelaksanaan Posttest (6) Analisis data, (7) kesimpulan.

²⁴ Dadek Arywiantari, A A Gede Agung, and I Dewa Kade Tastra, "Pengembangan Multimedia Interaktif Model 4d Pada Pembelajaran Ipa Di Smp Negeri 3 Singaraja Jurusan Teknologi Pendidikan Universitas Pendidikan Ganesha," no. c (2015).



D. Tahap pengembangan

Prosedur pengembangan buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* yang menggunakan model pengembangan 4D ini melalui 4 tahapan menurut Kurniawan & Dewi (2017)²⁵ yaitu :

1. Tahap Pendefinisian (Define)

- a) Tahap ini diawali dengan analisis perilaku manusia yang meninggalkan bumi sebagai tempat tinggal, dalam mempertahankan kehidupan manusia memanfaatkan alam untuk diolah menjadi kebutuhan mereka, namun seiring berkembangnya jaman dan pesatnya teknologi, alam yang secara terus menerus dimanfaatkan tanpa mempertimbangkan kelestariannya, akhirnya banyak sekali kerusakan lingkungan yang terjadi, dan punahnya berbagai macam fauna akibat kehilangan tempat tinggal

²⁵ Dian Kurniawan and Sinta Verawati Dewi, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Dengan Media Screencast-O-Matic Mata Kuliah Kalkulus 2 Menggunakan Model 4-D Thiagarajan" 3, no. 1 (2017).

karena ulah manusia yang memanfaatkan alam secara berlebihan dan tanpa mengkonservasinya.

b) Spesifikasi Tujuan Inovasi

Sikap yang diambil setelah melihat kondisi di lapangan adalah menciptakan suatu inovasi yang dapat menanamkan sikap kepedulian lingkungan pada tiap individu di masa-masa emas dalam menanamkan karakter, masa tersebut adalah dimana seseorang masih di usia remaja. Melihat potensi tersebut maka dalam penelitian ini peneliti berupaya mengembangkan suatu produk berupa buku ajar yang memuat konten-konten kepedulian lingkungan yang akan digunakan dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah.

2. Tahap Perancangan (Design)

Langkah yang diambil adalah,

- a) menentukan KI-KD yang akan diangkat dan dijadikan tema utama dalam buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability*,
- b) menuliskan materi-materi tentang KI-KD terkait,
- c) merancang muatan-muatan sikap kepedulian lingkungan dalam buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability*,
- d) membuat soal-soal latihan yang memuat materi utama yang dikolaborasikan dengan sikap kepedulian lingkungan.

3. Tahap Pengembangan (Development)

Langkah yang diambil adalah,

- a) menentukan KI-KD yang akan diangkat dan dijadikan tema utama dalam buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability*,
- b) menuliskan materi-materi tentang KI-KD terkait,
- c) memasukan muatan sikap kepedulian lingkungan dalam buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability*,

d) memasukan soal-soal latihan yang memuat materi utama yang dikolaborasikan dengan sikap kepedulian lingkungan ke dalam buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability*

4. Tahap Penyebaran (Disseminate)

Tahap ini dilakukan dengan membagikan angket respon uji kepraktisan yang berisi 10 pernyataan dibagikan kepada Validator, Guru, dan Peserta didik, datanya dianalisis dengan persentase kriteria penilaian. Jawaban “Ya” pada pernyataan berbobot 1, jawaban Tidak berbobot 0.

E. Variabel dan Definisi Operasional

Tabel 3.1 Variabel dan Definisi Operasional

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Pengukuran
Buku ajar berbasis <i>Science Education for Sustainability</i> (X)	Suatu bahan ajar berupa buku	Validasi materi/konten	Skala ordinal
	bacaan sebagai referensi utama	Validasi kekhasan	Skala nominal
	siswa dan guru di sekolah yang	Validasi keterbacaan	Skala ordinal
	memiliki nilai – nilai pendekatan pendidikan IPA yang berkelanjutan.	Kepraktisan	Skala ordinal
Sikap kepedulian lingkungan (Y)	Kemampuan siswa dalam menyikapi	Tes berupa pilihan ganda yang disusun	Skala rasio (nilai peserta didik)

Variabel	Definisi	Alat Ukur	Pengukuran
	permasalahan lingkungan dengan ikut andil dalam pelestarian lingkungan.	sesuai dengan indikator dari sikap kepedulian lingkungan	

F. Instrumen

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan 2 instrumen, yaitu yang pertama adalah instrumen untuk mengetahui kelayakan dari buku ajar yang telah memasuki tahap penyebaran dan mengetahui tingkat kepedulian lingkungan siswa peneliti menggunakan instrumen yang memuat konsep kepedulian lingkungan berdasarkan sosial-emosional siswa.

1. Instrumen Kelayakan dan Efisiensi Buku Ajar

Tabel 3.2 Indikator Instrument Validasi Buku Ajar

NO	INDIKATOR
1	Materi yang dimuat relevan dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar
2	Ukuran teks pada deskripsi materi proporsional
3	Gambar yang mempresentasikan materi jelas dan proporsional
4	Penempatan gambar yang mempresentasikan materi tepat
5	Caption pada gambar yang mempresentasikan materi dapat dibaca dengan jelas
6	Muatan sikap kepedulian lingkungan mudah dipahami

NO	INDIKATOR
7	Ilustrasi pada muatan kepedulian lingkungan dapat mempresentasikan sikap kepedulian lingkungan
8	Gambar pada muatan kepedulian lingkungan jelas (Tidak pecah)
9	Muatan kepedulian lingkungan menarik
10	Soal latihan dapat menampung konten-konten kepedulian lingkungan dengan baik

2. Instrument Karakter Sosial-Emosional Sikap Kepedulian Lingkungan

Tabel 3.3 Indikator Instrument Sikap Kepedulian Lingkungan

INDIKATOR	DESKRIPTOR
Konservasi keanekaragaman hayati	<ul style="list-style-type: none"> • Peduli Lingkungan • Mampu Melestarikan Keanekaragaman Hayati • Beargumen logis
Perawatan Lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> • Menjaga kebersihan lingkungan • Menjaga kerapian lingkungan
Pengurangan penggunaan plastic	<ul style="list-style-type: none"> • Pengurangan penggunaan produk-produk plastik yang berpotensi menjadi sampah • Menggunakan barang-barang yang tidak sekali pakai • Sikap Keseharian
Pengelolaan sampah sesuai jenisnya	<ul style="list-style-type: none"> • Sikap keseharian • Paham akan klasifikasi sampah
Pengurangan emisi karbon	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan kendaraan ramah lingkungan • Ikut serta mengurangi efek rumah kaca

INDIKATOR	DESKRIPTOR
Penghematan energi	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat memahami konsep energi • Dapat meaplikasikan dalam kegiatan keseharian

G. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini peneliti mengangkat dua tema penelitian yang dirangkum menjadi 1, yaitu meneliti kelayakan dan efisiensi dari produk buku ajar yang dikembangkan, dan yang kedua adalah meneliti tentang tingkatan sikap kepedulian lingkungan siswa sebelum dan sesudah menggunakan buku ajar berbasis *Science Education for Suatainability*. Dalam pengumpulan datanya peneliti menggunakan instrumen berupa angket, dalam penilaian kelayak dan efisiensi buku hanya dilakukan dalam satu waktu, namun untuk instrumen angket dalam mengetahui tingkat kepedulian lingkuang siswa maka dilakukan pretest dan posttest untuk proses mengumpulkan data sebelum memasuki tahap analisis data.

H. Teknik Analisis data

Dalam penelitian ini peneliti menganalisis data yang dibagi menjadi 4 macam teknik analisis berikut adalah teknik analisis yang digunakan:

1. Uji validitas ahli

Uji validitas ahli digunakan untuk menguji validasi konten, materi dan juga keterbacaan buku ajar. Data yang dianalisis merupakan data berupa angka yang dianalisis secara deskriptif kuantitatif, dan secara deskriptif kualitatif untuk data berupa masukan kritik, dan saran dari para ahli yang diperoleh melalui penyebaran angket yang telah diisi oleh para ahli. Khusus untuk validasi konstruk peneliti hanya menganalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif, karena memang data yang diperoleh hanya berupa kritik masukan dan juga saran dari para ahli, yang

kemudian akan disusun oleh peneliti dengan bahasa yang sistematis, sehingga dapat diperoleh suatu kesimpulan dari data validitas konstruk buku ajar.

Uji validitas buku ajar ini diukur menggunakan rumus PPV atau presentase penilaian validator.²⁶

Rumus yang PPV yang digunakan untuk menganalisis adalah sebagai berikut :

Tabel 3.4 Aturan Penilaian Lembar Validasi Ahli²⁷

Skor	Keterangan
4	Sangat Setuju
3	Setuju
2	Kurang Setuju
1	Tidak Setuju

$$P = \frac{\Sigma \text{Jawaban Validator}}{\Sigma \text{Nilai Tertinggi}} \times 100$$

Keterangan :

PPV : Presentase Penilaian Validator

Σ Jawaban Validator : Jumlah Total Jawaban Validator

Σ Nilai Tertinggi : Nilai Tertinggi yang Dapat Diperoleh Validator

Hasil analisis dapat dikatakan valid jika nilai validitas yang diperoleh sebesar > 62.5, nilai tersebut dicocokkan dengan tabel berikut :

IAIN
PONOROGO

²⁶ Irania Suci Rockyane and Wahyu Sukartiningsih, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Adobe Flash Dalam Pembelajaran Menulis Cerita Siswa Kelas IV SD," *Jurnal PGSD* 6, no. 5 (2018): 767–76, <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/23736>.

²⁷ Rockyane and Sukartiningsih.

Tabel 3.5 Kriteria Kevalidan Produk²⁸

Interval	Kategori
81.25 < skor ≤ 100	Sangat Valid
62.5 < skor ≤ 81.25	Valid
43.75 < skor ≤ 62.5	Kurang Valid
25 < skor ≤ 43.75	Tidak Valid

2. Uji validitas dan reliabilitas

a) Uji Validitas

Validitas mengacu pada kata *Validity* yang berarti sejauhmana sesuatu alat ukur tersebut dapat mengukur sesuatu.²⁹ Dengan demikian dapat dikatakan bahwa validitas diaplikasikan untuk dapat melihat ketepatan dan juga kecermatan suatu alat ukur dalam melakukan fungsinya. Uji validitas dilakukan untuk dapat mengungkap apakah pertanyaan-pertanyaan yang terdapat dalam angket yang dimiliki valid atau tidak valid³⁰. Dengan uji validitas peneliti akan membuang soal yang tidak valid dan menggunakan soal yang valid untuk keperluan mengambil data.

Dari penjelasan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa uji validitas diperlukan untuk memenuhi syarat pada pra penelitian yang fungsinya untuk mendapatkan soal-soal angket yang valid yang nantinya akan digunakan untuk pengambilan data. Dalam uji validitas ini peneliti menggunakan aplikasi *Microsoft excel* dalam analisis datanya.

Acuan dalam uji validitas ini adalah rhitung dibandingkan dengan rtabel , dimana untuk mencari rtabel adalah dengan mencari derajat kebebasan $df = n-2$ dengan nilai N sebanyak 27, menggunakan signifikansi 5% dan tingkat kepercayaan 95% maka diperoleh rtabel sebesar 0.388.

²⁸ Liza Auliya and N Lazim, "The Development Of Miss PPL (Advanced Microsoft Power Point) Learning Media At Elementary School" 4 (2020): 703–14, <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/23736>.

²⁹ Teni and Agus Yudiyanto, "Pengaruh Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP Negeri 2 Kedokan Bunder Kabupaten Indramayu," *Jurnal Pendidikan Indonesia* 2, no. 1 (2021): 105–17, <https://doi.org/10.36418/japendi.v2i1.73>.

³⁰ Teni and Agus Yudiyanto.

Uji validitas ini dilakukan dalam soal angket pra penelitian yang berjumlah 20 butir soal, dasar pengambilan keputusan adalah jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka butir soal dinyatakan valid dan jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka butir soal tersebut dinyatakan tidak valid³¹.

b) Uji Reliabilitas

Setelah melalui uji validitas data maka langkah selanjutnya adalah uji reliabilitas untuk mengetahui suatu kestabilan hasil dari suatu pengukuran.

Reliabilitas merupakan suatu yang menyangkut akan kepercayaan, konsistensi, dan atau kestabilan hasil dari suatu pengukuran³². Uji reliabilitas dalam suatu instrument penelitian akan menggunakan rumus Cronbachs Alpha. Cronbachs Alpha merupakan suatu rumus matematis untuk menguji reliabilitas suatu kuran, dasar pengambilan keputusan dari uji reliabilitas ini adalah atau instrumen dapat dikatakan konsisten atau reliabel jika memiliki koefisien alpha minimum 0.6 dan akan lebih baik jika > 0.6 ³³.

Dalam penelitian ini sebelum dilakukan pengambilan data atau penelitian *real* di lapangan peneliti terlebih dahulu menguji soal-soal yang telah valid dengan uji reliabilitas untuk mengetahui koefisien alpha dari soal-soal tersebut, dalam uji reliabilitas ini peneliti menggunakan aplikasi *IBM SPSS Statistics 25*, berikut adalah koefisien yang diperoleh dari penerapan rumus Cronbachs Alpha pada soal-soal angket kepedulian lingkungan yang telah valid.

3. Angket kepraktisan

Angket kepraktisan merupakan angket yang berisikan tentang tanggapan respon kepuasan peserta didik dalam menggunakan buku ajar, dalam angket ini berisi *checklist* tentang tingkatan

³¹ Teni and Agus Yudiyanto.

³² Nofha Rina Zahra, R. Ratika, "Pengaruh Celebrity Endorser Hamidah Rachmawati Terhadap Keputusan Pembelian Produk Online Shop Mayooutfit Di Kota Bandung," *Lontar* 6, no. 1 (2018): 43–57.

³³ Zahra, R. Ratika.

kepuasan responden dalam menggunakan buku ajar, dalam proses analisis angket kepraktisan digunakan rumus presentase.³⁴

$$\text{Presentase Respon} = \frac{\text{Jumlah respon positif siswa tiap aspek yang muncul}}{\text{jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

Presentase dikatakan positif jika presentase respon dalam tiap aspek memperoleh nilai > 75%, dan jika nilai respon positif siswa memperoleh nilai < 75% maka perlu dilakukan revisi dalam aspek tersebut³⁵.

4. Tes Sikap Kepedulian Lingkungan Siswa

Tes sikap kepedulian lingkungan dilakukan dengan memberikan *pretest* dan juga *posttest*. Dalam proses analisis data *pretest* dan *posttest* dilakukan dengan beberapa teknik. Inti dalam analisis data tersebut adalah untuk mengetahui apakah buku ajar berbasis *science education for sustainability* yang telah direalisasikan efektif untuk menumbuhkan dan meningkatkan sikap kepedulian lingkungan peserta didik. Beberapa teknik tersebut diantaranya sebagai berikut :

a) Uji *N-Gain*

Uji *Ngain* dilakukan untuk dapat mengetahui peningkatan skor yang diperoleh dari *pretest* dan *posttest*. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Ideal} - \text{Skor Pretest}}$$

³⁴ Ayu Rizki Annisa, Aminuddin Prahatama Putra, and Dharmono Dharmono, "Kepraktisan Media Pembelajaran Daya Antibakteri Ekstrak Buah Sawo Berbasis Macromedia Flash," *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains* 11, no. 1 (2020): 72, <https://doi.org/10.20527/quantum.v11i1.8204>.

³⁵ Annisa, Putra, and Dharmono.

b) Uji Normalitas

Dalam dunia pendidikan sangat sering diungkap bahwa data dari suatu penelitian yang diperoleh dari suatu kelompok siswa membentuk kurva normal³⁶. Penyimpulan atau asumsi data normal diuji terlebih dahulu untuk membuktikan apakah data yang diperoleh selaras dengan distribusi normal atau tidak.

Analisis data menggunakan metode statistika parametrik hanya bisa dilaksanakan jika data yang diperoleh berdistribusi normal³⁷, data yang berdistribusi normal akan memperoleh nilai taraf signifikansi >0.5 dan jika nilai taraf signifikansinya <0.5 maka dapat dinyatakan bahwa data tersebut tidak berdistribusi normal. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan uji normalitas berbantuan aplikasi IBM SPSS *Statistics 25* berikut adalah tabel uji normalitas Kolmogorov Smirnov.

c) Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah sebuah tahapan yang dapat dikatakan sebuah uji prasyarat sebelum melakukan uji hipotesis, uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui bahwa data yang diambil merupakan data yang memiliki ciri khas atau karakteristik yang relatif sama³⁸. Pengujian ini dilakukan untuk meyakinkan bahwa sekumpulan data yang akan dimanipulasi dalam proses serangkaian analisis memiliki asal populasi yang memiliki varian homogen.

Pengujian homogenitas dapat ditempuh dengan berbagai metode, beberapa metode yang dapat diambil adalah, metode Uji Hartley, Uji Barlett, Uji Cochran, Uji Levene, dan lain lain³⁹. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode Levene untuk pengujian homogenitasnya, perhitungan uji homogen ini dilakukan dengan bantuan aplikasi IBM SPSS *Statistics 25*. Dengan

³⁶ Wayan Widana, *Uji Persyaratan Analisis* (Lumajang: Klik Media, 2020).

³⁷ Widana.

³⁸ Widana.

³⁹ Widana.

menggunakan uji levene yang mana jika taraf signifikansi yang diperoleh >0.05 maka data tersebut dapat dinyatakan homogen, dan begitu pula sebaliknya.

d) Uji *Paired Sample T test*

Uji *paired sample T test* atau bisa disebut dengan Uji t berpasangan merupakan salah satu metode untuk menguji hipotesis dengan data yang digunakan adalah data yang tidak bebas (berpasangan). Salah satu ciri yang paling umum ditemui adalah data berpasangan dari kelas eksperimen dan kelas kontrol dari populasi yang homogen⁴⁰. Kelas eksperimen adalah kelas yang dikenai *treatment* khusus, sedangkan kelas kontrol adalah kelas yang tidak dikenai *treatment* khusus.

Uji *paired sample T test* akan menyimpulkan atau menunjukkan apakah sampel yang tidak bebas tersebut akan memiliki perubahan yang signifikan atau tidak. Hasil dari uji *paired sample T test* ini akan ditentukan dari nilai signifikansinya. Nilai signifikansi dari uji *paired sample T test* ini yang kemudian dijadikan acuan, apabila nilai dari taraf signifikansinya < 0.05 maka dapat dikatakan bahwa *treatment* yang dilakukan dapat memberikan perbedaan yang signifikan, dan begitu pula sebaliknya⁴¹.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode pre-test dan juga post-test pada masing-masing kelas (kelas eksperimen dan kelas kontrol), setelah mendapat nilai dari masing-masing kelas, selanjutnya peneliti mengambil selisih nilai yang didapat di tiap kelas. Dalam analisis data yang diperoleh peneliti menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics 25* sebagai aplikasi untuk membantu menganalisis uji hipotesis ini, berikut adalah nilai selisih data kelas eksperimen dan juga kelas kontrol.

⁴⁰ Nuryadi et al., *Buku Ajar Dasar-Dasar Statistik Penelitian*, 2017.

⁴¹ Elfana Damayanti and Universitas Gadjah Mada, “Modul Statistika Induktif Uji Dependent Sample T Test , Independent Sample T Test , Dan Uji Wilcoxon,” 2019.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

Penelitian yang sedang dilakukan oleh peneliti ini menggunakan metode *Research and Development (RnD)*, dengan dilakukannya penelitian yang menggunakan metode ini maka peneliti harus memiliki keresahan atau penemuan masalah awal sebelum dilaksanakannya penelitian. Setelah peneliti menemukan suatu masalah yang diangkat kemudian peneliti berinovasi dengan mengembangkan suatu produk yang dianggap dapat mengatasi masalah tersebut.

Adapun masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah mengenai sikap kepedulian lingkungan siswa di MtsN 1 Ponorogo yang dianggap peneliti masih di bawah rata-rata, hal tersebut dibuktikan dengan nilai yang diperoleh oleh siswa masih mendapatkan skor di bawah rata-rata.

Dengan hadirnya masalah yang diperoleh tersebut, maka peneliti memberikan pengembangan inovasi berupa buku pegangan siswa yang di dalamnya memuat konten-konten sikap kepedulian lingkungan yang dianggap peneliti dapat menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan siswa yang berkelanjutan.

Jenis penelitian ini adalah pengembangan yang menggunakan model pengembangan 4D (*Four D*), dalam pengaplikasiannya model pengembangan 4D memiliki 4 tahap, yaitu pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), penyebaran (*Disseminate*). Model 4-D dipilih dikarenakan memiliki tahapan-tahapan yang sistematis⁴² dan

⁴² Arywiantari, Agung, and Tastra, "Pengembangan Multimedia Interaktif Model 4d Pada Pembelajaran Ipa Di Smp Negeri 3 Singaraja Jurusan Teknologi Pendidikan Universitas Pendidikan Ganesha."

cocok jika digunakan dalam pengembangan buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* ini.

A. HASIL PENELITIAN

1. Hasil Uji Validasi Buku Ajar Berbasis *Science Education for Sustainability*

a) Validasi ahli

Setelah produk buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini telah memasuki proses finalisasi dalam pembuatan awalnya, maka langkah selanjutnya adalah validasi konten dan juga konstruk yang melibatkan validator ahli, yaitu 2 dosen Tadris Ilmu Pengetahuan Alam IAIN Ponorogo. Validator 1 adalah Ibu Rahmi Faradisya Ekapti M.Pd. dan validator 2 adalah Ibu Ulinuha Nur Faizah S.Pd., M.Sc. Para validator tersebut akan melihat dan menganalisis dengan mengisi *checklist* yang telah disediakan oleh peneliti dalam angket validator yang berisi tentang kriteria penilaian mengenai buku ajar berbasis *science education for sustainability* tersebut, kriteria penilaian tersebut meliputi penilaian konten, konstruk, keterbacaan, dan desain produk.

Data yang diperoleh dari proses validasi ini kemudian dianalisis oleh peneliti menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif untuk menganalisis konstruk yang berisikan data dari kritik, saran, dan juga masukan dari para validator, sedangkan deskriptif kuantitatif untuk menganalisis konten dari buku ajar yang berisikan data angka hasil pengisian angket dari para ahli tersebut.

