

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
DIGITALBERBASIS *HIGHER ORDER THINKING SKILL*
PADA MATERI BIOLOGI KELAS X IPA SEMESTER GENAP
DI SMA NEGERI 1 TAPEN BONDOWOSO**

SKRIPSI



Oleh:

Diana Agustin
NIM : T20178052

IAIN JEMBER

**INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI JEMBER
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
JULI 2021**

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
DIGITAL BERBASIS *HIGHER ORDER THINKING SKILL*
PADA MATERI BIOLOGI KELAS X IPA SEMESTER GENAP
DI SMA NEGERI 1 TAPEN BONDOWOSO**

SKRIPSI

diajukan kepada Institut Agama Islam Negeri Jember
untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh
gelar Sarjana (S.Pd)

Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Program Studi Tadris Biologi



Oleh:

Diana Agustin
NIM : T20178052

IAIN JEMBER

**INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI JEMBER
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN
JULI 2021**

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
DIGITAL BERBASIS *HIGHER ORDER THINKING SKILL*
PADA MATERI BIOLOGI KELAS X IPA SEMESTER GENAP
DI SMA NEGERI 1 TAPEN BONDOWOSO**

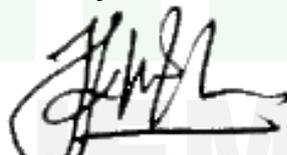
SKRIPSI

diajukan kepada Institut Agama Islam Negeri Jember
untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh
gelar Sarjana (S.Pd)
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Jurusan Pendidikan Islam
Program Studi Tadris Biologi

Oleh:

Diana Agustin
NIM: T20178052

Disetujui Pembimbing



Heni Setyawati, S.Si., M.Pd.
NIP. 19870729 201903 2 006

**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
DIGITAL BERBASIS *HIGHER ORDER THINKING SKILL*
PADA MATERI BIOLOGI KELAS X IPA SEMESTER GENAP
DI SMA NEGERI 1 TAPEN BONDOWOSO**

SKRIPSI

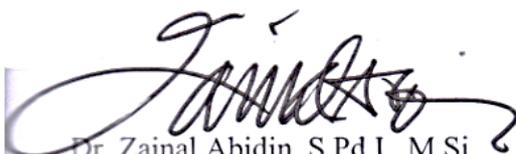
telah diuji dan diterima untuk memenuhi salah satu
persyaratan memperoleh gelar Sarjana (S.Pd)
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Program Studi Tadris Biologi

Hari : Jum'at
Tanggal : 09 Juli 2021

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris


Dr. Zainal Abidin, S.Pd.I., M.Si
NIP. 198106092009121004


Ira Nurmawati, S.Pd., M.Pd
NUP. 20160370

Anggota :

1. Dr. H. Moh. Sahlan, M.Ag
2. Heni Setyawati, S.Si., M.Pd

()
()

Menyetujui

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan


H. Mukniyah, M.Pd.I
NIP. 19640511 199903 2 001

MOTTO

وَإِذِ اسْتَسْقَىٰ مُوسَىٰ لِقَوْمِهِ فَقُلْنَا اضْرِبْ بِعَصَاكَ الْحَجَرَ فَانْفَجَرَتْ مِنْهُ
أثنَا عَشْرَةَ عَيْنًا قَدْ عَلِمَ كُلُّ أُنَاسٍ مَّشْرِبَهُمْ كُلُوا وَاشْرَبُوا مِنْ رِزْقِ اللَّهِ وَلَا

تَعْتَوْا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿٦٠﴾

“Dan (ingatlah) ketika Musa memohon air untuk kaumnya, lalu Kami berfirman, “Pukullah batu itu dengan tongkatmu!” Maka memancarlah daripadanya dua belas mata air. Setiap suku telah mengetahui tempat minumnya (masing-masing). Makan dan minumlah dari rezeki (yang diberikan) Allah, dan janganlah kamu melakukan kejahatan di bumi dengan berbuat kerusakan”. (QS. al-Baqarah: 60) (Jumanatul Ali, 2006: 7)



PERSEMBAHAN

Dengan Rahmat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, skripsi ini dibuat dan dipersembahkan kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta. Bapak Marzuki (Alm) dan Ibu Lilik Yuliatin atas ketulusan dan pengorbanannya dalam mendidik, membesarkan serta membimbing dengan penuh kasih sayang hingga detik ini.
2. Adikku tercinta Irfan Abror Marzuki yang selalu memberi dukungan dan semangat dalam menempuh pendidikan.
3. Saudaraku-saudaraku, Indah Yuli Anis, Mas Gufron, Achmad Wahyudi, Muhammad Ro'is, Rudi Hartono, Mega Sari, Vandarina yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan pendidikan.



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga perencanaan, pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan lancar. Sholawat dan salam semoga tetap tercurahkan kepada baginda Rasulullah SAW, semoga kita mendapatkan syafa'atnya di hari kiamat kelak, Aamiin.

Kesuksesan ini diperoleh karena dukungan banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyadari dan menyampaikan banyak terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Babun Suharto, SE., MM, selaku Rektor IAIN Jember yang telah memfasilitasi peneliti selama menempuh pendidikan di IAIN jember.
2. Dr. Hj. Mukniah, M.Pd.I, selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK) IAIN Jember yang telah memberi izin kepada penulis dalam menyusun skripsi.
3. Dr. Hj. Umi Farihah, MM., M.Pd, selaku Ketua Program Studi Tadris Biologi yang telah menyetujui penelitian ini.
4. Heni Setyawati, S.Si., M.Pd, selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan arahan, motivasi dan bimbingan selama penyusunan skripsi.
5. Dosen-dosen Tadris Biologi yang telah memberikan ilmu dan membimbing selama perkuliahan.
6. Wiwin Maisyaroh, M.Si, selaku Validator Materi yang telah memberikan komentar dan saran pada penelitian pengembangan LKPD Digital Berbasis

Higher Order Thinking Skill (HOTS) pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.

7. Imaniah Bazlina Wardani, M.Si, selaku Validator Materi yang telah memberikan komentar dan saran pada penelitian pengembangan LKPD Digital Berbasis *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.
8. Dr. A. Suhardi ST., M.Pd, selaku Validator Media yang telah memberikan komentar dan saran pada penelitian pengembangan LKPD Digital Berbasis *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.
9. Husni Mubarak, S.Pd., M.Pd, selaku Validator Media yang telah memberikan komentar dan saran pada penelitian pengembangan LKPD Digital Berbasis *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.
10. Ira Nurmawati, M.Pd, selaku Validator Evaluasi yang telah memberikan komentar dan saran pada penelitian pengembangan LKPD Digital Berbasis *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.
11. Nanda Eska Anugrah N, S.Pd., M.Pd, selaku Validator Evaluasi yang telah memberikan komentar dan saran pada penelitian pengembangan LKPD Digital Berbasis *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.

12. Drs. Bambang Pramono, M.Pd, selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Tapen yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian.
13. Herdina Sukma Pranita, M.Pd, selaku Guru Biologi Kelas X IPA yang telah membantu dan memberikan arahan selama pengambilan data penelitian.
14. Siswa-siswi Kelas X IPA SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso Tahun Ajaran 2020/2021 yang telah membantu dalam pengambilan data.
15. Teman-teman seperjuangan Tadris Biologi angkatan 2017 khususnya kelas Biologi 2 yang selalu mensupport dalam penyusunan skripsi.
16. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan do'a hingga tersusunnya karya ini semoga menjadi amal ibadah dan mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Jember, 5 Juni 2021

Penulis

IAIN JEMBER

ABSTRAK

Diana Agustin, 2021: Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Digital Berbasis *Higher Order Thinking Skill* pada Materi Biologi Kelas X IPA Semester Genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.

Kata Kunci: LKPD Digital, HOTS, Materi Biologi.

Higher order thinking skill (HOTS) merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang memiliki strategi kognitif dalam menyelesaikan masalah yang lebih kompleks. Pada proses pembelajaran bahan ajar yang sering digunakan adalah LKPD namun, LKPD yang digunakan hanya menguji teori saja. Berdasarkan tuntutan abad 21 siswa dituntut untuk berpikir kritis, kreatif, mampu memecahkan permasalahan dan mampu berkomunikasi serta bekerja sama. Oleh karena itu, dipilihlah HOTS untuk diinovasikan dalam pengembangan LKPD digital.

Rumusan masalah yang diteliti dalam skripsi ini adalah: 1) Bagaimana kevalidan lembar kerja peserta didik digital berbasis *higher order thinking skill* pada materi biologi kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso? 2) Bagaimana respon siswa terhadap lembar kerja peserta didik digital berbasis *higher order thinking skill* pada materi biologi kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso?

Tujuan penelitian ini adalah: 1) Mendeskripsikan kevalidan lembar kerja peserta didik digital berbasis *higher order thinking skill* pada materi biologi Kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso. 2) Mendeskripsikan respon siswa terhadap lembar kerja peserta didik digital berbasis *higher order thinking skill* pada materi biologi kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.

Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D yang dimodifikasi meliputi *define*, *design* dan *development*. Instrumen penelitian terdiri atas pedoman wawancara, lembar angket validasi dan lembar angket respon siswa. Analisis data menghasilkan data kualitatif yang diperoleh dari hasil revisi berdasarkan saran, masukan dan komentar validator. Sedangkan data kuantitatif diperoleh dengan membuat presentase rata-rata skor dan dikategorisasikan.

Penelitian ini memperoleh kesimpulan: 1) Berdasarkan hasil validasi lembar kerja peserta didik digital berbasis *higher order thinking skill* diperoleh nilai rata-rata dari ahli media sebesar 88,6% dengan kriteria sangat valid, ahli materi sebesar 95,53% dengan kriteria sangat valid, ahli evaluasi sebesar 97% dengan kriteria sangat valid dan guru sebesar 93% dengan kriteria sangat valid; 2) Berdasarkan hasil uji lapangan memperoleh nilai rata-rata sebesar 90,15% dengan kriteria sangat praktis.

DAFTAR ISI

COVER	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN PENGUJI	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Spesifikasi Produk yang diharapkan	5
E. Pentingnya Penelitian dan Pengembangan.....	5
F. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian.....	6
G. Definisi Istilah atau Definisi Oprasional.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Terdahulu	9
B. Kajian Teori	13
1. Konsep Pengembangan.....	13
a. Pengertian Penelitian dan Pengembangan	13
b. Karakteristik Penelitian dan Pengembangan	15
c. Langkah-langkah penelitian R&D Dalam Bidang Pendidikan	17
d. Jenis-jenis modal pengembangan	19

2. Standar Kriteria Penilaian.....	28
3. Bahan Ajar	29
a. Pengertian Bahan Ajar.....	29
b. Karakteristik Bahan Ajar.....	35
c. Fungsi Bahan Ajar.....	35
d. Jenis-jenis Bahan Ajar.....	36
e. Kriteria Penyusunan LKPD.....	37
f. Komponen LKPD.....	38
g. Langkah-langkah Penulisan LKPD.....	39
4. Lembar Kerja Peserta Didik	34
a. Pengertian LKPD.....	34
b. Ciri-Ciri LKPD.....	35
c. Fungsi LKPD.....	35
d. Tujuan Penyusunan LKPD	36
e. Kriteria Penyusunan LKPD.....	37
f. Komponen LKPD.....	38
g. Langkah-langkah Penulisan LKPD.....	39
h. Kelebihan dan Kekurangan LKPD.....	40
5. Higher Order Thinking Skill (HOTS)	41
a. Pengertian Higher Order Thinking.....	41
b. Aspek Higher Order Thinking.....	43
c. Indikator HOTS.....	45
d. Kerangka Berpikir.....	47

BAB III METODE PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Model Penelitian dan Pengembangan.....	48
B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan.....	48
1. Tahap <i>Define</i> (Pendefinisia).....	48
2. Tahap <i>Design</i> (Perancangan).....	49
3. Tahap <i>Development</i> (Pengembangan).....	49
C. Uji Coba Produk.....	50
1. Desain Uji Coba.....	50

2. Subjek Uji Coba.....	51
D. Jenis Data.....	51
E. Instrumen Pengumpulan Data	52
F. Analisis Data.....	53
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN	
A. Penyajian data uji coba.....	56
B. Analisis Data	75
C. Revisi Produk.....	80
BAB V KAJIAN DAN SARAN	
A. Kajian Produk yang telah direvisi.....	102
B. Saran Pemanfaatan, Diseminasi, dan pengembangan produk lebih lanjut	102
DAFTAR PUSTAKA	104



DAFTAR TABEL

No Uraian	Hal
2.1 Penelitian Terdahulu	12
3.1 Kriteria Kelayakan Produk.....	54
3.2 Kriteria Kepraktisan Produk	55
4.1 Hasil Wawancara dengan Guru.....	56
4.2 Hasil Angket Analisis Siswa.....	57
4.3 Hasil Analisis Tujuan Pembelajaran	61
4.4 Hasil Uji Ahli Media.....	70
4.5 Masukan dan Saran Ahli Media.....	70
4.6 Hasil Uji Ahli Materi	71
4.7 Masukan dan Saran Ahli Materi	71
4.8 Hasil Uji Evaluasi	72
4.9 Masukan dan Saran Ahli Evaluasi	73
4.10 Hasil Validasi Pengguna	73
4.11 Masukan dan Saran Ahli Pengguna	74
4.12 Hasil Uji Responden	74
4.13 Hasil Revisi LKPD Digital Berbasisi HOTS Berdasarkan Saran dan Komentar Ahli Media	81
4.14 Hasil Revisi LKPD Digital Berbasisi HOTS Berdasarkan Saran dan Komentar Ahli Materi.....	91
4.15 Hasil Revisi LKPD Digital Berbasisi HOTS Berdasarkan Saran dan Komentar Ahli Evaluasi	95
4.16 Hasil Revisi LKPD Digital Berbasisi HOTS Berdasarkan Saran dan Komentar Ahli Pengguna	99

DAFTAR GAMBAR

No Uraian	Hal
2.1 Langkah-langkah Model Borg and Gall.....	23
2.2 Tahapan ADDIE.....	22
2.3 Tahapan 4D	26
2.4 Tahapan PPE	27
2.5 Diagram Kerangka Berpikir.....	47
4.1 Tampilan Cover LKPD	63
4.2 Tampilan Flip PDF Professional.....	64
4.3 Tampilan Cover LKPD Digital di Flip PDF Professional	65
4.4 Tampilan KI, KD dan Tujuan Pembelajaran	66
4.5 Tampilan Peta Konsep	66
4.6 Tampilan Apersepsi	67
4.7 Tampilan Materi.....	68
4.8 Tampilan Soal	69
4.9 Diagram Hasil Validasi Media.....	76
4.10 Diagram Hasil Validasi Materi	77
4.11 Diagram Hasil Validasi Evaluasi	78
4.12 Diagram Hasil Uji Coba Terbatas	79
4.13 Hasil Rata-Rata Presentase LKPD Digital Berbasis HOTS	80

IAIN JEMBER

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Surat keterangan sekolah*
- Lampiran 2 *Surat ijin penelitian*
- Lampiran 3 *Surat ijin validasi evaluasi*
- Lampiran 4 *Surat ijin validasi materi*
- Lampiran 5 *Surat ijin validasi Media*
- Lampiran 6 *Hasil angket validasi media*
- Lampiran 7 *Rubrik validasi media*
- Lampiran 8 *Hasil angket validasi media*
- Lampiran 9 *Rubrik ahli materi*
- Lampiran 10 *Hasil validasi ahli evaluasi*
- Lampiran 11 *Hasil validasi pengguna (guru)*
- Lampiran 12 *Rubrik validasi pengguna*
- Lampiran 13 *Hasil angket respon siswa*
- Lampiran 14 *Analisis tugas, materi dan tujuan pembelajaran*
- Lampiran 15 *Hasil angket analisis kebutuhan siswa*
- Lampiran 16 *Matriks penelitian*
- Lampiran 17 *Foto penjelasan LKPD digital berbasis HOTS*
- Lampiran 18 *Foto penjelasan LKPD digital kepada siswa*
- Lampiran 19 *Foto penjelasan angket respon siswa*
- Lampiran 20 *Foto bersama guru*
- Lampiran 21 *Foto produk LKPD digital berbasis HOTS*

IAIN JEMBER

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Abad 21 juga disebut sebagai abad pengetahuan karena salah satu ciri yang menonjol pada abad 21 adalah semakin bertautnya ilmu pengetahuan sehingga tuntutan abad 21 menghendaki lembaga-lembaga pendidikan mencetak sumber daya manusia yang berkualitas. Tuntutan tersebut menghendaki berbagai terobosan dalam berfikir, penyusunan konsep dan tindakan. Sejalan dengan tuntutan abad 21, kemendikbud merumuskan bahwa paradigma pembelajaran abad 21 menekankan pada keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) yang mencakup (a) kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (*Critical-Thinking and Problem-Solving Skills*), mampu berfikir secara kritis, lateral dan sistemik terutama dalam konteks pemecahan masalah; (b) kemampuan berkomunikasi dan bekerjasama (*Communication and Collaboration Skills*), mampu berkomunikasi dan berkolaborasi secara efektif dengan berbagai pihak; (c) Kemampuan mencipta dan membaharui (*Creativity and Innovation Skills*), mampu mengembangkan kreativitas yang dimilikinya untuk menghasilkan berbagai terobosan yang inovatif (Wijaya, 2016: 263-267).

HOTS (*Higher Order Thinking Skill*) merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang memiliki strategi kognitif dalam menyelesaikan masalah yang lebih kompleks dan menuntut pola pikir yang lebih tinggi. Menurut Khotimah dan Sari (2020: 762) Konsep berpikir secara HOTS relevan dengan

tuntutan pendidikan abad 21 karena mengarahkan siswa untuk meningkatkan keterampilan akademik dan keterampilan sosial mereka dengan membiasakan diri untuk berbagi informasi, mengorganisasikan ide dan mengekspresikan pendapat ataupun menciptakan proyek. Keterampilan berpikir tingkat tinggi dapat dilatih melalui proses pembelajaran di sekolah, salah satunya dengan menggunakan bahan ajar.

Bahan ajar merupakan seperangkat sarana atau alat pembelajaran yang berisikan materi pembelajaran, metode, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik. Saat ini bahan ajar yang sering digunakan dalam proses pembelajaran terutama pada tingkat menengah atas adalah LKPD. Menurut Prastowo (2015: 203-204) LKPD merupakan lembaran-lembaran yang berisi tugas yang harus dikerjakan oleh siswa. LKPD juga berfungsi sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik, namun lebih mengaktifkan peserta didik. Namun LKPD yang ada saat ini hanya LKPD yang memuat soal-soal LOTS (*Low Order Thinking Skill*), hanya berfungsi untuk menguji konsep atau teori saja dan berupa bahan ajar cetak. Seharusnya, LKPD yang digunakan adalah LKPD yang dapat memacu pola berpikir kreatif siswa karena hal ini merupakan tuntutan pendidikan abad 21 yang mampu mengarahkan siswa untuk meningkatkan keterampilan akademik dan keterampilan sosial serta dapat memfasilitasi siswa dalam pembelajaran mandiri. Di era saat ini, maraknya pembelajaran jarak jauh menuntut guru untuk mengembangkan bahan ajar digital agar dapat memfasilitasi siswa dalam pembelajaran mandiri dan juga mudah digunakan dalam pembelajaran

jarak jauh. LKPD digital saat ini memang dibutuhkan oleh siswa karena LKPD digital memiliki kelebihan dibandingkan LKPD cetak seperti dapat digunakan untuk pembelajaran jarak jauh dan pembelajaran secara mandiri menggunakan LKPD digital.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan Ibu Herdina, selaku guru biologi yang mengajar kelas X di SMA Negeri 1 Tapan, mengatakan bahwa dalam proses pembelajaran biologi telah menggunakan LKPD yang sesuai dengan kurikulum 2013 sebagai penunjang pembelajaran biologi. Namun LKPD yang digunakan hanya LKPD yang memuat soal-soal LOTS dan hanya menguji teori saja. Menurutnya, saat ini yang dibutuhkan siswa tidak hanya sekedar bisa menjawab soal-soal yang terdapat dalam LKPD namun bagaimana siswa bisa membiasakan diri untuk berfikir secara kritis dalam menghadapi suatu permasalahan, terutama di lingkungan sekitar siswa. Tidak hanya itu, peserta didik juga mengatakan bahwa dalam LKPD yang biasa mereka gunakan hanya terdapat soal-soal yang ketika dikerjakan jawabannya sudah tertera dalam LKPD tersebut, sehingga hal ini dapat membuat siswa menjadi malas untuk berfikir. Mereka juga mengatakan bahwa LKPD yang digunakan tidak dapat memecahkan suatu permasalahan. Dari penjelasan tersebut, dapat diketahui bahwasannya perlu diadakan pengembangan LKPD berbasis HOTS agar dapat melatih siswa untuk berfikir kritis dan kreatif dalam memecahkan suatu permasalahan di lingkungan sekitarnya.

Dari penjelasan diatas dapat dipahami bahwa pengembangan LKPD berbasis HOTS penting untuk dilakukan karena masih minim penelitian terdahulu yang dilakukan dalam bidang biologi, dapat melatih siswa untuk berpikir kritis, kreatif dan logis sesuai dengan tuntutan abad 21. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dan pengembangan dengan judul “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Digital Berbasis *Higher Order Thinking Skill* pada Materi Biologi Kelas X IPA Semester Genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso”.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kevalidan lembar kerja peserta didik digital berbasis *higher order thinking skill* pada materi biologi kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso?
2. Bagaimana respon siswa terhadap lembar kerja peserta didik digital berbasis *higher order thinking skill* pada materi biologi kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso?

C. Tujuan Penelitian

1. Mendeskripsikan kevalidan lembar kerja peserta didik digital berbasis *higher order thinking skill* pada materi biologi kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.
2. Mendeskripsikan respon siswa terhadap lembar kerja peserta didik digital berbasis *higher order thinking skill* pada materi biologi kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.

D. Spesifikasi Produk yang diharapkan

Spesifikasi LKPD digital berbasis HOTS adalah sebagai berikut:

1. LKPD ini berbentuk bahan ajar digital yang memuat materi biologi kelas X IPA semester genap meliputi plantae, animalia, ekosistem, dan perubahan lingkungan.
2. LKPD digital berbasis HOTS ini terdapat soal-soal yang dapat melatih siswa untuk berpikir kritis, kreatif dan inovatif dalam memecahkan suatu permasalahan.

E. Pentingnya Penelitian dan Pengembangan

1. Bagi siswa
 - a. Dapat memfasilitasi siswa dalam proses pembelajaran.
 - b. Dapat dipelajari dengan mudah.
 - c. LKPD ini dilengkapi dengan soal-soal yang dapat merangsang siswa untuk berpikir kritis dan kreatif.
 - d. Melatih siswa untuk menemukan dan mengembangkan keterampilan.
2. Bagi Guru
 - a. Memudahkan guru dalam mengelola proses pembelajaran.
 - b. Dapat membantu guru dalam mengarahkan siswanya untuk menemukan konsep-konsep melalui aktivitasnya sendiri atau dalam kelompok kerja.
 - c. Memudahkan guru untuk melihat tingkat pencapaian siswa.
 - d. Menjadi alternatif atau rujukan bahan ajar LKPD dalam pembelajaran biologi.

3. Bagi Sekolah

- a. LKPD digital berbasis HOTS diharapkan dapat dijadikan sebagai masukan bahan atau model design bahan ajar yang praktis dan menarik.
- b. Diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan mutu hasil pembelajaran biologi di sekolah.

F. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian dan Pengembangan

Beberapa asumsi yang terdapat dalam pengembangan LKPD digital berbasis HOTS adalah:

1. LKPD digital berbasis HOTS dapat digunakan oleh siswa.
2. Dengan adanya pengembangan LKPD digital berbasis HOTS ini siswa lebih mudah dalam belajar dan memahami materi secara mandiri.
3. LKPD digital berbasis HOTS dapat digunakan sebagai bahan ajar mandiri baik dalam pembelajaran online maupun offline.
4. Dengan adanya pengembangan LKPD digital berbasis HOTS diharapkan siswa mampu berpikir lebih kritis dan mampu memecahkan suatu permasalahan yang ada di lingkungan sekitarnya.
5. Dengan adanya pengembangan LKPD digital berbasis HOTS diharapkan mampu membantu siswa untuk bisa menganalisis dan menemukan fakta yang ada di lingkungan yang kemudian bisa dikaitkan dengan teori yang sudah ada.

Beberapa keterbatasan dalam pengembangan LKPD digital berbasis HOTS adalah :

- a. Materi yang terdapat dalam lembar kerja peserta didik hanya materi Kelas X di semester genap meliputi *plantae*, *animalia*, ekosistem dan perubahan lingkungan.
- b. Uji coba lapangan yang dilakukan hanya pada skala terbatas.
- c. Proses pengembangan hanya dilakukan melalui tiga tahap yaitu *define*, *design* dan *development*.

G. Definisi Istilah atau Definisi operasional

1. Lembar Kerja Peserta Didik

Lembar kerja peserta didik merupakan salah satu bahan ajar yang berbentuk cetak yang berisi ringkasan materi, petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan oleh peserta didik, yang mengacu pada kompetensi dasar yang harus dicapai.

2. HOTS (*Higher Order Thinking Skill*)

HOTS merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang didalamnya mencakup kegiatan mengintegrasikan, memanipulasi, mentransformasi pengetahuan, konsep, fakta dan pengalaman yang telah dimiliki oleh siswa untuk berfikir secara kreatif dan kritis dalam memecahkan masalah berdasarkan fakta yang ada di lingkungan sekitar. Kemampuan berpikir tingkat tinggi didasarkan pada beberapa indikator, yaitu menganalisis, mengevaluasi dan menciptakan.

3. LKPD Digital Berbasis HOTS

LKPD digital berbasis HOTS merupakan lembar kerja peserta didik yang berisi materi biologi kelas X semester genap, petunjuk-petunjuk

pelaksanaan tugas, latihan soal yang memuat soal-soal HOTS guna melatih siswa untuk berpikir secara kritis dan kreatif dalam memecahkan suatu permasalahan.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan peneliti lain dan relevan dengan penelitian ini, diantaranya sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Siti Maqfirah (2020) yang berjudul “Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis HOTS pada materi kalor di SMA”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan LKPD berbasis HOTS pada materi kalor di kelas XII MIA 1 SMA N 1 Bakongan layak digunakan dengan presentase kelayakan dari ahli materi sebesar 80,83% dan 87% dari ahli media. Respon peserta didik juga menunjukkan ketertarikan pada LKPD ini dengan presentase 82,5% dengan kategori sangat menarik. Penelitian ini memiliki persamaan serta perbedaan dengan penelitian yang akan dikembangkan. Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah produk yang dikembangkan adalah LKPD berbasis HOTS. Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah materi yang dikembangkan pada penelitian ini adalah materi biologi sedangkan pada penelitian tersebut merupakan materi fisika, Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah 4D sedangkan pada penelitian tersebut menggunakan ADDIE.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Zara Paradita dan Wayan Suana (2019) yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berorientasi Higher

Order Thinking Skills Pada Materi Impuls dan Momentum”. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Pengembangan LKS dikatakan valid dengan komponen isi memperoleh skor 3,70 (sangat valid) dan komponen konstruk dengan skor 3,44 (sangat valid). Berdasarkan uji kepraktisannya, pada komponen kemenarikan LKS dengan skor 3,55 (sangat baik) dan komponen kemudahan LKS dengan skor 3,53 (sangat baik). Penelitian ini memiliki persamaan serta perbedaan dengan penelitian yang akan dikembangkan. Persamaannya yakni produk pengembangannya berupa bahan ajar yang berbasis HOTS, model pengembangan yang digunakan 4D dan subjeknya siswa SMA. Sedangkan perbedaannya yakni materi yang digunakan pada penelitian ini merupakan materi Biologi Kelas X semester genap sedangkan pada penelitian tersebut materi yang digunakan adalah Impuls dan Momentum.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Nuraini Nadhiroh (2018) yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Pada Materi Termodinamika”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan LKPD dikatakan layak dengan presentase sebesar 100% dikategorikan sangat baik oleh ahli media, dan rata-rata sebesar 97% dikategorikan sangat baik oleh ahli materi. Penelitian ini memiliki persamaan serta perbedaan dengan penelitian yang akan dikembangkan. Persamaannya yakni produk pengembangannya berupa LKS yang berbasis HOTS dan subjek penelitiannya siswa SMA. Perbedaannya yakni materi yang digunakan

pada penelitian ini merupakan materi Biologi Kelas X semester genap sedangkan pada penelitian tersebut adalah materi Termodinamika dan model pengembangan pada penelitian ini menggunakan 4D sedangkan pada penelitian tersebut menggunakan model Borg *and* Gall.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Siti Hamidah, Tri Asri dan Sifak indana (2016) yang berjudul “Kelayakan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Keanekaragaman Fungi Berbasis HOTS Dengan Memanfaatkan Berbagai Media Fungi Untuk Siswa SMA Kelas X Secara Empiris”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKS berbasis HOTS dengan memanfaatkan media fungi dikatakan layak secara teoritis berdasarkan hasil validitas LKS sebesar 93,42% dan layak secara empiris yang didasarkan pada hasil aktivitas siswa pada pertemuan pertama dan kedua dengan presentasi sebesar 97,5% dan 98,5%, respon siswa dengan presentase 98,5% dan hasil belajar siswa dengan nilai rata-rata 91,84% dengan presentase ketuntasan 100%. Penelitian ini memiliki persamaan serta perbedaan dengan penelitian yang akan dikembangkan. Persamaannya yakni produk pengembangannya berupa LKS yang berbasis HOTS, subjeknya siswa SMA dan model pengembangan yang digunakan adalah 4D. Perbedaannya adaalah materi yang digunakan pada penelitian ini yakni materi Biologi Kelas X semester genap sedangkan pada penelitian tersebut yakni materi keanekaragaman fungi. Penjelasan diatas dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1
Perbedaan dan Persamaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dikembangkan

No	Judul	Persamaan	Perbedaan
1.	<p>Penelitian yang dilakukan oleh Siti Maqfirah (2020) yang berjudul “Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis HOTS pada materi kalor di SMA”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah produk yang dikembangkan adalah LKPD berbasis HOTS. • Subjek penelitiannya yakni siswa SMA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah materi yang dikembangkan pada penelitian ini adalah materi biologi sedangkan pada penelitian tersebut merupakan materi fisika. • Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah 4D sedangkan pada penelitian tersebut menggunakan ADDIE.
2.	<p>Zara Paradita dan Wayan Suana (2019) yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berorientasi Higher Order Thinking Skills Pada Materi Impuls dan Momentum”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Produk pengembangannya berupa bahan ajar yang berbasis HOTS. • Model pengembangan yang digunakan 4D. • Subjeknya siswa SMA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Materi yang digunakan pada penelitian ini merupakan materi Biologi Kelas X semester genap sedangkan pada penelitian tersebut materi yang digunakan adalah Impuls dan Momentum.
3.	<p>Nuraini Nadhiroh (2018) yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Pada Materi Termodinamika”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Produk pengembangannya berupa LKPD yang berbasis HOTS. • Subjek penelitiannya siswa SMA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Materi yang digunakan pada penelitian ini merupakan materi Biologi Kelas X semester genap sedangkan pada penelitian tersebut adalah materi Termodinamika. • Model pengembangan pada penelitian ini menggunakan 4D sedangkan pada penelitian tersebut

No	Judul	Persamaan	Perbedaan
			menggunakan model Borg and Gall.
4.	Tri Asri dan Sifak indana (2016) yang berjudul “Kelayakan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Keanekaragaman Fungi Berbasis HOTS Dengan Memanfaatkan Berbagai Media Fungi Untuk Siswa SMA Kelas X Secara Empiris”.	<ul style="list-style-type: none"> • Produk pengembangannya berupa LKS yang berbasis HOTS. • Subjeknya siswa SMA dan model pengembangan yang digunakan adalah 4D. 	<ul style="list-style-type: none"> • Materi yang digunakan pada penelitian ini yakni materi Biologi Kelas X semester genap sedangkan pada penelitian tersebut yakni materi keanekaragaman fungi.

B. Kajian Teori

1. Penelitian Pengembangan

a. Pengertian Penelitian dan Pengembangan

Metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya *Research and Development* dapat diartikan sebagai cara ilmiah untuk meneliti, merancang, memproduksi dan menguji validitas produk yang dihasilkan (Sugiyono, 2019: 30). Menurut Ainin (2013: 96-97) penelitian pengembangan adalah suatu desain penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Penggunaan produk pendidikan menurut mereka bukan saja terbatas pada pengembangan bahan ajar, misalnya buku teks, film-film pembelajaran, tetapi juga pengembangan prosedur dan proses pembelajaran, misalnya metode dan pengorganisasian pembelajaran. Bahkan produk yang dikembangkan juga bisa berupa perencanaan pembelajaran (kurikulum dan silabus), tetapi bisa berupa *instrument*

assesment dan lain sebagainya. Tahapan-tahapan dari proses penelitian pengembangan ini biasanya mengacu pada apa yang disebut R&D.

Menurut Hamzah (2020: 8) mengemukakan bahwa R&D ini memiliki kegunaan khususnya dalam bidang pendidikan yakni menambah pengetahuan bidang pendidikan, memperbaiki praktik pembelajaran dan menginformasikan permasalahan kebijakan-kebijakan publik. Berdasarkan kegunaan penelitian bidang pendidikan dan karakteristik pengembangan, maka kegunaan dari penelitian pengembangan (R&D) antara lain :

- 1) Memvalidasi produk-produk pendidikan.
- 2) Memberikan nilai tambah pada produk-produk pendidikan.
- 3) Meningkatkan efektifitas dan efisiensi pembelajaran.
- 4) Merumuskan saran-saran metodologis produk pendidikan.
- 5) Mengkaji produk pengembangan yang dilakukan sebelumnya.

Secara umum, riset pengembangan mencakup langkah-langkah pengembangan dan pengujian produk sebagai berikut:

- 1) Melakukan kajian baik teoritik maupun produk sejenis yang sudah ada untuk menghasilkan produk baru yang lebih baik.
- 2) Mengembangkan prototipe produk baru
- 3) Melakukan uji terhadap produk yang telah dikembangkan, baik melalui ahli, pengguna maupun kemanfaatan.
- 4) Merevisi produk berdasarkan hasil uji produk tersebut.
- 5) Melakukan uji ulang produk yang telah diperbaiki

6) Merumuskan produk akhir dan panduan penggunaannya.

Sebagai riset terapan, riset pengembangan bertujuan bukan untuk menghasilkan teori. Oleh karena itu, dalam penelitian pengembangan sangat dimungkinkan untuk menggunakan multi pendekatan dan multi metode.

b. Karakteristik Penelitian Pengembangan

Menurut Ainin (2013: 98-100) Penelitian pengembangan di bidang pendidikan merupakan penelitian yang berupa produk pendidikan sebagai solusi untuk peningkatan kualitas pembelajaran memiliki karakteristik yang berbeda dengan penelitian pada umumnya. Menurut Sugiyono (2015: 31) mengemukakan bahwa ruang lingkup penelitian pengembangan adalah penelitian tentang proses dan dampak dari produk yang dihasilkan dari perencanaan dan penelitian pengembangan serta perancangan (desain) dan proses pengembangan secara keseluruhan atau komponen dari sebagian proses. Dari penjelasan diatas, maka karakteristik penelitian pengembangan meliputi :

1) Produk berbasis masalah

Produk berbasis masalah merupakan suatu produk yang dibuat dan didesain sesuai dengan permasalahan yang dihadapi dalam pembelajaran. Dalam konteks ini, studi pendahuluan merupakan langkah awal yang harus dilakukan dalam penelitian

pengembangan sehingga produk yang dihasilkan relevan dengan kebutuhan.

2) Uji coba produk

Uji coba produk dilakukan untuk memperoleh produk yang layak guna, maka sebelum finalisasi produk perlu dilakukan uji coba produk atau validasi untuk menentukan tingkat efektifitas produk yang dihasilkan. Secara prosedural uji coba produk dielaborasi dengan para ahli yang relevan, pengguna produk dan uji lapang.

3) Revisi produk

Seperti yang telah di jelaskan sebelumnya bahwa produk yang dihasilkan tidak bisa langsung diaplikasikan melainkan harus melewati tahap uji coba terlebih dahulu. Dari uji coba ini, peneliti memperoleh masukan baik secara kualitatif maupun kuantitatif dari para ahli yang dapat dijadikan bahan oleh peneliti sebagai bahan revisi produk agar produk yang dihasilkan efektif dan layak guna.

4) Tidak menguji teori

Penelitian pengembangan di dasarkan pada suatu asumsi bahwa secara teoritis-praktis produk yang akan dihasilkan memang efektif sebagai solusi untuk memecahkan permasalahan di kelas.

5) Kebermanfaatan produk untuk perbaikan

Nantinya produk yang akan dihasilkan mampu bermanfaat dan menunjukkan progres yang lebih baik dibanding dengan

produk sebelumnya. Oleh karena itu, asas kemanfaatan produk tidak hanya didasarkan pada seberapa besar biaya yang dibutuhkan untuk pengembangan produk, melainkan seberapa besar produk tersebut memiliki daya guna untuk peningkatan kualitas pembelajaran.

Dapat disimpulkan bahwa karakteristik penelitian pengembangan (R&D) adalah penelitian yang berbentuk “siklus”, diawali oleh permasalahan yang membutuhkan pemecahan dengan mengembangkan sebuah produk tertentu atau memaksimalkan penggunaannya (Hamzah, 2020: 9)

c. Langkah-langkah penelitian R&D dalam bidang pendidikan

Secara ringkas langkah-langkah penelitian R&D menurut Hanafi (2017: 139-141) sebagai berikut:

1) Potensi dan Masalah

Segala bentuk penelitian memang bermula dari adanya suatu potensi atau masalah. Masalah akan terjadi bila ada penyimpangan antara yang diharapkan dengan keadaan yang terjadi.

2) Mengumpulkan informasi

Setelah adanya suatu masalah, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan berbagai informasi dan studi literatur yang bisa digunakan sebagai bahan guna merencanakan untuk membuat suatu produk tertentu yang diharapkan bisa mengatasi masalah tersebut.

3) Desain Produk

Produk yang dihasilkan dari suatu penelitian R&D ini ada banyak jenisnya. Untuk menghasilkan sistem kerja baru, maka haruslah dibuat rancangan kerja baru berdasarkan penilaian terhadap sistem kerja lama, sehingga bisa ditemukan kelemahan-kelemahan terhadap sistem tersebut.

4) Validasi Desain

Merupakan suatu proses kegiatan yang bertujuan untuk menilai apakah rancangan produk, dalam hal ini sistem kerja baru secara rasional akan lebih efektif dari yang lama atau tidak.

5) Perbaiki Desain

Setelah desain produk jadi, divalidasi melalui diskusi bersama para pakar dan para ahlinya. Maka akan bisa diketahui kelemahan-kelemahannya. Kelemahan tersebut kemudian dicoba untuk dikurangi dengan memperbaiki desain tersebut.

6) Uji Coba Produk

Pengujian bisa dilaksanakan melalui eksperimen, yaitu membandingkan efektifitas dan efisiensi sistem kerja yang lama dengan sistem kerja yang baru.

7) Revisi Produk

Pengujian produk terhadap sampel yang terbatas tersebut dapat menunjukkan bahwa kinerja sistem kerja baru ternyata yang lebih baik bila dibandingkan dengan sistem kerja lama.

8) Uji Coba Pemakaian

Setelah melalui tahap revisi produk, selanjutnya produk yang dihasilkan tersebut diberlakukan atau diterapkan pada kondisi nyata dalam ruanglingkup yang luas. Dalam pengoperasian sistem kerja baru tersebut, tetap harus dinilai hambatan atau kekurangan yang muncul guna dilakukan perbaikan yang lebih lanjut.

9) Revisi Produk

Revisi produk ini dilaksanakan bila dalam perbaikan pada kondisi nyata terdapat kelebihan dan kekurangan.

10) Pembuatan produk masal

Pada tahap pembuatan produk masal ini dilaksanakan bila produk yang telah diujicobakan dinyatakan efektif serta layak untuk di produksi secara masal.

d. Jenis-Jenis Model Pengembangan

Menurut Sugiyono (2015: 35-39) terdapat beberapa jenis model pengembangan yakni:

1) Borg and Gall

Terdapat sepuluh tahapan dalam model pengembangan Borg and Gall, yaitu:

- a) *Research and Information Collecting. Include needs assesment, review of literature, small-scale research study, and preparation of report on starte of the art.* “penelitian dan pengumpulan informasi, meliputi analisis kebutuhan, review literatur,

penelitian dalam skala kecil, dan persiapan membuat laporan yang terkini”.

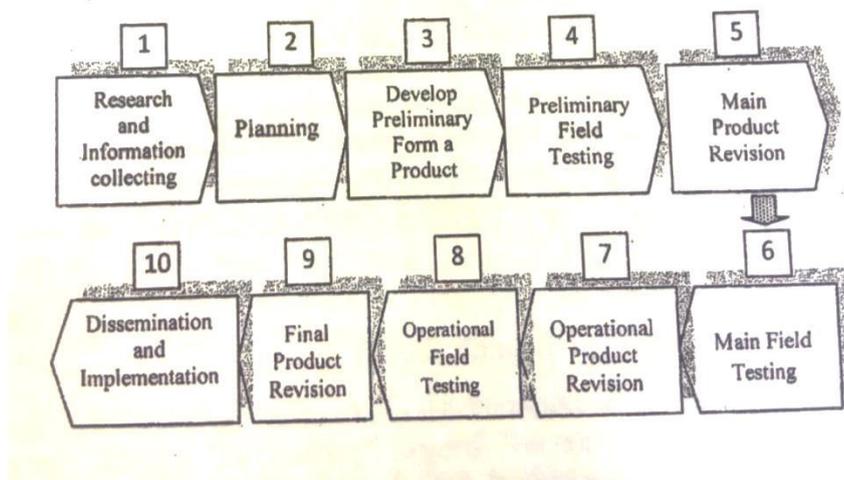
- b) *Planning. Include defining skills to be learned, stating and sequencing objectives, identifying learning activities, and small scale feasibility testing.* “ melakukan perencanaan, yang meliputi, pendefinisian keterampilan yang harus dipelajari, perumusan tujuan, penentuan tujuan pembelajaran, dan uji coba kelayakan (dalam skala kecil”.
- c) *Develop preliminary Form a Product. Includes preparation of instructional materials, prosedures, and evaluation instrument.* Mengembangkan produk awal yang meliputi, penyiapan materi pembelajaran, prosedur atau penyusunan buku pegangan, dan isntrumen evaluasi.
- d) *Preliminary Field testing. Conducted in from 1 to 3 schools, using 6 to 12 subjects. Interview, observational, and questionnaire data collected dan analyzed.* Pengujian lapangan awal, dilakukan pada 1 sampai 3 sekolah, menggunakan 6 sampai dengan 12 subjek. Pengumpulan data dengan wawancara, observasi, kuesioner. Hasil selanjutnya dianalisis.
- e) *Main Product Revision. Revision of product as suggested by the preliminary field-test result.* Melakukan revisi utama terhadap produk didasarkan pada saran-saran pada uji coba.

- f) *Main Field Testing. Conducted in 5 to 15 schools with 30 to 100 subjects. Quantitative data on subject's precourse and poscourse performance are collected. Results are evaluated with respect to course objective and are compared with control group data, when appropriated.* Melakukan uji coba lapangan utama, dilakukan pada 5 sampai dengan 15 sekolah dengan 30 sampai 100 subjek. Data kuantitatif tentang *performance* subjek sebelum dan sesudah pelatihan dianalisis. Hasil dinilai sesuai dengan tujuan pelatihan dan dibandingkan dengan data kelompok kontrol bila mungkin.
- g) *Operational Product revision. Revision of product as suggested by main field-test results.* Melakukan revisi terhadap produk yang siap dioperasionalkan, berdasarkan saran-saran dari uji coba.
- h) *Operational Field Testing. Conducted in 10 to 30 schools involving 40 to 400 subjects. Interview, observational, and questionnaire data collected and analyzed.* Melakukan uji lapangan operasional, dilakukan pada 10 sampai dengan 30 sekolah dengan 40 sampai 400 subjek. Data wawancara, observasi, dan kuesioner, dikumpulkan dan dianalisis.
- i) *Final Product Revision. Revision of product as suggested by operational field-test result.* Revisi produk akhir, berdasarkan saran dari uji lapangan.

j) *Dissemination and implementation. Report on product at professional meeting and in journals. Work with publisher who assumes commercial distribution. Monitor distribution to provide quality control.* Mendesiminasi dan mengimplementasikan product. Membuat laporan mengenai produk pada pertemuan profesional dan pada jurnal-jurnal. Bekerjasama dengan penerbit untuk melakukan distribusi secara komersial, memonitor produk yang telah didistribusikan guna membantu kendali mutu.

Langkah penelitian dan pengembangan Brog and Gall adalah model penelitian dan pengembangan yang paling populer digunakan, karena dapat digunakan untuk melakukan pengembangan diberbagai bidang salah satunya adalah bidang pendidikan. Namun model ini memiliki lebih banyak langkah penelitian dan pengembangan sehingga peneliti memilih untuk menggunakan model ADDIE (*Analysis-Design-Develop-Implement-Evaluate*) yang disesuaikan dengan waktu penelitian.

IAIN JEMBER



(Sugiyono, 2015: 37)

Gambar 2.1
Langkah-langkah Model Borg and Gall

2) Pengembangan perangkat pembelajaran Model ADDIE

Model ADDIE ini dikembangkan oleh Robert Maribe Brach pada tahun 2009, dimana ia mengembangkan *Instructional Design* atau desain pembelajaran dengan pendekatan ADDIE (Sugiyono, 2015: 38).

ADDIE (*Analysis-Design-Develop-Implement-Evaluate*) adalah model pengembangan yang identik dengan pengembangan sistem pembelajaran. Proses pengembangannya berurutan namun interaktif, yaitu hasil evaluasi setiap tahap dapat digunakan untuk pengembangan ke tahap berikutnya artinya hasil akhir dari suatu tahap merupakan produk awal bagi tahap selanjutnya. Proses siklus yang dilakukan berkembang dari waktu ke waktu dan berkesinambungan dari seluruh perancangan pembelajaran dan proses implementasinya.

Adapun beberapa karakteristik dari model ADDIE, yaitu:

- a) Model ADDIE merupakan model perancangan pembelajaran generik yang menyediakan sebuah proses terorganisasi dalam pembangunan bahan-bahan pelajaran

- b) Model ADDIE dapat menggunakan pendekatan produk dengan langkah-langkah yang sistematis dan interaktif
- c) Model ADDIE dapat digunakan untuk pengembangan bahan pembelajaran pada ranah verbal. Keterampilan intelektual, dan psikomotor
- d) Model ADDIE memberikan kesempatan kepada pengembang desain pembelajaran untuk bekerja sama dengan para ahli isi, media, dan desain pembelajaran sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik.

Terdapat lima tahap pengembangan dari model ADDIE ini, yaitu:

a) *Analysis* (analisis)

Pada tahap ini berkaitan dengan kegiatan analisis terhadap situasi kerja dan lingkungan sehingga dapat ditemukan produk apa yang perlu dikembangkan.

b) *Design*

Tahap *design* adalah kegiatan perancangan produk sesuai dengan yang dibutuhkan.

c) *Development*

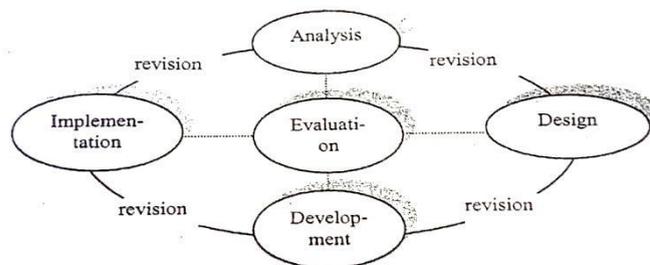
Tahap *development* adalah kegiatan pembuatan dan pengujian produk.

d) *Implementation*

Tahap *implementation* adalah kegiatan menggunakan produk yang telah dikembangkan.

e) *Evaluation*

Tahap *evaluation* ini adalah kegiatan menilai apakah setiap langkah kegiatan dan produk yang telah dibuat atau dikembangkan sudah sesuai dengan spesifikasi atau belum.



(Sugiyono, 2015: 39)

Gambar 2.2
Tahapan ADDIE

3) Thiagarajan

Thiagarajan *et al.* (1974) dalam Sugiyono (2015: 37-38) mengemukakan bahwa langkah-langkah penelitian dan pengembangan disingkat dengan 4D terdapat 4 langkah yaitu :

a) *Define* (Pendefinisian)

Pada tahap ini berkaitan dengan kegiatan untuk menetapkan produk apa yang akan dikembangkan, beserta spesifikasinya. Tahap ini merupakan kegiatan analisis kebutuhan, yang dilakukan melalui penelitian dan studi literatur.

b) *Design* (Perancangan)

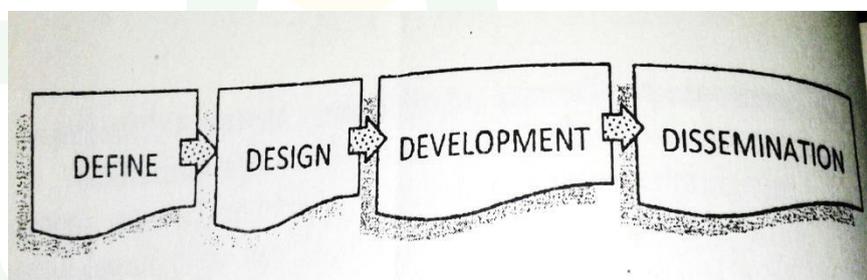
Pada tahap ini berkaitan dengan kegiatan untuk membuat rancangan terhadap produk yang telah ditetapkan.

c) *Development* (Pengembangan)

Pada tahap ini berkaitan dengan membuat rancangan menjadi produk dan menguji validitas produk secara berulang-ulang sampai dihasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

d) *Dissemination* (Diseminasi)

Tahap ini merupakan tahap akhir yang berkaitan dengan penyebarluasan produk yang telah teruji untuk dimanfaatkan orang lain.



(Sugiyono, 2015: 38)

Gambar 2.3
Tahapan 4D

Model pengembangan 4D memiliki kelebihan diantaranya lebih tepat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan perangkat pembelajaran bukan untuk mengembangkan sistem pembelajaran, langkahnya mudah diikuti, adanya analisis tugas dan konsep memudahkan peneliti untuk menetapkan tujuan

pembelajaran, dan pijakan pengembangan perangkat yang mendasar pada kurikulum (Arywiantari dkk., 2015: 3).

4) Richey and Klein

Menurut Sugiyono (2015: 39) mengemukakan bahwa langkah-langkah penelitian dan pengembangan Richey and Klein terdapat 3 langkah yaitu :

a) *Planning* (Perancangan)

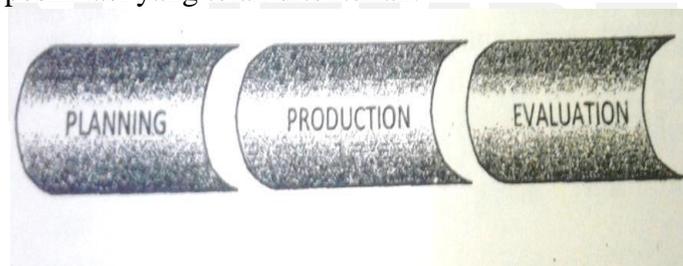
Pada tahap ini berkaitan dengan kegiatan membuat rencana produk yang akan dibuat dengan tujuan tertentu. Perencanaan diawali dengan analisis kebutuhan yang dilakukan melalui penelitian dan studi literatur.

b) *Production* (Memproduksi)

Pada tahap ini berkaitan dengan kegiatan membuat produk berdasarkan rancangan yang telah dibuat.

c) *Evaluation* (Evaluasi)

Pada tahap akhir ini, kegiatan yang dilakukan adalah menguji, menilai seberapa tinggi produk tersebut untuk memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.



(Sugiyono, 2015: 39)

Gambar 2.4
Tahapan PPE

2. Standar Kriteria Penilaian

Tiga standar kriteria penilaian pengembangan yaitu kriteria valid, praktis dan efektif.

- a. Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat keshahihan suatu produk yang telah dikembangkan dengan mengacu pada beberapa aspek penilaian. Ada dua aspek yang menjadi syarat sehingga produk dapat dikatakan valid yaitu: 1) Validitas isi, dikatakan valid jika memiliki dasar teori yang memadai, 2) Validitas konstruk, jika semua komponen produk antara satu dengan yang lainnya berhubungan secara koonsisten (Haviz, 2013: 33). Proses validasi dilakukan oleh validator dalam hal ini dosen atau para ahli yang telah berpengalaman menilai produk baru. Hasil tersebut dijadikan pedoman untuk merevisi atau memperbaiki kekurangan produk yang telah melalui proses validasi (Jusniar dkk., 2014: 40).
- b. Kepraktisan ditentukan dari hasil penggunaan atau pemakaian. Produk hasil pengembangan dikatakan praktis jika: 1) Praktisi mengatakan bahwa produk yang telah dikembangkan dan diterapkan di lapangan dan 2) Tingkat keterlaksanaan produk termasuk kategori “baik” (Haviz, 2013: 34). Langkah-langkah yang ditempuh dalam menganalisis data yang diperoleh yaitu: 1) Menghitung banyaknya responden yang memberi respon positif sesuai dengan aspek yang dinyatakan kemudian menghitung persentasenya, 2) Presentase

responden yang memberikan respon minimal 70% jumlah aspek yang dinyatakan praktis (Jusniar dkk., 2014: 40).

- c. Pengujian aspek keefektifan dilakukan untuk mengetahui tingkat atau derajat penerapan teori atau model dalam proses pembelajaran. Ada banyak cara yang dapat ditempuh untuk melihat tingkat keefektifan suatu produk yang dihasilkan dalam penelitian pengembangan. Keefektifan mengacu pada tingkat konsistensi pengalaman dengan tujuan. Tingkat keefektifan dapat diukur dengan melihat seberapa besar penghargaan yang diterima oleh siswa setelah melalui beberapa rangkaian proses pembelajaran serta adanya keinginan siswa untuk terus menggunakan media yang telah dikembangkan (Haviz, 2013: 34)

3. Bahan Ajar

a. Pengertian Bahan Ajar

Menurut Yuberti (2014: 185) Bahan ajar adalah seperangkat sarana atau alat pembelajaran, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu kompetensi atau subkompetensi dengan segala kompleksitasnya. Sedangkan menurut Ahmad dan Lestari (2010: 184) bahan ajar adalah seperangkat materi yang disusun secara sistematis baik tertulis maupun tidak sehingga tercipta lingkungan atau suasana yang memungkinkan siswa untuk belajar. Sedangkan menurut Mudlofar (2012: 128) bahan ajar

merupakan segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar.

Menurut Prastowo (2014: 17) bahan ajar merupakan segala bahan (baik informasi, alat maupun teks) yang disusun secara sistematis yang menampilkan gambaran utuh dari kompetensi yang akan dikuasai siswa dan digunakan dalam proses pembelajaran dengan tujuan untuk perencanaan dan penelaah implementasi pembelajaran. Dampak positif dari adanya bahan ajar adalah guru akan mempunyai lebih banyak waktu untuk membimbing siswa dalam proses pembelajaran, membantu siswa untuk memperoleh pengetahuan baru dari segala sumber atau referensi yang digunakan dalam bahan ajar, dan peranan guru sebagai satu-satunya sumber pengetahuan menjadi berkurang.

Dari definisi-definisi diatas dapat disimpulkan bahwa bahan ajar merupakan seperangkat materi pelajaran yang didalamnya mengacu pada kurikulum yang digunakan dalam rangka mencapai standar kompetensi dan kompetensi dasar yang telah ditentukan.

b. Karakteristik Bahan Ajar

Menurut Yuberti (2014: 187-188) Bahan ajar memiliki beberapa karakteristik, yaitu :

- 1) *Self Intructional* yaitu bahan ajar yang dapat membuat siswa maupun membelajarkan diri sendiri dengan bahan ajar yang akan dikembangkan. Untuk memenuhi karakter *self intructional*, maka

di dalam bahan ajar harus terdapat tujuan yang harus dirumuskan dengan jelas.

- 2) *Self contained* yaitu seluruh materi pelajaran dari satu unit kompetensi atau subkompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu bahan ajar secara utuh.
- 3) *Stand alone* yaitu bahan ajar yang dikembangkan tidak tergantung pada bahan ajar yang lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan bahan ajar lain.
- 4) *Adaptive* yaitu bahan ajar hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi.
- 5) *User friendly* yaitu setiap intruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakaian dalam merespons dan mengakses sesuai keinginan.

