

**Pengembangan Modul Ekosistem
Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1**

Program Studi Pendidikan Biologi



**diajukan oleh
Kuni Anafiyah
08680062**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2013**



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2017/2013

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pengembangan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan
untuk SMA/MA Kelas X

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Kuni Anafiyah
NIM : 08680062
Telah dimunaqasyahkan pada : 20 Juni 2013
Nilai Munaqasyah : A -
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Eka Sulistiyowati, S.Si., MA., M.IWM
NIP.150409405

Penguji I

Siti Aisah, M.Si
NIP.19740611 200801 2 009

Penguji II

Suparni, M.Pd
NIP. 19710417 200801 2 007

Yogyakarta, 8 Juli 2013
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Kuni Anafiyah

NIM : 08680062

Judul Skripsi : Pengembangan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 22 Mei 2013

Pembimbing I

Eka Sulistiyowati, M.A, M.IWM

NIP. 150 409 405



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Kuni Anafiyah
NIM : 08680062
Judul Skripsi : Pengembangan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Biologi.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 22 Mei 2013
Pembimbing II

Lela Suslawati, S.Pd, M.Si
NIP. 19790127 200901 2 004

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kuni Anafiyah
NIM : 08680062
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **Pengembangan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/ MA Kelas X** adalah benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 13 April 2013

Yang menyatakan,



Kuni Anafiyah
NIM. 08680062

MOTTO

...intanshurullaaha yanshirkum wa yutsabbib aqdaamakum.

“...jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Allah akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.”

(Al Qur’an Surah Muhammad: 7)

...khairun naas anfa’uhum lin naas.

“...sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi sesama manusia.”

(Hadits Nabi Muhammad Shalallaahu’alaihi wa sallam)

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada:

Ibu'ku... Ibu'ku... Ibu'ku..., Bapakku..., dan Mbakku...

Inilah sepaht ilmu yang tak pernah bisa mewakili walau sepersejuta rasa trimakasihku atas cinta, do'a, perjuangan, dan seluruh pengorbanan yang telah Ibu', Bapak, dan Mbak berikan kepadaku...

Seluruh keluarga dan orang-orang terkasih yang telah mendukung dan mendo'akanku...

Saudara-saudari seperjuanganku Pendidikan Biologi '08 dan SainTék Comüinity

Almamater tercinta Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim. Alhamdulillah washsholaatu wassalaamu 'alaa rossuulillaahi wa' alaa aalihii washohaabatihii wamantabi'ahum bi ihsaanin ilaa yaumiddiin, wa ba'du. Puji syukur kehadiran Allah *Subhaanahu wa ta'aala* atas rahmat-Nya yang senantiasa tercurah kepada seluruh makhluk-Nya. *Alhamdulillah*, atas izin-Nya skripsi berjudul “Pengembangan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X” ini telah selesai disusun.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan kakak penulis sebagai motivator dan fasilitator terhebat, yang telah memberikan do'a, cinta, dan pengorbanan dalam banyak hal.
2. Ibu Eka Sulistyowati, M.IWM. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Lela Susilawati, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberi arahan serta motivasi kepada penulis selama penulisan skripsi.
3. Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A.,Ph.D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Runtut Prih Utami, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Bapak Widodo, M.Pd. selaku dosen penasihat akademik yang telah membimbing penulis selama menempuh pendidikan di UIN Sunan Kalijaga.
6. Ibu Siti Aisah, M.Si. dan Bapak Noor Saif Muhammad Mussafi, M.Sc. selaku ahli materi, serta Ibu Dian Noviar, M.Pd. selaku ahli media yang telah memberikan masukan dan penilaian terhadap modul yang disusun.

7. Ibu Siti Aisah, M.Si. dan Ibu Suparni, M.Pd. selaku penguji I dan II yang telah memberikan masukan dan bimbingan kepada penulis.
8. Bapak dan ibu dosen pengampu mata kuliah selama penulis mengikuti perkuliahan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
9. Seluruh staf dan karyawan di Fakultas Sains dan Teknologi yang telah banyak membantu penulis.
10. Estiana Rahmawati, Turnasih, dan Mar'atus Sholiah selaku *peer reviewer* yang telah memberikan masukan dan penilaian terhadap modul yang disusun.
11. Bapak Abdul Mujib, M.Pd.I. selaku Kepala MAN Gandekan Bantul yang telah memberikan ijin kepada peneliti untuk melaksanakan penelitian.
12. Ibu Dra. Dwi Rukminingsih, M.Pd.Si.; Ibu Suyati, S.Pd.; dan Ibu Heni Prilantari, M.Pd. selaku guru biologi MAN Gandekan Bantul yang telah memberikan masukan dan penilaian terhadap modul yang disusun.
13. Siswa-siswi serta staf dan karyawan MAN Gandekan Bantul yang telah bekerja sama dengan baik selama peneliti melaksanakan penelitian.
14. Saudara/i seperjuangan Mahasiswa/i Pendidikan Biologi 2008, atas semangat kekeluargaan, kebersamaan, dan kerjasamanya.
15. Semua pihak yang turut membantu dalam penulisan skripsi ini.

Semoga amal kebaikan dari Bapak/ Ibu/ Sdr./i. mendapatkan pahala yang lebih baik dari Allah *Subhanahu wa ta'ala*. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis maupun bagi pembaca. Aamiin.

Yogyakarta, 17 April 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL DAN GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Pembatasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Spesifikasi Produk yang Diharapkan	6
G. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	7
H. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Kecakapan Hidup (<i>Life Skills</i>)	9
B. Kewirausahaan	11
C. Materi Ekosistem dan Lingkungan	13
D. Pembelajaran Ekosistem dan Lingkungan	19
E. Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan	21
F. Kerangka Berpikir	25

BAB III METODE PENELITIAN	27
A. Model Pengembangan	27
B. Prosedur Pengembangan	27
C. Penilaian Produk	30
1. Desain Penilaian	30
2. Subjek Penilaian	30
3. Jenis Data	32
4. Instrumen Pengumpulan Data	33
5. Teknik Analisis Data	36
BAB IV HASIL PENELITIAN	39
A. Hasil Penelitian	39
B. Pembahasan	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
A. Kesimpulan	64
B. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN-LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL DAN GAMBAR

Daftar Tabel

Tabel	Halaman
1. Aturan Pemberian Skor	37
2. Kriteria Kategori Penilaian Ideal	38
3. Hasil Penilaian Desain Modul oleh Para Ahli	48
4. Hasil Penilaian Desain Modul oleh <i>Peer Reviewer</i>	49
5. Hasil Penilaian Modul oleh Guru Biologi SMA/MA	49
6. Hasil Respon Modul oleh Siswa SMA/MA	50

Daftar Gambar

Gambar	Halaman
1. Bagan Prosedur Pengembangan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabulasi Perolehan Skor Hasil Penilaian Kelayakan Modul	71
Lampiran 2	Perhitungan Hasil Penilaian Kelayakan Modul Berdasarkan Perolehan Skor	74
Lampiran 3	Karakteristik Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X	87
Lampiran 4	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X	89
Lampiran 5	Format Lembar Pernyataan Penilaian dan Masukan oleh <i>Reviewer</i>	106
Lampiran 6	Format Lembar Penilaian Modul oleh Ahli Materi Biologi	107
Lampiran 7	Format Lembar Penilaian Modul oleh Ahli Materi Kewirausahaan	109
Lampiran 8	Format Lembar Penilaian Modul oleh Ahli Media	111
Lampiran 9	Format Lembar Penilaian Modul oleh <i>Peer Reviewer</i> dan Guru Biologi SMA/MA	113
Lampiran 10	Lembar Respon Modul oleh Siswa SMA/MA	116
Lampiran 11	Format Lembar Masukan Modul oleh Ahli, <i>Peer Reviewer</i> , Guru, dan Siswa.....	118
Lampiran 12	<i>Curriculum Vitae</i>	119
Lampiran 13	Produk: Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X	120

PENGEMBANGAN MODUL EKOSISTEM BERORIENTASI KEWIRAUSAHAAN UNTUK SMA/MA KELAS X

**Kuni Anafiyah
08680062**

ABSTRAK

Latar belakang penelitian ini adalah dibutuhkan pengembangan bahan ajar yang terintegrasi kewirausahaan untuk SMA/MA. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X, dan untuk mengetahui kelayakan modul tersebut sebagai bahan ajar alternatif dalam proses pembelajaran biologi.

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*). Prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari tiga tahap, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), dan *development* (pengembangan). Instrumen penilaian kelayakan modul berupa lembar angket yang meliputi komponen kelayakan materi/isi, komponen kebahasaan, komponen penyajian dan komponen kegrafikaan. Penilaian kelayakan modul diberikan oleh ahli materi, ahli media, dan *peer reviewer* sebagai tahap validasi, serta guru biologi SMA/MA dan siswa SMA/MA pada tahap uji coba terbatas melalui uji keterbacaan. Data yang diperoleh merupakan data kualitatif. Hasil penilaian dari tiap kelompok penilai dirata-rata dan dibuat persentase sehingga diketahui kelayakan modul.

Hasil penelitian ini adalah produk berupa Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X. Berdasarkan penilaian para ahli dan *peer reviewer*, modul ini berkategori baik dan sangat baik dengan persentase ideal berturut-turut 78,33 % dan 88,89 %. Penilaian yang diberikan guru dan siswa masing-masing berkategori baik dan sangat baik dengan persentase ideal 75,33 % dan 86,61 %. Dengan demikian modul ini layak diimplementasikan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran biologi.

Kata Kunci: pengembangan, modul, ekosistem, kewirausahaan

DEVELOPMENT OF ECOSYSTEM ENTREPRENEURIAL BASED MODULE FOR SENIOR HIGH SCHOOL GRADE X

**Kuni Anafiyah
08680062**

ABSTRACT

The background of this research was the need of developing an entrepreneurial-based module for senior high school. This research aimed at developing an Ecosystem Entrepreneurial Based Module for Senior High School Grade X, and to determined the quality of module.

This research was categorized as research and development (R&D). The procedure applied in this research was four D (define, design, and develop). The instrument used in this research were quistionnaires. Assessments of the module's quality was given by experts, peer reviewers, teachers and students. The assessment score was generated by converting quantitative data into qualitative data.

The result showed that the module was categorized as good. The assessment from experts, peer reviewers, and teachers gave a percentage of 78.33% (good), 88.89% (very good), and 75.33% (good). In addition, students responed that the modul falls into "very agree" or "very good" with a percentage of 86.61%.

Keywords: development, module, ecosystem, entrepreneurial

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan menyiratkan bahwa pendidikan pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) tidak hanya terbatas pada pencapaian hasil belajar kognitif saja, tetapi juga keterampilan agar siswa memiliki kemampuan untuk dapat hidup secara mandiri setelah menyelesaikan pendidikan pada jenjang SMA (Mulyasa, 2008). Namun sepertinya hingga saat ini belum menunjukkan adanya hasil seperti yang diharapkan. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2013, jumlah pengangguran terbanyak justru berasal dari lulusan tingkat SMA.

Badan Pusat Statistik (2013) melaporkan bahwa jumlah pengangguran di Indonesia mencapai 7,2 juta orang atau 5,92 % dari total angkatan kerja pada Februari 2013. Pengangguran tertinggi berasal dari lulusan SMA yaitu sebesar 9,39 %, lebih tinggi 1,71 % dibandingkan dari lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yaitu sebesar 7,68 % (BPS, 2013). Data tersebut menunjukkan bahwa persoalan pengangguran usia produktif di Indonesia merupakan masalah serius yang tidak bisa diabaikan.

Meninjau kurikulum pendidikan SMK, siswa lulusan SMK lebih siap untuk terjun di dunia kerja dibandingkan siswa lulusan SMA atau MA (Madrasah Aliyah). Hal ini dikarenakan siswa SMK telah dibekali keterampilan kejuruan (*vocational skill*) yang merupakan bagian dari

pembentukan kecakapan hidup (*life skills*). Sedangkan siswa SMA/MA belum dibekali *vocational skill* secara khusus.

Tingginya angka pengangguran yang berasal dari lulusan SMA/MA sebenarnya dapat ditanggulangi sejak dini melalui pembelajaran di sekolah. Upaya penanggulangan tersebut dapat dilakukan dengan merubah pola pikir siswa dari mencari pekerjaan menjadi menciptakan lapangan pekerjaan. Priyanto (2009) menyatakan bahwa untuk dapat menciptakan lapangan pekerjaan seseorang harus memiliki minat dan sikap kewirausahaan. Di sinilah tugas sekolah dan guru untuk menciptakan suasana pembelajaran yang dapat memaksimalkan hasil belajar sekaligus dapat menumbuhkan minat dan sikap kewirausahaan siswa (Kristanti, dkk., 2012). Sementara Sukmana (2008) menyatakan bahwa pendidikan mempunyai peranan penting dalam menumbuhkan motivasi wirausaha.

Sudah saatnya penyelenggara pendidikan mengambil langkah nyata untuk membekali siswa SMA/MA agar dapat hidup mandiri setelah lulus dengan mengintegrasikan pendidikan kewirausahaan dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan Instruksi Presiden Nomor 4 Tahun 1995 tentang kewirausahaan yang mengamanatkan kepada seluruh masyarakat Indonesia untuk mengembangkan program-program kewirausahaan, termasuk melalui pendidikan (Saiman, 2009).

Pendidikan berwawasan atau berorientasi kewirausahaan merupakan pendidikan yang menerapkan prinsip-prinsip dan metodologi ke arah pembentukan *life skills* siswa melalui kurikulum yang terintegrasi yang

dikembangkan di sekolah (Sukmana, 2008). Lebih lanjut Sudrajat (2011) menjelaskan bahwa langkah pengintegrasian ini bisa dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai kewirausahaan ke dalam bahan ajar baik dalam pemaparan materi, tugas, maupun evaluasi. Pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP), para guru diberi kewenangan untuk mengembangkan sendiri bahan ajar yang sesuai tuntutan kurikulum.

Bahan ajar yang mengintegrasikan pendidikan kewirausahaan tentunya memuat lebih banyak materi yang akan diajarkan daripada bahan ajar yang tidak terintegrasi, sehingga waktu pembelajaran yang diperlukan dalam pembelajaran di kelas akan semakin lama. Sementara waktu pembelajaran untuk mata pelajaran tertentu pada umumnya terbatas. Oleh karena itu bahan ajar yang disusun hendaknya dapat memudahkan siswa untuk belajar secara mandiri tanpa harus bergantung pada penjelasan fasilitator (guru) pada jam pembelajaran di kelas. Bentuk bahan ajar yang dianggap tepat oleh peneliti untuk mengintegrasikan pendidikan kewirausahaan ini adalah bahan ajar dalam bentuk modul. Hal ini dikarenakan modul merupakan bahan ajar yang didalamnya telah dilengkapi petunjuk untuk belajar mandiri sehingga pembaca dapat melakukan kegiatan pembelajaran tanpa kehadiran pengajar secara langsung (Dharma, 2008).