1) Hasil validasi konten

Penilaian konten ini berisi tentang penilaian desain dan fitur buku ajar, kebenaran konten atau materi pokok, kesesuaian dengan indikator buku ajar, kesesuaian dengan indikator *science education for sustainability*, kesesuaian dengan indikator kepedulian lingkungan, dan kesesuaian dengan bahasa yang digunakan. Data hasil validasi konten ini akan dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif :

Tabel 4.1 Rekapitulasi Validasi Ahli

Desain dan Fitur Buku Ajar							
NO.	Aspek Nilai	V1	V2	Skor Total	% Aspek	Σ Aspek	Putusan
1.	Desain sampul Buku Ajar	4	3	7	88%	77%	Valid
2.	Desain tiap halaman Buku Ajar	3	3	6	75%		Valid
3.	Kesesuaian warna	3	3	6	75%		Valid
4.	Ketertarikan terhadap fitur yang dibuat	3	3	6	75%		Valid
5.	Kelengkapan fitur	3	3	6	75%		Valid
6.	Kesesuaian fitur buku ajar terhadap materi terkait	3	3	6	75%		Valid
Kebenaran Konten/Materi Pokok							
NO.	Aspek Nilai	V1	V2	Skor Total	% Aspek	Σ Aspek	Putusan
1.	konsep dasar pencemaran lingkungan	3	4	7	88%	80%	Valid
2.	konsep dasar pencemaran air	3	3	6	75%		Valid
3.	faktor pencemaran air	3	3	6	75%		Valid
4.	dampak pencemaran air	3	3	6	75%		Valid
5.	konsep dasar pencemaran udara	3	4	7	88%		Valid
6.	macam pencemaran udara	4	3	7	88%		Valid
7.	faktor pencemaran udara	3	3	6	75%		Valid
8.	dampak pencemaran udara	3	3	6	75%		Valid

9.	konsep dasar pencemaran tanah	3	3	6	75%		Valid
10.	faktor pencemaran tanah	3	3	6	75%		Valid
11.	Dampak pencemaran tanah	4	4	8	100%		Valid

Kesesuaian Dengan Indikator Buku Ajar

NO.	Aspek Nilai	V1	V2	Skor Total	% Aspek	Σ Aspek	Putusan
1.	Gaya penulisan komunikatif	3	4	7	88%	89%	Valid
2.	Fokus pada pemberian kesempatan bagi siswa untuk berlatih soal dan studi kasus	3	3	6	75%		Valid
3.	Memberikan rangkuman	4	3	7	88%		Valid
4.	Susunan berdasarkan pola yang fleksibel, sistematis, dan terstruktur	4	4	8	100%		Valid
5.	Menelaskan tujuan pembelajaran	4	4	8	100%		Valid
6.	Berusaha menimbulkan minat baca	3	4	7	88%		Valid

Kesesuaian Dengan Indikator *Science Education for Sustainability*

NO.	Aspek Nilai	V1	V2	Skor Total	% Aspek	Σ Aspek	Putusan
1.	Adanya stimulus pembangunan berkelanjutan	3	3	6	75%	83%	Valid
2.	Adanya ajakan menjaga lingkungan	4	3	7	88%		Valid
3.	Adanya nilai-nilai kepedulian lingkungan	4	3	7	88%		Valid

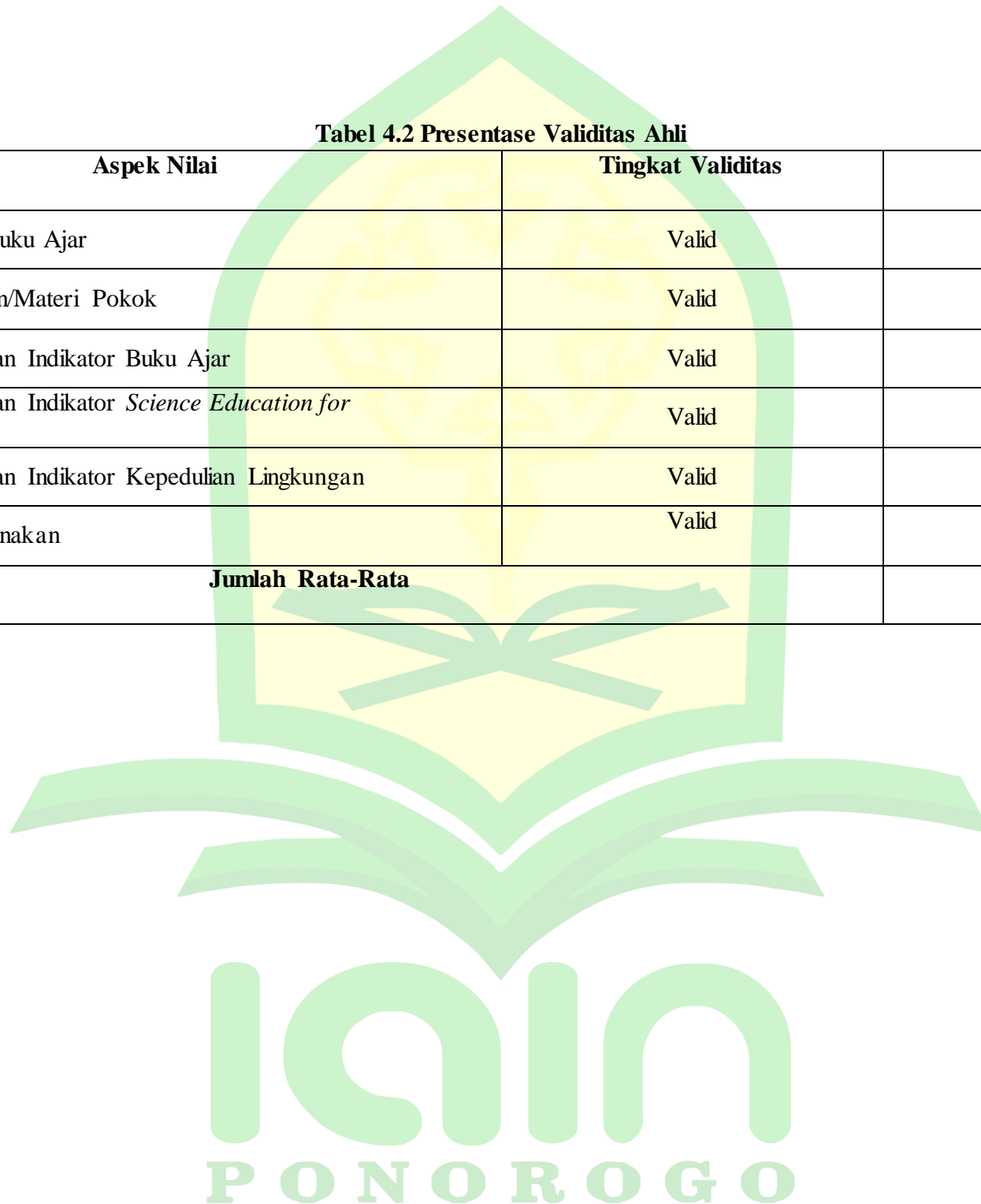
Kesesuaian Dengan Indikator Kepedulian Lingkungan

NO.	Aspek Nilai	V1	V2	Skor Total	% Aspek	Σ Aspek	Putusan
-----	-------------	----	----	------------	---------	----------------	---------

1.	Konservasi keanekaragaman hayati	3	3	6	75%	83%	Valid
2.	Perawatan Lingkungan	3	3	6	75%		Valid
3.	Pengurangan penggunaan plastic	4	4	8	100%		Valid
4.	Pengelolaan sampah sesuai jenisnya	4	3	7	88%		Valid
5.	Pengurangan emisi karbon	3	3	6	75%		Valid
6.	Penghematan energi	4	3	7	88%		Valid
Bahasa yang Digunakan							
NO.	Aspek Nilai	V1	V2	Skor Total	% Aspek	Σ Aspek	Putusan
1.	Penggunaan EBI pada buku ajar	3	3	6	75%	82%	Valid
2.	Tidak terdapat unsur sara pada buku ajar	4	3	7	88%		Valid
3.	Bahasa LKPD mudah dipahami dan dapat dibaca dengan baik	3	3	6	75%		Valid
4.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik tingkat menengah	4	3	7	88%		Valid
5.	Bahasa yang digunakan menyampaikan informasi dengan jelas	4	3	7	88%		Valid

Tabel 4.2 Presentase Validitas Ahli

NO.	Aspek Nilai	Tingkat Validitas	Presentase
1	Desai dan Fitur Buku Ajar	Valid	77%
2	Kebenaran Konten/Materi Pokok	Valid	80%
3	Kesesuaian Dengan Indikator Buku Ajar	Valid	89%
4	Kesesuaian Dengan Indikator <i>Science Education for Sustainability</i>	Valid	83%
5	Kesesuaian Dengan Indikator Kepedulian Lingkungan	Valid	83%
6	Bahasa yang Digunakan	Valid	82%
Jumlah Rata-Rata			82.33%



Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengisian angket validitas dengan rekapitulasi seperti yang ada pada tabel 4.1 dan tabel 4.2, memperoleh hasil rata-rata sebesar 82.33% dengan hasil tersebut maka buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini dapat dinyatakan sangat valid. Artinya buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini telah sesuai dengan kriteria-kriteria yang tercantum dalam lembar validasi tersebut yang meliputi 6 aspek, aspek yang pertama adalah validasi desain dan fitur buku ajar dengan 6 aspek penilaian memperoleh rata-rata validitas sebesar 77%, validasi konten atau materi pokok dengan 11 aspek penilaian memperoleh rata-rata validitas sebesar 80%, validasi kesesuaian dengan indikator buku ajar dengan aspek penilaian memperoleh nilai rata-rata validasi sebesar 89%, validasi kesesuaian dengan indikator *science education for sustainability* memperoleh nilai rata-rata validasi sebesar 83% dari 3 aspek penilaian, validasi kesesuaian dengan indikator sikap kepedulian lingkungan dengan 6 aspek penilaian memperoleh rata-rata validasi sebesar 83%, dan untuk validasi kesesuaian bahasa yang digunakan dengan 5 aspek penilaian memperoleh rata-rata validasi sebesar 82%.

Selain untuk validasi konten atau materi yang ada di dalam buku ajar, lembar validasi ahli juga mencakup tentang uji validitas konstruk atau kekhasan dalam buku ajar berbasis *science education for sustainability*.

2) Hasil validasi konstruk





Konstruk buku ajar merupakan kekhasan yang terdapat dalam buku ajar. Buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini dirancang untuk menumbuhkan dan meningkatkan sikap kepedulian lingkungan siswa, dengan demikian berarti harus ada kekhasan yang mencolok untuk dapat meningkatkan atau menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan siswa. Dalam buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini mencangkup muatan-muatan kepedulian lingkungan yang digunakan untuk menjadi stimulus pertumbuhan sikap kepedulian lingkungan siswa.

Jika validasi ini atau konten buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini menggunakan analisis data kuantitatif maka berbeda dengan analisis data konstruk ini, karena menggunakan teknik analisis data kualitatif yang diperoleh dari catatan para validator yang kemudian disimpulkan oleh peneliti dengan bahasa yang sistematis dan mudah dipahami, sehingga memudahkan peneliti untuk merevisi atau memperbaiki konstruk-konstruk yang kurang pas dalam penyajiannya.

Dalam tabel 4.3 berikut disajikan hasil revisi yang dilakukan peneliti berdasarkan analisis validator, yang mencakup kritik, saran, dan masukan dari validator ahli.



Tabel 4.3 Revisi Produk



Aspek yang perlu direvisi	Sebelum	Sesudah
<p>Peta konsep yang tercantum dalam buku ajar sebelum validasi masih kurang proporsional dan juga kurang hirarkis, sehingga perlu dirubah menjadi lebih proporsional dan lebih hirarkis. Dengan demikian peta konsep akan menjadi lebih mudah dipahami.</p>		
<p>Dalam konstruk <i>Catatan Peduli Lingkungan</i> validator menemukan adanya ketidak keterkaitan antara teori dengan konstruk, dalam teori yang diambil untuk mendasari konstruk tersebut terdapat ajakan untuk senantiasa menjaga lingkungan, namun dalam konstruk sebelum divalidasi belum adanya kalimat ajakan yang jelas. Sehingga peneliti menambahkan</p>		

Aspek yang perlu direvisi	Sebelum	Sesudah
<p>kalimat ajakan yang komunikatif agar tujuan yang ingin dicapai dapat direalisasikan.</p>		
<p>Dalam konstruk <i>Stimulus Berpikir Kritis Akan Kepedulian Lingkungan</i> peneliti belum mencantumkan keterangan pada foto, sehingga setelah validator memberikan catatan kritik, peneliti menambahkan keterangan dalam foto agar lebih dimudahi oleh siswa yang membacanya.</p>		



Aspek yang perlu direvisi	Sebelum	Sesudah
<p>Dalam konstruk <i>Penugasan dan Stimulus Kepedulian Lingkungan Secara Kontekstual</i> terdapat ketidak sesuaian dalam penerapan layoutnya, sehingga peneliti harus mengubah layout tata letak agar lebih mudah untuk dipahami.</p>		
<p>Dalam konstruk ajakan peduli lingkungan point membuang sampah di sungai, sebelum dilakukan revisi peneliti mencantumkan keterangan dalam setiap ilustrasi gambar yang ada, namun setelah melalui tahap validasi ternyata catatan tersebut malah mengurangi estetika konstruuk yang ada, karena pada gambar ilustrasinya dirasa sudah sangat jelas mempresentasikan jenis perbuatan yang dimaksud. Dengan</p>		

Aspek yang perlu direvisi	Sebelum	Sesudah
<p>demikian peneliti menghapus keterangan tersebut, sesuai cacatan yang diperoleh dari validator.</p>		
<p>Konstruk menghias lingkungan yang disusun oleh peneliti sebelum dilakukan validasi hanya mengandalkan gambar-gambar dan juga keterangan yang disusun menggunakan anak panah sehingga menjadi sebuah susunan tahapan praktikum siswa.</p> <p>Dalam konstruk ini siswa diajak untuk lebih aktif dan kreatif, karena dalam konstruk ini peneliti bertujuan untuk membuat sebuah praktikum yang sekaligus dapat mengajak siswa untuk senantiasa menjaga lingkungan yang dimulai dari dalam kelas.</p> <p>Karena dalam konstruk sebelum revisi tahapan yang ada hanya dijelaskan melalui panah-panah bergaris yang kemudian dikritisi oleh validator, akhirnya peneliti memberikan petunjuk prosedural secara tertulis agar siswa lebih mudah untuk</p>		

Aspek yang perlu direvisi	Sebelum	Sesudah
<p>memahammi apa saja yang perlu dilakukan dalam kegiatan praktikum tersebut.</p>		
<p>Dalam konstruk tugas akhir siswa peneliti hanya menyertakan judul berita tentang fenomena sampah plastik yang merusak lingkungan dan belum menyertakan gambar nyata yang mempresentasikan fenomena yang terjadi tersebut.</p> <p>Dalam tahap validasi peneliti diberi catatan untuk menampilkan foto yang terjadi di lapangan, berkiblat pada catatan tersebut, peneliti merevisi konstruk tersebut sehingga 2 komponen penting, yaitu judul berita dan foto di lapangan dapat ditampilkan secara bersama-sama, sehingga siswa dapat lebih mudah berfantasi akan keadaan nyata di lapangan, dan juga menemukan langkah apa saja yang harus diambil untuk memperbaiki masalah tersebut.</p>		

2. Validasi empiris

Validasi empiris merupakan validasi yang dilakukan untuk menguji instrumen soal *pretest* dan juga *posttest* yang akan dijadikan tolak ukur untuk mengetahui peningkatan sikap kepedulian lingkungan siswa. Validasi instrument soal ini menggunakan aplikasi *excel* dalam proses analisisnya sedangkan untuk uji reliabilitasnya peneliti menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics 25* dalam proses analisisnya, Dalam uji validasi soal instrumen peneliti mendapati dari 20 butir soal dengan status 11 butir soal adalah valid dan 9 butir soal adalah tidak valid. Hasil uji validitas dalam soal pra penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ;

Tabel 4.4 Uji Validitas Soal Instrumen

No. Soal	Indikator	rhitung	rtabel	Keterangan
1	Konservasi keanekaragaman hayati	0.132814	0.388	Tidak Valid
2		0.612691	0.388	Valid
3		0.452535	0.388	Valid
4		0.645398	0.388	Valid
5	Perawatan lingkungan	0.44841	0.388	Valid
6		0.639737	0.388	Valid
7		0.379045	0.388	Tidak Valid
8	Pengurangan penggunaan plastik	0.608998	0.388	Valid
9		0.365213	0.388	Tidak Valid
10		0.379605	0.388	Tidak Valid
11	Pengelolaan sampah sesuai jenisnya	0.786611	0.388	Valid
12		-0.10026	0.388	Tidak Valid
13		0.478969	0.388	Valid
14		0.847103	0.388	Valid

No. Soal	Indikator	rhitung	rtabel	Keterangan
15	Pengurangan	0.147471	0.388	Tidak Valid
16	emisi karbon	0.375915	0.388	Tidak Valid
17	Penghematan energi	0.67471	0.388	Valid
18		0.402506	0.388	Valid
19		0.206352	0.388	Tidak Valid
20		0.343521	0.388	Tidak Valid

Dengan adanya hasil dari uji validitas yang menyatakan valid atau tidaknya suatu butir soal, maka peneliti membuang soal yang tidak valid dan menggunakan soal yang valid untuk menyusun angket sebagai alat untuk pengambilan data. Soal yang valid antara lain adalah soal para nomor ; 2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, 13, 14, 17, dan, 18.

Tabel 4.5 Uji Reliabilitas Angket Kepedulian Lingkungan

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.839	11

Dalam uji reliabilitas pada angket kepedulian lingkungan memperoleh koefisien sebesar 0.839, jika koefisien alpha yang diperoleh > 0.6 maka data tersebut dapat dikatakan reliabel, dan begitu pula sebaliknya. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa koefisien alpha $0.839 > 0.6$, maka data angket kepedulian lingkungan dapat dikatakan reliabel dan dapat digunakan untuk pengambilan data di lapangan.

2. Hasil Uji Kepraktisan Buku Ajar Berbasis *Science Education for Sustainability*

a) Uji angket respon peserta didik

Buku ajar berbasis *science education forsustainability* yang telah selesai untuk diuji cobakan kemudian diuji kepraktisannya melalui lembar angket uji kepraktisan yang diisi oleh para siswa kelas eksperimen yang berjumlah 26 anak.

Setelah angket yang disebar diisi oleh peserta didik di kelas eksperimen, maka langkah selanjutnya adalah uji analisis yang menggunakan rumus presentase. Berikut adalah rekapitulasi perolehan dari angket uji kepraktisan :

Tabel 4.6 Rekapitulasi Uji Kepraktisan

No.	Aspek	Indikator	Skor Total	% Aspek	Σ Aspek	
1.	Kemudahan	Bahan ajar fleksibel mudah dibawa (praktis)	96	92%	86%	
		Isi bahan ajar mudah dipahami dan praktis	83	79%		
2.	Kesinambungan	Antar materi memiliki keterkaitan	90	86%		
		Setiap materi memiliki keterkaitan dengan kehidupan sehari-hari	75	72%		
3.	Desain	Warna buku yang menarik	96	92%		
		Jenis dan ukuran huruf sesuai	80	76%		
		Ilustrasi yang mendukung	98	94%		
4.	Ketertarikan	Pembelajaran lebih menyenangkan	91	87%		
		Membantu siswa memahami materi kelipatan dan faktor bilangan	93	89%		
		Meningkatkan semangat belajar	96	92%		
Putusan				Lolos Uji Kepraktisan		

Berdasarkan pada tabel 4.6, dapat diketahui bahwa rata-rata respon positif siswa terhadap kepraktisan buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini memperoleh skor sebesar 86%. Dalam angket uji kepraktisan ini terdapat aspek penilaian, yaitu aspek kemudahan, kesinambungan, Desain, dan ketertarikan.

Dari hasil angket tersebut hasil tertinggi didapat dari aspek desain pada indikator ilustrasi yang mendukung, dalam aspek tersebut memperoleh presentase sebesar 94%, dengan presentase tersebut yang didapat dari nilai angket uji kepraktisan yang diisi oleh siswa menunjukkan bahwa siswa sangat setuju dengan ilustrasi yang mendukung mereka dalam meningkatkan sikap kepedulian lingkungan secara berkelanjutan.

Secara keseluruhan dalam uji kepraktisan ini didapat bahwa nilai presentase kepraktisan buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini adalah sebesar 86% masuk dalam kategori tinggi dan dinyatakan lolos dalam uji kepraktisan.

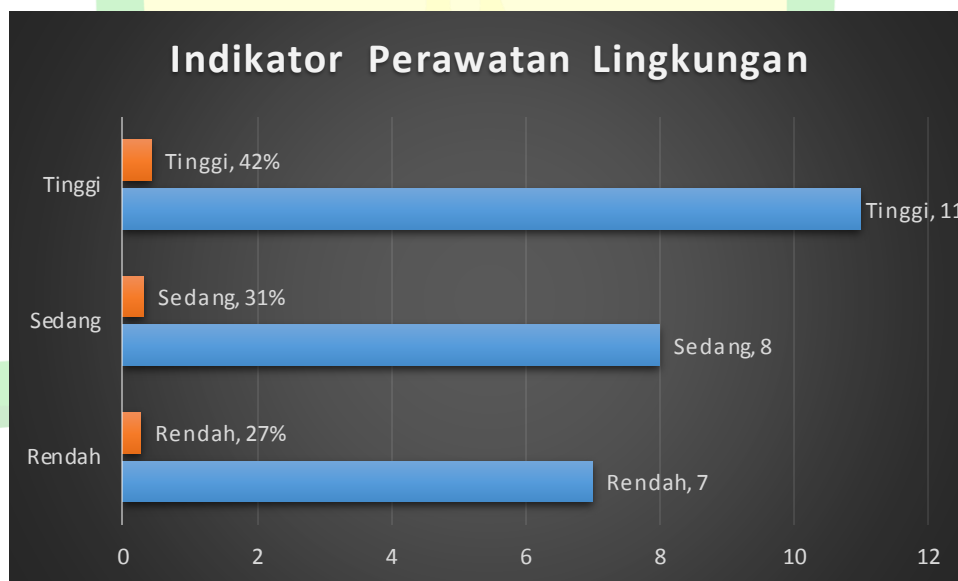
3) Uji Hasil Kinerja Peserta Didik

Buku ajar berbasis *science education for sustainability* yang diujicobakan ke siswa khususnya dalam kelas eksperimen yang kemudian telah diuji kepraktisannya menggunakan rumus presentase dan mendapat hasil presentase sebesar 86% sehingga buku ajar ini dapat dikatakan praktis secara uji presentase melalui angket uji kepraktisan. Selain menggunakan angket uji kepraktisan namun juga ditunjang dengan hasil kinerja peserta didik dalam memahami dan menyelesaikan tugas yang ada di dalam buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini.

Dalam menganalisis hasil kinerja peserta didik peneliti menggunakan analisis kuantitatif untuk menganalisis fitur kepedulian berupa soal penugasan tertulis, dan analisis deskriptif kualitatif untuk fitur kepedulian berupa non penugasan tertulis.