Dalam pembuatan bahan ajar, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu :

- 1) Memberikan contoh-contoh dan ilustrasi yang menarik dalam rangka mendukung pemaparan materi pembelajaran.
- 2) Memberikan kemungkinan bagi siswa untuk memberikan umpan balik atau mengukur penguasaannya terhadap materi yang diberikan dengan memberikan soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya.

- 3) Kontekstual, yaitu materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan lingkungan siswa.
- 4) Bahan yang digunakan cukup sederhana karena siswa hanya berhadapan dengan bahan ajar ketika belajar secara mandiri.

c. Fungsi Bahan Ajar

Menurut Prastowo (2014: 24-25) fungsi bahan ajar dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu fungsi bagi guru dan fungsi bagi siswa.

a) Fungsi bahan ajar bagi guru, antara lain :

- 1) Menghemat waktu guru dalam mengajar.
- 2) Mengubah peran guru dari seorang pengajar menjadi seorang fasilitator.
- 3) Meningkatkan proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan interaktif.
- 4) Sebagai alat evaluasi pencapaian atau penguasaan hasil pembelajaran.

b) Fungsi bahan ajar bagi siswa, antara lain :

- 1) Siswa dapat belajar tanpa harus ada guru atau teman siswa yang lain.
- 2) Siswa dapat belajar kapan saja dan dimana saja sesuai keinginan.
- 3) Membantu siswa untuk mandiri.

- 4) Sebagai pedoman bagi siswa yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran serta sebagai sumber belajar tambahan bagi siswa.

d. Jenis-jenis Bahan Ajar

Menurut Agustina (2018: 21) Berdasarkan bentuknya, bahan ajar dibedakan menjadi empat jenis, yakni :

- 1) Bahan ajar cetak, merupakan sejumlah bahan ajar yang berbentuk kertas untuk keperluan pembelajaran atau untuk menyampaikan informasi. Misalnya buku, modul, *handout*, lembar kerja peserta didik, brosur, foto, gambar, dll.
- 2) Bahan ajar dengar atau program audio merupakan sistem pembelajaran yang menggunakan sinyal radio secara langsung dan dapat dimainkan atau didengarkan oleh seseorang. Misalnya kaset, radio, *compact disk audio*.
- 3) Bahan ajar pandang dengar (audiovisual) merupakan kombinasi sinyal audio dengan gambar bergerak secara sekuensial. Misalnya film, *video compact disk*.
- 4) Bahan ajar interaktif yakni kombinasi dari dua atau lebih media yang kemudian dimanipulasi oleh penggunanya dan diberi perlakuan untuk mengendalikan suatu perintah atau perilaku alami dari suatu presentasi.

4. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

a. Pengertian LKPD

Menurut Yuberti (2014: 193) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah materi ajar yang sudah dikemas sedemikian rupa, sehingga siswa diharapkan dapat materi ajar tersebut secara mandiri.

Dalam LKPD, siswa akan mendapatkan materi, ringkasan, dan tugas yang berkaitan dengan materi. LKPD adalah materi ajar yang dikemas secara integrasi sehingga memungkinkan siswa mempelajari materi tersebut secara mandiri. LKPD di dalamnya berisi tugas-tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik dan terdapat langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas. Sedangkan menurut Prastowo (2015: 203) LKPD adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kerja biasanya berupa petunjuk atau langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa LKPD merupakan bahan ajar dalam bentuk media cetak yang di dalamnya berisi materi, ringkasan dan petunjuk pelaksanaan tugas yang harus di kerjakan oleh siswa dengan mengacu pada kompetensi dasar yang harus dicapai.

b. Ciri-ciri LKPD

Menurut Fajarini (2018: 79) ciri-ciri LKPD adalah sebagai berikut :

- 1) LKPD terdiri dari beberapa halaman.
- 2) LKPD dicetak sebagai bahan ajar yang spesifik untuk digunakan oleh satuan tingkat pendidikan tertentu.
- 3) Didalamnya terdiri atas uraian singkat tentang pokok bahasan secara umum, rangkuman pokok bahasan, puluhan soal-soal pilihan ganda dan soal-soal essay.

c. Fungsi LKPD

Menurut Prastowo (2015: 205-206) fungsi LKPD sebagai berikut :

- 1) LKPD sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik namun lebih mengaktifkan siswa.
- 2) LKPD merupakan bahan ajar yang membantu siswa untuk memahami materi secara mudah.
- 3) LKPD sebagai bahan ajar yang ringkas dan terdapat banyak tugas untuk berlatih.
- 4) Memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada siswa.

LKPD memiliki beberapa fungsi menurut Suyanto dkk. (2011:

3-4) diantaranya sebagai berikut :

- 1) Sebagai panduan siswa di dalam melakukan kegiatan belajar, seperti melakukan percobaan.

- 2) Sebagai lembar pengamatan, dimana LKPD menyediakan dan memandu siswa menuliskan data hasil pengamatan.
- 3) Sebagai lembar diskusi, dimana LKPD berisi sejumlah pertanyaan menuntun siswa melakukan diskusi dalam rangka konseptualisme.
- 4) Sebagai lembar penemuan.
- 5) Sebagai wahana untuk melatih siswa berpikir kritis dalam kegiatan belajar mengajar.
- 6) Meningkatkan minat siswa untuk belajar.

Berdasarkan fungsi LKPD diatas, maka guru sebagai pengelola proses belajar, kedudukannya tidak dapat digantikan oleh adanya lembar kerja karena keberadaan lembar kerja peserta didik ini hanya membantu kemudahan dan kelancaran aktivitas pada saat proses belajar mengajar serta interaksi antara guru dan murid, sehingga tujuan dan proses belajar dapat tercapai.

d. Tujuan Penyusunan LKPD

Menurut Prastowo (2014: 206) tujuan penyusunan LKPD adalah sebagai berikut :

- 1) Menyajikan bahan ajar yang memudahkan siswa berinteraksi dengan materi yang diberikan.
- 2) Menyajikan tugas-tugas yang meningkatkan penugasan siswa terhadap materi yang diberikan.
- 3) Melatih kemandirian siswa.
- 4) Memudahkan pendidik dalam memberikan tugas kepada siswa

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa tujuan dari penulisan LKPD adalah membuat bahan ajar yang dapat membantu proses belajar mengajar sehingga dapat meningkatkan penguasaan siswa terhadap materi yang diberikan.

e. Kriteria Penyusunan LKPD

Menurut Shobirin (2013: 64) kriteria penyusunan LKPD meliputi syarat didaktik, syarat konstruksi dan syarat teknik.

1) Syarat-syarat didaktik

Syarat-syarat didaktik mengatur tentang penggunaan LKPD yang bersifat universal dapat digunakan dengan baik. LKPD lebih menekankan pada proses untuk menemukan konsep, dan yang terpenting dalam LKPD ada variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan siswa. LKPD diharapkan mengutamakan pada pengembangan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral dan estetika.

2) Syarat-syarat konstruksi

Syarat-syarat mengatur tentang penggunaan bahasa yang sesuai dengan tingkat kedewasaan anak, menggunakan struktur kalimat yang jelas, memiliki tata urutan pelajaran yang sesuai dengan tingkat kedewasaan anak, hindari pertanyaan yang terlalu terbuka, tidak mengaca pada buku sumber yang di luar kemampuan keterbacaan siswa, menyediakan ruang yang cukup untuk memberi keluasaan pada siswa untuk menulis, menggunakan kalimat yang sederhana dan

pendek, gunakan lebih banyak ilustrasi daripada kata-kata, dapat digunakan oleh anak-anak yang lamban atau cepat, memiliki tujuan yang jelas serta bermanfaat sebagai sumber motivasi dan mempunyai identitas untuk memudahkan administrasinya.

3) Syarat-syarat teknis

Syarat-syarat teknis mengatur tentang penyajian LKPD, yaitu berupa tulisan, gambar dan tampilan dalam LKPD. Dalam tulisan terdapat beberapa syarat seperti menggunakan huruf cetak dan tidak menggunakan huruf latin atau romawi, menggunakan huruf tebal yang agak besar untuk topik, menggunakan kalimat pendek, gunakan bingkai untuk membedakan kalimat perintah dengan jawaban dan perbandingan besarnya huruf dengan gambar serasi. Sedangkan gambar yang digunakan dalam penyusunan LKPD adalah gambar yang dapat menyampaikan pesan atau isi dari gambar tersebut secara efektif kepada pengguna LKPD. Pada aspek terakhir tampilan LKPD yang sangat penting adalah ketertarikan siswa terhadap penampilan bukan isinya.

f. Komponen LKPD

Komponen penyusunan LKPD tentunya harus memperhatikan susunan komponen yang harus ada di dalam LKPD tersebut. Salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyusun LKPD adalah komponen-komponen yang harus ada dalam LKPD. Menurut Prastowo (2016: 207-208) dilihat dari strukturnya, bahan ajar LKPD lebih sederhana dari pada

modulnya, namun lebih kompleks daripada buku. Komponen-komponen yang harus ada di dalam LKPD meliputi judul, petunjuk belajar, kompetensi dasar atau materi pokok, informasi pendukung, tugas atau langkah kerja dan penilaian.

g. Langkah-langkah Penulisan LKPD

Menurut Prastowo (2014: 211-214) dalam penulisan LKPD terdapat beberapa langkah-langkah yang harus diperhatikan, yaitu:

- 1) Melakukan Analisis Kurikulum : Langkah ini bertujuan menentukan materi pokok dalam LKPD. Memperhatikan dan mencermati pula kompetensi materi yang akan dicapai oleh peserta didik.
- 2) Menyusun Peta Kebutuhan LKPD : Peta kebutuhan untuk mengetahui urutan materi dalam LKPD yang akan di buat. Urutan LKPD ini dibutuhkan dalam menentukan prioritas penulisan materi.
- 3) Menentukan Judul LKPD : Judul LKPD ditentukan atas dasar tema sentral dan pokok bahasannya diperoleh dari hasil pemetaan kompetensi dasar dan materi pokok.
- 4) Penulisan LKPD : Adapun langkah-langkah yang diperlukan dalam penulisan LKPD yakni merumuskan kompetensi dasar, menentukan alat penilaian, menyusun materi, memperhatikan struktur LKPD (Nadhiroh, 2018: 24-25).

h. Kelebihan dan Kekurangan LKPD

LKPD didesain untuk dimanfaatkan siswa secara mandiri dan guru hanya berperan sebagai fasilitator. Jika desain LKPD yang dikembangkan terlalu rumit bagi siswa, maka siswa akan kesulitan dalam memahami LKPD walaupun LKPD digunakan sebagai media yang efektif dalam pembelajaran karena bentuknya yang sederhana dan dapat menjangkau semua kalangan pelajar. Setiap media pembelajaran pasti memiliki kekurangan dan kelebihannya.

Menurut Lismawati (2010: 40) LKPD memiliki beberapa kelebihan dari aspek penggunaan : merupakan media yang paling mudah dan sederhana, dapat dipelajari dimana saja dan kapan saja tanpa harus menggunakan alat khusus. Jika ditinjau dari aspek pengajarannya LKPD memiliki kelebihan seperti dapat mengembangkan kemampuan siswa untuk belajar tentang fakta dan mampu menggali prinsip-prinsip umum dan abstrak dengan menggunakan argumentasi yang realistis. Kemudian dari aspek kualitas penyampaian pesan pembelajaran yaitu mampu memaparkan kata-kata, angka-angka, notasi musik, gambar dua dimensi, serta diagram dengan proses yang sangat cepat. Dari aspek ekonomi lebih murah dibandingkan media pembelajaran lainnya.

LKPD selain mempunyai kelebihan pasti memiliki kekurangan antara lain :

- 1) Tidak mampu mempresentasikan gerakan, pemaparan materi bersifat linier, sulit memberikan bimbingan kepada pembacanya.

- 2) Sulit untuk memberikan umpan balik untuk pertanyaan yang diajukan memiliki banyak kemungkinan jawaban.
- 3) Tidak mengakomodasi siswa dengan kemampuan baca terbatas karena media ini ditulis pada tingkat baca tertentu.
- 4) Memerlukan pengetahuan prasyarat agar siswa dapat memahami materi yang dijelaskan.
- 5) Cenderung digunakan sebagai hafalan.

5. *Higher Order Thinking Skill (HOTS)*

a. Pengertian *Higher Order Thinking Skill (HOTS)*

Berpikir merupakan aktivitas mental yang terjadi apabila seseorang menghadapi masalah atau situasi yang harus dipecahkan. Kegiatan berpikir dapat diklasifikasikan menjadi berpikir tingkat rendah (*lower order thinking*) dan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking*). Keterampilan berpikir tingkat tinggi didefinisikan sebagai penggunaan pikiran secara luas untuk menemukan tantangan baru (Sucipto, 2017: 63-71).

Menurut Sani (2019: 2) Keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) mencakup kemampuan berpikir kritis, logis, reflektif, metakognitif, dan kreatif. Keterampilan berpikir kritis diperlukan dalam menyelesaikan masalah dan membuat keputusan. Berpikir tingkat tinggi akan terjadi jika seseorang memiliki informasi yang disimpan dalam ingatan dan memperoleh informasi baru, kemudian menghubungkan, atau menyusun dan mengembangkan

informasi tersebut untuk mencapai suatu tujuan atau memperoleh jawaban atau solusi yang diharapkan. HOTS mencakup transformasi informasi dan ide-ide. Transformasi ini terjadi jika siswa menganalisa, mensintesa atau menggabungkan fakta atau ide, menggeneralisasi, menjelaskan atau sampai pada suatu kesimpulan atau interpretasi. Manipulasi informasi dan ide-ide melalui proses tersebut akan memungkinkan siswa untuk menyelesaikan permasalahan, memperoleh pemahaman, dan menemukan makna baru.

Higher Order Thinking Skill (HOTS) adalah salah satu keterampilan yang diperlukan dalam abad 21 yang mengarahkan siswa untuk berpikir kritis dan kreatif. Konsep berpikir secara HOTS relevan dengan tuntutan pendidikan abad 21 karena mengarahkan siswa untuk meningkatkan keterampilan akademik dan keterampilan sosial mereka dengan membiasakan diri untuk berbagi informasi, mengorganisasikan ide, mengekspresikan pendapat ataupun menciptakan proyek (Khotimah dan Sari, 2020: 762).

Keterampilan berpikir tingkat tinggi ini menghendaki seseorang untuk menerapkan informasi baru atau pengetahuan sebelumnya dan memanipulasi informasi untuk menjangkau kemungkinan jawaban dalam situasi yang baru. Peserta didik yang memiliki keterampilan tingkat tinggi mampu membedakan antara fakta dan opini, mengidentifikasi informasi yang relevan, memecahkan masalah, dan mampu menyimpulkan informasi yang telah dianalisisnya.

Keterampilan berpikir tingkat tinggi adalah proses berpikir yang melibatkan aktivitas mental dalam usaha mengeksplorasi pengalaman yang kompleks, reflektif dan kreatif yang dilakukan secara sadar untuk mencapai tujuan, yaitu memperoleh pengetahuan yang meliputi tingkat berpikir analitis, sintesis dan evaluatif (Maqfirah, 2020: 18).

Menurut Nadhiroh (2018: 29) keterampilan berpikir merupakan hal yang mendasar bagi proses pendidikan. Sebuah pemikiran dapat mempengaruhi kemampuan belajar, kecepatan dan efektifitas pembelajaran. HOTS merupakan keterampilan berpikir tinggi dalam hirarki proses kognitif.

b. Aspek *Higher Order Thinking Skill* (HOTS)

Menurut Maqfirah (2020: 20-25) secara umum, aspek keterampilan berpikir tingkat tinggi dibagi menjadi 3 yaitu: *Transfer of knowledge, Creative dan critical thinking dan problem solving*.

1) *Transfer of knowledge*

Keterampilan berpikir tingkat tinggi erat kaitannya dengan keterampilan berpikir sesuai dengan ranah kognitif, afektif dan psikomotor yang menjadi satu kesatuan dalam proses belajar dan mengajar.

a) Ranah kognitif meliputi kemampuan dari peserta didik dalam mengulang atau menyatakan kembali konsep atau prinsip yang telah dipelajari dalam proses pembelajaran yang telah didapatnya. Proses ini berkenaan dengan kemampuan dalam

berpikir, kompetensi dalam mengembangkan pengetahuan, pengenalan, pemahaman, konseptualisasi, penentuan dan penalaran. Tujuan pembelajaran pada ranah kognitif merupakan segala aktivitas pembelajaran menjadi enam tingkatan yakni mengingat (C1), memahami (C2), menerapkan (C3), menganalisis (C4), menilai (C5), dan mencipta (C6).

- b) Ranah afektif berhubungan dengan sikap, nilai, perasaan, emosi serta derajat penerimaan atau penolakan suatu objek dalam kegiatan pembelajaran dan membagi ranah afektif menjadi lima kategori yakni penerimaan, menanggapi, penilaian, mengelola dan karakterisasi.
- c) Ranah Psikomotorik merupakan keterampilan dalam melakukan pekerjaan dengan melibatkan anggota tubuh yang berkaitan dengan gerak fisik (motorik) yang terdiri dari gerakan refleks, keterampilan pada gerak dasar, perseptual, ketepatan, keterampilan kompleks, ekspresif dan interperatif.

2) *Creative dan critical thinking*

Berpikir kritis merupakan proses dimana segala pengetahuan dan keterampilan dikerahkan dalam memecahkan permasalahan yang muncul, mengambil keputusan, menganalisis semua asumsi yang muncul dan melakukan investigasi atau penelitian berdasarkan data dan informasi yang telah didapat

sehingga menghasilkan informasi atau simpulan yang diinginkan.

3) *Problem solving*

Keterampilan berpikir tingkat tinggi sebagai problem solving diperlukan dalam proses pembelajaran, karena pembelajaran yang dirancang dengan pendekatan pembelajaran berorientasi pada keterampilan tingkat tinggi tidak dapat dipisahkan dari kombinasi keterampilan berpikir dan keterampilan kreativitas untuk pemecahan masalah.

c. **Indikator HOTS**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia indikator memiliki makna sesuatu yang dapat memberikan petunjuk atau keterangan. Seseorang dikatakan memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi tentunya berdasarkan kepada beberapa indikator yang sesuai dengan tahapan dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi, yaitu: tahap menganalisis, mengevaluasi dan mencipta. Menurut Anjani (2017: 25-29) menyatakan bahwa indikator untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi meliputi:

1) Menganalisis

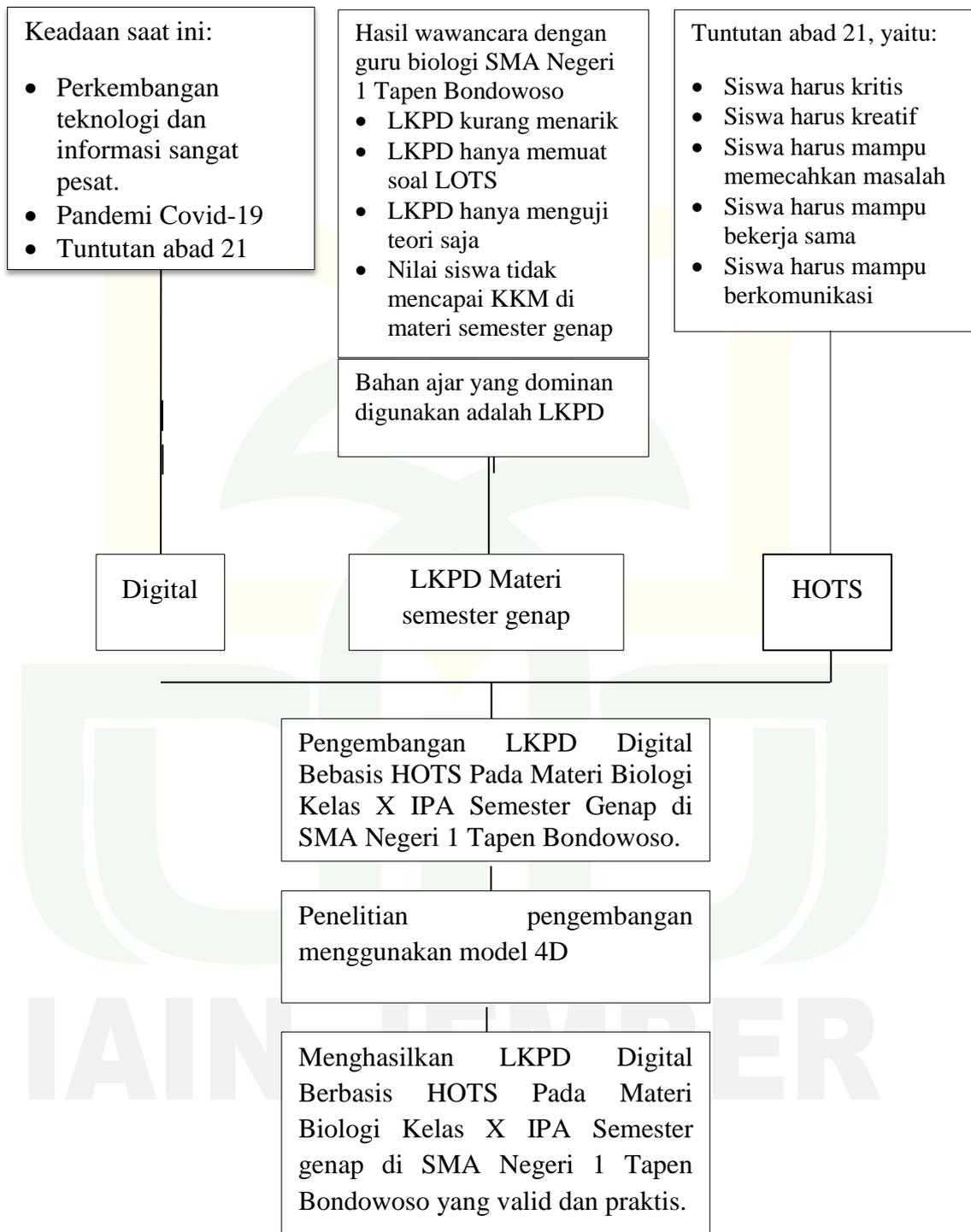
- a) Menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya.

- b) Mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit.
 - c) Mengidentifikasi atau merumuskan pertanyaan.
- 2) Mengevaluasi
- a) Memberikan penilaian terhadap solusi, gagasan dan metodologi dengan menggunakan kriteria yang cocok atau standar yang ada untuk memastikan nilai efektivitas atau manfaatnya.
 - b) Membuat hipotesis, mengkritik, dan melakukan pengujian.
 - c) Menerima atau menolak suatu pernyataan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.
- 3) Mencipta
- a) Membuat generalisasi sebuah ide atau cara pandang terhadap sesuatu.
 - b) Merancang suatu cara untuk menyelesaikan masalah.
 - c) Mengorganisasikan unsur-unsur atau bagian-bagian menjadi struktur baru yang belum pernah ada sebelumnya.

IAIN JEMBER

d. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.5
Diagram Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Model Penelitian dan Pengembangan

Model yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan produk adalah model 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan *et al.* (1974). Model ini terdiri dari empat tahapan, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *development* (pengembangan) dan *disseminate* (penyebaran).

B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Prosedur yang digunakan untuk penelitian dan pengembangan LKPD digital berbasis HOTS adalah prosedur dari desain penelitian dan pengembangan 4D oleh Thiagarajan *et al.* (1974) yang dimodifikasi meliputi *define* (pendefinisian), *design* (perancangan) dan *development* (pengembangan).

1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Pada tahap *define* penyusunan LKPD digital yang akan dikembangkan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Melakukan analisis kinerja dan analisis kebutuhan yang dilakukan dengan teknik wawancara.
- b. Melakukan analisis peserta didik.
- c. Melakukan analisis materi.
- d. Melakukan analisis tugas yang terdapat dalam pembelajaran.
- e. Merumuskan tujuan dan indikator yang akan dicapai.

2. Tahap *Design* (Perancangan)

Pada tahap *design* penyusunan LKPD digital yang akan dikembangkan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Memilih perangkat lunak yang akan digunakan untuk mendesign LKPD.
- b. Perancangan *design* LKPD.
- c. Menyusun materi yang diperoleh dari berbagai sumber sesuai dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) pada materi biologi kelas X semester genap.
- d. Menyusun soal-soal HOTS yang terdiri dari soal pilihan ganda dan soal essay, tugas kelompok dan tugas rumah.

3. Tahap *Development* (Pengembangan)

Pada tahap *development* penyusunan LKPD digital yang akan dikembangkan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Validasi Ahli

LKPD digital berbasis HOTS yang dikembangkan akan dilakukan penilaian atau validasi oleh tim ahli. Validasi ahli terdiri dari: (1) Dua dosen ahli meliputi ahli media, ahli materi dan ahli evaluasi; (2) Satu guru biologi.

- b. Revisi

Revisi dilakukan saat produk telah divalidasi oleh para ahli terhadap LKPD digital berbasis HOTS yang telah dikembangkan. Hasil

revisi ini digunakan untuk memperbaiki produk yang telah dikembangkan.

c. Uji coba lapangan

Pada tahap ini LKPD digital berbasis HOTS yang dikembangkan diuji cobakan terbatas pada 12 siswa kelas X IPA. Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui respon atau pendapat siswa terhadap produk serta kepraktisan produk yang dikembangkan.

C. Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Desain uji coba dilakukan melalui tahapan penilaian produk oleh para ahli yang terdiri dari ahli materi, media, evaluasi serta guru biologi. Kemudian uji coba lapangan menggunakan skala terbatas dengan melibatkan 12 siswa.

a. Uji Ahli

Uji ahli dalam penelitian dan pengembangan dilakukan oleh dua ahli materi, dua ahli media, dua ahli evaluasi dan satu guru biologi. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan penilaian, kritik dan saran untuk perbaikan serta memvalidasi produk yang telah dikembangkan.

b. Uji Lapangan

Uji lapangan dalam penelitian dan pengembangan melibatkan 12 siswa sebagai sasaran pengguna produk yang telah dikembangkan. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui respon siswa terhadap produk yang telah dikembangkan.

2. Subjek Uji Coba

Subjek uji coba pada pengembangan ini melibatkan beberapa ahli yaitu ahli media, ahli materi, ahli evaluasi, guru dan siswa. Subjek uji validitas disebut validator, kriteria untuk validator dan subjek uji terbatas diuraikan sebagai berikut:

a. Dosen

Kriteria dosen sebagai validator ahli yaitu dosen ahli materi Biologi dengan minimal pendidikan S2 menguasai indikator dan menguasai materi yang dikembangkan pada bahan ajar. Ahli media yakni dosen yang menguasai tentang media yang digunakan pada bahan ajar. Ahli evaluasi yakni dosen yang menguasai tentang soal-soal HOTS yang terdapat dalam produk.

b. Guru

Kriteria guru sebagai validator praktisi yaitu pendidikan Biologi di SMA/MA dengan pendidikan minimal S1, menguasai materi yang akan dikembangkan pada bahan ajar.

c. Siswa

Subjek uji coba yang digunakan pada penelitian ini yaitu siswa kelas X IPA. Uji coba terbatas dengan menggunakan 12 siswa.

D. Jenis Data

Dalam pelaksanaan penelitian dan pengembangan (R&D), terdapat dua jenis data yang digunakan, yaitu:

- a. Data kuantitatif, yakni hasil penilaian angket uji validasi dan hasil angket respon siswa.
- b. Data kualitatif, yakni berupa kritik, saran maupun komentar dari validator dan praktisi lapangan tentang produk yang dikembangkan.

E. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen merupakan alat yang digunakan untuk mempermudah dalam pengambilan data dan menilai produk. Instrumen yang digunakan untuk menilai LKPD digital berbasis HOTS, yakni:

1. Pedoman wawancara

Wawancara ini dilakukan pada pra penelitian untuk menentukan alasan dilakukannya penelitian. Wawancara ini dilakukan Pada hari Kamis, 1 Oktober 2020 di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso. Pada penelitian ini digunakan jenis wawancara semiterstruktur karena peneliti dapat mengembangkan pertanyaan dan tidak harus terpaku pada pertanyaan yang telah dibuat terlebih dahulu. Jenis penelitian ini pelaksanaannya juga bebas sehingga antara peneliti dan narasumber tidak ada kecanggungan. Pada saat wawancara terdapat beberapa hal yang menjadi pertanyaan seperti hambatan belajar, metode pembelajaran, bahan ajar dan sumber belajar yang sering digunakan dan materi yang terdapat di kelas X IPA semester genap.

2. Angket Validasi

Penggunaan angket ini bertujuan untuk menilai kelayakan produk yang dikembangkan. Angket ditujukan kepada para validator ahli materi,

ahli media, ahli evaluasi dan guru biologi. Pengisian angket ini akan dilakukan pada tahap *development*. Data yang digunakan berasal dari seluruh komponen angket ahli materi yang berjumlah 26 butir (lampiran 2), ahli media berjumlah 20 butir (lampiran 4) dan validator pengguna (guru) berjumlah 29 (lampiran 6) Pada angket validasi ahli materi, ahli media dan validator pengguna (guru) menggunakan skala likert dengan 4 pilihan jawaban.

3. Angket Respon Siswa

Lembar angket respon siswa nantinya akan digunakan sebagai alat untuk melihat hasil respon peserta didik terhadap LKPD digital berbasis HOTS untuk menilai kepraktisan produk yang dikembangkan. Data yang digunakan berasal dari seluruh komponen angket respon siswa yang berjumlah 17 butir (lampiran 8) dan menggunakan skala likert dengan 4 pilihan jawaban.

F. Analisis Data

1. Angket Validasi

Data hasil validasi oleh para validator selanjutnya dianalisis dengan perhitungan skor yang telah diperoleh kemudian diubah dalam bentuk presentase dengan rumus berikut :

$$Va = \frac{TSh}{TSe} \times 100\%$$

(Akbar, 2016: 158)

Keterangan :

Va : Validasi dari ahli

TSh : Total skor maksimal yang diharapkan

Tse : Total skor empiris (Hasil validasi oleh validator)

Setelah melakukan perhitungan, selanjutnya dapat ditentukan kevalidan produk dengan cara mengkonversi presentase hasil angket berdasarkan kriteria pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1
Kriteria Kelayakan Produk

Pencapaian nilai (skor)	Kategori validitas	Keterangan
25.00-40.00	Tidak Valid	Tidak boleh digunakan.
41.00-55.00	Kurang Valid	Tidak Boleh digunakan.
56.00-70.00	Cukup Valid	Boleh digunakan setelah direvisi besar.
71.00-85.00	Valid	Boleh digunakan dengan revisi kecil.
86.00-100.00	Sangat Valid	Sangat baik untuk digunakan.

(Akbar, 2016: 58)

2. Angket Respon Siswa

Data hasil respon siswa selanjutnya dianalisis dengan perhitungan skor yang telah diperoleh kemudian diubah dalam bentuk presentase dengan rumus berikut :

$$P = \frac{\sum x_i}{\sum x_j} \times 100$$

(Setiawati, 2017: 49)

Keterangan:

P = Persentase penilaian (%)

$\sum x_i$ = Jumlah skor jawaban penilaian oleh siswa

$\sum x_j$ = Jumlah skor jawaban tertinggi

Setelah melakukan perhitungan, selanjutnya dapat ditentukan kepraktisan produk dengan cara mengkonversi presentase hasil angket berdasarkan kriteria pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2
Kriteria Kepraktisan Produk

No	Kriteria kepraktisan	Tingkat kepraktisan
1.	81,00%-100,00%	Sangat Praktis
2.	61,00%-80,00%	Praktis
3.	41,00%-60,00%	Kurang Praktis
4.	21,00%-40,00%	Tidak Praktis
5.	00,00%-20,00%	Sangat Tidak Praktis

(Akbar, 2013: 42)



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

A. Penyajian Data Uji Coba

Hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan menghasilkan bahan ajar LKPD digital berbasis HOTS pada materi biologi kelas X IPA semester genap. Penelitian dan pengembangan ini dilakukan dengan menggunakan model 4D yang dimodifikasi meliputi *define* (pendefinisian), *design* (perancangan) dan *development* (pengembangan). Data hasil setiap tahapan prosedur penelitian dan pengembangan yang dilaksanakan adalah:

1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

a. Analisis Kinerja dan Analisis Kebutuhan

Tahap pertama dalam penelitian dan pengembangan ini adalah tahap analisis kinerja dan analisis kebutuhan yang dilakukan melalui teknik wawancara kepada Ibu Herdina Sukma Pranita, selaku guru yang mengajar pelajaran biologi kelas X IPA di SMA Negeri 1 Tapen. Hasil wawancara dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1
Hasil Wawancara Guru

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Bahan ajar yang bapak gunakan dalam mengajar?	Pada masa pandemi yang digunakan buku paket, namun sebelum ada pandemi biasanya yang digunakan LKS.
2	Apa kekurangan dri bahan ajar yang digunakan saat ini?	Yang menjadi kekurangan saat ini adalah tidak semua siswa memiliki buku paket karena harganya sendiri lumayan mahal jika dibanding dengan LKS yang biasa digunakan. Namun LKS yang biasa digunakan juga hanya bersifat menguji teori

No	Pertanyaan	Jawaban
		saja. Artinya ketika siswa mengerjakan latihan soal yang ada di LKS mereka dapat mencari jawabannya di LKS tersebut.
3	Kendala apa yang dialami ketika pembelajaran daring?	Kendala yang dihadapi biasanya berkaitan dengan finansial seperti pembelian kuota internet dan juga kurangnya pengawasan siswa.
4	Apa solusi yang dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut?	Memberikan media yang menarik, sering mengadakan kuis dan jika ada siswa yang tidak mengikuti proses pembelajaran pihak sekolah akan melakukan tindakan.
5	Metode apa yang sering digunakan dalam proses pembelajaran?	Ceramah dan diskusi kelompok
6	Materi apa yang biasanya siswa kurang memahami dan merasa kesulitan dalam mengerjakan tugas?	Sebenarnya tiap siswa memiliki kesulitan di materi yang berbeda. Tapi untuk materi semester genap memang mereka sering mengeluh karena terlalu banyak sehingga untuk belajar mereka merasa malas dan nilai yang mereka dapatkan kebanyakan di bawah rata-rata
7	Untuk pembelajaran daring saat ini, apakah seluruh siswa memiliki Handphone untuk mengikuti pembelajaran?	Jika dilihat dari kehadiran ya semua siswa memiliki. Tapi saya juga tidak tau miliknya sendiri atau meminjam punya saudara atau gimana saya kurang paham.

Hasil angket analisis kebutuhan yang telah disebarkan pada 22 siswa kelas X IPA SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso, dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2
Hasil Angket Analisis Kebutuhan Siswa

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apakah anda sering mengalami kesulitan belajar di masa pandemi?	75% siswa mengalami kesulitan belajar di masa pandemi

No	Pertanyaan	Jawaban
2	Apakah anda membutuhkan bahan ajar yang menarik, mudah digunakan dalam pembelajaran jarak jauh dan sesuai dengan tuntutan abad 21?	66,7% siswa membutuhkan bahan ajar yang menarik, mudah digunakan dalam pembelajaran jarak jauh dan sesuai dengan tuntutan abad 21
3	Apakah anda setuju jika pengembangan bahan ajar biologi berbasis digital?	66,7% siswa setuju jika dilakukan pengembangan bahan ajar biologi berbasis digital.
4	Apakah anda membutuhkan soal yang dapat memacu siswa untuk berpikir kritis, kreatif dan mampu memecahkan permasalahan?	91,7% siswa membutuhkan soal yang dapat memacu siswa untuk berpikir kritis, kreatif dan mampu memecahkan permasalahan

Hasil angket tersebut sesuai dengan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan beberapa siswa SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso, menurut mereka dalam proses pembelajaran di masa pandemi siswa memperoleh bahan ajar yang berasal dari guru yang dikirim melalui group *whatsapp* atau *googleclassroom*, dalam penggunaan LKPD sebagai bahan ajar memang masih menguji teori saja tidak mengacu pada tuntutan abad 21, dan memang belum pernah mengembangkan bahan ajar berbentuk digital. Sehingga peneliti berinisiatif untuk mengembangkan LKPD digital berbasis HOTS karena dapat membantu siswa untuk berpikir secara kritis, kreatif dan mampu memecahkan permasalahan dilingkungan sekitar sesuai tuntutan abad 21, dapat

digunakan dalam pembelajaran jarak jauh terutama di masa pandemi ini dan memberikan pengalaman kepada peserta didik dalam menggunakan bahan ajar berbentuk digital.

b. Analisis Peserta Didik

Analisis peserta didik bertujuan untuk mengetahui karakteristik peserta didik. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan Ibu Herdina Sukma Pranita, karakteristik peserta didik di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso khususnya kelas X IPA memiliki respon yang pasif. Selama masa pandemi, peserta didik hanya belajar dari rumah sehingga mereka tidak berantusias dalam mengikuti pembelajaran. Pada saat pembelajaran secara langsung, peserta didik tidak fokus terhadap materi yang disampaikan guru, mereka cenderung aktif menggunakan HP untuk memfoto catatan. Peserta didik juga ada yang melihat jam dinding saat pembelajaran, bahkan ada yang sibuk mengobrol dengan teman sebangkunya.

c. Analisis Materi

Analisis materi bertujuan untuk mengetahui materi apa saja yang nantinya ada dalam produk pengembangan. Analisis materi dilakukan dengan cara melihat silabus yang digunakan oleh Ibu Herdina Sukma Pranita selaku guru biologi yang mengajar kelas X IPA, sehingga materi yang terdapat dalam produk pengembangan sesuai dengan silabus. Materi yang terdapat dalam produk pengembangan merupakan materi

kelas X semester genap yang meliputi plantae, animalia, ekosistem dan perubahan lingkungan.

d. Analisis Tugas

Analisis tugas digunakan untuk merinci isi yang akan dikembangkan dalam LKPD digital. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui evaluasi dalam pembelajaran. Pada pengembangan LKPD digital berisi materi, latihan soal maupun proyek kerja yang disesuaikan dengan kurikulum yang digunakan di SMAN 1 Tapen Bondowoso. Kurikulum yang digunakan merupakan kurikulum 2013. Pemberian tugas juga menyesuaikan dengan silabus yang digunakan oleh Ibu Herdina, sehingga soal dan materinya saling berkaitan. Dengan adanya pemberian tugas peserta didik tidak hanya memahami pengetahuan materi saja tetapi juga dapat melatih kemampuan berpikir kritis sesuai tuntutan abad 21. Dari hal tersebut pada LKPD digital berbasis HOTS yang dikembangkan di dalamnya terdapat evaluasi pembelajaran di setiap materi yang berisi 20 soal pilihan ganda, 5 soal essay dan tugas mandiri.

e. Analisis Perumusan Tujuan Pembelajaran

Perumusan tujuan pembelajaran merupakan perubahan perilaku yang diharapkan setelah belajar. Perumusan tujuan pembelajaran dapat dilihat melalui Kompetensi Dasar (KD) yang terdapat dalam silabus. Berdasarkan Kompetensi Dasar pada Kurikulum 2013 materi biologi

kelas X semester genap maka dirumuskan tujuan pembelajaran pada tabel 4.

Tabel 4.3
Hasil Analisis Tujuan Pembelajaran

Kompetensi Dasar	Tujuan Pembelajaran
3.8 Mengelompokkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan ciri-ciri umum serta mengaitkan peranannya dalam kehidupan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mampu mengidentifikasi ciri-ciri umum plantae. 2. Peserta didik mampu membedakan tumbuhan lumut, paku dan biji berdasarkan ciri-cirinya. 3. Peserta didik mampu mengklasifikasikan tumbuhan lumut, paku dan biji. 4. Peserta didik mampu menjelaskan cara-cara perkembangbiakan tumbuhan lumut, paku dan biji. 5. Peserta didik mampu menemukan peranan berbagai jenis plantae tertentu yang ada di lingkungan.
4.8 Menyajikan laporan hasil pengamatan dan analisis fenetik dan filogenetik tumbuhan serta peranannya dalam kehidupan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mampu menyajikan laporan hasil pengamatan dan analisis fenetik dan filogenetik tumbuhan serta peranannya dalam kehidupan.
3.9 Mengelompokkan hewan ke dalam filum berdasarkan lapisan tubuh, rongga tubuh, simetri tubuh dan reproduksi.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mampu menampilkan ciri-ciri dasar animalia. 2. Peserta didik mampu mengidentifikasi ciri-ciri invertebrata. 3. Peserta didik mampu mengklasifikasikan hewan invertebrata. 4. Peserta didik mampu menjelaskan peranan hewan invertebrata. 5. Peserta didik mampu mengidentifikasi ciri-ciri hewan vertebrata. 6. Peserta didik mampu mengklasifikasikan hewan vertebrata 7. Peserta didik mampu menjelaskan peranan hewan vertebrata

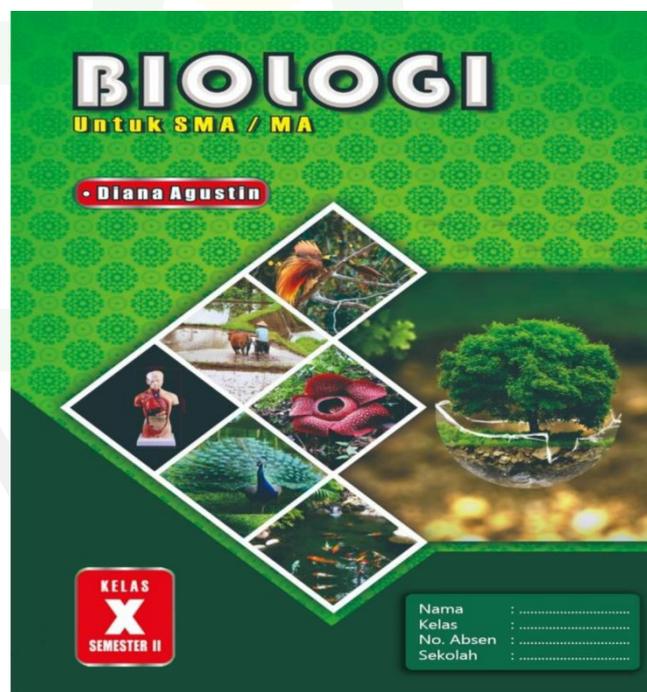
Kompetensi Dasar	Tujuan Pembelajaran
4.9 Menyajikan laporan perbandingan kompleksitas lapisan penyusun tubuh hewan (diploblastik dan triploblastik), simetri tubuh, rongga tubuh dan reproduksinya.	1. Peserta didik mampu menyajikan laporan perbandingan kompleksitas lapisan penyusun tubuh hewan (diploblastik dan triploblastik), simetri tubuh, rongga tubuh dan reproduksinya.
3.10 Menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mampu mengidentifikasi komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem. 2. Peserta didik mampu menjelaskan satuan makhluk hidup dalam ekosistem. 3. Peserta didik mampu menjelaskan pola interaksi dalam ekosistem. 4. Peserta didik mampu menjelaskan tipe-tipe ekosistem. 5. Peserta didik mampu menjelaskan macam-macam suksesi.
4.10 Menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus biogeokimia).	1. Peserta didik mampu menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus biogeokimia).
3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mampu menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen (jaring-jaring makanan, siklus biogeokimia). 2. Peserta didik mampu menjelaskan penyebab pencemaran lingkungan. 3. Peserta didik mampu menjelaskan macam-macam pencemaran beserta dampaknya. 4. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian limbah, macam-macam limbah, penanganan dan daur ulang limbah.
4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar.	1. Peserta didik mampu merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar.

2. Tahap *Design* (Perencanaan)

Tahap desain atau perancangan pada penelitian dan pengembangan ini akan dilakukan dengan langkah-langkah:

a. Memilih perangkat lunak untuk mendesign LKPD.

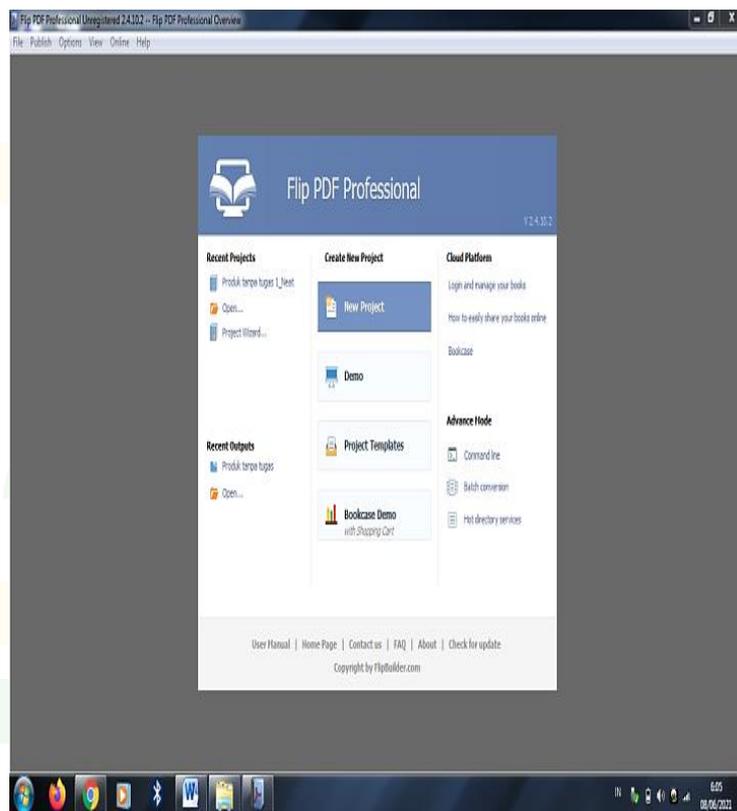
Sebelum membuat LKPD dilakukan pembuatan cover terlebih dahulu dengan menggunakan aplikasi Corel Draw X5. Setelah cover selesai dibuat, kemudian membuat bahan ajar terlebih dahulu di *microsoft word* dan bahan ajar tersebut juga di *design* di *microsoft word*. Dalam membuat LKPD di *microsoft word* tanpa memasukkan soal atau evaluasi terlebih dahulu. Setelah LKPD selesai dibuat dan di *design* di *microsoft word* selanjutnya LKPD diubah dalam bentuk PDF untuk memudahkan dalam mengupload secara online.



Gambar 4.1
Tampilan Cover LKPD

b. Perancangan LKPD menggunakan layanan online

Memilih layanan online yang akan digunakan dalam merancang LKPD digital berupa Flip PDF Professional.



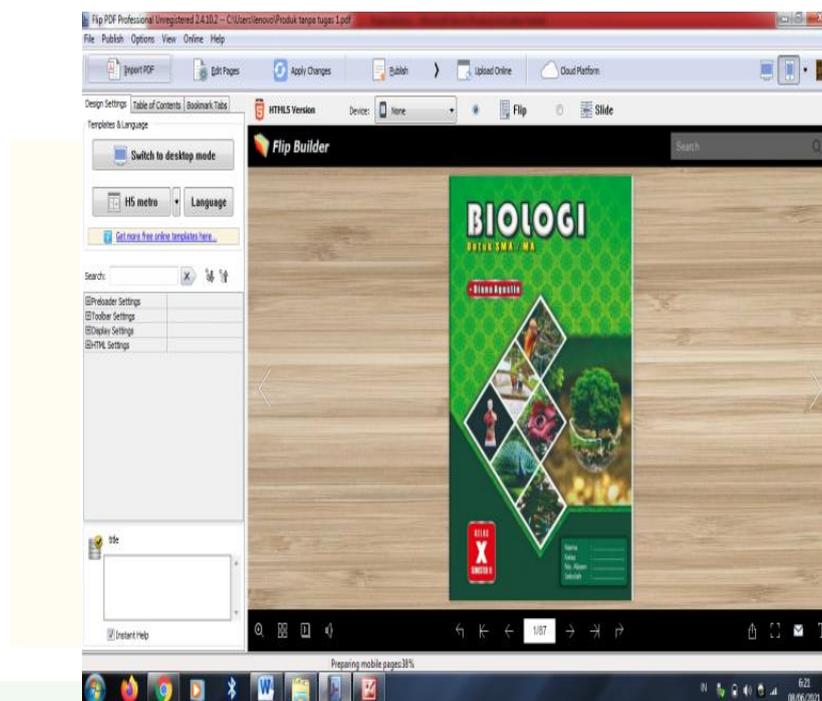
Gambar 4.2
Tampilan Flip PDF Professional

Dengan menggunakan Flip PDF Professional maka LKPD yang akan dikembangkan berisi beberapa tampilan seperti petunjuk penggunaan, KI, KD, tujuan pembelajaran, peta konsep, apersepsi, materi dan soal-soal.

a) Perancangan *design* awal LKPD digital

Rancangan awal yang terdapat dalam tampilan Flip PDF Professional. Rancangan halaman awal berisi pilihan-pilihan seperti

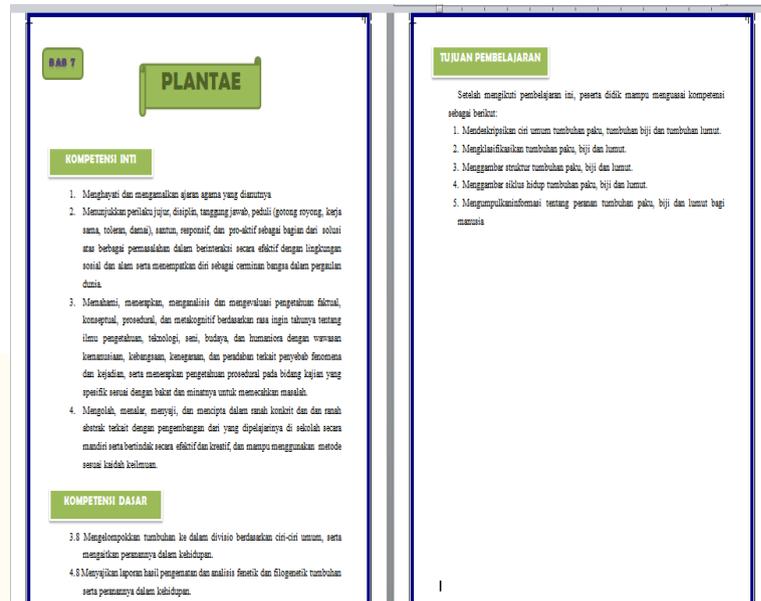
import pdf, edit pages, apply change, publish, upload online dan cloud platform yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan LKPD digital.



Gambar 4.3
Tampilan Cover LKPD Digital di Flip PDF Professional

1) Tampilan Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD) dan Tujuan pembelajaran.

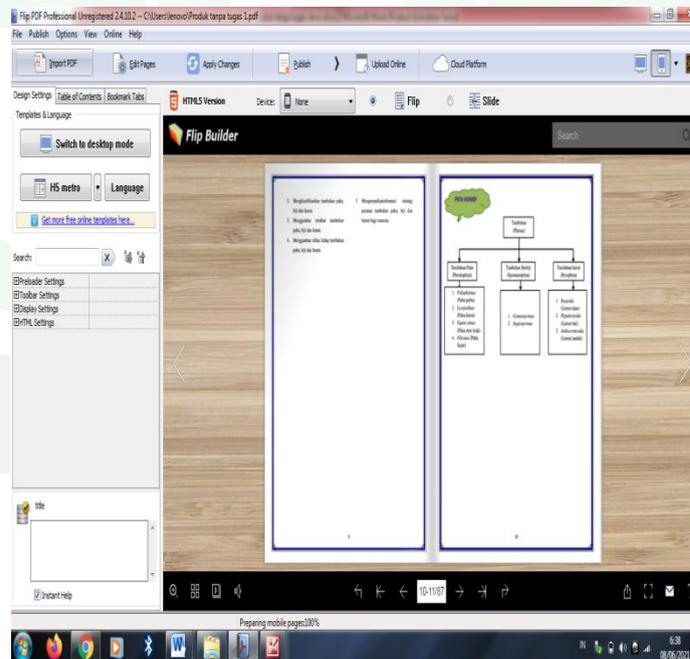
Tampilan KI, KD dan tujuan pembelajaran berisikan teks yang disusun sesuai dengan bagian materi yang dikembangkan.



Gambar 4.4
Tampilan KI, KD dan Tujuan Pembelajaran

2) Tampilan Peta konsep

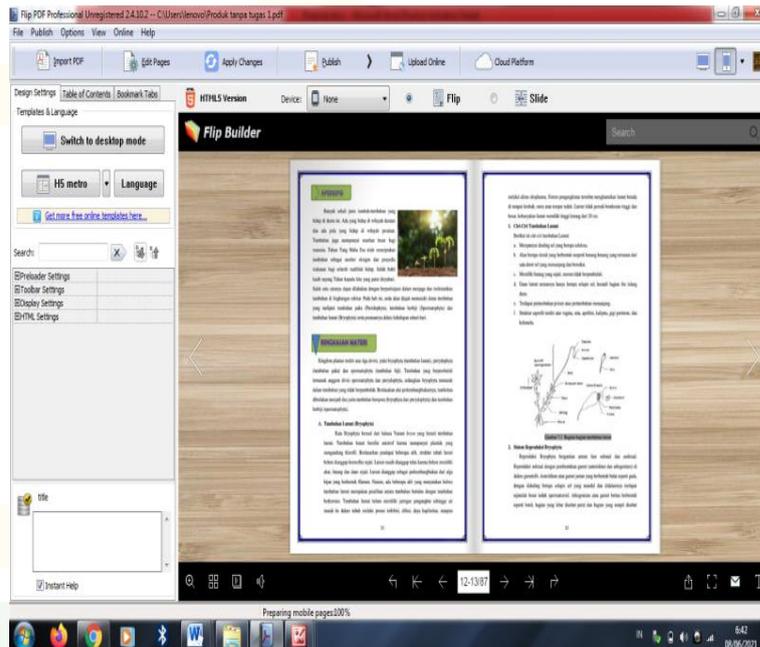
Tampilan peta konsep berisikan materi-materi yang akan dijelaskan.



Gambar 4.5
Tampilan Peta Konsep

3) Tampilan apersepsi

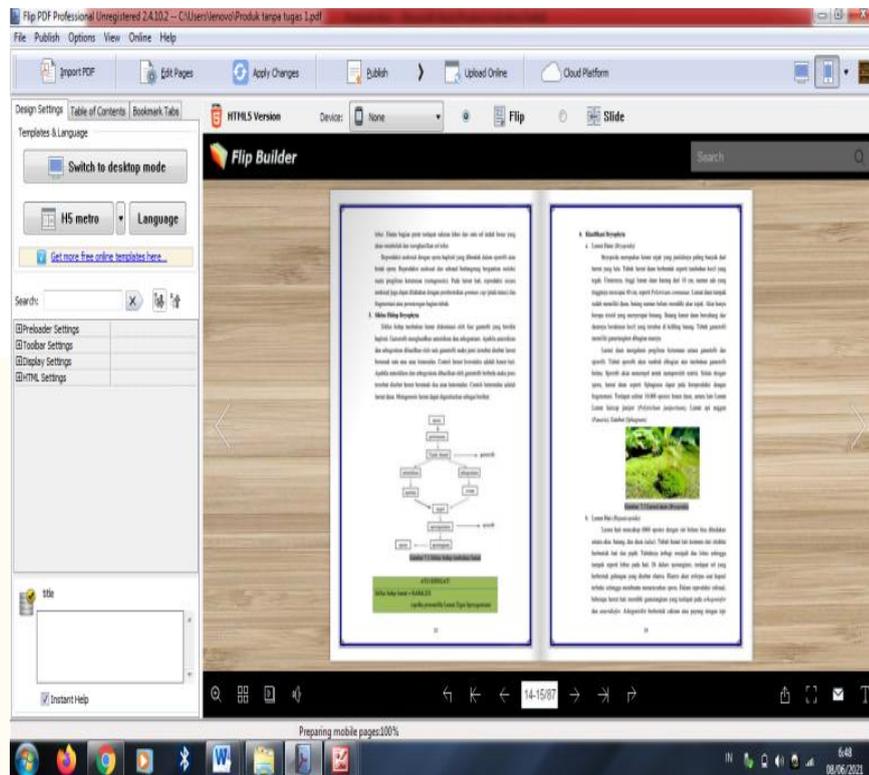
Tampilan apersepsi ini berisi gambaran umum tentang materi yang akan dipelajari. Apersepsi ini terdapat di setiap bab sebelum materi.



Gambar 4.6
Tampilan Apeepsi

4) Tampilan Materi

Tampilan materi berisikan penjelasan dan gambar yang disesuaikan dengan materi yang disajikan. Dalam rancangan materi juga diperlukan penulisan dari isi materi baik dari jenis huruf, ukuran maupun warna huruf serta proporsi dari ukuran gambar dan teks.



Gambar 4.7
Tampilan Materi

5) Tampilan soal

Rancangan soal dibuat dengan menggunakan *google form*. Link *google form* tersebut nantinya bisa ditambahkan ke dalam bahan ajar melalui Flip PDF Professional.