Lestari (2010) menyatakan bahwa pengintegrasian pendidikan kewirausahaan dalam pembelajaran biologi materi ekosistem dapat menjadi salah satu solusi yang bersifat praktis-pragmatis terhadap kebutuhan siswa. Dalam Standar Isi KTSP mata pelajaran biologi disebutkan bahwa Kompetensi

Dasar (KD) yang harus dicapai siswa SMA/MA Kelas X pada materi ekosistem diantaranya adalah menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan, serta membuat produk daur ulang limbah (Departemen Pendidikan Nasional (Depdiknas), 2006). Berdasarkan tinjauan tersebut diketahui bahwa karakteristik materi ekosistem sangat memungkinkan untuk mengembangkan *life skills* serta menumbuhkan motivasi wirausaha siswa. Dalam hal ini, *life skills* dan motivasi wirausaha dapat dikembangkan melalui pembelajaran mengenai kegiatan manusia dalam usaha pelestarian lingkungan dan usaha membuat produk daur ulang limbah.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti melihat pentingnya dilakukan suatu pengembangan bahan ajar dalam bentuk modul yang dapat mendukung pengembangan *life skills* serta dapat memotivasi siswa untuk berwirausaha. Hal ini dikarenakan bahan ajar merupakan pedoman bagi guru dan siswa yang akan mengarahkan semua aktivitas pada proses pembelajaran, sekaligus merupakan substansi kompetensi yang seharusnya dicapai siswa. Jika siswa memiliki pengetahuan dan motivasi berwirausaha diharapkan dapat menumbuhkan minat serta sikap kewirausahaan sehingga dapat membekali siswa untuk menjadi seorang wirausaha dan pada akhirnya berimbas pada menurunnya jumlah pengangguran dari lulusan SMA/MA. Sebagai respon atas permasalahan tersebut peneliti mengembangkan bahan ajar dalam bentuk modul, yakni Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah yang berkaitan dengan penelitian ini, yaitu:

1. Angka pengangguran di Indonesia masih tinggi dengan angka pengangguran tertinggi berasal dari lulusan SMA/MA.
2. Perlu adanya pembekalan pendidikan kecakapan hidup (*life skills*) terutama mengenai kewirausahaan bagi siswa SMA/MA.
3. Dibutuhkan bahan ajar yang terintegrasi materi kewirausahaan di dalam kurikulum SMA/MA.

C. Pembatasan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada kebutuhkannya bahan ajar yang terintegrasi materi kewirausahaan di dalam kurikulum SMA/MA. Fokus penelitian ini adalah pengembangan bahan ajar dalam bentuk modul pada materi ekosistem yang berorientasi kewirausahaan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan batasannya, maka masalah yang diteliti dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk Siswa SMA/MA Kelas X?
2. Bagaimana kelayakan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X berdasarkan penilaian para ahli, *peer reviewer*, dan guru biologi SMA/MA, serta respon siswa SMA/MA.

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan, penelitian pengembangan ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk Siswa SMA/MA Kelas X.
2. Mengetahui kelayakan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X berdasarkan penilaian para ahli, *peer reviewer*, dan guru biologi SMA/MA, serta respon siswa SMA/MA.

F. Spesifikasi Produk yang Diharapkan

Spesifikasi produk yang dihasilkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Modul memuat materi ekosistem yang disesuaikan dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar dalam KTSP Mata Pelajaran Biologi Kelas X yang diintegrasikan dengan materi kewirausahaan.
2. Pengintegrasian nilai-nilai kewirausahaan dilakukan melalui pemaparan materi dan pemberian tugas.
3. Materi kewirausahaan yang diintegrasikan berupa informasi mengenai inspirasi bisnis terkait dengan materi ekosistem berwawasan peduli lingkungan, pengenalan dan urgensi kewirausahaan, sikap wirausaha, proposal usaha, serta profil bisnis dari beberapa wirausaha di bidang produksi daur ulang limbah.
4. Salah satu tugas yang diberikan berupa kegiatan secara berkelompok yaitu menganalisis jenis-jenis limbah yang terdapat di lingkungan sekitar, memunculkan ide untuk membuat produk daur ulang limbah kemudian

merealisasikannya, membuat proposal usaha secara sederhana, dan mengadakan pameran hasil karya produk daur ulang limbah yang sekaligus dapat diperjualbelikan di lingkungan sekolah dengan menerapkan prinsip-prinsip kewirausahaan.

G. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi Pengembangan

Asumsi dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X yang dikembangkan dapat menjadi bahan ajar alternatif bagi siswa.
- b. Pihak *reviewer* (penilai) memiliki pemahaman yang baik tentang kriteria kelayakan bahan ajar sesuai masing-masing aspek yang dinilai.

2. Keterbatasan Pengembangan

Pengembangan modul ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu:

- a. Penilaian kelayakan modul dilakukan terbatas pada uji keterbacaan.
- b. Pihak *reviewer* yang menilai modul terdiri dari 1 orang ahli materi biologi, 1 orang ahli materi kewirausahaan, 1 orang ahli media, dan 3 orang *peer reviewer* pada tahap validasi, serta 3 orang guru biologi SMA/MA dan 18 orang siswa SMA/MA pada tahap uji coba terbatas.

H. Manfaat Penelitian

Penelitian pengembangan modul ekosistem berorientasi kewirausahaan ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Menambah khasanah keilmuan pendidikan biologi.

2. Produk penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan ajar alternatif yang dapat mengembangkan *life skills* berbasis produk bagi siswa terutama *vocational skill* yang diorientasikan pada bidang kewirausahaan, serta dapat memotivasi siswa untuk berwirausaha.
3. Produk penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan ajar alternatif yang dapat membantu guru dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sekaligus merupakan bentuk pengembangan bahan ajar yang didasarkan pada prinsip-prinsip pengembangan KTSP.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian pengembangan ini adalah:

1. Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X dikembangkan dengan menggunakan model pengembangan 4D (*Four D*), namun pada penelitian ini tahap penyebaran produk (*disseminate*) tidak dilakukan, sehingga tahap pengembangannya meliputi tahap *define*, *design*, dan *development*.
2. Nilai modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X menurut penilaian para ahli, *peer reviewer*, guru, dan siswa adalah berkategori baik dan sangat baik, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran biologi.

B. Saran

Penelitian pengembangan modul ini masih memerlukan tindak lanjut agar diperoleh modul yang lebih berkualitas dan dapat digunakan dalam pembelajaran biologi secara efektif. Peneliti menyarankan:

1. Bagi pembaca, dapat melakukan pengembangan lebih lanjut terhadap produk berupa modul ini, agar dapat dihasilkan produk yang lebih inovatif dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran.
2. Bagi peneliti, dapat melanjutkan pengembangan modul hingga tahap *disseminate* atau ujicoba pada skala yang lebih luas untuk menguatkan bukti

kelayakan modul serta mengetahui pengaruhnya terhadap peningkatan kualitas pembelajaran biologi khususnya pada materi ekosistem.

3. Bagi guru biologi yang akan menerapkan modul ini dalam pembelajaran, perlu memiliki pengetahuan mengenai materi kewirausahaan, serta memiliki semangat berwirausaha.
4. Bagi guru biologi yang akan menerapkan modul ini dalam pembelajaran juga perlu memiliki kemampuan untuk mengatur waktu pembelajaran secara efektif dan efisien agar tujuan pembelajaran dalam modul dapat tercapai secara penuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi, 2009. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Ashari, M. Yahya, (2012). Integrasi Pendidikan Pravokasional Sebagai Upaya Menyiapkan Lulusan yang Mandiri Di Era Global. Unipdu Jombang. Diakses tanggal 16 April 2013 dari <http://journal.unipdu.ac.id/index.php>.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2010. *Pedoman Pengukuran Karbon untuk Mendukung Penerapan REDD+ di Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan, Bogor.
- Badan Pusat Statistik, (6 Mei 2013). *Berita Resmi Statistik*. Diakses 11 Mei 2013 dari http://www.bps.go.id/brs_file/naker_06mei13.pdf.
- BSNP, 2007. *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. BSNP, Jakarta.
- BSNP, 2006 a. *Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Pendidikan Dasar dan Menengah*. BSNP, Jakarta.
- BSNP, 2006 b. *Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah, Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar SMK/MAK*. BSNP. Jakarta.
- BSNP, 2009. *Laporan BSNP Tahun 2009: Pengembangan Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran*. BSNP, Jakarta.
- Budiyanto, Agus Krisno. 2004. *Mikrobiologi Terapan*. Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Campbell, N.A, J.B.Reece, dan L.G. Mitchell, 2004. *Biologi*, (Edisi Kelima Jilid 3). Penerjemah: W. Manulu. Erlangga, Jakarta.
- Depdiknas, 2009. *Buku Saku Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) Sekolah Menengah Pertama*. Depdiknas, Jakarta.
- Depdiknas, 2006. *Permendiknas No.22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Dharma, Surya, 2008. *Penulisan Modul*. Direktorat Tenaga Kependidikan dan Dirjen PMPTK, Jakarta.

- Dinas Pendidikan Jawa Barat, 2002. *Pendidikan Berbasis Luas Kecakapan Hidup dengan Model Pelaksanaan Pembelajaran Hidup di Sekolah*. CV Dwi Rama, Bandung.
- Direktorat Tenaga Kependidikan, 2008. *Penulisan Modul*. Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Ghony, M. Djunaidi, dan F. Almanshur, 2009. *Metodologi Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif*. UIN Malang Press, Malang.
- Irwan, Zoer'aini D., 1992. *Prinsip-Prinsip Ekologi dan Organisasi Ekosistem, Komunitas, dan Lingkungan*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Khoiri, Nur, N. Hindarto, dan Sulhadi, 2011. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis *Life Skill* untuk Meningkatkan Minat Kewirausahaan Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia (PFI)*. **7**: 84-88.
- Kimball, John W., 1983. *Biologi*, Edisi Kelima Jilid Ketiga. Erlangga, Jakarta.
- Komalasari, Kokom, 2010. *Pembelajaran Kontekstual: Konsep dan Aplikasi*. PT Refika Aditama, Bandung.
- Kristanti, Ely Ana, S. H. Bintari, dan S. Ridlo, 2012. Pengembangan Perangkat Pembelajaran *Bioentrepreneurship* Pembuatan Makanan dari Limbah Cair Pengolahan Kedelai. *Journal of Innovative Science Education (JISE)*. **1**: 112-118.
- Kristanto, Philip. 2002. *Ekologi Industri*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Lestari, Budi, 2010. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berorientasi Kewirausahaan untuk Implementasi Diklat Entrepreneurship. *Jurnal Widyaprana*. **2**: 1-20.
- Mahardika, I Ketut, 2011. *Pengembangan Bahan Ajar Fisika dengan Multirepresentasi pada Pokok Bahasan Usaha dan Energi*. UPI, Bandung.
- Mahanal, Susriyati, E. Darmawan, A.D. Corebima, dan S. Zubaidah, 2009. Pengaruh Pembelajaran *Project Based Learning* pada Materi Ekosistem terhadap Sikap dan Hasil Belajar Siswa SMAN 2 Malang. *Jurnal Pendidikan Biologi UM Metro*. **1**: 1-11.
- Moerdiyanto, 2008. *Bahan Pendidikan dan Latihan Profesi Guru (PLPG) Rayon 11 (DIY dan Jawa Tengah) Sekolah Menengah Atas (SMA/MA dan SMK/MAK): Pengembangan Model Pembelajaran Kewirausahaan Departemen Pendidikan Nasional*. UNY, Yogyakarta.

- Muhfahroyin, 2007. Pembelajaran Biologi Berorientasi *Life Skill* untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa SMA Kartikatama Metro. *Jurnal Pendidikan Biologi UM Metro*. 1: 1-9.
- Mulyasa, E., 2008. *Implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan: Kemandirian Guru dan Kepala Sekolah*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Nisa', Inayatun, 2011. Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Terpadu Tipe *Connected* dengan Topik Peredaran Darah untuk Kelas VIII SMP. *Pensa E-Jurnal*. 1: 26-38.
- Nugroho, L. Hartanto, dan I. Sumardi, 2004. *Biologi Dasar*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Odum, Eugene P., 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Prasetyo, Zuhdan Kun, dan Tim, 2011. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sains Terpadu untuk Meningkatkan Kognitif, Keterampilan Proses, Kreativitas Serta Menerapkan Konsep Ilmiah Peserta Didik SMP*. (Laporan Penelitian), UNY, Yogyakarta.
- Prastowo, Andi, 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press, Yogyakarta.
- Priyanto, Sony Heru, 2009. Mengembangkan Pendidikan Kewirausahaan di Masyarakat. *Jurnal PNFI*. 1: 57-82.
- Pusat Kurikulum Balitbang Kemendiknas, 2010. *Pengembangan Pendidikan Kewirausahaan; Bahan Pelatihan Penguatan Metodologi Pembelajaran Berdasarkan Nilai-Nilai Budaya untuk Membentuk Daya Saing dan Karakter Bangsa*. Pusat Kurikulum, Jakarta.
- Rae, D. 2000. Understanding entrepreneurial learning : A Question of How? *International Journal of Entrepreneurial Behavior and Research*, 6: 145-159.
- Reid, Walter V., F. Berkes, T.J. Wilbanks, and D. Capistrano, 2006. *Bridging Scales and Knowledge System: Concepts and Applications in Ecosystem Assessment*. Island Press, Washington.
- Rusman, 2010. *Model-Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*. PT Rajagrafindo Persada, Jakarta.
- Saiman, Leonardus, 2009. *Kewirausahaan Teori, Praktik dan Kasus-Kasus*. Penerbit Salemba Empat, Jakarta.