Indikator perawatan lingkungan merupakan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis akan pentingnya merawat lingkungan yang kemudian mereka terapkan dalam kehidupan sehari-hari mereka. Dalam buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini indikator perawatan lingkungan terkandung dalam fitur mencari perbedaan, yang didalamnya mencakup stimulus sikap kepedulian lingkungan secara kontekstual dalam indikator perawatan lingkungan. Dikarenakan dalam fitur mencari perbedaan ini menggunakan soal tulis uraian yang kriteria jawabannya telah ditentukan, maka untuk pengambilan skornya menggunakan kriteria yang telah ditentukan melalui pertimbangan kemampuan perawatan lingkungan secara tertulis tersebut. Berikut adalah perolehan distribusi frekuensi dalam indikator perawatan lingkungan peserta didik :

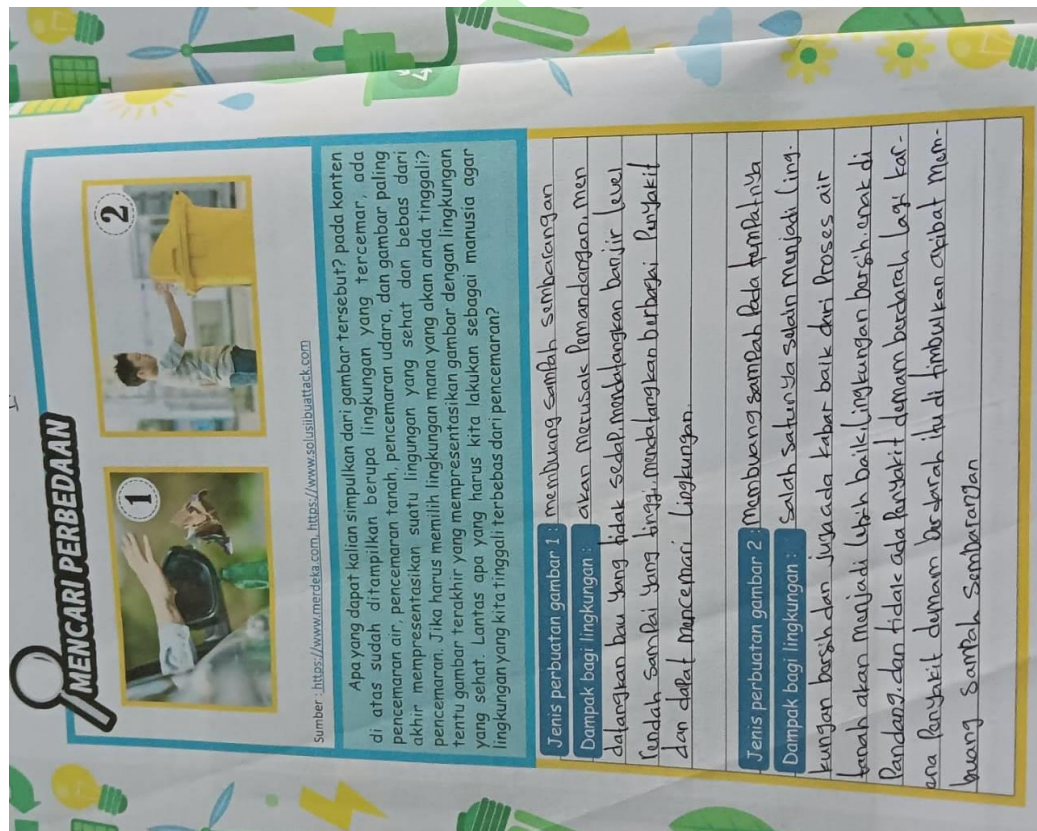
Gambar 4.1 Grafik Perolehan Indikator Perawatan Lingkungan



Dari gambar 4.1 dapat disimpulkan bahwa 42% peserta didik masuk dalam kategori tinggi, 31% peserta didik masuk dalam kategori sedang, dan 27% peserta didik masuk dalam kategori rendah. Dalam fitur mencari perbedaan dengan muatan peristiwa kehidupan yang dirancang secara kontekstual menuntut peserta didik untuk berpikir kritis dalam mengatasi masalah lingkungan tersebut, dimulai dengan mengidentifikasi lalu mencari jalan keluar untuk

mengatasi masalah tersebut. Berikut ini adalah salah satu contoh jawaban peserta didik pada fitur mencari perbedaan dalam indikator perawatan lingkungan :

Gambar 4.2 Jawaban Peserta Didik Pada Indikator Perawatan Lingkungan

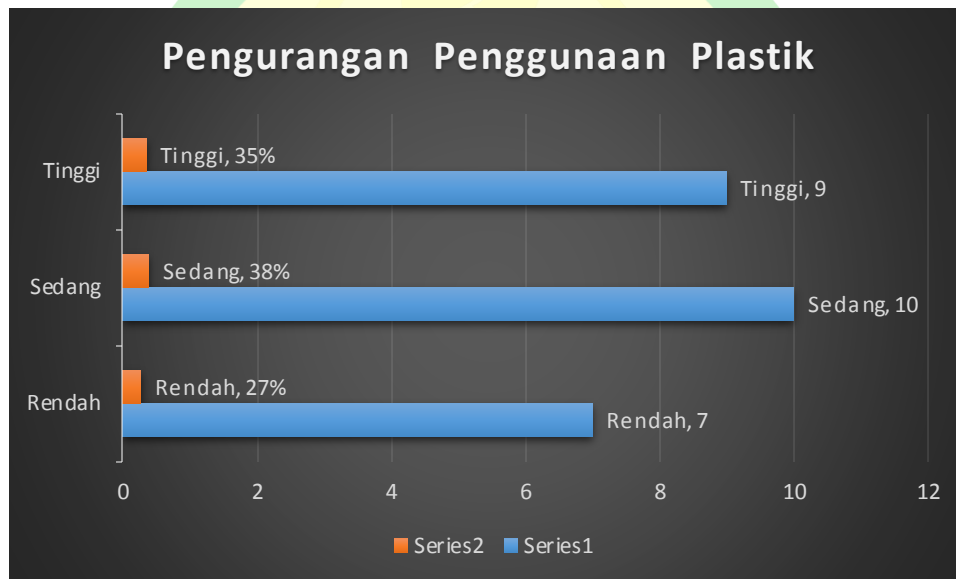


Dari gambar 4.2 dapat disimpulkan bahwa peserta didik mampu menjawab dengan lengkap, mulai dari identifikasi masalah, menyebutkan jenis masalah, dan menjelaskan tentang dampak buruk masalah tersebut bagi lingkungan, sehingga peserta didik dapat menanamkan dalam diri mereka untuk senantiasa merawat lingkungan secara berkelanjutan.

Indikator pengurangan penggunaan plastik menuntut peserta didik untuk dapat mengidentifikasi masalah lingkungan seputar penggunaan plastik yang berlebihan sehingga meningkatkan juga umlah sampah plastik yang sulit diurai. Dalam buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini memuat fitur yang memuat tentang masalah plastik bagi lingkungan, isu sampah plastik ini diangkat dalam fitur tugas akhir, dalam fitur tugas akhir tersebut menuntut peserta didik untuk dapat memecahkan masalah lingkungan yang sangat sulit diatasi tersebut, peserta didik harus mampu memberi penjelasan dengan sistematis dan menjawabnya sesuai dengan kaidah kontekstual dalam kehidupan sehari-hari.

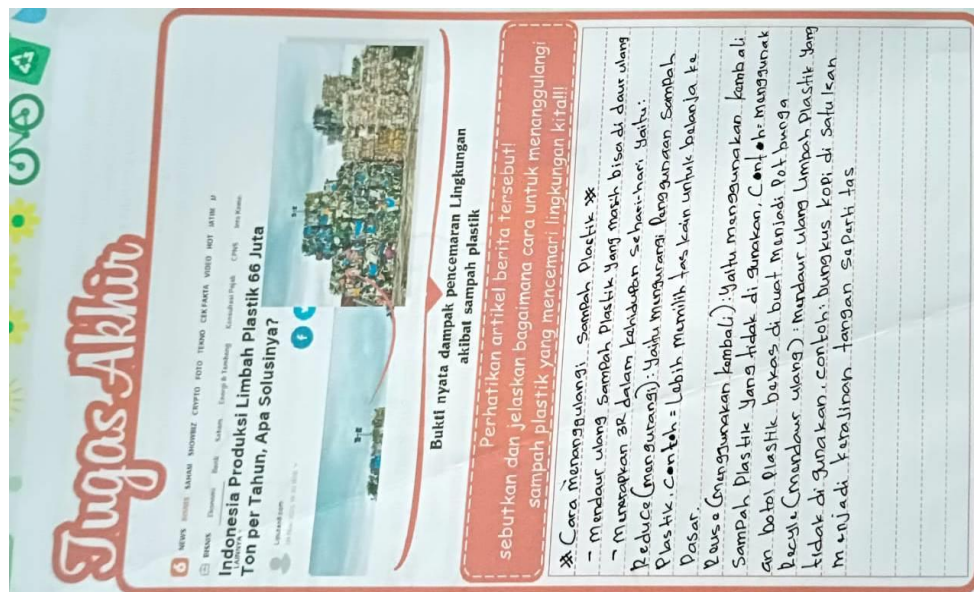
Dikarenakan dalam fitur tugas akhir ini menggunakan soal tulis uraian yang kriteria jawabanya telah ditentukan, maka untuk pengambilan skornya menggunakan kriteria yang telah ditentukan melalui pertimbangan kemampuan pengurangan penggunaan plastik secara tertulis tersebut. Berikut adalah perolehan distribusi frekuensi dalam indikator pengurangan penggunaan plastik peserta didik :

Gambar 4.3 Grafik Perolehan Indikator Pengurangan Penggunaan Sampah Plastik



Berdasarkan gambar 4.3 maka dapat diketahui bahwa kinerja peserta didik dalam indikator pengurangan penggunaan sampah plastik dengan presentase 35% peserta didik memperoleh kategori tinggi, 38% peserta didik memperoleh kategori sedang, dan 27% peserta didik memperoleh kategori rendah. Dalam fitur tugas akhir yang mengandung indikator tentang pengurangan penggunaan sampah plastik ini siswa dituntut untuk bisa memecahkan masalah tentang isu kerusakan lingkungan tentang sampah plastik, dengan adanya jawaban yang menjurus kedalam pemecahan masalah lingkungan akibat sampah plastik, diharapkan sikap kepedulian lingkungan akan bahaya sampah plastik dapat tumbuh dalam diri siswa. Berikut adalah salah satu jawaban siswa dalam fitur tugas akhir indikator pengurangan penggunaan plastik :

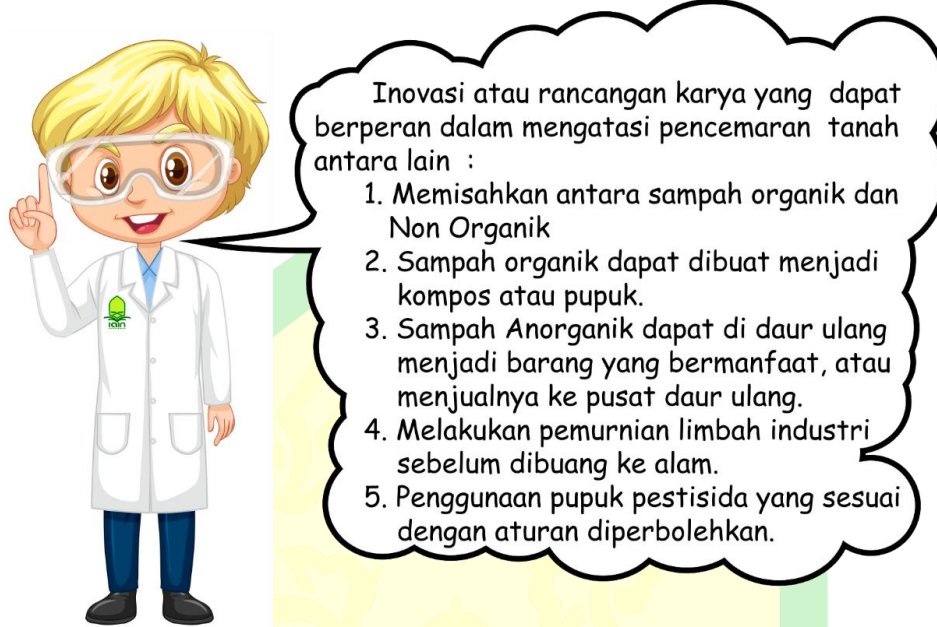
Gambar 4.4 Jawaban Peserta Didik Pada Indikator Pengurangan Penggunaan Plastik



Gambar 4.4 menunjukkan gambar dari jawaban peserta didik tentang cara menanggulangi sampah plastik yang menumpuk dan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Peserta didik juga menuliskan tentang pentingnya menjaga lingkungan dari sampah plastik dari diri sendiri, dari jawaban siswa diatas siswa mampu menanamkan sikap akan pengurangan penggunaan sampah plastik dengan stimulus tugas akhir yang memuat indikator pengurangan penggunaan plastik.

Indikator pengelolaan sampah sesuai jenis dalam buku ajar ini terkandung dalam fitur rangkuman pada sub bab pencemaran tanah, fitur ini berupa rangkuman yang didukung dengan ilustrasi gambar yang menarik, dengan adanya ilustrasi gambar ini diharapkan dapat lebih menarik perhatian peserta didik dan lebih tertarik untuk membacanya secara lebih detail dan seksama. Berikut adalah fitur rangkuman dalam sub bab pencemaran tanah buku ajar berbasis *science education for sustain ability* :

Gambar 4.5 Fitur Dengan Indikator Pengelolaan Sampah Sesuai Jenis

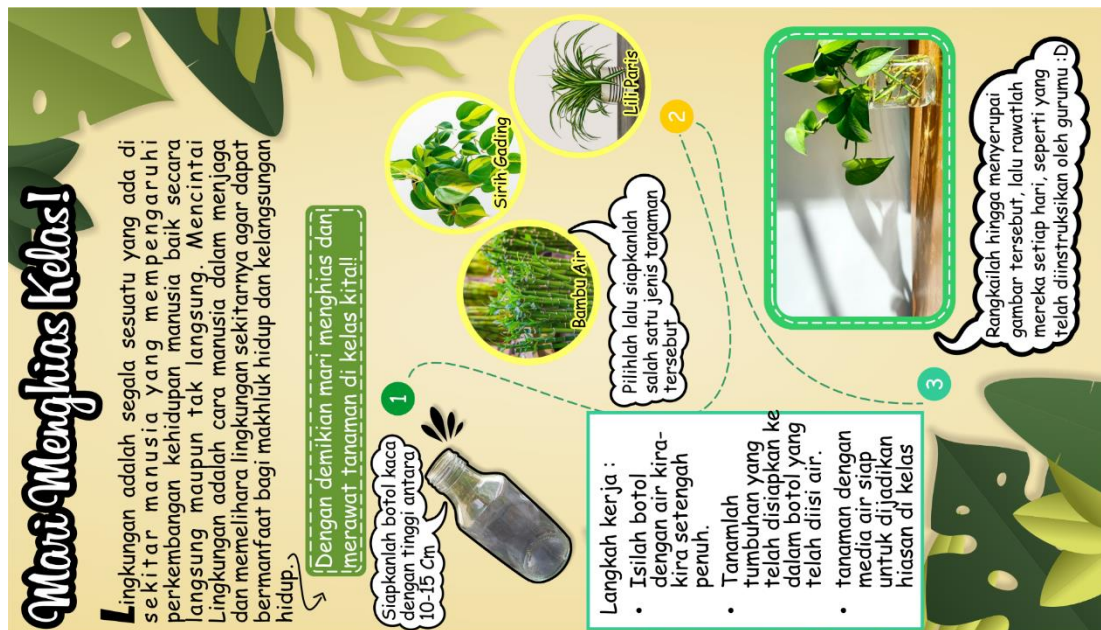


Setelah peserta didik mampu membaca dan memahami isi dari fitur tersebut diharapkan peserta didik dapat menanamkan pada diri mereka akan pentingnya menjaga lingkungan dalam indikator pengelolaan sampah sesuai jenisnya.

Indikator konservasi keanekaragaman hayati yang tercantum dalam buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini terdapat pada fitur menghias kelas, dalam fitur ini peserta didik dituntut untuk dapat mengkonservasi lingkungan mereka dengan langkah kecil di awal, yaitu dengan menjaga tumbuhan yang mereka tanam di kelas, tanaman tersebut berupa tanaman yang dapat hidup di dalam vas bunga yang hanya menggunakan media air, peserta didik harus bisa taaman tersebut agar tanaman tersebut dapat senantiasa hidup dan dapat menghias kelas mereka, berikut adalah fitur yang memuat indikator konservasi keanekaragaman hayati :

IAIN
PONOROGO

Gambar 4.6 Fitur Dengan Indikator Konservasi Keanekaragaman Hayati



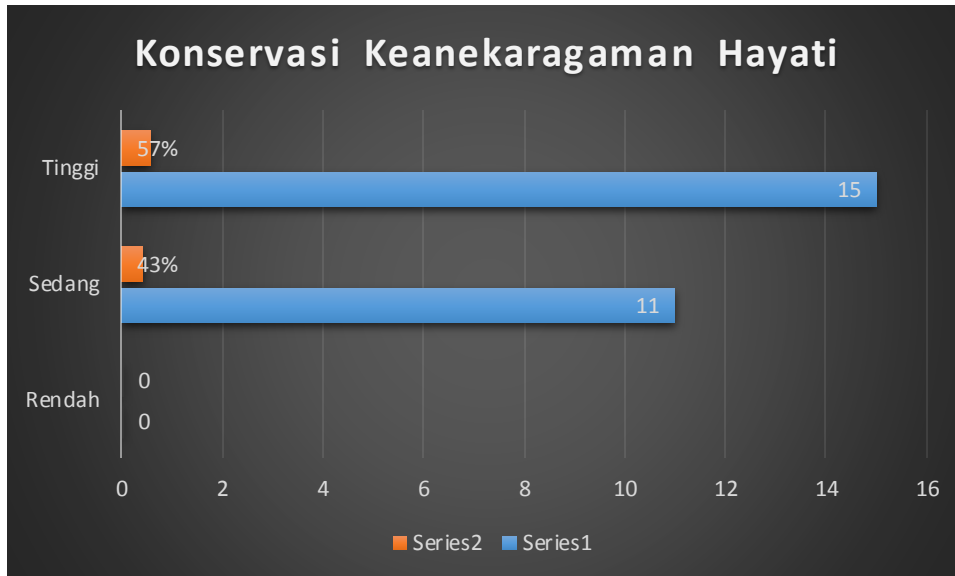
Fitur menghias kelas mengajak peserta didik untuk dapat menjaga tanaman yang ada di sekitar mereka. Dari langkah kecil ini diharapkan peserta didik dapat menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan dalam indikator konservasi keanekaragaman hayati. Berikut adalah hasil karya salah satu siswa dalam fitur menghias kelas indikator konservasi keanekaragaman hayati :

Gambar 4.7 Hasil Karya Peserta Didik Dalam Fitur Menghias Kelas



Dalam fitur menghias kelas seharusnya penilaian dapat dilakukan dengan berkelanjutan, namun mengingat keterbatasan waktu yang ada peneliti hanya menilai di awal saja, aspek penilaian dalam fitur ini adalah kesesuaian hasil karya siswa dengan petunjuk yang ada di dalam buku ajar berbasis *science education for sustainability*, berikut adalah hasil nilai awal yang didapat peserta didik kelas eksperimen dalam indikator konservasi keanekaragaman hayati :

Gambar 4.8 Grafik Perolehan Indikator Konservasi Keanekaragaman Hayati



Dalam grafik tersebut peserta didik tidak ada yang memperoleh nilai rendah, dengan demikian dapat dikatakan bahwa peserta didik dapat membaca dengan seksama petunjuk yang ada di dalam fitur menghias kelas tersebut. Dalam grafik tersebut dielaskan bahwa 57% peserta didik mendapatkan nilai tinggi, dan 43% siswa memperoleh nilai dalam kategori sedang. Dengan hanya kategori tinggi dan sedang yang muncul maka besar kemungkinan nilai-nilai konservasi keanekaragaman hayati dapat tumbuh dalam diri siswa dan mampu mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari mereka secara berkelanjutan.

Indikator pengurangan emisi karbon dan penghematan energi terkandung dalam fitur ajakan akan peduli terhadap lingkungan pada sub bab pencemaran udara, dalam fitur tersebut terdapat dialog ajakan untuk senantiasa menjaga lingkungan terkhusus untuk lingkungan udara, dengan menambahkan langkah-langkah yang dapat diambil dalam menjaga lingkungan, tidak lupa peneliti juga menambahkan ilustrasi yang menarik agar peserta didik lebih tertarik dalam memahami isi dari fitur yang mencangkup indikator pengurangan emisi karbon dan juga penghematan energi. Berikut adalah fitur ajakan peduli akan lingkungan dengan ilustrasi yang memuat indikator pengurangan emisi karbon dan juga penghematan energi :

Gambar 4.9 Fitur Dengan Indikator Pengurangan Emisi Karbon dan Penghematan Energi



Fitur tersebut dirancang untuk menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan siswa khususnya dalam indikator pengurangan emisi karbon dan juga penghematan energi. Peneliti memberikan dialog percakapan dalam fitur tersebut untuk memberikan ajakan kepada para siswa dengan bahasa yang lebih komunikatif, sehingga siswa lebih dapat menerima informasi yang ada, dengan demikian besar kemungkinan untuk siswa dapat menanamkan ke dalam diri mereka akan pentingnya menjaga lingkungan khususnya dalam indikator pengurangan emisi karbon dan penghematan energi.

3. Hasil Uji Keefektifan Buku Ajar Berbasis *Science Education for Sustainability*

Penelitian pengembangan buku ajar berbasis *science education for sustainability* untuk menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan siswa dengan tema pencemaran lingkungan ini dimulai secara bertahap mulai dari pendefinisian masalah, mendesain rancangan pengembangan, pengembangan produk dan validasi pelaksanaan penelitian, dan analisis data penelitian. pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di MTsN 1 Ponorogo dengan sampel 26 peserta didik kelas VII F, dan 26 peserta didik kelas VII C.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui dan meningkatkan sikap kepedulian lingkungan peserta didik. Pengambilan data untuk melihat keefektifan buku ajar berbasis *science education for sustainability* ini dilakukan dengan melaksanakan pretest dan juga posttest di kelas eksperimen dan juga kelas kontrol.

Uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji statistik parametrik dengan menggunakan uji *paired sampel T test*. Adapun hasil pretest dan posttest secara keseluruhan dihitung menggunakan uji Ngain adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil Uji Ngain

	Eksperimen	Kontrol
	Ngain Skor	Ngain Skor
Rata-rata	94.0413	25.01
Minimum	60.00	0.00
Maksimum	130.77	55.56

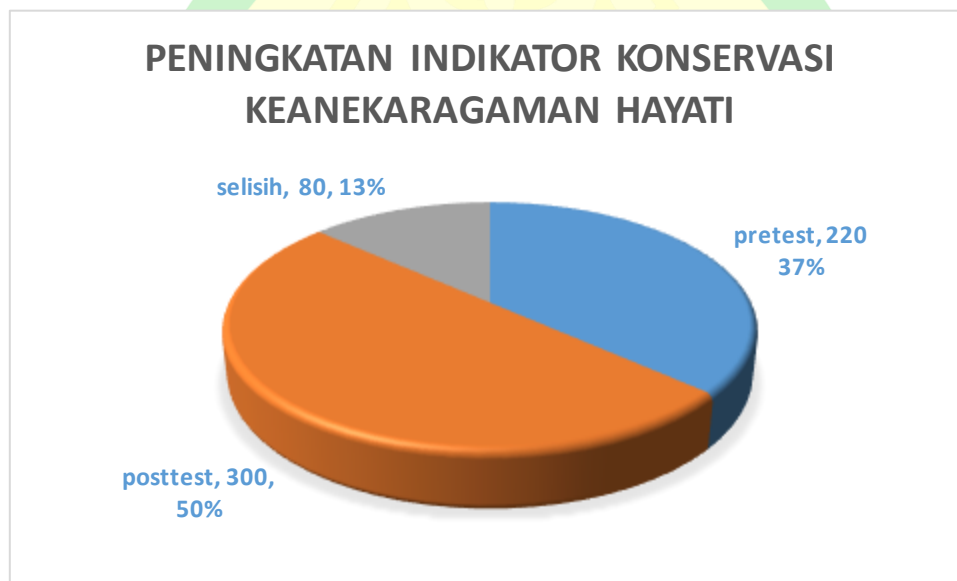
Berdasarkan Tabel 4.7 maka dapat diketahui dan disimpulkan bahwa buku ajar berbasis *science education for sustainability* dapat menumbuhkan dan meningkatkan sikap kepedulian lingkungan peserta didik. Hasil uji Ngain juga menunjukkan perbedaan rata-rata peningkatan nilai sikap kepedulian lingkungan peserta didik pada kelas eksperimen dan juga kelas kontrol. Peningkatan pada kelas eksperimen sebesar 94.0413% (dinyatakan efektif) dan 25.0184% pada kelas kontrol.

Peningkatan sikap kepedulian lingkungan siswa yang diperoleh dikarenakan adanya *treatment* berupa penggunaan buku ajar berbasis *science education for sustainability* dalam proses belajar dan mengajar pada tema pencemaran lingkungan.