IAIN JEMBER

The image shows a Google Forms interface for a quiz titled "Uji kompetensi (Plantae)". The form is displayed in a browser window. The title is "Uji kompetensi (Plantae)". Below the title, there is a description: "Uji kompetensi ini terdiri atas dua tipe soal yakni pilihan ganda dan essay. Untuk tipe pertama pilihan ganda yang terdiri atas 20 soal dan untuk tipe kedua yakni essay yang terdiri atas 5 soal." The form has three input fields: "Nama Lengkap", "Nomer Absen", and "Kelas". Each field has a "Teks jawaban singkat" label. The total score is indicated as "Poin total: 100".

Gambar 4.8
Tampilan Soal

3. *Development* (Pengembangan)

Pada tahap pengembangan, terdapat beberapa hal yang dilakukan diantaranya:

a. Validasi

Setelah LKPD selesai dibuat, langkah selanjutnya melakukan validasi produk. Validasi LKPD dilakukan oleh validator ahli dan guru. Validator ahli terdiri dari validator ahli media, validator ahli materi, validator ahli evaluasi dan guru biologi.

1) Hasil validasi media

Hasil validasi ahli media melibatkan dua dosen tadris biologi IAIN Jember, yang bertujuan untuk memperoleh penilaian, masukan, tanggapan dan saran yang berkaitan dengan

produk yang dikembangkan. Berikut ini adalah tabel hasil validasi ahli media.

Tabel 4.4
Hasil Uji Ahli Media

No	Aspek	Ahli Media I	Ahli Media II	Rata-rata Presentase
		Presentase	Presentase	
1.	Ukuran LKPD	100%	75%	87,56%
2.	Desain Sampul	91,6%	87,5%	89,55%
3.	Desain Isi	100%	77,5%	88,75%
Rata-rata presentase keseluruhan		97,2%	80%	88,62%

Sumber: Data penelitian

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli media di dapat hasil 87,5% untuk ukuran LKPD, 89,55% untuk desain sampul dan 88,75% untuk desain isi sehingga diperoleh nilai secara keseluruhan 88,6%. Pada proses validasi terdapat beberapa masukan dan saran yang diberikan dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5
Masukan dan Saran Ahli Media

No	Ahli Media	Masukan dan Saran
1	I	<ul style="list-style-type: none"> • Judul yang terdapat dalam instrumen lebih diperjelas lagi. • LKPD diseimbangkan dengan unjuk kerja.
2	II	<ul style="list-style-type: none"> • Ditambahkan petunjuk penggunaan. • KI, KD dan tujuan pembelajaran dibuat satu kolom • Pada setiap gambar diberi keterangan (nama lokal dan nama ilmiah). • Tampilan gambar lebih diperjelas. • Ditambahkan gambar dibagian peranan, klasifikasi dan disetiap penjelasan diLKPD.

2) Hasil validasi materi

Hasil validasi ahli media melibatkan dua dosen dari prodi tadaris biologi IAIN Jember, yang bertujuan untuk memperoleh penilaian, masukan, tanggapan dan saran yang berkaitan dengan produk yang dikembangkan. Berikut ini adalah tabel hasil validasi media.

Tabel 4. 6
Hasil Uji Ahli Materi

Aspek	Ahli Materi I	Ahli Materi II	Rata-rata Presentase
	Presentase	Presentase	
Isi	96,87%	96,87%	96,87%
Penyajian	100%	93,75%	96,87%
Kelayakan Bahasa	96,42%	89,28%	92,85%
Rata-rata presentase keseluruhan	97,76%	93,3%	95,53%

Sumber: Data penelitian

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi di dapat hasil 96,87% untuk isi LKPD, 96,87% untuk penyajian dan 92,85% untuk kelayakan bahasa sehingga diperoleh nilai secara keseluruhan 95,53%. Pada proses validasi terdapat beberapa masukan dan saran yang diberikan dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7
Masukan dan Saran Ahli Materi

No	Ahli Materi	Masukan dan saran
1	I	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih diperdalam kesesuaian KD dengan evaluasi
2	II	<ul style="list-style-type: none"> • Penjelasan pada siklus hidup bryophyta lebih di perjelas lagi. • Pada setiap materi sebaiknya ditambah

		singkatan unik agar siswa dapat memahami dengan mudah
--	--	---

3) Hasil Validasi Evaluasi

Hasil validasi ahli media melibatkan dua dosen dari prodi tadaris biologi IAIN Jember, yang bertujuan untuk memperoleh penilaian, masukan, tanggapan dan saran yang berkaitan dengan produk yang dikembangkan. Berikut ini adalah tabel hasil validasi media.

Tabel 4.8
Hasil Uji Ahli Evaluasi

Aspek	Ahli Evaluasi I	Ahli Evaluasi II	Rata-rata Presentase
	Presentase	Presentase	
Kontruksi	100%	87,5%	93,75%
Bahasa	92,85%	100%	96,42%
Indikator HOTS	100%	91,66%	95,83%
Total persentase rata-rata (%)	97,61%	93%	95,33%

Sumber: Data penelitian

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi di dapat hasil 93,75% untuk aspek kontruksi, 96,42% untuk aspek bahasa dan 95,83% untuk aspek indikator HOTS sehingga diperoleh nilai secara keseluruhan 95,33%. Pada proses validasi terdapat beberapa masukan dan saran yang diberikan dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9
Masukan dan Saran Ahli Evaluasi

No	Ahli Evaluasi	Masukan dan Saran
1	1	-
2	2	<ul style="list-style-type: none"> • Ajukan pertanyaan yang bersifat kontekstual. • Konsistensi tipe soal lebih diperhatikan lagi. • Soal pada tumbuhan lumut sebaiknya hasil akhirnya dibuat mini report

4) Hasil validasi guru

Hasil validasi pengguna melibatkan satu guru biologi yang mengajar di SMA Negeri 1 Tapen, bertujuan untuk memperoleh informasi, masukan, tanggapan dan saran yang berkaitan dengan produk yang dikembangkan. Berikut adalah tabel hasil validasi.

Tabel 4.10
Hasil Validasi Pengguna (Guru)

No	Aspek	Skor	Kriteria
1.	Tampilan	88,88%	Sangat valid
2.	Bahasa	96,87%	Sangat valid
3.	Penyajian	95%	Sangat valid
4.	Kebermanfaatan	91,66%	Sangat valid
Total presentase rata-rata		93%	Sangat valid

Sumber: Data penelitian

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi di dapat hasil 88,88% untuk aspek tampilan dengan kriteria sangat valid, 96,87% untuk aspek bahasa dengan kriteria sangat valid dan 95% untuk aspek penyajian dengan kriteria sangat valid, 91,66% untuk aspek kebermanfaatan produk dengan kriteria sangat valid sehingga diperoleh nilai secara keseluruhan 93% dengan kriteria sangat valid. Pada proses validasi terdapat

beberapa masukan dan saran yang diberikan dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11
Masukan dan Saran Ahli Pengguna (Guru)

No	Ahli Pengguna	Saran dan Masukan
1	1	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat beberapa penulisan yang salah seperti “porifira”. • Konsistensi penggunaan kata lebih diperhatikan lagi seperti “mammalia atau mamalia”. • Ditambah petunjuk penggunaan agar siswa dapat mengerjakan secara mandiri.

5) Hasil uji coba terbatas

Produk yang telah dilakukan pengembangan dan validasi oleh para ahli serta guru, kemudian diuji cobakan secara terbatas dengan melibatkan 12 siswa SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso sebagai respondennya. uji coba terbatas dilakukan untuk mengetahui kepraktisan produk yang telah dikembangkan. Adapun hasil yang diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4. 12
Hasil Uji Responden

No	Responden	Presentase	Kriteria
1	R1	98,33%	Sangat praktis
2	R2	85%	Sangat praktis
3	R3	93,33%	Sangat praktis
4	R4	95%	Sangat praktis
5	R5	90%	Sangat praktis
6	R6	83,33%	Sangat praktis
7	R7	95%	Sangat praktis
8	R8	70%	Praktis
9	R9	76,66%	Praktis
10	R10	95%	Sangat praktis
11	R11	93,33%	Sangat praktis

No	Responden	Presentase	Kriteria
12	R12	86,66%	Sangat praktis
Total presentase rata-rata		88,47	Sangat praktis

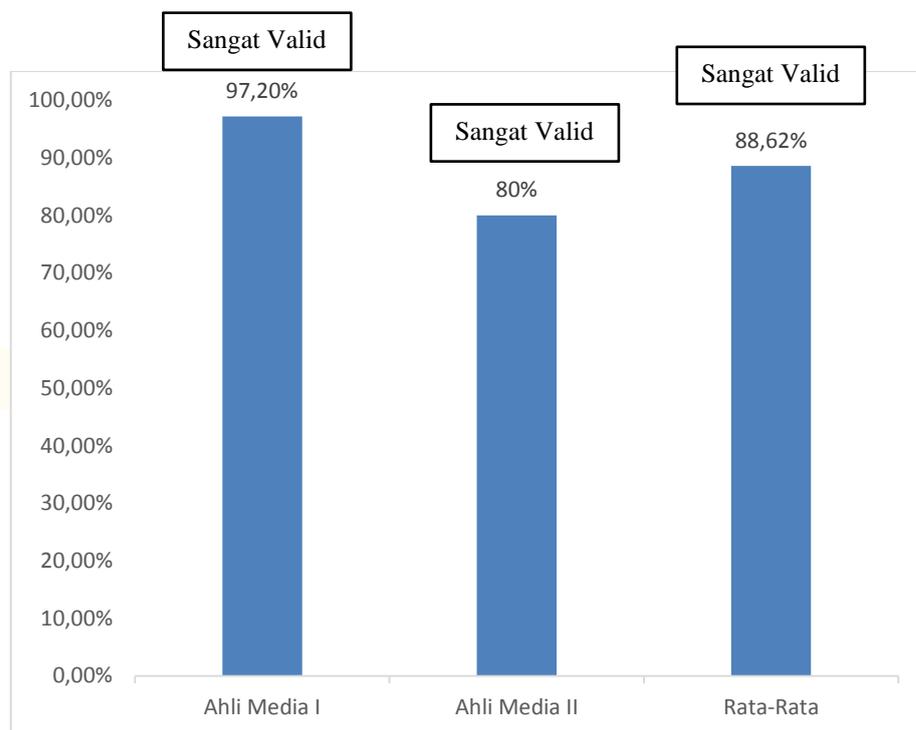
Sumber: Data penelitian

Berdasarkan hasil uji lapangan dengan menggunakan skala terbatas yang melibatkan 12 siswa diperoleh nilai sebesar 98,33% dengan kriteria sangat praktis, 85% dengan kriteria sangat praktis, 93,33% dengan kriteria sangat praktis, 95% dengan kriteria sangat praktis, 90% dengan kriteria sangat praktis, 83,33% dengan kriteria sangat praktis, 95% dengan kriteria sangat praktis, 70% dengan kriteria sangat praktis, 76,66% dengan kriteria sangat praktis, 95% dengan kriteria sangat praktis, 93,33% dengan kriteria sangat praktis dan 86,66% dengan kriteria sangat praktis sehingga diperoleh nilai rata-rata sebesar 88,47% dengan kriteria sangat praktis

B. Analisis Data

1. Analisis Hasil Uji Coba Ahli Media

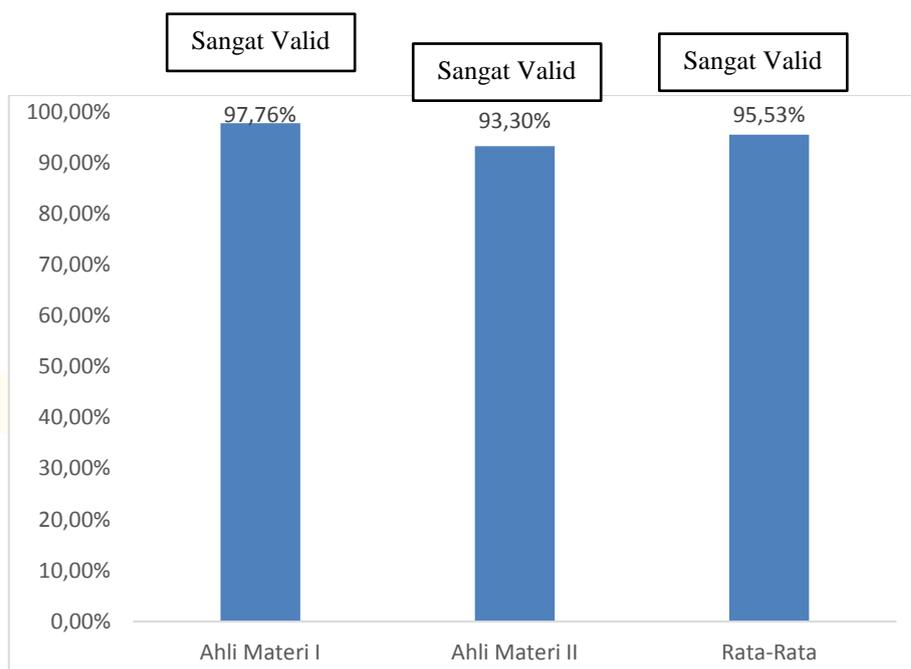
Validasi ahli media dilakukan oleh Dr. A. Suhardi, ST., M.Pd. sebagai validator pertama yang dilakukan pada tanggal 10 Mei 2021. Pada validasi pertama diperoleh skor 97,2% dengan kriteria sangat valid. Sedangkan untuk validator kedua dilakukan oleh Husni Mubarak, S.Pd., M.Pd pada tanggal 22 Mei 2021 dengan jumlah skor yang diberikan 80% dengan kriteria sangat valid. Kemudian hasil dari kedua validator tersebut di rata-rata dan mendapatkan skor sebesar 88,6% dengan kriteria sangat valid. Hasil validasi ahli media dapat disajikan dalam bentuk diagram batang seperti gambar 4.9.



Gambar 4.9
Diagram Hasil Validasi Media

2. Analisis Hasil Uji Coba Ahli Materi

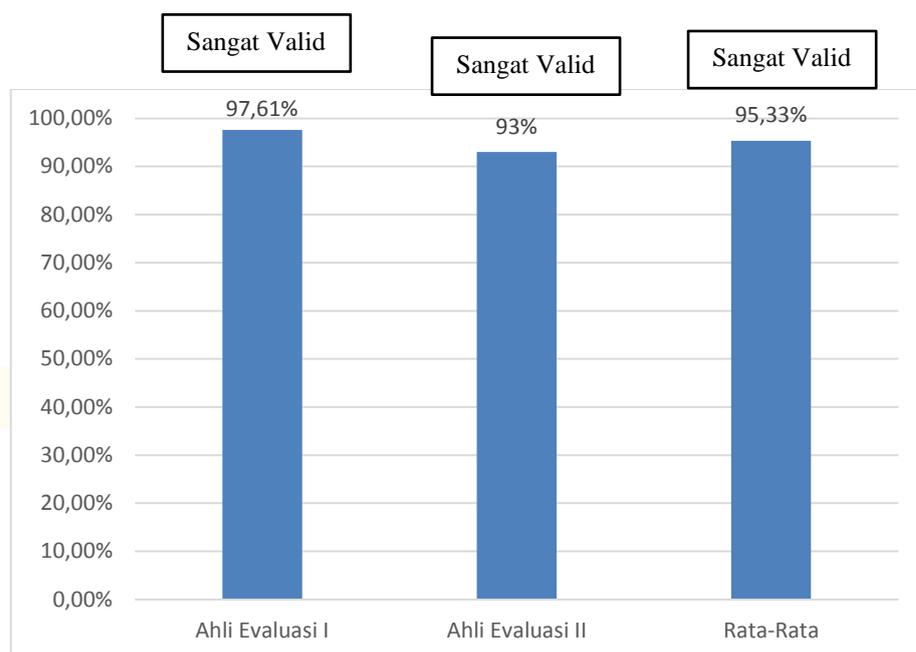
Validasi ahli media dilakukan oleh Wiwin Maisyaroh sebagai validator pertama yang dilakukan pada tanggal 6 Mei 2021 dengan jumlah skor yang diberikan sebesar 97,76% dengan kriteria sangat valid. Sedangkan untuk validator kedua dilakukan oleh Imaniah Bazlina Wardani, M.Si pada tanggal 10 Mei 2021 dengan jumlah skor yang diberikan sebanyak 93,3% dengan kriteria sangat valid. Kemudian hasil dari kedua validator tersebut di rata-rata dan mendapatkan nilai sebesar 95,53% dengan kriteria sangat valid. Hasil validasi ahli materi dapat disajikan dalam bentuk diagram batang seperti gambar 4.10.



Gambar 4.10
Diagram Hasil Validasi Materi

3. Analisis Hasil Uji Coba Ahli Evaluasi

Validasi ahli media dilakukan oleh Nanda Eska Anugrah N, S.Pd., M.Pd sebagai validator pertama yang dilakukan pada tanggal 28 Mei 2021 dengan jumlah skor yang diberikan sebanyak 97,6% dengan kriteria sangat valid. Sedangkan untuk validator kedua dilakukan oleh Ira Nurmawati, S.Pd., M.Pd pada tanggal 3 Juni 2021 dengan jumlah skor yang diberikan sebesar 96,42% dengan kriteria sangat valid. Kemudian hasil dari kedua validator tersebut di rata-rata dan mendapatkan nilai 97% dengan kriteria sangat valid. Hasil validasi ahli evaluasi dapat disajikan dalam bentuk diagram batang seperti gambar 4.12.



Gambar 4.11
Diagram Hasil Validasi Evaluasi

4. Analisis Hasil Uji Guru

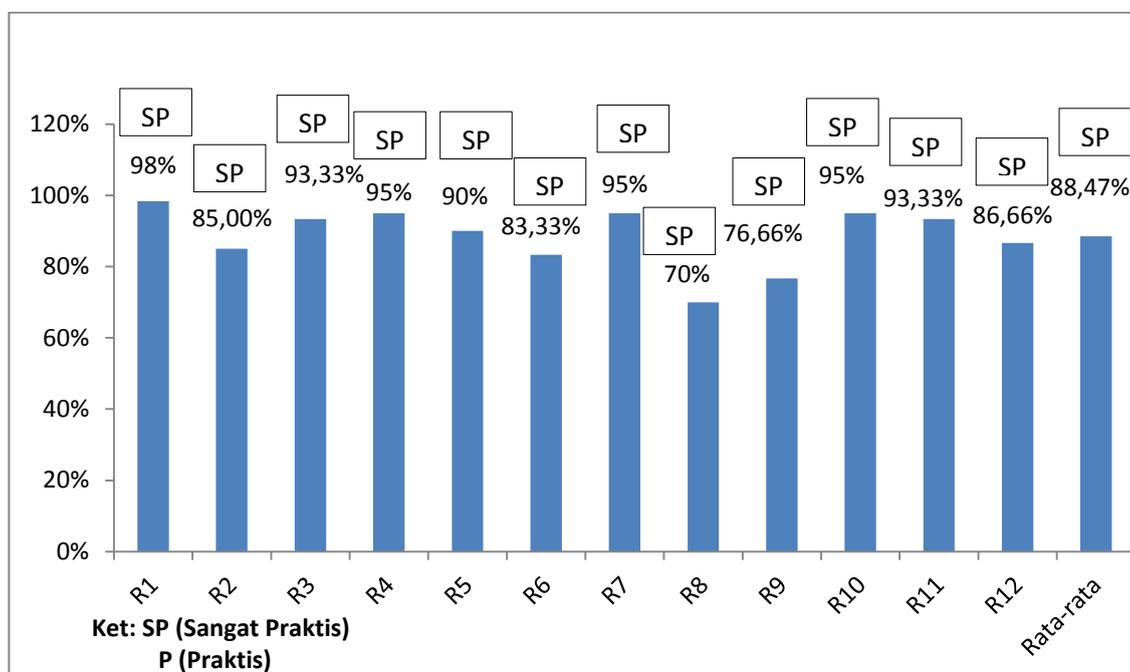
Validasi pengguna (guru) dilakukan oleh Herdina Sukma Pranita, M.Pd selaku guru biologi di SMA Negeri 1 Tapan pada tanggal 31 Mei 2021 dengan jumlah skor yang diperoleh sebesar 93% dengan kriteria sangat valid.

5. Analisis Hasil Uji Responden

Validasi responden yang dilakukan pada tanggal 31 Mei 2021 oleh siswa-siswi SMA Negeri 1 Tapan sebanyak 12 responden. Masing-masing siswa memberikan skor beragam diantaranya 98,33%, 85%, 93,33%, 95%, 90%, 83,33%, 95%, 70%, 76,66%, 95%, 93,33% dan 86,66%, dengan nilai rata-rata sebesar 88,47% dengan kriteria sangat praktis dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil uji

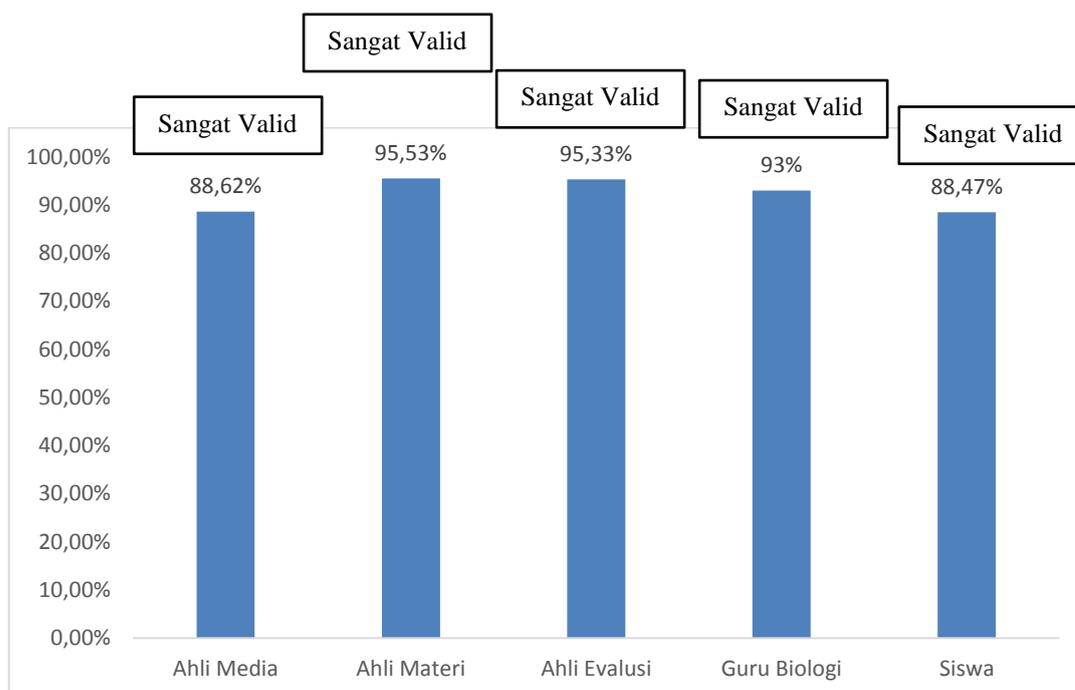
responden dapat disajikan dalam bentuk diagram batang seperti gambar

4.12.



Gambar 4.13
Diagram Hasil Uji Coba Terbatas

Berdasarkan hasil validasi yang sudah dilakukan masing-masing ahli media, ahli materi, ahli evaluasi dan ahli pengguna (guru) memperoleh nilai rata-rata sebesar 88,62% dengan kriteria sangat valid, 95,53% dengan kriteria sangat valid, 95,33% dengan kriteria sangat valid, 93% dengan kriteria sangat valid. Sedangkan hasil uji lapangan dengan melibatkan 12 siswa memperoleh nilai rata-rata sebesar 88,47%. Hasil validasi ahli dan uji lapangan dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.13
Hasil Rata-Rata Presentase LKPD Digital Berbasis HOTS

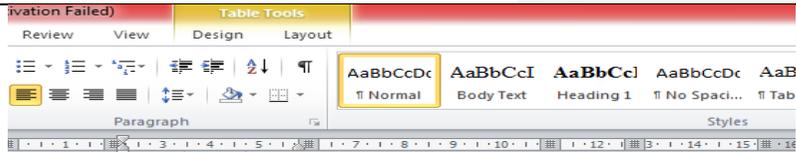
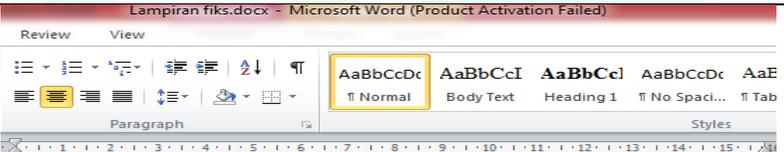
C. Revisi Produk

Setelah produk divalidasi oleh ahli media, materi, evaluasi dan guru biologi SMA Negeri 1 Tapan kemudian peneliti melakukan revisi terhadap desain produk yang dikembangkan berdasarkan masukan-masukan ahli. Adapun saran atau masukan untuk perbaikan sebagai berikut:

1. Revisi Ahli Media

Pada tahap validasi ahli media, validator memberikan beberapa saran atau masukan yang bermanfaat sebagai acuan untuk memperbaiki LKPD digital agar lebih baik. Saran dan masukan yang diberikan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.13
Hasil Revisi LKPD Digital Berbasis HOTS Berdasarkan Saran dan Komentar Ahli Media

Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator																																																																														
 <p style="text-align: center;">KISI-KISI INSTRUMEN VALIDASI LKS BIOLOGI BERBASIS HOTS MATERI KELAS X SEMESTER GENAP (AHLI MEDIA)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kriteria</th> <th>Kriteria</th> <th>Indikator Komponen</th> <th>Jumlah Butir</th> <th>Nomor Butir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Kelayakan kegrafikan</td> <td>Ukuran LKS berbasis HOTS</td> <td>Ukuran LKS berbasis HOTS</td> <td>2</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Desain sampul LKS berbasis HOTS</td> <td>Tata letak Sampul LKS.</td> <td>2</td> <td>3,4</td> </tr> <tr> <td>Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca.</td> <td>3</td> <td>5,6,7,8</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Desain isi LKS berbasis HOTS</td> <td rowspan="4"></td> <td>Ilustrasi sampul LKS berbasis HOTS.</td> <td>1</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Konsistensi tata letak.</td> <td>3</td> <td>10,11,12</td> </tr> <tr> <td>Unsur tata letak harmonis</td> <td>1</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Unsur tata letak lengkap</td> <td>2</td> <td>14,15</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"></td> <td rowspan="2"></td> <td>Ilustrasi isi.</td> <td>3</td> <td>16,17,18</td> </tr> <tr> <td>Tipografi isi sesuai syarat teknik tulisan dan mudah dibaca.</td> <td>1</td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; font-size: small;">Dimodifikasi dari Rahmantiwi (2012) dan Nadhiroh (2020)</p>	Kriteria	Kriteria	Indikator Komponen	Jumlah Butir	Nomor Butir	Kelayakan kegrafikan	Ukuran LKS berbasis HOTS	Ukuran LKS berbasis HOTS	2	1,2	Desain sampul LKS berbasis HOTS	Tata letak Sampul LKS.	2	3,4	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca.	3	5,6,7,8	Desain isi LKS berbasis HOTS		Ilustrasi sampul LKS berbasis HOTS.	1	9	Konsistensi tata letak.	3	10,11,12	Unsur tata letak harmonis	1	13	Unsur tata letak lengkap	2	14,15			Ilustrasi isi.	3	16,17,18	Tipografi isi sesuai syarat teknik tulisan dan mudah dibaca.	1	19	 <p style="text-align: center;">KISI-KISI INSTRUMEN VALIDASI LKS BIOLOGI BERBASIS HOTS MATERI BIOLOGI KELAS X SEMESTER GENAP (AHLI MEDIA)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kriteria</th> <th>Kriteria</th> <th>Indikator Komponen</th> <th>Jumlah Butir</th> <th>Nomor Butir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Kelayakan kegrafikan</td> <td>Ukuran LKS berbasis HOTS</td> <td>Ukuran LKS berbasis HOTS</td> <td>2</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Desain sampul LKS berbasis HOTS</td> <td>Tata letak Sampul LKS.</td> <td>2</td> <td>3,4</td> </tr> <tr> <td>Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca.</td> <td>3</td> <td>5,6,7,8</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Desain isi LKS berbasis HOTS</td> <td rowspan="4"></td> <td>Ilustrasi sampul LKS berbasis HOTS.</td> <td>1</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Konsistensi tata letak.</td> <td>3</td> <td>10,11,12</td> </tr> <tr> <td>Unsur tata letak harmonis</td> <td>1</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Unsur tata letak lengkap</td> <td>2</td> <td>14,15</td> </tr> <tr> <td rowspan="2"></td> <td rowspan="2"></td> <td>Ilustrasi isi.</td> <td>3</td> <td>16,17,18</td> </tr> <tr> <td>Tipografi isi sesuai syarat teknik tulisan dan mudah dibaca.</td> <td>1</td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right; font-size: small;">Dimodifikasi dari Rahmantiwi (2012) dan Nadhiroh (2020)</p>	Kriteria	Kriteria	Indikator Komponen	Jumlah Butir	Nomor Butir	Kelayakan kegrafikan	Ukuran LKS berbasis HOTS	Ukuran LKS berbasis HOTS	2	1,2	Desain sampul LKS berbasis HOTS	Tata letak Sampul LKS.	2	3,4	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca.	3	5,6,7,8	Desain isi LKS berbasis HOTS		Ilustrasi sampul LKS berbasis HOTS.	1	9	Konsistensi tata letak.	3	10,11,12	Unsur tata letak harmonis	1	13	Unsur tata letak lengkap	2	14,15			Ilustrasi isi.	3	16,17,18	Tipografi isi sesuai syarat teknik tulisan dan mudah dibaca.	1	19	<p style="text-align: center;">Komentar dan Saran Validator</p> <p>Sebaiknya judul pada instrumen lebih diperjelas.</p>
Kriteria	Kriteria	Indikator Komponen	Jumlah Butir	Nomor Butir																																																																												
Kelayakan kegrafikan	Ukuran LKS berbasis HOTS	Ukuran LKS berbasis HOTS	2	1,2																																																																												
	Desain sampul LKS berbasis HOTS	Tata letak Sampul LKS.	2	3,4																																																																												
		Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca.	3	5,6,7,8																																																																												
Desain isi LKS berbasis HOTS		Ilustrasi sampul LKS berbasis HOTS.	1	9																																																																												
		Konsistensi tata letak.	3	10,11,12																																																																												
		Unsur tata letak harmonis	1	13																																																																												
		Unsur tata letak lengkap	2	14,15																																																																												
		Ilustrasi isi.	3	16,17,18																																																																												
		Tipografi isi sesuai syarat teknik tulisan dan mudah dibaca.	1	19																																																																												
Kriteria	Kriteria	Indikator Komponen	Jumlah Butir	Nomor Butir																																																																												
Kelayakan kegrafikan	Ukuran LKS berbasis HOTS	Ukuran LKS berbasis HOTS	2	1,2																																																																												
	Desain sampul LKS berbasis HOTS	Tata letak Sampul LKS.	2	3,4																																																																												
		Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca.	3	5,6,7,8																																																																												
Desain isi LKS berbasis HOTS		Ilustrasi sampul LKS berbasis HOTS.	1	9																																																																												
		Konsistensi tata letak.	3	10,11,12																																																																												
		Unsur tata letak harmonis	1	13																																																																												
		Unsur tata letak lengkap	2	14,15																																																																												
		Ilustrasi isi.	3	16,17,18																																																																												
		Tipografi isi sesuai syarat teknik tulisan dan mudah dibaca.	1	19																																																																												

Sebelum Revisi



Gambar 7.5 Lumut Tanduk (*Anthocerotosida*)

5. Peranan Tumbuhan Lumut

Peranan tumbuhan lumut bagi kehidupan sebagai berikut:

- a. Lumut gambut (*Sphagnum*) digunakan untuk pembuatankapas dan pembalut. Tidak hanya itu, *Sphagnum* juga berfungsi untuk membantu penyerapan air dan menjaga kelembapan tanah.
- b. Lumut hati (*Marchantia polymorpha*) digunakan untuk bahan pembuatan obat penyakit hepatitis.
- c. Sebagai tumbuhan pionir.
- d. Sebagai penyedia oksigen.
- e. Dapat mencegah erosi karena tumbuh di permukaan tanah

Setelah Revisi

5. Peranan Tumbuhan Lumut

Peranan tumbuhan lumut bagi kehidupan sebagai berikut:

- a. Lumut gambut (*Sphagnum*) digunakan untuk pembuatan kapas dan pembalut. Tidak hanya itu, *Sphagnum* juga berfungsi untuk membantu penyerapan air dan menjaga kelembapan tanah.
- b. Lumut hati (*Marchantia polymorpha*) digunakan untuk bahan pembuatan obat penyakit hepatitis.
- c. Sebagai tumbuhan pionir.
- d. Sebagai penyedia oksigen.
- e. Dapat mencegah erosi karena tumbuh di permukaan tanah

Tugas Rumah

Komentar dan Saran Validator

Sebaiknya LKPD diseimbangkan dengan unjuk kerja.

Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator
<div data-bbox="118 419 474 1276"> <p>b. Penanganan Limbah Anorganik 83</p> <p>3. Daur Ulang Limbah 83</p> <p>DAFTAR PUSTAKA 85</p> </div> <div data-bbox="510 419 889 1276"> <p style="text-align: center;">KATA PENGANTAR</p> <p>Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis <i>Higher Order Thinking Skill</i> (HOTS) Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA/MA dapat diselesaikan dengan baik. Tujuan pembuatan bahan ajar ini adalah untuk membantu guru dalam menyiapkan pembelajaran terkait materi biologi khususnya untuk kelas X, sehingga dapat meningkatkan kemampuan penguasaan, pengetahuan konseptual dan meningkatkan sikap literasi lingkungan siswa. Bahan ajar ini dirancang untuk siswa kelas X Semester Genap SMA/MA. Bahan ajar ini juga dilengkapi dengan peta konsep, aprensip, materi, tugas rumah, tugas kelompok dan uji kompetensi.</p> <p>Ucapan terima kasih kami sampaikan atas partisipasi semua pihak yang dengan kerja keras, ketekunan dan esahbaranya dalam menyelesaikan penyusunan bahan ajar ini. Kami berharap buku ini dapat diterima dengan baik, menjadi pendamping dan pendukung kegiatan belajar, serta memberikan manfaat sebesar-besarnya untuk siswa, guru dan dunia pendidikan. Kami menyadari bahwa dalam penyusunan bahan ajar ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca akan menjadi evaluasi sehingga bahan ajar yang dihasilkan semakin baik.</p> </div>	<div data-bbox="936 419 1292 1276"> <p>a. Penanganan Limbah Organik 103</p> <p>b. Penanganan Limbah Anorganik 104</p> <p>3. Daur Ulang Limbah 104</p> <p>DAFTAR PUSTAKA 106</p> </div> <div data-bbox="1328 419 1684 1276"> <p style="text-align: center;">PETUNJUK PENGGUNAAN</p> <p>LKS ini dirancang untuk pembelajaran mandiri sehingga dapat dipelajari di rumah maupun di sekolah. LKS ini berisi 4 materi, setiap materi terdapat peta konsep, aprensip, gambar dan evaluasi pembelajaran. Evaluasi pembelajaran di setiap sub materi terdiri atas tugas kelompok dan tugas rumah masing-masing 1 soal. Sedangkan evaluasi pembelajaran di setiap bab berisi 20 soal pilihan ganda dan 5 soal essay.</p> <p>Berikut langkah-langkah dalam proses belajar di setiap kegiatan pembelajaran,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bacalah do'a terlebih dahulu sebelum belajar. 2. Sebelum masuk kegiatan pembelajaran bacalah secara berurutan mulai kata pengantar, petunjuk penggunaan LKS digital, KI, KD, Tujuan pembelajaran, peta konsep dan aprensip untuk mengetahui gambaran umum dari isi LKS digital ini. 3. Bacalah dan pahami setiap uraian materi. 4. Setelah membaca materi secara keseluruhan kerjakan soal-soal yang terdapat dalam LKS. 5. Setelah mengerjakan soal, silahkan dikumpulkan pada guru. 6. Kerjakan seluruh soal dengan penuh antusias dan kejijuan. Sebab kejijuan merupakan hal yang penting dalam pembelajaran mandiri. 7. Anda dapat menggunakan sumber belajar yang terdapat di buku pelajaran atau sumber lain. </div>	<p style="text-align: center;">Komentar dan Saran Validator</p> <p>Ditambahkan petunjuk penggunaan dan diletakkan setelah daftar isi.</p>

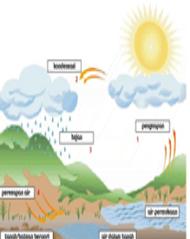
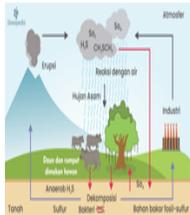
Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator
<p>BAB 7</p> <p>PLANTAE</p> <p>Kompetensi Inti</p> <ol style="list-style-type: none"> Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, tolong-menolong, santun, responsif, dan pro-aktif) sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan <p>bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan. <p>Kompetensi Dasar</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengelompokkan tumbuhan ke dalam divisi berdasarkan ciri-ciri umum, serta mengaitkan perannya dalam kehidupan. Menyajikan laporan hasil pengamatan dan analisis fenetik dan filogenetik tumbuhan serta perannya dalam kehidupan. <ol style="list-style-type: none"> Mengklasifikasikan tumbuhan paku, biji dan lumut. Menggambar struktur tumbuhan paku, biji dan lumut. Mengumpulkan informasi tentang peranan tumbuhan paku, biji dan lumut bagi manusia. 	<p>BAB 7</p> <p>PLANTAE</p> <p>KOMPETENSI INTI</p> <ol style="list-style-type: none"> Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, tolong-menolong, santun, responsif, dan pro-aktif) sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan. <p>KOMPETENSI DASAR</p> <ol style="list-style-type: none"> Mengelompokkan tumbuhan ke dalam divisi berdasarkan ciri-ciri umum, serta mengaitkan perannya dalam kehidupan. Menyajikan laporan hasil pengamatan dan analisis fenetik dan filogenetik tumbuhan serta perannya dalam kehidupan. <p>TUJUAN PEMBELAJARAN</p> <p>Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik mampu menguasai kompetensi sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Mendeskripsikan ciri umum tumbuhan paku, tumbuhan biji dan tumbuhan lumut. Mengklasifikasikan tumbuhan paku, biji dan lumut. Menggambar struktur tumbuhan paku, biji dan lumut. Menggambar siklus hidup tumbuhan paku, biji dan lumut. Mengumpulkan informasi tentang peranan tumbuhan paku, biji dan lumut bagi manusia. 	<p>KI, KD dan tujuan pembelajaran dibuat satu kolom dan tulisan diperjelas.</p>

Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator
<p>4. Klasifikasi Bryophyta</p> <p>a. Lumut Daun (<i>Bryopsida</i>)</p> <p>Bryopsida merupakan lumut sejati yang jumlahnya paling banyak dari lumut yang lain. Tubuh lumut daun berbentuk seperti tumbuhan kecil yang tegak. Umumnya, tinggi lumut daun kurang dari 10 cm, namun ada yang tingginya mencapai 40 cm, seperti <i>Polytrichum commune</i>. Lumut daun tampak sudah memiliki daun, batang namun belum memiliki akar sejati. Akar hanya berupa rizoid yang menyerupai benang. Batang lumut daun bercabang dan daunnya berukuran kecil yang tersebar di keliling batang. Tubuh gametofit memiliki gametangium dibagian atasnya.</p> <p>Lumut daun mengalami pergiliran keturunan antara gametofit dan sporofit. Tubuh sporofit akan tumbuh dibagian atas tumbuhan gametofit betina. Sporofit akan menempel untuk memperoleh nutrisi. Selain dengan spora, lumut daun seperti Sphagnum dapat pula bereproduksi dengan fragmentasi. Terdapat sekitar 10.000 spesies lumut daun, antara lain Lumut Lumut haircap juniper (<i>Polytrichum juniperinum</i>), Lumut api unggun (<i>Funaria</i>), Gambut (<i>Sphagnum</i>).</p>  <p>Gambar. 7.3 Lumut daun (<i>Bryopsida</i>)</p> <p>b. Lumut Hati (<i>Hepaticopsida</i>)</p> <p>Lumut hati mencakup 6000 spesies dengan ciri belum bisa dibedakan antara akar, batang, dan daun (<i>talus</i>). Tubuh lumut hati tersusun dari struktur berbentuk hati dan pipih. Tubuhnya terbagi menjadi dua lobus sehingga tampak seperti lobus pada hati. Di dalam sporangium, terdapat sel yang berbentuk gulungan yang disebut elatera. Elatera akan terlepas saat kapsul terbuka sehingga membantu memencarkan spora. Dalam reproduksi seksual, beberapa lumut hati memiliki gametangium yang terdapat pada <i>arkegoniofor</i> dan <i>anteridiofor</i>. Arkegoniofor berbentuk cakram atau payung dengan tepi berlekuk ke dalam seperti jejari. Pada bagian bawah cakram, terdapat arkegonium yang menghasilkan sel telur. Anteridiofor berbentuk seperti pawan dengan tepi berlekuk tidak dalam. Pada bagian atas anteridiofor,</p>	<p>berupa rizoid yang menyerupai benang. Batang lumut daun bercabang dan daunnya berukuran kecil yang tersebar di keliling batang. Tubuh gametofit memiliki gametangium dibagian atasnya.</p> <p>Lumut daun mengalami pergiliran keturunan antara gametofit dan sporofit. Tubuh sporofit akan tumbuh dibagian atas tumbuhan gametofit betina. Sporofit akan menempel untuk memperoleh nutrisi. Selain dengan spora, lumut daun seperti Sphagnum dapat pula bereproduksi dengan fragmentasi. Terdapat sekitar 10.000 spesies lumut daun, antara lain Lumut Lumut haircap juniper (<i>Polytrichum juniperinum</i>), Lumut api unggun (<i>Funaria</i>), Gambut (<i>Sphagnum</i>).</p>  <p>Gambar. 7.3 Jintan rambut (<i>Polytrichum juniperinum</i>)</p> <p>b. Lumut Hati (<i>Hepaticopsida</i>)</p> <p>Lumut hati mencakup 6000 spesies dengan ciri belum bisa dibedakan antara akar, batang, dan daun (<i>talus</i>). Tubuh lumut hati tersusun dari struktur berbentuk hati dan pipih. Tubuhnya terbagi menjadi dua lobus sehingga tampak seperti lobus pada hati. Di dalam sporangium, terdapat sel yang berbentuk gulungan yang disebut elatera. Elatera akan terlepas saat kapsul terbuka sehingga membantu memencarkan spora. Dalam reproduksi seksual, beberapa lumut hati memiliki gametangium yang terdapat pada <i>arkegoniofor</i> dan <i>anteridiofor</i>. Arkegoniofor berbentuk cakram atau payung dengan tepi berlekuk ke dalam seperti jejari. Pada bagian bawah cakram, terdapat arkegonium yang menghasilkan sel telur. Anteridiofor berbentuk seperti pawan dengan tepi berlekuk tidak dalam. Pada bagian atas anteridiofor,</p>	<p>Pada setiap gambar diberi keterangan nama spesies dan keterangan juga disertai nama lokal dan nama spesies.</p>

Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator
<p>2) Ginkgoinae Tumbuhan kelompok ini merupakan tumbuhan berbentuk pohon besar meranggas, berumah dua, daun lebar berbentuk kipas dan sporofil terdapat pada dua tunas dalam ketiak daun. Misalnya pohon rambut gadis (<i>Ginkgo biloba</i>).</p>  <p>Gambar 7.12 <i>Ginkgo biloba</i></p> <p>3) Gnetales Tumbuhan kelompok ini merupakan tumbuhan berumah dua, pertulangan daun menyirip, serta bunga tersusun berkarang dalam strobilus. Misalnya melinjo (<i>Gnetum gnemon</i>).</p>  <p>Gambar 7.13 <i>Gnetum gnemon</i></p> <p>4) Coniferinae Tumbuhan kelompok ini memiliki ciri berupa batang besar berkayu, daun berbentuk jarum, serta strobilus betina lebih besar daripada strobilus jantan. Misalnya uyam (<i>Pinus merkusii</i>) dan kayu embun (<i>Podocarpus imbricatus</i>).</p>  <p>Gambar 7.14 <i>Pinus merkusii</i></p> <p>b. Tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) Tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) memiliki ciri-ciri antara lain</p>	 <p>Gambar 7.18 Paktis haji (<i>Cycas rumphii</i>)</p> <p>2) Ginkgoinae Tumbuhan kelompok ini merupakan tumbuhan berbentuk pohon besar meranggas, berumah dua, daun lebar berbentuk kipas dan sporofil terdapat pada dua tunas dalam ketiak daun. Misalnya pohon rambut gadis (<i>Ginkgo biloba</i>).</p>  <p>Gambar 7.19 Rambut gadis (<i>Ginkgo biloba</i>)</p> <p>3) Gnetales Tumbuhan kelompok ini merupakan tumbuhan berumah dua, pertulangan daun menyirip, serta bunga tersusun berkarang dalam strobilus. Misalnya melinjo (<i>Gnetum gnemon</i>).</p>  <p>Gambar 7.20 Melinjo (<i>Gnetum gnemon</i>)</p>	<p>Gambar lebih diperbesar dan ditambah nama lokal serta nama ilmiah.</p>

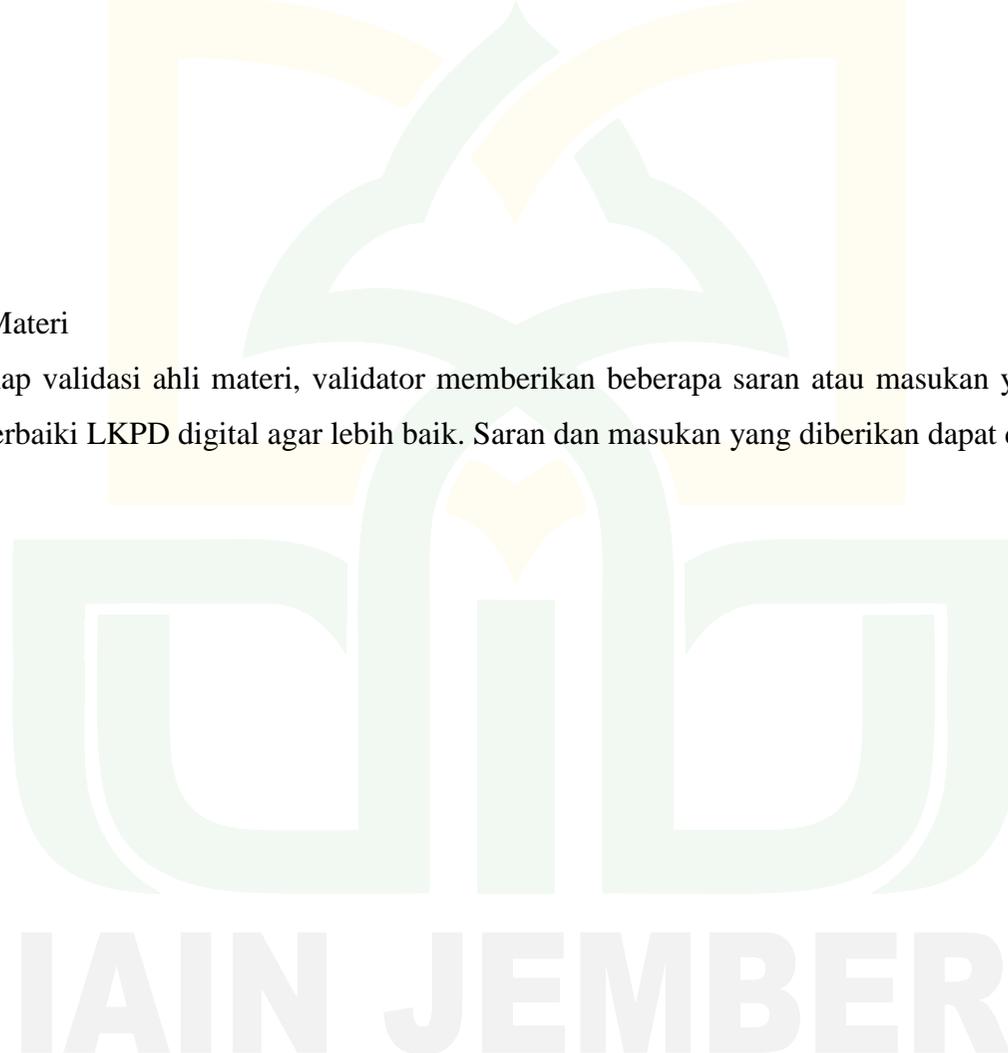
Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator
<p>3. Peranan Tumbuhan Berbiji</p> <p>Tumbuhan biji terdiri atas banyak spesies tumbuhan. Berbagai tumbuhan tersebut memiliki peranan yang beraneka ragam bagi kehidupan. Beberapa peran tumbuhan berbiji sebagai berikut:</p> <p>a. Peran Tumbuhan Angiospermae</p> <p>Beberapa peran tumbuhan Angiospermae sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sebagai bahan makanan, misalnya padi (<i>Oryza sativa</i>) dan jagung (<i>Zea mays</i>). 2) Sebagai bahan bangunan, misalnya jati (<i>Tectona grandis</i>) dan mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>). 3) Sebagai tanaman hias, misalnya mawar (<i>Rosa sp</i>) dan kembang sepatu (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>). 4) Sebagai bahan obat-obatan, misalnya lidah buaya (<i>Aloe vera</i>) dan Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i>). 5) Sebagai bahan rempah, misalnya lada (<i>Piper nigrum</i>) dan Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>). 6) Sebagai bahan industri, misalnya kapas (<i>Gossypium sp</i>) dan tembakau (<i>Nicotiana tabacum</i>). <p>b. Peran Tumbuhan Gymnospermae</p> <p>Beberapa peran tumbuhan Gymnospermae sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sebagai bahan obat-obatan, misalnya pohon rambut gadis (<i>Ginkgo biloba</i>). 2) Sebagai bahan makanan, misalnya melinjo (<i>Gnetum gnemon</i>). 3) Sebagai bahan industri, misalnya uyam (<i>Pinus merkusii</i>). 4) Sebagai tanaman hias, misalnya samio (<i>Zamia sp</i>). 	<ol style="list-style-type: none"> 2) Sebagai bahan bangunan, misalnya jati (<i>Tectona grandis</i>) dan mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>). 3) Sebagai tanaman hias, misalnya mawar (<i>Rosa sp</i>) dan kembang sepatu (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>). 4) Sebagai bahan obat-obatan, misalnya lidah buaya (<i>Aloe vera</i>) dan Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i>). 5) Sebagai bahan rempah, misalnya lada (<i>Piper nigrum</i>) dan Cengkeh (<i>Syzygium aromaticum</i>). 6) Sebagai bahan industri, misalnya kapas (<i>Gossypium sp</i>) dan tembakau (<i>Nicotiana tabacum</i>). <p>b. Peran Tumbuhan Gymnospermae</p> <p>Beberapa peran tumbuhan Gymnospermae sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sebagai bahan obat-obatan, misalnya pohon rambut gadis (<i>Ginkgo biloba</i>). 2) Sebagai bahan makanan, misalnya melinjo (<i>Gnetum gnemon</i>). 3) Sebagai bahan industri, misalnya uyam (<i>Pinus merkusii</i>). 4) Sebagai tanaman hias, misalnya samio (<i>Zamia sp</i>). <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>7.24 Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i>)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>7.25 Samio (<i>Zamia sp</i>)</p> </div> </div>	<p>Ditambahkan gambar disetiap peranan.</p>

Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator
<p>oviduct, uterus, ovipar, vagina dan vulva. Cacing ini dapat bertelur 100.000-200.000 perhari.</p> <p>c. Klasifikasi Nematelminthes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Cacing tambang (<i>Ancylostoma duodenale</i>), cacing ini hidup di dalam usus manusia dan mempunyai alat kait untuk mencengkeram dan menghisap darah. Daur hidupnya hampir sama dengan cacing perut, hanya telurnya menetas di tempat yang becek. Seseorang yang menderita penyakit cacing ini bisa terserang anemia. 2) Cacing perut (<i>Ascaris lumbricoides</i>), cacing ini hidup parasit pada usus manusia dan menyebabkan penyakit ascariasis atau cacingan. Cacing ini akan mengambil makanan dan mengisap darah penderita sehingga keadaan orang yang menderita cacingan akan terlihat lebih pucat dan perutnya buncit. 3) Cacing kremi (<i>Oxyuris vermicularis</i>), cacing ini memiliki ukuran yang kecil, berwarna putih dan hidup di usus besar manusia, tepatnya di dekat anus. Cacing ini sering menyerang anak-anak kecil. Keberadaan cacing ini sangat mengganggu aktivitas manusia karena dapat menyebabkan rasa gatal. Setelah digunakan untuk menggaruk tangan harus di cuci karena cacing dapat ikut terbawa ke dalam kuku dan jika digunakan untuk makan maka cacing tersebut akan masuk ke dalam perut dan menyebabkan autoinfeksi. 4) Cacing filaria (<i>Wuchereria bancrofti</i>), cacing ini dapat menyebabkan penyakit kaki gajah yang dapat disebarkan melalui nyamuk culex. Cacing ini nantinya akan menghasilkan telur yang akan menetas menjadi anak cacing berukuran kecil yang disebut mikrofilaria. Selanjutnya mikrofilarioa akan tersebar di dalam darah. Larva ini dapat pindah ke peredaran darah kecil dibawah kulit. 	<p>8.14 Cacing tambang anjing (<i>Uncinaria stenocephala</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 2) Cacing gelang (<i>Ascaris lumbricoides</i>), cacing ini hidup parasit pada usus manusia dan menyebabkan penyakit ascariasis atau cacingan. Cacing ini akan mengambil makanan dan mengisap darah penderita sehingga keadaan orang yang menderita cacingan akan terlihat lebih pucat dan perutnya buncit.  <p>8.15 Cacing gelang (<i>Ascaris lumbricoides</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 3) Cacing kremi (<i>Oxyuris vermicularis</i>), cacing ini memiliki ukuran yang kecil, berwarna putih dan hidup di usus besar manusia, tepatnya di dekat anus. Cacing ini sering menyerang anak-anak kecil. Keberadaan cacing ini sangat mengganggu aktivitas manusia karena dapat menyebabkan rasa gatal. Setelah digunakan untuk menggaruk tangan harus di cuci karena cacing dapat ikut terbawa ke dalam kuku dan jika digunakan untuk makan maka cacing tersebut akan masuk ke dalam perut dan menyebabkan autoinfeksi.  <p>8.16 Cacing kremi (<i>Oxyuris vermicularis</i>)</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) Cacing filaria (<i>Wuchereria bancrofti</i>), cacing ini dapat menyebabkan penyakit kaki gajah yang dapat disebarkan melalui nyamuk culex. Cacing ini nantinya akan menghasilkan telur yang akan menetas menjadi anak 	<p>Ditambahkan gambar disertai klasifikasi.</p>

Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator
<p>1) Daur air</p> <p>Jumlah air di Bumi selalu tetap karena adanya daur air. Air yang berada di permukaan bumi menguap karena panas matahari (evaporasi) dan dengan bantuan tumbuhan (transpirasi). Kedua proses tersebut berjalan bersamaan maka sering disebut evapotranspirasi. Air yang menguap akan berubah menjadi uap air yang berkumpul menjadi awan. Suhu atmosfer yang dingin akan menyebabkan uap air terkondensasi menjadi titik-titik air. Apabila awan sudah jenuh, titik-titik air tersebut akan turun sebagai hujan. Air hujan akan mengisi sumber-sumber air di permukaan bumi yang kemudian akan menguap dan siklus dimulai kembali.</p> <p>2) Daur sulfur</p> <p>Tumbuhan menyerap sulfur dari tanah dalam bentuk sulfat (SO_4). Ketika hewan memakan tumbuhan, sulfur berpindah ke tubuh hewan dan kembali ke tanah saat hewan dan tumbuhan mati dan diuraikan. Proses daur sulfur juga dibantu oleh beberapa bakteri, antara lain <i>Desulfomaculum</i> dan <i>Desulfibrio</i> yang mereduksi sulfat menjadi sulfida dalam bentuk Hidrogen sulfida (H_2S) kemudian digunakan oleh bakteri <i>Chromatium</i> untuk melepaskan sulfur. Sulfur dioksidasi menjadi sulfat oleh bakteri <i>Thiobacillus</i>.</p> <p>3) Daur Fosfor</p> <p>Fosfor merupakan unsur yang penting pembentukan asam nukleat, protein, ATP dan senyawa organik lainnya. Senyawa fosfor yang ada di Bumi tersimpan dalam batuan. Fosfor satu-satunya daur zat yang tidak berupa gas sehingga daurnya tidak melalui udara. Sebagian besar fosfor mengalir ke laut dan terikat pada endapan di perairan atau dasar laut. Begitu sampai di laut hanya ada dua mekanisme untuk daur ulangnya ke ekosistem darat, salah satunya melalui burung-burung laut yang mengambil fosfor melalui rantai</p>	<p>hidup yang menjadi mangsa ke pemangsa. Ketika makhluk hidup tersebut mati makan energi tersebut akan dibebaskan oleh dekomposer. Oleh sebab itu, aliran energi bukanlah sebuah siklus. Perlu diketahui bahwa, makin tinggi tingkat trofik makhluk hidup maka makin sedikit pula energi yang diperolehnya. Hal ini disebabkan selalu ada sebagian energi yang digunakan untuk beraktivitas.</p> <p>b. Daur materi</p> <p>Daur materi merupakan suatu siklus, artinya jika suatu organisme mati tidak berarti aliran materinya berhenti. Aliran tersebut melibatkan unsur senyawa kimia yang mengalami pempindahan lewat organisme (biotik) dan beredar kembali ke lingkungan fisik (abiotik) yang disebut daur biogeokimia. Daur biogeokimia meliputi daur air, daur sulfur, daur nitrogen serta daur karbon dan oksigen.</p> <p>1) Daur air</p> <p>Jumlah air di Bumi selalu tetap karena adanya daur air. Air yang berada di permukaan bumi menguap karena panas matahari (evaporasi) dan dengan bantuan tumbuhan (transpirasi). Kedua proses tersebut berjalan bersamaan maka sering disebut evapotranspirasi. Air yang menguap akan berubah menjadi uap air yang berkumpul menjadi awan. Suhu atmosfer yang dingin akan menyebabkan uap air terkondensasi menjadi titik-titik air. Apabila awan sudah jenuh, titik-titik air tersebut akan turun sebagai hujan. Air hujan akan mengisi sumber-sumber air di permukaan bumi yang kemudian akan menguap dan siklus dimulai kembali.</p>  <p>2) Daur sulfur</p> <p>Tumbuhan menyerap sulfur dari tanah dalam bentuk sulfat (SO_4). Ketika hewan memakan tumbuhan, sulfur berpindah ke tubuh hewan dan kembali ke tanah saat hewan dan tumbuhan mati dan diuraikan. Proses daur sulfur juga dibantu oleh beberapa bakteri, antara lain <i>Desulfomaculum</i> dan <i>Desulfibrio</i> yang mereduksi sulfat menjadi sulfida dalam bentuk Hidrogen sulfida (H_2S) kemudian digunakan oleh bakteri <i>Chromatium</i> untuk melepaskan sulfur. Sulfur dioksidasi menjadi sulfat oleh bakteri <i>Thiobacillus</i>.</p>  <p>3) Daur Fosfor</p> <p>Fosfor merupakan unsur yang penting pembentukan asam nukleat, protein, ATP dan senyawa organik lainnya. Senyawa fosfor yang ada di Bumi tersimpan dalam batuan. Fosfor satu-satunya daur zat yang tidak berupa gas sehingga daurnya tidak melalui udara. Sebagian besar fosfor mengalir ke laut dan terikat pada endapan di perairan atau dasar laut. Begitu sampai di laut hanya ada dua mekanisme untuk daur ulangnya ke ekosistem darat, salah satunya melalui burung-burung laut yang mengambil fosfor melalui rantai</p>	<p>Ditambahkan gambar disertai penjelasan.</p>

2. Revisi Ahli Materi

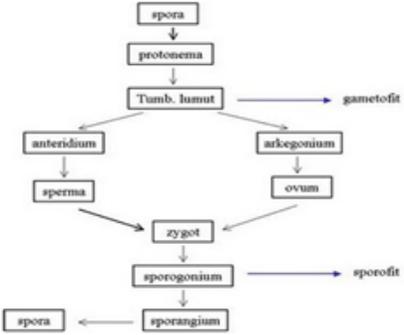
Pada tahap validasi ahli materi, validator memberikan beberapa saran atau masukan yang bermanfaat sebagai acuan untuk memperbaiki LKPD digital agar lebih baik. Saran dan masukan yang diberikan dapat dilihat pada tabel berikut:



IAIN JEMBER

Tabel 4.14

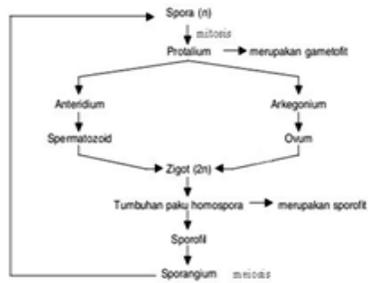
Hasil Revisi LKPD Digital Berbasis HOTS Berdasarkan Saran dan Komentar Ahli Materi

Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator
<p>aseksual juga dapat dilakukan dengan pembentukan <i>gemma</i> (piala tunas) dan fragmentasi atau pemotongan bagian tubuh.</p> <p>3. Siklus Hidup Bryophyta</p> <p>Siklus hidup tumbuhan lumut didominasi oleh fase gametofit yang bersifat haploid. Gametofit menghasilkan anteridium dan arkegonium. Apabila anteridium dan arkegonium dihasilkan oleh satu gametofit maka jenis tersebut disebut lumut berumah satu atau homotalus. Contoh lumut homotalus adalah lumut hati. Apabila anteridium dan arkegonium dihasilkan oleh gametofit berbeda maka jenis tersebut disebut lumut berumah dua atau heterotalus. Contoh heterotalus adalah lumut daun. Metagenesis lumut dapat digambarkan sebagai berikut:</p>  <p>Gambar 7.2 Siklus hidup tumbuhan lumut</p>	<p>3. Siklus Hidup Bryophyta</p> <p>Siklus hidup tumbuhan lumut terdapat dua fase, yakni sporofit dan gametofit. Siklus hidupnya didominasi oleh fase gametofit yang bersifat haploid. Fase gametofit terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama adalah proses germinasi spora ke percabangan dan membentuk struktur yang bernama protonema. Tahap kedua dimulai ketika protonema membentuk tunas dan tahap akhir adalah ketika protonema tumbuh membentuk sudut percabangan dan muncul daun serta rhizoid yang tersusun spiral. Setiap protonema akan menghasilkan populasi gametofit berdaun identik. Saat mulai memasuki masa reproduksi, ujung batang gametofit akan memproduksi gametangia yang terdiri dari anteridium dan arkegonium. Lumut dewasa memiliki alat kelamin jantan yang berasal dari anteridium yang akan menghasilkan spermatozoid dan alat kelamin betina yang berasal dari arkegonium yang akan menghasilkan sel telur. Gametofit menghasilkan anteridium dan arkegonium. Apabila anteridium dan arkegonium dihasilkan oleh satu gametofit maka jenis tersebut disebut lumut berumah satu atau homotalus. Contoh lumut homotalus adalah lumut hati.</p> <p>Sedangkan pada fase sporofit dimulai dari zygot yang nantinya akan berkembang menjadi embrio. Embrio tersebut akan berdiferensiasi dan membentuk bagian kaki, seta dan sporangium. Bagian kaki akan masuk ke batang gametofit untuk memindahkan nutrisi dari gametofit ke sporofit melalui transpor air dari sel. Seta akan bertambah panjang dan bagian atasnya akan membentuk sporangium bersebelahan dengan daun gametofit. Bertambahnya ukuran sporofit akan memperbesar arkegonium yang pada akhirnya akan membentuk struktur yang bernama kaliptra. Setelah dewasa, sporangium dan seta akan memiliki struktur yang lebih kompleks seperti penebalan dinding epidemis, lapisan kutikula, munculnya stomata, korteks dan jaringan pendukung lainnya. Sporangium dewasa akan mengering dan membentuk struktur yang bernama</p> <p style="text-align: center;">15</p>	<p>Sebaiknya siklus hidup bryophyta lebih diperjelas lagi.</p>

Sebelum Revisi

c. Paku peralihan, yaitu tumbuhan paku yang menghasilkan dua jenis spora yang memiliki bentuk dan ukuran yang sama, namun jenis kelaminnya berbeda. Contohnya paku ekor kuda (*Equisetum debile*).