- Santrock, John W., 2003. *Adolescence Perkembangan Remaja*, (Edisi Keenam). Penerjemah: S.B. Adelar dan S. Saragih. Erlangga, Jakarta.
- Sidi, Indrajati, 2002. *Konsep Pendidikan Berorientasi Kecakapan Hidup (Life Skill) Melalui Pendidikan Berbasis Luas (Broad-Based Education-BBE)*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.
- Stiling, Peter D., 1999. *Ecology: Theories and Applications*, (Third Edition). Prentice-Hall Inc, USA.
- Sudjana, Nana, 2010. *Penilaian Hasil Belajar Dalam Proses Belajar Mengajar*. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Sudjiono, Anas, 2009. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Rajawali Press, Jakarta.
- Sudrajat, Akhmad, (2011). *Konsep Kewirausahaan dan Pendidikan Kewirausahaan di Sekolah*. Diakses 2 Juni 2012 dari <http://akhmadsudrajat.wordpress.com/2011/06/29>
- Sugiyono, 2010. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D)*. Alfabeta, Bandung.
- Sukardjo, dan L.P. Sari, 2008. *Penilaian Hasil Belajar Kimia*. FMIPA UNY, Yogyakarta.
- Sukmana, U.D, 2008. Peran Pendidikan dalam Menumbuhkan Motivasi Wirausaha. *Jurnal Equilibrium*. 4: 1-23.
- Sumaji, 2007. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Melalui Pendekatan Kontekstual dengan Penilaian Portofolio*. Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Ponorogo.
- Sutiandi, Andreas, (2012). *Memajukan Ekonomi Indonesia Melalui Kewirausahaan*. Diakses 2 Juni 2012 dari <http://ilerning.com/index.php?option=com>.
- Sutrisno, Joko, 2003. *Pengembangan Pendidikan Berwawasan Kewirausahaan Sejak Usia Dini*. IPB, Bogor.
- Sutrisno, Joko, 2008. *Teknik Penyusunan Modul*. Dirktorat Sekolah Menengah Kejuruan, Dirjen Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Depdiknas, Jakarta.
- The World Bank, 2010. *Laporan Pembangunan Dunia 2010: Pembangunan dan Perubahan Iklim*. Penerjemah: C. Sungkono. Salemba Empat, Jakarta.

Tobin, Kenneth, 2006. *Teaching and Learning Science: a Handbook*. Praeger Publisher, London.

Trianto, 2007. *Model Pembelajaran Terpadu dalam Teori dan Praktek*. Pustaka Ilmu, Surabaya.

Trianto, 2010. *Model Pembelajaran Terpadu Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkatan Satuan Pendidikan (KTSP)*. PT Bumi Aksara, Jakarta.

Wijatno, Serian, 2009. *Pengantar Entrepreneurship*. PT Grasindo, Jakarta.

Lampiran 1

Tabulasi Perolehan Skor Hasil Penilaian Kelayakan Modul

Data kualitatif yang diperoleh dari penilaian *reviewer*, diubah ke dalam bentuk kuantitatif dengan ketentuan sesuai aturan pemberian skor menurut Sudjana (2010), sebagai berikut:

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

Tabel 1. Perolehan Skor Hasil Penilaian Kelayakan Modul oleh Ahli

No	Komponen	\sum Butir Kriteria	Ahli Media	Ahli Materi Biologi	Ahli Materi Kewirausahaan	\sum Skor	Skor Rata-Rata
1	A ₁	16	-	61	-	61	61
2	A ₂	12	-	-	44	44	44
3	B	6	24	-	-	24	24
4	C	9	40	-	-	40	40
5	D	5	19	-	-	19	19
Jumlah:		48				188	188

Keterangan :

A : Komponen Kelayakan Isi/ Materi:	B : Komponen Kebahasaan
• A ₁ : Materi Biologi	C : Komponen Penyajian
• A ₂ : Materi Kewirausahaan	D : Komponen Kegrafikaan

Tabel 4. Perolehan Skor Hasil Penilaian Respon terhadap Modul oleh Siswa

No	Komponen	Σ Butir Kriteria	Responden (Siswa)																		Σ Skor	Skor Rata-Rata
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
1	A	10	44	42	46	39	43	42	45	41	43	45	44	44	47	34	41	44	43	39	776	42,56
2	B	2	8	8	10	8	10	8	10	8	10	10	8	9	10	10	8	8	8	9	160	8,89
3	C	4	20	20	20	16	18	17	17	16	16	17	17	18	18	18	16	18	16	18	316	17,56
4	D	4	18	19	18	17	19	18	19	18	17	17	19	18	19	13	18	18	16	16	317	17,61
Jumlah:		20																			1559	86,61

Keterangan : A : Komponen Kelayakan Isi
 B : Komponen Kebahasaan
 C : Komponen Penyajian
 D : Komponen Kegrifikaan

Lampiran 2

Perhitungan Penilaian Kelayakan Modul Berdasarkan Perolehan Skor

A. Kriteria Kelayakan

Data penilaian yang sudah diubah menjadi nilai kuantitatif dan dirata-rata seperti terlihat pada Tabel Perolehan Skor Hasil Penilaian Kelayakan Modul diubah menjadi nilai kualitatif sesuai dengan kategori penilaian ideal dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Kategori Penilaian Ideal

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > M_i + 1,80 SB_i$	Sangat Baik
2	$M_i + 0,60 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 1,80 SB_i$	Baik
3	$M_i - 0,6 SB_i < \bar{X} \leq M_i + 0,60 SB_i$	Cukup
4	$M_i - 1,80 SB_i < \bar{X} \leq M_i - 0,60 SB_i$	Kurang
5	$\bar{X} \leq M_i - 1,80 SB_i$	Sangat Kurang

Sumber: Sukardjo, 2008

Keterangan:

X = Skor rata-rata

M_i = Rata-rata ideal

SB_i = Simpangan baku ideal

Harga M_i (Rata-rata ideal) dan harga SB_i (Simpangan baku ideal) diperoleh dengan rumus:

$M_i = 1/2 \times (\text{skor tertinggi ideal} + \text{skor terendah ideal})$

$Sb_i = (1/2) \times (1/3) \times (\text{skor tertinggi ideal} - \text{skor terendah ideal})$

Skor tertinggi ideal = Σ butir kriteria x skor tertinggi

Skor terendah ideal = Σ butir kriteria x skor terendah

B. Perhitungan Penilaian Kelayakan Modul untuk tiap Komponen Penilaian

1. Perhitungan Penilaian Kelayakan Modul Berdasarkan Penilaian Para Ahli

a. Komponen Kelayakan Isi/ Materi

1) Komponen Kelayakan Materi Biologi

- a) Jumlah kriteria = 16
- b) Skor tertinggi ideal = $16 \times 5 = 80$
- c) Skor terendah ideal = $16 \times 1 = 16$
- d) $M_i = \frac{1}{2} \times (80 + 16) = 48$
- e) $SB_i = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (80 - 16) = 10,67$
- f) $\bar{X} = 61 : 1 = 61$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kelayakan Materi Biologi

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 67,21$	Sangat Baik
2	$54,40 < \bar{X} \leq 67,21$	Baik
3	$41,60 < \bar{X} \leq 54,40$	Cukup
4	$28,79 < \bar{X} \leq 41,60$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 28,79$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian komponen kelayakan materi biologi menurut ahli termasuk dalam kategori **“Baik”**.

2) Komponen Kelayakan Materi Kewirausahaan

- a) Jumlah kriteria = 12
- b) Skor tertinggi ideal = $12 \times 5 = 60$
- c) Skor terendah ideal = $12 \times 1 = 12$
- d) $M_i = \frac{1}{2} \times (60 + 12) = 36$
- e) $SB_i = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (60 - 12) = 8$
- f) $\bar{X} = 44 : 1 = 44$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kelayakan Materi Kewirausahaan

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 50,40$	Sangat Baik
2	$40,80 < \bar{X} \leq 50,40$	Baik
3	$31,20 < \bar{X} \leq 40,80$	Cukup
4	$21,60 < \bar{X} \leq 31,20$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 21,60$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian komponen kelayakan materi kewirausahaan menurut ahli termasuk dalam kategori **“Baik”**.

b. Komponen Kebahasaan

- a) Jumlah kriteria = 6
- b) Skor tertinggi ideal = $6 \times 5 = 30$
- c) Skor terendah ideal = $6 \times 1 = 6$
- d) $M_i = \frac{1}{2} \times (30 + 6) = 18$
- e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (30 - 6) = 4$
- f) $\bar{X} = 24 : 1 = 24$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kebahasaan

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 25,20$	Sangat Baik
2	$20,40 < \bar{X} \leq 25,20$	Baik
3	$15,60 < \bar{X} \leq 20,40$	Cukup
4	$10,80 < \bar{X} \leq 15,60$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 10,80$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian kelayakan komponen kebahasaan menurut ahli termasuk dalam kategori “**Baik**”.

c. Komponen Penyajian

- a) Jumlah kriteria = 9
- b) Skor tertinggi ideal = $9 \times 5 = 45$
- c) Skor terendah ideal = $9 \times 1 = 9$
- d) $M_i = \frac{1}{2} \times (45 + 9) = 27$
- e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (45 - 9) = 6$
- f) $\bar{X} = 40 : 1 = 40$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Penyajian

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 37,8$	Sangat Baik
2	$30,6 < \bar{X} \leq 37,8$	Baik
3	$23,4 < \bar{X} \leq 30,6$	Cukup
4	$16,2 < \bar{X} \leq 23,4$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 16,2$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian kelayakan komponen penyajian menurut ahli termasuk dalam kategori “**Sangat Baik**”.

d. Komponen Kegrafikaan

- a) Jumlah kriteria = 5
- b) Skor tertinggi ideal = $5 \times 5 = 25$
- c) Skor terendah ideal = $5 \times 1 = 5$
- d) $M_i = \frac{1}{2} \times (25 + 5) = 15$
- e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (25 - 5) = 3,33$
- f) $\bar{X} = 19 : 1 = 19$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kegrafikaan

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 20,99$	Sangat Baik
2	$17,00 < \bar{X} \leq 20,99$	Baik
3	$13,00 < \bar{X} \leq 17,00$	Cukup
4	$9,01 < \bar{X} \leq 13,00$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 9,01$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian kelayakan komponen kegrafikaan menurut ahli termasuk dalam kategori **“Baik”**.

e. Nilai Modul menurut Para Ahli

- Jumlah kriteria = 48
- Skor tertinggi ideal = $48 \times 5 = 240$
- Skor terendah ideal = $48 \times 1 = 48$
- $M_i = \frac{1}{2} \times (240 + 48) = 144$
- $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (240 - 48) = 32$
- $\bar{X} = 188 : 1 = 188$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Keseluruhan Komponen Penilaian

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 201,6$	Sangat Baik
2	$163,2 < \bar{X} \leq 201,6$	Baik
3	$124,8 < \bar{X} \leq 163,2$	Cukup
4	$86,4 < \bar{X} \leq 124,8$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 86,4$	Sangat Kurang

Keterangan: nilai modul menurut para ahli termasuk dalam kategori **“Baik”**.

Hasil penilaian desain modul oleh para ahli dirangkum sebagai berikut.

Tabel Hasil Penilaian Desain Modul oleh Para Ahli

No.	Komponen Penilaian	Skor Tertinggi Ideal	Skor Rata-Rata	Persentase Penilaian (%)	Kategori Kualitatif
1	Kelayakan materi biologi	80	61	76,25	Baik
2	Kelayakan materi kewirausahaan	60	44	73	Baik
3	Kebahasaan	30	24	80	Baik
4	Penyajian	45	40	88,89	Sangat Baik
5	Keografikaan	25	19	76	Baik
	Nilai Modul	240	188	78,33	Baik

2. Perhitungan Penilaian Kelayakan Modul Berdasarkan Penilaian *Peer Reviewer*

a. Komponen Kelayakan Isi/ Materi

- a) Jumlah kriteria = 14
- b) Skor tertinggi ideal = $14 \times 5 = 70$
- c) Skor terendah ideal = $14 \times 1 = 14$
- d) $M_i = \frac{1}{2} \times (70 + 14) = 42$
- e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (70 - 14) = 9,33$
- f) $\bar{X} = 185 : 3 = 61,67$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kelayakan Isi/ Materi

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 58,79$	Sangat Baik
2	$47,60 < \bar{X} \leq 58,79$	Baik
3	$36,40 < \bar{X} \leq 47,60$	Cukup
4	$25,21 < \bar{X} \leq 36,40$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 25,21$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian komponen kelayakan isi/ materi menurut *peer reviewer* termasuk dalam kategori "**Sangat Baik**".

b. Komponen Kebahasaan

- a) Jumlah kriteria = 4
- b) Skor tertinggi ideal = $4 \times 5 = 20$
- c) Skor terendah ideal = $4 \times 1 = 4$
- d) $M_i = \frac{1}{2} \times (20 + 4) = 12$
- e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (20 - 4) = 2,67$
- f) $\bar{X} = 54 : 3 = 18$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kebahasaan

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 16,81$	Sangat Baik
2	$13,60 < \bar{X} \leq 16,81$	Baik
3	$10,40 < \bar{X} \leq 13,60$	Cukup
4	$7,19 < \bar{X} \leq 10,40$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 7,19$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian kelayakan komponen kebahasaan menurut *peer reviewer* termasuk dalam kategori "**Sangat Baik**".

c. Komponen Penyajian

- a) Jumlah kriteria = 8
- b) Skor tertinggi ideal = $8 \times 5 = 40$

- c) Skor terendah ideal = $8 \times 1 = 8$
 d) $M_i = \frac{1}{2} \times (40 + 8) = 24$
 e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (40 - 8) = 5,33$
 f) $\bar{X} = 107 : 3 = 35,67$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Penyajian

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 33,59$	Sangat Baik
2	$27,20 < \bar{X} \leq 33,59$	Baik
3	$20,80 < \bar{X} \leq 27,20$	Cukup
4	$14,41 < \bar{X} \leq 20,80$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 14,41$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian kelayakan komponen penyajian menurut *peer reviewer* termasuk dalam kategori “**Sangat Baik**”.

- d. Komponen Kegrafikaan
 a) Jumlah kriteria = 4
 b) Skor tertinggi ideal = $4 \times 5 = 20$
 c) Skor terendah ideal = $4 \times 1 = 4$
 d) $M_i = \frac{1}{2} \times (20 + 4) = 12$
 e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (20 - 4) = 2,67$
 f) $\bar{X} = 54 : 3 = 18$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kegrafikaan

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 16,81$	Sangat Baik
2	$13,60 < \bar{X} \leq 16,81$	Baik
3	$10,40 < \bar{X} \leq 13,60$	Cukup
4	$7,19 < \bar{X} \leq 10,40$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 7,19$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian kelayakan komponen kegrafikaan menurut *peer reviewer* termasuk dalam kategori “**Sangat Baik**”.

- e. Nilai Modul Menurut *Peer Reviewer*
 a) Jumlah kriteria = 30
 b) Skor tertinggi ideal = $30 \times 5 = 150$
 c) Skor terendah ideal = $30 \times 1 = 30$
 d) $M_i = \frac{1}{2} \times (150 + 30) = 90$
 e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (150 - 30) = 20$
 f) $\bar{X} = 400 : 3 = 133,33$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Keseluruhan Komponen Penilaian

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 126$	Sangat Baik
2	$102 < \bar{X} \leq 126$	Baik
3	$78 < \bar{X} \leq 102$	Cukup
4	$54 < \bar{X} \leq 78$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 54$	Sangat Kurang

Keterangan: nilai modul menurut *peer reviewer* termasuk dalam kategori “Sangat Baik”.

Hasil penilaian desain modul oleh *peer reviewer* dirangkum sebagai berikut.