Buku ajar berbasis *science education for sustainability* memang berfokus pada nilai-nilai sikap kepedulian lingkungan, mulai dari desain dan juga fitur atau konstruk yang kaya akan sikap kepedulian lingkungan, sehingga komponen-komponen tersebut disinyalir menjadi faktor utama dalam perolehan hasil uji Ngain yang memuaskan tersebut. Dalam penelitian yang dilakukan untuk melihat peningkatan sikap kepedulian lingkungan peserta didik diberikan soal instrumen yang mencakup 6 indikator yaitu konservasi keanekaragaman hayati, perawatan lingkungan, pengurangan penggunaan plastik, pengurangan emisi karbon, penghematan energi,

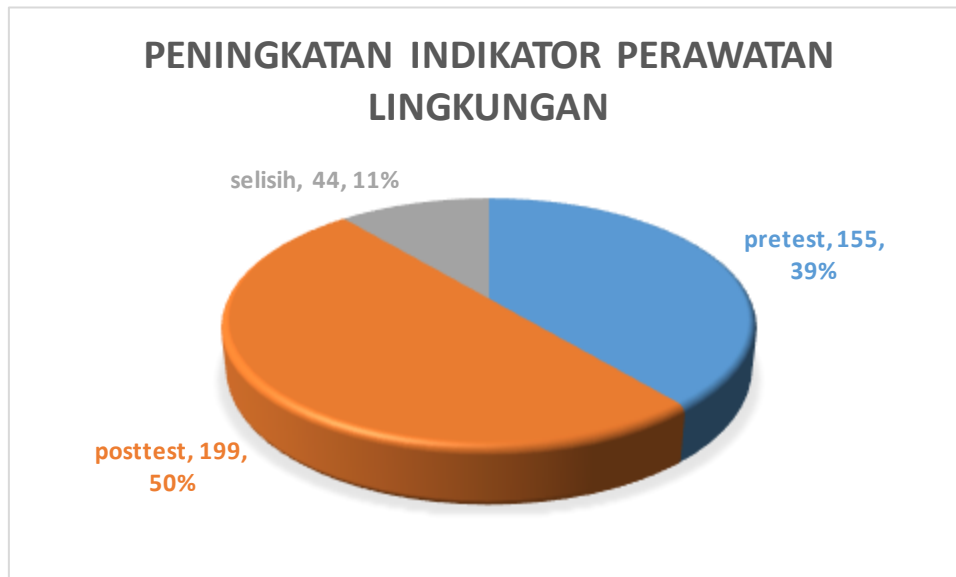
pengelolaan sampah sesuai jenisnya. Instrumen soal yang disajikan menggunakan model skala likert point maksimum 4 dan minimum 1.

Selain menguji dengan uji Ngain secara keseluruhan, peneliti juga melakukan uji Ngain dalam setiap indikator pada kelas eksperimen. Hal tersebut dilakukan untuk melihat perbedaan peningkatan dalam setiap indikatornya. Adapun peningkatan nilai pretes, dan posttest di kelas eksperimen adalah sebagai berikut :



Gambar 4.10 Grafik Peningkatan Pada Indikator Konservasi Keaneekaragaman Hayati

Pada gambar 4.10 menunjukkan perolehan kalkumulasi skor dan presentase dari nilai pretest, posttest, dan selisih untuk menunjukkan peningkatan pada indikator konservasi keanekaragaman hayati. Instrumen soal indikator konservasi keanekaragaman hayati di kelas eksperimen mendapatkan nilai akumulasi pretest sebesar 220 dan presentase pretest sebesar 37%, nilai akumulasi posttest sebesar 300 dan presentase posttest sebesar 50%, nilai selisih antara pretest dan posttest sebesar 80 dengan presentase 13%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada kelas eksperimen mengalami kenaikan nilai indikator konservasi keanekaragaman hayati dengan kategori sedang.



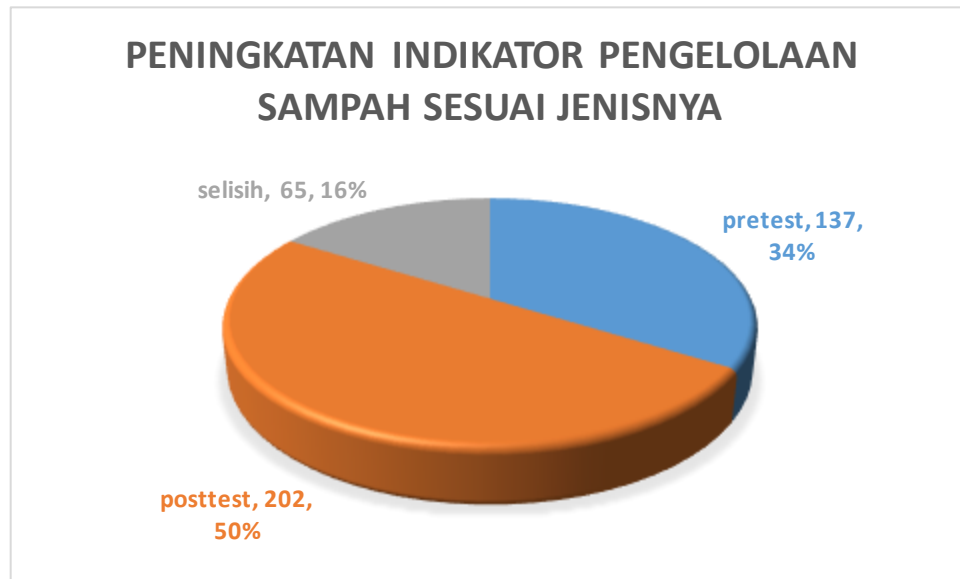
Gambar 4.11 Grafik Peningkatan Pada Indikator Perawatan Lingkungan

Pada gambar 4.11 menunjukkan perolehan kalkumulasi skor dan presentase dari nilai pretest, posttest, dan selisih untuk menunjukkan peningkatan pada indikator perawatan lingkungan. Instrument soal indikator perawatan lingkungan di kelas eksperimen mendapatkan nilai akumulasi pretest sebesar 155 dan presentase pretest sebesar 39%, nilai akumulasi posttest sebesar 199 dan presentase posttest sebesar 50%, nilai selisih antara pretest dan posttest sebesar 44 dengan presentase 11%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada kelas eksperimen mengalami kenaikan nilai indikator konservasi keanekaragaman hayati dengan kategori sedang.



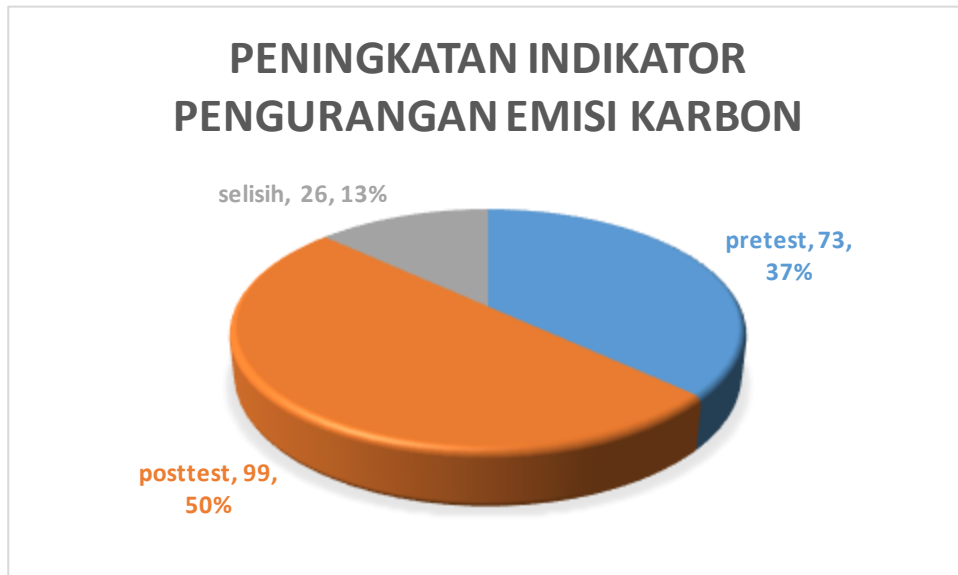
Gambar 4.12 Grafik Peningkatan Pada Indikator Pengurangan Penggunaan Plastik

Pada gambar 4.12 menunjukkan perolehan kalkulasi skor dan presentase dari nilai pretest, posttest, dan selisih untuk menunjukkan peningkatan pada indikator pengurangan penggunaan plastik. Instrument soal indikator pengurangan penggunaan plastik di kelas eksperimen mendapatkan nilai akumulasi pretest sebesar 84 dan presentase pretest sebesar 42%, nilai akumulasi posttest sebesar 99 dan presentase posttest sebesar 50%, nilai selisih antara pretest dan posttest sebesar 15 dengan presentase 8%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada kelas eksperimen mengalami kenaikan nilai indikator pengurangan penggunaan plastik dengan kategori rendah.



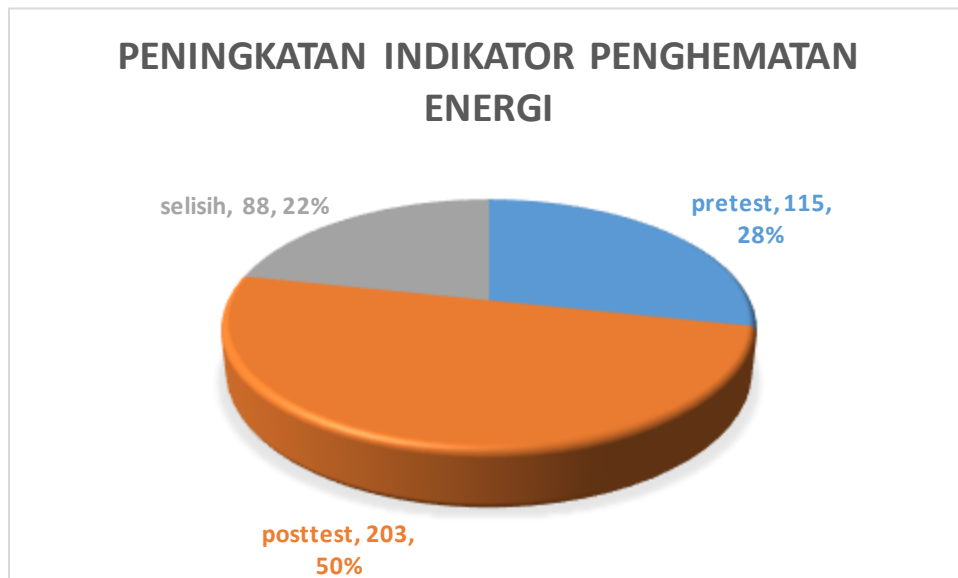
Gambar 4.13 Grafik Peningkatan Pada Indikator Pengelolaan Sampah Sesuai Jenisnya

Pada gambar 4.13 menunjukkan perolehan kalkumulasi skor dan presentase dari nilai pretest, posttest, dan selisih untuk menunjukkan peningkatan pada indikator pengelolaan sampah sesuai jenisnya. Instrument soal indikator pengelolaan sampah sesuai jenisnya di kelas eksperimen mendapatkan nilai akumulasi pretest sebesar 137 dan presentase pretest sebesar 34%, nilai akumulasi posttest sebesar 202 dan presentase posttest sebesar 50%, nilai selisih antara pretest dan posttest sebesar 65 dengan presentase 16%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada kelas eksperimen mengalami kenaikan nilai pengelolaan sampah sesuai jenisnya dengan kategori sedang.



Gambar 4.14 Grafik Peningkatan Pada Indikator Pengurangan Emisi Karbon

Pada gambar 4.14 menunjukkan perolehan kalkumulasi skor dan presentase dari nilai pretest, posttest, dan selisih untuk menunjukkan peningkatan pada indikator pengurangan emisi karbon. Instrument soal indikator pengurangan emisi karbon di kelas eksperimen mendapatkan nilai akumulasi pretest sebesar 73 dan presentase pretest sebesar 37%, nilai akumulasi posttest sebesar 99 dan presentase posttest sebesar 50%, nilai selisih antara pretest dan posttest sebesar 26 dengan presentase 13%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada kelas eksperimen mengalami kenaikan nilai pengurangan emisi karbon dengan kategori sedang.



Gambar 4.15 Grafik Peningkatan Pada Indikator Penghematan Energi

Pada gambar 4.15 menunjukkan perolehan kalkulasi skor dan presentase dari nilai pretest, posttest, dan selisih untuk menunjukkan peningkatan pada indikator penghematan energi. Instrument soal indikator penghematan energi di kelas eksperimen mendapatkan nilai akumulasi pretest sebesar 115 dan presentase pretest sebesar 28%, nilai akumulasi posttest sebesar 203 dan presentase posttest sebesar 50%, nilai selisih antara pretest dan posttest sebesar 88 dengan presentase 22%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pada kelas eksperimen mengalami kenaikan nilai pengurangan emisi karbon dengan kategori tinggi.

Setelah mengetahui dan mendapatkan hasil pembahasan di tiap indikator sikap kepedulian lingkungan, maka hasil atau data pretest dan posttest juga harus dianalisis secara keseluruhan untuk mencari tahu ada tidaknya perbedaan dari hasil nilai peserta didik pada kelas kontrol dan juga eksperimen. Dalam analisis data keseluruhan ini peneliti menggunakan metode analisis statistik parametrik menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics 25*.

Untuk mengetahui data hasil tes berdistribusi normal atau tidak peneliti menerapkan uji normalitas *kolmogorov smirnov*, berikut tabel hasil uji normalitas menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics 25* :

Tabel 4.8 Hasil Uji Normalitas *Kolmogorov Smirnov*

Tests of Normality							
	kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Nilai Sikap Kepedulian Lingkungan	Nilai Sikap Kepedulian Lingkungan	.132	26	.200*	.954	26	.281
*. This is a lower bound of the true significance.							
a. Lilliefors Significance Correction							

Dalam uji normalitas yang dilakukan peneliti menggunakan bantuan aplikasi IBM SPSS *Statistics 25* memperoleh taraf signifikansi sebesar 0.20, nilai taraf signifikansi 0.20 menunjukkan bahwa > 0.05 . seperti yang telah disampaikan di awal bahwa nilai taraf signifikansi > 0.05 maka data yang diperoleh berdistribusi normal.

Uji homogenitas adalah sebuah tahapan yang dapat dikatakan sebuah uji prasyarat sebelum melakukan uji hipotesis, uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui bahwa data yang diambil merupakan data yang memiliki ciri khas atau karakteristik yang relatif sama⁴³. Pengujian ini dilakukan untuk meyakinkan bahwa sekumpulan data yang akan dimanipulasi dalam proses serangkaian analisis memiliki asal populasi yang memiliki varian homogen.

Pengujian homogenitas dapat ditempuh dengan berbagai metode, beberapa metode yang dapat diambil adalah, metode Uji Hartley, Uji Barlett, Uji Cochran, Uji Levene, dan lain lain⁴⁴. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode Levene untuk pengujian homogenitasnya, perhitungan uji homogen ini dilakukan dengan bantuan aplikasi IBM SPSS *Statistics 25*. Dengan menggunakan uji levene yang mana jika taraf signifikansi yang diperoleh > 0.05 maka data tersebut dapat dinyatakan homogen, dan begitu pula sebaliknya. Berikut adalah tabel hasil uji homogenitas yang diperoleh dari penelitian ini ;

⁴³ Widana.

⁴⁴ Widana.

Tabel 4.9 Hasil Uji Homogenitas *Levene*

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai Sikap Kepedulian Lingkungan	Based on Mean	.861	1	50	.358
	Based on Median	.839	1	50	.364
	Based on Median and with adjusted df	.839	1	49.954	.364
	Based on trimmed mean	.855	1	50	.360

Dalam uji homogenitas yang dilakukan peneliti menggunakan bantuan aplikasi IBM SPSS *Statistics* memperoleh taraf signifikansi sebesar 0.38, nilai taraf signifikansi 0.358 menunjukkan bahwa >0.05 . seperti yang telah disampaikan di awal bahwa nilai taraf signifikansi >0.05 maka data yang diperoleh dapat dinyatakan homogen.

Hipotesis merupakan gabungan dari 2 kata yang berasal dari bahasa Yunani. Kata yang pertama adalah “Hypo” yang memiliki arti sementara, dan kata kedua adalah “thesis” yang memiliki arti kesimpulan. Jika digabungkan maka hipotesis memiliki arti kesimpulan yang sementara terhadap suatu masalah dalam penelitian⁴⁵.

Uji hipotesis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji hipotesis menggunakan uji *paired sample T test* berbantuan aplikasi IBM SPSS *Statistics* 25.

Uji *paired sample T test* atau bisa disebut dengan Uji t berpasangan merupakan salah satu metode untuk menguji hipotesis dengan data yang digunakan adalah data yang tidak bebas (berpasangan). Salah satu ciri yang paling umum ditemui adalah data berpasangan dari kelas eksperimen dan kelas kontrol dari populasi yang homogen⁴⁶. Kelas eksperimen adalah kelas yang dikenai *treatment* kusus, sedangkan kelas kontrol adalah kelas yang tidak dikenai *treatment* kusus.

⁴⁵ Iwan Wahyudu Safrillah, “Menguji Hipotesis” (Palu, 2020).

⁴⁶ Nuryadi et al., *Buku Ajar Dasar-Dasar Statistik Penelitian*, 2017.

Uji *paired sample T test* akan menyimpulkan atau menunjukkan apakah sampel yang tidak bebas tersebut akan memiliki perubahan yang signifikan atau tidak. Hasil dari uji *paired sample T test* ini akan ditentukan dari nilai signifikansinya. Nilai signifikansi dari uji *paired sample T test* ini yang kemudian dijadikan acuan, apabila nilai dari taraf signifikansinya < 0.05 maka dapat dikatakan bahwa *treatment* yang dilakukan dapat memberikan perbedaan yang signifikan, dan begitu pula sebaliknya⁴⁷.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode pre-test dan juga post-test pada masing-masing kelas (kelas eksperimen dan kelas kontrol), setelah mendapat nilai dari masing-masing kelas, selanjutnya peneliti mengambil selisih nilai yang didapat di tiap kelas. Dalam analisis data yang diperoleh peneliti menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics 25* sebagai aplikasi untuk membantu menganalisis uji hipotesis ini, berikut adalah nilai selisih data kelas eksperimen dan juga kelas kontrol.



⁴⁷ Elfana Damayanti and Universitas Gadjah Mada, “Modul Statistika Induktif Uji Dependent Sample T Test , Independent Sample T Test , Dan Uji Wilcoxon,” 2019.

Tabel 4.10 Nilai dan Selisih Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

No.	Kelas Eksperimen			No.	Kelas Kontrol		
	PRE-TEST	POST-TEST	Selisih		PRE-TEST	POST-TEST	Selisih
1	29	40	11	1	35	35	0
2	30	44	14	2	29	32	3
3	34	43	9	3	30	32	2
4	32	47	15	4	32	34	2
5	22	44	22	5	31	35	4
6	25	48	23	6	29	35	6
7	34	42	8	7	35	38	3
8	21	39	18	8	32	36	4
9	23	44	21	9	32	35	3
10	29	44	15	10	33	37	4
11	26	47	21	11	35	37	2
12	34	41	7	12	37	39	2
13	37	44	7	13	34	36	2
14	31	43	12	14	35	40	5
15	30	43	13	15	22	24	2
16	29	44	15	16	33	34	1
17	31	48	17	17	34	37	3
18	25	44	19	18	36	39	3
19	30	43	13	19	29	34	5
20	34	40	6	20	29	34	5
21	32	42	10	21	37	37	0
22	33	40	7	22	32	37	5
23	32	44	12	23	36	39	3
24	35	44	9	24	23	25	2
25	36	42	6	25	33	33	0
26	28	44	16	26	32	36	4

Setelah memperoleh data nilai dari tiap-tiap kelas maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji hipotesis, berikut adalah uji hipotesis menggunakan Uji *Paired Sample T test* ;

Hipotesis :

H₀ : terdapat pengaruh yang signifikan antara pembelajaran yang menggunakan buku ajar berbasis *science education for sustainability* terhadap nilai sikap kepedulian lingkungan siswa.

H₁ : tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara pembelajaran yang menggunakan buku ajar berbasis *science education for sustainability* terhadap nilai sikap kepedulian lingkungan siswa.

Setelah merumuskan hipotesis tersebut maka langkah selanjutnya adalah melakukan Uji *paired sample T test* menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 25, berikut adalah hasil yang didapat setelah melakukan Uji *paired sample T test* berbantuan aplikasi IBM SPSS Statistics 25 ;

Tabel 4.11 Hasil Uji *Paired Sample T test*

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Paired 1	Nilai Selisih Eksperimen - Nilai Selisih Kontrol	10.423	4.989	.978	8.408	12.438	10.652	25	.000

Mengambil acuan dari tabel hasil uji *paired sample T test* berikut yang mendapat nilai taraf signifikansi sebesar 0.00, berarti dapat dinyatakan < 0.05 yang seperti diawal sudah dijelaskan, jika taraf signifikansi yang diperoleh < 0.05 maka terdapat pengaruh yang signifikan antara penggunaan buku ajar berbasis *science education for sustainability* terhadap nilai sikap kepedulian lingkungan siswa, yang berarti H₀ diterima.

B. PEMBAHASAN

Langkah awal yang diambil peneliti setelah menemukan masalah tentu dengan mengembangkan suatu inovasi berupa buku pegangan siswa yang dikolaborasikan dengan model pembelajaran *Science Education for Sustainability*. Langkah yang diambil oleh peneliti tentu selaras dengan tahapan-tahapan pengembangan *four D*, berikut adalah tahapan-tahapannya ;

1. *Define* (pendefinisian)

Dalam tahap pendefinisian peneliti berusaha mencari sumber-sumber terkait melalui jurnal-jurnal terdahulu, berita dari sosial media dan juga berita dari situs-situs yang terpercaya, dari beberapa sumber tersebut peneliti menyimpulkan dari kutipan seorang ahli yang berpendapat bahwa “Dunia yang kita tinggali dianggap telah menciptakan masalah dengan hubungan sebab akibat yang sama sekali tidak sederhana”⁴⁸, mengapa hal tersebut terjadi? Tentu karena ulah manusia yang menjadi kunci utama dalam keberlangsungan ekosistem yang terlalu sering mengekspos alam secara besar-besaran tanpa melakukan tindakan kepedulian lingkungan yang dapat menjaga bumi dengan baik.

Sikap kepedulian lingkungan tidak dapat muncul secara tiba-tiba dalam kehidupan setiap individu, namun harus ada stimulus untuk menumbuhkannya, namun harus ada sesuatu yang harus menjadi stimulus untuk memunculkan nilai sikap kepedulian lingkungan individu, sehingga individu dapat menanamkan di dalam diri mereka agar senantiasa memegang teguh sikap kepedulian lingkungan secara berkelanjutan.

Setelah mengetahui hal-hal pemicu kerusakan lingkungan yang ada peneliti juga melakukan observasi secara langsung di sekolah menengah pertama, dengan mengambil sampel dan memberikan perlakuan berupa tes tulis yang dilaksanakan di lingkungan sekolah, sekaligus mengamati fenomena alam yang terjadi di lingkungan sekolah.

⁴⁸ Hasslöf, Lundegård, and Malmberg, “Students’ Qualification in Environmental and Sustainability Education—Epistemic Gaps or Composites of Critical Thinking”

Dengan diadakannya tes tersebut maka diperoleh nilai atau skor siswa dari tes tulis yang memuat sikap kepedulian lingkungan tersebut, dan didapati bahwa masih banyak siswa yang memiliki sikap kepedulian lingkungan di bawah rata-rata.

Educating for Sustainable Development (ESD) mengajarkan pada manusia untuk mengesah keterampilan, mengejar nilai-nilai yang akan membimbing manusia pada masa depan yang lebih baik secara berkelanjutan). *Educating for Sustainable Development (ESD)* tidak hanya mengulik tentang kualitas lingkungan dan sumber daya alam, tapi juga dalam aspek ekonomi dan sosial budaya⁴⁹.

Dalam penanaman kepedulian lingkungan berkelanjutan tentu saja akan optimal jika dilakukan sedini mungkin dan akan sangat optimal ditanamkan sejak usia remaja dalam setiap individu.