Pada metagenesis tumbuhan paku, baik pada paku homospora, heterospora dan paku peralihan pada prinsipnya sama. Ketika ada spora (n) jatuh ditempat yang cocok, spora akan berkembang menjadi protalium (n). Protalium merupakan generasi penghasil gamet atau generasi gametofit. Dalam satu protalium akan dibentuk arkegonium (penghasil ovum) dan anteridium (penghasil spermatozoid). Ketika spermatozoid dan ovum bertemu, akan terbentuk zigot (2n) yang akan segera berkembang menjadi tumbuhan paku (2n). Tumbuhan paku yang kita lihat sehari-hari merupakan generasi sporofit karena mampu membentuk sporangium (2n) yang akan menghasilkan spora (n) untuk perkembangbiakan. Fase sporofit pada metagenesis tumbuhan paku memiliki sifat lebih dominan daripada fase gametofitnya. Berikut ini merupakan skema pergiliran keturunan pada tumbuhan paku.



Gambar 7.6 Siklus hidup tumbuhan paku

3. Klasifikasi Tumbuhan Paku

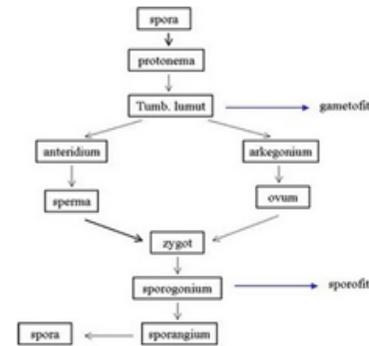
Berdasarkan morfologinya, tumbuhan paku dibedakan menjadi empat kelas sebagai berikut:

a. Psilophytinae (Paku Purba)

Dallekhusinae, *marumakum*, *tumbuhan paku selanj*, *sederhana*, dan

Setelah Revisi

operculum. Operculum ini dikelilingi gigi peristom yang akan membuka dan menutup tergantung kondisi kelembapan lingkungan. Jika kelembapan lingkungan tinggi maka gigi peristom akan menutup begitupun sebaliknya. Saat gigi peristom terbuka, spora akan terbang keluar dan tumbuh menjadi individu baru. Apabila anteridium dan arkegonium dihasilkan oleh gametofit berbeda maka jenis tersebut disebut lumut berumah dua atau heterotalus. Contoh heterotalus adalah lumut daun. Metagenesis lumut dapat digambarkan sebagai berikut:

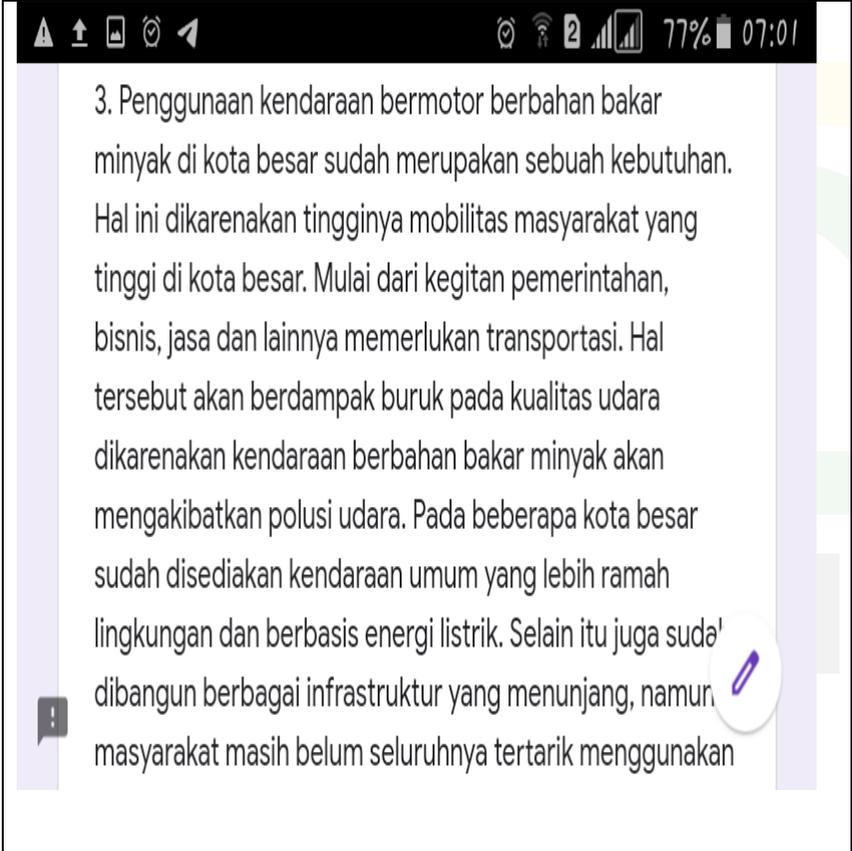


Gambar 7.2 Siklus hidup tumbuhan lumut

AYO DIINGAT!
 Siklus hidup lumut = RaMaLZiS
 (spoRa protonema Lumut Zigot Sporogonium)

Komentar dan Saran Validator

Pada setiap materi sebaiknya ditambahkan singkatan unik agar siswa dapat memahami dengan mudah.

Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator
 <p>3. Penggunaan kendaraan bermotor berbahan bakar minyak di kota besar sudah merupakan sebuah kebutuhan. Hal ini dikarenakan tingginya mobilitas masyarakat yang tinggi di kota besar. Mulai dari kegiatan pemerintahan, bisnis, jasa dan lainnya memerlukan transportasi. Hal tersebut akan berdampak buruk pada kualitas udara dikarenakan kendaraan berbahan bakar minyak akan mengakibatkan polusi udara. Pada beberapa kota besar sudah disediakan kendaraan umum yang lebih ramah lingkungan dan berbasis energi listrik. Selain itu juga sudah dibangun berbagai infrastruktur yang menunjang, namun masyarakat masih belum seluruhnya tertarik menggunakan</p>	 <p>3. Penggunaan kendaraan bermotor berbahan bakar minyak di kota besar sudah merupakan sebuah kebutuhan. Hal ini dikarenakan tingginya mobilitas masyarakat yang tinggi di kota besar. Mulai dari kegiatan pemerintahan, bisnis, jasa dan lainnya memerlukan transportasi. Hal tersebut akan berdampak buruk pada kualitas udara dikarenakan kendaraan berbahan bakar minyak akan mengakibatkan polusi udara. Menurut anda kebijakan apa yang harus dilakukan agar dapat mengurangi pencemaran tersebut?</p>	<p>Memperdalam kesesuaian Evaluasi dengan KD. Sebaiknya pada soal tidak perlu dijelaskan terlebih dahulu terkait langkah awal pencegahan polusi agar siswa memiliki kesempatan untuk berpikir.</p>

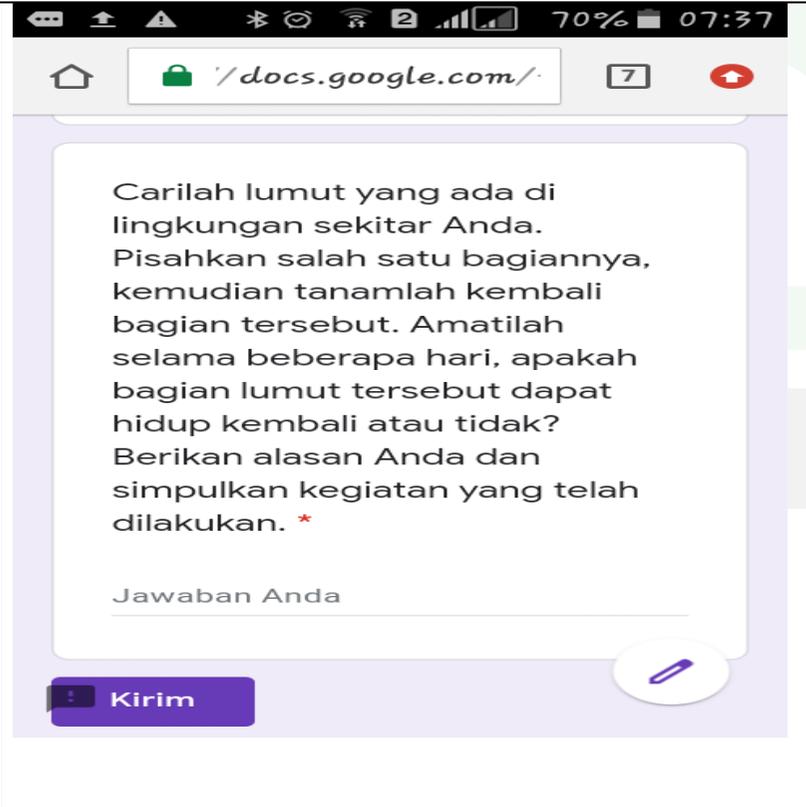
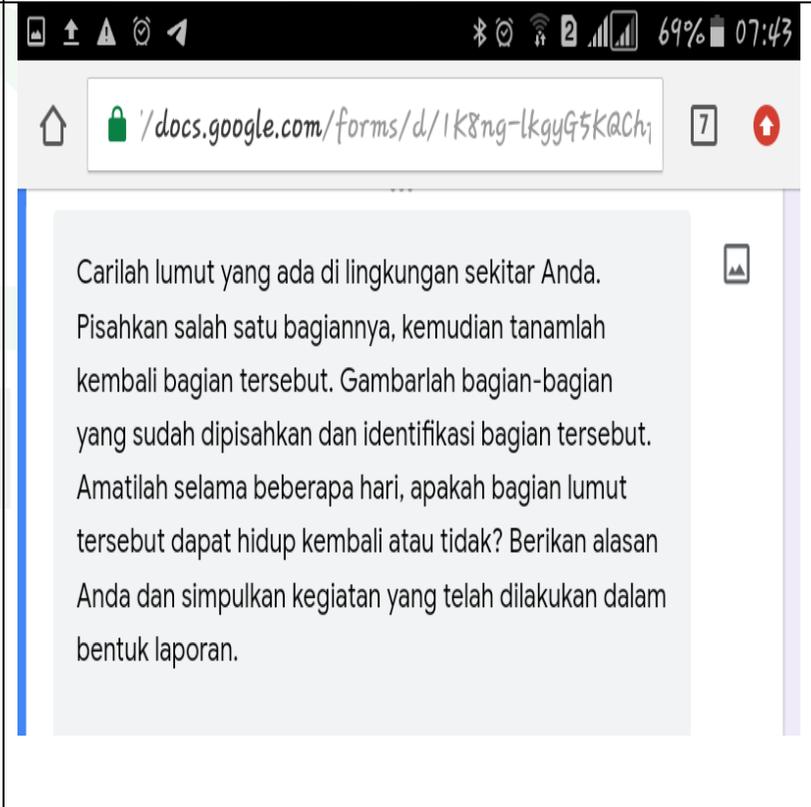
3. Saran Ahli Evaluasi

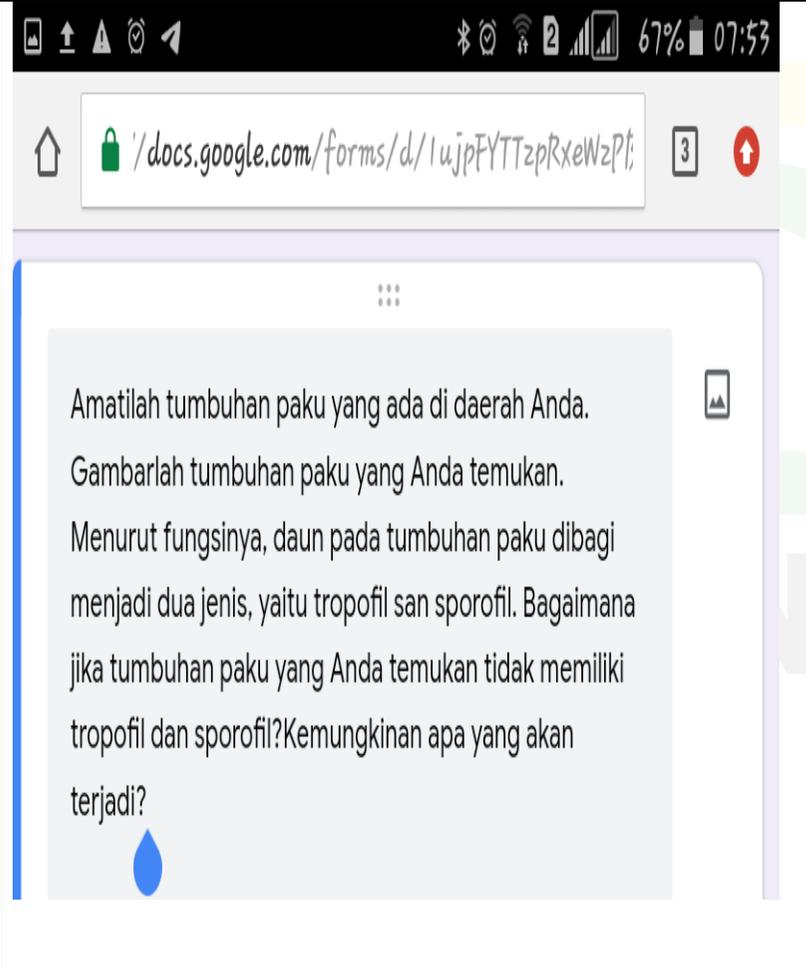
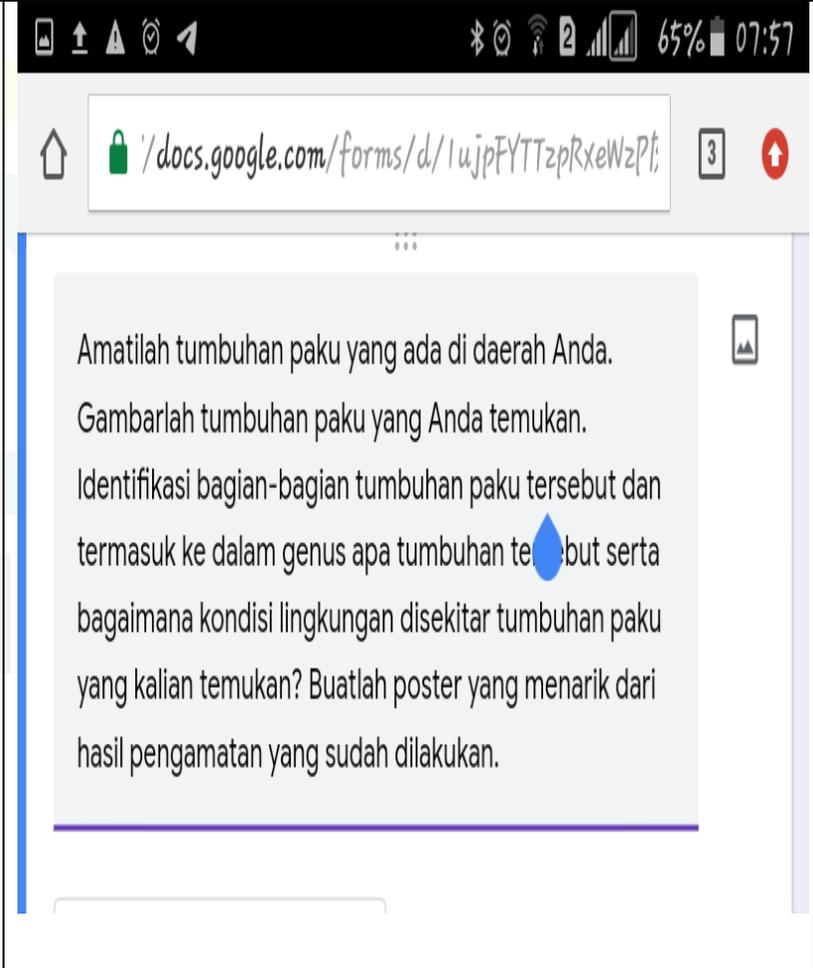
Pada tahap validasi ahli evaluasi, validator memberikan beberapa saran atau masukan yang bermanfaat sebagai acuan untuk memperbaiki LKPD digital agar lebih baik. Saran dan masukan yang diberikan dapat dilihat pada tabel berikut:

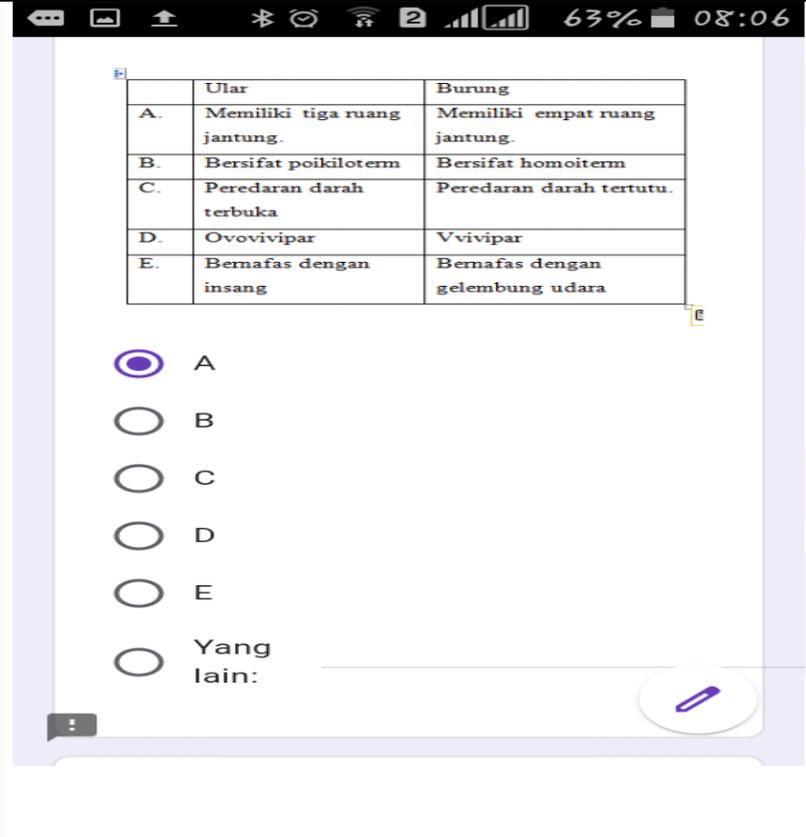
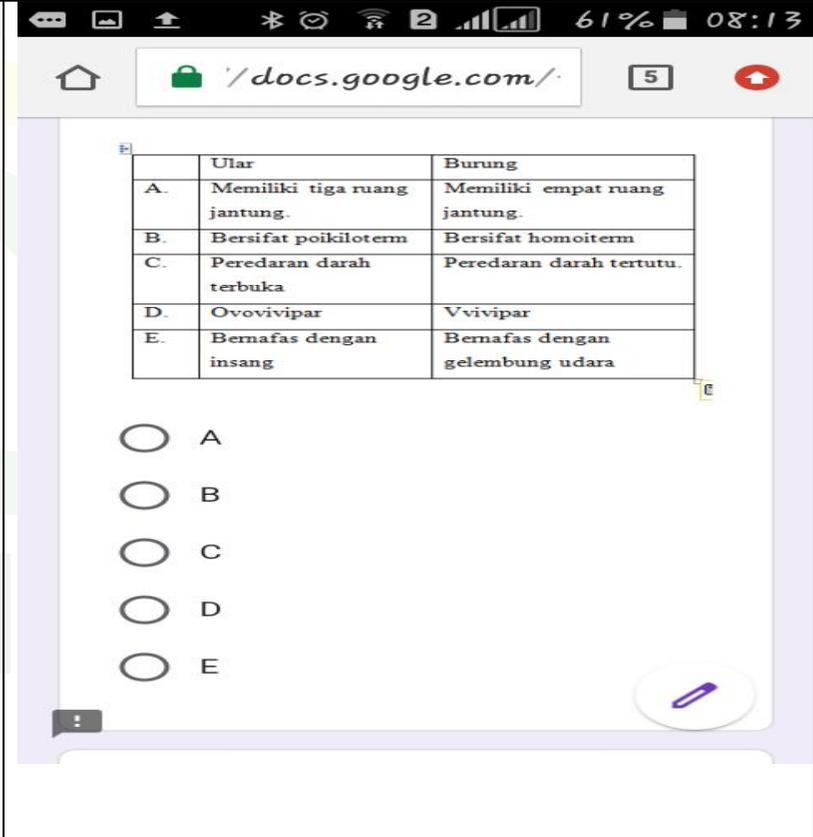
IAIN JEMBER

Tabel 4.15

Hasil Revisi LKPD Digital Berbasis HOTS Berdasarkan Saran dan Komentar dari Validator Ahli Evaluasi

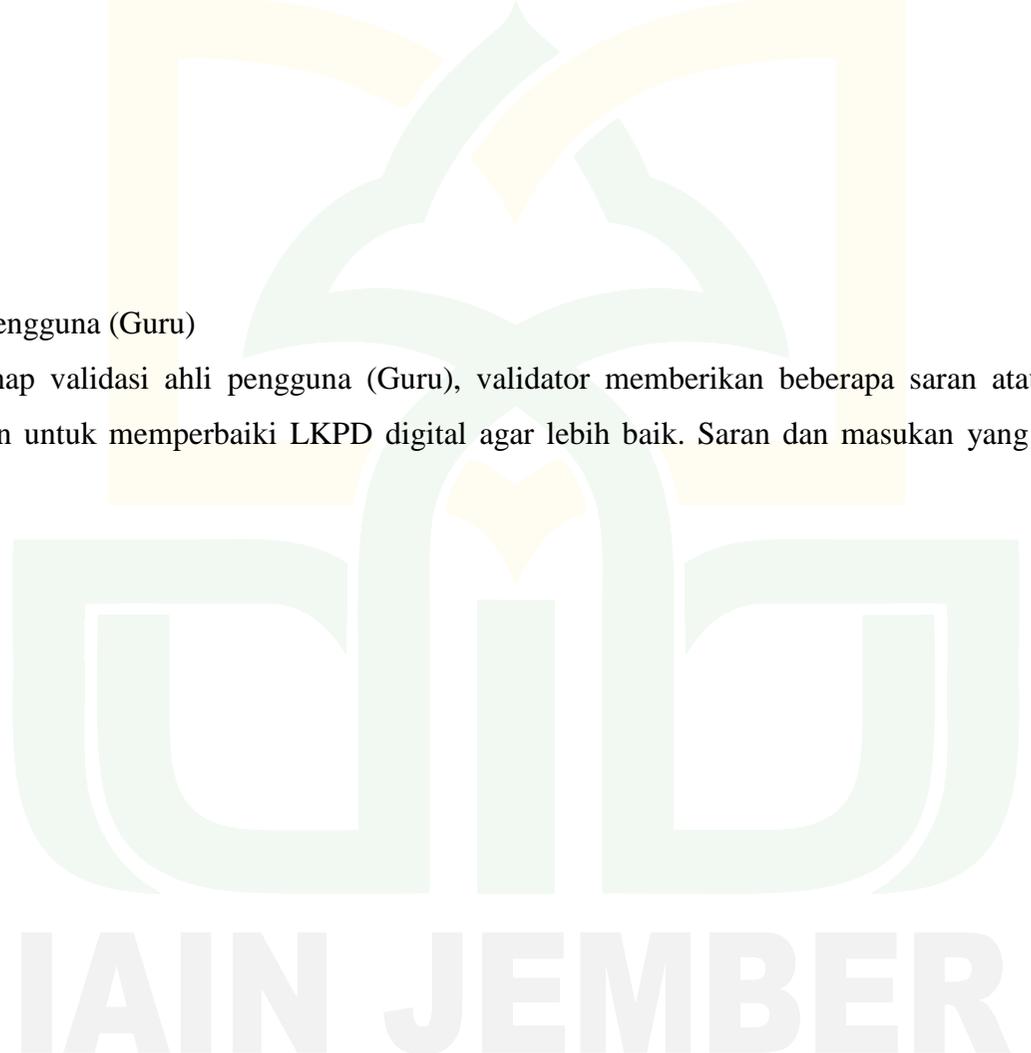
Sebelum Revisi	Sesudah Revisi	Komentardan Saran Validator
 <p>Carilah lumut yang ada di lingkungan sekitar Anda. Pisahkan salah satu bagiannya, kemudian tanamlah kembali bagian tersebut. Amatilah selama beberapa hari, apakah bagian lumut tersebut dapat hidup kembali atau tidak? Berikan alasan Anda dan simpulkan kegiatan yang telah dilakukan. *</p> <p>Jawaban Anda</p> <p>Kirim</p>	 <p>Carilah lumut yang ada di lingkungan sekitar Anda. Pisahkan salah satu bagiannya, kemudian tanamlah kembali bagian tersebut. Gambarlah bagian-bagian yang sudah dipisahkan dan identifikasi bagian tersebut. Amatilah selama beberapa hari, apakah bagian lumut tersebut dapat hidup kembali atau tidak? Berikan alasan Anda dan simpulkan kegiatan yang telah dilakukan dalam bentuk laporan.</p>	<p>Untuk hasil akhir sebaiknya dibuat mini report.</p>

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi	Komentardan Saran Validator
 <p>Amatilah tumbuhan paku yang ada di daerah Anda. Gambarlah tumbuhan paku yang Anda temukan. Menurut fungsinya, daun pada tumbuhan paku dibagi menjadi dua jenis, yaitu tropofil dan sporofil. Bagaimana jika tumbuhan paku yang Anda temukan tidak memiliki tropofil dan sporofil? Kemungkinan apa yang akan terjadi?</p>	 <p>Amatilah tumbuhan paku yang ada di daerah Anda. Gambarlah tumbuhan paku yang Anda temukan. Identifikasi bagian-bagian tumbuhan paku tersebut dan termasuk ke dalam genus apa tumbuhan tersebut serta bagaimana kondisi lingkungan disekitar tumbuhan paku yang kalian temukan? Buatlah poster yang menarik dari hasil pengamatan yang sudah dilakukan.</p>	<p>Ajukan pertanyaan yang bersifat kontekstual, misal “gambar bagian paku yang kalian temukan dan termasuk ke dalam genus apa tumbuhan tersebut serta bagaimana kondisi di lingkungan sekitar tumbuhan”. Hasil akhirnya juga bisa buat repot atau lain sebagainya.</p>

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi	Komentardan Saran Validator																																				
 <p>63% 08:06</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ular</th> <th>Burung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A.</td> <td>Memiliki tiga ruang jantung.</td> <td>Memiliki empat ruang jantung.</td> </tr> <tr> <td>B.</td> <td>Bersifat poikiloterm</td> <td>Bersifat homoitem</td> </tr> <tr> <td>C.</td> <td>Peredaran darah terbuka</td> <td>Peredaran darah tertutu.</td> </tr> <tr> <td>D.</td> <td>Ovovivipar</td> <td>Vvivipar</td> </tr> <tr> <td>E.</td> <td>Bernafas dengan insang</td> <td>Bernafas dengan gelembung udara</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D <input type="radio"/> E <input type="radio"/> Yang lain: _____</p>		Ular	Burung	A.	Memiliki tiga ruang jantung.	Memiliki empat ruang jantung.	B.	Bersifat poikiloterm	Bersifat homoitem	C.	Peredaran darah terbuka	Peredaran darah tertutu.	D.	Ovovivipar	Vvivipar	E.	Bernafas dengan insang	Bernafas dengan gelembung udara	 <p>61% 08:13</p> <p>5</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ular</th> <th>Burung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A.</td> <td>Memiliki tiga ruang jantung.</td> <td>Memiliki empat ruang jantung.</td> </tr> <tr> <td>B.</td> <td>Bersifat poikiloterm</td> <td>Bersifat homoitem</td> </tr> <tr> <td>C.</td> <td>Peredaran darah terbuka</td> <td>Peredaran darah tertutu.</td> </tr> <tr> <td>D.</td> <td>Ovovivipar</td> <td>Vvivipar</td> </tr> <tr> <td>E.</td> <td>Bernafas dengan insang</td> <td>Bernafas dengan gelembung udara</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="radio"/> A <input type="radio"/> B <input type="radio"/> C <input type="radio"/> D <input type="radio"/> E</p>		Ular	Burung	A.	Memiliki tiga ruang jantung.	Memiliki empat ruang jantung.	B.	Bersifat poikiloterm	Bersifat homoitem	C.	Peredaran darah terbuka	Peredaran darah tertutu.	D.	Ovovivipar	Vvivipar	E.	Bernafas dengan insang	Bernafas dengan gelembung udara	<p>Komentardan Saran Validator</p> <p>Konsistensi tipe soal. Seperti pada soal uji kompetensi hal 46 jika semua pilihan ganda dengan option A, B, C, D, E maka tidak boleh ada jawaban lain dalam bentuk isian.</p>
	Ular	Burung																																				
A.	Memiliki tiga ruang jantung.	Memiliki empat ruang jantung.																																				
B.	Bersifat poikiloterm	Bersifat homoitem																																				
C.	Peredaran darah terbuka	Peredaran darah tertutu.																																				
D.	Ovovivipar	Vvivipar																																				
E.	Bernafas dengan insang	Bernafas dengan gelembung udara																																				
	Ular	Burung																																				
A.	Memiliki tiga ruang jantung.	Memiliki empat ruang jantung.																																				
B.	Bersifat poikiloterm	Bersifat homoitem																																				
C.	Peredaran darah terbuka	Peredaran darah tertutu.																																				
D.	Ovovivipar	Vvivipar																																				
E.	Bernafas dengan insang	Bernafas dengan gelembung udara																																				

2. Saran Ahli Pengguna (Guru)

Pada tahap validasi ahli pengguna (Guru), validator memberikan beberapa saran atau masukan yang bermanfaat sebagai acuan untuk memperbaiki LKPD digital agar lebih baik. Saran dan masukan yang diberikan dapat dilihat pada tabel berikut:

The image features a large, semi-transparent watermark of the IAIN Jember logo. The logo consists of a stylized green and yellow emblem above the text "IAIN JEMBER" in a bold, grey, sans-serif font. The watermark is centered on the page and serves as a background for the text.

IAIN JEMBER

Tabel 4.16
Hasil Revisi LKPD Digital Berbasis HOTS Berdasarkan Saran dan Komentar dari Validator Ahli Pengguna
(Guru)

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi	Komentar dan Saran Validator
B. Invertebrata..... 30	B. Invertebrata..... 30	Masih terdapat penulisan yang salah, misal “porifira”
1. Porifera..... 30	1. Porifera..... 30	
a. Ciri-ciri Porifera..... 30	a. Ciri-ciri Porifera..... 30	
b. Sistem Reproduksi Porifera..... 30	b. Sistem Reproduksi Porifera..... 30	
c. Klasifikasi Porifera..... 31	c. Klasifikasi Porifera..... 31	
d. Peranan Porifera..... 31	d. Peranan Porifera..... 31	

Sebelum Revisi	Setelah Revisi	Komentar dan Saran Validator
<p>5. Mammalia</p> <p>a. Ciri-ciri Mammalia</p> <p>Mammalia merupakan hewan yang memiliki kelenjar susu, perkembangan otaknya paling sempurna, merupakan hewan menyusui dan homoitem (berdarah panas). Alat gerakanya berupa kaki, sedangkan yang hidup di air menggunakan sirip. Mereka bernafas menggunakan paru-paru dan peredaran darahnya tertutup. Tubuh dan kulitnya ditumbuhi rambut dan menghasilkan kelenjar keringat.</p>  <p>Gambar 8.14 <i>Phascolarctos cinereus</i></p> <p>b. Klasifikasi dan Peranan Mammalia</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Monotremata, contohnya <i>Platypus</i> dan <i>Tachyglossus sp.</i> (Echidna). 2) Marsupialia, contohnya <i>Macropus sp.</i> (Kanguru) dan koala. 3) Chiroptera, contohnya <i>Rhinolopus affinis</i> (kelelawar) dan <i>Pteropus vampyrus</i> (Kalong). 4) Insectivora, contohnya <i>Suncus marinus</i> (tikus celurut). 5) Rodentia, contohnya <i>Rattus sp</i> (tikus) dan <i>Cavia cobaya</i> (Marmut). 6) Carnivora, contohnya anjing (<i>Canis familiaris</i>), singa (<i>Felis tigris</i>), serigala abu-abu (<i>Canis lupus</i>) 7) Proboscidae, contohnya gajah (<i>Elephas sp.</i>) 8) Primata, contohnya simpanse (<i>Troglodytes</i>), Gorilla gorilla, orang utan kalimantan (<i>Pongo pygmeus</i>) dan manusia (<i>Homo sapiens</i>). 	<p>5. Mamalia</p> <p>a. Ciri-ciri Mamalia</p> <p>Mamalia merupakan hewan yang memiliki kelenjar susu, perkembangan otaknya paling sempurna, merupakan hewan menyusui dan homoitem (berdarah panas). Alat gerakanya berupa kaki, sedangkan yang hidup di air menggunakan sirip. Mereka bernafas menggunakan paru-paru dan peredaran darahnya tertutup. Tubuh dan kulitnya ditumbuhi rambut dan menghasilkan kelenjar keringat.</p>  <p>Gambar 8.14 <i>Phascolarctos cinereus</i></p> <p>b. Klasifikasi dan Peranan Mamalia</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Monotremata, contohnya <i>Platypus</i> dan <i>Tachyglossus sp.</i> (Echidna). 2) Marsupialia, contohnya <i>Macropus sp.</i> (Kanguru) dan koala. 3) Chiroptera, contohnya <i>Rhinolopus affinis</i> (kelelawar) dan <i>Pteropus vampyrus</i> (Kalong). 4) Insectivora, contohnya <i>Suncus marinus</i> (tikus celurut). 5) Rodentia, contohnya <i>Rattus sp</i> (tikus) dan <i>Cavia cobaya</i> (Marmut). 6) Carnivora, contohnya anjing (<i>Canis familiaris</i>), singa (<i>Felis tigris</i>), serigala abu-abu (<i>Canis lupus</i>) 7) Proboscidae, contohnya gajah (<i>Elephas sp.</i>) 8) Primata, contohnya simpanse (<i>Troglodytes</i>), Gorilla gorilla, orang utan kalimantan (<i>Pongo pygmeus</i>) dan manusia (<i>Homo sapiens</i>). 	<p>Konsistensi penggunaan kata “Mammalia atau mamalia”.</p>

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi	Komentar dan Saran Validator
<p>b. Perangkat Limbah Anorganik 83</p> <p>3. Daur Ulang Limbah 83</p> <p>DAFTAR PUSTAKA 85</p> <div data-bbox="571 384 931 1209" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">KATA PENGANTAR</p> <p>Alhamdulillahirobbil alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis <i>Higher Order Thinking Skill</i> (HOTS) Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA/MA dapat diselesaikan dengan baik. Tujuan pembuatan bahan ajar ini adalah untuk membantu guru dalam menyiapkan pembelajaran terkait materi biologi khususnya untuk kelas X, sehingga dapat meningkatkan kemampuan penguasaan, pengetahuan konseptual dan meningkatkan sikap literasi lingkungan siswa. Bahan ajar ini dirancang untuk siswa kelas X Semester Genap SMA/MA. Bahan ajar ini juga dilengkapi dengan peta konsep, asesepsi, materi, tugas rumah, tugas kelompok dan uji kompetensi.</p> <p>Ucapan terima kasih kami sampaikan atas partisipasi semua pihak yang dengan kerja keras, ketekunan dan kesabaran dalam menyelesaikan penyusunan bahan ajar ini. Kami berharap buku ini dapat diterima dengan baik, menjadi pendamping dan pendukung kegiatan belajar, serta memberi manfaat sebesar-besarnya untuk siswa, guru dan dunia pendidikan. Kami menyadari bahwa dalam penyusunan bahan ajar ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dan pembaca akan menjadi evaluasi sehingga bahan ajar yang dihasilkan semakin baik.</p> <p style="text-align: right;">Jember, 16 Februari 2021</p> </div>	<p>a. Perangkat Limbah Organik 103</p> <p>b. Perangkat Limbah Anorganik 104</p> <p>3. Daur Ulang Limbah 104</p> <p>DAFTAR PUSTAKA 106</p> <div data-bbox="1361 411 1711 1209" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">PETUNJUK PENGGUNAAN</p> <p>LKS ini dirancang untuk pembelajaran mandiri sehingga dapat dipelajari di rumah maupun di sekolah. LKS ini berisi 4 materi, setiap materi terdapat peta konsep, asesepsi, gambar dan evaluasi pembelajaran. Evaluasi pembelajaran di setiap sub materi terdiri atas tugas kelompok dan tugas rumah masing-masing 1 soal. Sedangkan evaluasi pembelajaran di setiap bab berisi 20 soal pilihan ganda dan 5 soal essay.</p> <p>Berikut langkah-langkah dalam proses belajar di setiap kegiatan pembelajaran,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bacalah do'a terlebih dahulu sebelum belajar. 2. Sebelum memulai kegiatan pembelajaran bacalah secara berurutan mulai kata pengantar, petunjuk penggunaan LKS digital, KI, KD, Tujuan pembelajaran, peta konsep dan asesepsi untuk mengetahui gambaran umum dari isi LKS digital ini. 3. Bacalah dan pahami setiap uraian materi. 4. Setelah membaca materi secara keseluruhan kerjakan soal-soal yang terdapat dalam LKS. 5. Setelah mengerjakan soal, silakan dikumpulkan pada guru. 6. Kerjakan seluruh soal dengan penuh antusias dan kejujuran. Sebab kejujuran merupakan hal yang penting dalam pembelajaran mandiri. 7. Anda dapat menggunakan sumber belajar yang terdapat di buku pelajaran atau sumber lain. </div>	<p style="text-align: center;">Komentar dan Saran Validator</p> <p>Sebaiknya ditambahkan petunjuk penggunaan agar siswa dapat mengerjakan secara mandiri.</p>

BAB V

KAJIAN DAN SARAN

A. Kajian Produk yang Telah Direvisi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil penilaian ahli media sebesar 88,6% dengan kriteria sangat valid, penilaian ahli materi sebesar 95,53% dengan kriteria sangat valid, penilaian ahli evaluasi sebesar 95,33% dengan kriteria sangat valid dan penilaian ahli pengguna (guru) sebesar 93% dengan kriteria sangat valid, sehingga LKPD digital dapat dinyatakan valid.
2. Hasil respon siswa SMA Negeri 1 Tapen yang berjumlah 12 orang memperoleh nilai rata-rata sebesar 88,47% dengan kriteria sangat praktis.

B. Saran Pemanfaatan, Diseminasi, dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Produk pengembangan LKPD digital berbasis HOTS pada materi biologi kelas X semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso dapat dimanfaatkan secara maksimal, maka perlu diberikan beberapa saran, diantaranya:

1. Saran Pemanfaatan Produk

Saran pemanfaatan produk pengembangan LKPD digital berbasis HOTS pada materi biologi kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso adalah sebagai berikut:

- a) Siswa diharapkan sebelum memulai mempelajari materi pada LKPD digital untuk mengikuti dan membaca seluruh petunjuk penggunaan LKPD digital, sehingga ketika memulai mempelajari materi siswa mampu memahami materi yang telah disajikan pada LKPD digital.
- b) Selain mempelajari LKPD digital yang dikembangkan, siswa diharapkan membaca buku-buku atau literatur lain terkait dengan materi yang terdapat dalam LKPD, sehingga dapat menambah pengetahuan tentang materi yang dipelajari.
- c) Siswa diharapkan setelah mempelajari LKPD digital dapat mengasah keterampilan berpikir kritis dan dapat memecahkan permasalahan di sekitarnya.

2. Saran Diseminasi Produk

Produk pengembangan LKPD digital berbasis HOTS pada materi biologi kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso dapat disebarluaskan setelah diuji efektifitasnya dalam skala yang lebih besar.

3. Saran Pengembang Produk Lebih Lanjut

Adapun saran pengembang produk lebih lanjut adalah sebagai berikut:

- a. Bagi semua pihak yang ingin mengembangkan produk lebih lanjut, bisa dengan cara menambah evaluasi pada setiap materi yang terdapat pada LKPD digital.
- b. Pengembang lebih lanjut dapat membuat tampilan pada LKPD, tulisan dan juga gambar agar lebih menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Aryanti."Upaya Meningkatkan Kemampuan Guru Menerapkan Bahan Ajar di SMA3 Ogan Komering Ulu". *Jurnal Educative: Journal of Educational Studies* 3, no. 1(2018): 21.
- Ahmad Kasina dan Lestari Ika."Pengembangan Bahan Ajar Perkembangan Anak Usia SD Sebagai Sarana Belajar Mandiri Mahasiswa." *Perspektif Ilmu Pendidikan* 22, no. XII(2010): 184.
- Ainin, Moh."Penelitian dan Pengembangan Dalam Pembelajaran Bahasa Arab." *Okara* 2, no. 8(2013): 96-97.
- Akbar, Sa'dun. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2013.
- Anjani, Fery Yullinda."Analisis Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Menurut Teori Anderson dan Karthwohl Pada Peserta Didik Kelas XI Bilingual Class System MAN 2 Kudus Pada Pokok Bahasan Program Linier". Skripsi, Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang, 2017.
- Arywiantari, Dadek et. al. "Pengembangan Multimedia Interaktif Model 4D Pada Pembelajaran IPA di SMP Negeri 3 Singaraja." *e-Journal Edutech Universitas Pendidikan Ganesha* 3, no. 1(2015):3.
- Fajarini, Anindya. *Pengembangan Bahan Ajar IPS*. Jember: Syair Gema Maulana, 2018.
- Hamidah, Siti dan Indana, Sifak Asri T.M."Kelayakan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Keanekaragaman Fungi Berbasis HOTS (Higher Order Thinking Skills) Dengan Memanfaatkan Berbagai Media Fungi Untuk Siswa SMA Kelas X Secara Empiris." *BioEdu* 5, no. 3(2016):370-383.
- Hamzah, Amir. *Metode Penelitian dan Pengembangan (Research & Development) Uji Produk Kuantitatif dan Kualitatif Proses dan Hasil Dilengkapi Contoh Proposal Pengembangan Desain Uji Kualitatif dan Kuantitatif*. Malang: CV. Literasi Nusantara abadi, 2019.
- Hanafi."Konsep Penelitian R&D Dalam Bidang Pendidikan." *Saintifika Islamica:Jurnal Kajian Keislaman* 4, no. 2(2017): 139-141.
- Haviz, M. "Research And Development: Penelitian di Bidang Pendidikan yang Inovatif, Produktif dan Bermakna". *Ta'dib* 16, no. 1(2013): 33-34.

- Jusniar, Sumiati Side, dan Muh. Anwar. "Pengembangan Perangkat Assesment Berbasis Keterampilan Generik Sains (KGS) pada Mata Kuliah Praktikum Kimia Fisik II". *Pen,Kim* 1, no. 1(2014): 40.
- Khotimah, Pramujiyanti Rita dan Sari, Prima C.M."Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Menggunakan Konteks Lingkungan." *Aksioma:Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika* 9, no. 3(2020):762.
- Lestari, Eka sri."Penggunaan Media Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Pengetahuan Prosedural Siswa Pada Pokok Bahasan Sistem Ekskresi". Skripsi, Universitas Pasundan, Bandung, 2017.
- Lismawati."Pengoptimalan Penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKS) Sebagai Sarana Peningkatan Prestasi Belajar Pendidikan Agama Islam di SMA. Raudlatul Ulum Kapedi-Sumenep. Skripsi, Universitas Islam Negeri Malang, 2010.
- Maqfirah, Siti."Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis HOTS Pada Materi Kalor". Skripsi, Universitas Islam Negeri Ar-Ranirry Darussalam, Banda Aceh, 2020.
- Mudlofar, Ali. *Aplikasi Pengembangan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan dan Bahan Ajar dalam Pendidikan Islam*. Jakarta: Rajawali Pers, 2012.
- Nadhiroh, Nuraini."Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Pada Materi Termodinamika." Skripsi, Universitas Negeri Raden Intan Lampung, Lampung, 2018.
- Paradita, Zara dan Suana Wayan."Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berorientasi Higher Order Thinking Skills Pada Materi Impuls dan Momentum." *Gravity* 5, no. 2(2019):46-49.
- Prastowo, Andi. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif Menciptakan Metode Pembelajaran Yang Menarik dan Menyenangkannya*. Yogyakarta: Diva Press, 2015.
- Prastowo, Andi. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press, 2016
- Sani, Abdullah Ridwan. *Pembelajaran Bernbasis HOTS (Higher Order Thinking Skills)*. Tangerang: Tira Smart, 2019.
- Sucipto."Pengembangan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi dengan Menggunakan Strategi Metakognitif Model Pembelajaran Problem Based Learning". *Jurnal Pendidikan* 2, no. 1(2017): 63-71

Sugiyono. *Metode Penelitian dan Pengembangan Research and Development*. Bandung: Alfabeta, 2015.

Shobirin, Ma'as, Subyantoro dan Rusilowati, Ani."Pengembangan Lembar Kerja Siswa Bahasa Inggris Bermuatan Nilai Pendidikan Karakter Kelas V Madrasah Ibtidaiyah Semarang." 2, no. 2(2013):64.

Wijaya, dkk. "Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa melalui Strategi Pembelajaran Thinking Alout Pair Problem Solving." Prosiding Konferensi Nasional Penelitian Matematika dan Pembelajarannya (KNPMP 1) Universitas Muhammadiyah Surakarta, 263-267

Yuberti. *Teori Pembelajaran Dan Pengembangan Bahan Ajar Dalam Pendidikan*. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja (Aura), 2014.





Lampiran 2: Surat ijin penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI JEMBER
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN

Jl. Mataram No.1 Mangli, Telp. (0331) 487550 Fax. (0331) 472005, Kode Pos : 68136
 Website : [www.http://mik.iain-jember.ac.id](http://mik.iain-jember.ac.id) e-mail : tarbiyah.iainjember@gmail.com

Nomor : B. 1518/In.20/3.a/PP.00.9/05/2021 19 Mei 2021
 Sifat : Biasa
 Lampiran : -
 Hal : **Pemohonan Ijin Penelitian**

Yth. Kepala SMA Negeri 1 Tapen
 Jl. Raya Cindogo No. 2 Tapen

Assalamualaikum Wr Wb.

Dalam rangka menyelesaikan tugas Skripsi pada Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, maka mohon diijinkan mahasiswa berikut :

Nama : Diana Agustin
 NIM : T20178052
 Semester : VIII
 Prodi : TADRIS BIOLOGI

untuk mengadakan Penelitian/Riset mengenai **Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Digital Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS) Pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA Negeri 1 Tapen** selama 30 (tiga puluh) hari di lingkungan lembaga wewenang Bapak/Ibu Drs. Bambang Pramono, M.Pd.

Adapun pihak-pihak yang dituju adalah sebagai berikut:

1. Kepala sekolah SMA Negeri 1 Tapen
2. Guru Biologi SMA Negeri 1 Tapen

Demikian atas perkenan dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamualaikum Wr Wb.

Jember, 19 Mei 2021

Dekan
 Wakil Dekan Bidang Akademik,

 Mashudi

Lampiran 6: Hasil angket validasi media

**KISI-KISI INSTRUMEN VALIDASI LKS DIGITAL BERBASIS HOTS MATERI
KELAS X SEMESTER GENAP
(AHLI MEDIA)**

Kriteria	Kriteria	Indikator Komponen	Jumlah Butir	Nomor Butir
Kelayakan kegrafikan	Ukuran LKS berbasis HOTS	Ukuran LKS berbasis HOTS	2	1,2
	Desain sampul LKS berbasis HOTS	Tata letak Sampul LKS.	2	3,4
		Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca.	3	5,6,7,8
		Ilustrasi sampul LKS berbasis HOTS.	1	9
	Desain isi LKS berbasis HOTS	Konsistensi tata letak.	3	10,11,12
		Unsur tata letak harmonis	1	13
		Unsur tata letak lengkap	2	14,15
		Ilustrasi isi.	3	16,17,18
		Tipografi isi sesuai syarat teknik tulisan dan mudah dibaca.	1	19

Dimodifikasi dari Rahmantiwi (2012) dan Nadhiroh (2020)

Lampiran 4

**LEMBAR VALIDASI LKS DIGITAL BERBASIS HOTS MATERI KELAS X
SEMESTER GENAP
(AHLI MEDIA)**

Judul : Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Digital Berbasis *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) Pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA.

Materi : Plantae, animalia, ekosistem dan perubahan lingkungan.

Sasaran Pengembangan : Siswa kelas X.

Peneliti : Diana Agustin

Nama validator :

Institusi :

A. Petunjuk Pengisian Instrumen

1. Berilah tanda *check list* (√) pada kolom yang telah disediakan.
2. Kriteria penilaian :
 - 1 = Sangat tidak layak
 - 2 = Tidak layak
 - 3 = Layak
 - 4 = Sangat layak

B. Kolom Penilaian

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				Keterangan
		1	2	3	4	
Kelayakan Kegrafikan	1 Kesesuaian ukuran LKS dengan standar ISO ukuran LKS A4 (210 X 297 mm)				√	
	2 Kesesuaian ukuran LKS berbasis HOTS dengan materi isi LKS				√	
	3. Penampilan unsur tata letak				√	

pada sampul depan, belakang dan punggung menarik					
4/ Kesesuaian ukuran LKS berbasis HOTS dengan materi isi LKS					
5. Komposisi dan ukuran unsur tata letak sampul (judul, pengarang, dll) proporsional, seimbang dan seirama dengan tata letak isi			✓		
6. Ukuran huruf judul LKS berbasis HOTS lebih dominan dan proporsional dibanding nama pengarang.				✓	
7. Warna huruf antara judul LKS dengan warna sampul kontras.				✓	
8. Kombinasi jenis huruf pada sampul tidak terlalu banyak.				✓	
9. Ilustrasi sampul menggambarkan isi/materi pada LKS berbasis HOTS.			✓		
10. Menampilkan tujuan pembelajaran				✓	
11. Penempatan unsur tata letak isi konsisten.				✓	
12. Pemisahan antar paragraf jelas.				✓	
13. Spasi antar teks dan ilustrasi jelas.				✓	
14. Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul dan angka halaman tidak mengganggu pemahaman.				✓	
15. Penempatan ilustrasi dan					

	keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman				✓	
16	Ilustrasi mampu mengungkapkan makna dari objek.				✓	
17	Bentuk ilustrasi akurat dan proporsional sesuai dengan kenyataan.				✓	
18	Penyajian keseluruhan ilustrasi sesuai dengan materi.				✓	
19	Ukuran besarnya huruf dengan gambar sesuai.				✓	

C. Komentar dan Saran :

- judul, subjudul & projek materi biologi
- teks lebih banyak menggunakan konsep subjudul & gambar dengan gambar kecil.