Tabel Hasil Penilaian Desain Modul oleh *Peer Reviewer*

No.	Komponen Penilaian	Skor Tertinggi Ideal	Skor Rata-Rata	Persentase Penilaian (%)	Kategori Kualitatif
1	Kelayakan materi	70	61,67	88,10	Sangat Baik
2	Kebahasaan	20	18	90	Sangat Baik
3	Penyajian	40	35,67	89,18	Sangat Baik
4	Kegrafikaan	20	18	90	Sangat Baik
Nilai Modul		150	133,33	88,89	Sangat Baik

3. Perhitungan Penilaian Kelayakan Modul Berdasarkan Penilaian Guru Biologi

a. Komponen Kelayakan Isi/ Materi

- Jumlah kriteria = 14
- Skor tertinggi ideal = $14 \times 5 = 70$
- Skor terendah ideal = $14 \times 1 = 14$
- $M_i = \frac{1}{2} \times (70 + 14) = 42$
- $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (70 - 14) = 9,33$
- $\bar{X} = 155 : 3 = 51,67$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kelayakan Isi/ Materi

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 58,79$	Sangat Baik
2	$47,60 < \bar{X} \leq 58,79$	Baik
3	$36,40 < \bar{X} \leq 47,60$	Cukup
4	$25,21 < \bar{X} \leq 36,40$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 25,21$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian komponen kelayakan isi/ materi menurut guru biologi termasuk dalam kategori “Baik”.

b. Komponen Kebahasaan

- a) Jumlah kriteria = 4
- b) Skor tertinggi ideal = $4 \times 5 = 20$
- c) Skor terendah ideal = $4 \times 1 = 4$
- d) $Mi = \frac{1}{2} \times (20 + 4) = 12$
- e) $SBi = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (20 - 4) = 2,67$
- f) $\bar{X} = 44 : 3 = 14,67$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kebahasaan

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 16,81$	Sangat Baik
2	$13,60 < \bar{X} \leq 16,81$	Baik
3	$10,40 < \bar{X} \leq 13,60$	Cukup
4	$7,19 < \bar{X} \leq 10,40$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 7,19$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian kelayakan komponen kebahasaan menurut guru biologi termasuk dalam kategori “**Baik**”.

c. Komponen Penyajian

- a) Jumlah kriteria = 8
- b) Skor tertinggi ideal = $8 \times 5 = 40$
- c) Skor terendah ideal = $8 \times 1 = 8$
- d) $Mi = \frac{1}{2} \times (40 + 8) = 24$
- e) $SBi = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (40 - 8) = 5,33$
- f) $\bar{X} = 92 : 3 = 30,67$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Penyajian

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 33,59$	Sangat Baik
2	$27,20 < \bar{X} \leq 33,59$	Baik
3	$20,80 < \bar{X} \leq 27,20$	Cukup
4	$14,41 < \bar{X} \leq 20,80$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 14,41$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian kelayakan komponen penyajian menurut guru biologi termasuk dalam kategori “**Baik**”.

d. Komponen Kegrafikaan

- a) Jumlah kriteria = 4
- b) Skor tertinggi ideal = $4 \times 5 = 20$
- c) Skor terendah ideal = $4 \times 1 = 4$
- d) $Mi = \frac{1}{2} \times (20 + 4) = 12$

- e) $SBi = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (20 - 4) = 2,67$
 f) $\bar{X} = 48 : 3 = 16$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kefrafikaan

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 16,81$	Sangat Baik
2	$13,60 < \bar{X} \leq 16,81$	Baik
3	$10,40 < \bar{X} \leq 13,60$	Cukup
4	$7,19 < \bar{X} \leq 10,40$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 7,19$	Sangat Kurang

Keterangan: penilaian kelayakan komponen kegrafikaan menurut guru biologi termasuk dalam kategori **“Baik”**.

e. Nilai Modul Menurut Guru Biologi SMA/ MA

- a) Jumlah kriteria = 30
 b) Skor tertinggi ideal = $30 \times 5 = 150$
 c) Skor terendah ideal = $30 \times 1 = 30$
 d) $Mi = \frac{1}{2} \times (150 + 30) = 90$
 e) $SBi = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (150 - 30) = 20$
 f) $\bar{X} = 339 : 3 = 113$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Keseluruhan Komponen Penilaian

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 126$	Sangat Baik
2	$102 < \bar{X} \leq 126$	Baik
3	$78 < \bar{X} \leq 102$	Cukup
4	$54 < \bar{X} \leq 78$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 54$	Sangat Kurang

Keterangan: nilai modul menurut guru biologi termasuk dalam kategori **“Baik”**.

Hasil penilaian modul oleh guru SMA/MA dirangkum sebagai berikut.

Tabel Hasil Penilaian Modul oleh Guru Biologi SMA/MA

No.	Komponen Penilaian	Skor Tertinggi Ideal	Skor Rata-Rata	Persentase Penilaian (%)	Kategori Kualitatif
1	Kelayakan materi	70	51,67	73,81	Baik
2	Kebahasaan	20	14,67	73,35	Baik
3	Penyajian	40	30,67	76,68	Baik
4	Kefrafikaan	20	16	80	Baik
	Nilai Modul	150	113	75,33	Baik

4. Perhitungan Penilaian Respon Terhadap Modul Berdasarkan Penilaian Respon oleh Siswa

a. Komponen Kelayakan Isi/ Materi

- a) Jumlah kriteria = 10
- b) Skor tertinggi ideal = $10 \times 5 = 50$
- c) Skor terendah ideal = $10 \times 1 = 10$
- d) $M_i = \frac{1}{2} \times (50 + 10) = 30$
- e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (50 - 10) = 6,67$
- f) $\bar{X} = 766 : 18 = 42,56$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kelayakan Isi/ Materi

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 42,01$	Sangat Setuju
2	$34,00 < \bar{X} \leq 42,01$	Setuju
3	$26,00 < \bar{X} \leq 34,00$	Kurang Setuju
4	$17,99 < \bar{X} \leq 26,00$	Tidak Setuju
5	$\bar{X} \leq 17,99$	Sangat Tidak Setuju

Keterangan: komponen kelayakan isi/ materi menurut penilaian respon siswa termasuk dalam kategori **“Sangat Setuju”** atau **“Sangat Baik”**.

b. Komponen Kebahasaan

- a) Jumlah kriteria = 2
- b) Skor tertinggi ideal = $2 \times 5 = 10$
- c) Skor terendah ideal = $2 \times 1 = 2$
- d) $M_i = \frac{1}{2} \times (10 + 2) = 6$
- e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (10 - 2) = 1,33$
- f) $\bar{X} = 160 : 18 = 8,89$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kebahasaan

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 8,39$	Sangat Setuju
2	$6,80 < \bar{X} \leq 8,39$	Setuju
3	$5,20 < \bar{X} \leq 6,80$	Kurang Setuju
4	$3,61 < \bar{X} \leq 5,20$	Tidak Setuju
5	$\bar{X} \leq 3,61$	Sangat Tidak Setuju

Keterangan: komponen kebahasaan menurut penilaian respon siswa termasuk dalam kategori **“Sangat Setuju”** atau **“Sangat Baik”**.

c. Komponen Penyajian

- a) Jumlah kriteria = 4
- b) Skor tertinggi ideal = $4 \times 5 = 20$

- c) Skor terendah ideal = $4 \times 1 = 4$
 d) $M_i = \frac{1}{2} \times (20 + 4) = 12$
 e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (20 - 4) = 2,67$
 f) $\bar{X} = 316 : 18 = 17,56$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Penyajian

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 16,81$	Sangat Setuju
2	$13,60 < \bar{X} \leq 16,81$	Setuju
3	$10,40 < \bar{X} \leq 13,60$	Kurang Setuju
4	$7,19 < \bar{X} \leq 10,40$	Tidak Setuju
5	$\bar{X} \leq 7,19$	Sangat Tidak Setuju

Keterangan: komponen penyajian menurut penilaian respon siswa termasuk dalam kategori “**Sangat Setuju**” atau “**Sangat Baik**”.

- d. Komponen Kegrafikaan
- a) Jumlah kriteria = 4
 b) Skor tertinggi ideal = $4 \times 5 = 20$
 c) Skor terendah ideal = $4 \times 1 = 4$
 d) $M_i = \frac{1}{2} \times (20 + 4) = 12$
 e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (20 - 4) = 2,67$
 f) $\bar{X} = 317 : 18 = 17,61$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Komponen Kegrafikaan

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 16,81$	Sangat Setuju
2	$13,60 < \bar{X} \leq 16,81$	Setuju
3	$10,40 < \bar{X} \leq 13,60$	Kurang Setuju
4	$7,19 < \bar{X} \leq 10,40$	Tidak Setuju
5	$\bar{X} \leq 7,19$	Sangat Tidak Setuju

Keterangan: komponen kegrafikaan menurut penilaian respon siswa termasuk dalam kategori “**Sangat Setuju**” atau “**Sangat Baik**”.

- e. Nilai Modul Respon Siswa SMA/ MA
- a) Jumlah kriteria = 20
 b) Skor tertinggi ideal = $20 \times 5 = 100$
 c) Skor terendah ideal = $20 \times 1 = 20$
 d) $M_i = \frac{1}{2} \times (100 + 20) = 60$
 e) $S_{Bi} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times (240 - 48) = 13,33$
 f) $\bar{X} = 1559 : 18 = 86,61$

Tabel Kriteria Penilaian Ideal untuk Keseluruhan Komponen Penilaian

No	Rentang skor (i) kuantitatif	Kategori kualitatif
1	$\bar{X} > 83,99$	Sangat Baik
2	$68 < \bar{X} \leq 83,99$	Baik
3	$52 < \bar{X} \leq 68$	Cukup
4	$36,01 < \bar{X} \leq 52$	Kurang
5	$\bar{X} \leq 36,01$	Sangat Kurang

Keterangan: nilai modul menurut respon siswa termasuk dalam kategori **“Sangat Setuju”** atau **“Sangat Baik”**.

Hasil respon modul oleh siswa SMA/MA dirangkum sebagai berikut.

Tabel Hasil Respon Modul oleh Siswa SMA/MA

No.	Komponen Penilaian	Skor Tertinggi Ideal	Skor Rata-Rata	Persentase Penilaian (%)	Kategori Kualitatif
1	Kelayakan materi	50	42,56	85,12	Sangat Baik
2	Kebahasaan	10	8,89	88,90	Sangat Baik
3	Penyajian	20	17,56	87,80	Sangat Baik
4	Kegrafikaan	20	17,61	88,05	Sangat Baik
	Nilai Modul	100	86,61	86,61	Sangat Baik

C. Persentase Penilaian

Hasil penilaian dapat dikonversikan dalam bentuk persen yang dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$\text{Persentase keidealan (P)} = \frac{\text{skor hasil penilaian}}{\text{skor tertinggi ideal}} \times 100\%$$

1. Persentase Penilaian Berdasarkan Penilaian Ahli

- a. Persentase penilaian komponen kelayakan materi biologi
 $= 61/80 \times 100 \% = 76,25 \%$
- b. Persentase penilaian komponen kelayakan materi kewirausahaan
 $= 44/60 \times 100 \% = 73 \%$
- c. Persentase penilaian komponen kebahasaan
 $= 24/30 \times 100 \% = 80 \%$
- d. Persentase penilaian komponen penyajian
 $= 40/45 \times 100 \% = 88,89\%$
- e. Persentase penilaian komponen kegrafikaan
 $= 19/25 \times 100 \% = 76 \%$
- f. Persentase nilai modul
 $= 188/240 \times 100 \% = 78,33 \%$

2. Persentase Penilaian Berdasarkan Penilaian *Peer Reviewer*

- a. Persentase penilaian komponen kelayakan materi
= $61,67/70 \times 100 \% = 88,10 \%$
- b. Persentase penilaian komponen kebahasaan
= $18/20 \times 100 \% = 90 \%$
- c. Persentase penilaian komponen penyajian
= $35,67/40 \times 100 \% = 89,18 \%$
- d. Persentase penilaian komponen kegrafikaan
= $18/20 \times 100 \% = 90 \%$
- e. Persentase nilai modul
= $133,33/150 \times 100 \% = 88,89 \%$

3. Persentase Penilaian Berdasarkan Penilaian Guru Biologi

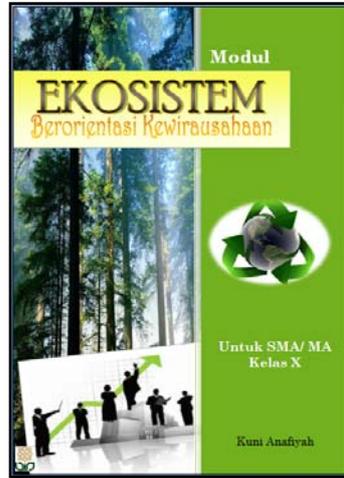
- a. Persentase penilaian komponen kelayakan materi
= $51,67/70 \times 100 \% = 73,81 \%$
- b. Persentase penilaian komponen kebahasaan
= $14,67/20 \times 100 \% = 73,35 \%$
- c. Persentase penilaian komponen penyajian
= $30,67/40 \times 100 \% = 76,68 \%$
- d. Persentase penilaian komponen kegrafikaan
= $16/20 \times 100 \% = 80 \%$
- e. Persentase nilai modul
= $113/150 \times 100 \% = 75,33 \%$

4. Persentase Penilaian Berdasarkan Penilaian Respon oleh Siswa

- a. Persentase penilaian komponen kelayakan materi
= $42,56/50 \times 100 \% = 85,12 \%$
- b. Persentase penilaian komponen kebahasaan
= $8,89/10 \times 100 \% = 88,90 \%$
- c. Persentase penilaian komponen penyajian
= $17,56/20 \times 100 \% = 87,80 \%$
- d. Persentase penilaian komponen kegrafikaan
= $17,61/20 \times 100 \% = 88,05 \%$
- e. Persentase nilai modul
= $86,61/100 \times 100 \% = 86,61 \%$

Lampiran 3

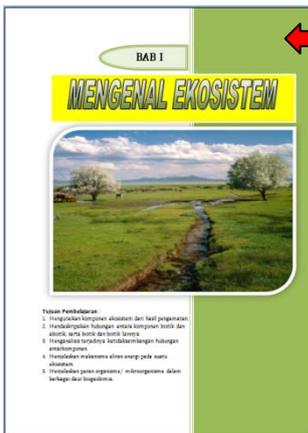
Karakteristik Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X



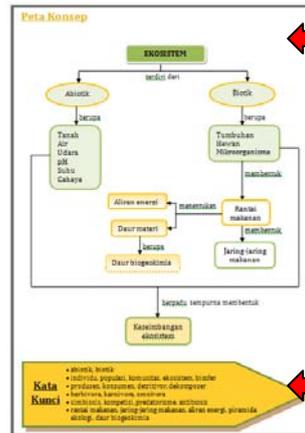
Cover depan



Cover belakang



Bagian ini merupakan awal dari setiap bab, berisi **judul bab**, **tujuan pembelajaran**, dan **gambar objek biologi** yang berhubungan dengan isi bab.