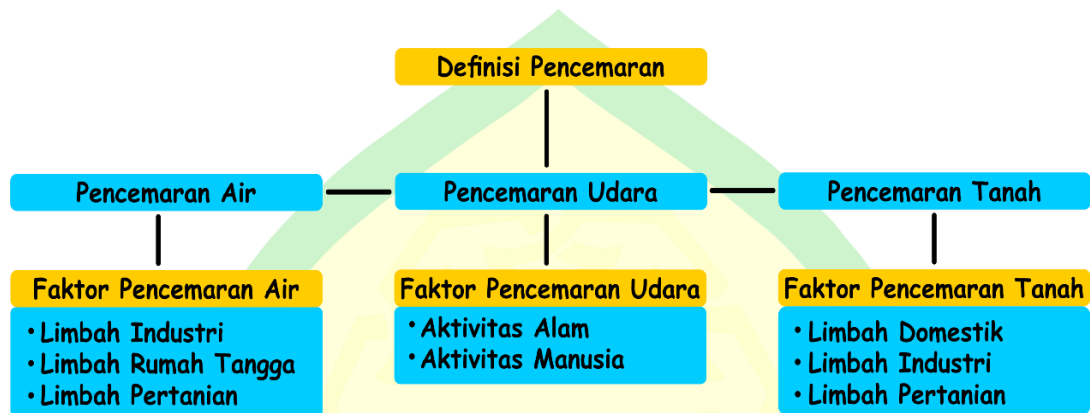
2. *Design (Perancangan)*

Setelah melalui tahap pendefinisian maka langkah yang diambil peneliti adalah tahap perancangan atau *design*. Dalam tahap ini peneliti mulai merancang apa saja yang harus ada dalam produk yang dikembangkan, dimulai dari pemilihan tema yang cocok untuk dikolaborasikan dengan *Science Education for Sustainability (SES)*.

Tema yang diambil dalam penelitian ini adalah materi “Pencemaran Lingkungan”, setelah menemukan materi yang cocok, maka langkah selanjutnya adalah peneliti mulai membuat muatan sikap kepedulian lingkungan, adapun konstruk yang telah disusun adalah sebagai berikut ;



⁴⁹ Hyseni Spahiu, Korca, and Lindemann-Matthies, “Environmental Education in High Schools in Kosovo-A Teachers’ Perspective.”



Gambar 4.16 Peta Konsep

Peta konsep merupakan suatu gambar (visual) dalam bentuk kerangka yang didalamnya memaparkan informasi berupa gabungan dari beberapa konsep. Peta konsep dapat diterapkan dalam berbagai situasi, termasuk dalam persiapan pembelajaran. Dalam membuat peta konsep pada dasarnya harus aktif merefleksikan pemahaman awal terhadap materi yang akan diajarkan⁵⁰.

Dibuatnya peta konsep yang merupakan gabungan dari beberapa konsep materi yang saling berhubungan dapat memudahkan siswa dalam memahami suatu materi yang akan dipelajarinya. Keterhubungan antar konsep tersebutlah yang merupakan suatu kunci dalam permudahan pemahaman yang akan langsung tergambar di benak masing-masing siswa, mulai dari konsep materi paling umum, menuju konsep khusus yang lebih spesifik.

IAIN
PONOROGO

⁵⁰ Ari Nurhayati, "Pengaruh Strategi Peta Konsep (Concept Mapping) Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa" (2010).

ANALISIS PROGRAM PENGAJARAN	
Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.8. Menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem.	3.8.1. Menjelaskan pengertian Pencemaran Lingkungan. 3.8.2. Menjelaskan macam-macam Pencemaran Lingkungan. 3.8.3. Menjelaskan pengertian pencemaran air. 3.8.4. Membuat gagasan tertulis tentang bagaimana mengatasi dan mengurangi pencemaran air 3.8.5. Menjelaskan pengertian pencemaran udara. 3.8.6. Menyebutkan faktor-faktor penyebab pencemaran udara. 3.8.7. Menjelaskan dampak pencemaran udara. 3.8.8. Menjelaskan pengertian pencemaran tanah. 3.8.9. Menjelaskan dampak pencemaran tanah. 3.8.10. Membuat gagasan tertulis tentang bagaimana mengurangi dampak pencemaran tanah.
4.8. Membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan.	4.8.1. Membuat laporan tentang penyelesaian masalah pencemaran yang terjadi di lingkungan sekitar

Gambar 4.17 KI dan IPK

Kompetensi Inti merupakan terjemahan atau operasionalisasi SKL dalam bentuk kualitas yang harus dimiliki oleh siswa yang telah menyelesaikan pendidikan pada satuan pendidikan tertentu atau jenjang pendidikan tertentu, kompetensi inti dikelompokkan ke dalam aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan (*afektif, kognitif, dan psikomotor*) yang harus dipelajari peserta

didik untuk suatu jenjang sekolah, kelas dan mata pelajaran. Kompetensi Inti harus menggambarkan kualitas yang seimbang antara pencapaian hard skills dan *soft skills*⁵¹.

Indikator merupakan penanda pencapaian kompetensi dasar yang ditandai oleh perubahan perilaku yang dapat diukur yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dapat dijadikan sebagai pedoman atau acuan dalam menyusun alat penilaian. Indikator adalah kompetensi dasar yang secara spesifik dapat dijadikan ukuran untuk mengetahui ketercapaian hasil pembelajaran. Karena indikator merupakan KD yang spesifik, apabila serangkaian indikator dalam suatu kompetensi sudah dapat terpenuhi berarti target kompetensi dasar tersebut sudah terpenuhi.⁵².

Pentingnya tujuan dan target dalam pembelajaran harus digambarkan secara spesifik diantara kedua belah pihak yang melaksanakan kegiatan belajar mengajar, yaitu adalah antara guru dan siswa. Oleh karena itu dicantumkannya penulisan Kompetensi Dasar dan juga Indikator Pencapaian Kompetensi pada awal buku ajar, yang merupakan kebutuhan primer dan senjata utama dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar.

⁵¹ Nazar, "Perencanaan Pembelajaran Kurikulum 2013," *Al - Azkiya : Jurnal Ilmiah Pendidikan MI/SD* 4, no. 2 (2019): 112–22, <https://doi.org/10.32505/azkiya.v4i2.1191>.

⁵² Nazar.

Ayo Kita Pelajari!

- Pencemaran Air
- Pencemaran Udara
- Pencemaran Tanah

Catatan Peduli Lingkungan!

Sumber daya alam yang sepanjang tahun dimanfaatkan maka lama kelamaan akan punah, jika tidak diimbangi dengan pemeliharannya, contohnya adalah perusahaan yang bergerak di bidang meubel yang memanfaatkan kayu sebagai bahan pokoknya maka perusahaan tersebut juga harus ikut andil dalam penanaman kembali pohon-pohon yang telah dimanfaatkan.

Gambar 4.18 Catatan Peduli Lingkungan

Suatu penanaman karakter sejak dini dapat dijadikan dasar yang sangat kuat untuk membangun sikap dan karakter kepedulian lingkungan bagi setiap individu, langkah tersebut banyak diambil dan dikombinasikan di dalam kurikulum sekolah maupun program-program yang memang sudah direncanakan oleh kementerian dalam pendidikan di Indonesia⁵³.

Adanya catatan kepedulian lingkungan dalam buku ajar yang ditempatkan di samping konsep awal materi bermaksud untuk mengajak langsung para siswa untuk mulai membangun sikap kepedulian lingkungan yang dimulai melalui pembelajaran di dalam kelas dan dapat diimplementasikan secara berkelanjutan.

IAIN
PONOROGO

⁵³ Maulana, *Implementasi Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan Di Sekolah Dasar Negeri Tritih Wetan 05 Jeruklegi Cilacap, Universitas Negeri Yogyakarta*, vol. 151, 2015.



Gambar 4.19 Stimulus Berpikir Kritis Akan Kepedulian Lingkungan

Dalam penerapan Kurikulum 2013, siswa dibimbing dan diarahkan untuk lebih kritis dan juga aktif dalam pembelajaran. Sikap berpikir kritis yang diterapkan di dalam kelas bertujuan untuk membangun sikap berpikir kritis yang juga dibawa dalam setiap jalan hidup siswa, salah contoh implementasi berpikir kritis adalah dalam sikap kepedulian lingkungan. Di dalam kehidupan sehari-hari maka diperlukan sikap kritis terhadap lingkungan untuk menjaga kelestarian lingkungan. Sikap kepedulian lingkungan yang baik tentu bukan hanya tentang konsep melainkan lebih ke kontekstual yang muncul dari pemikiran kritis tentang bagaimana bersikap terhadap lingkungan, agar lingkungan tetap lestari dan dapat dimanfaatkan baik di masa sekarang maupun masa mendatang ⁵⁴.

Pemikiran kritis terhadap lingkungan menjadi salah satu faktor yang sangat berperan dalam membangun sikap kepedulian lingkungan siswa, adanya stimulus untuk siswa berpikir kritis akan membawa siswa dalam fantasi mereka dan mulai untuk memikirkan lingkungan yang baik untuk keberlangsungan hidup manusia, dengan demikian diharapkan siswa dapat mulai membangun sikap kepedulian lingkungan berlandaskan fikiran yang kritis terhadap lingkungan.

⁵⁴ Eka Puspitasari, Sumarmi, and Ach Amirudin, "Integrasi Berpikir Kritis Dan Peduli Lingkungan Melalui Pembelajaran Geografi Dalam Membentuk Karakter Peserta Didik SMA," *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan* 1, no. 2 (2016): 122–26.



LEMBAR KERJA

Nama perbuatan gambar 1 :

Dampak bagi lingkungan :

Nama perbuatan gambar 1 :

Dampak bagi lingkungan :

Gambar 4.20 Penugasan dan Stimulus Kepedulian Lingkungan Secara Kontekstual

Contextual Teaching and Learning (CTL) merupakan suatu upaya penyampaian materi yang menggunakan konsep pengaitan antara maetri yang diajarkan dengan situasi di dunia nyata dan lingkungan sekitar dalam kehidupan sehari-hari. nilai kognitif dan afektiff siswa dapat mereka

P O N O R O G O

dapat melalui penyimpulan siswa dengan cara menyingkronkan keadaan sekitar dengan materi yang sedang mereka pahami dalam proses belajar⁵⁵.

Melalui penugasan dan pemberian stimulus akan kepedulian lingkungan yang berbasis kontekstual atau bisa disebut dengan mengaitkan dengan kondisi di dunia nyata dan dengan materi yang akan disampaikan, maka siswa dituntut untuk membuat suatu kesimpulan secara tertulis dengan penuh pemikiran dan kesadaran mereka sendiri, dengan demikian penyampaian nilai akan kepedulian lingkungan dapat dicapai.



Gambar 4.21 Ajakan Peduli Lingkungan

Lingkungan hidup manusia (*human environment*) atau dalam bahasa sehari-hari sering disebut dengan lingkungan hidup saja, merupakan komponen yang sangat penting dalam keberlangsungan hidup manusia. Dalam lingkungan hidup itu sendiri terdapat unsur-unsur kehidupan diantaranya adalah manusia, hewan, tumbuhan serta komponen abiotik lainnya.

⁵⁵ Suaedi and Hammado Tantu, *Pembelajaran Pendidikan Lingkungan Hidup*, IPB Press, 2016.

Lingkungan hidup merupakan suatu bagian yang sangat mutlak dari kehidupan manusia. Dengan demikian lingkungan hidup tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia ⁵⁶.

Suatu ajakan berarti mengajak orang lain untuk melakukan sesuatu, sesuatu tersebut tergantung tema dalam ajakannya, jika ada suatu ajakan untuk peduli terhadap lingkungan, maka berarti ajakan tersebut mengajak orang lain untuk peduli terhadap lingkungannya. Ajakan berupa gambar yang jelas dan menonjol akan mempermudah orang lain untuk dapat melihat, membaca, dan memahami ajakan tersebut.

No.	Penyebab	Penyakit
1.	Virus <ul style="list-style-type: none"> • <i>Rota virus</i> • <i>Virus hepatitis A</i> • <i>Virus poliomyelitis</i> 	Diare pada anak Hepatitis A Poliomyelitis
2	Bakteri <ul style="list-style-type: none"> • <i>Vibrio cholerae</i> • <i>E.coli</i> • <i>Salmonella cyphi</i> • <i>Salmonella paratyphi</i> • <i>Shigella dysenteriae</i> 	Kolera Diare atau disentri Tifus abdominale Paratifus Disentri
3	Protozoa <ul style="list-style-type: none"> • <i>Entamoeba histolytica</i> • <i>Balantidia coli</i> • <i>Giardia lamblia</i> 	Disentri amoeba Balantidiasis Giardiasis
4	Metazoa <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ascaris lumbricoides</i> • <i>Clonorchis sinensis</i> • <i>Diphyllobothrium latum</i> • <i>Taenia saganita/solium</i> • <i>Schistosoma</i> 	Ascariasis Clonorchiasis Dyphylobothriasis Taeniasis Schistosomiasis

Gambar 4.22 Tabel Daftar Nama Penyakit Dan Penyebabnya Akibat Pencemaran Air

sumber belajar (learning resources) merupakan semua sumber yang mendukung dalam proses belajar baik berupa data, gambar, orang dan lain-lain yang pada intinya merujuk pada sumber yang membantu proses belajar siswa, sumber belajar ini dapat diposisikan secara terpisah

⁵⁶ Purwanti Lidwina, Indri Astuti, "Perilaku Peduli Lingkungan Dan Pengembangannya Pada Anak Usia 5-6 Tahun Di TK" 4, no. 1 (2016): 1–23.

maupun dikombinasikan dengan komponen tertentu yang mempermudah siswa dalam mencapai tujuan belajar atau mencapai kompetensi tertentu ⁵⁷.

Tabel yang tercantum merupakan suatu sumber belajar yang dikombinasikan dengan materi dalam buku ajar, tujuan pencantuman tabel tersebut bermaksud agar siswa dapat dengan mudah memahami materi yang disampaikan serta sebagai fitur pendukung dalam proses pencapaian kompetensi siswa dengan materi terkait.



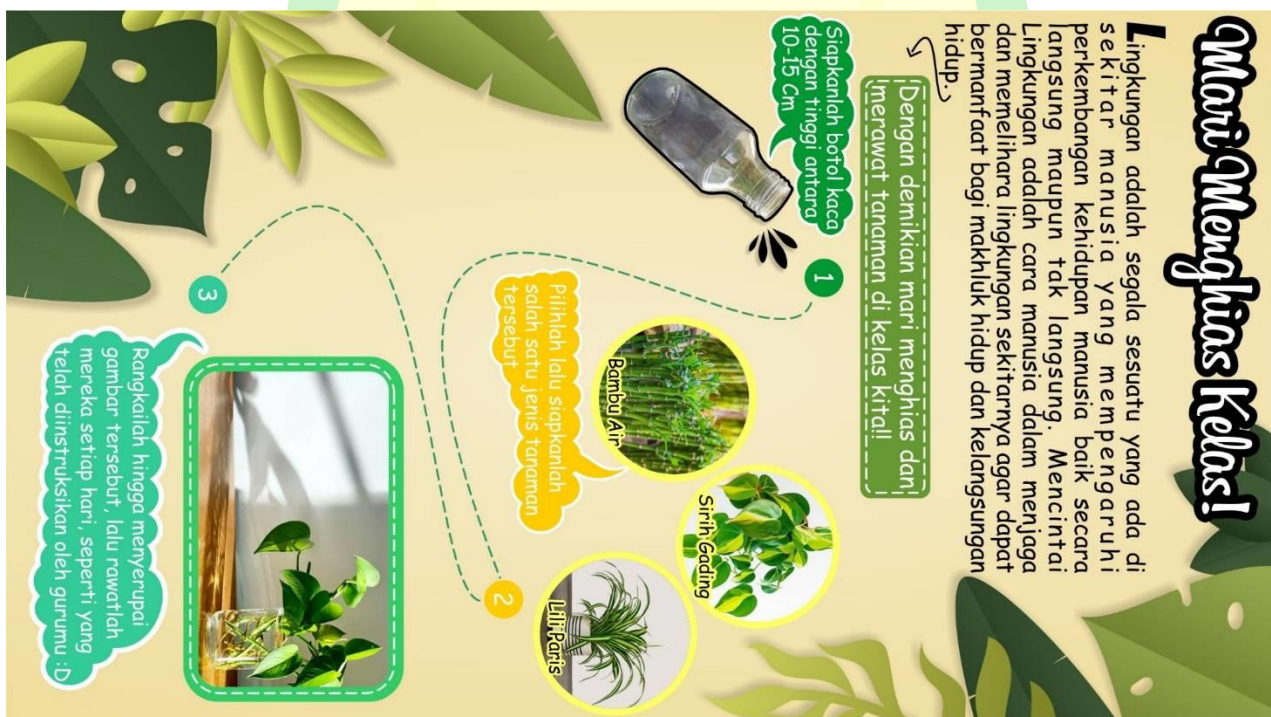
Gambar 4.23 Muatan Spiritual

Nilai-nilai religius yang terkandung dalam muatan spiritual dapat diintegrasikan dengan proses belajar mengajar di kelas. Bahkan dalam kurikulum 2013 nilai dan sikap spiritual dicantumkan sebagai kompetensi inti yang bersifat generik yang senantiasa ada dan melingkupi

⁵⁷ Dian Putri Yustika Rini, "Pengaruh Penggunaan Gambar Ilustrasi Dalam Buku Teks Sekolah Terhadap Motivasi Belajar Siswa," *Universitas Muhammadiyah Jakarta* (2018), <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-59379-1%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-420070-8.00002-7%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.ab.2015.03.024%0Ahttps://doi.org/10.1080/07352689.2018.1441103%0Ahttp://www.chile.bmw-motorrad.cl/sync/showroom/lam/es/>.

setiap kompetensi yang akan ditanamkan dan dicapai oleh siswa. Setiap kompetensi dasar yang akan disampaikan harus diiringi dengan sikap dan nilai-nilai religius⁵⁸.

Jika mengacu dalam kompetensi inti kurikulum 2013, maka nilai religius tercantum dalam setiap kompetensi intinya, dengan demikian hadirnya muatan butir islami di sini adalah sebagai wujud nyata dalam penguatan penyampaian nilai-nilai religius yang diharapkan dapat menjadi bekal tambahan siswa yang wajib dimiliki dalam mengkritisi dan mengambil tindakan dalam kehidupan siswa, terkhusus dalam sikap kepedulian lingkungan.



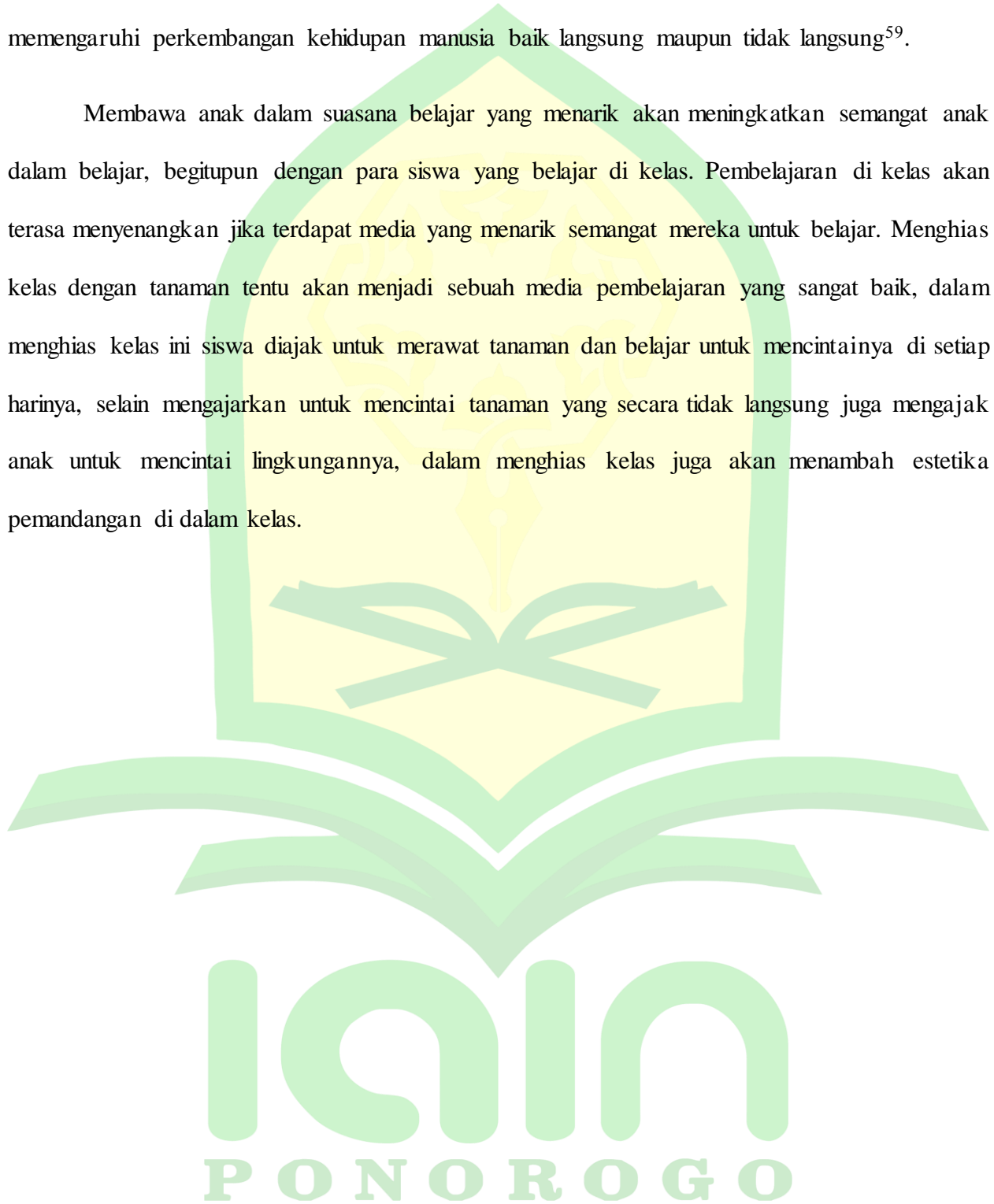
Gambar 4.24 Menghias Lingkungan

Perilaku untuk senantiasa mencintai lingkungan hidup yang sudah mulai diajarkan sejak dini pada anak-anak mengisyaratkan pentingnya akan menjaga lingkungan, yang tentu harus didasari dengan sikap akan kepedulian lingkungan. Alam adalah sumber belajar yang tidak akan pernah habis untuk dieksploitasi, dikembangkan dan dijadikan media belajar yang baik bagi anak.

⁵⁸ Muhammad Ilmi and Hidayati Rofiah, "Integrasi Nilai Spiritual Melalui Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Dengan Bahan Ajar Brosur," *Elementary* 5, no. 1 (2017): 132–45.




Cinta lingkungan adalah sebuah kalimat yang mengajak manusia untuk senantiasa menjaga tempat berpijaknya, yaitu bumi. Cinta lingkungan adalah rasa sayang akan sesuatu baik itu kepada manusia pada daerah tempat tinggal atau yang berdekatan dengan tempat tinggal anak yang memengaruhi perkembangan kehidupan manusia baik langsung maupun tidak langsung⁵⁹.

Membawa anak dalam suasana belajar yang menarik akan meningkatkan semangat anak dalam belajar, begitupun dengan para siswa yang belajar di kelas. Pembelajaran di kelas akan terasa menyenangkan jika terdapat media yang menarik semangat mereka untuk belajar. Menghias kelas dengan tanaman tentu akan menjadi sebuah media pembelajaran yang sangat baik, dalam menghias kelas ini siswa diajak untuk merawat tanaman dan belajar untuk mencintainya di setiap harinya, selain mengajarkan untuk mencintai tanaman yang secara tidak langsung juga mengajak anak untuk mencintai lingkungannya, dalam menghias kelas juga akan menambah estetika pemandangan di dalam kelas.