D. Kesimpulan

LKS biologi berbasis HOTS sebagai bahan ajar *:

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

*) Lingkari salah satu

Jember, 10-5-2021

Ahli Media

Dr. A. Suhardi, S.Pd.

Lampiran 7: Rubrik validasi media

RUBRIK PENILAIAN VALIDASI AHLI MEDIA

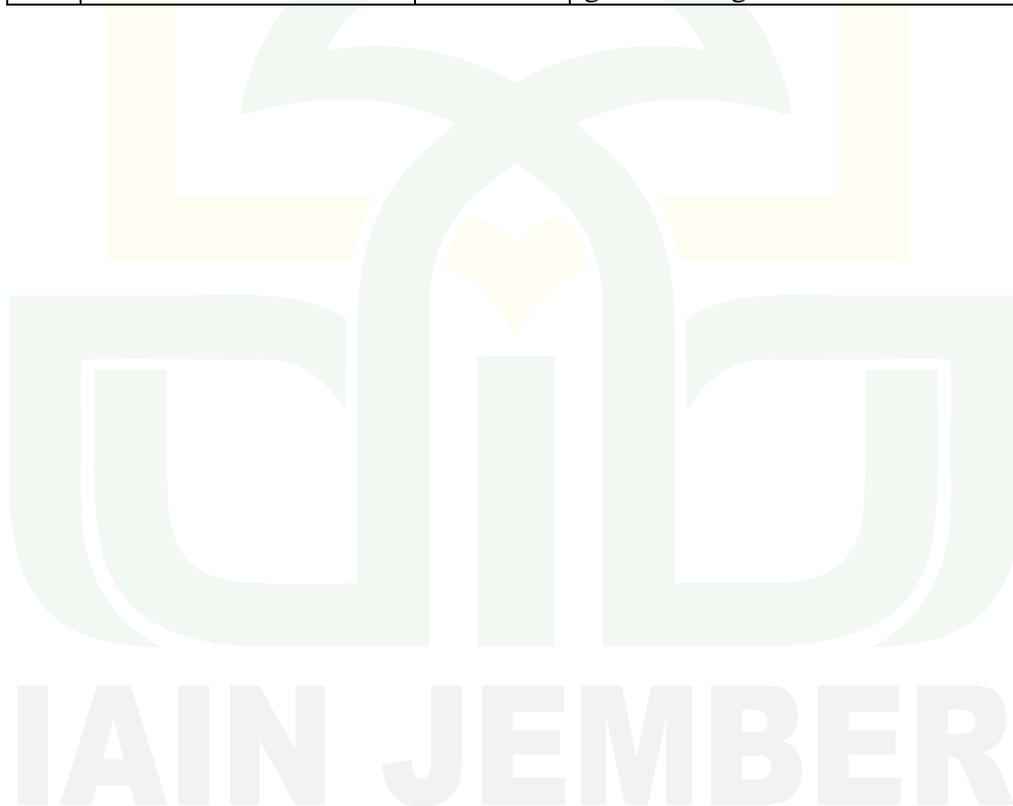
No	Butir Penilaian	Skor	KRITERIA
1	Kesesuaian ukuran LKS dengan standar ISO ukuran LKS A4 (210 X 297 mm)	4	Ukuran LKS sangat sesuai dengan standar ISO ukuran LKS A4 (210 X 297 mm)
		3	Ukuran LKS sesuai dengan standar ISO ukuran LKS A4 (210 X 297 mm)
		2	Ukuran LKS tidak sesuai dengan standar ISO ukuran LKS A4 (210 X 297 mm)
		1	Ukuran LKS sangat tidak sesuai dengan standar ISO ukuran LKS A4 (210 X 297 mm)
2	Kesesuaian ukuran LKS berbasis HOTS dengan materi isi LKS	4	Ukuran LKS berbasis HOTS sangat sesuai dengan materi isi LKS
		3	Ukuran LKS berbasis HOTS sesuai dengan materi isi LKS
		2	Ukuran LKS berbasis HOTS tidak sesuai dengan materi isi LKS
		1	Ukuran LKS berbasis HOTS sangat tidak sesuai dengan materi isi LKS
3	Penampilan sampul depan, belakang dan punggung menarik	4	Sampul depan, belakang dan punggung sangat menarik
		3	Sampul depan, belakang dan punggung menarik
		2	Sampul depan, belakang dan punggung tidak menarik
		1	Sampul depan, belakang dan punggung sangat tidak
4	Kesesuaian ukuran LKS berbasis HOTS dengan materi isi LKS	4	Ukuran LKS sangat sesuai dengan materi isi LKS
		3	Ukuran LKS sesuai dengan materi isi LKS
		2	Ukuran LKS tidak sesuai dengan materi isi LKS
			Ukuran LKS sangat tidak sesuai dengan materi isi LKS
5	Komposisi dan ukuran unsur tata letak sampul (judul, pengarang, dll)	4	Komposisi dan ukuran unsur tata letak sampul sangat proporsional, sangat seimbang dan sangat seirama dengan

	proporsional, seimbang dan seirama dengan tata letak isi		tata letak isi
		3	Komposisi dan ukuran unsur tata letak sampul proporsional, seimbang dan seirama dengan tata letak isi
		2	Komposisi dan ukuran unsur tata letak sampul tidak proporsional, tidak seimbang dan tidak seirama dengan tata letak isi
		1	Komposisi dan ukuran unsur tata letak sampul sangat tidak proporsional, sangat tidak seimbang dan sangat tidak seirama dengan tata letak isi
6	Ukuran huruf judul LKS berbasis HOTS lebih dominan dan proporsional dibanding nama pengarang.	4	Ukuran huruf judul LKS sangat lebih dominan dan proporsional dibanding nama pengarang
		3	Ukuran huruf judul LKS lebih dominan dan proporsional dibanding nama pengarang
		2	Ukuran huruf judul LKS tidak dominan dan proporsional dibanding nama pengarang
		1	Ukuran huruf judul LKS sangat tidak dominan dan proporsional dibanding nama pengarang
7	Warna huruf antara judul LKS dengan warna sampul kontras.	4	Warna huruf judul LKS sangat kontras dengan warna sampul
		3	Warna huruf judul LKS kontras dengan warna sampul
		2	Warna huruf judul LKS tidak kontras dengan warna sampul
		1	Warna huruf judul LKS sangat tidak kontras dengan warna sampul
8	Kombinasi jenis huruf pada sampul tidak terlalu banyak	4	Kombinasi jenis huruf pada sampul tidak terlalu banyak dan sangat sesuai
		3	Kombinasi jenis huruf pada sampul tidak terlalu banyak dan sesuai
		2	Kombinasi jenis huruf pada sampul tidak terlalu banyak dan tidak sesuai
		1	Kombinasi jenis huruf pada sampul tidak terlalu banyak dan sangat tidak

			sesuai
9	Ilustrasi sampul menggambarkan isi/materi pada LKS berbasis HOTS.	4	Ilustrasi sampul sangat menggambarkan isi/materi pada LKS berbasis HOTS.
		3	Ilustrasi sampul menggambarkan isi/materi pada LKS berbasis HOTS.
		2	Ilustrasi sampul tidak menggambarkan isi/materi pada LKS berbasis HOTS.
		1	Ilustrasi sampul sangat tidak menggambarkan isi/materi pada LKS berbasis HOTS.
10	Menampilkan tujuan pembelajaran	4	Menampilkan tujuan pembelajaran di seluruh materi
		3	Menampilkan tujuan pembelajaran di sebagian materi
		2	Menampilkan tujuan pembelajaran di beberapa materi
		1	Tidak menampilkan tujuan pembelajaran di seluruh materi
11	Penempatan unsur tata letak isi konsisten	4	Penempatan unsur tata letak isi sangat konsisten.
		3	Penempatan unsur tata letak isi konsisten.
		2	Penempatan unsur tata letak isi tidak konsisten.
		1	Penempatan unsur tata letak isi sangat tidak konsisten.
12	Pemisahan antar paragraf jelas	4	Pemisahan antar paragraf sangat jelas
		3	Pemisahan antar paragraf jelas
		2	Pemisahan antar paragraf tidak jelas
		1	Pemisahan antar paragraf sangat tidak jelas
13	Spasi antar teks dan ilustrasi jelas	4	Spasi antar teks dan ilustrasi sangat jelas
		3	Spasi antar teks dan ilustrasi jelas
		2	Spasi antar teks dan ilustrasi tidak jelas
		1	Spasi antar teks dan ilustrasi sangat tidak jelas
14	Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul dan angka halaman tidak	4	Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul dan angka halaman sangat sesuai dan tidak mengganggu pemahaman

	mengganggu pemahaman		
		3	Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul dan angka halaman sesuai dan tidak mengganggu pemahaman
		2	Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul dan angka halaman tidak sesuai dan mengganggu pemahaman
		1	Penempatan judul kegiatan belajar, sub judul dan angka halaman sangat tidak sesuai dan sangat mengganggu pemahaman
15	Penempatan ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman	4	Penempatan ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman
		3	Penempatan ilustrasi dan keterangan gambar sedikit mengganggu pemahaman
		2	Penempatan ilustrasi dan keterangan gambar banyak mengganggu pemahaman
		1	Penempatan ilustrasi dan keterangan gambar mengganggu pemahaman
16	Ilustrasi mampu mengungkapkan makna dari objek.	4	Ilustrasi sangat mampu mengungkapkan makna dari objek.
		3	Ilustrasi mampu mengungkapkan makna dari objek.
		2	Ilustrasi tidak mampu mengungkapkan makna dari objek.
		1	Ilustrasi sangat tidak mampu mengungkapkan makna dari objek.
17	Bentuk ilustrasi akurat dan proporsional sesuai dengan kenyataan.	4	Bentuk ilustrasi sangat akurat dan proporsional sangat sesuai dengan kenyataan.
		3	Bentuk ilustrasi akurat dan proporsional sesuai dengan kenyataan
		2	Bentuk ilustrasi tidak akurat dan proporsional tidak sesuai dengan kenyataan
		1	Bentuk ilustrasi sangat tidak akurat dan proporsional sangat tidak sesuai dengan kenyataan
18	Penyajian keseluruhan	4	Penyajian keseluruhan ilustrasi sangat

	ilustrasi serasi dengan materi		serasi dengan materi
		3	Penyajian keseluruhan ilustrasi serasi dengan materi
		2	Penyajian keseluruhan ilustrasi tidak serasi dengan materi
		1	Penyajian keseluruhan ilustrasi sangat tidak serasi dengan materi
19	Ukuran besarnya huruf dengan gambar sesuai	4	Ukuran besarnya huruf dengan gambar sangat sesuai
		3	Ukuran besarnya huruf dengan gambar sesuai
		2	Ukuran besarnya huruf dengan gambar tidak sesuai
		1	Ukuran besarnya huruf dengan gambar sangat tidak sesuai



Lampiran 8: Hasil validasi materi

**KISI-KISI INSTRUMEN VALIDASI LKS DIGITAL BERBASIS HOTS MATERI
KELAS X SEMESTER GENAP
(AHLI MATERI)**

No	Kriteria	Indikator	Jumlah Butir	Nomor Butir
1.	Isi	A. Kesesuaian materi dengan KD	5	1,2,3,4,5
		B. Keakuratan materi	3	6,7,8
2.	Penyajian	C. Teknik penyajian	1	9
		D. Pendukung penyajian	2	10,11,12,13,14,15,16
3.	Kebahasaan	E. Lugas	3	17,18,19
		F. Kesesuaian dengan perkembangan siswa	1	20
		G. Kesesuaian dengan kaidah bahasa	1	21
		H. Interaktif	2	22,23

Dimodifikasi dari Nadhiroh (2018)

**LEMBAR VALIDASI LKS DIGITAL BERBASIS HOTS MATERI KELAS X
SEMESTER GENAP
(AHIL MATERI)**

Judul : Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Digital Berbasis *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) Pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA.

Materi : Plantae, animalia, ekosistem dan perubahan lingkungan.

Sasaran pengembangan : Siswa Kelas X

Peneliti : Diana Agustin

Nama validator

Institusi

A. Petunjuk Pengisian Instrumen

- 1 Berilah tanda *check list* (✓) pada kolom yang telah disediakan
- 2 Kriteria penilaian
 - 1 = Sangat tidak layak
 - 2 = Tidak layak
 - 3 = Layak
 - 4 = Sangat layak

B. Kolom Penilaian

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				Keterangan
		1	2	3	4	
	1 Kesesuaian materi dengan KI dan KD				✓	
	2 Kelengkapan Materi yang disajikan sesuai dengan KI dan KD				✓	
	3 Materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran				✓	
	4 Materi yang disajikan urut sesuai dengan indikator				✓	
	5 Kedalaman materi yang disajikan sesuai dengan KI dan KD				✓	

Isi	6. Ketepatan materi yang disajikan.				✓
	7. Terdapat petunjuk penyelesaian soal yang jelas		✓		
	8. Kesesuaian gambar dengan materi				✓
Penyajian	9. Keruntutan penyajian konsep LKS berbasis HOTS				✓
	10. Terdapat latihan soal pada setiap materi				✓
	11. Terdapat apersepsi pada setiap materi				✓
	12. Terdapat peta konsep pada setiap materi				✓
	13. Terdapat tempat yang cukup dalam menulis jawaban				✓
	14. Terdapat bingkai yang berbeda antara materi dengan tugas				✓
	15. Terdapat ilustrasi				✓
	16. Terdapat kolom identitas				✓
Kelayakan Bahasa	17. Kejelasan struktur kalimat				✓
	18. Keefektifan kalimat				✓
	19. Ketepatan istilah				✓
	20. Bahasa yang digunakan mudah dipahami				✓
	21. Kata yang digunakan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)		✓		
	22. Kemampuan mendorong rasa ingin tahu				✓
	23. Kemampuan mendorong berpikir kritis				✓

C. Komentor dan Saran :

- memperdalam kesesuaian evaluasi dg KD

Kesimpulan

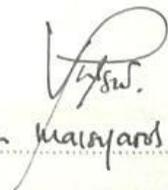
LKS biologi berbasis HOTS sebagai bahan ajar *

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

*) Lingkari salah satu

Jember, 6 Mei 2021

Ahli Materi


Wini Masjari

Lampiran 9: Rubrik ahli materi

RUBRIK PENILAIAN VALIDASI AHLI MATERI

No	Butir Penilaian	Skor	Kriteria
1	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	4	Seluruh materi yang disampaikan sesuai dengan KI dan KD
		3	Sebagian materi yang disampaikan sesuai dengan KI dan KD
		2	Beberapa materi yang disampaikan sesuai dengan KI dan KD
		1	Seluruh materi yang disampaikan tidak sesuai dengan KI dan KD
2	Kelengkapan Materi yang disajikan sesuai dengan KI dan KD	4	Materi yang disajikan sesuai dan mencakup seluruh materi yang terkandung dalam KD
		3	Materi yang disajikan sesuai dan mencakup sebagian materi yang terkandung dalam KD
		2	Materi yang disajikan sesuai dan mencakup beberapa materi yang terkandung dalam KD
		1	Materi yang disajikan tidak sesuai dan tidak mencakup materi yang terkandung dalam KD
3	Materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	Seluruh materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran
		3	Sebagian materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran
		2	Beberapa materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran
		1	Seluruh materi yang disajikan tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran
4	Materi yang disajikanurut sesuai dengan indikator	4	Seluruh materi yang disajikanurut sesuai indikator
		3	Sebagian materi yang disajikanurut sesuai indikator
		2	Beberapa materi yang disajikanurut sesuai indikator
		1	Seluruh materi yang disajikanurut sesuai indikator
5	Kedalaman materi yang disajikan sesuai dengan KI dan KD	4	Seluruh materi disajikan secara mendalam sesuai KI dan KD
		3	Sebagian materi disajikan secara

			mendalam sesuai KI dan KD
		2	Beberapa materi disajikan secara mendalam sesuai KI dan KD
		1	Seluruh materi tidak disajikan secara mendalam sesuai KI dan KD
6	Ketepatan materi yang disajikan	4	Seluruh materi yang disajikan tepat.
		3	Sebagian materi yang disajikan tepat
		2	Beberapa materi yang disajikan tepat
		1	Seluruh materi yang disajikan tidak tepat
7	Terdapat petunjuk penyelesaian soal yang jelas	4	Petunjuk penyelesaian soal sangat jelas
		3	Petunjuk penyelesaian soal jelas
		2	Petunjuk penyelesaian soal kurang jelas
		1	Petunjuk penyelesaian soal tidak jelas
8	Kesesuaian gambar dengan materi	4	Gambar dan materi yang disajikan sangat sesuai
		3	Gambar dan materi yang disajikan sangat sesuai
		2	Gambar dan materi yang disajikan kurang sesuai
		1	Gambar dan materi yang disajikan tidak sesuai
9	Keruntutan penyajian konsep LKS berbasis HOTS	4	Konsep yang disajikan dalam LKS berbasis HOTS sangat runtut
		3	Konsep yang disajikan dalam LKS berbasis HOTS runtut
		2	Konsep yang disajikan dalam LKS berbasis HOTS kurang runtut
		1	Konsep yang disajikan dalam LKS berbasis HOTS tidak runtut
10	Terdapat latihan soal pada setiap materi	4	Seluruh materi terdapat latihan soal
		3	Sebagian materi terdapat latihan soal
		2	Beberapa materi terdapat latihan soal
		1	Tidak terdapat latihan soal disetiap materi
11	Terdapat apersepsi pada setiap materi	4	Terdapat apersepsi diseluruh materi yang disajikan
		3	Terdapat apersepsi disebagian materi yang disajikan
		2	Terdapat apersepsi dibeberapa materi

			yang disajikan
		1	Tidak terdapat apersepsi diseluruh materi yang disajikan
12	Terdapat peta konsep di setiap materi	4	Terdapat peta konsep di seluruh materi
		3	Terdapat peta konsep di sebagian materi
		2	Terdapat peta konsep di beberapa materi
		1	Tidak terdapat peta konsep di seluruh materi
13	Terdapat tempat yang cukup dalam menulis jawaban	4	Terdapat tempat yang cukup dalam menulis jawaban di setiap latihan soal
		3	Terdapat tempat yang cukup dalam menulis jawaban di sebagian latihan soal
		2	Terdapat tempat yang cukup dalam menulis jawaban di beberapa latihan soal
		1	Tidak terdapat tempat yang cukup dalam menulis jawaban di setiap latihan soal
14	Terdapat bingkai yang berbeda antara materi dengan tugas	4	Terdapat bingkai yang berbeda antara materi dengan tugas di seluruh bagian LKS
		3	Terdapat bingkai yang berbeda antara materi dengan tugas di sebagian bagian LKS
		2	Terdapat bingkai yang berbeda antara materi dengan tugas di beberapa bagian LKS
		1	Tidak terdapat bingkai yang berbeda antara materi dengan tugas di seluruh bagian LKS
15	Terdapat ilustrasi	4	Terdapat ilustrasi di setiap materi
		3	Terdapat ilustrasi di sebagian materi
		2	Terdapat ilustrasi di beberapa materi
		1	Tidak terdapat ilustrasi
16	Terdapat kolom identitas	4	Terdapat kolom identitas yang jelas untuk siswa
		3	Terdapat kolom identitas kurang jelas untuk siswa
		2	Terdapat kolom identitas yang tidak jelas untuk siswa

		1	Tidak terdapat kolom identitas
17	Kejelasan struktur kalimat	4	Penggunaan struktur kalimat sangat tepat
		3	Penggunaan struktur kalimat tepat
		2	Penggunaan struktur kalimat tidak tepat
		1	Penggunaan struktur kalimat sangat tidak tepat
18	Keefektifan kalimat	4	Kalimat yang digunakan sangat efektif
		3	Kalimat yang digunakan efektif
		2	Kalimat yang digunakan tidak efektif
		1	Kalimat yang digunakan sangat tidak efektif
19	Ketepatan istilah	4	Istilah yang digunakan sangat tepat
		3	Istilah yang digunakan tepat
		2	Istilah yang digunakan tidak tepat
		1	Istilah yang digunakan sangat tidak tepat
20	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	4	Bahasa yang digunakan sangat mudah dipahami peserta didik
		3	Bahasa yang digunakan mudah dipahami peserta didik
		2	Bahasa yang digunakan tidak mudah dipahami peserta didik
		1	Bahasa yang digunakan sangat tidak mudah dipahami peserta didik
21	Kata yang digunakan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)	4	Kata yang digunakan sangat sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)
		3	Kata yang digunakan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)
		2	Kata yang digunakan tidak sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)
		1	Kata yang digunakan sangat tidak sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)
22	Kemampuan mendorong rasa ingin tahu	4	Bahasa yang digunakan sangat mampu mendorong rasa ingin tahu
		3	Bahasa yang digunakan mampu mendorong rasa ingin tahu
		2	Bahasa yang digunakan tidak mampu mendorong rasa ingin tahu
		1	Bahasa yang digunakan sangat tidak

			mampu mendorong rasa ingin tahu
23	Kemampuan mendorong berpikir kritis	4	Bahasa yang digunakan sangat mampu mendorong berpikir kritis
		3	Bahasa yang digunakan mampu mendorong berpikir kritis
		2	Bahasa yang digunakan tidak mampu mendorong berpikir kritis
		1	Bahasa yang digunakan sangat tidak mampu mendorong berpikir kritis
24	Kesesuaian soal pada LKS dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)	4	Soal yang disajikan sangat sesuai dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)
		3	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)
		2	Soal yang disajikan tidak sesuai dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)
		1	Soal yang disajikan sangat tidak sesuai dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)
25	Kesesuaian soal pada LKS dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)	4	Soal yang disajikan sangat sesuai dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)
		3	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)
		2	Soal yang disajikan tidak sesuai dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)
		1	Soal yang disajikan sangat tidak sesuai dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)
26	Kesesuaian soal pada LKS dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)	4	Soal yang disajikan sangat sesuai dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)
		3	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)
		2	Soal yang disajikan tidak sesuai dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)
		1	Soal yang disajikan sangat tidak sesuai dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)

Lampiran 10: Hasil validasi ahli materi

**LEMBAR VALIDASI LKS DIGITAL BERBASIS HOTS MATERI KELAS X
SEMESTER GENAP
(AHLI MATERI)**

Judul : Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Digital Berbasis *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* Pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA.

Materi : Plantae, animalia, ekosistem dan perubahan lingkungan.

Sasaran pengembangan : Siswa Kelas X

Peneliti : Diana Agustin

Nama validator

Institusi

A. Petunjuk Pengisian Instrumen

1. Berilah tanda *check list* (✓) pada kolom yang telah disediakan.
2. Kriteria penilaian :
 - 1 = Sangat tidak layak
 - 2 = Tidak layak
 - 3 = Layak
 - 4 = Sangat layak

B. Kolom Penilaian

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Nilai				Keterangan
		1	2	3	4	
	1. Kesesuaian materi dengan KI dan KD.				✓	
	2. Kelengkapan Materi yang disajikan sesuai dengan KI dan KD				✓	
	3. Materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran.				✓	
	4. Materi yang disajikanurut sesuai dengan indikator.				✓	
	5. Kedalaman materi yang disajikan sesuai dengan KI dan KD				✓	

Isi	6	Ketepatan materi yang disajikan				✓
	7	Terdapat petunjuk penyelesaian soal yang jelas			✓	
	8	Kesesuaian gambar dengan materi				✓
Penyajian	9	Keruntutan penyajian konsep LKS berbasis HOTS				✓
	10	Terdapat latihan soal pada setiap materi				✓
	11	Terdapat apersepsi pada setiap materi				✓
	12	Terdapat peta konsep pada setiap materi				✓
	13	Terdapat tempat yang cukup dalam menulis jawaban				✓
	14	Terdapat bingkai yang berbeda antara materi dengan tugas				✓
	15	Terdapat ilustrasi				✓
	16	Terdapat kolom identitas				✓
	Kelayakan Bahasa	17	Kejelasan struktur kalimat			
18		Keefektifan kalimat				✓
19		Ketepatan istilah				✓
20		Bahasa yang digunakan mudah dipahami				✓
21		Kata yang digunakan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)			✓	
22		Kemampuan mendorong rasa ingin tahu				✓
23		Kemampuan mendorong berpikir kritis				✓

C. Komentar dan Saran :

- memperdalam kesesuaian evaluasi dg KD

Kesimpulan

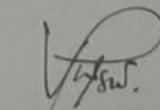
LKS biologi berbasis HOTS sebagai bahan ajar *:

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

*) Lingkari salah satu

Jember, 6 Mei 2021

Ahli Materi


Wini Marjani

Lampiran 11: Hasil Validasi Pengguna (Guru)

**LEMBAR VALIDASI LKS BIOLOGI BERBASIS *HOTS* MATERI KELAS X
SEMESTER GENAP (GURU)**

Judul : Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Biologi Berbasis *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) Pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA.

Materi : Plantae, animalia, ekosistem dan perubahan lingkungan.

Sasaran pengembangan : Siswa Kelas X

Peneliti : Diana Agustin

Nama Guru : Herdina Sukma Pranita, M Pd

Institusi : SMAN 1 Tapen

A. Petunjuk Pengisian Instrumen

- Berilah tanda *check list* (✓) pada kolom yang telah disediakan.
- Kriteria penilaian :
 - 1 = Sangat tidak layak
 - 2 = Tidak layak
 - 3 = Layak
 - 4 = Sangat layak

B. Kolom Penilaian

1. ASPEK TAMPILAN

No.	Butir Pertanyaan	Nilai				Keterangan
		1	2	3	4	
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD			✓		
2.	Ketepatan materi yang disajikan				✓	
3.	Kebenaran konsep materi			✓		
4.	Gambar atau ilustrasi yang disajikan sesuai dengan materi				✓	
5.	Terdapat petunjuk penyelesaian soal				✓	
6.	Kesesuaian peta konsep dengan materi			✓		
7.	Kesesuaian soal pada LKS dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)			✓		

8.	Kesesuaian soal pada LKS dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)					✓	
9.	Kesesuaian soal pada LKS dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)					✓	

2. ASPEK PENILAIAN BAHASA

No.	Butir Penilaian	Nilai				Keterangan
		1	2	3	4	
10.	Kejelasan struktur kalimat				✓	
11.	Keefektifan kalimat				✓	
12.	Ketepatan istilah				✓	
13.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami				✓	
14.	Kata yang digunakan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)				✓	
15.	Kemampuan mendorong rasa ingin tahu			✓		
16.	Kemampuan mendorong berpikir kritis				✓	
17.	Konsistensi Penggunaan simbol				✓	

3. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

No.	Butir Pertanyaan	Nilai				Keterangan
		1	2	3	4	
18.	Keruntutan penyajian konsep LKS berbasis HOTS				✓	
19.	Terdapat latihan soal pada setiap materi				✓	
20.	Terdapat apersepsi pada setiap materi			✓		
21.	Terdapat peta konsep pada setiap materi				✓	

22.	Terdapat kolom identitas					✓
-----	--------------------------	--	--	--	--	---

4. ASPEK KELAYAKAN EFEK MEDIA TERHADAP STRATEGI PEMBELAJARAN

No.	Butir Pertanyaan	Nilai				Keterangan
		1	2	3	4	
23.	Kemudahan penggunaan				✓	
24.	Dukungan bagi kemandirian belajar siswa.			✓		Tambahkan petunjuk penggunaan agar siswa bisa mengakses scr mandiri
25.	Kemampuan menambah pengetahuan dan wawasan.				✓	

C. Komentar dan Saran: /kesalahan ketik

1. Beberapa penulisan typo tolong perbaiki
contoh - hal 2 Perifira
2. Konsistensi penulisan Mamalia atau Mammalia
3. Perhatikan jarak & spasi
4. Beri warna pada peta konsep agar lebih menarik ya
5. Bisa ditambahkan petunjuk penggunaan buku

.....
.....
.....
.....

A. Kesimpulan

LKS biologi berbasis HOTS sebagai bahan ajar *):

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

*) Lingkari salah satu

Bondowoso, 31 Mei 2021

Guru Biologi



Herdina Sukma P.M.Pd
.....

Lampiran 12: *Rubrik Validasi pengguna (Guru)***RUBRIK PENILAIAN VALIDASI GURU**

No	Butir Penilaian	Skor	KRITERIA
1	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	4	Materi yang disajikan sangat sesuai dengan KI dan KD
		3	Materi yang disajikan sesuai dengan KI dan KD
		2	Materi yang disajikan tidak sesuai dengan KI dan KD
		1	Materi yang disajikan sangat tidak sesuai dengan KI dan KD
2	Ketepatan materi yang disajikan	4	Materi yang disajikan sangat tepat
		3	Materi yang disajikan tepat
		2	Materi yang disajikan tidak tepat
		1	Materi yang disajikan sangat tidak tepat
3	Kebenaran konsep materi	4	Konsep materi dalam LKS sangat benar
		3	Konsep materi dalam LKS benar
		2	Konsep materi dalam LKS tidak benar
		1	Konsep materi dalam LKS sangat tidak benar
4	Gambar atau ilustrasi yang disajikan sesuai dengan materi	4	Gambar atau materi yang disajikan sangat sesuai dengan materi
		3	Gambar atau materi yang disajikan sesuai dengan materi
		2	Gambar atau materi yang disajikan tidak sesuai dengan materi
		1	Gambar atau materi yang disajikan sangat tidak sesuai dengan materi
5	Terdapat petunjuk penyelesaian soal	4	Terdapat petunjuk penyelesaian soal pada seluruh materi
		3	Terdapat petunjuk penyelesaian soal pada sebagian materi
		2	Terdapat petunjuk penyelesaian soal pada beberapa materi
		1	Tidak terdapat petunjuk penyelesaian soal pada seluruh materi
6	Kesesuaian peta konsep dengan materi	4	Peta konsep yang disajikan sangat sesuai dengan materi
		3	Peta konsep yang disajikan sesuai dengan materi
		2	Peta konsep yang disajikan tidak sesuai dengan materi
		1	Peta konsep yang disajikan sangat tidak

			sesuai dengan materi
7	Kesesuaian soal pada LKS dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)	4	Soal pada LKS sangat sesuai dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)
		3	Soal pada LKS sesuai dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)
		2	Soal pada LKS tidak sesuai dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)
		1	Soal pada LKS sangat tidak sesuai dengan indikator pertama HOTS (Menganalisis)
8	Kesesuaian soal pada LKS dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)	4	Soal pada LKS sangat sesuai dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)
		3	Soal pada LKS sesuai dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)
		2	Soal pada LKS tidak sesuai dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)
		1	Soal pada LKS sangat tidak sesuai dengan indikator kedua HOTS (Mengevaluasi)
9	Kesesuaian soal pada LKS dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)	4	Soal pada LKS sangat sesuai dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)
		3	Soal pada LKS sesuai dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)
		2	Soal pada LKS tidak sesuai dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)
		1	Soal pada LKS sangat tidak sesuai dengan indikator ketiga HOTS (Mencipta)
10	Ketepatan struktur kalimat	4	Penggunaan struktur kalimat sangat tepat
		3	Penggunaan struktur kalimat tepat
		2	Penggunaan struktur kalimat tidak tepat
		1	Tidak menggunakan struktur kalimat
11	Keefektifan kalimat	4	Kalimat yang digunakan sangat efektif
		3	Kalimat yang digunakan efektif
		2	Kalimat yang digunakan tidak efektif
		1	Kalimat yang digunakan sangat tidak efektif
12	Ketepatan istilah	4	Istilah yang digunakan sangat tepat
		3	Istilah yang digunakan tepat
		2	Istilah yang digunakan kurang tepat
		1	Istilah yang digunakan tidak tepat
13	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	4	Bahasa yang digunakan sangat mudah dipahami

		3	Bahasa yang digunakan mudah dipahami
		2	Bahasa yang digunakan tidak mudah dipahami
		1	Bahasa yang digunakan sangat tidak mudah dipahami
14	Kata yang digunakan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)	4	Kata yang digunakan sangat sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)
		3	Kata yang digunakan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)
		2	Kata yang digunakan tidak sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)
		1	Kata yang digunakan sangat tidak sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)
15	Kemampuan mendorong rasa ingin tahu	4	Bahasa yang digunakan sangat mendorong kemampuan rasa ingin tahu
		3	Bahasa yang digunakan mendorong kemampuan rasa ingin tahu
		2	Bahasa yang digunakan tidak mendorong kemampuan rasa ingin tahu
		1	Bahasa yang digunakan sangat tidak mendorong kemampuan rasa ingin tahu
16	Kemampuan mendorong berpikir kritis	4	Bahasa yang digunakan sangat mendorong kemampuan berpikir kritis
		3	Bahasa yang digunakan mendorong kemampuan berpikir kritis
		2	Bahasa yang digunakan tidak mendorong kemampuan berpikir kritis
		1	Bahasa yang digunakan sangat tidak mendorong kemampuan berpikir kritis
17	Konsistensi penggunaan simbol	4	Penggunaan simbol sangat konsisten
		3	Penggunaan simbol konsisten
		2	Penggunaan simbol tidak konsisten
		1	Penggunaan simbol sangat tidak konsisten
18	Keruntutan penyajian konsep LKS berbasis HOTS	4	LKS yang disajikan sangat runtut
		3	LKS yang disajikan runtut
		2	LKS yang disajikan tidak runtut
		1	LKS yang disajikan sangat tidak runtut

19	Terdapat latihan soal pada setiap materi	4	Terdapat latihan soal di seluruh materi
		3	Terdapat latihan soal di sebagian materi
		2	Terdapat latihan soal di beberapa materi
		1	Tidak terdapat latihan soal di setiap materi
20	Terdapat apersepsi pada setiap materi	4	Terdapat apersepsi di seluruh materi
		3	Terdapat apersepsi di sebagian materi
		2	Terdapat apersepsi di beberapa materi
		1	Tidak terdapat apersepsi di setiap materi
21	Terdapat peta konsep pada setiap materi	4	Terdapat peta konsep pada setiap materi
		3	Terdapat peta konsep pada sebagian materi
		2	Terdapat peta konsep pada beberapa materi
		1	Tidak terdapat peta konsep pada setiap materi
22	Kemudahan penggunaan	4	LKS berbasis HOTS sangat mudah digunakan
		3	LKS berbasis HOTS sangat digunakan
		2	LKS berbasis HOTS tidak mudah digunakan
		1	LKS berbasis HOTS sangat tidak mudah digunakan
23	LKS berbasis HOTS mendukung kemandirian belajar siswa	4	LKS berbasis HOTS sangat mendukung kemandirian belajar siswa
		3	LKS berbasis HOTS mendukung kemandirian belajar siswa
		2	LKS berbasis HOTS tidak mendukung kemandirian belajar siswa
		1	LKS berbasis HOTS sangat tidak mendukung kemandirian belajar siswa
24	Kemampuan menambah pengetahuan dan wawasan	4	LKS berbasis HOTS sangat mampu menambah pengetahuan dan wawasan
		3	LKS berbasis HOTS mampu menambah pengetahuan dan wawasan
		2	LKS berbasis HOTS tidak mampu menambah pengetahuan dan wawasan
		1	LKS berbasis HOTS sangat tidak mampu menambah pengetahuan dan wawasan

Lampiran 13: Hasil respon siswa

ANGKET RESPON SISWA
LKS BIOLOGI BERBASIS HOTS
MATERI KELAS X SEMESTER GENAP

Judul : Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Biologi Berbasis *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) Pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA.

Materi : Plantae, animalia, ekosistem dan perubahan lingkungan.

Sasaran Pengembangan : Siswa kelas X.

Peneliti : Diana Agustin

Nama Siswa :

Institusi :

A. Petunjuk Pengisian Instrumen

- Berilah tanda *check list* (✓) pada kolom yang telah disediakan.
- Kriteria penilaian :
 - 1 = Sangat tidak layak
 - 2 = Tidak layak
 - 3 = Layak
 - 4 = Sangat Layak
- Kolom Penilaian**

Indikator Penilaian	Pernyataan	Skala			
		SS	S	TS	STS
Tampilan	1. Tulisan mudah dibaca.	✓			
	2. Gambar yang disajikan jelas.	✓			
	3. Terdapat keterangan disetiap gambar.	✓			
	4. Gambar yang disajikan menarik		✓		
	5. Gambar yang disajikan sesuai dengan materi.		✓		
	6. Saya dapat memahami materi pada LKS dengan mudah.	✓			

Materi	7. Materi yang disajikan runtut.		✓		
	8. Saya dapat mengikuti kegiatan belajar dengan mudah menggunakan LKS berbasis HOTS.		✓		
	9. Saya dapat memahami kalimat dalam LKS berbasis HOTS dengan mudah.		✓		
	10. Kalimat yang digunakan tidak menimbulkan makna ganda.	✓			
	11. Saya dapat memahami istilah-istilah yang digunakan dalam LKS berbasis HOTS.		✓		
	12. Soal-soal HOTS yang terdapat dalam LKS sesuai dengan materi.		✓		
Manfaat	13. Penggunaan LKS berbasis HOTS memudahkan saya untuk memahami materi.		✓		
	14. Saya sangat tertarik menggunakan LKS berbasis HOTS.	✓			
	15. Saya lebih rajin belajar dengan menggunakan LKS berbasis HOTS.		✓		

Bondowoso, 31 - Mei - 2021

Nama Siswa

Ving

.....
AJUR AVIA FEBRIYANTI

Lampiran 14: Analisis tugas, materi dan tujuan pembelajaran

Kompetensi Inti	Kompetensi Dasar	Indikator	Tujuan	Materi
<p>1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya</p> <p>2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.</p> <p>3. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan,</p>	<p>3.8 Mengelompokkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan ciri-ciri umum serta mengaitkan peranannya dalam kehidupan.</p> <p>4.8 Menyajikan laporan hasil pengamatan dan analisis fenetik dan filogenetik tumbuhan serta peranannya dalam kehidupan.</p>	<p>3.8.1 Mengidentifikasi ciri-ciri umum plantae.</p> <p>3.8.2 Membedakan tumbuhan lumut, paku dan biji berdasarkan ciri-cirinya.</p> <p>3.8.3 Mengklasifikasikan tumbuhan lumut, paku dan biji.</p> <p>3.8.4 Menjelaskan cara-cara perkembangbiakan tumbuhan lumut, paku dan biji.</p> <p>3.8.5 Menemukan peranan berbagai jenis plantae tertentu yang ada di lingkungan.</p>	<p>1. Peserta didik mampu mengidentifikasi ciri-ciri umum plantae.</p> <p>2. Peserta didik mampu membedakan tumbuhan lumut, paku dan biji berdasarkan ciri-cirinya.</p> <p>3. Peserta didik mampu mengklasifikasikan tumbuhan lumut, paku dan biji.</p> <p>4. Peserta didik mampu menjelaskan cara-cara perkembangbiakan tumbuhan lumut, paku dan biji</p> <p>5. Peserta didik mampu menemukan peranan berbagai jenis plantae tertentu yang ada di lingkungan</p>	Plantae

<p>teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p> <p>4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.</p>				
<p>1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya</p> <p>2. Menunjukkan</p>	<p>3.9 Mengelompokkan hewan ke dalam filum berdasarkan lapisan tubuh, rongga tubuh, simetri tubuh dan</p>	<p>3.9.1 Menampilkan ciri-ciri dasar animalia.</p> <p>3.9.2 Mengidentifikasi</p>	<p>1. Peserta didik mampu menampilkan ciri-ciri dasar animalia.</p>	<p>Animalia</p>

<p>peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p> <p>4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.</p>				
<p>1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya</p> <p>2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun,</p>	<p>3.10 Menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut.</p> <p>4.10 Menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus</p>	<p>3.10.1 Mengidentifikasi komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem.</p> <p>3.10.2 Menjelaskan satuan makhluk hidup dalam ekosistem.</p> <p>3.10.3 Menjelaskan pola interaksi dalam</p>	<p>1. Peserta didik mampu mengidentifikasi komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem.</p> <p>2. Peserta didik mampu menjelaskan satuan makhluk hidup dalam ekosistem.</p>	<p>Ekosistem</p>

<p>responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.</p> <p>3. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada</p>	<p>biogeokimia).</p>	<p>ekosistem.</p> <p>3.10.4 Menjelaskan tipe-tipe ekosistem.</p> <p>3.10.5 Menjelaskan macam-macam suksesi</p>	<p>3. Peserta didik mampu menjelaskan pola interaksi dalam ekosistem.</p> <p>4. Peserta didik mampu menjelaskan tipe-tipe ekosistem.</p> <p>5. Peserta didik mampu menjelaskan macam-macam suksesi.</p>	
--	----------------------	--	---	--

<p>bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p> <p>4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.</p>				
<p>1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya</p> <p>2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam</p>	<p>3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan</p> <p>4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar.</p>	<p>3.11.1 Menjelaskan pengertian pencemaran.</p> <p>3.11.2 Menjelaskan penyebab pencemaran lingkungan.</p> <p>3.11.3 Menjelaskan macam-macam pencemaran beserta dampaknya.</p> <p>3.11.4 Menjelaskan pengertian limbah, macam-macam limbah, penanganan dan daur ulang limbah.</p>	<p>1. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian pencemaran.</p> <p>2. Peserta didik mampu menjelaskan penyebab pencemaran lingkungan.</p> <p>3. Peserta didik mampu menjelaskan macam-macam pencemaran beserta dampaknya.</p> <p>4. Peserta didik</p>	<p>Perubahan Lingkungan</p>

<p>berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.</p> <p>3. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.</p>			<p>mampu menjelaskan pengertian limbah, macam-macam limbah, penanganan dan daur ulang limbah</p>	
--	--	--	--	--

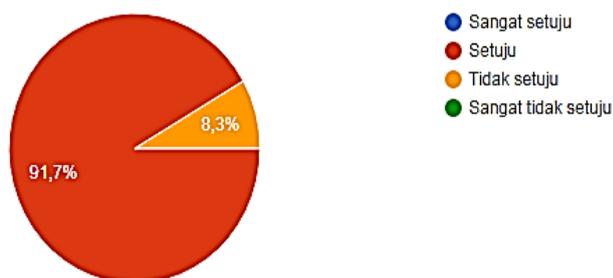
<p>4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.</p>				
---	--	--	--	--



Lampiran 15: Hasil analisis kebutuhan siswa

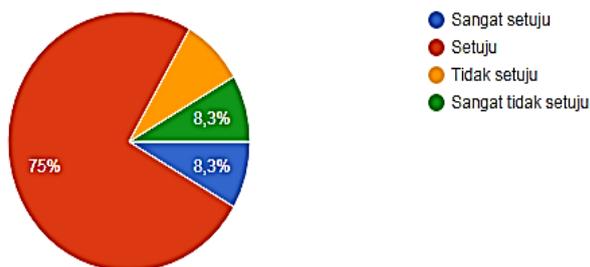
Apakah anda berantusias mengikuti pembelajaran biologi di masa pandemi?

12 jawaban



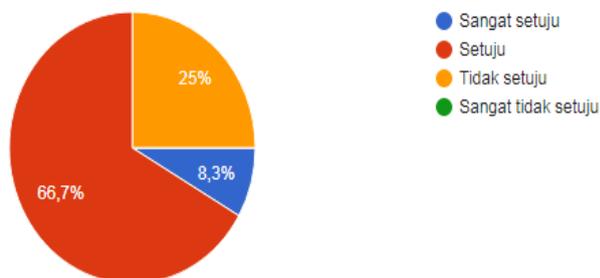
Apakah anda mengalami kesulitan dalam mempelajari materi biologi khususnya materi semester genap di masa pandemi?

12 jawaban



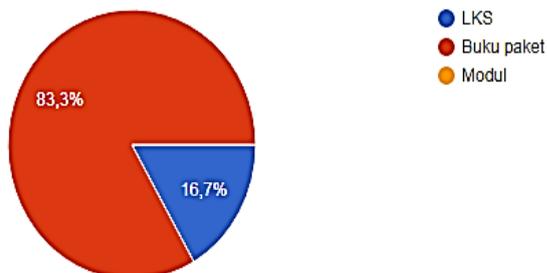
Apakah penyebab anda sulit mengikuti dan memahami pembelajaran biologi secara daring salah satunya adalah tidak tersedianya bahan ajar yang mendukung pembelajaran jarak jauh?

12 jawaban



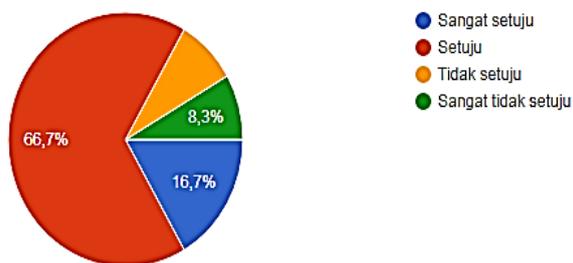
Apakah bahan ajar yang sering digunakan dalam proses pembelajaran?

12 jawaban



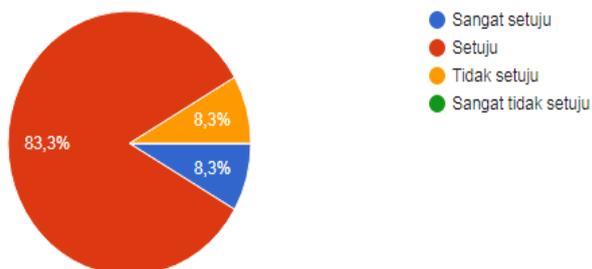
Apakah anda membutuhkan bahan ajar yang menarik, mudah digunakan terutama dalam pembelajaran jarak jauh dan sesuai dengan tuntutan abad 21?

12 jawaban



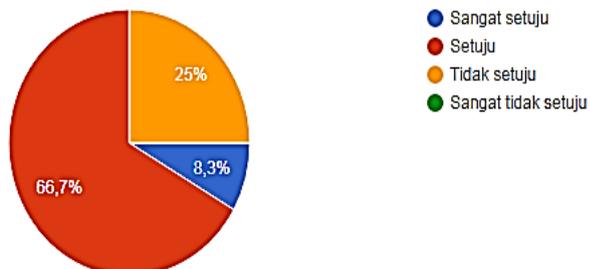
Apakah anda setuju jika dilakukan pengembangan bahan ajar yang berbeda seperti biasanya?

12 jawaban



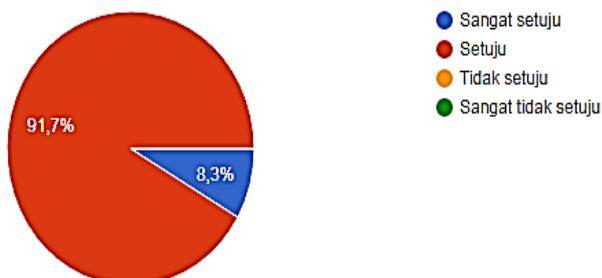
Apakah anda setuju jika pengembangan bahan ajar biologi tersebut berbasis digital?

12 jawaban



Apakah anda setuju jika soal yang terdapat dalam bahan ajar yang akan dikembangkan merupakan soal yang dapat merangsang siswa untuk berpikir kritis, kreatif dan mampu memecahkan permasalahan yang ada sesuai dengan tuntutan abad 21?

12 jawaban



IAIN JEMBER

Lampiran 16: *Matriks penelitian***Matrik Penelitian dan Pengembangan**

Judul	Rumusan Masalah	Tujuan Penelitian	Sumber Data	Metode Penelitian dan Pengembangan	Alur Penelitian
Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Digital Berbasis <i>Higher Order Thinking Skill</i> Pada Materi Biologi Kelas X Semester Genap di SMA Negeri 1 Tapan Bondowoso.	<p>1. Bagaimana kevalidan lembar kerja peserta didik digital berbasis <i>higher order thinking skill</i> pada materi biologi kelas X IPA semester genap di SMA Negeri 1 Tapan Bondowoso?</p> <p>2. Bagaimana kepraktisan lembar kerja peserta didik digital berbasis</p>	<p>1. Mendeskripsikan kevalidan lembar kerja peserta didik digital berbasis <i>higher order thinking skill</i> pada materi biologi kelas X semester genap di SMA Negeri 1 Tapan Bondowoso.</p> <p>2. Mendeskripsikan kepraktisan lembar kerja peserta didik digital berbasis <i>higher order thinking Skill</i> Pada</p>	<p>1. Angket Validasi</p> <p>a. Ahli Media</p> <p>b. Ahli Materi</p> <p>c. Ahli Evaluasi</p> <p>d. Guru biologi</p> <p>2. Angket respon siswa</p> <p>3. Wawancara</p>	<p>1. Jenis Penelitian RnD (Research and Development)</p> <p>2. Model pengembangan 4D yang terdiri dari 4 tahapan yaitu tahap <i>Define, Design, dan Development</i></p> <p>3. Uji coba produk</p> <p>a. Desain uji coba Penilaian produk oleh ahli materi, media, evaluasi dan guru.</p> <p>b. Subjek uji coba Dosen, guru dan</p>	<p>1. Tahap Define</p> <p>Tahap ini terdiri dari 5 tahapan, yaitu analisis kinereja dan analisis kebutuhan, analisis peserta didik, analisis materi, analisis tugas dan merumuskan tujuan pembelajaran.</p> <p>2. Tahap Design</p> <p>e. Tahap ini terdiri dari 2 tahapan yaitu, Memilih perangkat lunak yang akan digunakan untuk mendesign dan membuat LKPD dan</p>

	<p><i>higher order thinking skill</i> pada materi biologi kelas X IPA SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso yang?</p>	<p>materi biologi kelas X IPA SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso.</p>		<p>siswa</p> <p>4. Jenis data Kualitatif dan Kuantitatif</p>	<p>Perancangan LKPD menggunakan layanan online.</p> <p>3. Tahap Development Tahap ini terdiri dari 3 tahapan yaitu, validasi ahli, revisi dan uji coba terbatas.</p>
--	--	---	--	--	--

IAIN JEMBER

Lampiran 17: Foto penjelasan LKPD digital berbasis HOTS



Lampiran 18: Foto penjelasan LKPD digital kepada siswa



Lampiran 19: *Foto penjelasan angket respon siswa*



Lampiran 20: *Foto bersama guru*



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diana Agustin
NIM : T20178052
Prodi/Jurusan : Tadris Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Institusi : IAIN Jember

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa dalam hasil penelitian ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan dan ada klaim dari pihak lain, maka saya bersedia untuk di proses sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan dari siapapun.

Jember, 09 Juli 2021



DIANA AGUSTIN
NIM. T20178052

BIOLOGI

Untuk SMA / MA

• Diana Agustin



KELAS
X
SEMESTER II

Nama :
Kelas :
No. Absen :
Sekolah :

LKS DIGITAL BERBASIS HOTS MATERI BIOLOGI KELAS X SEMESTER GENAP

PLANTAE

ANIMALIA

EKOSISTEM

PERUBAHAN LINGKUNGAN

UNTUK SMA/MA KELAS X SEMESTER 2

Penulis

Diana Agustin

Tim Validator Ahli Media

Dr. A. Suhardi, ST., M.Pd

Husni Mubarak, S.Pd., M.Si

Tim Validator Ahli Materi

Wiwin Maisyaroh, S.Si., M.Si

Imaniah Bazlina Wardani, M.Si

Tim Validator Ahli Evaluasi

Ira Nurmawati, S.Pd., M.Pd

Nanda Eska Anugrah Nasution, S.Pd., M.Pd

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) Materi Biologi Kelas X IPA Semester Genap di SMA/MA dapat diselesaikan dengan baik. Tujuan pembuatan bahan ajar ini adalah untuk membantu guru dalam menyiapkan pembelajaran terkait materi biologi khususnya untuk kelas X, sehingga dapat meningkatkan kemampuan penguasaan, pengetahuan konseptual dan meningkatkan sikap literasi lingkungan siswa. Bahan ajar ini dirancang untuk siswa kelas X IPA Semester Genap SMA/MA. Bahan ajar ini juga dilengkapi dengan peta konsep, apersepsi, materi, tugas rumah, tugas kelompok dan uji kompetensi.

Ucapan terimakasih kami sampaikan atas partisipasi semua pihak yang dengan kerja keras, ketekunan dan kesabarannya dalam menyelesaikan penyusunan bahan ajar ini. Kami berharap buku ini dapat diterima dengan baik, menjadi pendamping dan pendukung kegiatan belajar, serta memberi manfaat seluas-luasnya untuk siswa, guru dan dunia pendidikan. Kami menyadari bahwa dalam penyusunan bahan ajar ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca akan menjadi evaluasi sehingga bahan ajar yang dihasilkan semakin baik.