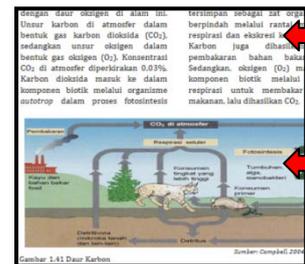


Peta konsep untuk membantu memahami keseluruhan isi materi.

Kata kunci adalah kata-kata penting yang membantu agar siswa fokus terhadap materi.

PENDAHULUAN
 Alam semesta tersusun atas matahari, tanah, udara, dan air, maul dan mikroorganismen. Keberadaan membutuhkan dan saling mempengaruhi ciptaan-Nya menjadi satu kesatuan yang utuh.

Pendahuluan sebagai **advance organizer** yaitu pembangkit motivasi belajar siswa sebelum memulai materi.



Materi disajikan dalam **lay out dua kolom** memudahkan penglihatan dalam membaca.

Gambar berwarna dengan sumber dan judul gambar yang jelas membantu siswa untuk memahami materi.

Info Bio
 Pada tahun 1810-1899 James Joule berhasil membuktikan bahwa energi ternyata tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi hanya dapat berubah menjadi bentuk lain. Pernyataannya tentang perubahan energi ini dikenal dengan **Hukum Kekekalan Energi**. Untuk mengenang prestasinya itu namanya digunakan dalam satuan energi, yaitu Joule.

Info Bio, ulasan singkat mengenai materi biologi yang terkait dengan materi pokok ekosistem untuk menambah wawasan siswa.

Wira Bio
 Budidaya Tanaman Buah ruk...
 Kalian tentunya sudah mengerti manfaat keberadaan tumbuhan di sekitar kita bukan? Selain hasil panen yang bisa kita nikmati, media tempat soil membuat tumbuhan bagi kita, di antaranya membantu O₂ yang sangat kita butuhkan untuk bernapas, menyerap CO₂ yang sudah kita ketahui dapat memicu terjadinya global warming akibat keberadaannya yang berlebih, dan tentunya sangat menguntungkan bagi kita.

Wira Bio, sekilas informasi mengenai ide bisnis terkait bidang biologi untuk menumbuhkan semangat siswa berwirausaha.

Tugas Individu 2.1

Tujuan: menganalisis terjadinya pencemaran di lingkungan sekitar dan memperkirakan solusi untuk mengatasinya.
 Datilah jenis-jenis pencemaran yang ada di daerahmu. Jelaskan penyebab dan cara memperbaikinya! Masukkan data pengamatanmu ke dalam tabel dengan format sebagai berikut!
 Tabel hasil pengamatan pencemaran lingkungan di (tulislah nama daerah yang di kunjungi) pada (tanggal pengamatan)

No.	Jenis Pencemaran	Penyebab	Cara Memperbaikinya
1			
2			
3			

Tugas Individu bertujuan untuk melatih siswa berpikir kritis serta melatih kemampuan analitis secara individu.

Aktivitas Kelompok 1.1

Tujuan: mendeskripsikan komponen abiotik dan biotik, dan perannya di dalam ekosistem serta menjelaskan bentuk interaksinya.
 Pergilah ke kebun sekolahmu! Amatilah dan catatlah apa saja yang kalian temui di sana. Dari data tersebut, sebutkan makhluk yang merupakan produsen, konsumen, dekomposer, dan komponen abiotiknya. Jelaskan bentuk interaksinya pada tingkat interaksi antarindividu dan antarpopulasi!
 Diskusikan hasilnya di kelas!

Aktivitas Kelompok bertujuan untuk melatih aspek kognitif dan psikomotorik siswa serta aspek afektif terutama mengenai kemampuan bekerjasama.

Rangkuman

- Interaksi atau hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungan biotik dan lingkungan abiotiknya disebut *ekosistem*.
- Ekosistem tersusun dari komponen biotik (misal: tumbuhan, hewan, manusia, dan mikroorganisme) dan komponen abiotik (misal: tanah, air).
- Satuan makhluk hidup dalam satu ekosistem adalah individu, populasi, komunitas, dan biosfer.

Rangkuman, inti sari dari materi yang disajikan dalam bentuk rincian uraian dari materi yang dibahas.

Soal Evaluasi

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

- Ciri khas suatu ekosistem yang seimbang adalah
 - aliran energi dan materi berjalan searah dari konsumen ke produsen
 - pertambahan populasi masing-masing komponen sama
- Keseimbangan lingkungan dapat menjadi rusak jika
 - perubahan melebihi daya dukung dan daya lenting
 - perubahan statis
 - perubahan tidak melebihi daya

Soal evaluasi disajikan di setiap akhir bab untuk menguji pemahaman mengenai materi yang dipelajari.

Umpan Balik

Cocokkan jawaban kalian dengan Kunci Jawaban Soal Evaluasi Bab 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah skor Soal A, B, dan C. Kemudian, gambarkan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap materi Bab 1.

Tingkat Penguasaan =	Jumlah Skor A + Skor B + Skor C	× 100%
	100	

Artinya tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
 80 - 89% = baik
 70 - 79% = cukup
 < 70% = kurang

Selamat jika tingkat penguasaan kalian mencapai 75% atau lebih, berarti kalian telah menguasai Bab 1 dan siap untuk melanjutkan ke bab selanjutnya. Tetapi jika tingkat penguasaan kalian masih di bawah 75%, maka kalian harus mengulangi mempelajari materi Bab 1 terutama bagian yang belum kalian kuasai.

Umpan balik disajikan di akhir soal evaluasi agar siswa dapat menghitung persentase tingkat penguasaan terhadap materi yang dipelajari.

SALINGTEMAS
Sains, Lingkungan, Teknologi, dan Masyarakat

TRAGEDI TERBAKARNYA ORANGUTAN DI WAJOK HILIR PONTIANAK

Seekor orangutan berjenis kelamin jantan nekat masuk ke daerah pemukiman warga. Setelah empat hari mengisahkan untuk evaluasi, warga mencoba cara yang sedikit ekstrem.

Salingtemas, memberi wawasan mengenai aplikasi biologi dalam sains, lingkungan dan masyarakat.

Info Kewirausahaan

A. Pengertian Kewirausahaan

Kewirausahaan atau dikenal dengan istilah *entrepreneurship* hingga saat ini belum ada definisi yang telah disepakati bersama oleh para ahli. Hal ini dapat dilihat dari adanya perbedaan bahasa definisi antara ahli yang satu dengan ahli yang lainnya.

usaha untuk menciptakan nilai melalui pengenalan kesempatan/bisnis, menejemen pengambilan resiko yang tepat, dan melalui keterampilan komunikasi dan manajemen untuk memobilisasi manusia yang dan baley-

Info kewirausahaan, menambah wawasan kewirausahaan yang diharapkan dapat membantu menumbuhkan semangat berwirausaha terutama usaha yang berkaitan dengan bidang biologi.

GLOSARIUM

Abiotik	Komponen tak hidup.	keadaan seimbang bila mengalami gangguan.
Amonifikasi	Proses perubahan nitrogen menjadi ammonia.	DDT <i>Diklorodifeniltrikloroetana</i> , merupakan jenis insektisida.
Atmosfer	Lapisan udara yang menyelubungi bumi sampai ketinggian 300 km.	Dekomposer Organisme pengurai sisa organisme.
Autotrof	Organisme yang dapat membuat senyawa organik dari senyawa	Detritivor Organisme pemakan detritus.

Glosarium, membantu memahami kata dan istilah penting di dalam modul.

DAFTAR PUSTAKA

Anshori, Moch, dan D. Martono. 2009. *Biologi untuk Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA)-Madrasah Aliyah (MA) Kelas X* Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Aryulina, Diah, dkk. 2007. *Biologi SMA dan MA untuk Kelas X*. Jakarta: Esis.

Campbell, N.A, J.B.Reece, dan L.G. Mitchell. 2004. *Biologi*, Edisi Kelima Jilid 3. Terjemahan dari: *Biology*, Fifth Edition. Oleh: Manulu, W. Jakarta: Erlangga.

Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2009. *Pengertian Lapisan Ozon, Bahan Perusak Ozon, Dan Dampaknya Bagi Kesehatan*. <http://www.menlh.go.id>. Diakses tanggal 18 Noverber 2012.

Daftar Pustaka, memberi informasi mengenai referensi atau sumber materi dalam modul.

KUNCI JAWABAN

SOAL EVALUASI BAB I

A. 1. D	6. C	11. B	16. D
2. A	7. B	12. C	17. C
3. B	8. D	13. A	18. B
4. E	9. A	14. B	19. E
5. C	10. B	15. D	20. A

Kunci Jawaban, sebagai sarana untuk mengetahui ketepatan jawaban dari soal evaluasi.

Lampiran 4

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP) (Pembelajaran Bab I Ekosistem)

- Satuan Pendidikan : Sekolah Menengah Atas (SMA)/Madrasah Aliyah (MA)
 Mata Pelajaran : Biologi
 Kelas/ Semester : X/ satu
 Standar Kompetensi : 4. Menganalisis hubungan antara komponen ekosistem, perubahan materi dan energi serta peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem.
 Kompetensi Dasar : 4.1. Mendeskripsikan peran komponen ekosistem dalam aliran energi dan daur biogeokimia serta pemanfaatan komponen ekosistem bagi kehidupan.

Indikator :

1. Menjelaskan komponen ekosistem dan manfaatnya bagi kehidupan.
2. Mendeskripsikan interaksi antarkomponen dalam ekosistem.
3. Menganalisis terjadinya ketidakseimbangan ekosistem.
4. Menjelaskan mekanisme aliran energi pada suatu ekosistem.
5. Menjelaskan peran organisme/mikroorganisme dalam berbagai daur biogeokimia.

A. Tujuan Pembelajaran:

Setelah melaksanakan proses pembelajaran, siswa mampu:

1. Menguraikan komponen ekosistem dari hasil pengamatan.
2. Menjelaskan manfaat komponen ekosistem bagi kehidupan.
3. Mendeskripsikan interaksi antara komponen biotik dan abiotik, serta biotik dan biotik lainnya.
4. Menganalisis terjadinya ketidakseimbangan hubungan antarkomponen ekosistem.
5. Menjelaskan mekanisme aliran energi pada suatu ekosistem.
6. Menjelaskan peran organisme/mikroorganisme dalam berbagai daur biogeokimia.

B. Materi ajar:

1. Pengertian Ekosistem

Ekosistem adalah interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungan biotik dan lingkungan abiotiknya dalam satu kesatuan tempat hidup.

2. Komponen Ekosistem

Komponen penyusun ekosistem dapat dibedakan menjadi komponen biotik dan komponen abiotik.

- a. Komponen biotik merupakan komponen penyusun ekosistem yang terdiri dari berbagai jenis makhluk hidup. Berdasarkan kedudukan fungsionalnya di dalam ekosistem, komponen biotik dibedakan menjadi empat, yaitu *produsen*, *konsumen*, *dekomposer* (pengurai), dan *detritivor*.
- b. Komponen abiotik merupakan komponen tak hidup yang terdiri dari komponen fisik dan kimia yang membentuk ekosistem, misalnya cahaya, air, udara, dan tanah.

3. Interaksi dalam Ekosistem

a. Interaksi antarindividu membentuk populasi

Individu-individu dalam populasi akan saling berinteraksi, seperti interaksi bekerjasama dalam kelompok, dan interaksi antarindividu yang bersifat kompetisi dalam populasi atau disebut *kompetisi intraspesifik*.

b. Interaksi antarpopulasi membentuk komunitas

Interaksi antarpopulasi dalam suatu komunitas dapat membentuk pola interaksi tertentu. Pola interaksi antarpopulasi dibedakan menjadi:

- 1) *Simbiosis*, yaitu hidup bersama antara dua spesies yang berbeda, di mana umumnya satu spesies berperan sebagai spesies yang ditumpangi (*inang*), sedangkan spesies lain sebagai penumpang (*simbion*). Ada tiga jenis interaksi simbiotik yaitu: *parasitisme*, *komensalisme* dan *mutualisme*.
- 2) *Predasi*, yaitu interaksi makan dan dimakan.
- 3) *Netral*, yaitu jenis interaksi yang tidak saling mengganggu antarspesies dalam habitat yang sama yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak.
- 4) *Kompetisi*, yaitu interaksi yang bersifat persaingan untuk dapat memenuhi kebutuhan seperti memperebutkan makanan, air, wilayah dan lainnya. Kompetisi antarpopulasi disebut *kompetisi interspesifik*.
- 5) *Antibiosis*, yaitu interaksi antara dua makhluk hidup yang salah satunya dapat mengeluarkan zat antibiotik yang dapat membahayakan makhluk hidup lainnya.

c. Interaksi antarkomunitas

Interaksi antarkomunitas dapat dilihat pada interaksi antara komunitas sawah dan sungai. Antara komunitas sawah dan sungai terjadi interaksi dalam bentuk peredaran makanan dari air sungai ke sawah dan peredaran organisme dari kedua komunitas tersebut.

d. Interaksi antara komponen biotik dan abiotik membentuk ekosistem

Misal penyerapan cahaya matahari untuk fotosintesis, dan penggunaan air yang diperlukan oleh tumbuhan untuk fotosintesis, sementara keberadaan air tanah banyak dipengaruhi oleh tumbuhan karena tumbuhan dapat menahan keberadaan air tanah.

e. Interaksi antarekosistem di permukaan bumi membentuk biosfer

Lapisan permukaan bumi yang dihuni organisme yang saling berinteraksi ini dikenal dengan *biosfer* atau *ekosfer*.

4. Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan

Jalur makan-dimakan dari organisme pada suatu tingkat trofik ke tingkat berikutnya membentuk urutan dan arah tertentu yang disebut *rantai makanan*. Rantai makanan saling berkaitan dan bercabang akan membentuk *jaring-jaring makanan*

5. Aliran Energi

Proses berpindahnya energi dimulai dari energi matahari melalui tingkat trofik I ke tingkat trofik II dan seterusnya disebut *aliran energi*.

6. Piramida Ekologi

Piramida ekologi adalah gambaran susunan trofik yang disusun berdasarkan kepadatan populasi, berat kering, maupun kemampuan menyimpan energi pada tiap trofik yang berfungsi untuk menunjukkan gambaran perbandingan antartrofik pada suatu ekosistem. Piramida ekologi terdiri dari piramida energi, piramida biomassa dan piramida jumlah.