⁵⁹ M. Thamrin Setina, Marmawi, R, "Peningkatan Perilaku Cinta Lingkungan Pada Anak Usia 5-6 Tahun Melawi," *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Untan* 4, no. 5 (2015): 1–14.

Tugas Akhir

Bukti nyata dampak pencemaran Lingkungan akibat sampah plastik

Dari bukti-bukti tersebut maka sampah plastik dapat dikategorikan menjadi sampah yang berbahaya, jelaskan bagaimana cara untuk menanggulangi sampah plastik!!!

Gambar 4.25 Tugas Akhir (penanggulangan sampah plastik)

Limbah ataupun sampah-sampah plastik yang dibiarkan dan tidak ada pengelolaan yang baik dan benar terhadap limbah plastik tersebut, maka sangat memungkinkan dapat mencemari lingkungan tempat dimana kita berada. Gangguan dalam bentuk pencemaran dimungkinkan saja dapat terjadi baik itu pencemaran pada air, udara dan daratan. Beratnya pencemaran tersebut sangat tergantung seberapa parah kondisi keberadaan limbah plastik tersebut yang dibiarkan di lingkungan terbuka tanpa dilakukan penanganan sebagaimana mestinya. Disamping itu, pencemaran terhadap lingkungan juga sangat bergantung pada jenis dan sifat dari limbah plastik tersebut, dan bagaimana kita melakukan penanganan terhadap limbah-limbah plastik tersebut

sehingga jika limbah itu dibiarkan begitu saja secara terus menerus akan mengakibatkan lingkungan menjadi rusak dan tercemar⁶⁰.

Sampah plastik merupakan sampah yang muncul akibat sikap perilaku konsumtif manusia yang sangat bergantung pada penggunaan plastik, sedangkan banyak sekali orang-orang yang hanya menggunakan plastik dalam sekali pakai lalu dibuang. Sifat plastik yang sangat sulit diurai mengakibatkan tumpukan sampah plastik yang jumlahnya ber ton-ton yang bisa mencemari air, tanah dan udara. Kengerian sampah plastik dapat dikurangi dengan mengajak siswa untuk berpikir memahami dan memunculkan ide mereka dalam sebuah penugasan yang diharapkan dapat memunculkan kesadaran mereka akan pentingnya penanggulangan pencemaran lingkungan akibat sampah plastik.

Setelah merancang berbagai konstruk yang telah ada maka peneliti mengkolaborasi dalam materi pencemaran lingkungan pada buku ajar siswa MTsN 1 Ponorogo Semester 2.

3. Develop (Pengembangan)

Setelah melalui tahap perancangan maka langkah selanjutnya adalah langkah *develop* atau pengembangan, dalam tahap ini peneliti meminta bantuan kepada tenaga ahli kependidikan untuk memvalidasi buku ajar yang telah dicetak. Dalam proses validasi peneliti memberikan lembar angket yang disertai catatan untuk mengetahui konten dan konstruk apa sajakah yang masih perlu dilakukan perbaikan.

Setelah para ahli kependidikan selesai mengisi angket dan juga catatan-catatan, maka kewajiban peneliti adalah melakukan perbaikan-perbaikan pada konten yang hanya memperbaiki *typo-typo* yang ada.

⁶⁰ Syaifuddin Yana and Badaruddin, "Pengelolaan Limbah Plastik Sebagai Upaya Pengurangan Pencemaran Lingkungan Melalui Transformasi Yang Memiliki Nilai Tambah Ekonomi," *Serambi Engineering* 11, no. 4 (2017): 157–64.

Setelah melalui tahap *develop* atau pengembangan yang dibantu oleh beberapa validator ahli di bidangnya, dan dinyatakan valid akhirnya buku ajar ini siap untuk kemudian diuji cobakan ke para siswa di MtsN 1 Ponorogo.

4. *Disseminate* (penyebaran)

Tahap penyebaran ini berlangsung dengan menyebarkan buku ajar ini ke para siswa di MtsN 1 Ponorogo, dalam penyebarannya peneliti mengambil 2 kelas yang masing-masing kelas berjumlah 26 siswa, 1 kelas sebagai kelas eksperimen dan 1 kelas sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen mendapat perlakuan berupa pemberian buku ajar serta mengaplikasikan semua yang diinstruksikan buku ajar tersebut, sedangkan kelas eksperimen tetap menggunakan metode pembelajaran konvensional dan juga buku pegangan atau buku ajar dari sekolah saja.

Dalam proses penyebaran ini peneliti menggunakan metode pretest dan juga posttest untuk mengetahui pengaruh dan juga keefektifan buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* dalam menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan siswa. Rangkaian dalam proses ini, yaitu pengambilan data pretest lalu proses pembelajaran menggunakan buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability*, dan terakhir adalah pelaksanaan pengambilan data posttest, sedangkan dalam kelas kontrol hanya dilakukan pretest dan posttest saja, tanpa pemberian buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan analisis data dan pembahasan dalam penelitian pengembangan buku ajar berbasis *Science education for sustainability*, adalah sebagai berikut :

1. Buku ajar berbasis *science education for sustainability* yang dirancang dan dikembangkan dinyatakan layak untuk digunakan baik secara konten maupun konstruk yang dalam analisisnya mendapat skor presentase sebesar 82.33% dan dinyatakan valid dengan tambahan revisi di sebagian konstruknya.
2. Kepraktisan buku ajar berbasis *science education for sustainability* mendapatkan skor presentase sebesar 86% yang didapat berdasarkan respon positif peserta didik.
3. Efektifitas buku ajar berbasis *science education for sustainability* menggunakan 2 teknik analisis data dengan demikian efektifitas buku ajar ini dapat dilihat dari dua aspek : a) Buku ajar berbasis *science education for sustainability* dinyatakan dapat membantu siswa dalam meningkatkan sikap kepedulian lingkungan, hal ini dibuktikan dengan hasil perolehan uji Ngain pada kelas eksperimen sebesar 94.0413% yang masuk dalam kategori sangat efektif. b) Buku ajar berbasis *science education for sustainability* dinyatakan efektif dalam menumbuhkan dan meningkatkan sikap kepedulian lingkungan siswa, hal ini dibuktikan dengan perolehan hasil taraf signifikansi uji *paired T test* antara kelas eksperiment dan kelas kontrol sebesar $0.00 < 0.05$ sehingga dinyatakan efektif.

P O N O R O G O

B. Saran

Saran yang diberikan terkait pengembangan buku ajar berbasis *science education for sustainability* untuk menumbuhkan sikap kepedulian lingkungan siswa pada materi pencemaran lingkungan, yaitu ;

1. Saran Untuk Guru

- a) Buku ajar berbasis *science education for sustainability* disarankan digunakan oleh guru dan siswa sebagai alternatif bahan ajar yang mampu meningkatkan sikap kepedulian lingkungan siswa.
- b) Buku ajar berbasis *science education for sustainability* dapat dikembangkan lagi dengan mengkolaborasikan dengan materi lain yang memiliki karakteristik yang sama dengan materi pencemaran lingkungan.

2. Saran Untuk Penelitian Lanjutan

- a) Buku ajar berbasis *science education for sustainability* memerlukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut guna terbentuknya kesempurnaan pada buku ajar.
- b) Buku ajar berbasis *science education for sustainability* memerlukan uji penyebaran yang lebih luas (*disseminate*) untuk menyempurnakan tahapan penelitian sesuai prosedur pengembangan 4D.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, Ayu Rizki, Aminuddin Prahatama Putra, and Dharmono Dharmono. "Kepraktisan Media Pembelajaran Daya Antibakteri Ekstrak Buah Sawo Berbasis Macromedia Flash." *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains* 11, no. 1 (2020): 72. <https://doi.org/10.20527/quantum.v11i1.8204>.
- Arywiantari, Dadek, A A Gede Agung, and I Dewa Kade Tastra. "Pengembangan Multimedia Interaktif Model 4d Pada Pembelajaran Ipa Di Smp Negeri 3 Singaraja Jurusan Teknologi Pendidikan Universitas Pendidikan Ganesha," no. c (2015).
- Atikah Rahmah, Wirawan Fadly, Rahmi Faradisys Ekapy, Titah Sayekti, Ulinuha Nur Faizah. "Pengaruh Model Sains Teknologi Masyarakat Dan Pendekatan ESD Dalam Meningkatkan Kepedulian Lingkungan." *Jurnal Tadris IPA Indonesia* 1, no. 2 (2021): 148–18.
- Auliya, Liza, and N Lazim. "The Development Of Miss PPL (Advanced Microsoft Power Point) Learning Media At Elementary School" 4 (2020): 703–14. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/23736>.
- Damayanti, Elfana, and Universitas Gadjah Mada. "Modul Statistika Induktif Uji Dependent Sample T Test , Independent Sample T Test , Dan Uji Wilcoxon," 2019.
- Firman, Yosef, and Mikael Nardi. "Analisis Sikap Peduli Lingkungan Pada Siswa Kelas VI Sekolah Dasar Di Kota Ruteng" 9, no. 3 (2019): 259–66.
- Fitriah, Ida Romatul, and Edi Irawan. "Development of Electronic Teaching Materials Based on Smart Application Creator (Sac) To Improve Contextual Thinking Ability of Viii Junior High School Students on Vibration and Wave Materials." *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal* 2, no. 1 (2021): 105–16. <https://doi.org/10.21154/insecta.v2i1.2929>.
- Glasson, George E., Ndalapa Mhango, Absalom Phiri, and Marilyn Lanier.

“Sustainability Science Education in Africa: Negotiating Indigenous Ways of Living with Nature in the Third Space.” *International Journal of Science Education* 32, no. 1 (2010): 125–41. <https://doi.org/10.1080/09500690902981269>.

Hasslöf, Helen, Iann Lundegård, and Claes Malmberg. “Students’ Qualification in Environmental and Sustainability Education—Epistemic Gaps or Composites of Critical Thinking?” *International Journal of Science Education* 38, no. 2 (2016): 259–75. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1139756>.

Hyseni Spahiu, Mimoza, Bardha Korca, and Petra Lindemann-Matthies. “Environmental Education in High Schools in Kosovo-A Teachers’ Perspective.” *International Journal of Science Education* 36, no. 16 (2014): 2750–71. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.933366>.

Imi, Muhammad, and Hidayati Rofiah. “Integrasi Nilai Spiritual Melalui Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Dengan Bahan Ajar Brosur.” *Elementary* 5, no. 1 (2017): 132–45.

Kurniawan, Dian, and Sinta Verawati Dewi. “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Dengan Media Screencast- O-Matic Mata Kuliah Kalkulus 2 Menggunakan Model 4-D Thiagarajan” 3, no. 1 (2017).

Lestari, Yeni. “Penanaman Nilai Peduli Lingkungan Dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.” *Pendidikan Ke-SD-An* 4, no. 2 (2018): 332–37.

Lidwina, Indri Astuti, Purwanti. “Perilaku Peduli Lingkungan Dan Pengembangannya Pada Anak Usia 5-6 Tahun Di TK” 4, no. 1 (2016): 1–23.

Maulana. *Implementasi Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan Di Sekolah Dasar Negeri Tritih Wetan 05 Jeruklegi Cilacap*. Universitas Negeri Yogyakarta. Vol. 151, 2015.

Mustia Dewi Irfianti, Siti Khanafiyah, Budi Astuti. “Perkembangan Karakter Peduli Lingkungan Melalui Model Experiential Learning.” *UPEJ Unnes Physics Education Journal* 5, no. 3 (2016): 72–79.

<https://doi.org/10.15294/upej.v5i3.13768>.

Nazar. "Perencanaan Pembelajaran Kurikulum 2013." *Al - Azkiya : Jurnal Ilmiah Pendidikan MI/SD* 4, no. 2 (2019): 112–22.
<https://doi.org/10.32505/azkiya.v4i2.1191>.

Niasih, Anggi. "Muatan Karakter Peduli Lingkungan Dalam Buku Siswa Bahasa Indonesia Kelas X Disusunmuatan Karakter Peduli Lingkungan Dalam Buku Siswa Bahasa Indonesia Kelas X." *Anggi Niasih*. UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA, 2019.

Nurhayati, Ari. "Pengaruh Strategi Peta Konsep (Concept Mapping) Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa," 2010.

Nuryadi, Tutut Dewi Astuti, Endang Sri Utami, and M. Budiantara. *Buku Ajar Dasar-Dasar Statistik Penelitian*, 2017.

Puspitasari, Eka, Sumarmi, and Ach Amirudin. "Integrasi Berpikir Kritis Dan Peduli Lingkungan Melalui Pembelajaran Geografi Dalam Membentuk Karakter Peserta Didik SMA." *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan* 1, no. 2 (2016): 122–26.

"QS. Al- Baqarah [2] : 30," n.d.

Rahman, Melyda Agustini. "Pengembangan Buku Ajar Penulisan Artikele Jurnal Untuk Peningkatan Keruntutan Berpikir Dalam Berargumentasi Pada Mahasiswa Program Studi PBSI Program Magister Universitas Sanata Dharma Yogyakarta." Uniersitas Sanata Dharma Yogyakarta, 2018.

Rahmawati, Santi. "Pengembangan Buku Ajar Berbasis Karakter Materi Musim Hujan Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas 1 Sdn 02 Merjosari Malang." UIN Maulana Malik Ibrahim, 2015.

Revita, Rena, Jurusan Pendidikan Matematika, Universitas Islam, Negeri Sultan, Syarif Kasim, and Perangkat Pembelajaran Matematika. "Uji Kepraktisan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Penemuan Terbimbing Untuk

SMP” 2, no. 2 (2019): 148–54.

Rini, Dian Putri Yustika. “Pengaruh Penggunaan Gambar Ilustrasi Dalam Buku Teks Sekolah Terhadap Motivasi Belajar Siswa.” *Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 2018. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-59379-1%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-420070-8.00002-7%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.ab.2015.03.024%0Ahttps://doi.org/10.1080/07352689.2018.1441103%0Ahttp://www.chile.bmw-motorrad.cl/sync/showroom/lam/es/>.

Rockyane, Irania Suci, and Wahyu Sukartiningsih. “Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Adobe Flash Dalam Pembelajaran Menulis Cerita Siswa Kelas IV SD.” *Jurnal PGSD* 6, no. 5 (2018): 767–76. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/23736>.

Safillah, Iwan Wahyudu. “Menguji Hipotesis.” Palu, 2020.

Segara, Nuansa Bayu, Universitas Swadaya, Gunung Djati, and Kota Cirebon. “Education for Sustainable Development (ESD) Sebuah Upaya Mewujudkan Kelestarian Lingkungan” 2, no. 1 (2015): 22–30. <https://doi.org/10.15408/sd.v2i1.1349>.

Setina, Marmawi, R, M. Thamrin. “Peningkatan Perilaku Cinta Lingkungan Pada Anak Usia 5-6 Tahun Melawi.” *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Untan* 4, no. 5 (2015): 1–14.

Sholikah, Latifatus, and Faninda Novika Pertiwi. “Analysis of Science Literacy Ability of Junior High School Students Based on Programme for International Student Assesment (Pisa).” *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal* 2, no. 1 (2021): 95–104. <https://doi.org/10.21154/insecta.v2i1.2922>.

Suaedi, and Hammado Tantu. *Pembelajaran Pendidikan Lingkungan Hidup*. IPB Press, 2016.

Syamsi, Kastam, Esti Swatika Sari, and Setyawan Pujiono. "Pengembangan Model Buku Ajar Membaca Berdasarkan Pendekatan Proses Bagi Siswa Smp." *Jurnal Cakrawala Pendidikan* 5, no. 1 (2013): 82–90. <https://doi.org/10.21831/cp.v5i1.1262>.

Teni, and Agus Yudiyanto. "Pengaruh Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP Negeri 2 Kedokan Bunder Kabupaten Indramayu." *Jurnal Pendidikan Indonesia* 2, no. 1 (2021): 105–17. <https://doi.org/10.36418/japendi.v2i1.73>.

Widana, Wayan. *Uji Persyaratan Analisis*. Lumajang: Klik Media, 2020.

Yana, Syaifuddin, and Badaruddin. "Pengelolaan Limbah Plastik Sebagai Upaya Pengurangan Pencemaran Lingkungan Melalui Transformasi Yang Memiliki Nilai Tambah Ekonomi." *Serambi Engineering* 11, no. 4 (2017): 157–64.

Zahra, R. Ratika, Nofha Rina. "Pengaruh Celebrity Endorser Hamidah Rachmawati Terhadap Keputusan Pembelian Produk Online Shop Mayooutfit Di Kota Bandung." *Lontar* 6, no. 1 (2018): 43–57.





Lampiran 1. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA

FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN

INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI PONOROGO

Terakreditasi B sesuai SK BAN PT Nomor: 2619/SK/BAN-PT/Ak-SURV/PT/XI/2016

Alamat : Jl. Pramuka No.156 Po.Box. 116 Ponorogo 63471 Tlp. (0352) 481277 Fax. (0352) 461893

Website: www.iainponorogo.ac.id E-mail: www.info@iainponorogo.ac.id

Nomor : B- 106 /In.32.2/PP.00.9/02/2022 Ponorogo, 27012022 Januari 2022
 Lampiran : 1 (Satu) Eksemplar Proposal
 Perihal : PERMOHONAN IZIN UNTUK
PENELITIAN INDIVIDUAL

Kepada

Yth. Kepala MTsN 1 Ponorogo

Di

Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : **Brilliant Geraldama**
 N I M : **207180077**
 Semester : **VIII (Delapan)** Tahun Akademik : **2021/2022**
 Fakultas/ : **Tarbiyah dan Ilmu Keguruan / Tadris Ilmu Pengetahuan**
 Jurusan : **Alam**

dalam rangka menyelesaikan studi / penulisan skripsinya yang berjudul :

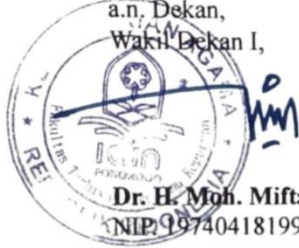
“ PENGEMBANGAN BUKU AJAR BERBASIS SCIENCE EDUCATION FOR SUSTAINABILITY UNTUK MENUMBUHKAN SIKAP KEPEDULIAN LINGKUNGAN SISWA DI MTsN 1 PONOROGO ”

Perlu mengadakan penelitian secara individual yang berlokasi di :

MTsN 1 Ponorogo

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, kami mohon dengan hormat kiranya Bapak/Ibu berkenan memberikan izin dan petunjuk / pengarahan guna kepentingan penelitian dimaksud. Demikian dan atas perkenan Bapak/Ibu kami sampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan,
 Wakil Dekan I,

Dr. H. Moh. Miftachul Choiri, M.A.
 NIP. 197404181999031002

Lampiran 2. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN PONOROGO
MADRASAH TSANAWIYAH NEGERI 1**

Jalan. Jendral Sudirman Nomor 24. a. Jetis Ponorogo 63473
Telepon (032) 311866; Faksimili (0352) 312260;
Website:www.mtsn1ponorogo.sch.id

SURAT KETERANGAN

No: 342 /Mts.13.02.01/TL.00/05/2022

Menindaklanjuti surat dari IAIN Ponorogo Nomor : B-0443/ln.32.2/PP.00.9/01/2022 Tanggal 27 Januari 2022 , perihal Permohonan Izin Untuk Penelitian Individual, maka Kepala Madrasah Tsanawiyah Negeri 1 Ponorogo memberikan keterangan kepada :

Nama : Brilliant Geraldama
Tempat tanggal lahir : Ponorogo, 24 Juni 1999
NPM/NIRM : 207180077
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan : Tadris Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : IAIN Ponorogo

Bahwa nama yang tersebut di atas benar-benar telah mengadakan Penelitian di MTsN 1 Ponorogo mulai pada tanggal 28 Maret s.d 22 April 2022 dengan Judul " Pengembangan Buku Ajar Berbasis Science Education For Sustainability untuk Menumbuhkan Sikap Kepedulian Lingkungan Siswa di MTsN 1 Ponorogo " dalam Rangka Penyelesaian tugas Skripsi pada IAIN Ponorogo

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

30 Mei 2022
Kepala

Nuurun Nahdiyyah, K.Y.

Lampiran 3. Surat Pernyataan Keaslian Tulisan

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Brilliant Gerakdatama
NIM : 207180077
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan : Tadris Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Pengembangan Buku Ajar Berbasis *Science Education for Sustainability*
Untuk Menumbuhkan Sikap Kepedulian Lingkungan di MTsN 1 Ponorogo

Dengan ini, menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan tulisan atau pemikiran orang lain yang saya aku sebagai hasil tulisan atau pemikiran saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Ponorogo, 27 Mei 2022
Yang membuat pernyataan



Brilliant Gerakdatama
20710077

Lampiran 4. Surat Pernyataan Telah Lulus Semua Mata Kuliah

SURAT PERNYATAAN TELAH LULUS SEMUA MATA KULIAH

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Brilliant Geraldutama

NIM : 207180077

Fakultas : Tarbiyah dan IlmuKeguruan

Program Studi : Tadris Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : **Pengembangan Buku Ajar Berbasis *Science Education for Sustainability* Untuk Meningkatkan Sikap Kepedulian Lingkungan Siswa Di MTsN 1 Ponorogo**


Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa saya telah menempuh dan telah dinyatakan lulus semua mata kuliah.

Demikian surat ini saya buat dengan penuh tanggung jawab. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Ponorogo, 30 Mei 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Tadris Ilmu Pengetahuan Alam



(Signature)
Dr. Wirawan Fadly, M.Pd.
NIP. 198707092015031009

Yang Membuat Pernyataan



(Signature)
Brilliant Geraldutama
NIM. 207180077

Lampiran 5. Biodata Penulis**RIWAYAT HIDUP**

Brilliant Geraldatama dilahirkan pada tanggal 24 Juni 1999 di Bungkal Ponorogo. Anak sulung dari 2 bersaudara Bapak Mujito dan Ibu Nur Yanti. Pendidikan Sekolah Dasar Ia tamatkan pada tahun 2012 di SDIT Qurrota A'yun Ponorogo. Pendidikan berikutnya diteruskan di SMP IT dan SMA IT Darut Taqwa Ponorogo dan ditamatkan pada tahun 2015 dan 2018. Setelah menempuh pendidikan sampai jenjang SMA Ia melanjutkan studi ke Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Ponorogo dengan mengambil jurusan Tadris Ilmu Pengetahuan Alam (Tadris IPA) sampai sekarang. Penulis dapat dihubungi melalui alamat email: brilliantgeralda@gmail.com, atau melalui nomor HP : 0856 5586 4518



Lampiran 6. Buku Ajar Berbasis *Science Education for Sustainability*



BUKU PEMBELAJARAN Ilmu Pengetahuan Alam

“Pencemaran Lingkungan”



Mari Cintai Bumi Kita

SMP/MTS
KELAS
VII
SEMESTER 2

Peta Konsep

Pencemaran Lingkungan

Definisi Pencemaran

Pencemaran Air

Faktor Pencemaran Air

Limbah Industri

Limbah Pertanian

Limbah Rumah Tangga

Pencemaran Udara

Faktor Pencemaran Udara

Aktivitas Alam

Aktivitas Manusia

Pencemaran Tanah

Limbah Domestik

Limbah Industri

Limbah Pertanian

IAIN
P O N O R O G O

ANALISIS PROGRAM PENGAJARAN

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
<p>3.8. Menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem.</p>	<p>3.8.11. Menjelaskan pengertian Pencemaran Lingkungan. 3.8.12. Menjelaskan macam- macam Pencemaran Lingkungan. 3.8.13. Menjelaskan pengertian pencemaran air. 3.8.14. Membuat gagasan tertulis tentang bagaimana mengatasi dan mengurangi pencemaran air 3.8.15. Menjelaskan pengertian pencemaran udara. 3.8.16. Menyebutkan faktor-faktor penyebab pencemaran udara. 3.8.17. Menjelaskan dampak pencemaran udara. 3.8.18. Menjelaskan pengertian pencemaran tanah. 3.8.19. Menjelaskan dampak pencemaran tanah. 3.8.20. Membuat gagasan tertulis tentang bagaimana mengurangi dampak pencemaran tanah.</p>
<p>4.8. Membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan.</p>	<p>4.8.2. Membuat laporan tentang penyelesaian masalah pencemaran yang terjadi di lingkungan sekitar</p>

Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti proses pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat :

1. Menjelaskan pengertian Pencemaran Lingkungan.
2. Menjelaskan macam- macam Pencemaran Lingkungan.
3. Menjelaskan pengertian pencemaran air.
4. Menjelaskan pengertian pencemaran udara.
5. Menjelaskan dampak pencemaran udara.
6. Menjelaskan pengertian pencemaran tanah.
7. Menjelaskan dampak pencemaran tanah.