Jember, 16 Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Kata pengantar	2
Daftar isi	3
Petunjuk penggunaan.....	9
BAB 7 PLANTAE.....	10
Kompetensi Inti	10
Kompetensi Dasar	10
Tujuan Pembelajaran	11
Peta Konsep	12
Apersepsi	13
Ringkasan Materi	13
A. Tumbuhan Lumut (Bryophyta).....	13
1. Ciri-ciri Tumbuhan Laut.....	14
2. Sitem Reproduksi Bryophyta.....	14
3. Siklus Hidup Bryophyta	15
4. Klasifikasi Bryophyta	16
5. Peranan Tumbuhan Lumut.....	18
B. Tumbuhan Paku (Pterydophyta).....	20
1. Ciri-ciri Pterydophyta.....	20
2. Sistem Reproduksi Tumbuhan Paku.....	20
3. Klasifikasi Tumbuhan Paku	21
4. Peranan Tumbuhan Paku	23
C. Tumbuhan Berbiji (Spermatophyta).....	25
1. Ciri-ciri Tumbuhan Berbiji.....	25
2. Klasifikasi Tumbuhan Berbiji	25
3. Peran Tumbuhan Berbiji.....	29
a. Peranan Tumbuhan Angiospermae	29
b. Peran Tmbuhan Gymnospermae	30
BAB 8 ANIMALIA	31
Kompetensi Inti	31
Kompetensi Dasar	31
Tujuan Pembelajaran	31
Peta Konsep	32

Apersepsi	33
Ringkasan Materi	33
A. Dasar Klasifikasi Kingdom Animalia	33
1. Simetri Tubuh	34
2. Lapisan Tubuh	34
3. Rongga Tubuh	34
4. Tulang Belakang	34
B. Invertebrata	35
1. Porifera.....	35
a. Ciri-ciri Porifera	35
b. Sistem Reproduksi Porifera	35
c. Klasifikasi Porifera.....	36
d. Peranan Porifera	37
2. Coelenterata.....	38
a. Ciri-ciri Coelenterata	38
b. Sistem Reproduksi Coelenterata	38
c. Klasifikasi Coelenterata	38
d. Peranan Coelenterata.....	40
3. Platyhelminthes.....	40
a. Ciri-ciri Platyhelminthes	40
b. Sistem Reproduksi Platyhelminthes	41
c. Klasifikasi Platyhelminthes.....	41
4. Nematelminthes	43
a. Ciri-ciri Nematelminthes.....	43
b. Sistem Reproduksi.....	43
c. Klasifikasi Nematelminthes	43
5. Annelida	45
a. Ciri-ciri Annelida.....	45
b. Sistem Reproduksi Annelida.....	45
c. Klasifikasi dan Peranan Annelida	45
6. Mollusca.....	47
a. Ciri-ciri Mollusca	47
b. Klasifikasi Mollusca.....	47
c. Peranan Mollusca	49

7. Arthropoda.....	49
a. Ciri-ciri Arthropoda	49
b. Klasifikasi Arthropoda	50
c. Peranan Arthropoda.....	51
8. Echinodermata.....	52
a. Ciri-ciri Echinodermata.....	52
b. Klasifikasi dan Peranan Echinodermata	52
C. Vertebrata.....	55
1. Pisces	55
a. Ciri-ciri Pisces	55
b. Klasifikasi dan Peran pisces	55
2. Amphibi	57
a. Ciri-ciri Amphibi.....	57
b. Klasifikasi dan Peranan Amphibi.....	57
3. Reptilia	59
a. Ciri-ciri Reptilia.....	59
b. Klasifikasi dan Peranan Amphibi.....	59
4. Aves	61
a. Ciri-ciri Aves.....	61
b. Klasifikasi dan Peranan Aves.....	61
5. Mammalia.....	62
a. Ciri-ciri Mamalia	62
b. Klasifikasi dan Peranan Mammalia	62
BAB 9 EKOSISTEM	64
Kompetensi Inti	64
Kompetensi Dasar	64
Tujuan Pembelajaran	64
Peta Konsep	66
Apersepsi	67
Ringkasan Materi.....	67
A. Konsep Ekosistem.....	67
1. Komponen Biotik	67
a. Produsen	67
b. Konsumen	68

c. Pengurai (Dekomposer)	69
d. Detrivor	69
2. Komponen Abiotik	69
a. Tanah.....	69
b. Air	70
c. Udara	70
d. Cahaya Matahari.....	70
e. Suhu	70
f. Kelembapan.....	70
B. Satuan Makhluk Hidup dalam Ekosistem	71
1. Individu.....	71
2. Populasi	71
3. Komunitas	71
4. Ekosistem.....	71
5. Biosfer.....	72
C. Pola Interkasi dalam Ekosistem	73
1. Interaksi Antaroganisme	73
a. Nertalisme.....	73
b. Kompetisi.....	73
c. Predasi.....	73
d. Simbiosis	74
e. Antibiosis	75
2. Interaksi Antarkomponen Biotik.....	75
a. Rantai Makanan.....	76
b. Jaring-jaring Makanan	76
c. Piramida Makanan.....	77
3. Interkasi Antarkomponen Abiotik	77
4. Interaksi Antarkomponen Biotik dengan Abiotik.....	77
a. Aliran Energi	77
b. Daur Materi.....	78
D. Macam Ekosistem	82
1. Ehosistem Perairan (Akuatik).....	82
a. Ekosistem Air Tawar.....	82
b. Ekosistem Air Laut.....	82

c. Ekosistem Air Pantai	83
2. Ekosistem Darat	84
a. Bioma Gurun	84
b. Bioma Stepa dan Sabana	84
c. Bioma Hujan Hutan Tropis.....	85
d. Bioma Tundra	85
e. Bioma Taiga	85
f. Bioma Hujan Musim	85
3. Ekosistem Buatan	86
E. Suksesi	87
1. Macam Suksesi	87
2. Faktor yang mempengaruhi proses suksesi	88
BAB 10 PERUBAHAN LINGKUNGAN	89
Kompetensi Inti	89
Kompetensi Dasar	89
Tujuan Pembelajaran	89
Peta Konsep	90
Apersepsi	91
Ringkasan Materi	91
A. Penyebab Perubahan Lingkungan	91
1. Faktor Alami	91
2. Faktor Campur Tangan Manusia	92
B. Pencemaran Lingkungan	93
1. Pencemaran berdasarkan sifat zat pencemaran	93
2. Pencemaran berdasarkan penyebabnya	93
a. Pencemaran Air	93
b. Pencemaran Udara	96
c. Pencemaran Tanah	99
d. Pencemaran Suara	100
C. Limbah dan Daur Ulang Limbah	102
1. Pengelompokan Limbah	102
a. Pengelompokan limbah berdasarkan jenis senyawanya	102
b. Pengelompokan limbah berdasarkan wujudnya	102
c. Pengelompokan limbah berdasarkan sumbernya	103

2. Penanganan Limbah	103
a. Penanganan Limbah Organik	103
b. Penanganan Limbah Anorganik	104
3. Daur Ulang Limbah	104
DAFTAR PUSTAKA	106

PETUNJUK PENGGUNAAN

LKS ini dirancang untuk pembelajaran mandiri sehingga dapat dipelajari di rumah maupun di sekolah. LKS ini berisi 4 materi, setiap materi terdapat peta konsep, apersepsi, gambar dan evaluasi pembelajaran. Evaluasi pembelajaran di setiap sub materi terdiri atas tugas kelompok dan tugas rumah masing-masing 1 soal. Sedangkan evaluasi pembelajaran di setiap bab berisi 20 soal pilihan ganda dan 5 soal essay.

Berikut langkah-langkah dalam proses belajar di setiap kegiatan pembelajaran,

1. Bacalah do'a terlebih dahulu sebelum belajar.
2. Sebelum masuki kegiatan pembelajaran bacalah secara berurutan mulai kata pengantar, petunjuk penggunaan LKS digital, KI, KD, Tujuan pembelajaran, peta konsep dan apersepsi untuk mengetahui gambaran umum dari isi LKS digital ini.
3. Bacalah dan pahami setiap uraian materi.
4. Setelah membaca materi secara keseluruhan kerjakan soal-soal yang terdapat dalam LKS.
5. Setelah mengerjakan soal, silahkan dikumpulkan pada guru.
6. Kerjakan seluruh soal dengan penuh antusias dan kejujuran. Sebab kejujuran merupakan hal yang penting dalam pembelajaran mandiri.
7. Anda dapat menggunakan sumber belajar yang terdapat di buku pelajaran atau sumber lain.

KOMPETENSI INTI

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

KOMPETENSI DASAR

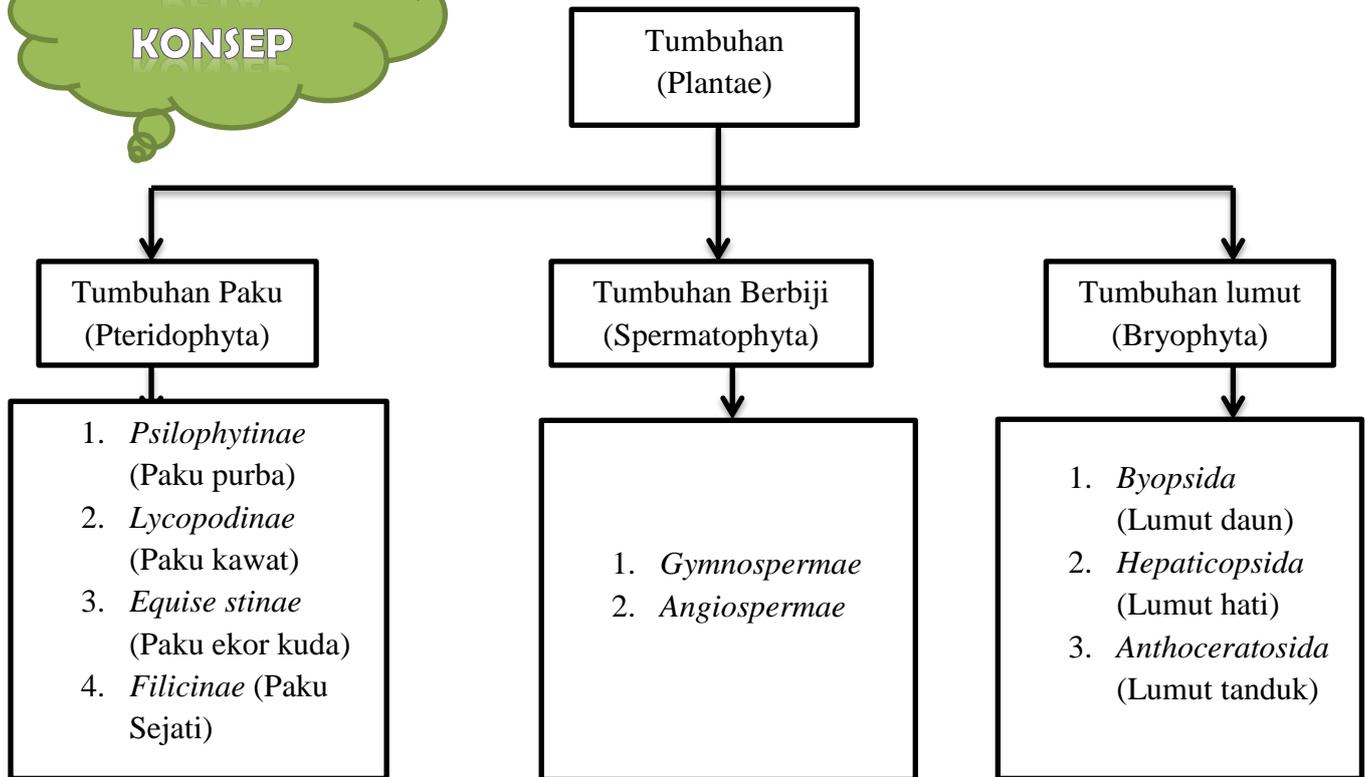
- 3.8 Mengelompokkan tumbuhan ke dalam divisio berdasarkan ciri-ciri umum, serta mengaitkan peranannya dalam kehidupan.
- 4.8 Menyajikan laporan hasil pengamatan dan analisis fenetik dan filogenetik tumbuhan serta peranannya dalam kehidupan.

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik mampu menguasai kompetensi sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan ciri umum tumbuhan paku, tumbuhan biji dan tumbuhan lumut.
2. Mengklasifikasikan tumbuhan paku, biji dan lumut.
3. Menggambar struktur tumbuhan paku, biji dan lumut.
4. Menggambar siklus hidup tumbuhan paku, biji dan lumut.
5. Mengumpulkan informasi tentang peranan tumbuhan paku, biji dan lumut bagi manusia

**PETA
KONSEP**



APERSEPSI

Banyak sekali jenis tumbuh-tumbuhan yang hidup di dunia ini. Ada yang hidup di wilayah daratan dan ada pula yang hidup di wilayah perairan. Tumbuhan juga mempunyai manfaat besar bagi manusia. Tuhan Yang Maha Esa telah menciptakan tumbuhan sebagai sumber oksigen dan penyedia makanan bagi seluruh makhluk hidup. Inilah bukti kasih sayang Tuhan kepada kita yang patut disyukuri. Salah satu caranya dapat dilakukan dengan berpartisipasi dalam menjaga dan melestarikan tumbuhan di lingkungan sekitar. Pada bab ini, anda akan diajak memasuki dunia tumbuhan yang meliputi tumbuhan paku (Pteridophyta), tumbuhan berbiji (Spermatophyta) dan tumbuhan lumut (Bryophyta) serta peranannya dalam kehidupan sehari-hari.



RINGKASAN MATERI

Kingdom plantae terdiri atas tiga divisi, yaitu bryophyta (tumbuhan lumut), pterydophyta (tumbuhan paku) dan spermatophyta (tumbuhan biji). Tumbuhan yang berpembuluh termasuk anggota divisi spermatophyta dan pterydophyta, sedangkan bryophyta termasuk dalam tumbuhan yang tidak berpembuluh. Berdasarkan alat perkembangbiakannya, tumbuhan dibedakan menjadi dua yaitu tumbuhan berspora (bryophyta dan pterydophyta) dan tumbuhan berbiji (spermatophyta).

A. Tumbuhan Lumut (Bryophyta)

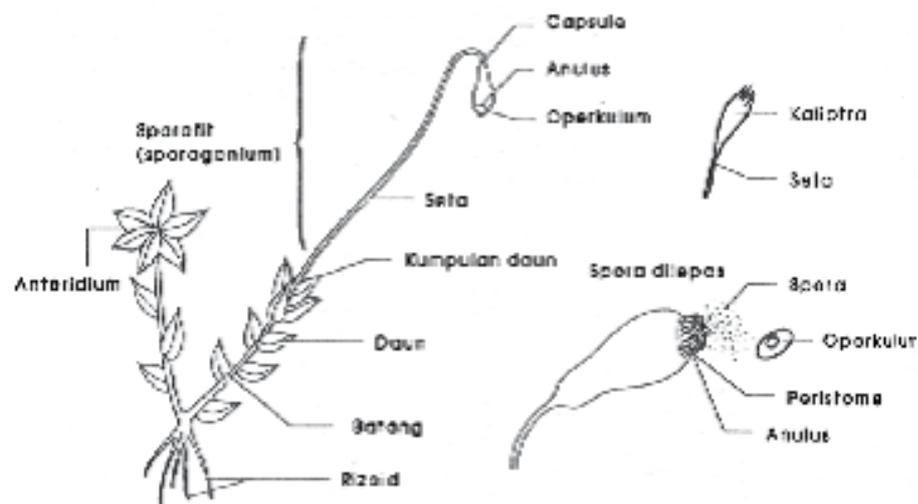
Kata Bryophyta berasal dari bahasa Yunani *bryon* yang berarti tumbuhan lumut. Tumbuhan lumut bersifat autotrof karena mempunyai plastida yang mengandung klorofil. Berdasarkan pendapat beberapa ahli, struktur tubuh lumut belum dianggap kormofita sejati. Lumut masih dianggap talus karena belum memiliki akar, batang dan daun sejati. Lumut dianggap sebagai perkembangbiakan dari alga hijau yang berbentuk filamen. Namun, ada beberapa ahli yang menyatakan bahwa tumbuhan lumut merupakan

peralihan antara tumbuhan bertalus dengan tumbuhan berkormus. Tumbuhan lumut belum memiliki jaringan pengangkut sehingga air masuk ke dalam tubuh melalui proses imbibisi, difusi, daya kapilaritas, maupun melalui aliran sitoplasma. Sistem pengangkutan tersebut mengharuskan lumut berada di tempat lembab, rawa atau tempat teduh. Lumut tidak pernah berukuran tinggi dan besar, kebanyakan lumut memiliki tinggi kurang dari 20 cm.

1. Ciri-Ciri Tumbuhan Lumut

Berikut ini ciri-ciri tumbuhan Lumut:

- a. Mempunyai dinding sel yang berupa selulosa.
- b. Akar berupa rizoid yang berbentuk seperti benang-benang yang tersusun dari satu deret sel yang memanjang dan bersekat.
- c. Memiliki batang yang sejati, namun tidak berpembuluh.
- d. Daun lumut umumnya hanya berupa selapis sel, kecuali bagian ibu tulang daun.
- e. Terdapat pertumbuhan primer atau pertumbuhan memanjang.
- f. Struktur saprofit terdiri atas vagina, seta, apofisis, kaliptra, gigi peristom, dan kolumela.



Gambar 7.1 Bagian-bagian tumbuhan lumut

2. Sistem Reproduksi Bryophyta

Reproduksi Bryophyta bergantian antara fase seksual dan aseksual. Reproduksi seksual dengan pembentukan gamet (anteridium dan arkegonium) di dalam gametofit. Anteridium atau gamet jantan yang

berbentuk bulat seperti gada, dengan dinding berupa selapis sel yang mandul dan didalamnya terdapat sejumlah besar induk spermatozoid. Arkegonium atau gamet betina berbentuk seperti botol, bagian yang lebar disebut perut dan bagian yang sempit disebut leher. Diatas bagian perut terdapat saluran leher dan satu sel induk besar yang akan membelah dan menghasilkan sel telur.

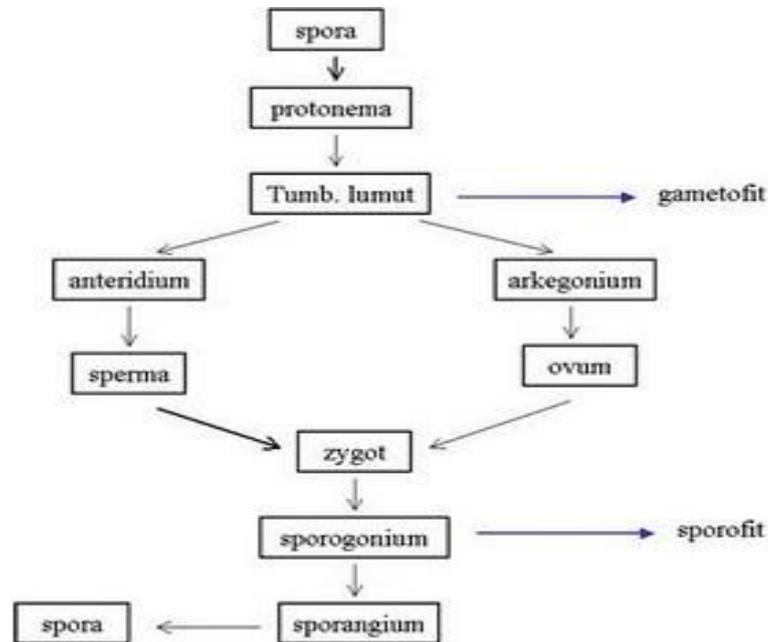
Reproduksi aseksual dengan spora haploid yang dibentuk dalam sporofit atau kotak spora. Reproduksi aseksual dan seksual berlangsung bergantian melalui suatu pergiliran keturunan (metagenesis). Pada lumut hati, reproduksi secara aseksual juga dapat dilakukan dengan pembentukan *gemmae cup* (piala tunas) dan fragmentasi atau pemotongan bagian tubuh.

3. Siklus Hidup Bryophyta

Siklus hidup tumbuhan lumut terdapat dua fase, yakni sporofit dan gametofit. Siklus hidupnya didominasi oleh fase gametofit yang bersifat haploid. Fase gametofit terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama adalah proses germinasi spora ke percabangan dan membentuk struktur yang bernama protonema. Tahap kedua dimulai ketika protonema membentuk tunas dan tahap akhir adalah ketika protonema tumbuh membentuk sudut percabangan dan muncul daun serta rhizoid yang tersusun spiral. Setiap protonema akan menghasilkan populasi gametofit berdaun identik. Saat mulai memasuki masa reproduksi, ujung batang gametofit akan memproduksi gametangia yang terdiri dari anteridium dan arkegonium. Lumut dewasa memiliki alat kelamin jantan yang berasal dari anteridium yang akan menghasilkan spermatozoid dan alat kelamin betina yang berasal dari arkegonium yang akan menghasilkan sel telur. Gametofit menghasilkan anteridium dan arkegonium. Apabila anteridium dan arkegonium dihasilkan oleh satu gametofit maka jenis tersebut disebut lumut berumah satu atau homotalus. Contoh lumut homotalus adalah lumut hati.

Sedangkan pada fase sporofit dimulai dari zigot yang nantinya akan berkembang menjadi embrio. Embrio tersebut akan berdiferensiasi dan membentuk bagian kaki, seta dan sporangium. Bagian kaki akan masuk ke batang gametofit untuk memindahkan nutrisi dari gametofit ke sporofit

melalui transpor air dari sel. Seta akan bertambah panjang dan bagian atasnya akan membentuk sporangium bersebelahan dengan daun gametofit. Bertambahnya ukuran sporofit akan memperbesar arkegonium yang pada akhirnya akan membentuk struktur yang bernama kaliptra. Setelah dewasa, sporangium dan seta akan memiliki struktur yang lebih kompleks seperti penebalan dinding epidermis, lapisan kutikula, munculnya stomata, korteks dan jaringan pendukung lainnya. Sporangium dewasa akan mengering dan membentuk struktur yang bernama operkulum. Operkulum ini dikelilingi gigi peristom yang akan membuka dan menutup tergantung kondisi kelembapan lingkungan. Jika kelembapan lingkungan tinggi maka gigi peristom akan menutup begitupun sebaliknya. Saat gigi peristom terbuka, spora akan terbang keluar dan tumbuh menjadi individu baru. Apabila anteridium dan arkegonium dihasilkan oleh gametofit berbeda maka jenis tersebut disebut lumut berumah dua atau heterotalus. Contoh heterotalus adalah lumut daun. Metagenesis lumut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 7.2 Siklus hidup tumbuhan lumut

AYO DIINGAT!

Siklus hidup lumut = RaMaLZiS

(spoRa protoneMa Lumut Zigot

Sporogonium)

4. Klasifikasi Bryophyta

a. Lumut Daun (*Bryopsida*)

Bryopsida merupakan lumut sejati yang jumlahnya paling banyak dari lumut yang lain. Tubuh lumut daun berbentuk seperti tumbuhan kecil yang tegak. Umumnya, tinggi lumut daun kurang dari 10 cm, namun ada yang tingginya mencapai 40 cm, seperti *Polytrichum commune*. Lumut daun tampak sudah memiliki daun, batang namun belum memiliki akar sejati. Akar hanya berupa rizoid yang menyerupai benang. Batang lumut daun bercabang dan daunnya berukuran kecil yang tersebar di keliling batang. Tubuh gametofit memiliki gametangium dibagian atasnya.

Lumut daun mengalami pergiliran keturunan antara gametofit dan sporofit. Tubuh sporofit akan tumbuh dibagian atas tumbuhan gametofit betina. Sporofit akan menempel untuk memperoleh nutrisi. Selain dengan spora, lumut daun seperti Sphagnum dapat pula bereproduksi dengan fragmentasi. Terdapat sekitar 10.000 spesies lumut daun, antara lain Lumut Lumut haircap juniper (*Polytrichum juniperinum*), Lumut api ungun (*Funaria*), Gambut (*Sphagnum*).



Gambar. 7.3 Jintan rambut (*Polytrichum juniperinum*)

b. Lumut Hati (*Hepaticopsida*)

Lumut hati mencakup 6000 spesies dengan ciri belum bisa dibedakan antara akar, batang, dan daun (*talus*). Tubuh lumut hati

tersusun dari struktur berbentuk hati dan pipih. Tubuhnya terbagi menjadi dua lobus sehingga tampak seperti lobus pada hati. Di dalam sporangium, terdapat sel yang berbentuk gulungan yang disebut elatera. Elatera akan terlepas saat kapsul terbuka sehingga membantu memencarkan spora. Dalam reproduksi seksual, beberapa lumut hati memiliki gametangium yang terdapat pada *arkegoniofor* dan *anteridiofor*. Arkegoniofor berbentuk cakram atau payung dengan tepi berlekuk ke dalam seperti jari. Pada bagian bawah cakram, terdapat arkegonium yang menghasilkan sel telur. Anteridiofor berbentuk seperti cawan dengan tepi berlekuk tidak dalam. Pada bagian atas anteridiofor, terdapat anteridium untuk menghasilkan spermatozoid berflagel dua. Apabila ovum dibuahi oleh spermatozoid akan menghasilkan zigot yang akan berkembang menjadi sporofit. Sporofit tersembunyi dibawah cakram arkegoniofor. Sporofit ($2n$) selanjutnya akan membentuk sporogonium yang akan menghasilkan spora yang haploid (n). Contoh lumut hati berumah dua (*dioseus*), misalnya *Marchantia sp.* Sedangkan contoh dari lumut berumah satu (*monoseus*) misalnya, *Marchantia polymorpha*, *Plagiochilla asplenoides*, dan *Reboulia hemispherica*.



Gambar 7.4 Lumut Hati Berkepala Jamur (*Reboulia hemispherica*)

c. Lumut Tanduk (*Anthocerosida*)

Lumut tanduk juga belum memiliki akar, batang dan daun sejati. Lumut tanduk memiliki gametofit yang mirip dengan lumut hati, hanya berbeda pada sporofitnya. Sporofit lumut tanduk mempunyai kapsul memanjang yang tumbuh, seperti tanduk dari gametofit. Masing-masing memiliki kloroplas tunggal yang besar. Sporofit tumbuh dari

jaringan cawan arkegonium. Sporofit yang matang bagian ujungnya akan terbelah menjadi dua. Sporogonium memiliki benang-benang eiletera yang berfungsi untuk pengeluaran dan pada kapsulnya terdapat stomata. Lumut tanduk ada yang berumah satu dan ada yang berumah dua. Ciri unik lumut tanduk, yaitu sporofit akan terus tumbuh selama masa hidup gametofit. Contohnya, *Anthoceros natans* yang mempunyai anteridium dan arkegonium melekat pada talus gametofit.



Gambar 7.5 Bunga Tanduk (*Anthoceros natans*)

5. Peranan Tumbuhan Lumut

Peranan tumbuhan lumut bagi kehidupan sebagai berikut:

- a. Lumut gambut (*Sphagnum*) digunakan untuk pembuatan kapas dan pembalut. Tidak hanya itu, *Sphagnum* juga berfungsi untuk membantu penyerapan air dan menjaga kelembapan tanah.



7.6 Lumut Gambut (*Sphagnum palustre*)

- b. Lumut hati (*Marchantia polymorpha*) digunakan untuk bahan pembuatan obat penyakit hepatitis.
- c. Sebagai tumbuhan pionir.
- d. Sebagai penyedia oksigen.
- e. Dapat mencegah erosi karena tumbuh di permukaan tanah



7.7 Lumut hati (*Marchantia polymorpha*)



7.8 Lumut sejati (*Pogonatum*)

B. Tumbuhan Paku (Pterydophyta)

Tumbuhan paku adalah tumbuhan kormus yang paling sederhana. Semua tumbuhan paku memiliki empat struktur penting, yaitu:

- Lapisan pelindung sel yang steril pada sekeliling organ reproduksi.
- Embrio multiseluler yang terdapat pada arkegonium.
- Kutikula pada bagian luar.
- Sistem transport internal yang mengangkut air dan nutrisi dari dalam tanah. Sistem pembuluh angkut tumbuhan paku sudah mirip dengan sistem transport pada tumbuhan tingkat tinggi.

1. Ciri-ciri Pterydophyta

Berikut ini ciri-ciri tumbuhan paku:

- a. Akar dari tumbuhan paku adalah akar serabut yang berupa rizoma. Ujung akar dilindungi oleh kaliptra.
- b. Batang pada tumbuhan paku sebagian besar tak nampak karena berada di dalam tanah.
- c. Daun tumbuhan paku memiliki ciri khas, yaitu pada daun menggulung pada waktu muda.
- d. Spora tumbuhan paku berada dalam sporangium atau kotak spora.
- e. Gametofit pada tumbuhan paku berupa talus.
- f. Habitatnya di darat.

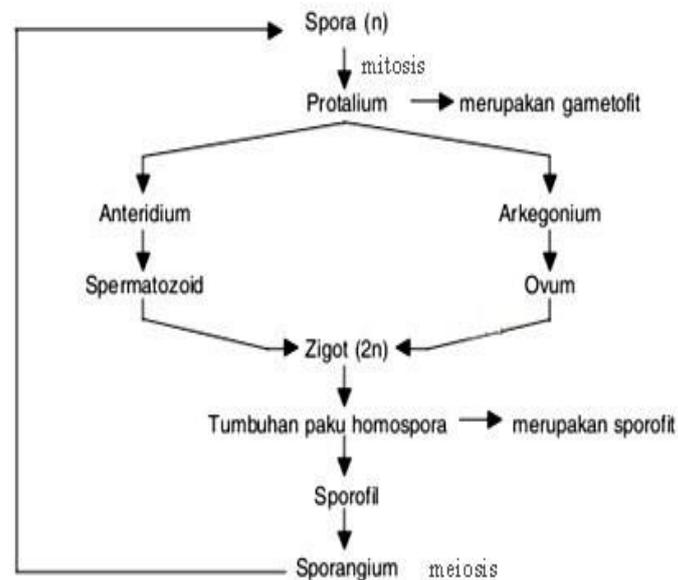
2. Sistem Reproduksi Tumbuhan Paku

Pada sebagian besar tumbuhan paku, spora dihasilkan pada bagian daun yang fertil (sporofil). Spora dihasilkan oleh kumpulan sporangium yang disebut sorus, berupa bintik-bintik hitam atau coklat pada permukaan bawah daun. Ditinjau dari macam spora yang dihasilkan, tumbuhan dibedakan menjadi tiga kelompok, yakni:

- a. Paku homospora (*isospora*), yaitu tumbuhan paku yang menghasilkan satu jenis spora saja, contohnya paku kawat (*Lycopodium*).
- b. Paku heterospora (*anisospora*), tumbuhan paku yang menghasilkan spora berbeda ukuran. Spora jantan berukuran kecil (*mikrospora*) dan spora betina yang berukuran besar (*makrospora*). Contohnya semanggi (*Marsilea crenata*) dan paku rane (*Selaginella*).

- c. Paku peralihan, yaitu tumbuhan paku yang menghasilkan dua jenis spora yang memiliki bentuk dan ukuran yang sama, namun jenis kelaminnya berbeda. Contohnya paku ekor kuda (*Equisetum debile*).

Pada metagenesis tumbuhan paku, baik pada paku homospora, heterospora dan paku peralihan pada prinsipnya sama. Ketika ada spora (n) jatuh ditempat yang cocok, spora akan berkembang menjadi protalium (n). Protalium merupakan generasi penghasil gamet atau generasi gametofit. Dalam satu protalium akan dibentuk arkegonium (penghasil ovum) dan anteridium (penghasil spermatozoid). Ketika spermatozoid dan ovum bertemu, akan terbentuk zigot ($2n$) yang akan segera berkembang menjadi tumbuhan paku ($2n$). Tumbuhan paku yang kita lihat sehari-hari merupakan generasi sporofit karena mampu membentuk sporangium ($2n$) yang akan menghasilkan spora (n) untuk perkembangbiakan. Fase sporofit pada metagenesis tumbuhan paku memiliki sifat lebih dominan daripada fase gametofitnya. Berikut ini merupakan skema pergiliran keturunan pada tumbuhan paku.



Gambar 7.9 Siklus hidup tumbuhan paku

AYO DIINGAT!

Siklus hidup paku = RaPOTZiS

(spoRa PROTalium Paku Zigot

Sporangium)

3. Klasifikasi Tumbuhan Paku

Berdasarkan morfologinya, tumbuhan paku dibedakan menjadi empat kelas sebagai berikut:

a. Psilophytinae (Paku Purba)

Psilophytinae merupakan tumbuhan paku paling sederhana dan spesiesnya telah banyak yang punah. Tumbuhan paku kelompok ini memiliki batang beruas-ruas yang nyata dan pada ruas tersebut terdapat daun seperti sisik. Sementara itu, sporangiumnya terletak pada ketiak daun (sinangium). Misalnya *Psilotopum triquetrum*.



Gambar 7.10 Paku Garpu (*Psilotopum triquetrum*)

b. Lycopodiinae (Paku Kawat)

Tumbuhan paku jenis ini memiliki batang dan akar menggarpu, daun berukuran kecil bertulang satu dan tidak bertangkai, terdapat sporangium yang membentuk strobilus diujung batang. Misalnya Paku kawat (*Lycopodium cernuum*) dan Rumput solo (*Selaginella caudata*).



Gambar 7.11 Rumput Solo (*Selaginella caudata*)

c. Equisetinae (Paku Ekor Kuda)

Tumbuhan paku kelompok ini memiliki batang berongga, memiliki cabang berkarang pada buku-buku batang, daun kecil menyerupai sisik, sporofil berbentuk perisai yang tersusun dalam

strobilus pada ujung batang, serta protaliumnya berwarna hijau. Misalnya *Equisetum sp.*



Gambar 7.12 Rumput Betung (*Equisetum sp.*)

d. Filicinae (Paku Sejati)

Tumbuhan paku kelompok ini merupakan tumbuhan paku sebenarnya atau tumbuhan paku sejati. Tumbuhan paku ini memiliki daun sempurna, daun muda menggulung, serta menghasilkan spora dalam sporangium yang tersusun dalam sorus. Misalnya suplir kelor (*Adiantum cuneatum*) dan tanduk manjangan (*Platycterium bifurcatum*).



Gambar 7.13 Suplir Kelor (*Adiantum cuneatum*)

4. Peranan Tumbuhan Paku

Tumbuhan paku memiliki berbagai peran yang berbeda-beda dalam kehidupan, beberapa peranannya yakni:

- a. Paku kawat (*Lycopodium cernuum*) dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias dan bahan obat-obatan.
- b. Rumput betung (*Equisetum debile*) dapat digunakan sebagai bahan obat-obatan serta bahan pembersih.
- c. Kedakah (*Asplenium nidus*) dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias.

- d. Semanggi (*Marsilea crenata*) dapat dimanfaatkan sebagai sayur mayur.
- e. Mata lele (*Azolla pinnata*) dapat dimanfaatkan sebagai pupuk hijau.



7.14 Paku kawat (*Lycopodium cernuum*)



7.15 Kedakah (*Asplenium nidus*)



7.16 Semanggi (*Marsilea crenata*)



7.17 Mata lele (*Azolla pinnata*)

C. Tumbuhan Berbiji (Spermatophyta)

Istilah Spermatophyta berasal dari bahasa Yunani “sperma” berarti biji dan “phyta” berarti tumbuhan. Tumbuhan berbiji merupakan golongan tumbuhan dengan tingkat perkembangan filogenetik tertinggi, yang sebagai ciri khasnya ialah adanya suatu organ yang berupa biji (dalam bahasa Yunani disebut sperma).

1. Ciri-Ciri Tumbuhan Berbiji

Ciri-ciri tumbuhan berbiji sebagai berikut:

- a. Memiliki akar, batang, dan daun sejati sehingga termasuk tumbuhan Kormophyta.
- b. Memiliki berkas pengangkut sehingga termasuk tumbuhan Tracheophyta.
- c. Memiliki alat perkembangbiakan yang terlihat jelas sehingga disebut Phanerogamae.
- d. Alat perkembangbiakan tumbuhan berbiji berupa bunga dan biji.
- e. Hasil perkembang biakan secara kawin adalah zigot yang kemudian akan berkembang menjadi individu baru.

2. Klasifikasi Tumbuhan Berbiji

Tumbuhan berbiji dibagi menjadi dua kelas, yaitu tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) dan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*).

a. Tumbuhan Berbiji Terbuka (*Gymnospermae*)

Gymnospermae memiliki ciri-ciri seperti bakal biji terlindungi oleh kulit biji dan tidak terlindung oleh daun buah (biji terbuka), memiliki alat reproduksi berupa strobilus dan tidak berbunga, pada umumnya penyerbukannya dibantu oleh angin, batangnya berkambium sehingga dapat tumbuh secara besar, serta daunnya berukuran kecil, kaku dan tajam. Tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) dibagi menjadi empat kelas yakni:

1) Cycadinae

Tumbuhan kelompok Cycadinae dikenal dengan tumbuhan kelompok pakis. Tumbuhan ini merupakan tumbuhan berumah satu yang memiliki batang tidak bercabang, daun tersusun dalam roset batang, majemuk, menyirip serta daun muda menggulung.

Sporofil tersusun dalam strobilus jantan dan betina. Misalnya pakis haji (*Cycas rumphii*).



Gambar 7.18 Pakis haji (*Cycas rumphii*)

2) Ginkgoinae

Tumbuhan kelompok ini merupakan tumbuhan berbentuk pohon besar meranggas, berumah dua, daun lebar berbentuk kipas dan sporofil terdapat pada dua tunas dalam ketiak daun. Misalnya pohon rambut gadis (*Ginkgo biloba*).



Gambar 7.19 Rambut gadis (*Ginkgo biloba*)

3) Gnetinae

Tumbuhan kelompok ini merupakan tumbuhan berumah dua, pertulangan daun menyirip, serta bunga tersusun berkarang dalam strobilus. Misalnya melinjo (*Gnetum gnemon*).



Gambar 7.20 Melinjo (*Gnetum gnemon*)

4) Coniferinae

Tumbuhan kelompok ini memiliki ciri berupa batang besar berkyu, daun berbentuk jarum, serta strobilus betina lebih besar daripada strobilus jantan. Misalnya uyam (*Pinus merkusii*) dan kayu embun (*Podocarpus imbricatus*).



Gambar 7.21 Uyam (*Pinus*)

b. Tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae)

Tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) memiliki ciri-ciri antara lain biji mengandung satu daun lembaga, sistem perakaran serabut dan tunggang, memiliki batang lunak dan keras berkayu, serta memiliki bunga sebagai alat perkembangbiakan utama. Berdasarkan jumlah kepingan lembaga, tumbuhan berbiji tertutup dibagi menjadi dua, yaitu Monocotyledoneae (berkeping satu) dan Dicotyledoneae (berkeping dua).

1) Monocotyledoneae

Tumbuhan Monocotyledoneae memiliki ciri-ciri, yaitu biji mengandung satu daun lembaga, sistem perakaran serabut, batang tidak berkambium, bentuk tulang daun melengkung atau sejajar, dan

jumlah mahkota bunga kelipatan tiga. Tumbuhan Monocotyledonae memiliki beberapa suku sebagai berikut:

- a) Suku Poaceae, contohnya padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*) dan gandum (*Triticum sativum*).
- b) Suku Cyperaceae, contohnya rumput teki (*Cyperus rotundus*).
- c) Suku Orchidaceae, contohnya anggrek bulan (*Phalaenopsis amabilis*) dan anggrek merpati (*Dendrobium crumenatum*).
- d) Suku palmae, contohnya kelapa (*Cocos nucifera*) dan pinang (*Areca catheu*).
- e) Suku Liliaceae, contohnya lidah buaya (*Aloe vera*) dan bawang putih (*Allium cepa*).
- f) Suku Zingiberaceae, contohnya jahe (*Zingiber officinale*) dan bunga tasbih (*Conna hibrida*).
- g) Suku Musaceae, contohnya pisang (*Musa paradisiaca*).

2) Dicotyledoneae

Tumbuhan Dicotyledoneae memiliki ciri-ciri, yaitu biji mengandung dua dun lembaga, sistem perakaran tunggang, batang berkambium, pertulangan daun menyirip atau menjari, dan bagian mahkota bunga berjumlah kelipatan 2,4 atau 5. Tumbuhan Dicotyledoneae memiliki beberapa suku berikut:

- a) Suku Cucurbitaceae, contohnya mentimun (*Cucumis sativus*).
- b) Suku Euphorbiaceae, contohnya daun merah (*Euphorbia pulcherrima*).
- c) Suku Papilionaceae, contohnya kacang tanah (*Arachis hypogaea*) dan kacang hijau (*Phaseolus radiatus*).
- d) Suku Solanaceae, contohnya kentang (*Solanum tuberosum*) dan Cabai (*Capsicum frustecens*).
- e) Suku Mimosaceae, contohnya putri malu (*Mimosa pudica*).
- f) Suku Myrtaceae, contohnya Kapas (*Gossypium hirsutum*).
- g) Suku Piperaceae, contohnya lada (*Piper nigrum*).

Berikut ini beberapa perbedaan antara tumbuhan dikotil dan monokotil.

No	Perbedaan	Monokotil	Dikotil
1.	Jumlah keping biji	Biji mempunyai satu keping lembaga.	Bijinya mempunyai dua keping lembaga.
2.	Sistem perakaran	Sistem perakaran serabut.	Sistem perakaran tunggang.
3.	Bentuk tulang daun	Tulang daun berbentuk sejajar atau melengkung.	Tulang daun berbentuk menyirip atau menjari.
4.	Bentuk batang	Tidak berkambium, letak stele tersebar, tidak memiliki empulur dan tidak bercabang.	Batangnya berkambium, letak stele konsentris, memiliki empulur dan umumnya bercabang.
5.	Susunan bekas pengangkut	Kolateral tertutup (diantara xilem dan floem tidak terdapat kambium).	Kolateral terbuka (diantara xilem dan floem terdapat kambium).
6.	Bagian-bagian bunga	Bagian mahkota bunga berjumlah 3 atau kelipatannya.	Bagian mahkota bunga berjumlah 4,5 atau kelipatannya.
7.	Perkecambahan	Hipogeal	Epigeal.



Gambar 7.22 Tumbuhan
monokotil



Gambar 7.23 Tumbuhan dikotil

3. Peranan Tumbuhan Berbiji

Tumbuhan biji terdiri atas banyak spesies tumbuhan. Berbagai tumbuhan tersebut memiliki peranan yang beraneka ragam bagi kehidupan. Beberapa peran tumbuhan berbiji sebagai berikut:

a. Peran Tumbuhan Angiospermae

Beberapa peran tumbuhan Angiospermae sebagai berikut:

- 1) Sebagai bahan makanan, misalnya padi (*Oryza sativa*) dan jagung (*Zea mays*).
- 2) Sebagai bahan bangunan, misalnya jati (*Tectona grandis*) dan mahoni (*Swietenia mahagoni*).
- 3) Sebagai tanaman hias, misalnya mawar (*Rosa sp*) dan kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*).
- 4) Sebagai bahan obat-obatan, misalnya lidah buaya (*Aloe vera*) dan Sambiloto (*Andrographis paniculata*).
- 5) Sebagai bahan rempah, misalnya lada (*Piper nigrum*) dan Cengkeh (*Syzygium aromaticum*).
- 6) Sebagai bahan industri, misalnya kapas (*Gossypium sp*) dan tembakau (*Nicotiana tobacum*).

b. Peran Tumbuhan Gymnospermae

Beberapa peran tumbuhan Gymnospermae sebagai berikut:

- 1) Sebagai bahan obat-obatan, misalnya pohon rambut gadis (*Ginkgo biloba*).
- 2) Sebagai bahan makanan, misalnya melinjo (*Gnetum gnemon*).
- 3) Sebagai bahan industri, misalnya uyam (*Pinus merkusii*).
- 4) Sebagai tanaman hias, misalnya samio (*Zamia sp*).



7.24 Sambiloto (*Andrographis paniculata*)



7.25 Samio (*Zamia sp*)

KOMPETENSI INTI

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

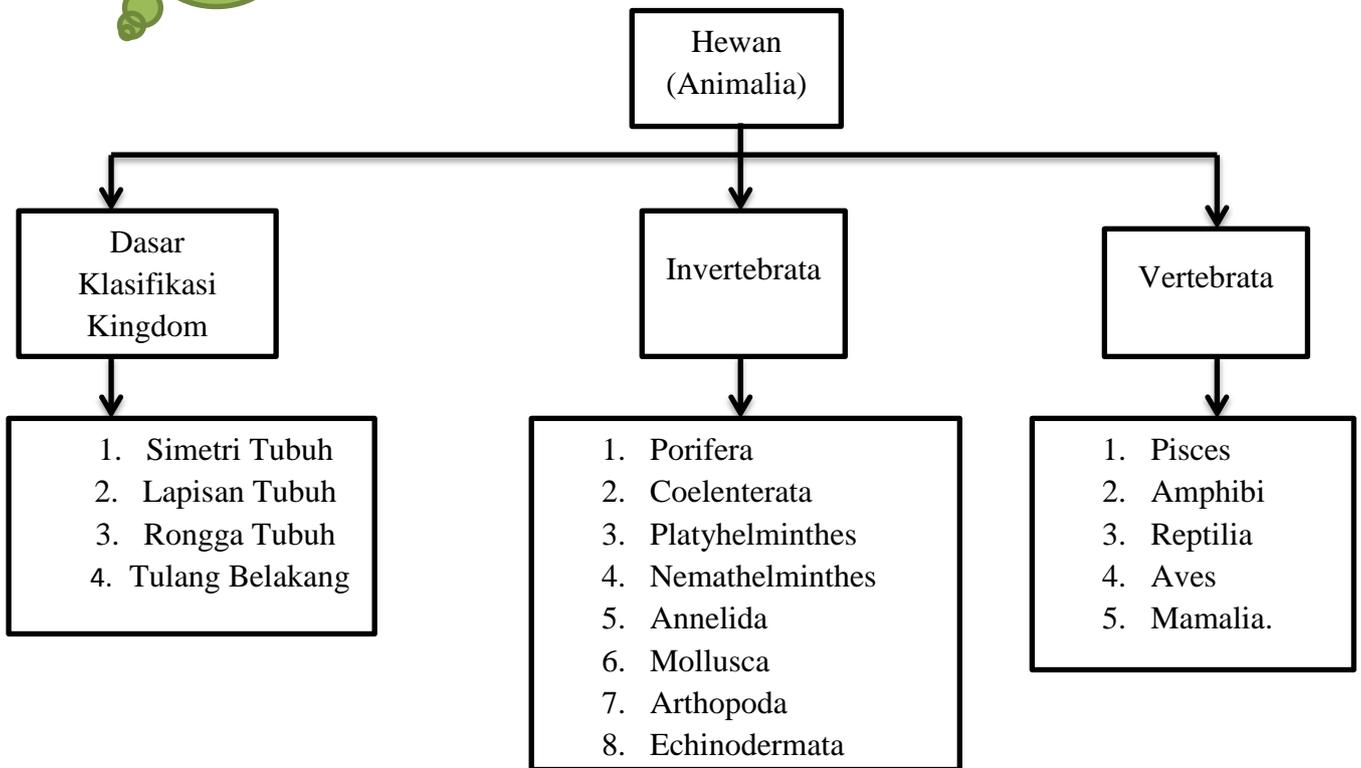
KOMPETENSI DASAR

- 3.9 Mengelompokkan hewan ke dalam filum berdasarkan lapisan tubuh, rongga tubuh, simetri tubuh dan reproduksi.
- 4.9 Menyajikan laporan perbandingan kompleksitas lapisan penyusun tubuh hewan, simetri tubuh, rongga tubuh dan reproduksinya.

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Mendeskripsikan ciri umum hewan.
2. Menjelaskan dasar klarifikasi hewan.
3. Membandingkan ciri-ciri umum dari filum-filum animalia.

PETA
KONSEP



APERSEPSI

Dalam kehidupan sehari-hari, anda dapat menemukan berbagai jenis hewan hidup disekitar anda. Dapatkah anda menyebutkan hewan-hewan yang anda temui? Apakah anda menemukan persamaan serta perbedaan dari hewan yang anda temui? Seperti halnya tumbuhan, untuk mempermudah dalam mempelajarinya, hewan-hewan dikelompokkan menjadi beberapa golongan. Berdasarkan ada tidaknya tulang belakang, hewan dibedakan menjadi dua, yaitu hewan tak bertulang belakang (invertebrata) dan hewan bertulang belakang (vertebrata). Untuk lebih jelasnya, simaklah materi berikut ini dengan seksama.



RINGKASAN MATERI

Kingdom animalia juga dikenal sebagai dunia hewan. Kingdom animalia memiliki bentuk yang beranekaragam. Mulai dari yang sederhana dari Porifera sampai yang kompleks seperti Mamalia. Berdasarkan keragaman ciri-ciri yang dimiliki oleh setiap jenis hewan, semua organisme yang termasuk dunia hewan memiliki ciri-ciri umum yang sama. Ciri-ciri tersebut antara lain tubuhnya tersusun atas banyak sel (Multiseluler), memiliki membran inti (Eukariotik), Tidak memiliki dinding sel, Tidak dapat membuat makanannya sendiri, dan dapat bergerak aktif dengan berpindah tempat.

A. Dasar Klasifikasi Kingdom Animalia

Organisme diciptakan oleh Tuhan tidak hanya satu jenis, tetapi berbagai jenis yang berbeda. Keragaman organisme yang banyak itu, menuntut manusia untuk dapat mengetahui agar mengenalnya. Pemberian nama pada organisme telah dilakukan baik secara lokal maupun secara ilmiah. Pemberian nama itu penting untuk mengenal organisme. Tujuan klasifikasi adalah untuk mempermudah dalam mempelajari organisme dan untuk menunjukkan hubungan kekerabatannya. Klasifikasi adalah kegiatan pengelompokan organisme menurut aturan tertentu pada jenjang tertentu (*Taxon*). Dari kata *taxon* itu, maka munculah istilah

Taksonomi. Taksonomi adalah teori dan praktek klasifikasi, pemberian nama dan penyusunan yang sistematis dari organisme ke dalam kelompoknya. Berikut ini beberapa dasar klasifikasi kingdom animalia:

1. Simetri Tubuh

Berdasarkan simetri tubuhnya hewan dibedakan menjadi tiga macam, yaitu simetri bilateral, simetri radial, dan asimetri.

- a. Simetri bilateral, jika hanya terdapat satu cara pemotongan melalui poros tengah tubuhnya yang dapat menghasilkan dua bentuk yang serupa.
- b. Simetri radial, jika terdapat beberapa cara pemotongan melalui poros tengah tubuh yang dapat menghasilkan dua bentuk yang serupa. Bagian tubuh hewan ini tersusun melingkar.
- c. Asimetri, jika tidak terdapat cara pemotongan apapun yang dapat menghasilkan dua bentuk yang serupa.

2. Lapisan tubuh

Berdasarkan lapisan tubuhnya, hewan dibagi menjadi dua golongan, yaitu diploblastik dan triploblastik.

- a. Diploblastik adalah hewan yang memiliki dua lapisan tubuh, yaitu ektoderm (luar) dan endoderm (dalam), misalnya Porifera dan Cnidaria.
- b. Triploblastik, adalah hewan yang memiliki tiga lapisan tubuh, yaitu ektoderm (luar), mesoderm (tengah) dan endoderm (dalam).

3. Rongga tubuh

Berdasarkan ada tidaknya rongga tubuh, hewan dibedakan menjadi tiga, yaitu aselomata, pseudoselomata, dan selomata.

- a. Aselomata, yaitu hewan yang tidak memiliki rongga tubuh, misalnya Platyhelminthes (cacing pipih).
- b. Pseudoselomata, yaitu hewan yang memiliki rongga tubuh semua yang tidak dibatasi oleh mesoderm, misalnya Nematelminthes (cacing gilig).
- c. Selomata, yaitu hewan yang memiliki rongga tubuh yang dibatasi mesoderm.

4. Tulang belakang

Berdasarkan ada tidaknya tulang belakang, kingdom Animalia dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu invertebrata dan vertebrata.

- a. Invertebrata adalah hewan yang tidak memiliki ruas-ruas tulang belakang.
- b. Vertebrata adalah hewan yang memiliki ruas-ruas tulang belakang.

B. Invertebrata

Hewan tidak bertulang belakang atau biasa disebut invertebrata terdiri atas dua golongan, yaitu protozoa dan metazoa. Protozoa merupakan hewan bersel satu, sedangkan Metazoa adalah hewan bersel banyak. Invertebrata terdiri atas 8 filum, yaitu *Porifera*, *Cnidaria*, *Platyhelminthes*, *Nemathelminthes*, *Annelida*, *Arthropoda*, *Mollusca* dan *Echinodermata*.

1. Porifera

Porifera berasal dari kata "*phorus*" yang berarti lubang kecil dan "*ferre*" yang berarti mempunyai. Jadi, Porifera adalah hewan yang mempunyai lubang atau pori.

a. Ciri-ciri Porifera

Ciri-ciri porifera sebagai berikut:

- 1) Tubuhnya berbentuk simetrik radial atau asimetri.
- 2) Mempunyai endoskeleton yang berbentuk spikula atau spongin
- 3) Permukaan tubuhnya banyak pori yang berhubungan dengan suatu sistem kanal dengan ruang yang dibatasi oleh sel-sel leher (choanocyte).
- 4) Makanan dicerna langsung di dalam sel.
- 5) Hidup menempel pada benda atau pada dasar laut, dan hanya terdapat satu famili yang hidup di air tawar.

b. Sistem reproduksi Porifera

Porifera berkembang biak secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara memisahkan diri dari induknya dan hidup sebagai individu baru dengan membentuk tunas dan kuncup ke arah luar. Kemudian porifera yang hidup di air tawar akan menyesuaikan diri terhadap lingkungannya dengan cara membentuk kuncup ke arah dalam.

Reproduksi secara seksual dilakukan dengan cara pembuahan antara ovum dan spermatozoid. Porifera termasuk hewan Hermaprodit atau berkelamin ganda. Hasil dair pembuahan nantinya akan membentuk zigot yang akan mengalami pembelahan secara berulang hingga membentuk larva berambut getar yang disebut dengan amphiblastula. Amphiblastula tersebut nantinya akan mencari lingkungan yang menjamin kelangsungan hidupnya menggunakan

rambut getarnya yang mengandung O_2 dan zat-zat makanan. Larva porifera ini nanti akan berubah menjadi parenchymula. Jika parenchymula menemukan tempat yang sesuai melekatkan diri ia akan menempel pada sebuah objek tertentu dan kemudian akan muncul sebagai individu baru.

c. Klasifikasi Porifera

Terdapat 4 kelas pada filum porifera, yaitu *Calcarea*, *Hexactinellida*, *Demospongiae* dan *Sclerospongiae*.

- 1) *Calcarea*, kelas ini memiliki karakteristik yakni spikul berbentuk seperti kapur, memiliki tipe monaxon, triaxon dan tetraaxon, permukaan tubuhnya berbulu, memiliki warna yang gelap, tingginya sekitar 15 cm, misalnya *Leucosolenia*, *Clathrina* dan *Scypha*.



8.1 Spikula Berkapur (*Leucosolenia*)

- 2) *Hexasterophora*, kelas ini memiliki karakteristik spons seperti kaca, spikul dengan bentuk silikat, hexactinal, bentuk tubuhnya silindris, datar atau bertangkai, tingginya mencapai 90 cm, dapat ditemukan dengan kedalaman 90 cm sampai 5000 m. Contohnya (*Euplectella aspergillum*) dan *Hyalunema*.



8.2 Keranjang Bunga Venus (*Euplectella aspergillum*)

- 3) *Demospongiae*, kelas ini memiliki karakteristik yaitu terdapat spikul dengan bentuk silikat, mempunyai serat seperti spons atau tidak

sama sekali, spikulnya berbentuk monaxon atau tetraxon dengan tipe leuconoid. Contohnya *Oscarella*, *Plakina*, *Plakortis*, *Thenea* dan *Geodia*.



8.3 Span Lendir (*Oscarella loburis*)

- 4) Sclerospongiae, kelas ini mempunyai ciri spikula silikat, monaxon, ukurannya berdiameter 1 m, lebih banyak dijumpai di daerah terumbu karang yang memiliki continental slope. Contohnya, *Ceretoporella*, *merlia* dan *storomatospongia*.



8.4 Spon Karang (*Storomatospongia*)

d. Peranan Porifera

Dari sektor ekonomi, porifera dapat menarik perhatian wisatawan karena memiliki warna yang indah dan dapat membentuk terumbu karang. Tidak hanya itu, poriefera juga dapat digunakan sebagai alat pembersih kaca, spons mandi dan hiasan akuarium.



8.5 *Spongia* sp. yang berperan sebagai alat pembersih



8.6 Demospongiae

2. Coelenterata

Coelenterata disebut juga hewan berongga dan rongga tubuhnya digunakan sebagai tempat pencernaan makanan. Hewan ini hidup di laut dan memiliki dua fase hidup, yaitu polip dan medusa.

a. Ciri-ciri Coelenterata

- 1) Memiliki dua lapisan tubuh (diploblastik).
- 2) Memiliki rongga tubuh.
- 3) Tubuhnya tersusun atas banyak sel dan simetri radial.
- 4) Habitatnya sebagian besar di laut.
- 5) Reproduksi secara seksual dan aseksual.
- 6) Memiliki dua tipe tubuh yakni polip dan medusa.
- 7) Memiliki mulut yang dikelilingi tentakel.

b. Sistem reproduksi Coelenterata

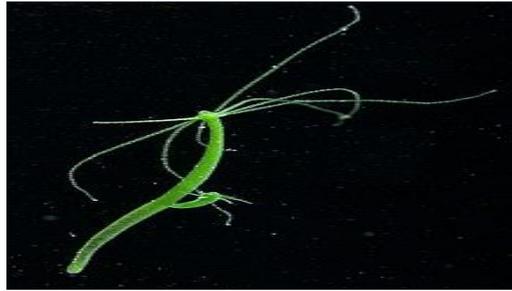
Sistem reproduksi pada Coelenterata terjadi secara seksual dan aseksual. Reproduksi seksualnya terjadi pada stadium polip. Sedangkan reproduksi aseksualnya terjadi pada stadium medusa. Pada stadium polip, perkembangbiakannya dilakukan dengan cara pertunasan (*Budding*), pembelahan atau pencabikan telapak kaki. Pada perkembangbiakan ini, suatu tunas terjadi dari dinding tubuh yang menonjol keluar diikuti perluasan rongga gastrovaskuler. Berbeda dari stadium polip, pada stadium medusa sel telur atau sel sperma sebagian besar dihasilkan dari sel interstisial yang mengelompok sehingga membentuk ovarium atau testis.

c. Klasifikasi Coelenterata

Coelenterata terbagi menjadi tiga kelas sebagai berikut:

1) Hydrozoa

Hydrozoa memiliki bentuk tubuh seperti tabung dengan panjang 5-10 mm, hidup berbentuk polip, mulutnya dikelilingi tentakel yang terdiri atas 7-7 buah, Reproduksi dilakukan secara aseksual dengan membentuk tunas dan seksualnya dengan pembentukan testis dibagian atas dan ovarium dibagian bawah. Contohnya *Hydra sp.*, *Obelia sp.*, dan *Gonionemus sp.*



8.6 Hidra Hijau (*Hydra viridissima*)

2) Scyphozoa

Scyphozoa merupakan hewan yang bersifat soliter, bentuk tubuhnya seperti payung dengan diameter antara 7,5-20 cm, reproduksinya dengan mengalami pergeseran keturunan antara fase polip dengan fase medusa, memiliki kerangkong pada bagian tengah yang menggantung disebut manubrium, setiap mulut dilengkapi dengan tangan mulut sebanyak empat buah, organ kelamin terpisah dan proses fertilisasinya terjadi di dalam rongga enteron betina. Contohnya, *Aurelia aurita*, *Cyanea sp.*, dan *pelagia sp.*



8.7 Ubur-ubur Bulan (*Aurelia aurita*)

3) Anthozoa

Anthozoa sering juga disebut sebagai anemon laut yang memiliki bentuk tubuh seperti bunga sehingga disebut mawar laut. Sepanjang hidupnya Anthozoa hanya memiliki fase hidup polip, bentuk tubuhnya silinder pendek dengan salah satu ujungnya yang bebas dan dikelilingi tentakel, memiliki kerangkong yang bersekat yang fungsinya untuk menghubungkan mulut dan usus. Contohnya, anemon laut (*Metridium marginatum*), karang pipa organ (*Tubiphora musica*), akar bahar (*Euplexaura*) dan gooseberry (*Pleurobranchia*).