7. Daur Biogeokimia

Perpindahan materi atau unsur kimia dalam ekosistem melalui daur ulang yang melibatkan komponen biotik dan abiotik melalui udara, tanah atau air disebut *daur biogeokimia*. Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara komponen biotik dengan abiotik dalam suatu ekosistem. Daur biogeokimia meliputi daur air, daur sulfur, daur fosfor, daur nitrogen, daur karbon dan daur oksigen.

C. Alokasi Waktu: 9 x 45 menit

D. Metode Pembelajaran:

Pendekatan Pembelajaran : *Contextual Teaching and Learning*

Metode : ceramah, diskusi, *brainstorming*, tanya-jawab

E. Kegiatan Pembelajaran:**Pertemuan 1 (1 jam pelajaran)**

Langkah-langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam, berdoa, dan menanyakan kabar siswa.</p> <p><i>Apersepsi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memperlihatkan gambar aktivitas di padang rumput yang terdapat pada halaman depan Bab I dan meminta siswa untuk mengamati organisme atau unsur apa saja yang terlihat pada gambar serta hubungan yang mungkin terjadi pada organisme dan unsur tersebut. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan garis-garis besar materi yang akan dipelajari dalam satu bab melalui peta konsep Bab I. Dalam hal ini guru juga menjelaskan tujuan khusus pembelajaran menggunakan modul ekosistem berorientasi kewirausahaan, yakni untuk menumbuhkan motivasi untuk berwirausaha. • Sebelum masuk pada pembahasan materi, guru menjelaskan cara belajar menggunakan modul ini dengan mengacu pada petunjuk penggunaan modul. Guru dapat menekankan kepada siswa untuk membaca isi modul selain materi inti juga membaca semen-segmen khusus yang tersedia dalam modul terutama segmen Wira Bio pada Bab I dan II dan Info Kewirausahaan pada akhir Bab II. Dengan modul, siswa dapat belajar secara mandiri. Siswa diharapkan mempelajari terlebih dahulu bahan ajar dalam modul secara mandiri di rumah, sehingga pada saat jam pembelajaran di kelas siswa diharapkan lebih aktif dan tidak bergantung pada penjelasan guru. <p><i>Motivasi</i></p> <p>Guru menyampaikan manfaat mempelajari materi ekosistem dengan mengacu pada Bab Pendahuluan.</p>	15 menit

Kegiatan Inti	<p><i>Eksplorasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan materi tentang pengertian ekosistem, satuan-satuan dalam ekosistem dengan metode <i>brain storming</i> disertai ceramah. <p><i>Elaborasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru melibatkan siswa secara aktif untuk mendiskusikan materi tentang komponen penyusun ekosistem. <p><i>Konfirmasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memberikan konfirmasi dan membuat kesimpulan hasil diskusi • Menanyakan tentang hal-hal yang belum diketahui siswa dan menjelaskannya. 	25 mmit
Kegiatan Akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengingatkan siswa menyiapkan diri dengan mempelajarinya di rumah. • Menutup kegiatan belajar dengan doa penutup dan salam. 	5 menit

Pertemuan ke- 2 (2 jam Pelajaran)

Langkah-langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam, berdoa, dan menanyakan kesiapan belajar siswa.</p> <p><i>Apersepsi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengaitkan materi yang akan di ajarkan dengan materi sebelumnya. • Guru meminta siswa untuk menunjukkan adanya interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya. 	10 menit
Kegiatan inti	<p><i>Eksplorasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengulang hasil belajar siswa dengan tanya-jawab mengenai interaksi dalam ekosistem. <p><i>Elaborasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi siswa dalam 8 kelompok untuk melakukan Aktivitas Kelompok 1.1. • Masing-masing kelompok diminta untuk mengamati komponen biotik dan abiotik serta interaksi yang terjadi dalam ekosistem kebun di sekitar sekolah pada tingkat interaksi antarindividu dan antarpopulasi. • Setiap kelompok mendiskusikan dan mencatat hasil pengamatannya. • Setiap kelompok mempresentasikan hasil pengamatan di kelas, sekaligus dibuka sesi diskusi kelas. <p><i>Konfirmasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengevaluasi dan memberikan penguatan dari materi yang telah dipresentasikan oleh setiap kelompok berdasarkan hasil diskusi siswa. • Siswa yang belum jelas mengenai materi yang telah dipelajari diberi kesempatan untuk bertanya kepada guru. 	70 menit

	<ul style="list-style-type: none"> • Masing-masing kelompok mengumpulkan hasil pengamatan. 	
Kegiatan Penutup	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing dan mengajak siswa untuk bersama-sama menyimpulkan materi pelajaran. • Siswa diminta untuk membaca materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya • Kegiatan pembelajaran ditutup dengan doa dan salam penutup. 	10 menit

Pertemuan ke-3 (1 jam pelajaran)

Langkah-langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa.</p> <p><i>Apersepsi</i></p> <p>Guru menanyakan tipe-tipe ekosistem yang sudah dikenal siswa. Selanjutnya guru meminta membandingkan dua jenis tipe ekosistem air dan darat yang sudah dikenal siswa, misal ekosistem sungai dan kebun.</p>	10 menit
Kegiatan Inti	<p><i>Eksplorasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengulas materi mengenai tipe ekosistem terutama yang kurang dipahami siswa. <p><i>Elaborasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru melanjutkan pelajaran mengenai rantai makanan dan jaring-jaring makanan. Guru memberikan tantangan kepada siswa untuk menerangkan materi di depan kelas. Bagi yang sanggup, guru memberikan apresiasi dan memberikan <i>reward</i>. • Guru mengevaluasi dan memberikan penguatan dari materi yang telah disampaikan siswa. • Siswa diberi kesempatan untuk bertanya kepada guru mengenai materi yang belum jelas. <p><i>Konfirmasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing dan mengajak siswa untuk bersama-sama menyimpulkan materi pelajaran. 	25 menit
Kegiatan Akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan tugas dengan mengerjakan Tugas Individu 1.1 mengenai jaring-jaring makanan. Tugas dikumpulkan pada pertemuan selanjutnya. • Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengingatkan siswa menyiapkan diri dengan mempelajarinya di rumah. • Guru menentukan kelompok untuk melakukan Aktivitas 1.2 mengenai daur air pada pertemuan selanjutnya, menjadi empat kelompok. Setiap kelompok diminta menyiapkan kelompoknya untuk melakukan praktikum ini. Guru bekerjasama dengan pihak laboratorium untuk pelaksanaan kegiatan praktikum. Guru menjelaskan 	10 menit

	<p>teknis pelaksanaan praktikum. Pelaksanaan praktikum dilakukan pada awal jam, karena kegiatan ini membutuhkan waktu yang lama (2 jam, namun dapat lebih cepat jika kondisi memungkinkan yaitu ketika panas matahari cukup sehingga mempercepat penguapan)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menutup pelajaran doa dan salam penutup. 	
--	---	--

Pertemuan ke-4 (2 jam pelajaran)

Langkah-langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa.</p> <p>Sebelum memasuki pembelajaran mengenai aliran energi, siswa diminta melakukan Aktivitas Kelompok 1.2, dengan melakukan cara kerja hingga poin keempat yaitu meletakkan rangkaian alat dan bahan di bawah terik matahari. Selanjutnya siswa kembali masuk ke dalam kelas untuk mengikuti pembelajaran selanjutnya, sambil menunggu hasil praktikum.</p> <p><i>Apersepsi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menanyakan bagaimana manusia dapat melakukan berbagai aktivitas, dan mengarahkan jawaban siswa untuk menjawab karena adanya energi. Selanjutnya pertanyaan dikembangkan: dari mana energi diperoleh dan bagaimana energi dapat mengalir melalui berbagai komponen ekosistem. • Guru mengaitkan materi yang akan di ajarkan dengan materi sebelumnya. <p><i>Motivasi</i></p> <p>Guru meminta siswa mengumpulkan tugas pada pertemuan sebelumnya, dan mengapresiasi siswa atas tugas yang telah dikerjakan.</p>	20 menit
Kegiatan Inti	<p><i>Eksplorasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menjelaskan materi mengenai aliran energi dan piramida ekologi. <p><i>Elaborasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menanyakan, di antara piramida jumlah, piramida biomassa, dan piramida energi, manakah yang paling dapat menggambarkan susunan tingkatan trofik pada ekosistem, dan mengapa demikian? • Guru menunjuk beberapa siswa yang kurang aktif dalam pembelajaran di kelas untuk menjawab pertanyaan dan menyampaikan pendapatnya. • Guru memberikan apresiasi dan memberikan <i>reward</i> atas jawaban siswa, serta memberikan penguatan materi. • Melanjutkan materi tentang daur biogeokimia pada topik 	60 menit

	<p>daur/siklus air. Guru menunjukkan diagram yang menggambarkan daur air dan menawarkan kepada siswa untuk menjelaskannya di depan kelas. Bagi siswa yang sanggup menjelaskannya, diberikan <i>reward</i> berupa nilai.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengevaluasi dan memberikan penguatan dari materi mengenai daur air yang telah disampaikan siswa. • Siswa diberi kesempatan untuk bertanya kepada guru mengenai materi yang belum jelas. • Selanjutnya siswa (wakil tiap kelompok Aktivitas Kelompok 1.2) diminta melihat hasil percobaannya. Jika sudah ditemukan tetes-tetes air pada mangkuk kecil berarti praktikum sudah sesuai dengan yang diharapkan, dan setiap anggota kelompok dapat mengamati hasilnya dan mendiskusikan hasil praktikum. Lembar hasil pengamatan kelompok diserahkan kepada guru. (Namun jika hasil percobaan belum seperti yang diharapkan, maka guru diberi kebebasan untuk memberi waktu tambahan kepada siswa untuk mengamati di akhir pembelajaran, atau menjelaskan hasilnya dengan dikaitkan langsung dengan teori daur air). • Guru memberikan klarifikasi kepada siswa mengenai kegiatan pada Aktivitas Kelompok 1.2. • Siswa diberi kesempatan untuk bertanya kepada guru mengenai materi yang belum jelas. <p><i>Konfirmasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing dan mengajak siswa untuk bersama-sama menyimpulkan materi pelajaran. 	
Kegiatan Akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan umpan balik dengan memberikan Tugas Individu 1.2 untuk dikumpulkan pada pertemuan selanjutnya. • Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengingatkan siswa menyiapkan diri dengan mempelajarinya di rumah. • Guru menutup pelajaran dengan doa dan salam penutup. 	10 menit

Pertemuan ke-5 (1 jam pelajaran)

Langkah-langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan doa.</p> <p><i>Apersepsi</i></p> <p>Guru mengaitkan materi yang akan di ajarkan dengan materi sebelumnya</p>	10 menit
Kegiatan Inti	<p><i>Eksplorasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengulas materi mengenai daur sulfur dan daur fosfat. 	25 menit

	<ul style="list-style-type: none"> • Guru mengapresiasi atas kejujuran siswa dalam mengerjakan soal ulangan. 	
Kegiatan Akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengingatkan siswa menyiapkan diri dengan mempelajarinya di rumah. • Guru menutup pelajaran dengan doa dan salam penutup. 	10 menit

F. Sumber Belajar/ Bahan Ajar/ Media Belajar:

1. Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk Siswa SMA/MA Kelas X
(dapat juga dikolaborasikan dengan sumber belajar/ bahan ajar/ media belajar lain yang relevan)

G. Penilaian Hasil Belajar:

1. Teknik penilaian:
 - Penilaian kognitif : tes tertulis
 - Penilaian afektif : aktivitas belajar siswa
 - Penilaian psikomotorik : aktivitas belajar siswa
2. Bentuk instrumen :
 - Soal: Tugas Individu 1.1 dan 1.2, Aktivitas Kelompok 1.1 dan 1.2, Soal Evaluasi Bab I, dan Soal Ulangan.
 - Lembar observasi aktivitas siswa

_____, _____ 20__

Kepala Sekolah,

Guru Biologi,

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)
(Pembelajaran Bab II Pencemaran Lingkungan)

- Satuan Pendidikan : Sekolah Menengah Atas (SMA)/Madrasah Aliyah (MA)
 Mata Pelajaran : Biologi
 Kelas/ Semester : X/ satu
 Standar Kompetensi : 4. Menganalisis hubungan antara komponen ekosistem, perubahan materi dan energi serta peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem.
 Kompetensi Dasar : 4.2. Menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah kerusakan/ pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan.
 4.3. Menganalisis jenis-jenis limbah dan daur ulang limbah.
 4.4. Membuat produk daur ulang limbah.

Indikator :

1. Menjelaskan keseimbangan lingkungan.
2. Menjelaskan sebab-sebab dan dampak terjadinya pencemaran lingkungan.
3. Menjelaskan berbagai usaha pelestarian lingkungan.
4. Mengklasifikasi jenis limbah organik dan anorganik serta sumbernya.
5. Mengidentifikasi jenis limbah yang dapat didaur ulang.
6. Membuat produk berguna dari bahan utama berupa limbah.
7. Merancang usaha bisnis produk daur ulang limbah secara berkelompok.

A. Tujuan Pembelajaran:

Setelah melaksanakan proses pembelajaran, siswa mampu:

1. Menjelaskan keseimbangan lingkungan.
2. Menjelaskan sebab-sebab terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi kehidupan.
3. Menjelaskan berbagai usaha pelestarian lingkungan.
4. Mengklasifikasi jenis limbah organik dan anorganik serta sumbernya.
5. Mengidentifikasi jenis limbah yang dapat didaur ulang.
6. Membuat produk berguna dari bahan utama berupa limbah.
7. Merancang usaha bisnis produk daur ulang limbah secara berkelompok.

B. Materi Ajar:

1. Keseimbangan Lingkungan

Keseimbangan lingkungan merupakan keadaan ketika terjadi keseimbangan antara jumlah energi yang masuk dan keluar, bahan makanan yang terbentuk dan yang digunakan, serta keseimbangan antara komponen abiotik dan biotiknya. Keseimbangan lingkungan akan terganggu jika terjadi gangguan pada salah satu komponennya. Dalam suatu sistem lingkungan, terdapat dua daya, yaitu daya dukung dan daya lenting. *Daya dukung lingkungan* adalah kemampuan lingkungan dalam memberikan sumber daya alam kepada makhluk hidup yang hidup di dalamnya secara normal. *Daya lenting* adalah kemampuan lingkungan untuk kembali pada keseimbangan lingkungan.

2. Perubahan lingkungan

Keseimbangan lingkungan tidak statis, artinya dapat terjadi perubahan lingkungan yaitu dapat terjadi penurunan dan kenaikan populasi tiap jenis tumbuhan dan hewan serta berbagai komponen abiotik. Perubahan lingkungan dalam batas-batas tertentu tidak mengganggu keseimbangan yaitu selama perubahan itu masih

dalam daya dukung dan daya lentingnya. Namun, jika perubahan itu melebihi daya dukung dan daya lentingnya, maka dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan. Perubahan lingkungan dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alam dan faktor manusia.