DAFTAR ISI

PETA KONSEP	i
TUJUAN PEMBELAJARAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
A. Definisi Pencemaran.....	4
B. Pencemaran Air.....	5
1. Faktor Terjadinya Pencemaran Air	6
a. Limbah Industri/Pabrik.....	6
b. Limbah Rumah Tangga.....	7
c. Limbah Pertanian	8
2. Dampak Pencemaran Air	8
a. Gangguan Kesehatan.....	9
b. Mengganggu Pemandangan.....	11
B. Pencemaran Udara	12
1. Macam-macam Pencemaran Udara	13
a. Pencemaran udara primer.....	13
b. Pencemaran udara sekunder	13
2. Faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan.....	13
a. Aktivitas alam.....	13
b. Aktivitas manusia.....	13
3. Dampak Pencemaran Udara	14
a. Kesehatan manusia.....	14
b. Kesehatan <i>fauna</i> (Hewan).....	14
c. Kesehatan <i>Flora</i> (tumbuhan)	15
d. Efek rumah kaca (Pemanasan global).....	15
e. Terkikisnya lapisan ozon.....	16
C. Pencemaran Tanah.....	19
1. Faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan.....	19
a. Limbah rumah tangga.....	19
b. Limbah industri.....	20
c. Limbah pertanian	20
2. Dampak pencemaran tanah.....	21



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan buku ajar dengan tema keedulian lingkungan tanpa ada kendala yang berarti. Bahan ajar ini kami selesaikan tentunya tidak lepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Kami selaku penyusun bahan ajar menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat :

Orang tua tercinta yang memberikan semangat yang tidak ternilai selama pengerjaan buku ajar , Pembimbing yang senantiasa memberikan masukan-masukan positif, Para validator yang telah memberikan waktunya untuk memvalidasi buku ini, serta teman-teman yang senantiasa menemani dan berbagi semangat.

Akhirnya, semoga buku ajar berbasis *Science Education for Sustainability* ini bermanfaat bagi pembaca secara umum dan khususnya bagi penyusun sendiri. Kami selaku penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan buku ajar ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu kritik dan saran sangat kami harapkan demi kesempurnaan kedepannya.

Penulis

IAIN
P O N O R O G O

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Waktu yang terus berjalan membawa manusia pada perkembangannya, dalam perkembangannya manusia senantiasa membawa ilmu yang turun temurun terus bersambung hingga masa kini dan terus berkembang, alam yang beribu-ribu tahun lalu masih asli dengan pertumbuhan dan perkembangannya, kini mulai dieksploitasi besar-besaran berbekal ilmu oleh manusia guna mencukupi kebutuhan hidup manusia. Dalam pengeksploitasi atau pemanfaatan alam manusia mulai mendirikan pabrik-pabrik untuk mengolah sumber daya alam yang ada, dalam proses pemanfaatan yang menjadikan pabrik sebagai perantaranya maka akan menghasilkan limbah-limbah. Dari limbah-limbah tersebut jika tidak diolah lagi dan langsung dibuang begitu saja, maka limbah tersebut akan mencemari lingkungan yang ditinggali manusia, sedangkan Faktor lingkungan sangat mempengaruhi kualitas hidup manusia.⁶¹

Ayo Kita Pelajari

- Pencemaran Air
- Pencemaran Udara
- Pencemaran Tanah

Catatan Peduli Lingkungan

Sumber daya alam yang sepanjang tahun dimanfaatkan maka lama kelamaan akan punah, jika tidak diimbangi dengan pemeliharannya, contohnya adalah perusahaan yang bergerak di bidang meubel yang memanfaatkan kayu sebagai bahan pokoknya maka perusahaan tersebut juga harus ikut andil dalam penanaman kembali pohon-pohon untuk menggantikan pohon yang telah dimanfaatkan. sebagai siswa tentu harus memulai mencintai lingkungan agar lingkungan kita tetap terjaga, jadi mari memulai dari langkah kecil, seperti membuang sampah pada tempatnya dan mulai memisahkan antara sampah organik dan non organik.

⁶¹ Yosef Firman and Mikael Nardi, "Analisis Sikap Peduli Lingkungan Pada Siswa Kelas VI Sekolah Dasar Di Kota Ruteng" 9, no. 3 (2019):259-66.



MENCARI PERBEDAAN



Sumber : <https://www.merdeka.com>, <https://www.solusiibuattack.com>

Apa yang dapat kalian simpulkan dari gambar tersebut? pada konten di atas sudah ditampilkan berupa lingkungan yang tercemar, ada pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara, dan gambar paling akhir mempresentasikan suatu lingkungan yang sehat dan bebas dari pencemaran. Jika harus memilih lingkungan mana yang akan anda tinggali? tentu gambar terakhir yang mempresentasikan gambar dengan lingkungan yang sehat. Lantas apa yang harus kita lakukan sebagai manusia agar lingkungan yang kita tinggali terbebas dari pencemaran?

Jenis perbuatan gambar 1 :
Dampak bagi lingkungan :

Jenis perbuatan gambar 2 :
Dampak bagi lingkungan :

AYO MENGAMATI



Sumber :
<https://www.99.co>
<https://www.quipper.com>
<https://www.liputan6.com>
<https://dlh.bulelengkab.go.id>

Apa yang dapat kalian simpulkan dari gambar tersebut? pada konten di atas sudah ditampilkan berupa lingkungan yang tercemar, ada pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara, dan gambar paling akhir mempresentasikan suatu lingkungan yang sehat dan bebas dari pencemaran. Jika harus memilih lingkungan mana yang akan anda tinggali? tentu gambar terakhir yang mempresentasikan gambar dengan lingkungan yang sehat. Lantas apa yang harus kita lakukan sebagai manusia agar lingkungan yang kita tinggali terbebas dari pencemaran?

Segala yang ada di muka bumi ini pasti memiliki usia dan semua pasti akan menua seiring bertambahnya usia, bumi yang kita tinggali pun pasti juga bertambah tua, namun bertambahnya usia bumi bukan menjadi faktor utama terjadi kerusakan di bumi, akan tetapi ulah manusia yang justru menjadi faktor utama dalam rusaknya bumi atau lingkungan yang kita tinggali, manusia mengeksploitasi sumber daya alam semau mereka, dan juga tidak bertanggung jawab atas kebersihan lingkungannya.⁶²

Sebagai peajar marilah kita mempelajari apa saja sebab yang menjadi faktor utama rusaknya alam yang kita tinggali, salah satu faktor tersebut adalah pencemaran lingkungan.

⁶² Watsiqotul dkk, "Peran Manusia Sebagai Khalifah Allah Di Muka Bumi Perspektif Ekologis Dalam Ajaran Islam," *Jurnal Penelitian* 12, no. 2 (2018): 355–78, <https://journal.iainkudus.ac.id/index.php/jurnalPenelitian/article/view/3523/pdf>.

A. Definisi Pencemaran

Tahukah kamu? pencemaran lingkungan terjadi karena banyak sekali faktor, tetapi jika ditarik mundur kebelakang maka sikap dan pemahaman manusia tentang kepedulian lingkungan yang perlu dibenahi, salah satu contohnya adalah manusia yang berbekalkan ilmu pengetahuan mulai mendirikan pabrik untuk memanfaatkan sumber daya alam yang ada, dengan berdirinya pabrik-pabrik maka juga akan memunculkan limbah sisa produksi, lalu limbah ini dibuang begitu saja ke lingkungan sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan di sekitar pabrik, hal tersebut terjadi karena kurangnya pemahaman tentang kepedulian lingkungan dan kurangnya rasa cinta terhadap lingkungan.

Pencemaran atau juga sering disebut sebagai polusi adalah suatu kondisi yang telah mengalami perubahan dari kondisi sebelumnya, perubahan tersebut berubah menjadi kondisi yang lebih buruk, hal tersebut terjadi karena masuknya zat-zat pencemar atau bisa juga disebut polutan. Polutan yang telah mencemari suatu zat akan membawa sifat racun yang dapat membahayakan organisme hidup termasuk manusia, sehingga jika polutan tersebut melebihi ambang batas maka akan terjadi pencemaran lingkungan⁶³.



Gambar 0.1 Pencemaran akibat limbah pabrik
Sumber : <https://batamos.co.id>

Selain dampak yang terjadi karena ulah manusia ada juga faktor pencemaran lingkungan yang terjadi karena proses alam, salah satunya adalah

Gambar 0.2 Erupsi gunung meletus
Sumber : <https://www.merdeka.com>



bencana alam gunung meletus yang dapat mencemari udara, air, dan tanah secara sekaligus. Abu vulkanik yang menyembur keluar secara dahsyat dari dalam perut bumi berdampak buruk bagi lingkungan dan organisme hidup di sekitarnya, termasuk manusia. Komposisi kimia yang terkandung dalam abu vulkanik yang bersifat asam akan

⁶³ Widyawati Ainuddin, "Studi Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) Di Perairan Sungai Tabobo Kecamatan Malifut Kabupaten Halmahera Utara," *Ecosystem* 17, no. 1 (2017): 653–59, [https://doi.org/10.1016/0584-8539\(93\)80147-3](https://doi.org/10.1016/0584-8539(93)80147-3).

berdampak mematikan jika dihirup manusia sehingga sangat fatal akibatnya jika mencemari udara sekitar, dan abu vulkanik yang jatuh ke air dapat mengkontaminasi air sehingga abu vulkanik yang bersifat asam dapat menurunkan pH air sehingga air juga bersifat asam dan membunuh organisme di dalamnya, organisme yang hidup di daratan juga banyak mengalami gangguan akibat abu vulkanik yang jatuh ke tanah mencemari daratan secara drastis⁶⁴.

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa pencemaran lingkungan dapat diakibatkan oleh dua faktor, yaitu faktor ulah manusia dan juga faktor alam, faktor alam yang ada di luar kehendak manusia mungkin tidak dapat dihindarkan, namun faktor yang terjadi karena ulah manusia dapat dihindarkan secara bertahap dengan cara menanamkan sikap kepedulian dan rasa cinta lingkungan bagi seluruh manusia.



Gambar 0.3 Ilustrasi cinta lingkungan
Sumber : Dokumentasi pribadi

B. Pencemaran Air

Air menjadi kebutuhan seluruh makhluk hidup dalam setiap harinya termasuk manusia, kita sebagai manusia memanfaatkan air untuk kebutuhan hidup kita dalam kehidupan sehari-hari seperti mandi, minum, memasak, mencuci, dan banyak lagi kegiatan kita yang menggunakan air sebagai pemeran utamanya.

Air yang kita gunakan setiap hari tentu memiliki kualitas yang baik agar memberikan manfaat secara utuh untuk kita, apa jadinya jika kita mencuci menggunakan air yang yang bercampur tanah? Tentu barang yang kita cuci tidak bersih dan bahkan bisa jadi dapat bertambah kotor.

Air yang di dalamnya terkandung kotoran yang mengubah bau serta warnanya dapat



Gambar 0.4 Air yang tercemar
Sumber : <https://sumatra.bisnis.com>

⁶⁴ Anih Sri Suryani, "Dampak Negatif Abu Vulkanik Terhadap Lingkungan Dan Kesehatan," *P3DI Setjen DPR RI* 06, no. 04 (2014): 9–12, berkas.dpr.go.id/.../Info_Singkat-VI-4-II-P3DI-Februari-2014-67.pdf.

Pengelola pabrik harus lebih bijak dalam menangani limbah hasil sisa produksi dari pabrik mereka, pengolahan limbah harus diterapkan sebelum limbah dibuang ke aliran sungai sehingga limbah yang dibuang tidak mencemari aliran-aliran air di lingkungan sekitar pabrik, sehingga masyarakat yang hidup di lingkungan sekitaran pabrik tidak mendapat dampak buruk dari pabrik yang beroperasi.



Gambar 0.5 Proses pengolahan limbah cair
Sumber : <https://fst.unair.ac.id>

b. Limbah Rumah Tangga

Sebagai seorang pelajar sudahkah kamu mengamati kegiatan-kegiatan di sekelilingmu? Lingkungan terdekatmu tentu ada di dalam rumah atau lingkungan rumah, sudahkah kamu memperhatikan kegiatan-kegiatan di lingkungan terdekatmu tersebut? Dalam lingkungan terdekatmu tersebut sudah menjadi hal yang sangat lumrah jika dalam proses kegiatannya meninggalkan limbah, limbah tersebut disebut limbah rumah tangga, contoh terdekatnya adalah tempat sampah di rumah mu, tempat sampah tersebut adalah tempat sementara untuk menampung limbah yang ada di rumah mu⁶⁷.

Limbah rumah tangga tidak hanya ada di lingkungan rumah tangga, melainkan juga di lingkungan pasar, tempat makan, sekolahan, hotel, dan lain-lain. Dari tempat-tempat tersebut maka pasti akan meninggalkan limbah rumah tangga yang bersifat organik maupun anorganik. Limah organik rumah tangga bisa berupa sayuran, makanan-makanan sisa, kulit buah yang masih bisa dicerna oleh organisme penghancur, tetapi jika limbah organik rumah tangga ini secara terus menerus dibuang ke sungai dan menumpuk maka akan menimbulkan bau busuk dan menjadi sarang penyakit. Sedangkan limbah anorganik rumah tangga bisa berupa pecahan kaca, besi rongsokan, dan lain-lain yang jika dibuang ke sungai akan menghambat aliran air yang kemudian juga dapat mencemari air dan menjadi sarang penyakit.

⁶⁷ Idrus.

Sebagai generasi muda, tentu harus paham akan hal ini, sebagai manusia kamu pasti mengeluarkan atau memproduksi limbah atau lebih tepatnya disebut limbah rumah tangga yang didominasi oleh sampah plastik. Sehingga kamu harus menjadi agen kepedulian lingkungan dengan membuang sampah ke tempatnya dan mengingatkan manusia lain untuk tidak membuang sampah ke sungai.



Gambar 0.6 Limbah rumah tangga yang menumpuk di sungai

Sumber : <https://www.suarapemredkalbar.com>

c. Limbah Pertanian

Penggunaan pupuk kimia dan pestisida kimia secara terus menerus oleh petani menjadi cara bagi mereka untuk menjaga dan menstimulasi tanamannya agar tumbuh dan berkembang dengan baik. Namun di lain sisi petani juga membahayakan organisme lain yang hidup di sekitar sawah atau perkebunannya, terkhusus ekosistem air di sekitarnya. Limbah pertanian biasanya langsung dibuang ke saluran air tanpa ada pengolahan khusus. Limbah sisa pertanian yang mengandung nutrisi bagi ganggang air sehingga ganggang air akan mengalami pertumbuhan yang sangat pesat sehingga menciptakan ganggang dengan over populasi yang dapat menutupi permukaan air dan mengganggu ekosistem air di dalamnya⁶⁸.



Gambar 0.7 Over populasi ganggang air akibat limbah pertanian

Sumber : <https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id>

Dalam permasalahan tersebut petani seharusnya harus bisa lebih bijak lagi dalam penggunaan pupuk, sehingga jika petani mengalami kesulitan dalam mengolah limbah pertanian, maka langkah yang tepat adalah meminimalisir penggunaan pupuk kimia dan mulai menggunakan pupuk organik yang mempunyai sifat terikat pada tanah dan memiliki efek yang lambat, sehingga lebih ramah lingkungan, dan tidak mengakibatkan over populasi pada ganggang air.

2. Dampak Pencemaran Air

Pesatnya perkembangannya dan pembangunan yang terus digencarkan setiap tahunnya, berbanding lurus dengan resiko yang harus ditanggung, yaitu munculnya pencemaran yang merusak lingkungan hidup. Rusaknya lingkungan hidup tentu

⁶⁸ Idrus.

membuat keberlangsungan roda ekosistem menjadi terganggu dan kurang berfungsi sesuai peruntukannya⁶⁹.

Kerusakan lingkungan akibat pencemaran air mempengaruhi turunnya kualitas air sebagai akibat dari pencemaran air, dari kegiatan membuang sampah ke saluran-saluran air. Air sebagai komponen vital dalam kehidupan seharusnya dapat digunakan secara bijak untuk seluruh makhluk hidup, pencemaran air yang terus terjadi mengakibatkan terganggunya lingkungan baik komponen biotik, abiotik dan lingkungan sosial.

Pencemaran air yang merusak kualitas lingkungan memberikan dampak langsung bagi keberlangsungan hidup manusia, pencemaran air yang terjadi tentu memberikan efek yang negatif bagi ekosistem, berikut dampak yang akan diterima oleh ekosistem jika pencemaran air terjadi :

a. Gangguan Kesehatan

Air limbah yang mengkontaminasi sumber air yang digunakan oleh manusia tentu akan mengakibatkan dampak buruk bagi manusia, khususnya dalam aspek kesehatan. Manusia akan menanggung beban penyakit yang tentu akan menurunkan kualitas hidupnya, hewan dan tumbuhan yang hidup di dalam air juga akan mengalami penurunan kualitas hidup, semingka jika ada ikan yang hidup di air tercemar dan ikan tersebut dimakan oleh manusia tentu ikan tersebut membawa polutan seperti logam berat, bakteri dan virus yang akan berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia⁷⁰. Berikut bakteri, virus dan organisme lain yang berpotensi terkandung dalam air yang tercemar :

Tabel 0.1 Jenis penyakit akibat pencemaran air
Sumber : Kesehatan Lingkungan, 2005

No.	Penyebab	Penyakit
1.	Virus <ul style="list-style-type: none">• <i>Rota virus</i>• <i>Virus hepatitis A</i>• <i>Virus poliomyelitis</i>	Diare pada anak Hepatitis A Poliomyelitis
2	Bakteri	

⁶⁹ Dinarjati Eka Puspitasari et al., "Dampak Pencemaran Air Terhadap Kesehatan Lingkungan Dalam Perspektif Hukum Lingkungan (Studi Kasus Sungai Code Di Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan Dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta)," *Mimbar Hukum* 21, no. 1 (2009): 23–34, <https://doi.org/10.22146/jmh.16254>.

⁷⁰ Puspitasari et al.

No.	Penyebab	Penyakit
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Vibrio cholerae</i> • <i>E.coli</i> • <i>Salmonella cyphi</i> • <i>Salmonella paratyphi</i> • <i>Shigella dysenteriae</i> 	Kolera Diare atau disentri Tifus abdominale Paratifus Disentri
3	Protozoa <ul style="list-style-type: none"> • <i>Entamoeba histolytica</i> • <i>Balantidia coli</i> • <i>Giardia lamblia</i> 	Disentri amoeba Balantidiasis Giardiasis
4	Metazoa <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ascaris lumbricoides</i> • <i>Clonorchis sinensis</i> • <i>Diphyllobothrium latum</i> • <i>Taenia saganita/solium</i> • <i>Schistosoma</i> 	Ascariasis Clonorchiasis Dyphylobothriasis Taeniasis Schitosomiasis



 IAIN

 P O N O R O G O

b. Mengganggu Pemandangan



Butir Islami

تلك حدود الله ومن يطع الله ورسوله يدخله جنات تجري من تحتها الأنهار خالدين فيها وذلك الفوز العظيم

13. Itulah batas-batas (hukum) Allah. Barangsiapa taat kepada Allah dan Rasul-Nya, Dia akan memasukkannya ke dalam surga-surga yang mengalir di bawahnya sungai-sungai, mereka kekal di dalamnya. Dan itulah kemenangan yang agung. QS. An-Nisa 13.

Setelah menyimak ayat dari surat An-Nisa ayat 13 tersebut, apa yang dapat kamu simpulkan? Dalam ayat Al-Quran tersebut membicarakan tentang janji Allah yang pasti akan terwujud dengan janji yang berisi gambaran tentang keindahan surga, yang di dalam surga tersebut terdapat sungai-sungai yang mengalir indah di bawahnya. Lantas apa yang tergambar di benak mu jika sedang membicarakan sungai-sungai yang ada di kota-kota besar yang seringkali masuk ke dalam media sosial dan disorot televisi tentang kekumuhannya? tentu gambaran tersebut berbanding terbalik dengan keindahan sungai-sungai yang ada di surga.

Sungai adalah salah satu tempat di bumi yang ada di surga, lantas jika pencemaran air terjadi di sungai-sungai yang ada di bumi bukankah itu akan mengotori pemandangan yang ada di bumi? tentu demikian. Oleh karena itu mari kita jaga sungai-sungai yang ada di bumi agar pemandangan yang ada di bumi senantiasa indah, dengan tidak membuang sampah ke sungai yang dapat mencemari air yang ada di sungai.

IQAIN
P O N O R O G O



B. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi atau komponen lain ke dalam udara oleh kegiatan manusia, sehingga melampaui baku mutu udara yang telah ditetapkan. Sumber pencemaran udara dapat dibagi menjadi 3 yaitu: (1) sumber perkotaan dan industri; (2) sumber pedesaan/pertanian; (3) sumber alami.

Sumber perkotaan dan industri ini berasal dari kemajuan teknologi yang mengakibatkan banyaknya pabrik-pabrik industri, pembangkit listrik dan kendaraan bermotor. Sumber pencemaran udara untuk wilayah pedesaan/pertanian yaitu dengan penggunaan pestisida sebagai zat senyawa kimia (zat pengatur tumbuh dan perangsang tumbuh), virus dan zat lain-lain yang digunakan untuk melakukan perlindungan tanaman atau bagian tanaman. Sedangkan sumber alami berasal dari alam seperti abu yang dikeluarkan akibat gunung berapi, gas-gas vulkanik, debu yang bertiupan akibat



Gambar 0.8 Pencemaran udara
 Sumber : <https://kesehatan.kontan.co.id>

P O N O R O G O

tiupan angin, bau yang tidak enak akibat proses pembusukan sampah organik dan lainnya⁷¹.

1. Macam-macam Pencemaran Udara

a. Pencemaran udara primer

Pencemaran udara ini disebabkan langsung dari sumber pencemar. Contohnya peningkatan kadar karbon dioksida yang disebabkan oleh aktivitas pembakaran oleh manusia⁷².

b. Pencemaran udara sekunder

Berbeda dengan pencemaran udara primer, pencemaran udara sekunder terjadi disebabkan oleh reaksi antara substansi-substansi pencemar udara primer yang terjadi di atmosfer. Misalnya, pembentukan ozon yang terjadi dari reaksi kimia partikel-partikel yang mengandung oksigen di udara⁷³.

2. Faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan

Beberapa kegiatan baik dari alam ataupun manusia menghasilkan senyawa-senyawa gas yang membuat udara tercemar. Berikut ini adalah penyebab pencemaran udara⁷⁴.

a. Aktivitas alam

Aktivitas alam dapat menimbulkan pencemaran udara di atmosfer. Kotoran-kotoran yang dihasilkan oleh hewan ternak mengandung senyawa metana yang dapat meningkatkan suhu bumi dan akibatnya terjadi pemanasan global. Proses yang serupa terjadi pada siklus nitrogen di atmosfer⁷⁵.

b. Aktivitas manusia

Kegiatan-kegiatan manusia kini kian tak terkendali, kemajuan industri dan teknologi membawa sisi negatif bagi lingkungan. Mengapa? Karena tidak ditangani

⁷¹ Jainal Abidin and Ferawati Artauli Hasibuan, "Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Baha ya Dari Polusi Udara," *Prosiding SNFUR-4*, 2019, 1–7.