8.8 Anemon Laut (*Metridium marginatum*)

d. Peranan Coelenterata

- Dapat dijadikan sebagai bahan souvenir seperti pajangan, penghias akuarium, gantungan kunci dan masih banyak lagi.
- Dapat digunakan sebagai obat asma dan untuk diet karena mengandung protein tinggi dan rendah kolesterol, seperti ubur-ubur.
- Dapat mencegah erosi pantai.
- Dapat dijadikan sebagai ilmu pengetahuan dimasa datang.



8.9 Koral merah (*Corallium rubrum*) dapat dijadikan hiasan



8.10 Ubur-ubur Bulan (*Aurelia aurita*)

3. Platyhelminthes

Platyhelminthes berasal dari bahasa Yunani, yaitu dari kata “platy” artinya pipih dan “helminthes” artinya cacing. Jadi Platyhelminthes adalah cacing pipih.

a. Ciri-ciri Platyhelminthes

- 1) Merupakan hewan multiseluler dan simetris bilateral.

- 2) Tersusun atas tiga lapisan (Triploblastik).
- 3) Habitatnya sebagian besar di air.
- 4) Sistem pencernaannya terdiri atas mulut dan usus, tidak memiliki anus sebagai tempat pengeluarannya.
- 5) Sistem eksresinya disebut sel api karena bentuknya seperti pentol korek api.
- 6) Sistem sarafnya disebut tangga tali yang terdiri atas ganglion otak dan serabut-serabut saraf.
- 7) Sistem transportasi dan respirasi dilakukan secara difusi melalui permukaan tubuh atau kulit.
- 8) Tidak memiliki sistem peredaran darah.

b. Sistem Reproduksi Platyhelminthes

Platyhelminthes merupakan hewan yang menghasilkan 2 macam gamet. Alat penghasil gamet betina adalah ovum, saluran ovum dan kelenjar kuning telur. Sedangkan alat penghasil gamet jantan adalah testis, pori genitalia dan penis.

c. Klasifikasi Platyhelminthes

Platyhelminthes dibagi menjadi tiga kelas, sebagai berikut:

1) Turbellaria

Turbellaria atau lebih sering disebut dengan cacing tongkat merupakan golongan cacing yang bergerak dengan menggunakan otot dibantu oleh bulu-bulu getar yang terdapat pada seluruh permukaan tubuh. Cacing ini bisa dijadikan sebagai bioindikator terhadap kadar pencemaran di suatu perairan. Cacing ini memiliki sistem ekskresi berupa sel api atau *flame cell*. Sistem saraf pada cacing ini disebut sistem saraf tangga tali. Contohnya, *Planaria*, karpas persia (*Pseudobiceros bedfordi*), dan *Pseudoceros dimidiatus*.



8.11 Karpets Persia (*Pseudobiceros bedfordi*)

2) Trematoda

Trematoda merupakan kelompok cacing pipih yang hidup parasit pada hewan dan manusia. Trematoda juga disebut cacing isap karena pada bagian



mulutnya dilengkapi dengan alat pengisap dan kait yang juga berfungsi untuk menghisap sari makanan dari usus inangnya. Siklus hidupnya melibatkan hospes definitif dan intermediet. Hospes definitif adalah hospes tetap tempat hidup cacing dewasa, umumnya vertebrata. Hospes intermediet adalah hospes tempat hidup sementara larva cacing. Contohnya cacing hati (*Fasciola hepatica*), *Chlonorchis sinensis* dan *Opiostorchis sinensis*. Berikut ini adalah daur hidup cacing hati.



Gambar 8.12 Daur hidup cacing hati

3) Cestoda

Cestoda adalah berbagai jenis cacing pita yang semuanya hidup parasit pada hewan dan manusia. Semua cacing pita tidak memiliki alat pencernaan karena sari-sari makanan dapat langsung diserap melalui seluruh permukaan tubuhnya. Tubuhnya beruas-ruas atau biasa disebut proglotid, dimana setiap proglotid mengandung alat reproduksi, ekskresi dan mampu menyerap sari makanan dari inangnya. Contohnya cacing pita sapi (*Taenia saginata*) dan cacing pita babi (*Taenia solium*).



8.13 Cacing pita pada babi (*Taenium solium*)

4. Nematelminthes

a. Ciri-ciri Nematelminthes

Nematelminthes adalah cacing yang berbentuk bulat panjang (gilig). Simetri tubuhnya bilateral, tidak bersegmen serta bersifat triploblastik dengan rongga semu. Cacing ini dapat hidup di tanah lembab, air tawar, air asin. Semua anggota Nematelminthes bersifat parasit.

b. Sistem reproduksi

Nemathelminthes bereproduksi secara seksual melalui fertilisasi internal. Pada kebanyakan spesies, jenis kelaminnya terpisah dan betina berukuran lebih besar dari pada jantan. Alat reproduksi betina tersusun atas ovarium, oviduct, uterus, ovipar, vagina dan vulva. Cacing ini dapat bertelur 100.000-200.000 perhari.

c. Klasifikasi Nemathelminthes

- 1) Cacing tambang (*Ancylostoma duodenale*), cacing ini hidup di dalam usus manusia dan mempunyai alat kait untuk mencengkeram dan menghisap darah. Daur hidupnya hampir sama dengan cacing perut, hanya telurnya menetas di tempat yang becek. Seseorang yang menderita penyakit cacing ini bisa terserang anemia.



8.14 Cacing tambang anjing (*Uncinaria stenocephala*)

- 2) Cacing gelang (*Ascaris lumbricoides*), cacing ini hidup parasit pada usus manusia dan menyebabkan penyakit ascariasis atau cacingan. Cacing ini akan mengambil makanan dan mengisap darah penderita sehingga keadaan orang yang menderita cacingan akan terlihat lebih pucat dan perutnya buncit.



8.15 Cacing gelang (*Ascaris lumbricoides*)

- 3) Cacing kremi (*Oxyuris vermicularis*), cacing ini memiliki ukuran yang kecil, berwarna putih dan hidup di usus besar manusia,

tepatnya di dekat anus. Cacing ini sering menyerang anak-anak kecil. Keberadaan cacing ini sangat mengganggu aktivitas manusia karena dapat menyebabkan rasa gatal. Setelah digunakan untuk menggaruk tangan harus di cuci karena cacing dapat ikut terbawa ke dalam kuku dan jika digunakan untuk makan maka cacing tersebut akan masuk ke dalam perut dan menyebabkan autoinfeksi.



8.16 Cacing kremi (*Oxyuris vermicularis*)

- 4) Cacing filaria (*Wuchereria bancrofti*), cacing ini dapat menyebabkan penyakit kaki gajah yang dapat disebarkan melalui nyamuk culex. Cacing ini nantinya akan menghasilkan telur yang akan menetas menjadi anak cacing berukuran kecil yang disebut mikrofilaria. Selanjutnya mikrofilarioia akan tersebar di dalam darah. Larva ini dapat pindah ke peredaran darah kecil dibawah kulit.



8.17 Cacing Filaria (*Brugia malayi*)

5. Annelida

a. Ciri-ciri Annelida

Annelida adalah salah satu hewan multiseluler dan berbentuk simetris bilateral. Annelida juga memiliki tubuh yang lunak berbentuk silindris atau gilig dan juga beruas-ruas. Ruas di bagian luar tubuhnya

tampak seperti cincin yang disebut annuli, sedangkan ruas tubuhnya bagian dalam berupa septa atau pembatas. Tubuh annelida dibagi menjadi beberapa bagian yaitu anterior (ujung kepala), posterior (ujung ekor), ventral (perut) dan dorsal (punggung). Hampir semua segmen tubuhnya memiliki organel yang sama sehingga disebut segmen metameri. Pada segmen tubuhnya ada yang disebut parapodia yaitu tonjolan otot dengan cilia yang berfungsi untuk membantunya bergerak.

Tapi ada juga beberapa jenis annelida yang tidak memiliki cilia, misalnya cacing tanah. Sistem pencernaan annelida dimulai dari mulut, faring, esophagus, empedal, usus dan yang terakhir anus. Proses respirasi annelida dilakukan melalui diusi pada permukaan tubuhnya atau dengan kulitnya sehingga kulit annelida akan kelihatan lembab.

b. Sistem reproduksi Annelida

Semua Annelida akan berkembang biak secara seksual. Fertilisasi terjadi di dalam tubuh dan ada yang diluar tubuh. Annelida ada yang bersifat hermafrodit dan ada yang berkelamin terpisah.

c. Klasifikasi dan peranan Annelida

Filum Annelida dibagi menjadi tiga kelas, yaitu *Polychaeta*, *Oligochaeta* dan *Hidudinae*.

1) *Polychaeta*, merupakan kelompok cacing berambut banyak yang memiliki ciri-ciri permukaan tubuhnya memiliki rambut-rambut kaku, setiap segmen tubuhnya terdapat parapodia yang digunakan untuk bergerak dan berenang, mempunyai kelamin terpisah (diseus) dan sebagian monoseus, fertilisasi dilakukan secara eksternal, habitatnya di laut dan sistem pencernannya menggunakan mulut, faring, esophagus, usus dan anus. Cacing ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan yang mengandung protein tinggi. Contohnya cacing palolo (*Eunice viridis*) dan cacing wawo (*Lysidice oele*).



8.18 cacing palolo (*Eunice viridis*)

- 2) Oligochaeta, merupakan kelompok cacing yang memiliki sedikit rambut. Cacing ini memiliki ciri tubuhnya terbagi menjadi selom dan memiliki segmen dibagian dalam dan luar tubuhnya, sistem sirkulasi tertutup, sebagian besar hidup di air tawar atau di darat. Cacing ini bersifat hermaphrodit, tidak berparapodia, dan mempunyai beberapa setae. Contohnya, cacing gelang (*Aelosoma sp.*), cacing tanah raksasa (*Megacolides australis*) dan cacing merah (*Lumbricus terrestris*).



8.19 Cacing tanah raksasa (*Megacolides australis*)

- 3) Hirudinae, merupakan kelompok cacing yang hidup di air tawar atau di darat. Kelas ini mempunyai anggota yang hidup parasit dan tidak mempunyai parapodia. Tubuhnya tersusun atas 33 segmen, 1 buah prostomium, alat pengisap berupa posterior atau anterior, bersifat hermaphrodit dan mempunyai banyak jaringan ikat. Contohnya, *Hirudo medicinalis* (lintah).



8.20 Lintah (*Hirudo medicinalis*)

6. Mollusca

a. Ciri-ciri Mollusca

Mollusca merupakan hewan yang memiliki tubuh lunak. Hewan ini memiliki sifat kosmopolit, artinya hewan ini terdapat dimana-mana. Hewan ini sebagian besar dilindungi oleh cangkang, meskipun ada juga yang tidak memiliki cangkang. Mollusca sudah memiliki sistem pencernaan, peredaran darah, respirasi, ekskresi, dan sistem saraf.



Gambar 8.21 Cumi-cumi (*Loligo vulgaris*)

b. Klasifikasi Mollusca

- 1) Amphineura, dibedakan menjadi tiga kelas, yaitu Aplousobranchia (tidak bercangkang), Monoplousobranchia (bercangkang tunggal), dan Polyplousobranchia (memiliki susunan cangkang). Contohnya kiton (*Chiton*).



8.22 Cradle laut (*Callochiton crocinus*)

- 2) Gastropoda, merupakan anggota filum mollusca yang menggunakan perut untuk berjalan. Semua gastropoda memiliki

cangkang untuk berlindung, kecuali Vaginulae. Contohnya, *Achatina fulica* (Bekicot).



8.23 Bekicot (*Achatina fulica*)

- 3) Scaphopoda, hewan ini hidupnya berada di dasar perairan atau terpendam dalam pasir dan lumpur. Cangkang hewan ini mirip dengan bentuk gading, namun memiliki ujung yang terbuka. Contohnya siput gigi (*Dentalium vulgare*).



8.24 Siput gigi (*Dentalium vulgare*)

- 4) Paleocypoda (Bivalvia), hewan ini disebut bivalvia karena tubuhnya dilindungi oleh cangkangnya yang setangkup, memiliki tubuh simetri bilateral. Hewan dengan golongan ini bernapas dengan insang yang berlapis-lapis berbentuk seperti lembaran sehingga disebut juga Lamellibranchiata. Dari celah cangkangnya akan keluar kaki yang pipih seperti mata kapak sehingga hewan ini disebut paleocypoda. Contohnya, kerang mutiara (*Meleagrina margaritivera*).



8.25 kerang mutiara (*Maleagrina margaritivera*).

- 5) Cephalopoda, hewan yang tergolong kelas ini adalah yang memiliki kaki yang terdapat di kepala. Contohnya cumi-cumi (*Loligo*), gurita (*Octopus*), dan Nautilus. Cephalopoda memiliki kantong tinta yang dapat digunakan untuk mempertahankan diri dari pemangsa, kecuali Nautilus. Nautilus mempertahankan diri dengan mengubah warna kulitnya sesuai dengan warna lingkungan hewan ini berada.



8.26 Cumi-cumi (*Loligo*)

c. Peranan Mollusca

- 1) Sebagai bahan makanan karena mengandung protein hewani, contohnya kerang dan cumi-cumi.
- 2) Sebagai hiasan yang memiliki nilai jual tinggi, contohnya kerang mutiara.
- 3) Mollusca bercangkang dapat dijadikan cinderamata dan hiasan rumah.
- 4) Sebagai detritivor, contohnya bekicot dan siput.

7. Arthropoda

a. Ciri-ciri Arthropoda

Arthropoda adalah hewan yang kakinya beruas-ruas. Ciri dari Arthropoda adalah tubuh terbagi atas caput dan kepala, *thorax* atau dada, dan abdomen atau perut. Memiliki eksoskeleton yang tersusun atas zat kitin. Sistem peredaran darahnya terbuka, dalam darah tidak mengandung hemoglobin sehingga darah hanya berfungsi mengedarkan sari-sari makanan dan oksigen melalui sistem trakea. Alat ekskresi berupa badan malpighi dan nefridia.



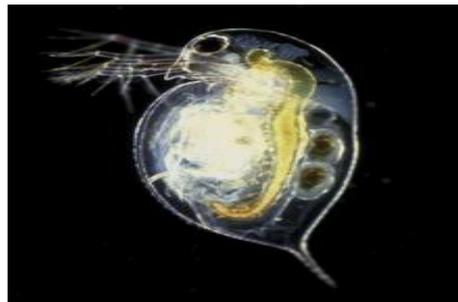
Gambar 8.23

Caridea

b. Klasifikasi Arthropoda

1) Crustacea

Ciri-ciri Crustacea adalah hidup di air, bernafas dengan insang, eksoskeleton keras dan terdiri dari zat kitin yang berlendir, mempunyai sepasang antena dan alat tambahan bercabang dua (tipikal biramus), serta kepala bersegmen dengan dada membentuk sefalotoraks. Contohnya kutu air (*Daphnia sp.*), udang pengko (*empusca*).



8.24 Kutu air (*Daphnia sp*)

2) Insecta

Insecta meliputi semua jenis serangga dan merupakan kelas terbesar dari Arthropoda. Serangga merupakan hewan darat, tetapi sebagian kecil ada juga yang hidup di air tawar dan jarang hidup di laut. Insecta mempunyai ukuran tubuh yang bervariasi. Telah memiliki bagian yang jelas antara kepala, dada dan perut. Insecta juga sering disebut Heksapoda yakni mempunyai kaki

enam (3 pasang). Contohnya, Kutu buku (*Lepisma*), kepik (*Hemiptera*), semut singa (*Neuroptera*) dan capung (*Odonata*).



8.25 Kumbang koksi (Lady beetles)

3) Myriapoda

Myriapoda merupakan hewan yang berkaki seribu. Tubuh Myriapoda hanya memiliki kepala dan perut, dengan segmen perut mencapai 10 hingga 200 segmen. Contohnya lipan kaki kuning raksasa (*Scolopendra*).



8.26 Lipan kaki kuning raksasa (*Scolopendra*)

4) Arachnoidea

Tubuhnya terdiri atas sefalotoraks dan abdomen. Pada bagian dorsal tubuhnya memiliki perisai karapaks yang tersusun atas zat kitin. Hewan ini memiliki empat pasang kaki yang terdapat di dada untuk berjalan. Dibagian kepala memiliki dua pasang alat mulut, yaitu sepasang alat sengat untuk melumpuhkan mangsa dan alat capit untuk memegang mangsanya. Khusus pada ordo Arachnoidea di daerah posterior terdapat dua lubang yang berfungsi sebagai tempat keluarnya jaring yang disebut spinneret. Alat pernapasan berupa trakea dan paru-paru buku. Contohnya kalajengking (*Scorpio sp.*) laba-laba (*Argyope sp.*).



8.27 laba-laba (*Argyope sp.*)

c. Peranan Arthropoda

Dapat dijadikan sebagai sumber protein bagi manusia, misalnya udang, ikan, kepiting dan rajungan.



8.28 Rajungan bintang (*Portunus sanguinolentus*)



8.29 Udang windu (*Penaeus monodon*)

8. Echinodermata

a. Ciri-ciri Echinodermata

8.2 Echinodermata dapat diartikan sebagai hewan berduri. Hewan ini hidupnya di laut. Selain kulitnya berduri, hewan ini juga mempunyai ciri dengan jumlah organ tubuh kelipatan lima. Rangka tubuhnya merupakan lempeng zat kapur. Sistem saluran air yang dimiliki adalah sistem ambulakral. Sistem ini berfungsi untuk menangkap mangsa dan melakukan pernapasan.



Gambar 8.30 *Echinoidea*

b. Klasifikasi dan Peranan Echinodermata

- 1) Asteroida, memiliki tubuh pipih berbentuk seperti bintang atau pentagonal, terdiri atas lima lengan atau lebih yang tersusun simetri radial. Contohnya, bintang laut besar (*Astria Vulgaris*) dan bintang laut (*Linckia sp.*)



8.31 Bintang laut (*Linckia laevigata*)

- 2) Ophiuroidea, tubuhnya memipih seperti bintang atau pentamerous dengan lengan yang ramping dan fleksibel. Contohnya bintang ular (*Opiotrix fragilis*).



8.32 Bintang ular (*Opiotrix fragilis*)

- 3) Echinoidea, tubuhnya berbentuk bulat tanpa lengan, memiliki duri-duri tubuh panjang, digerakkan oleh otot dan berfungsi untuk berjalan. Contohnya, landak laut (*Echinus sp.*), bulu babi (*Diadema sp.*) dan dolar pasir (*Echinarachinus sp.*)



8.33 Dolar pasir (*Echinarachinus sp.*)

- 4) Holothuroidea, tubuhnya memanjang dalam sumbu oral seperti cacing, simetri biilateral, mulut dan anus terletak pada kedua ujung yang berlawanan. Contohnya, teripang laut (*Cucumaria sp.*) dan teripang koro (*Holothuria sp.*).



8.34 Teripang laut (*Cucumaria sp.*)

- 5) Crinoidea, memiliki tubuh yang menyerupai tumbuhan sehingga sering disebut dengan lili laut. Hidup pada karang atau tumbuhan laut. Contohnya, *lili laut tanpa tangkai (Holopus sp)* *lili laut bertangkai (Ptilocrinus pinnatus)*.



8.35 Lili laut bertangkai (*Ptilocrinus pinnatus*)

Echinodermata merupakan hewan pemakan bangkai dan kotoran di laut sehingga berperan sebagai pembersih lingkungan laut terutama pantai. Beberapa jenis dapat digunakan sebagai bahan makanan, misalnya teripang dan kerangka dari beberapa jenis Echinodermata dapat digunakan sebagai bahan hiasan.

C. Vertebrata

Dalam sistem klasifikasi, Vertebrata merupakan subfilum dari Chordata. Sesuai dengan namanya, kelompok vertebrata mempunyai *columna vertebralis* (ruas-ruas tulang belakang). Secara umum, vertebrata memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Tubuh simetri bilateral, terdiri atas kepala, badan dan ekor.
- 2) Memiliki otak yang dilindungi tengkorak.
- 3) Memiliki tulang punggung.
- 4) Memiliki faring bercelah untuk melindungi insang.
- 5) Memiliki endoskeleton dari tulang sejati dan tulang rawan.

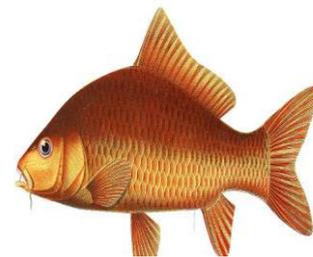
Berdasarkan penutup tubuh, alat gerak dan cara berkembang biaknya Vertebrata dibedakan menjadi lima kelompok, yaitu Pisces, Amphibi, Reptil, Aves dan Mamalia.

1. Pisces

a. Ciri-ciri Pisces

Pada umumnya, Pisces (ikan) hidup di air. Untuk memudahkan gerakannya, tubuh ikan diselubungi oleh sisik yang berlendir. Ikan bergerak menggunakan siri. Selain itu, ikan juga mempunyai gurat sisi yang berfungsi untuk mengetahui tekanan air. Ikan bernafas menggunakan insang yang dilindungi oleh tutu operkulum. Ikan bersifat

poikiloterm atau berdarah dingin. Suhu tubuhnya dapat berubah sesuai dengan suhu lingkungannya. Sistem reproduksinya secara fertilisasi eksternal maupun internal.



Gambar 8.36 Ikan mas
(*Cyprinus carpio*)

b. Klasifikasi dan Peranan Pisces

Klasifikasi Pisces dibedakan menjadi tiga kelas, sebagai berikut

- 1) Agnatha (Ikan tak berahang)

Semua jenis ikan yang termasuk dalam kelas agnatha memiliki ciri-ciri tidak berahang, siripnya tidak berpasangan, rangka tubuhnya tersusun atas tulang rawan serta jantungnya hanya memiliki satu ventrikel. Contohnya ikan vampir (*Lamprey*).



8.37 Ikan vampir (*Lamprey*).

2) Chondrichthyes (Ikan bertulang rawan)

Sesuai dengan namanya, kerangka ikan kelas ini tersusun atas tulang rawan. Mulut dan lubang hidung terletak di bagian ventral. Mempunyai lidah dan rahang, kulitnya bersisik plokoid dan berlendir, jantung beruang dua, habitatnya di laut dan bernafas menggunakan insang. Contohnya, pari bintik biru (*Taeniura iymma*), cucut botol (*Squalus sp*).



8.38 Pari bintik biru (*Taeniura iymma*)

3) Osteichthyes

Sesuai dengan namanya, kerangka ikan ini terbuat dari tulang keras, mulut berahang, bergigi dan berlidah. Kulit berlendir, bersisik ganoid, berwarna pucat mengandung eritrosit yang berinti dan leukosit. Ikan ini juga mempunyai gurat sisi, mata, telinga dalam dengan tiga saluran semistruktur, dan memiliki otolit untuk keseimbangan. Habitatnya di laut, rawa-rawa atau air tawar. Bernafas menggunakan insang. Contohnya, ikan lele (*Clarias batrachus*), belut (*Anguilla sp.*), dan kuda laut (*Hippocampus sp.*).



8.39 Ikan lele (*Clarias batrachus*)

Pisces berperan sebagai sumber makanan yang berprotein tinggi. Selain itu, beberapa jenis ikan juga dijadikan ikan hias dan ikan peliharaan.

2. Amphibi

a. Ciri-ciri Amphibi

Amphibi merupakan kelompok hewan yang memiliki dua habitat yakni di darat dan di air. Pada fase larva (berudu), hewan amphibi hidup di air dan bernafas menggunakan insang, namun setelah dewasa hidup di darat dan bernafas menggunakan paru-paru. Katak mempunyai



Gambar 8.40 Kodok sawah (*Fejervarya cancrivora*)

kulit yang selalu basah untuk membantu pernapasannya karena kulit yang selalu basah ini banyak mengandung pembuluh darah sehingga dapat membantu oksigen berdifusi melalui kulitnya. Katak bersifat poikiloterm atau berdarah dingin. Katak bergerak menggunakan kaki dan memiliki selaput pada jari-jari kakinya yang digunakan untuk berenang. Katak berkembang biak secara eksternal.

b. Klasifikasi Amphibi

Amphibi terbagi menjadi tiga ordo sebagai berikut

1) Apoda

Hewan ini bentuknya seperti cacing, tidak berkaki, dan ekornya pendek, kulitnya lunak mengeluarkan cairan yang merangsang, sisik terpendam dalam kulit, mempunyai tentakel diantara mata dan hidungnya. Contohnya salamander cacing (*Ichtyosis glutinosa*).



8.41 Salamander cacing (*Ichtyosis glutinosa*)

2) Urodela

Cirinya adalahh tubuh terdiri atas kepala, badan, dan ekor. Kaki sama besar, pada saat larva bernafas menggunakan insang setelah dewasa bernafas dengan paru-paru. Contohnya naga air (*Salamander*), monster air (*Axoloti mexinacum*), katak pohon bergaris (*Ranodon sp.*).



8.42 Monster air (*Axoloti mexinacum*)

3) Anura

Cirinya adalah tubuh terdiri atas kepala dan badan, tak berekor dan tak berleher, kaki belakang besar dan kuat untuk melompat. Memiliki selaput renang diantara jari. Bernafas menggunakan kulit. Fertilisasinya secara eksternal dan bernafas menggunakan insang dan kulitnya selalu basah dan berlendir. Contohnya *Fejervarya cancrivora* (katak hijau) dan *Bufo terrestris* (katak bungkong).



8.43 Kata Bungkong (*Bufo terrestris*)

8.44

3. Reptilia

a. Ciri-ciri Reptilia

Reptilia adalah hewan darat yang dapat hidup di air. Hewan ini bernafas dengan pau-paru. Kulit reptilia sangat keras, kering dan bersisik. Kulit reptil yang keras disebabkan oleh adanya zat kitin seperti pada kura-kura. Hewan ini berdarah dingin, bergerak menggunakan perut, seperti ular dan menggunakan keempat kakinya, seperti buaya, komodo, biawak, kadal dan



Gambar 8.44 Iguana laut (*Amblyrhynchus cristatus*)

penyu. Reptilia berkembang biak dengan bertelur dan beranak. Pembuahan terjadi di dalam tubuh induk betina.

b. Klasifikasi Reptilia

Reptilia dibagi menjadi empat ordo

- 1) Ophidia, memiliki ciri tidak mempunyai kaki, lidah bercabang dua dapat dijulurkan dengan keadaan tertutup. Gigi melengkung ke dalam sebagai alat pencengkram mangsa. Memiliki penciuman yang tajam. Contohnya, *Phyton reticulates* (sanca kembang) dan *Naja tripudiansi* (ular kobra).



8.45 Sanca Kembang (*Python reticulatus*)

- 2) Crocodilia, hewan ini memiliki karakteristik berkulit tebal, lidah pipih dan tidak dapat dijulurkan. Di pangkal lidah terdapat lintasan transversal sebagai penutup faring sewaktu membuka mulut di air. Contohnya buaya Indonesia (*Crocodylus porosus*) dan buaya Amerika (*Alligator mississippiensis*).



8.46 Buaya Indonesia (*Crocodylus porosus*)

- 3) Lacertilia memiliki gigi yang melekat pada rahang, lidah dapat dijulurkan, kelopak mata dapat dipejamkan. Contohnya, *Lacertilia agilis* (kadal pasir).



8.47 Kadal Pasir (*Lacertilia agilis*)

- 4) Chelonia, tubuhnya pendek dan lebar dilindungi karapaks dan plastron. Tidak bergigi, lidah tidak dapat dijulurkan. Contohnya, penyu (*Chelonia mydas*), kura-kura raksasa (*Testuda gigantea*), dan kura-kura air tawar (*Chelydra serpentina*).



8.48 Kura-kura air tawar (*Chelydra serpentina*)

Peranan reptilia bagi manusia adalah sebagai predator alami, contohnya ular pemakan tikus di sawah. Tidak hanya itu, juga bisa dijadikan bahan kerajinan seperti tas, sepatu dan dompet. Selain itu, terdapat golongan masyarakat yang meyakini bahwa daging reptil juga memiliki khasiat tertentu jika mengkonsumsinya, contohnya daging ular, biawak dan lain sebagainya.

4. Aves

a. Ciri-ciri Aves

Aves mempunyai bagian tubuh berupa ekor, badan, leher dan kepala. Ciri yang paling terlihat adalah adanya bulu yang menutupi seluruh tubuhnya. Selain untuk terbang, bulu-bulu tersebut juga berfungsi untuk menghangatkan tubuh, Burung bernafas menggunakan paru-paru dan memiliki pundi-pundi udara yang berfungsi untuk menyimpan udara pada saat terbang, berdarah panas (homoioterm) dan mempunyai suhu yang tetap.



Gambar 8.49 Burung unta (*Struthio camelus*)

b. Klasifikasi dan Peranan Aves

Berikut ini beberapa ordo yang termasuk dalam Aves.

- 1) Struthioniformes, contohnya *Struthio camelus* (burung unta).
- 2) Casuariiformes, contohnya *Dromiceius sp.* (burung kasuari).
- 3) Apterygiformes, contohnya *Apteryx sp.* (burung kiwi).
- 4) Procellariiformes, contohnya *Oceanodroma* (albatros kecil).
- 5) Strigiformes, contohnya *Tyto alba*, *Bubo sp.* (burung hantu)



8.50 Burung unta (*Struthio camelus*)



8.51 Burung Kasuari (*Dromiceius sp*)



8.52 Albatros (*Oceanodroma*)



8.53 Burung hantu (*Bubo sp.*)



8.54 Burung Kasuari (*Dromiceius sp.*)

Kelompok aves dikenal melalui telurnya. Seperti telur ayam, itik dan burung unta yang dapat dijadikan sebagai sumber protein tinggi. Dalam suatu ekosistem, burung memiliki peranan penting, misalnya sebagai predator.

5. Mamalia

a. Ciri-ciri Mamalia

Mammalia merupakan hewan yang memiliki kelenjar susu, perkembangan otaknya paling sempurna, merupakan hewan menyusui dan homoiterm (berdarah panas). Alat gerakanya berupa kaki, sedangkan yang hidup di air menggunakan sirip. Mereka bernafas menggunakan paru-paru dan peredaran darahnya tertutup. Tubuh dan kulitnya ditumbuhi rambut dan keringat.



Gambar 8.55 Koala
(*Phascolarctos cinereus*)

b. Klasifikasi Mammalia

- 1) Monotremata, contohnya *Platypus* dan *Tachyglossus sp.* (Echidna).
- 2) Marsupialia, contohnya *Macropus sp.* (Kanguru) dan koala.
- 3) Chiroptera, contohnya *Rhinolopus affinis* (kelelawar) dan *Pteropus vampyrus* (Kalong).
- 4) Insectivora, contohnya *Suncus marinus* (tikus celurut).
- 5) Rodentia, contohnya *Rattus sp* (tikus) dan *Cavia cobaya* (Marmut).
- 6) Carnivora, contohnya anjing (*Canis familiaris*), singa (*Felis tigris*), serigala abu-abu (*Canis lupus*)
- 7) Proboscidae, contohnya gajah (*Elephas sp*).
- 8) Primata, contohnya simpanse (*Troglodytes*), *Gorilla gorilla*, orang utan kalimantan (*Pongo pygmeus*) dan manusia (*Homo sapiens*).



8.56 Echidna (*Tachyglossus*)



8.57 Koala (*Phascolarctos cinereus*)



8.58 Tikus celurut (*Suncus
marinus*)



8.59 Marmut (*Cavia
cobaya*)

EKOSISTEM

KOMPETENSI INTI

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

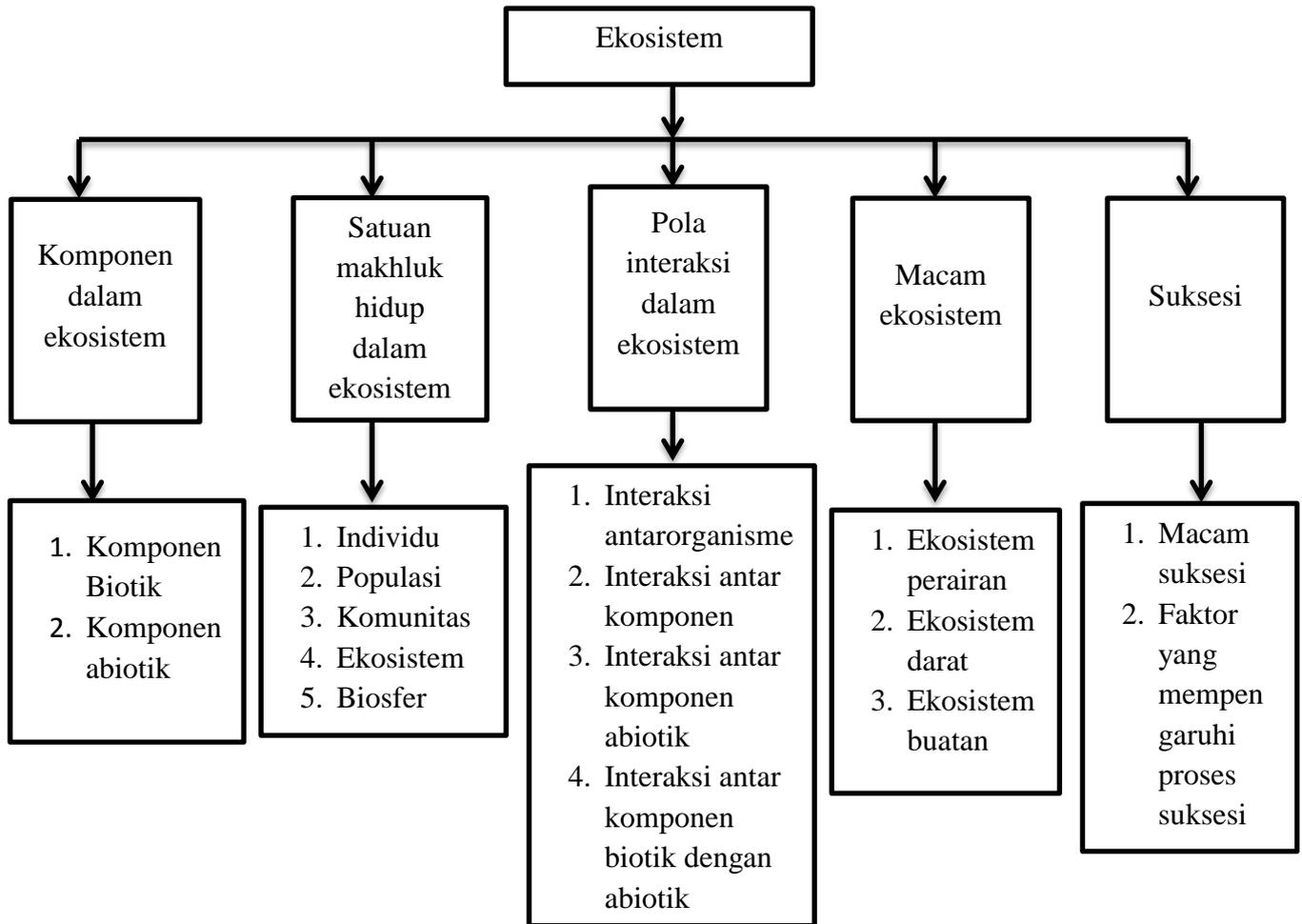
KOMPETENSI DASAR

- 3.10 Menganalisis komponen-komponen ekosistem dan interaksi antar komponen tersebut.
- 4.10 Menyajikan karya yang menunjukkan interaksi antar komponen ekosistem (jaring-jaring makanan, siklus biogeokimia)

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik mampu menguasai kompetensi sebagai berikut:

1. Menjelaskan komponen-komponen penyusun ekosistem.
2. Membedakan penggunaan istilah habitat, nisia, populasi, komunitas, ekosistem, faktor biotik dan faktor abiotik.
3. Mengidentifikasi berbagai interaksi yang terjadi dalam ekosistem.
4. Menghubungkan pengertian rantai makanan, jaring-jaring makanan, piramida ekologi, siklus materi dan daur energi.
5. Menjelaskan berbagai macam ekosistem.



APERSEPSI

Amatilah lingkungan di sekitar anda. Ada berbagai makhluk hidup yang dijumpai. Misalnya, tumbuhan seperti rerumputan atau pepohonan, burung, semut, kupu-kupu dan bunga. Adanya berbagai makhluk hidup tersebut dapat bertahan karena melakukan interaksi dengan makhluk hidup lain dan juga



lingkungannya. Tidak ada satupun makhluk hidup yang mampu hidup sendiri tanpa bantuan orang lain. Pada hubungan tersebut akan terjadi saling ketergantungan satu sama lain dalam suatu ekosistem. Tahukah anda apa yang dimaksud dengan ekosistem? Dapatkah anda menyebutkan komponen penyusun ekosistem? Untuk menjawab kedua pertanyaan tersebut, mari pelajari materi berikut.

RINGKASAN MATERI

A. Konsep Ekosistem

Ekosistem merupakan kesatuan dari seluruh komponen yang membangunnya. Di dalam suatu ekosistem terdapat kesatuan proses yang saling terkait dan mempengaruhi antar semua komponen. Pada suatu ekosistem terdapat komponen yang hidup (biotik) dan komponen tak hidup (abiotik). Ekosistem juga diartikan sebagai suatu fungsional dasar dalam ekologi, mengingat bahwa didalamnya tercakup organisme dan lingkungan abiotik yang saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya. Ekosistem juga merupakan benda yang memiliki ukuran beranekaragam menurut tingkat organisasinya.

1. Komponen Biotik

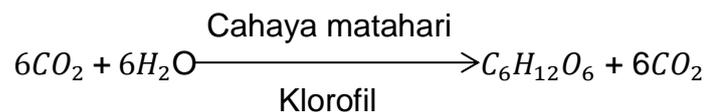
Komponen biotik terdiri atas seluruh makhluk hidup yang ada di dalam suatu ekosistem, seperti manusia, hewan, tumbuhan dan mikroorganisme. Komponen biotik di bedakan menjadi 3 golongan yaitu produsen, konsumen dan dekomposer.

a. Produsen

Produsen disebut juga organisme autotrof adalah organisme yang mampu menghasilkan makanannya sendiri. Berdasarkan cara memperoleh makanannya, organisme autotrof dibagi menjadi dua yaitu fotoautotrof dan kemoautotrof.

- 1) Fotoautotrof adalah organisme yang dapat menggunakan sumber energi cahaya untuk mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik. Contohnya tumbuhan hijau.
- 2) Kemoautotrof adalah organisme yang dapat memanfaatkan energi dari reaksi kimia untuk membuat makanan sendiri dari bahan organik. Contohnya bakteri nitrat dan nitrit.

Sebagai produsen, tumbuhan hijau mampu menghasilkan makanan (karbohidrat) melalui proses fotosintesis sebagai berikut.



Dengan demikian produsen merupakan sumber energi utama bagi organisme lain, yaitu konsumen.

b. Konsumen

Konsumen adalah makhluk hidup yang tidak dapat membuat makanannya sendiri, tetapi menggunakan bahan yang dihasilkan oleh produsen atau dari konsumen lain yang menjadi mangsanya. Konsumen disebut juga organisme heterotrof, yakni organisme yang bergantung pada organisme lain. Berdasarkan jenis makanannya, konsumen dibedakan menjadi herbivora, karnivora dan omnivora.

- 1) Herbivora adalah makhluk hidup yang mendapatkan makanan dari tumbuhan saja. Contohnya, sapi, kambing, kelinci, rusa dan kerbau.
- 2) Karnivora adalah makhluk hidup yang mendapatkan makanannya dengan memakan makhluk lain atau disebut juga pemakan daging. Contohnya, harimau, singa dan buaya.
- 3) Omnivora adalah makhluk hidup yang memperoleh makanannya dengan cara memakan tumbuhan dan daging organisme lain atau

disebut juga pemakan segala. Contohnya, musang, kera dan manusia.

Berdasarkan kedudukannya dalam ekosistem, konsumen dibedakan menjadi konsumen tingkat pertama, kedua, ketiga dan seterusnya.

- 1) Konsumen tingkat pertama adalah makhluk hidup yang secara langsung memakan tumbuhan (produsen). Dalam hal ini kedudukan konsumen tingkat pertama adalah herbivora.
- 2) Konsumen tingkat kedua adalah konsumen yang memakan konsumen tingkat pertama/herbivora. Dengan kata lain, karnivora adalah konsumen tingkat kedua.
- 3) Konsumen tingkat ketiga adalah konsumen yang memakan konsumen tingkat kedua, demikian seterusnya.

c. Pengurai (Dekomposer)

Pengurai atau dekomposer adalah organisme heterotrof yang menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme mati (bahan organik kompleks) menjadi bahan-bahan anorganik yang lebih sederhana. Dekomposer menyerap sebagian hasil penguraian tersebut dan sebagian lagi dilepaskan untuk dimanfaatkan kembali oleh produsen. Organisme yang termasuk dekomposer adalah bakteri dan jamur.



Gambar 9.1 Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*)

d. Detritivor

Detritivor adalah organisme heterotrof yang memakan bahan organik berupa sampah atau serasah yang disebut detritus (misalnya sampah daun atau kotoran) menjadi partikel-partikel organik yang lebih kecil. Contohnya cacing, siput, keluwang dan teripang. Adanya detritivor akan mempermudah kerja dekomposer.



Gambar 9.2 Kaki seribu (*Trigoniulus corallinus*)

2. Komponen Abiotik

Komponen abiotik terdiri atas semua benda tak hidup yang ada di sekitar makhluk hidup. Komponen abiotik, antara lain tanah, air, udara, cahaya matahari, suhu dan kelembapan.

a. Tanah

Tanah merupakan tempat hidup bagi berbagai makhluk hidup, seperti manusia, hewan dan tumbuhan. Adapun sifat fisik tanah yang berperan dalam ekosistem adalah susunan dan kemampuan tanah menahan air. Selain itu, sifat kimia tanah seperti keasaman dan kandungan unsur hara juga berperan dalam ekosistem serta dapat mempengaruhi kehidupan makhluk hidup.

b. Air

Air merupakan zat mutlak diperlukan oleh makhluk hidup. Air sangat penting untuk menunjang kelangsungan hidup makhluk hidup sebagai pelarut dalam reaksi-reaksi kimia dalam tubuh. Air juga dibutuhkan bagi tumbuhan hijau untuk fotosintesis. Tanpa adanya air, reaksi kimia dalam sel akan terhambat.

c. Udara

Selain air, udara juga sangat diperlukan untuk makhluk hidup. Udara mengandung bermacam-macam gas yang diperlukan oleh makhluk hidup. Misalnya gas oksigen diperlukan makhluk hidup untuk bernapas dan proses biooksidasi.

d. Cahaya Matahari

Cahaya matahari merupakan sumber energi terbesar di Bumi. Cahaya matahari umumnya digunakan untuk fotosintesis pada tumbuhan. Selain itu, cahaya matahari juga memberikan rasa hangat untuk semua makhluk dan diperlukan untuk membantu pertumbuhan tulang pada manusia dan hewan.

e. Suhu

Suhu lingkungan sangat mempengaruhi kehidupan makhluk hidup. Setiap makhluk hidup memerlukan suhu optimum untuk kegiatan metabolisme dan perkembangbiakan.

f. Kelembapan

Pada batas tertentu, tanah dan udara yang lembap memberikan pengaruh yang baik bagi pertumbuhan tumbuhan. Pada golongan hewan tertentu seperti cacing, kelembapan udara sangat berpengaruh pada kehidupannya.

B. Satuan Makhluk Hidup dalam Ekosistem

Suatu ekosistem sendiri dibentuk oleh satuan-satuan makhluk hidup (biotik) dan makhluk tak hidup (abiotik). Satuan dalam ekosistem terdiri atas individu, populasi, ekosistem, komunitas dan biosfer.

1. Individu

Sama halnya dengan sel dalam organisasi kehidupan, individu merupakan satuan fungsional dan struktural terkecil dalam ekosistem. Individu adalah satu makhluk hidup tunggal. Contohnya adalah seorang manusia, seekor sapi, seekor semut, seekor kupu-kupu, satu pohon mangga, satu pohon ja



Gambar 9.3 Sapi (*Bos taurus*)

2. Populasi

Populasi merupakan sekelompok individu dari spesies makhluk hidup sejenis yang menempati suatu kawasan tertentu. Kumpulan dari spesies sapi akan membentuk populasi sapi. Kumpulan dari spesies ikan akan membentuk populasi ikan.



Gambar 9.4 Populasi burung Flamingo

3. Komunitas

Komunitas merupakan kumpulan bermacam-macam populasi yang saling berinteraksi dan menempati kawasan tertentu. Di dalam komunitas terjadi interaksi diantara organisme-organisme yang membentuk komunitas tersebut. Contohnya komunitas pada rumput yang terdiri atas popu



Gambar 9.5 Komunitas pi.

4. Ekosistem

Ekosistem merupakan hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Berdasarkan proses



terbentuknya, ekosistem dibedakan menjadi ekosistem alami dan ekosistem buatan. Selain itu, berdasarkan habitatnya, ekosistem juga dapat dibedakan menjadi ekosistem darat dan ekosistem perairan.

5. Biosfer

Biosfer adalah kumpulan ekosistem yang ada di bumi beserta atmosfer (udara) yang melingkupinya.

C. Pola Interaksi dalam Ekosistem

Semua makhluk hidup selalu bergantung pada makhluk hidup yang lain. Saling ketergantungan ini akan membentuk suatu pola interaksi. Tiap individu akan selalu berhubungan dengan individu lain yang sejenis atau lain jenis, baik individu dalam satu populasinya atau individu-individu dari populasi lain. Interaksi demikian banyak ditemui di sekitar kita.

1. Interaksi Antarorganisme

Interaksi antarorganisme dalam komunitas merupakan interaksi yang intraspesifik. Dalam interaksinya, ada yang sangat erat dan ada yang kurang erat. Interaksi antarorganisme dapat dikategorikan sebagai berikut.

a. Netralisme

Netralisme adalah hubungan antara dua makhluk hidup dimana keduanya tidak saling memengaruhi. Tetapi pada kenyataannya, interaksi jenis ini sangat sukar untuk ditemui karena semua makhluk hidup yang berada pada suatu ekosistem secara langsung maupun tidak langsung akan memengaruhi keberadaan yang lain.

b. Kompetisi

Kompetisi merupakan pola interaksi antar organisme berupa persaingan untuk mendapatkan sumber daya yang jumlahnya terbatas dan sama-sama dibutuhkan oleh dua makhluk hidup yang bersaing. Kompetisi dibedakan menjadi dua macam, sebagai berikut.



Gambar 9.7 Kompetisi intraspesifik

- 1) Kompetisi intraspesifik, yaitu kompetisi yang terjadi antara dua makhluk hidup sejenis. Contohnya, dua ekor singa bersaing memperoleh hewan buruan.
- 2) Kompetisi interspesifik, yaitu kompetisi yang terjadi antara dua makhluk hidup yang berbeda jenisnya. Contohnya persaingan antara kambing dan sapi untuk memperoleh rumput, serta persaingan lebah dan kumbang yang memperebutkan madu atau nektar dari bunga.

c. Predasi

Predasi adalah pola interaksi dimana hewan yang satu memangsa hewan yang lain. Makhluk hidup yang memangsa disebut pemangsa (predator) dan yang dimangsa disebut mangsa (*prey*). Contohnya singa yang memangsa zebra.



9.8 Predasi

d. Simbiosis

Simbiosis adalah bentuk hubungan yang sangat erat antara dua jenis makhluk hidup yang berbeda. Berdasarkan ada tidaknya pihak yang diuntungkan maupun dirugikan, simbiosis dibedakan menjadi tiga macam, yaitu simbiosis mutualisme, komensalisme dan parasitisme.

1) Simbiosis mutualisme

Simbiosis mutualisme merupakan simbiosis dimana kedua pihak saling diuntungkan. Contohnya bunga dan lebah. Bunga menghasilkan madu yang disukai lebah dan lebah membantu penyerbukan bunga. Oleh karena itu, hubungan antara keduanya disebut simbiosis mutualisme.



Gambar 9.9 Simbiosis mutualisme

Salah satu jenis simbiosis mutualisme adalah protokeoperasi. Protokeoperasi, yaitu interaksi antara dua spesies atau lebih yang masing-masing saling memperoleh keuntungan adanya asosiasi, tetapi asosiasi yang terjadi bukan keharusan. Contohnya, hubungan kerbau dengan burung jalak. Burung jalak bertengger diatas punggung kerbau dan mematuk kutu yang ada. Dari interaksi

tersebut, jalak memperoleh makanan dan kutu pada kerbau berkurang sehingga kerbau dapat hidup lebih sejahtera. Interaksi ini bukan suatu keharusan, artinya tanpa interaksi tersebut kerbau dan jalak tetap mampu mempertahankan hidupnya.

2) Simbiosis komensalisme

Simbiosis komensalisme merupakan simbiosis dimana salah satu pihak diuntungkan, sementara pihak yang lain tidak dirugikan ataupun diuntungkan. Contohnya, ikan hiu dan remora. Pada hubungannya dengan ikan hiu, ikan remora memperoleh keuntungan dengan memperoleh perlindungan serta mendapatkan sisa-sisa makanan dari ikan hiu yang ditumpanginya. Di sisi lain, ikan hiu tidak memperoleh keuntungan apa-apa, tetapi tidak pula dirugikan atas keberadaan ikan remora. Selain itu, simbiosis komensalisme dapat pula dijumpai pada anggrek, paku tanduk rusa atau tumbuhan epifit lain dengan pohon inangnya.



Gambar 9.10 Simbiosis komensalisme

3) Simbiosis parasitisme

Simbiosis parasitisme merupakan simbiosis dimana salah satu pihak diuntungkan, sementara pihak yang lain dirugikan. Contohnya, hubungan antara benalu atau tali putri dengan pohon inangnya.



Gambar 9.11 Simbiosis parasitisme

e. Antibiosis

Antibiosis atau amensalisme adalah suatu interaksi yang satu pihak merasa dirugikan, sementara pihak lain tidak diuntungkan maupun dirugikan. Salah satu bentuk amensalisme adalah alelopati, yaitu interaksi salah satu populasi menghasilkan senyawa kimia



9.12 Antibiosis

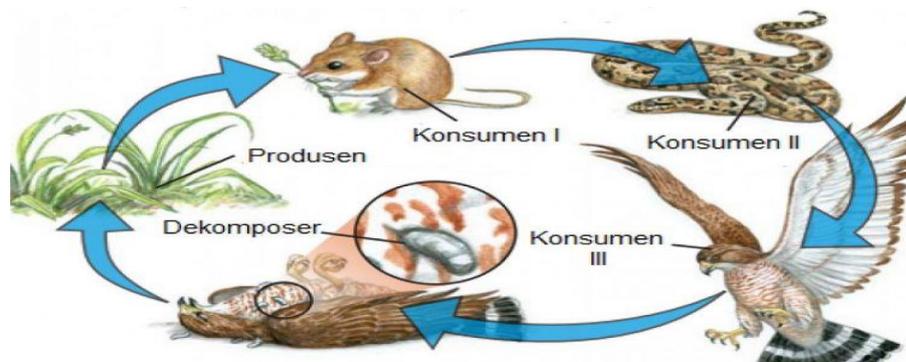
beracun yang menghambat pertumbuhan populasi lain. Contoh alelopati adalah *Penicillium* yang menghasilkan antibiotik penisilin yang menghambat pertumbuhan bakteri yang ada di sekitarnya.

2. Interaksi Antarkomponen Biotik

Berdasarkan fungsi dan perannya, komponen biotik dibedakan menjadi produsen, konsumen dan pengurai. Diantara ketiga komponen biotik tersebut terjadi interaksi dan saling ketergantungan. Interaksi antarkomponen biotik dapat digambarkan melalui rantai makanan, jaring-jaring makanan, piramida makanan dan aliran energi.

a. Rantai Makanan

Makhluk hidup memerlukan makanan untuk kelangsungan hidupnya. Dalam suatu ekosistem terdapat hubungan makan dan dimakan sehingga terbentuklah rantai makanan. Rantai makanan dimulai dari tumbuhan hijau yang berperan sebagai produsen. Peristiwa makan dan dimakan antarorganisme dalam suatu ekosistem membentuk struktur trofik yang bertingkat-tingkat. Peristiwa rantai makanan terjadi di ekosistem perairan maupun daratan.

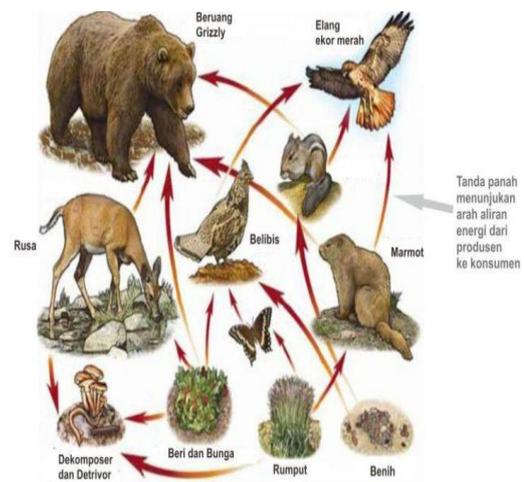


Gambar 9.12 Rantai makanan di ekosistem sawah

Pada rantai makanan, gangguan pada salah satu komponen akan menyebabkan gangguan pada seluruh rantai makanan. Sebagai contoh, jika populasi katak menurun maka populasi belalang akan meningkat karena tidak adanya pemangsa yang mengendalikan populasi belalang.

b. Jaring-jaring makanan

Jaring-jaring makan merupakan sekumpulan rantai makanan yang saling berhubungan dalam ekosistem. Adanya jaring-jaring makanan disebabkan setiap organisme tidak hanya memiliki satu mangsa dan satu pemangsa. Berdasarkan gambar disamping,

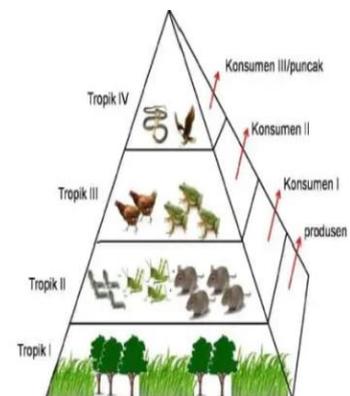


Gambar 9.13 Jaring-jaring makanan

makanan yang sederhana dapat membentuk rantai makanan yang rumit dan kompleks. Makin rumit suatu rantai makanan, maka ekosistem tersebut berada dalam keadaan seimbang. Hal ini disebabkan hilangnya salah satu spesies dalam ekosistem dapat cepat digantikan oleh spesies lain sehingga rantai makanan tetap berjalan.

c. Piramida makanan

Rantai makanan dapat digambarkan dalam bentuk piramida makanan. Piramida makanan dibedakan menjadi piramida jumlah, piramida biomassa dan piramida energi. Bentuk piramida makanan akan makin mengerucut keatas. Dalam piramida makanan, produsen akan selalu menempati dasar piramida. Jumlah produsen pada dasar piramida selalu lebih



Gambar 9.14 Piramida makanan

jumlah trofik yang ada di atasnya dan konsumen puncak memiliki jumlah yang paling sedikit dari pada komponen ekosistem yang lain. Hal ini penting bagi keseimbangan ekosistem. Apabila jumlah produsen lebih kecil dari pada konsumen akan terjadi kelangkaan pangan dan akibatnya konsumen bisa mati dan rantai makanan akan terputus.

3. Interaksi antarkomponen abiotik

Interaksi antarkomponen abiotik terlihat pada interaksi intensitas cahaya matahari dengan suhu dan kelembapan. Makin tinggi intensitas

cahaya maka suhu udara makin meningkat dan kelembapan udara menurun, begitu pula sebaliknya. Berbagai faktor abiotik, seperti angin, suhu udara, kelembapan udara dan tekanan udara juga saling berinteraksi membentuk cuaca.

4. Interaksi Antarkomponen Biotik dengan Abiotik

Interaksi yang terjadi antarkomponen biotik dan abiotik ditunjukkan pada peristiwa aliran energi serta daur materi dalam bentuk daur biogeokimia.

a. Aliran energi

Sumber energi utama di Bumi adalah materi. Energi cahaya matahari diubah menjadi energi kimia oleh tumbuhan. Pada peristiwa makan dan dimakan, energi kimia terus mengalir dan berpindah dari tubuh makhluk hidup yang menjadi mangsa ke pemangsanya. Ketika makhluk hidup tersebut mati makan energi tersebut akan dibebaskan oleh dekomposer. Oleh sebab itu, aliran energi bukanlah sebuah siklus. Perlu diketahui bahwa, makin tinggi tingkat trofik makhluk hidup maka makin sedikit pula energi yang diperolehnya. Hal ini disebabkan selalu ada sebagian energi yang digunakan untuk beraktivitas.