3. Pencemaran lingkungan

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Zat yang dapat mencemari lingkungan disebut *polutan* yang berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang masuk ke dalam lingkungan. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran, antara lain:

- a. Pertambahan penduduk yang tak terkendali (*over population*).
- b. Pesatnya perkembangan dan penyebaran teknologi.
- c. Adanya polutan dalam jumlah besar dan lingkungan tidak bisa lagi menetralsisir.

Berdasarkan lingkungan yang tercemar, pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu pencemaran air, tanah, udara, suara, dan sosial-budaya. Berbagai usaha pelestarian lingkungan dapat dilakukan dengan menjauhkan lingkungan dari sebab-sebab terjadinya pencemaran baik pencemaran air, tanah, udara, suara, dan sosial-budaya.

4. Pengelolaan Limbah

Kegiatan manusia banyak menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Menurut jenis komponen penyusun-nya, limbah dikelompokkan menjadi limbah organik dan limbah anorganik. *Limbah organik* merupakan limbah yang dapat mengalami proses penguraian secara alamiah contohnya sisa hewan dan tumbuhan seperti sisa sayur, sisa buah, potongan rumput, daun-daun, kertas, sisa makanan, dan kotoran hewan atau manusia. Sedangkan *limbah anorganik* adalah limbah yang sulit diuraikan secara alamiah oleh mikroorganisme atau dapat diuraikan tetapi dalam jangka waktu yang lama karena berasal dari sumber daya alam tidak terbarui, seperti mineral, minyak bumi, atau dari proses industri. Contoh limbah anorganik yaitu plastik dan kaleng.

Sebagai upaya untuk menghindari atau paling tidak mengurangi pencemaran baik pencemaran air, tanah, dan udara, maka diperlukan pengelolaan limbah yang baik. Jika masih memungkinkan untuk dimanfaatkan, maka hendaknya limbah dimanfaatkan baik secara langsung maupun tidak langsung. Cara untuk memanfaatkan limbah secara tidak langsung dapat dilakukan dengan cara daur ulang. *Daur ulang limbah* adalah cara mengolah limbah, baik limbah organik maupun limbah anorganik menjadi benda-benda yang bermanfaat.

5. Info Kewirausahaan

Kewirausahaan atau *entrepreneurship* merupakan semangat, sikap, perilaku, dan kemampuan seseorang dalam menangani usaha atau kegiatan yang mengarah pada upaya mencari, menciptakan cara kerja, teknologi dan produk baru dengan meningkatkan efisiensi dalam rangka memberikan pelayanan yang lebih baik dan atau memperoleh keuntungan yang lebih besar. Keberadaan wirausaha atau orang yang melakukan kegiatan kewirausahaan sangat dibutuhkan di Indonesia untuk memunculkan lapangan kerja agar memajukan perekonomian Indonesia. Hadirnya wirausaha yang sadar akan kelestarian lingkungan sangat dibutuhkan di negara kita saat ini untuk mengatasi berbagai masalah pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan yang terjadi di Indonesia tidak hanya terjadi di lingkungan fisik, namun juga terjadi pencemaran sosial-budaya seperti meningkatnya angka kriminalitas yang

dipicu karena masalah pengangguran. Diharapkan semangat berwirausaha dapat muncul dengan adanya pengetahuan akan pentingnya kewirausahaan, pelatihan membuat produk serta rencana usaha, serta motivasi berwirausaha dari profil wirausaha di bidang daur ulang limbah.

C. Alokasi Waktu: 11 x 45 menit

D. Metode Pembelajaran:

Pendekatan Pembelajaran : *Contextual Teaching and Learning*

Metode Pembelajaran : ceramah, diskusi, *brainstorming*, tanya-jawab, dan debat

E. Kegiatan Pembelajaran:

Pertemuan ke-7 (1 jam pelajaran)

Langkah-langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam, berdoa, dan menanyakan kabar siswa.</p> <p><i>Apersepsi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memperlihatkan gambar yang terdapat pada halaman depan Bab II yang menggambarkan suatu pabrik dengan limbah cair yang terlihat mencemari sungai, lalu meminta siswa untuk memperkirakan akibat dari pencemaran sungai tersebut. • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan garis-garis besar materi yang akan dipelajari dalam satu bab melalui peta konsep Bab II. Guru juga menjelaskan sekilas mengenai kegiatan pada akhir pembelajaran Bab II yakni Aktifitas Kelompok 2.2 tentang pembuatan produk daur ulang limbah yang diarahkan untuk melatih kreativitas siswa serta menumbuhkan motivasi siswa untuk berwirausaha. <p>Untuk mengefisienkan waktu, guru dapat mempersiapkan pelaksanaan Aktivitas Kelompok 2.2 dengan membagi kelompok siswa serta meminta tiap-tiap kelompok untuk mulai mengamati adanya limbah di sekitar lingkungan yang berpotensi untuk dibuat produk daur ulang.</p> <p><i>Motivasi</i></p> <p>Guru menyampaikan manfaat mempelajari materi ekosistem dengan mengacu pada Bab Pendahuluan.</p>	15 menit
Kegiatan Inti	<p><i>Eksplorasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan materi tentang keseimbangan lingkungan dengan metode <i>brain storming</i> dan ceramah. <p><i>Elaborasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru melibatkan siswa secara aktif untuk mendiskusikan materi tentang dan perubahan lingkungan dan faktor-faktor penyebabnya. 	25 mnit

	<p><i>Konfirmasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan konfirmasi dan membuat kesimpulan hasil diskusi. • Siswa diberi kesempatan untuk bertanya kepada guru mengenai materi yang belum jelas. 	
Kegiatan Akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan tugas kepada siswa untuk menyiapkan kegiatan pada Aktivitas Kelompok 2.1 secara berkelompok untuk mencari artikel mengenai aktivitas manusia yang mengganggu lingkungan. Siswa dibagi menjadi 5 kelompok. • Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengingatkan siswa menyiapkan diri dengan mempelajarinya secara mandiri. • Menutup kegiatan belajar dengan doa penutup dan salam. 	5 menit

Pertemuan ke-8 (2 jam Pelajaran)

Langkah-langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<p>Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam, berdoa, dan menanyakan kesiapan belajar siswa.</p> <p><i>Apersepsi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menanyakan tugas kelompok mengenai artikel untuk bahan diskusi. 	10 menit
Kegiatan inti	<p><i>Eksplorasi</i></p> <p>Guru menjelaskan tata cara diskusi dan presentasi yang harus dilakukan siswa (Aktivitas Kelompok 1.2).</p> <p><i>Elaborasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa disiapkan untuk duduk sesuai kelompok masing-masing serta menyiapkan bahan untuk diskusi kelompok • Setiap kelompok mendiskusikan artikel mengenai aktivitas manusia yang mengganggu lingkungan dan mencatat hasil diskusinya. • Guru berkeliling memantau jalannya diskusi tiap-tiap kelompok dan memberi arahan pada tiap-tiap kelompok. • Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusinya di kelas, sekaligus dibuka sesi diskusi kelas. Guru bertindak sebagai moderator. <p><i>Konfirmasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengevaluasi dan memberikan penguatan dari materi yang telah dipresentasikan oleh setiap kelompok berdasarkan hasil diskusi siswa. • Siswa yang belum jelas mengenai materi yang telah dipelajari diberi kesempatan untuk bertanya kepada guru. • Masing-masing kelompok mengumpulkan hasil diskusi. <p><i>Eksplorasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengulas materi tentang pencemaran air dan udara. • Guru mengaitkan materi pencemaran air dan udara 	70 menit

	dengan berbagai aktivitas manusia yang mengganggu lingkungan. <i>Konfirmasi</i> • Guru membimbing dan mengajak siswa untuk bersama-sama menyimpulkan materi pelajaran.	
Kegiatan Penutup	• Siswa diminta untuk membaca materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya. • Guru mengingatkan persiapan untuk Aktivitas Kelompok 2.2 • Kegiatan pembelajaran ditutup dengan doa dan salam penutup.	10 menit

Pertemuan ke-9 (1 jam pelajaran)

Langkah-Langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa. <i>Apersepsi</i> Guru menanyakan pendapat siswa mengenai penggunaan obat pembasmi hama berbahan kimia sintetis oleh petani secara berlebihan. Amankah bagi lingkungan?	10 menit
Kegiatan Inti	<i>Eksplorasi</i> • Guru mengulas materi mengenai pencemaran tanah, suara, dan sosial-budaya. <i>Elaborasi</i> • Guru memberikan umpan balik kepada siswa dengan memberi tugas untuk mengerjakan Tugas Individu 2.1. • Guru melanjutkan pelajaran mengenai pengelolaan limbah dengan metode <i>brainstorming</i> dan tanya jawab. • Siswa diberi kesempatan untuk bertanya kepada guru mengenai materi yang belum jelas. <i>Konfirmasi</i> • Guru membimbing dan mengajak siswa untuk bersama-sama menyimpulkan materi pelajaran.	25 menit
Kegiatan Akhir	• Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengingatkan siswa menyiapkan diri dengan mempelajarinya di rumah. • Guru menutup pelajaran dengan doa dan salam penutup.	10 menit

Pertemuan ke-10 (2 jam pelajaran)

Langkah-Langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa. <i>Apersepsi</i> Guru mengaitkan materi yang akan diajarkan dengan materi sebelumnya.	10 menit
Kegiatan Inti	<ul style="list-style-type: none"> • Guru meminta siswa mengumpulkan hasil pekerjaan Tugas Individu 2.1. • <i>Eksplorasi</i> • Guru mengulang materi sebelumnya mengenai pengelolaan limbah, dengan metode tanya jawab kepada siswa. • Guru memberi umpan balik kepada siswa dengan memberi tugas mengerjakan Tugas Individu 2.2. • Guru melanjutkan mengulas materi mengenai etika lingkungan. • <i>Elaborasi</i> • Siswa diminta menanggapi artikel dalam segmen Salingtemas dengan metode debat. • Siswa dibagi menjadi dua kelompok besar. Kelompok pertama merupakan kelompok "Pro", sedangkan kelompok kedua adalah kelompok "Kontra". • Guru menjelaskan tata cara diskusi dan presentasi yang harus dilakukan siswa dengan metode debat. • Siswa diminta untuk memulai proses debat, dimulai dari kelompok "Pro", kemudian ditanggapi oleh kelompok "Kontra", begitu selanjutnya sampai sebagian besar siswa bisa mengemukakan pendapatnya. • Sementara proses debat berlangsung, guru mencatat inti/ide-ide dari setiap pembicaraan di papan tulis. Sampai sejumlah ide yang diharapkan guru terpenuhi. • Guru menambahkan konsep/ide yang belum terungkap. • Siswa diberi kesempatan untuk bertanya kepada guru mengenai materi yang belum jelas. • <i>Konfirmasi</i> • Guru membimbing dan mengajak siswa untuk bersama-sama menyimpulkan materi pelajaran. 	65 menit
Kegiatan Akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan materi yang akan dibahas pada pertemuan selanjutnya dan mengingatkan siswa menyiapkan diri dengan mempelajarinya di rumah. • Guru mulai menyaring ide-ide tiap kelompok siswa terkait tugas untuk Aktitas Kelompok 2.2, dan meminta siswa untuk membawa bahan berupa limbah untuk membuat produk daur ulang sesuai gagasan masing-masing kelompok. • Guru menutup pelajaran dengan doa dan salam penutup. 	15 menit

Pertemuan ke-11 (1 jam pelajaran)

Langkah-Langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa. • Siswa mengumpulkan hasil pekerjaan Tugas Individu 2.2. <p><i>Apersepsi</i> Guru mengemukakan fakta mengenai meningkatnya masalah pengangguran di Indonesia. Guru meminta siswa mengutarakan pendapatnya mengenai hal ini, dan menanyakan solusi yang mungkin untuk mengurangi jumlah pengangguran.</p>	10 menit
Kegiatan Inti	<p><i>Eksplorasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru mengulas materi info kewirausahaan, dan memberi kesempatan kepada siswa untuk menanyakan hal-hal yang belum dipahami. <p><i>Elaborasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa melaporkan rancangan produk yang akan dibuat pada Aktivitas Kelompok 2.2. • Guru menginformasikan batas akhir pengumpulan produk dan proposal usaha. Tugas akan dipresentasikan pada pertemuan selanjutnya. • Guru memberikan arahan dan bimbingan kepada siswa. <p><i>Konfirmasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi motivasi wirausaha kepada siswa. 	25 menit
Kegiatan Akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan rencana kegiatan belajar pada pertemuan selanjutnya adalah mengerjakan soal evaluasi dan presentasi hasil kerja Aktivitas Kelompok 2.2. siswa diharapkan dapat menyiapkan sebelumnya. • Guru menutup pelajaran dengan doa dan salam penutup. 	10 menit

Pertemuan ke-12 (2 jam pelajaran)

Langkah-Langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa.	10 menit
Kegiatan Inti	<p><i>Eksplorasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengerjakan Soal Evaluasi Bab II, kemudian mengoreksi hasil kerja siswa dengan membagikan kunci jawaban kepada siswa setelah selesai mengerjakan. • Siswa diberi kesempatan untuk bertanya kepada guru mengenai materi yang belum jelas. 	25 menit

	<p><i>Elaborasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa (tiap-tiap kelompok) mempresentasikan hasil kerja pada Aktivitas Kelompok 2.2 berupa produk daur ulang limbah serta proposal usaha sederhana. Siswa diperbolehkan bertanya mengenai hasil kerja kelompok lain. <p><i>Konfirmasi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan apresiasi atas hasil kerja siswa. 	
Kegiatan Akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menyampaikan jadwal ulangan harian pada pertemuan berikutnya. Siswa diminta mempersiapkan diri. • Guru menutup pelajaran dengan doa dan salam penutup. 	10 menit

Pertemuan ke-13 (1 jam pelajaran)

Langkah-Langkah Pembelajaran

Jenis Kegiatan	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	Guru membuka pelajaran dengan mengucapkan salam dan berdoa.	5 menit
Kegiatan Inti	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membagikan soal ulangan dan lembar jawab soal. • Siswa mengerjakan soal ulangan. • Siswa menyerahkan hasil/jawaban soal ulangan kepada guru. 	35 menit
Kegiatan Akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menutup pelajaran dengan doa dan salam penutup. 	5 menit

F. Sumber Belajar/ Bahan Ajar/ Media Belajar:

1. Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk Siswa SMA/MA Kelas X
(dapat juga dikolaborasikan dengan sumber belajar/ bahan ajar/ media belajar lain yang relevan)

G. Penilaian Hasil Belajar:

1. Teknik penilaian:
 - Penilaian kognitif : tes tertulis
 - Penilaian afektif : aktivitas belajar siswa
 - Penilaian psikomotorik : aktivitas belajar siswa
2. Bentuk instrumen :
 - Soal: Tugas Individu 2.1 dan 2.2, Aktivitas Kelompok 2.1 dan 2.2, Soal Evaluasi Bab II, dan Soal Ulangan.
 - Lembar observasi aktivitas siswa

_____, _____ 20__

Kepala Sekolah,

Guru Biologi,

Lampiran 5**Format Lembar Pernyataan Penilaian dan Masukan oleh *Reviewer*****PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

nama :

pekerjaan :

instansi :

menyatakan bahwa saya telah memberikan penilaian dan masukan pada skripsi yang berjudul “Penyusunan Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan SMA/MA Kelas X” yang disusun oleh:

nama : Kuni Anafiyah

NIM : 08680062

program studi : Pendidikan Biologi

fakultas : Sains dan Teknologi

Harapan saya, penilaian dan masukan yang saya berikan dapat digunakan untuk menyempurnakan laporan tugas akhir mahasiswa yang bersangkutan.