⁷² Siti Nurul Hidayati Wahono Widodo, Fida Rachmadiarti, *Ilmu Pengetahuan Alam Semester 2, Pusat Kurikulum Dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud*, vol. 53, 2016.

⁷³ Wahono Widodo, Fida Rachmadiarti.

⁷⁴ Wahono Widodo, Fida Rachmadiarti.

⁷⁵ Wahono Widodo, Fida Rachmadiarti.

dengan baik. Berikut ini merupakan pencemaran yang diakibatkan oleh aktivitas manusia⁷⁶.

- 1) Pembakaran sampah.
- 2) Asap-asap industri.
- 3) Asap kendaraan.
- 4) Asap rokok.
- 5) Senyawa-kimia buangan seperti CFC, dan lain-lain.

3. Dampak Pencemaran Udara

Pencemaran udara mengakibatkan dampak yang buruk bagi kehidupan di bumi dan sangat merugikan keberlangsungan ekosistem yang berlangsung di bumi. Secara garis besar dampak tersebut meliputi terganggunya kesehatan manusia dan makhluk hidup lain, munculnya efek rumah kaca, dan terkikisnya lapisan ozon.

a. Kesehatan manusia

Udara yang tercemar membawa dampak buruk bagi kehidupan manusia, jika berada dalam kawasan dengan udara yang tercemar maka dampak singkatnya adalah iritasi saluran pernapasan, dan juga penglihatan, dan jika terlalu lama berada dalam kawasan dengan udara yang tercemar dan minim oksigen, maka akan membawa dampak lebih buruk lagi, yaitu munculnya sel kanker dalam paru-paru yang dapat menyebabkan kematian⁷⁷.

Jika ditarik dalam garis kehidupan, maka manusia akan senantiasa bekerja dan belajar untuk meningkatkan kualitas hidupnya, namun jika terjadi gangguan seperti pencemaran udara, maka hal tersebut akan mengganggu proses manusia dalam memeraiki taraf hidupnya, sehingga akan muncul permasalahan perekonomian dalam kehidupan sosial.

b. Kesehatan fauna (Hewan)

Dampak negatif zat-zat pencemar udara terhadap fauna (hewan) tidak berbeda jauh dengan dampak-dampak lain terhadap manusia. Dampak terhadap hewan dapat terjadi secara langsung dan tidak langsung, secara langsung terjadi bila ada interaksi melalui sistem pernafasan sebagaimana terjadi pada manusia. Dampak tidak langsung terjadi melalui suatu perantara, baik tumbuhan atau perairan yang berfungsi sebagai bahan makanan hewan⁷⁸.

⁷⁶ Wahono Widodo, Fida Rachmadiarti.

⁷⁷ Afif Budiyo, "Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan," *Dirgantara* 2, no. 1 (2001): 21–27.

⁷⁸ Budiyo.

c. Kesehatan Flora (tumbuhan)

Tumbuh-tumbuhan memiliki reaksi yang besar dalam menerima pengaruh perubahan atau gangguan akibat polusi udara dan perubahan lingkungan. Hal ini terjadi karena banyak faktor yang berpengaruh, diantaranya spesies tanaman, umur, keseimbangan nutrisi, kondisi tanaman, temperatur, kelembaban dan peninaran.

Beberapa contoh kerusakan yang terjadi pada tumbuhan yang terdampak pencemaran udara adalah terjadinya penurunan tingkatan kandungan enzim, gangguan pada respon fisiologis adalah perubahan pada sistem fotosintesis, sedang gangguan yang nampak secara visual adalah chlorosis (perusakan zat hijau daun/menguning), *Flecking* (daun bintik-bintik), Reduced crop yield (penurunan hasil panen)⁷⁹.



Gambar 0.9 Fleckin (Bintik Hitam) pada daun
Sumber : <https://www.kompas.com>

d. Efek rumah kaca (Pemanasan global)

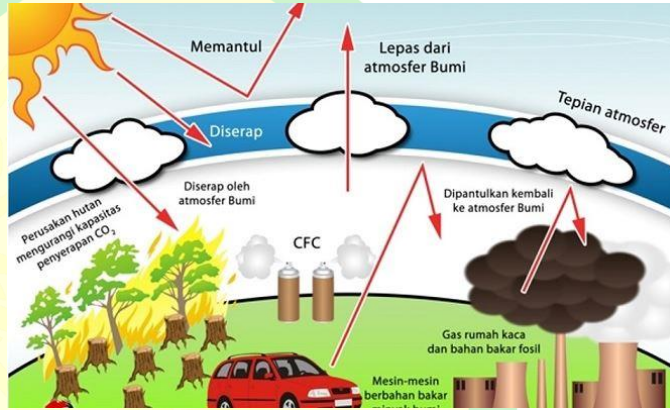
Efek rumah kaca disebabkan karena naiknya konsentrasi gas Karbondioksida (CO_2) dan gas-gas lainnya di atmosfer. Kenaikan konsentrasi gas CO_2 ini terjadi akibat kenaikan pembakaran bahan bakar minyak (BBM), batu bara, dan bahan bakar organik lainnya yang melampaui kemampuan tumbuhan-tumbuhan dan laut untuk mengabsorsinya.

Bahan-bahan di permukaan bumi yang berperan aktif untuk mengabsorsi hasil pembakaran tadi ialah tumbuh-tumbuhan, hutan, dan laut. Jadi bisa dimengerti bila hutan semakin gundul, pembakaran bahan bakar minyak dan penyebab lain yang berperan dalam menambah atau memunculkan gas CO_2 , maka panas di bumi akan semakin naik.

IAIN
PONOROGO

⁷⁹ Budiyo.

Energi yang diabsorpsi dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi infra merah oleh awan dan permukaan bumi. Hanya saja sebagian sinar inframerah tersebut tertahan oleh awan, gas CO_2 , dan gas lainnya sehingga terpantul kembali ke permukaan bumi. Dengan meningkatnya konsentrasi gas CO_2 dan gas-gas lain di atmosfer maka semakin banyak pula gelombang panas yang dipantulkan bumi dan diserap atmosfer. Dengan perkataan lain semakin banyak jumlah gas rumah kaca yang berada di atmosfer, maka semakin banyak pula panas matahari yang terperangkap di permukaan bumi. Akibatnya suhu permukaan bumi akan naik. Sudah disebutkan di atas bahwa efek rumah kaca terjadi karena emisi gas rumah kaca⁸⁰.



Gambar 10 Ilustrasi efek rumah kaca
Sumber : <https://www.berwirausaha.net>

e. Terkikisnya lapisan ozon

Peranan penting ozon adalah menyerap dan mengendalikan sinar ultraviolet dari radiasi matahari. Maka keberadaan ozon perlu dievaluasi untuk usaha preventif dari kerusakan akibat penggunaan senyawa perusak lapisan ozon, yaitu CFC (Chlorofluorocarbon). Senyawa ini secara luas digunakan sebagai cairan pendingin (refrigerant) pada freezer, lemari es, AC ruangan, dan mesin pendingin lainnya, kaleng semprot untuk pengharum ruangan, dan penyemprot rambut atau parfum⁸¹.

CFC tidak terbentuk secara alami dan hanya ada dalam jumlah kecil di atmosfer, namun mereka memiliki sekitar 10.000 kali "efek rumah kaca" dibandingkan dengan karbon dioksida (CO_2)⁸².

Penipisan lapisan ozon di stratosfer akibat kerusakan ozon oleh gas CO_2 dan CFC yang berlebihan akibat aktivitas manusia menimbulkan dampak negatif bagi kelangsungan hidup organisme di bumi. Pengaruh penipisan ozon menimbulkan intensitas sinar ultraviolet dari radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi menjadi lebih besar. Bila intensitas sinar ultraviolet di permukaan bumi menjadi lebih besar dapat menimbulkan penyakit pada manusia dan hewan

⁸⁰ Riza Pratama, "Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi," *Riza Pratama* 14, no. 2 (2019): 120–26.

⁸¹ Widowati and Sutoyo, "Upaya Mengurangi Penipisan Lapisan Ozon," *Buana Sains* 9, no. 2 (2009): 141–46, <https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/buanasains/article/viewFile/234/235>.

⁸² Widowati and Sutoyo.

serta mengganggu metabolisme tumbuhan. Kerusakan tanaman, terutama daun menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis yang berdampak pada pertumbuhan dan hasil tanaman.



Mari bersama dalam mengurangi polusi udara, yang memiliki dampak global berupa pemanasan global dan penipisan lapisan ozon!!!

Langkah yang dapat ditempuh :

1. Menghemat Energi
2. Menggunakan Transportasi Umum
3. Reduce, Reuse, Recycle
4. Menanam Pohon
5. Mengurangi Penggunaan Peralatan yang Mengandung CFC



Bumi yang kita tinggali adalah satu-satunya rumah kita, yang memiliki sistem yang sangat kompleks yang berjalan di dalamnya, kita sebagai manusia yaitu, satu-satunya makhluk yang dapat berpikir dan dapat menentukan mana yang lebih baik dan mana yang buruk, tetapi malah karena ulah manusia bumi ini perlahan rusak dengan pasti. Pencemaran udara yang kerap terjadi diakibatkan oleh pembukaan lahan dengan membakar hutan menjadi masalah yang sangat serius, ditambah dengan banyaknya produksi gas CO^2 dan CFC yang terperangkap di atmosfer memicu pemanasan global dan terkikisnya lapisan ozon.

Sebagai generasi penerus maka wajib untuk memiliki sikap kepedulian lingkungan yang berkelanjutan, sehingga dapat menciptakan teknologi-teknologi yang lebih ramah lingkungan, dengan begitu maka kualitas hidup manusia dapat meningkat dan bumi tidak mengalami kerusakan yang berkelanjutan.

IAIN
P O N O R O G O

Mari Menghias Kelas!

Lingkungan adalah segala sesuatu yang ada di sekitar manusia yang mempengaruhi perkembangan kehidupan manusia baik secara langsung maupun tak langsung. Mencintai Lingkungan adalah cara manusia dalam menjaga dan memelihara lingkungan sekitarnya agar dapat bermanfaat bagi makhluk hidup dan kelangsungan hidup.

Dengan demikian mari menghias dan merawat tanaman di kelas kita!!

Siapkanlah botol kaca dengan tinggi antara 10-15 Cm



1



Bambu Air



Sirih Gading



Lili Paris

2

Langkah kerja :

- Isilah botol dengan air kira-kira setengah penuh.
- Tanamlah tumbuhan yang telah disiapkan ke dalam botol yang telah diisi air.
- tanaman dengan media air siap untuk dijadikan hiasan di kelas

Pilihlah lalu siapkanlah salah satu jenis tanaman tersebut



3

Rangkailah hingga menyerupai gambar tersebut, lalu rawatlah mereka setiap hari, seperti yang telah diinstruksikan oleh gurumu :D

C. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah adalah keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan mengubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial, penggunaan pestisida, produk sampah berbahan plastik yang sulit terurai, masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan, kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia atau limbah, air limbah dari tempat penimbunan sampah, serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*illegal dumping*). Ketika suatu zat berbahaya atau beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya⁸³.



Gambar 11 Pencemaran tanah
Sumber : <https://www.99.co/id>

1. Faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan


Pencemaran tanah memiliki banyak sekali penyebab dan tidak jauh berbeda dengan pencemaran air dan pencemaran udara, penyebab tersebut meliputi limbah rumah tangga, limbah industri, dan limbah pertanian.

a. Limbah rumah tangga

Dalam kasus pencemaran tanah maka limbah rumah tangga adalah salah satu faktor utama pencemaran ini terjadi, kurang lebih sama dengan pencemaran air yang memiliki faktor utama dari limbah rumah tangga ini. Dalam kasus ini sama seperti dengan pencemaran air, yaitu limbah ini berasal dari pemukiman penduduk yang meliputi, perumahan, pasar, sekolah, hotel, dan lain-lain.

Dari limbah rumah tangga ini dapat menghasilkan limbah padat maupun limbah cair, namun kebanyakan limbah padat berupa limbah organik dan limbah anorganik, limbah organik ini adalah segala limbah yang mengandung unsur *carbon (C)*, sebagai contoh adalah kotoran makhluk hidup (*feces*), sisa-sisa makanan, kulit buah dan lain-lain. Sedangkan limbah

⁸³ Nurul Isna Ramadhan, "Pengaturan Tindak Pidana Pencemaran Lingkungan Di Indonesia : Studi Pencemaran Tanah Di Brebes," *Jurnal of Multidisciplinary Studies* 09, no. 02 (2018): 96–102.



anorganik adalah limbah yang tidak mengandung unsur carbon seperti logam, kaleng bekas, plastik, pupuk anorganik yang biasanya mengandung unsur *nitrogen*, limbah-limbah tersebut tidak mengandung unsur karbon sehingga tidak bisa diurai oleh mikroorganisme pengurai yang pada akhirnya akan menumpuk dan mengakibatkan pencemaran tanah⁸⁴.

b. Limbah industri

Limbah industri yang bisa menyebabkan pencemaran tanah berasal dari daerah: pabrik, Manufaktur, industri kecil, industri perumahan, bisa berupa limbah padat dan cair.

- 1) Limbah industri yang padat atau limbah padat adalah hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubur yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, kertas, krayon, plywood, pengawetan buah, dan lain-lain⁸⁵.
- 2) Limbah cair yang adalah hasil pengolahan dalam suatu proses produksi, misalnya sisa pengolahan industri pelapisan logam dan industri kimia lainnya. Tembaga, timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah zat hasil dari proses industri pelapisan logam⁸⁶.

c. Limbah pertanian

Limbah pertanian yang bisa menyebabkan pencemaran tanah merupakan sisa-sisa pupuk sintetik atau biasa disebut pupuk anorganik untuk menyuburkan tanah/tanaman, misalnya pupuk urea, pestisida pemberantas hama tanaman. Pengaruh buruk pupuk anorganik pertanian mulai tampak sejak awal penggunaannya pada tahun 1940-an, dengan menurunnya populasi burung elang sampai hampir punah di Amerika Serikat. Dari pengamatan ternyata elang terkontaminasi zat beracun yang terkandung dalam pupuk anorganik dari makanannya (terutama ikan sebagai mangsanya) yang tercemar pupuk tersebut. Terkontaminasinya makanan elang menyebabkan cangkang telur elang menjadi sangat rapuh sehingga rusak jika dieram⁸⁷.

⁸⁴ Hasibuan Rosmidah, "Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan," *Jurnal Ilmiah Adokasi* 04, no. 01 (2016): 42–52.

⁸⁵ Muslimah, "Dampak Pencemaran Tanah Dan Langkah Pencegahan," *Jurnal Penelitian Agrisamudra* 2, no. 1 (2015): 11–20, <https://doi.org/10.33059/jpas.v2i1.224>.

⁸⁶ Muslimah.

⁸⁷ Muslimah.

Selain mengakibatkan rusaknya ekosistem yang bahkan hampir memunahkan burung elang, tentu pencemaran tanah juga akan mengakibatkan gangguan pada organisme yang hidup di tidak auh dari tanah dan di dalam tanah, selain merugikan organisme yang hidup di dalam tanah, pencemaran tanah juga merugikan petani dalam jangka panjangnya, petani yang terus menerus menggunakan pupuk anorganik akan merugi secara perlahan akibat turunnya hasil panen, hal tersebut dikarekanan pupuk anorganik membuat degradasi pada tanah, yaitu penurunan kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk anorganik secara berkelanjutan.



Gambar 12 Degradasi tanah

Sumber : <https://www.nutani.com>

2. Dampak pencemaran tanah

Timbunan sampah yang berasal dari berbagai jenis limbah dapat mengganggu/ mencemari karena: lindi (air sampah), bau dan estetika. Timbunan sampah juga menutupi permukaan tanah sehingga tanah tidak bisa dimanfaatkan. Timbunan sampah bisa menghasilkan gas nitrogen dan asam sulfida, adanya zat mercury, chrom dan arsen pada timbunan sampah bisa timbulkan pencemaran tanah/ gangguan terhadap bio tanah, tumbuhan, merusak struktur permukaan dan tekstur tanah. Limbah lainnya adalah oksida logam, baik yang terlarut maupun tidak menjadi racun di permukaan tanah. Yang menyebabkan lapisan tanah tidak dapat ditembus oleh akar tanaman dan tidak tembus air adalah Sampah anorganik tidak terbiodegradasi, sehingga peresapan air dan mineral yang dapat menyuburkan tanah hilang dan jumlah mikroorganisme di dalam tanahpun akan berkurang, oleh sebab itu tanaman sulit tumbuh dan bahkan mati sebab tidak mendapatkan makanan untuk berkembang⁸⁸.

Deterjen, oli bekas, cat, adalah limbah cair rumah tangga; peresapannya kedalam tanah akan merusak kandungan air tanah dan zat kimia yang terkandung di dalamnya dapat membunuh mikro-organisme di dalam tanah, inilah salah satunya yang disebutkan sebagai pencemaran tanah. Padatan, lumpur, bubuk yang berasal dari proses pengolahan adalah limbah padat hasil buangan industri. Adanya reaksi kimia yang menghasilkan gas tertentu menyebabkan penimbunan limbah padat ini busuk selain itu pencemaran tanah juga menyebabkan timbulnya bau di sekitarnya. Karena tertimbunnya limbah ini dalam jangka waktu lama menyebabkan permukaan tanah menjadi rusak dan air yang meresap ke dalam tanah terkontaminasi bakteri tertentu dan berakibat turunnya kualitas air tanah pada

⁸⁸ Muslimah.

musim kemarau oleh karena telah terjadinya pencemaran tanah. Timbunan yang mengering akan dapat mengundang bahaya kebakaran.

Sisa hasil industri pelapisan logam yang mengandung zat-zat seperti tembaga, timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah limbah cair yang sangat beracun terhadap mikroorganisme. Peresapannya ke dalam tanah akan mengakibatkan kematian bagi mikroorganisme yang memiliki fungsi sangat penting terhadap kesuburan tanah dan dalam hal ini pun menyebabkan pencemaran tanah. Pupuk yang digunakan secara terus menerus dalam pertanian akan merusak struktur tanah, yang menyebabkan kesuburan tanah berkurang dan tidak dapat ditanami jenis tanaman tertentu karena hara tanah semakin berkurang. Dalam kondisi ini tanpa disadari justru pupuk juga mengakibatkan pencemaran tanah. Pestisida yang digunakan bukan saja mematikan hama tanaman tetapi juga mikroorganisme yang berguna di dalam tanah. Padahal kesuburan tanah tergantung pada jumlah organisme di dalamnya. Selain pencemaran tanah penggunaan pestisida yang terus menerus akan mengakibatkan hama tanaman kebal terhadap pestisida tersebut.

Nahh... bagaimana sih cara untuk menanggulangi pencemaran tanah ini?? Berikut teman buku ajar akan menyampaikan kesimpulannya.... Mari kita simak bersama.



Inovasi atau rancangan karya yang dapat berperan dalam mengatasi pencemaran tanah antara lain :

1. Memisahkan antara sampah organik dan Non Organik
2. Sampah organik dapat dibuat menjadi kompos atau pupuk.
3. Sampah Anorganik dapat di daur ulang menjadi barang yang bermanfaat, atau menjualnya ke pusat daur ulang.
4. Melakukan pemurnian limbah industri sebelum dibuang ke alam.
5. Penggunaan pupuk pestisida yang sesuai dengan aturan diperbolehkan.

P O N O R O G O

Tugas Akhir

6 NEWS **BISNIS** SAHAM SHOWBIZ CRYPTO FOTO TEKNO CEKFAKTA VIDEO HOT JATIM JA

BISNIS Ekonomi Bank Saham Energi & Tambang Konsultasi Pajak CPNS Info Kemei

Indonesia Produksi Limbah Plastik 66 Juta Ton per Tahun, Apa Solusinya?

Liputan6.com
09 Nov 2021, 15:30 WIB




Bukti nyata dampak pencemaran Lingkungan akibat sampah plastik

Perhatikan artikel berita tersebut!
sebutkan dan jelaskan bagaimana cara untuk menanggulangi sampah plastik yang mencemari lingkungan kita!!!

Handwriting practice area with multiple horizontal dashed lines for writing.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Jainal, and Ferawati Artauli Hasibuan. "Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara." *Prosiding SNFUR-4*, 2019, 1–7.
- Ainuddin, Widyawati. "Studi Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) Di Perairan Sungai Tabobo Kecamatan Malifut Kabupaten Halmahera Utara." *Ecosystem* 17, no. 1 (2017): 653–59. [https://doi.org/10.1016/0584-8539\(93\)80147-3](https://doi.org/10.1016/0584-8539(93)80147-3).
- Budiyono, Aff. "Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan." *Dirgantara* 2, no. 1 (2001): 21–27.
- Firman, Yosef, and Mikael Nardi. "Analisis Sikap Peduli Lingkungan Pada Siswa Kelas VI Sekolah Dasar Di Kota Ruteng" 9, no. 3 (2019): 259–66.
- Hasibuan Rosmidah. "Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan." *Jurnal Ilmiah Adokasi* 04, no. 01 (2016): 42–52.
- Idrus, Syariffa Wahidah Al. "ANALISIS PENCEMARAN AIR MENGGUNAKAN METODE SEDERHANA PADA SUNGAI JANGKUK, KEKALIK DAN SEKARBELA KOTA MATARAM." *Pijar MIPA* 10, no. 1 (2015): 1–27. [http://eprints.ums.ac.id/37501/6/BAB II.pdf](http://eprints.ums.ac.id/37501/6/BAB%20II.pdf).
- Muslimah. "Dampak Pencemaran Tanah Dan Langkah Pencegahan." *Jurnal Penelitian Agrisamudra* 2, no. 1 (2015): 11–20. <https://doi.org/10.33059/jpas.v2i1.224>.
- Pratama, Riza. "Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi." *Riza Pratama* 14, no. 2 (2019): 120–26.
- Puspitasari, Dinarjati Eka, Kelurahan Prawirodirjan, Kecamatan Gondomanan, Vhuyhg Hvlgh, Wkdw Wkh, Uhxow Ri, Oderudwru Whvwqlj, et al. "Dampak Pencemaran Air Terhadap Kesehatan Lingkungan Dalam Perspektif Hukum Lingkungan (Studi Kasus Sungai Code Di Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan Dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondomanan Yogyakarta)." *Mimbar Hukum* 21, no. 1 (2009): 23–34. <https://doi.org/10.22146/jmh.16254>.
- Ramadhan, Nurul Isna. "Pengaturan Tindak Pidana Pencemaran Lingkungan Di Indonesia : Studi Pencemaran Tanah Di Brebes." *Jurnal of Multidisciplinary Studies* 09, no. 02 (2018): 96–102.
- Suryani, Anih Sri. "Dampak Negatif Abu Vulkanik Terhadap Lingkungan Dan Kesehatan." *P3DI Setjen DPR RI* 06, no. 04 (2014): 9–12. [berkas.dpr.go.id/.../Info Singkat-VI-4-II-P3DI-Februari-2014-67.pdf](berkas.dpr.go.id/.../Info%20Singkat-VI-4-II-P3DI-Februari-2014-67.pdf).
- Wahono Widodo, Fida Rachmadiarti, Siti Nurul Hidayati. *Ilmu Pengetahuan Alam Semester 2. Pusat Kurikulum Dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud*. Vol. 53, 2016.



Watsiqotul dkk. "Peran Manusia Sebagai Khalifah Allah Di Muka Bumi Perspektif Ekologis Dalam Ajaran Islam." *Jurnal Penelitian* 12, no. 2 (2018): 355–78. <https://journal.iainkudus.ac.id/index.php/jurnalPenelitian/article/view/3523/pdf>.

Widowati, and Sutoyo. "Upaya Mengurangi Penipisan Lapisan Ozon." *Buana Sains* 9, no. 2 (2009): 141–46. <https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/buanasains/article/viewFile/234/235>.



IAIN
P O N O R O G O