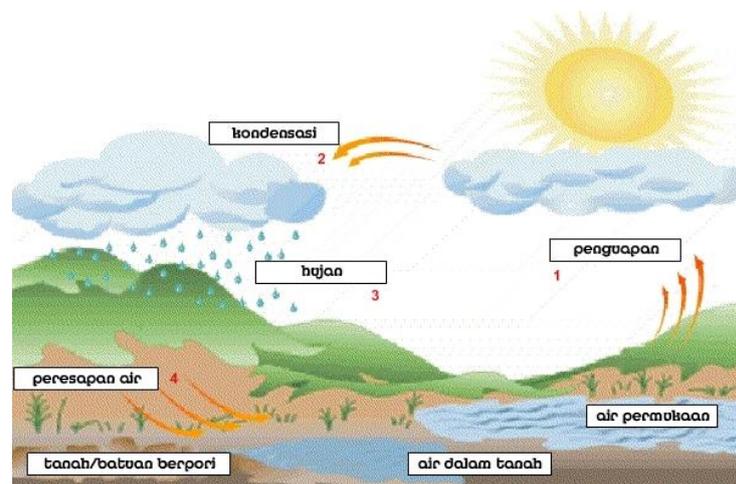
b. Daur materi

Daur materi merupakan suatu siklus, artinya jika suatu organisme mati, tidak berarti aliran materinya berhenti. Aliran tersebut melibatkan unsur senyawa kimia yang mengalami perpindahan lewat organisme (biotik) dan beredar kembali ke lingkungan fisik (biotik) yang disebut daur biogeokimia. Daur biogeokimia meliputi daur air, daur sulfur, daur nitrogen serta daur karbon dan oksigen.

1) Daur air

Jumlah air di Bumi selalu tetap karena adanya daur air. Air yang berada di permukaan bumi menguap karena panas matahari (evaporasi) dan dengan bantuan tumbuhan (transpirasi). Kedua proses tersebut berjalan bersamaan maka sering disebut evapotranspirasi. Air yang menguap akan berubah menjadi uap air yang berkumpul menjadi awan. Suhu

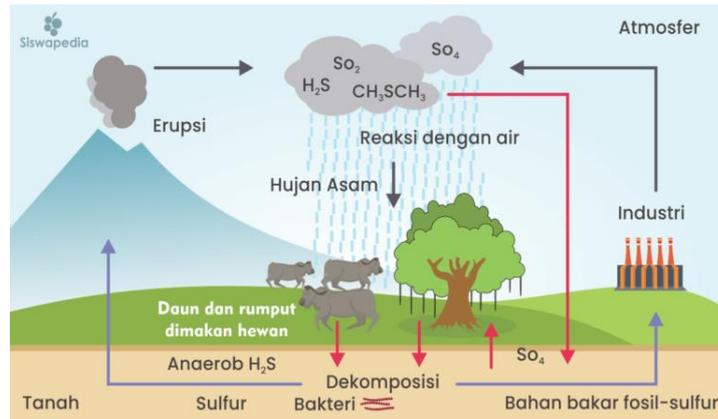
atmosfer yang dingin akan menyebabkan uap air terkondensasi menjadi titik-titik air. Apabila awan sudah jenuh, titik-titik air tersebut akan turun sebagai hujan. Air hujan akan mengisi sumber-sumber air di permukaan bumi yang kemudian akan menguap dan siklus dimulai kembali.



9.15 Daur air

2) Daur sulfur

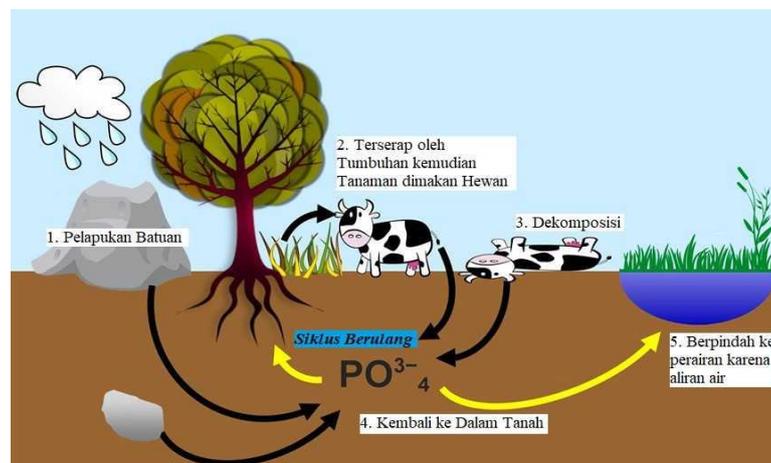
Tumbuhan menyerap sulfur dari tanah dalam bentuk sulfat (SO_4). Ketika hewan memakan tumbuhan, sulfur berpindah ke tubuh hewan dan kembali ke tanah saat hewan dan tumbuhan mati dan diuraikan. Proses daur sulfur juga dibantu oleh beberapa bakteri, antara lain *Desulfomaculum* dan *Desulfibrio* yang mereduksi sulfat menjadi sulfida dalam bentuk Hidrogen sulfida (H_2S) kemudian digunakan oleh bakteri *Chromatium* untuk melepaskan sulfur. Sulfur dioksidasi menjadi sulfat oleh bakteri *Thiobacillus*.



9.16 Daur sulfur

3) Daur Fosfor

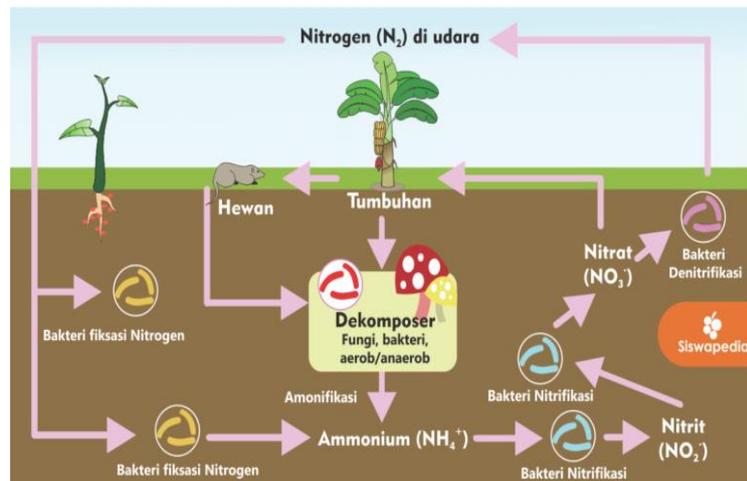
Fosfor merupakan unsur yang penting pembentukan asam nukleat, protein, ATP dan senyawa organik lainnya. Senyawa fosfor yang ada di Bumi tersimpan dalam batuan. Fosfor satu-satunya daur zat yang tidak berupa gas sehingga daurnya tidak melalui udara. Sebagian besar fosfor mengalir ke laut dan terikat pada endapan di perairan atau dasar laut. Begitu sampai di laut hanya ada dua mekanisme untuk daur ulangnya ke ekosistem darat, salah satunya melalui burung-burung laut yang mengambil fosfor melalui rantai makanan laut dan mengembalikan ke darat melalui kotorannya, kemudian masuk ke rantai makanan.



9.17 Daur sulfur

4) Daur nitrogen

Daur nitrogen dimulai dari pengikatan (fiksasi) nitrogen bebas dari atmosfer oleh bakteri penambat nitrogen. Misalnya *Azotobacter*, *Clostridium*, dan *Rhizobium* yang bersimbiosis dengan akar tumbuhan polong-polongan, serta ganggang *Anabaena* dan *Nostoc* yang bersimbiosis dengan paku air *Azolla pinata*. Nitrogen diubah oleh produsen menjadi protein dan masuk ke tubuh konsumen melalui rantai makanan. Setelah tumbuhan atau hewan mati, pengurai merombak protein melalui proses amonifikasi menjadi gas amonia (NH_3) dan garam amonium (NH_4). Bakteri *Nitrosomonas* mengubah amonia dan senyawa amonium menjadi nitrat, yang kemudian diubah menjadi nitrit oleh *Nitrobacter*. Proses ini disebut nitrifikasi. Nitrat dapat diserap oleh akar tumbuhan kembali atau diubah kembali menjadi nitrogen bebas oleh bakteri denitrifikasi. Nitrogen yang dihasilkan akan kembali ke atmosfer.

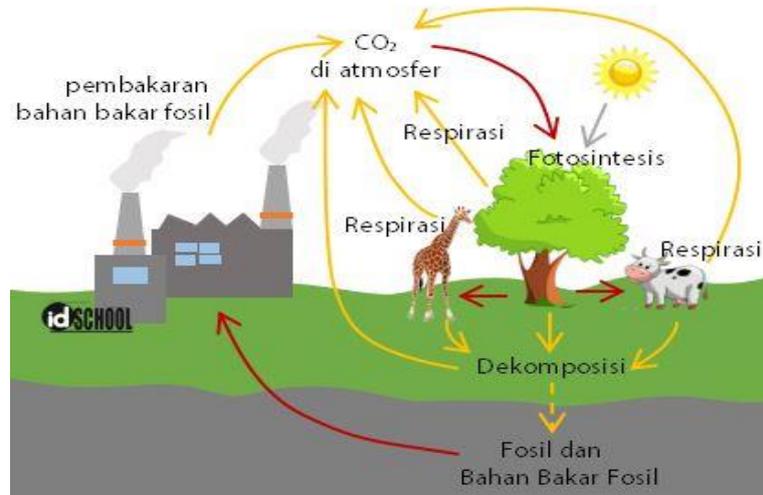


9.18 Daur Nitrogen

5) Daur karbon dan oksigen

Di atmosfer, karbon terdapat dalam bentuk gas CO_2 , sedangkan oksigen dalam bentuk O_2 . Sumber-sumber CO_2 di udara berasal dari respirasi manusia dan hewan, erupsi vulkanik, pembakaran batu-bara, dan asap pabrik. Karbon dioksida di udara dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk

berfotosintesis dan menghasilkan oksigen yang akan digunakan oleh manusia dan hewan untuk respirasi.



9.19 Daur Karbon dan Oksigen

D. Macam Ekosistem

Macam ekosistem dinamai sesuai dengan lingkungan fisiknya. Secara umum, ekosistem terbagi menjadi ekosistem perairan, darat dan buatan.

1. Ekosistem Perairan (Akuatik)

Ekosistem perairan terbagi atas ekosistem air tawar dan ekosistem pantai.

a. Ekosistem air tawar

Salah satu ekosistem air tawar adalah ekosistem danau. Danau dibagi menjadi empat zona atau daerah sebagai berikut.

- 1) Daerah litoral, merupakan daerah dangkal sehingga cahaya matahari dapat menembus dengan optimal.
- 2) Daerah limnetik, merupakan daerah air bebas yang jauh dari tepi dan masih dapat di tembus sinar matahari. Daerah ini dihuni oleh berbagai fitoplankton, ganggang, dan sianobakteri.
- 3) Daerah profundal, merupakan daerah yang dalam, yaitu daerah afotik danau (tidak terkena cahaya matahari). Daerah ini dihuni oleh cacing dan mikroba.
- 4) Daerah bentik, merupakan daerah dasar danau tempat terdapatnya bentos dan sisa-sisa organisme mati.



9.20 Ekosistem air tawar

b. Ekosistem air laut

Ekosistem air laut dapat dibedakan berdasarkan kedalamannya dan wilayah permukaan secara horisontal. Menurut kedalamannya, ekosistem air laut dibagi empat sebagai berikut.

- 1) Litoral, yaitu daerah yang berbatasan dengan darat.
- 2) Neritik, yaitu daerah yang masih dapat ditembus cahaya matahari sampai bagian dasar dalamnya 300 m.

- 3) Batial, yaitu daerah yang dalamnya berkisar antara 200-2.500 m.
- 4) Abisal, yaitu daerah yang lebih jauh dan lebih dalam dari pantai (1.500-10.000 m).



9.21 Ekosistem Laut

c. Ekosistem pantai

Secara geografis, letak ekosistem pantai berbatasan dengan ekosistem darat, laut dan daerah pasang surut. Ekosistem pantai dipengaruhi oleh siklus harian pasang surut laut. Organisme yang hidup di pantai memiliki adaptasi struktural sehingga dapat melekat erat di substrat keras.

- 1) Daerah paling atas pantai hanya terendam saat pasang tinggi. Daerah ini dihuni oleh berbagai jenis ganggang, Mollusca dan remis.
- 2) Daerah tengah pantai terendam saat pasang tinggi dan pasang rendah. Daerah ini dihuni oleh ganggang, porifera, anemon laut, remis dan kerang.
- 3) Daerah pantai terdalam terendam saat air pasang maupun surut. Daerah ini dihuni oleh beragam Invertebrata dan ikan serta rumput laut.

Komunitas tumbuhan berturut-turut dari daerah pasang surut ke arah darat dibedakan menjadi hutan bakau dan estuari. Ekosistem hutan bakau dibedakan menjadi formasi *baringtonia* dan formasi *pes-caprae*. Estuari (muara) merupakan tempat bersatunya sungai dengan laut. Komunitas tumbuhan yang hidup di estuari, antara lain rumput rawa garam, ganggang dan fitoplankton. Komunitas hewannya, antara lain berbagai cacing, kerang, kepiting, ikan dan unggas air.

Berdasarkan cara hidup, organisme pada ekosistem perairan dibedakan menjadi lima sebagai berikut.

- 1) Bentos, yaitu organisme yang hidupnya di dasar perairan, misalnya ketam dan cacing air.
- 2) Nekton, yaitu organisme yang hidupnya bebas berenang secara aktif, misalnya ikan.
- 3) Neuston, yaitu organisme yang hidupnya di permukaan perairan, misalnya eceng gondok, kiambang, dan laba-laba air.
- 4) Plankton, yaitu organisme yang hidupnya melayang-layang mengikuti arus air bergantung intensitas cahaya, misalnya fitoplankton dan zooplankton.
- 5) Perifiton, yaitu organisme yang hidupnya menempel pada benda-benda yang ada di lingkungan air, misalnya lumut dan alga.



9.22 Ekosistem pantai

2. Ekosistem Darat

Ekosistem darat yang memiliki tipe struktur vegetasi dominan yang khas dalam skala luas disebut bioma. Bioma dibedakan sebagai berikut.

a. Bioma Gurun

Ciri-ciri bioma gurun antara lain curah hujan sangat rendah, kecepatan penguapan air lebih cepat dari presipitasi, kelembapan udara sangat rendah, perbedaan suhu siang hari dengan malam hari sangat tinggi, tanah sangat tandus karena tidak mampu menyimpan air, dan tumbuhan jarang.



Gambar 9.23 Gurun 9

adalah tumbuhan yang dapat beradaptasi dengan daerah kering, misalnya kaktus. Hewannya antara lain unta, kadal, ular, tikus, semut dan kalajengking.

b. Bioma stepa dan sabana

Stepa adalah padang rumput luas tanpa pohon, sedangkan sabana adalah padang rumput yang diselingi pepohonana. Ciri-cirinya antara lain surah hujan yang relatif rendah turun secara tidak teratur, turunnya hujan yang tidak teratur menyebabkan porositas dan drainase kurang baik sehingga tumbuh



Gambar 9.24 Sabana

tumbuhan suka mengambil air. Tumbuhan yang mampu beradaptasi, contohnya rumput, sedangkan faunanya adalah gajah, jerapah, domba, kanguru, singa, serigala dan citah.

c. Bioma hujan hutan tropis

Bioma ini memiliki keanekaragaman jenis tumbuhan dan hewan yang paling tinggi. Ciri-cirinya adalah curah hujan tinggi, merata sepanjang tahun, matahari bersinar sepanjang tahun. Namun kondisi di bawah kanopi atau tudung pohon gelap sepanjang hari, perubahan suhunya relatif kecil. Tumbuhan khas yang



Gambar 9.25 Hutan hujan tropis

dijumpai adalah liana dan epifit. Hewan yang hidup di bioma hutan hujan tropis, antara lain burung hantu, babi hutan dan macan tutul.

d. Bioma tundra

Bioma tundra terletak di kawasan lingkaran kutub utara sehingga iklimnya sangat dingin. Vegetasinya didominasi oleh lumut daun dan lumut kerak. Fauna khasnya adalah muscox (bison berbulu tebal), rusa kutub, serta serangga seperti nyamuk dan lalat hitam.



Gambar 9.26 Tundra

e. Bioma taiga

Jenis bioma ini kebanyakan terdapat di daerah antara subtropis dengan daerah kutub. Keanekaragaman tumbuhan sangat rendah, didominasi pohon-pohon konifer yang hijau sepanjang tahun. Pepohonan nyaris seragam sehingga disebut hutan homogen. Flora khasnya adalah pohon berdaun jarum, contohnya pinus.



Gambar 9.27 Taiga

Fauna yang terdapat di daerah ini adalah beruang hitam, serigala dan tupai.

f. Bioma hutan musim

Bioma ini terdapat di wilayah subtropis dan memiliki khas menggugurkan daunnya. Vegetasinya adalah pohon maple, oak, beech, dan elm. Adapun jenis hewannya adalah rusa, beruang, rubah, bajing dan burung pelatuk.



Gambar 9.28 Hutan musim

3. Ekosistem buatan

Ekosistem buatan adalah ekosistem yang sengaja diciptakan manusia untuk memenuhi kebutuhannya.

- a. Bendungan, merupakan suatu ekosistem buatan yang berupa bangunan penahan atau penimbun air untuk berbagai keperluan, misalnya irigasi, pembangkit listrik.
- b. Hutan tanaman industri, merupakan hutan yang sengaja ditanami dengan jenis tanaman industri. Jenis tanaman yang umum ditanam adalah jati, pinus, mahoni, rasamala dan damar.
- c. Agroekosistem, merupakan suatu ekosistem buatan berupa ekosistem pertanian, misalnya sawah irigasi, sawah tadah hujan, sawah surjan, sawah rawa, sawah pasang surut, perkebunan, kolam tambak, ladang dan pekarangan.

E. Suksesi

Suksesi merupakan proses perkembangan suatu komunitas melalui tahap-tahap yang dapat diprediksi. Dengan kata lain, suksesi dapat diartikan sebagai perkembangan ekosistem yang tidak seimbang menuju ekosistem seimbang. Suksesi terjadi sebagai akibat modifikasi lingkungan fisik dalam komunitas atau ekosistem. Akhir proses suksesi, adalah terbentuknya suatu bentuk komunitas klimaks. Komunitas klimaks adalah suatu komunitas terakhir dan stabil yang mencapai keseimbangan dengan lingkungannya. Komunitas klimaks ditandai dengan tercapainya homeostasis atau keseimbangan, yaitu suatu komunitas yang mampu mempertahankan kestabilan komponennya dan dapat bertahan dari berbagai perubahan.

1. Macam Suksesi

Berdasarkan kondisi habitat pada awal terjadinya suksesi, dapat dibedakan dua macam suksesi sebagai berikut.

a. Suksesi primer

Suksesi primer adalah formasi suatu komunitas baru pada suatu daerah yang diawali oleh suatu daerah yang kosong atau gundul. Suksesi primer terjadi bila komunitas asal terganggu. Gangguan ini mengakibatkan hilangnya komunitas asal tersebut secara total sehingga di tempat komunitas asal terbentuk habitat baru. Gangguan ini dapat terjadi secara alami, misalnya tanah longsor, gunung meletus, endapan lumpur yang baru di muara sungai dan endapan pasir di pantai. Gangguan juga bisa terjadi karena perbuatan manusia, seperti penambangan timah, batu bara dan minyak bumi. Contoh suksesi primer yang terbentuk di Indonesia adalah meletusnya gunung Krakatau pada tahun 1883.



Gambar 9.29 Suksesi primer
(gunung meletus)

b. Suksesi sekunder

Suksesi sekunder terjadi jika gangguan terhadap suatu komunitas tidak merusak total komunitas tersebut sehingga masih terdapat kehidupan seperti sebelumnya. Proses suksesi sekunder dimulai lagi dari tahap awal,



Gambar 9.30 Suksesi sekunder

tetapi tidak dari komunitas pionir. Gangguan yang menyebabkan terjadinya suksesi sekunder dapat berasal dari peristiwa alami atau kegiatan manusia. Gangguan alami misalnya erosi, banjir, kebakaran, aktivitas vulkanik dan masih banyak lagi. Sedangkan gangguan yang disebabkan oleh kegiatan manusia contohnya adalah pembukaan areal hutan.

2. Faktor yang mempengaruhi proses suksesi

- 1) Luasnya habitat asal yang mengalami kerusakan.
- 2) Jenis-jenis tumbuhan di sekitar ekosistem yang terganggu.
- 3) Kecepatan pemencaran biji atau benih dalam ekosistem tersebut.
- 4) Iklim, terutama arah dan kecepatan angin yang membawa biji, spora, dan benih lain serta curah hujan yang sangat berpengaruh dalam proses perkecambahan.
- 5) Jenis substrat baru yang terbentuk.

PERUBAHAN LINGKUNGAN

KOMPETENSI INTI

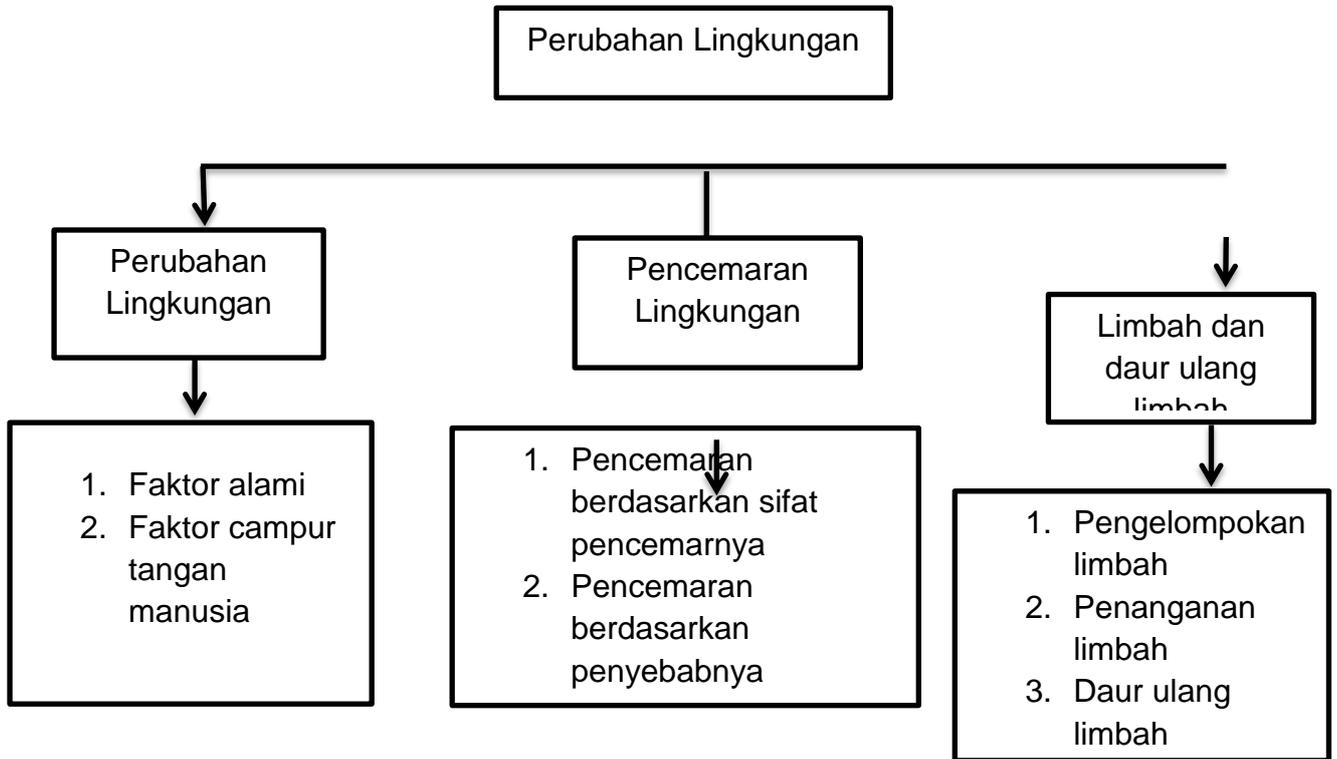
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

KOMPETENSI DASAR

- 3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab dan dampaknya bagi kehidupan.
- 4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Mendeskripsikan arti dari perubahan lingkungan.
2. Menjelaskan penyebab-penyebab terjadinya perubahan lingkungan



Pernakah anda melihat penebangan hutan? Apakah dampak yang ditimbulkan terhadap ekosistem? Dalam suatu ekosistem, manusia mampu dan berperan dalam mengubah ekosistem tersebut. Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia selalu berinteraksi dengan lingkungan. Sebagai contoh pembukaan hutan yang dimanfaatkan menjadi lahan pertanian manusia untuk bercocok tanam. Usaha-usaha tersebut dilakukan manusia untuk mensejahterakan hidupnya. Akan tetapi, terkadang manusia lupa bahwa usaha mereka dapat merugikan manusia sendiri. Manusia tidak menyadari bahwa tindakannya dapat merusak keseimbangan lingkungan. Pada bab ini, anda akan mempelajari tentang perubahan lingkungan dan gagasan pemecahan masalahnya.



RINGKASAN MATERI

A. Penyebab Perubahan Lingkungan

Lingkungan terdiri atas komponen biotik dan abiotik. Jika komponen biotik berada dalam posisi proporsional antara tingkat tropik dengan komponen abiotik yang mendukung kehidupan komponen biotik maka lingkungan berada dalam keadaan seimbang atau stabil. Lingkungan yang seimbang memiliki daya dukung dan daya lenting yang baik. Daya dukung lingkungan, yaitu kemampuan lingkungan untuk mendukung kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Daya lenting lingkungan adalah kemampuan untuk mengembalikan kondisi lingkungan ke keadaan seimbang ketika lingkungan mendapatkan gangguan atau kerusakan sampai batas tertentu. Lingkungan dapat mengalami perubahan dan perubahan yang terjadi dapat menyebabkan adanya gangguan terhadap keseimbangan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut.

1. Faktor Alami

Faktor alami yang menyebabkan perubahan keseimbangan komponen biotik dan abiotik, antara lain letusan gunung berapi, banjir, tanah longsor, rusaknya longsor, hilangnya terumbu karang dan alga, kebakaran hutan,

badai, serta tsunami. Kejadian tersebut dapat menyebabkan terputusnya rantai makanan sehingga menunjukkan bahwa keseimbangan lingkungan sudah terganggu.



Gambar 10.1 Tanah longsor

2. Faktor Campur Tangan Manusia

Dibanding komponen biotik lainnya, manusia merupakan komponen biotik yang mempunyai pengaruh ekologi terkuat di atmosfer bumi ini. Dengan kemampuannya untuk mengembangkan ilmu dan teknologi, manusia mempunyai andil dalam perubahan lingkungan yang terjadi. Berikut beberapa contoh aktivitas manusia yang dapat mengakibatkan perubahan lingkungan.



Gambar 10.2 Pembukaan lahan

- a. Pembukaan lahan untuk pemukiman, pertanian, industri dan sarana transportasi. Pembukaan lahan berarti menghilangkan beberapa komponen biotik pada suatu ekosistem. Peristiwa ini dapat mengakibatkan punahnya flora dan fauna tertentu, perubahan daur hidrologi serta berkurangnya kesuburan tanah.
- b. Aktivitas pertanian yang diikuti dengan peningkatan penggunaan pestisida dan pupuk kimia berlebihan.
 - 1) Penggunaan pestisida dapat mengakibatkan resistensi hama, terbunuhnya organisme bukan sasaran, serta adanya residu pestisida pada hasil panen.
 - 2) Penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat ,mengakibatkan terganggunya penyerapan air oleh akar dan terjadinya eutrofikasi.
- c. Eksploitasi sumber daya laut yang tidak ramah lingkungan.
 - 1) Pemakaian bahan peledak dapat merusak terumbu karang.
 - 2) Penggunaan pukat harimau dapat mengganggu regenerasi ikan.

B. Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan adalah peristiwa masuk dan dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam lingkungan serta berubahnya tatanan lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas lingkungan menjadi berkurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran juga dapat diartikan sebagai proses rusaknya suatu lingkungan. Adapun zat yang menyebabkan terjadinya pencemaran disebut polutan. Suatu zat dapat disebut polutan apabila memenuhi syarat, yaitu jumlahnya melebihi batas normal, berada pada tempat yang tidak tepat dan berada pada waktu yang tidak tepat. Pencemaran lingkungan dapat dibedakan berdasarkan sifat zat pencemar dan berdasarkan penyebabnya.

1. Pencemaran berdasarkan sifat zat pencemarnya

Berdasarkan sifat zat pencemar, pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi tiga sebagai berikut.

- a. Pencemaran fisik, yaitu pencemaran yang disebabkan zat cair, padat maupun gas. Contoh zat pencemar yang mengakibatkan terjadinya pencemaran fisik adalah limbah pabrik, limbah rumah tangga, sampah dan asap pabrik.
- b. Pencemaran biologis, yaitu pencemaran yang disebabkan oleh berbagai macam organisme atau mikroba yang dapat menyebabkan penyakit. Misalnya *E. Coli*, *Entamoeba coli* dan *Salmonella thypii*.
- c. Pencemaran kimiawi, yaitu pencemaran yang disebabkan oleh bahan atau zat kimia. Zat ini biasanya limbah yang diperoleh dari hasil industri. Contohnya zat-zat radioaktif, logam, pupuk anorganik, pestisida, detergen dan minyak.

2. Pencemaran Berdasarkan penyebabnya

Berdasarkan penyebabnya, pencemaran dapat dibedakan menjadi empat macam sebagai berikut.

a. Pencemaran Air

Air merupakan kebutuhan vital bagi makhluk hidup. Kualitas air dalam suatu lingkungan sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup yang ada di sekitarnya. Pencemaran air adalah peristiwa masuknya zat atau komponen lainnya ke dalam lingkungan perairan sehingga kualitas air terganggu.



Gambar 10.3 Limbah industri

1) Penyebab pencemaran air

Berikut beberapa penyebab pencemaran air.

- a) Limbah rumah tangga adalah limbah yang disebabkan oleh aktivitas rumah tangga, seperti air buangan yang mengandung detergen serta air kamar mandi, dapur dan kakus. Limbah rumah tangga dalam jumlah banyak yang masuk dalam perairan juga dapat mengakibatkan pencemaran.
- b) Limbah pertanian disebabkan oleh penggunaan pestisida kimia, seperti DDT dan pupuk fosfat secara berlebihan. Limbah pertanian yang hanyut dan terbawa aliran air menuju perairan, seperti sungai, waduk atau danau dapat mengakibatkan pencemaran air, yakni dengan terjadinya eutrofikasi.
- c) Limbah industri seperti limbah pewarna tekstil hingga limbah yang mengandung logam berat seperti timbal, raksa, arsenik dan kadmium harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai agar tidak terjadi pencemaran air. Logam berat merupakan zat pencemar yang sangat berbahaya.
- d) Limbah minyak dapat menyebabkan pencemaran air. Kecelakaan kapan tanker yang membawa minyak merupakan penyebab utama terjadi pencemaran air oleh minyak di laut.

2) Indikator tingkat pencemaran air

Ada beberapa cara untuk mengetahui ada tidaknya pencemaran pada suatu sumber air. Parameter dasar yang menunjukkan air lingkungan telah tercemar, yaitu parameter fisika, kimia dan biologi.

- a) Parameter fisika meliputi suhu, kekeruhan air, dan pH air. Air bersih memiliki ciri tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa.
 - b) Parameter kimia meliputi oksigen terlarut (DO= *Dissolved Oxygen*), kebutuhan oksigen (BOD= *Biochemical Oxygen Demand*) dan kandungan zat-zat kimia berbahaya. Air tercemar biasanya memiliki DO rendah dan BOD tinggi serta mengandung zat-zat kimia berbahaya.
 - c) Parameter biologi meliputi kandungan bakteri *Escherichia coli* di dalam air. Air yang bersih harus bebas dari bakteri.
- 3) Dampak pencemaran air
- a) Menurunnya kualitas air sehingga air tidak layak dikonsumsi baik untuk keperluan rumah tangga, pertanian maupun industri.
 - b) Munculnya wabah penyakit karena air kotor seperti kolera, disentri, tifus dan diare.
 - c) Blooming alga, yaitu meningkatnya populasi alga menghasilkan racun
 - d) Penyakit akibat pencemaran logam berat, contohnya penyakit minamata akibat air raksa.
 - e) Biomagnifikasi yaitu apabila zat polutan masuk ke dalam rantai makanan dan terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup. Contohnya DDT.
 - f) Eutrofikasi (pengayaan unsur hara) akibat detergen dan pupuk fosfat. Eutrofikasi mengakibatkan berkurangnya kadar oksigen terlarut pada perairan sehingga menyebabkan organisme lain yang berada di tempat tersebut mati karena kekurangan oksigen. Selain itu, eutrofikasi juga mengakibatkan pendangkalan perairan.



10.4 Populasi alga meningkat



10.5 Menimbulkan wabah penyakit



10.6 Rusaknya ekosistem air



10.7 Punahnya organisme air

4) Upaya mengatasi pencemaran air

Upaya-upaya yang dilakukan untuk mengatasi pencemaran sebagai berikut.

- a) Menempatkan daerah industri atau pabrik jauh dari daerah perumahan atau pemukiman penduduk.
- b) Prmbuangan limbah industri diatur sehingga tidak mencemari lingkungan atau ekosistem.
- c) Mewajibkan pengolahan limbah pabrik sebelum dibuang ke laut atau sungai.
- d) Melarang pembuangan sampah ke sungai.
- e) Menggunakan pupuk dan pestisida yang ramah lingkungan.
- f) Mengurangi penggunaan detergen berfosfat.
- g) Setiap rumah sebaiknya dilengkapi dengan *septic tank*.

b. Pencemaran Udara

Udara tersusun atas berbagai macam gas dan berperan penting dalam kehidupan. Contohnya oksigen digunakan oleh makhluk hidup untuk bernafas dan karbon dioksida digunakan untuk fotosintesis. Pencemaran udara adalah peristiwa masuknya zat atau komponen lainnya ke dalam lingkungan udara yang mengakibatkan menurunnya kualitas udara sehingga sampai batas tertentu mengganggu kehidupan manusia dan makhluk lainnya.

1) Penyebab pencemaran udara

Udara dikatakan tercemar jika udara tersebut mengandung unsur-unsur yang mengotori udara. Pencemaran udara disebabkan oleh asap buangan dan asap rokok. Setiap bahan buangan penyebab pencemaran



Gambar 10.8 Polusi udara

yang berbeda-beda bagi manusia. Berikut beberapa dampak bahan buangan.

- a) Gas CO , ciri-cirinya tidak berwarna dan tidak berbau, namun beracun karena memiliki afinitas lebih tinggi terhadap hemoglobin darah dari pada oksigen. Berasal dari gas buangan mobil.
- b) Gas CO_2 dapat menyebabkan efek rumah kaca yang berasal dari hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara dan minyak bumi, gas buangan kendaraan bermotor dan asap industri.
- c) Gas H_2S bersifat racun dan dihasilkan oleh pembakaran minyak bumi dan batu bara.
- d) Partikel SO_2 dan NO_2 menyebabkan hujan asam.
- e) Gas CFC berasal dari lemari es dan AC yang dapat menyebabkan menipisnya lapisan ozon. Lapisan ozon merupakan lapisan udara di atmosfer yang melindungi manusia dari bahaya sinar ultraviolet.
- f) Timbal, berasal dari pembakaran bensin yang mengandung TEL, yang dapat menyebabkan anemia, kerusakan hati, ginjal, otak dan saraf.
- g) Asap rokok, menyebabkan batuk kronis, penyakit jantung dan kanker paru-paru.
- h) Radiasi nuklir berasal dari unsur radioaktif seperti uranium dan plutonium.

2) Indikator tingkat pencemaran udara

Ada beberapa cara untuk mengetahui tingkat pencemaran udara yaitu menggunakan indikator fisik, indikator kimia, dan indikator biologi.

- a) Indikator fisik meliputi sifat-sifat udara yang diamati. Udara yang bersih seharusnya tidak berwarna dan tidak berbau. Adanya warna atau bau pada udara menunjukkan adanya polutan. Meski demikian, banyak polutan udara yang tidak berwarna dan tidak berbau sehingga sulit dideteksi secara fisik.

- b) Indikator kimia meliputi konsentrasi senyawa-senyawa polutan yang ada di udara. Biasanya terdapat lima parameter yang digunakan oleh stasiun pemantau kualitas udara otomatis, yaitu partikulat, karbon monoksida, sulfur dioksida, nitrogen dioksida dan ozon.
 - c) Indikator biologi biasanya menggunakan makhluk hidup yang rentan pada perubahan konsentrasi zat polutan di udara. Contoh indikator biologi untuk mengamati tingkat polusi udara adalah lumut kerak (*lichenes*). Lumut kerak merupakan simbiosis antara alga fotosintetik atau *Cyanobacteria* dengan fungi.
- 3) Dampak pencemaran udara
- Dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran udara adalah sebagai berikut.
- a) Terganggunya kesehatan manusia, seperti batuk dan penyakit pernapasan. Dampak umum yang sering dijumpai dari pencemaran udara adalah terjadinya infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), asma, dan bronkitis.
 - b) Terganggunya pertumbuhan tanaman, seperti menguningnya daun atau kerdilnya tanaman akibat konsentrasi SO_2 yang tinggi atau gas yang bersifat asam (efek hujan asam).
 - c) Adanya peristiwa efek rumah kaca yang dapat menaikkan suhu udara secara global serta dapat mengubah pola iklim bumi dan mencairkan es di kutub. Hal ini sering disebut dengan pemanasan global.
 - d) Penipisan lapisan ozon ternyata disebabkan oleh pemakaian freon yang berlebihan. Akibatnya radiasi sinar ultraviolet ke muka bumi meningkat dan dapat menyebabkan timbulnya kanker kulit.
 - e) Rusaknya bangunan karena pelapukan, korosi/karat pada logam, dan memudarnya warna cat.



10.9 Terganggunya kesehatan manusia



10.10 Menipisnya lapisan ozon

- 4) Upaya mengatasi pencemaran udara
Upaya-upaya untuk mengatasi pencemaran udara adalah sebagai berikut.

- a) Membatasi penggunaan bahan bakar fosil, dengan cara membatasi penggunaan kendaraan bermotor dan menghemat penggunaan listrik.
- b) Mewajibkan uji emisi bagi kendaraan bermotor serta membersihkan gas sisa pembakaran bahan bakar minyak pada kendaraan bermotor dengan menggunakan konverter katalitik.
- c) Menempatkan kawasan industri jauh dari pemukiman dan mewajibkan penggunaan cerobong asap yang tinggi.
- d) Melarang penggunaan CFC pada lemari es dan AC.
- e) Menggalakkan penghijauan dan reboisasi, terutama di daerah perkotaan.



Gambar 10.11 Reboisasi

c. Pencemaran tanah

Pencemaran tanah merupakan pencemaran yang disebabkan oleh masuknya polutan berupa zat cair atau zat padat ke dalam tanah. Bahan cair yang berupa limbah rumah tangga, pertanian dan industri akan meresap masuk ke dalam tanah.



Gambar 10.12 Sampah anorganik

1) Penyebab pencemaran tanah

Pencemaran tanah disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut.

- a) Sampah-sampah anorganik seperti plastik, kaca, styrofoam dan kaleng-kaleng merupakan bahan pencemar yang sulit diuraikan oleh mikroorganisme pembusuk dalam tanah sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem.
- b) Aktivitas penambangan selain menimbulkan dampak positif juga dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan hidup.
- c) Penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan pada lahan pertanian akan merusak struktur tanah dan menyebabkan tanah kehilangan kesuburannya.

2) Dampak pencemaran tanah

Pencemaran tanah yang disebabkan oleh sampah anorganik dan bahan kimia dapat merusak ekosistem dalam tanah dan menurunkan tingkat kesuburan tanah. Hal ini dikarenakan sampah anorganik seperti plastik, kaca dan kaleng sulit diuraikan oleh mikroorganisme dalam tanah, sedangkan bahan-bahan kimia akan meracuni dan mematikan mikroorganisme dan hewan-hewan yang ada di dalam tanah. Adapun pencemaran tanah yang disebabkan oleh aktivitas penambangan dapat menyebabkan dampak negatif, seperti rusaknya bentang alam, hilangnya vegetasi permukaan, meningkatnya erosi, bahkan banjir dan kekeringan, serta kerusakan lingkungan lainnya.



10.13 Meningkatnya erosi



10.14 Kekeringan

- 3) Upaya mengatasi pencemaran tanah
 - a) Mengurangi pemakaian plastik dan menggantinya dengan bahan yang lebih ramah lingkungan.
 - b) Membuang sampah pada tempatnya.
 - c) Mendaur ulang bahan bekas.
 - d) Mengolah sampah organik menjadi kompos.
 - e) Mengurangi pemakaian pupuk kimia.
 - f) Melakukan bioremediasi, yaitu kegiatan membersihkan tanah dengan memecahkan zat polutan menjadi zat yang tidak berbahaya dengan bantuan mikroorganisme.

d. Pencemaran suara

Pencemaran suara merupakan pencemaran yang disebabkan adanya suara bising secara terus menerus dan suara-suara yang sangat keras yang memekakkan telinga manusia.

1) Penyebab pencemaran suara

Pencemaran suara umumnya disebabkan oleh suara mesin pabrik, mesin penggilingan padi, mesin las, pesawat terbang, suara kereta api atau petir. Bunyi pesawat jet yang lepas landas mencapai tekanan suara sekitar 150 dB. Adapun batas suara yang tidak n suara adalah 55 dB (desible).



Gambar 10.15 Pencemaran suara dari alat transportasi

2) Dampak pencemaran suara

Pencemaran suara dapat mengakibatkan dampak buruk bagi kesehatan dan ketenangan manusia. Pencemaran suara yang mengakibatkan kebisingan dapat menyebabkan gejala sulit tidur, bahkan dapat mengakibatkan tuli, gangguan kejiwaan dan dapat pula menimbulkan penyakit jantung serta stress.



10.16 Terganggunya sistem pendengaran



10.17 Gejala sulit



10.18 Stress

- 3) Upaya mengatasi pencemaran udara
- Menjauhkan sumber bunyi dari daerah pemukiman, misalnya dengan tidak membangun pabrik dan bandara di dekat pemukiman penduduk.
 - Tidak menyetel TV, tape, radio dengan suara yang terlalu keras.
 - Menghambat perambatan suara di dalam ruangan dengan menggunakan bahan seperti karpet.
 - Para pekerja pabrik yang berada pada lingkungan suara yang keras menggunakan peredam suara di telinga untuk melemahkan kekuatan suara.

C. Limbah dan Daur Ulang Limbah

Limbah didefinisikan sebagai sisa suatu usaha atau kegiatan industri. Limbah secara umum merupakan hasil buangan atau sisa dari aktivitas manusia yang keberadaannya di lingkungan akan menyebabkan perubahan pada keseimbangan lingkungan. Karakteristik limbah adalah berukuran mikro, dinamis, berdampak luas dan berdampak jangka panjang.

1. Pengelompokan Limbah

Limbah dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan jenis senyawanya, berdasarkan wujudnya dan berdasarkan sumbernya.

a. Pengelompokan limbah berdasarkan jenis senyawanya

Berdasarkan jenis senyawanya, limbah dibedakan menjadi limbah organik dan anorganik.

- 1) Limbah organik, yaitu limbah yang berasal dari makhluk hidup dan bersifat biodegradable (mudah terurai). Contohnya sayuran yang telah busuk dan dedaunan kering.
- 2) Limbah anorganik, yaitu limbah yang sulit diuraikan secara alami oleh mikroorganisme pembusuk. Contohnya logam, kaca, pupuk anorganik, kaleng dan plastik.

b. Pengelompokan limbah berdasarkan wujudnya

Berdasarkan wujudnya, limbah dibedakan menjadi limbah gas, cair, padat dan limbah B3.

- 1) Limbah gas berasal berasal dari pembakaran bahan bakar fosil (misalnya asap knalpot dan asap pabrik). Jangkauan persebaran limbah gas ini lebih luas dibandingkan jenis limbah lainnya sebab dapat terbawa angin serta bergantung pada iklim dan cuaca.
- 2) Limbah cair berasal dari rumah tangga maupun industri. Limbah cair yang berasal dari rumah tangga, meliputi detergen bekas cucian, air sabun, dan air tinja. Adapun air limbah industri contohnya sisa zat pewarna tekstil dan limbah minyak.
- 3) Limbah padat yang biasa disebut sampah. Sampah ada berbagai macam misalnya sampah dapur, bangkai binatang, kertas, plastik, kaca dan logam tua.

- 4) Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah sisa suatu kegiatan yang mengandung bahan berbahaya beracun yang karena sifat dan konsentrasinya dapat merusak lingkungan hidup, baik secara langsung maupun tidak langsung. Contohnya limbah rumah sakit, oli, aki, pengencer cat, racun tikus dan baterai.

c. Pengelompokan limbah berdasarkan sumbernya

- 1) Limbah domestik adalah limbah yang berasal dari perumahan (rumah tangga) dan kegiatan usaha seperti restoran, perkantoran dan pasar. Contohnya sisa makanan, kertas, kaleng, plastik, air sabun dan air detergen.
- 2) Limbah industri merupakan buangan hasil proses industri. Contohnya dapat berupa limbah gas dari asap pabrik serta limbah padat dan cair yang mengandung logam berat.
- 3) Limbah pertanian berasal dari usaha pertanian maupun perkebunan. Contohnya bahan kimia dari pestisida dan pupuk kimia, serta sisa-sisa tumbuhan.

2. Penanganan Limbah

Kegiatan yang dilakukan manusia banyak menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Berikut beberapa cara penanganannya.

a. Penanganan limbah organik

Limbah organik dapat dimanfaatkan secara langsung atau tidak langsung karena perlu pemrosesan terlebih dahulu. Adapun yang termasuk limbah organik misalnya sayuran, sisa buah, potongan rumput, daun-daun, kertas, sisa makanan dan kotoran hewan. Berikut cara pengelolaan limbah organik dengan cara daur ulang.

- 1) Pemanfaatan langsung, sebagai pakan ternak seperti sisa-sisa tumuhan, sayuran dan makanan.
- 2) Pengomposan adalah pengelolaan limbah organik dengan bantuan mikroorganisme yang menghasilkan kompos. Kompos merupakan pupuk yang nilai komersial karena dapat dipasarkan.
- 3) Menjadi bentuk lain yang bermanfaat, misalnya limbah serabut kelapa dijadikan kerajinan tangan berupa keset. Sampah plastik dimanfaatkan sebagai hiasan atau dibuat menjadi pot dan rak peralatan rumah

tangga. Pembuatan biogas dari kotoran hewan dan manusia sebagai bahan bakar rumah tangga.

- 4) Menjadi bentuk semula yang bermanfaat, misalnya limbah kertas dari perkantoran dan rumah tangga.

b. Penanganan limbah anorganik

Limbah anorganik dapat dimanfaatkan kembali melalui proses daur ulang. Limbah anorganik yang di daur ulang antara lain plastik, logam dan kaca. Namun limbah yang di daur ulang harus diolah terlebih dahulu melalui proses *sanitary landfill*, pembakaran atau penghancuran.

Sanitary landfill adalah metode pengolahan sampah terkontrol, dengan sistem sanitasi yang baik. Pembakaran sampah adalah proses pembakaran sampah padat di dalam incinerator (tempat pembakar sampah), hasil pembakaran ini berupa gas dan sisa pembakaran. Penghancuran adalah proses yang dilakukan di dalam mobil pengumpul sampah yang dilengkapi dengan alat penghancur sampah sehingga sampah langsung menjadi potongan kecil yang bermanfaat.

3. Daur Ulang Limbah

Lingkungan yang tidak seimbang dan kehilangan daya dukungnya akan berdampak pada manusia. Hal ini memunculkan kesadaran manusia untuk memelihara dan mengelola lingkungan sehingga tercipta ekosistem yang seimbang. Berikut beberapa daur ulang limbah.

- a. Menghindari polusi atau kerusakan lingkungan.
- b. Melestarikan kehidupan makhluk hidup yang terdapat di suatu lingkungan.
- c. Menjaga keseimbangan ekosistem makhluk hidup yang terdapat di dalam lingkungan.
- d. Mengurangi sampah organik.
- e. Mendapatkan tambahan penghasilan.

Upaya pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan mengurangi jumlah limbah yang banyak dengan cara *reuse*, *reduce*, *recycle* dan *repair*.

- a. *Reuse*, berarti menggunakan kembali sampah-sampah yang masih dapat dimanfaatkan tanpa dilakukan pengolahan khusus.
- b. *Recycle* berarti mendaur ulang sampah atau penggunaan kembali limbah yang masih dapat dimanfaatkan tetapi harus diberikan pengolahan tertentu.

- c. Reduce berarti mengurangi sampah dan penggunaan bahan-bahan dari plastik.
- d. Repair berarti melakukan pemeliharaan, misalnya tidak sembarangan membuang sampah.

Daur ulang adalah proses mengubah barang bekas menjadi barang baru yang dapat digunakan kembali. Berikut bahan-bahan yang dapat didaur ulang.

- a. Bahan bangunan, misalnya aspal, tanah, batu, kayu dan batu bata dapat diolah kembali menjadi pelapis jalan dan membuat bahan bangunan baru.
- b. Barang elektronik dengan memanfaatkan komponen-komponen yang masih dapat dipakai, misalnya logam, mikrochip, processor, kabel, resistor dan plastik.
- c. Logam dengan cara dilebur dan dibentuk kembali, umumnya kualitas logam tidak berkurang walaupun di daur ulang, contohnya besi, baja dan alumunium.
- d. Kaca, dapat dibersihkan lalu dilebur menjadi material kaca baru dan pelapis jalan.
- e. Kertas di daur ulang dengan dicampur pulp, namun kertas daur ulang akan mengalami penurunan kualitas.
- f. Plastik dapat didaur ulang dengan meleburnya menjadi biji plastik dan diolah menjadi plastik baru.
- g. Bahan organik dapat diolah menjadi pupuk kompos maupun biogas.

Daftar Pustaka

- Campbell., N.A, J.B Reece et.al. 2014. *Biology*. 10thed: Pearson Education, Inc.
- Campbell, N.A, J.B Reece et.al. 2013. *Essential Biology*. 4thed: Pearson Education, Inc.
- Irwan, Zoer dan 'Aini Djamal. 2012. *Prinsip-Prinsip Ekologi : Ekosistem, Lingkungan dan Pelestariannya*. Jakarta: Bumi aksara.
- Maknun, Djohar. 2017. *Ekologi Populasi, Komunitas, Ekosistem mewujudkan Kampus Hijau Asri, Islami dan Ilmiah*. Cirebon: Narjati Press.
- Nurhadi dan Yanti, Febri. 2018. *Buku Ajar Taksonomi Invertebrata*. Yogyakarta: CV Budi utama.
- Odum, E. P. 2003. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Supartini, Sri, dkk. 2020. *Animalia Invertebrata*. Sukabumi: CV Jejak.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2013. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Yanuhar, Uun. 2018. *Avertebrata*. Malang: UB Press.



Biografi Penulis

Diana Agustin biasa dipanggil didin atau diana. Ia lahir di Sidoarjo 23 tahun yang lalu. Ia merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang ayahnya bernama Marzuki dan ibunya Lilik Yuliatin. Ia sejak kecil dibesarkan dengan keluarga yang sederhana dan saat duduk di bangku SMA tepatnya di kelas 2 SMA, ia ditinggal ayahnya untuk selama-lamanya. Setelah ayahnya pergi, ia, adik dan ibunya berusaha untuk menyambung hidup dengan bekerja di pasar. Ketika libur sekolah, ia selalu membantu ibunya di pasar dan pada suatu hari ia bekerja di pasar dengan membantu sodaranya berjualan dan itu berlangsung hingga saat ini. Banyak cerita dan perjuangan hidup yang dilaluinya bersama demi menyambung hidup.

Ia memulai pendidikan di Taman kanak-kanak yayasan Darut Tholabah Al-Asy'ari dan dinyatakan lulus pada tahun 2004, Setelah itu ia melanjutkan ke jenjang sekolah dasar yakni di SD Wonosari 3 dan dinyatakan lulus pada tahun 2010, setelah lulus dari bangku sekolah dasar ia meneruskan ke jenjang yang lebih tinggi lagi yakni sekolah menengah atas negeri 1 Tapen Bondowoso dan lulus pada tahun 2013. Setelah lulus dari bangku SMP, ia melanjutkan ke jenjang SMA tepatnya di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2016 setelah dinyatakan lulus, ia melanjutkan ke perguruan tinggi tepatnya di IAIN Jember di Jurusan Sejarah Peradaban Islam (SKI). Setelah menginjak semester 2, ia memutuskan untuk pindah jurusan dan memulainya dari awal. Pada tahun 2017 ia melanjutkan pendidikan dan berada di jurusan Tadris Biologi IAIN Jember hingga saat ini.

Banyak penghargaan yang telah di raihnya seperti ia telah berhasil menjadi perwakilan paskibraka pada saat duduk di bangku SMA. Tidak hanya itu banyak pengalaman yang telah dilaluinya seperti pernah menjadi bendahara umum Osis pada tahun 2015-2016. Tidak hanya itu, ia pernah menjadi wakil ketua PMR pada tahun 2015, ia selalu meraih penghargaan dalam bidang akademik seperti peraih peringkat kelas dan peraih peringkat paralel. Ia juga selalu mengikuti lomba olimpiade pada tahun 2013-2016. Pada tahun 2013 ia mengikuti olimpiade Geografi dan pada tahun 2015-2016 ia mengikuti olimpiade Biologi. Ketika ia menempuh pendidikan di jenjang perguruan tinggi, ia juga menda[patkan penghargaan sebagai peserta lomba Karya Tulis Ilmiah di IAIS Lumajang. Dia juga pernah menjabat sebagai bendahara umum Study Club Ekologi yang ada di IAIN Jember pada tahun 2018-2019.

ISNTITUT AGAMA ISLAM NEGERI JEMBER





Biografi Penulis

Diana Agustin biasa dipanggil didin atau diana. Ia lahir di Sidoarjo 23 tahun yang lalu. Ia merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang ayahnya bernama Marzuki dan ibunya Lilik Yuliatin. Ia sejak kecil dibesarkan dengan keluarga yang sederhana dan saat duduk di bangku SMA tepatnya di kelas 2 SMA, ia ditinggal ayahnya untuk selama-lamanya. Setelah ayahnya pergi, ia, adik dan ibunya berusaha untuk menyambung hidup dengan bekerja di pasar. Ketika libur sekolah, ia selalu membantu ibunya di pasar dan pada suatu hari ia bekerja di pasar dengan membantu sodaranya berjualan dan itu berlangsung hingga saat ini. Banyak cerita dan perjuangan hidup yang dilaluinya bersama demi menyambung hidup.

Ia memulai pendidikan di Taman kanak-kanak yayasan Darut Tholabah Al-Asy'ari dan dinyatakan lulus pada tahun 2004, Setelah itu ia melanjutkan ke jenjang sekolah dasar yakni di SD Wonosari 3 dan dinyatakan lulus pada tahun 2010, setelah lulus dari bangku sekolah dasar ia meneruskan ke jenjang yang lebih tinggi lagi yakni sekolah menengah atas negeri 1 Tapen Bondowoso dan lulus pada tahun 2013. Setelah lulus dari bangku SMP, ia melanjutkan ke jenjang SMA tepatnya di SMA Negeri 1 Tapen Bondowoso dan lulus pada tahun 2016. Pada tahun 2016 setelah dinyatakan lulus, ia melanjutkan ke perguruan tinggi tepatnya di IAIN Jember di Jurusan Sejarah Peradaban Islam (SKI). Setelah menginjak semester 2, ia memutuskan untuk pindah jurusan dan memulainya dari awal. Pada tahun 2017 ia melanjutkan pendidikan dan berada di jurusan Tadris Biologi IAIN Jember hingga saat ini.

Banyak penghargaan yang telah di raihinya seperti ia telah berhasil menjadi perwakilan paskibraka pada saat duduk di bangku SMA. Tidak hanya itu banyak pengalaman yang telah dilaluinya seperti pernah menjadi bendahara umum Osis pada tahun 2015-2016. Tidak hanya itu, ia pernah menjadi wakil ketua PMR pada tahun 2015, ia selalu meraih penghargaan dalam bidang akademik seperti peraih peringkat kelas dan peraih peringkat paralel. Ia juga selalu mengikuti lomba olimpiade pada tahun 2013-2016. Pada tahun 2013 ia mengikuti olimpiade Geografi dan pada tahun 2015-2016 ia mengikuti olimpiade Biologi. Ketika ia menempuh pendidikan di jenjang perguruan tinggi, ia juga menda[patkan penghargaan sebagai peserta lomba Karya Tulis Ilmiah di IAIS Lumajang. Dia juga pernah menjabat sebagai bendahara umum Study Club Ekologi yang ada di IAIN Jember pada tahun 2018-2019.

ISNTITUT AGAMA ISLAM NEGERI JEMBER