Yogyakarta, 2013

Ahli Materi Biologi

NIP.

Lampiran 6

Format Lembar Penilaian Modul oleh Ahli Materi Biologi

LEMBAR PENILAIAN
“MODUL EKOSISTEM BERORIENTASI KEWIRAUSAHAAN
UNTUK SMA/MA KELAS X”
OLEH: AHLI MATERI BIOLOGI

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah tanda (√) pada salah satu pilihan kolom kategori penilaian SB, B, C, K, atau SK pada tiap butir kriteria penilaian sesuai dengan penilaian Bapak/ Ibu terhadap modul dengan ketentuan penilaian sebagai berikut:

SB = sangat baik

B = baik

C = cukup

K = kurang

SK = sangat kurang

2. Diharapkan Bapak/ Ibu berkenan memberikan penilain secara lengkap pada setiap butir kriteria penilaian. Kritik dan saran Bapak/ Ibu terhadap modul harap dituliskan pada lembar masukan.

NO.	BUTIR KRITERIA PENILAIAN	KATEGORI PENILAIAN				
		SB	B	C	K	SK
A. Cakupan Materi						
1.	Keluasan Materi Materi yang disajikan dalam modul mencerminkan jbaran substansi materi yang terkandung dalam Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD).					
2.	Kedalaman Materi Cakupan materi dimulai dari pengenalan konsep hingga interaksi antarkonsep sesuai yang diamanatkan SK dan KD.					
B. Akurasi Materi						
3.	Materi contoh dan kasus yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman siswa.					
4.	Konsep yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsir dan sesuai dengan definisi yang berlaku dalam bidang biologi.					
5.	Kesesuaian antara teori, dan prinsip/ hukum yang disajikan dengan definisi yang berlaku dalam bidang biologi.					
C. Kemutakhiran						
6.	Kesesuaian materi yang disajikan dengan perkembangan ilmu.					
7.	Keterkinian uraian materi, contoh, dan kasus yang disajikan.					
8.	Keterkinian rujukan/ sumber materi dalam modul.					

D. Mengandung Wawasan Produktivitas					
9.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat menumbuhkan semangat kewirausahaan dan etos kerja siswa.				
10.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat merangsang siswa untuk berpikir kreatif dan inovatif serta berdaya saing.				
E. Merangsang Keingintahuan (<i>Curiosity</i>)					
11.	Materi, tugas/ latihan, kegiatan, dan soal yang disajikan dapat menumbuhkan rasa ingin tahu dan merangsang siswa berpikir kritis.				
F. Mengembangkan Kecakapan Hidup (<i>Life Skills</i>)					
12.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat memotivasi siswa untuk mengembangkan diri sebagai pribadi mandiri, makhluk sosial dan makhluk ciptaan Tuhan.				
13.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat memotivasi siswa untuk berkomunikasi, berinteraksi, dan bekerjasama dengan orang lain.				
14.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat memotivasi siswa untuk memanfaatkan informasi, menyelesaikan masalah, dan membuat keputusan dalam kerja ilmiah.				
15.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat memotivasi siswa untuk mengembangkan kemampuan psikomotorik berdasarkan kerja ilmiah yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan/ profesi tertentu.				
G. Mengandung Wawasan Kontekstual					
16.	Modul menyajikan contoh dan kasus dari lingkungan terdekat siswa.				

Catatan:

Instrumen ini dikembangkan dengan modifikasi dari Instrumen Penilaian Tahap II Buku Teks Pelajaran Biologi SMA/MA oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (2006: 2-14).

Lampiran 7

Format Lembar Penilaian Modul oleh Ahli Materi Kewirausahaan

LEMBAR PENILAIAN
“MODUL EKOSISTEM BERORIENTASI KEWIRAUSAHAAN
UNTUK SMA/MA KELAS X”
OLEH: AHLI MATERI KEWIRAUSAHAAN

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah tanda (√) pada salah satu pilihan kolom kategori penilaian SB, B, C, K, atau SK pada tiap butir kriteria penilaian sesuai dengan penilaian Bapak/ Ibu terhadap modul dengan ketentuan penilaian sebagai berikut:

SB = sangat baik

B = baik

C = cukup

K = kurang

SK = sangat kurang

2. Diharapkan Bapak/ Ibu berkenan memberikan penilain secara lengkap pada setiap butir kriteria penilaian. Kritik dan saran Bapak/ Ibu terhadap modul harap dituliskan pada lembar masukan.

NO.	BUTIR KRITERIA PENILAIAN	KATEGORI PENILAIAN				
		SB	B	C	K	SK
A. Cakupan Materi						
1.	Kesesuaian muatan materi pendidikan kewirausahaan yang disajikan dalam modul untuk diintegrasikan pada materi pokok ekosistem mata pelajaran biologi SMA/ MA.					
2.	Kemampuan materi pendidikan kewirausahaan yang disajikan dalam modul untuk menumbuhkan semangat kewirausahaan siswa.					
B. Akurasi Materi						
3.	Kesesuaian antara konsep, teori, dan prinsip/ hukum mengenai materi pendidikan kewirausahaan yang disajikan dalam modul dengan definisi yang berlaku dalam bidang kewirausahaan.					
C. Kemutakhiran						
4.	Keterkinian rujukan/ sumber materi pendidikan kewirausahaan dalam modul.					
D. Mengandung Wawasan Produktivitas						
5.	Materi pendidikan kewirausahaan dan kegiatan terkait yang disajikan dalam modul dapat memotiasi siswa untuk berpikir kreatif dan inovatif untuk menghasilkan ide atau karya baru.					

6.	Materi pendidikan kewirausahaan dan kegiatan terkait yang disajikan dalam modul dapat menumbuhkan etos kerja serta daya saing siswa untuk menghasilkan karya baru yang memiliki nilai lebih.					
E. Merangsang Keingintahuan (<i>Curiosity</i>)						
7.	Materi pendidikan kewirausahaan dan kegiatan terkait yang disajikan dalam modul dapat menumbuhkan rasa ingin tahu dan merangsang siswa berpikir kritis.					
F. Mengembangkan Kecakapan Hidup (<i>Life Skills</i>)						
8.	Modul menyajikan materi pendidikan kewirausahaan dan kegiatan terkait yang dapat memotivasi siswa untuk mengembangkan diri sebagai pribadi mandiri, makhluk sosial dan makhluk ciptaan Tuhan.					
9.	Modul menyajikan materi pendidikan kewirausahaan dan kegiatan terkait yang dapat memotivasi siswa untuk berkomunikasi, berinteraksi, dan bekerjasama dengan orang lain.					
10.	Modul menyajikan materi dan kegiatan pendidikan kewirausahaan yang dapat memotivasi siswa untuk memanfaatkan informasi, menyelesaikan masalah, dan membuat keputusan dalam kerja ilmiah.					
11.	Modul menyajikan materi pendidikan kewirausahaan dan kegiatan terkait yang dapat memotivasi siswa untuk mengembangkan kemampuan psikomotorik berdasarkan kerja ilmiah yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan/ profesi tertentu.					
G. Mengandung Wawasan Kontekstual						
12.	Modul menyajikan contoh praktik kewirausahaan dari lingkungan sekitar siswa.					

Catatan:

Instrumen ini dikembangkan dengan modifikasi dari Instrumen Penilaian Tahap II Buku Teks Pelajaran Biologi SMA/MA oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (2006: 2-14).

Keterangan:

- Materi pendidikan kewirausahaan yang dimaksud adalah pada segmen “Wira Bio” halaman 43, 45, dan 47, serta “Info Kewirausahaan” halaman 56-71 pada modul.
- Kegiatan terkait pendidikan kewirausahaan yang dimaksud adalah “Aktivitas Kelompok 2.2” halaman 49 pada modul.

Lampiran 8

Format Lembar Penilaian Modul oleh Ahli Media

LEMBAR PENILAIAN
“MODUL EKOSISTEM BERORIENTASI KEWIRAUSAHAAN
UNTUK SMA/MA KELAS X”
OLEH: AHLI MEDIA

PETUNJUK PENGISIAN

- Berilah tanda (√) pada salah satu pilihan kolom kategori penilaian SB, B, C, K, atau SK pada tiap butir kriteria penilaian sesuai dengan penilaian Bapak/ Ibu terhadap modul dengan ketentuan penilaian sebagai berikut:

SB = sangat baik

B = baik

C = cukup

K = kurang

SK = sangat kurang

- Diharapkan Bapak/ Ibu berkenan memberikan penilain secara lengkap pada setiap butir kriteria penilaian. Kritik dan saran Bapak/ Ibu terhadap modul harap dituliskan pada lembar masukan.

NO.	BUTIR KRITERIA PENILAIAN	KATEGORI PENILAIAN				
		SB	B	C	K	SK
I. KOMPONEN KEBAHASAAN						
A. Sesuai dengan Tingkat Perkembangan Siswa						
1.	Kesesuaian penggunaan bahasa dalam modul dengan tingkat perkembangan berpikir dan tingkat perkembangan sosial-emosional siswa.					
B. Komunikatif, Dialogis dan Interaktif						
2.	Bahasa yang digunakan sederhana, lugas, dan mudah dipahami siswa.					
3.	Bahasa yang digunakan dapat menciptakan komunikasi interaktif dengan siswa.					
C. Keruntutan Alur Pikir						
4.	Penyampaian pesan (materi) antarkalimat, antarsubbab, dan antarbab mencerminkan keruntutan dan keterkaitan isi.					
D. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia						
5.	Penggunaan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar.					
6.	Ketepatan penggunaan ejaan mengacu pada pedoman Ejaan Yang Disempurnakan.					

II. KOMPONEN PENYAJIAN						
A. Teknik Penyajian						
7.	Konsistensi sistematika penyajian materi pada setiap bab.					
8.	Penyajian sesuai dengan alur berpikir deduktif atau induktif.					
B. Pendukung Penyajian Materi						
9.	Kesesuaian ilustrasi dengan materi.					
10.	Kejelasan rujukan/sumber acuan teks dan gambar.					
11.	Ketersediaan <i>advance organizer</i> (pembangkit motivasi), peta konsep, dan rangkuman pada tiap bab, serta petunjuk penggunaan modul, glosarium, dan daftar pustaka.					
C. Penyajian Pembelajaran						
12.	Penyajian materi dan kegiatan yang berpusat pada siswa.					
13.	Kesesuaian antara metode dan pendekatan penyajian dengan karakteristik siswa.					
14.	Menyajikan umpan balik untuk evaluasi diri.					
15.	Kemampuan merangsang kedalaman berpikir siswa melalui ilustrasi, analisis kasus, dan soal evaluasi..					
III. KOMPONEN KEGRAFIKAAN						
A. Kulit Buku						
16.	Kesesuaian antara desain sampul dengan isi modul.					
B. Isi Buku						
17.	Materi dalam bentuk teks dan ilustrasi ditampilkan secara serasi, proporsional, dan konsisten berdasarkan pola tata letak tertentu.					
C. Keterbacaan						
18.	Kesesuaian penggunaan jenis dan besar huruf serta kolom teks pada modul.					
19.	Kesesuaian penggunaan jenis dan besar huruf pada modul dengan tingkat pendidikan siswa SMA/ MA.					
D. Kualitas Cetakan dan Fisik Modul						
20.	Kejelasan cetakan dan kekuatan penjilidan.					

Catatan:

Instrumen ini dikembangkan dengan modifikasi dari Instrumen Penilaian Tahap I dan Tahap II Buku Teks Pelajaran Biologi SMA/MA oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (2006: 2-14).

Lampiran 9

Format Lembar Penilaian Modul oleh *Peer Reviewer* dan Guru Biologi SMA/MA

LEMBAR PENILAIAN
“MODUL EKOSISTEM BERORIENTASI KEWIRAUSAHAAN
UNTUK SMA/MA KELAS X”
OLEH: _____

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah tanda (√) pada salah satu pilihan kolom kategori penilaian SB, B, C, K, atau SK pada tiap butir kriteria penilaian sesuai dengan penilaian Bapak/ Ibu terhadap modul dengan ketentuan penilaian sebagai berikut:

SB = sangat baik

B = baik

C = cukup

K = kurang

SK = sangat kurang

2. Diharapkan Bapak/ Ibu berkenan memberikan penilaian secara lengkap pada setiap butir kriteria penilaian. Kritik dan saran Bapak/ Ibu terhadap modul harap dituliskan pada lembar masukan.

NO.	BUTIR KRITERIA PENILAIAN	KATEGORI PENILAIAN				
		SB	B	C	K	SK
I. KOMPONEN KELAYAKAN ISI						
A. Cakupan Materi						
1.	Keluasan Materi Materi yang disajikan dalam modul mencerminkan jабaran substansi materi yang terkandung dalam Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD).					
2.	Kedalaman Materi Cakupan materi dimulai dari pengenalan konsep hingga interaksi antarkonsep sesuai yang diamanatkan SK dan KD.					
B. Akurasi Materi						
3.	Konsep yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsir.					
4.	Kesesuaian antara konsep, teori, dan prinsip/ hukum yang disajikan dengan definisi yang berlaku dalam bidang biologi.					
C. Kemutakhiran						
5.	Kesesuaian materi yang disajikan dengan perkembangan ilmu.					
6.	Keterkinian uraian materi, contoh, dan kasus yang disajikan.					

D. Mengandung Wawasan Produktivitas					
7.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat menumbuhkan semangat kewirausahaan dan etos kerja siswa.				
8.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat merangsang siswa untuk berpikir kreatif dan inovatif serta berdaya saing.				
E. Merangsang Keingintahuan (<i>Curiosity</i>)					
9.	Materi, tugas/ latihan, kegiatan, dan soal yang disajikan dapat menumbuhkan rasa ingin tahu dan merangsang siswa berpikir kritis.				
F. Mengembangkan Kecakapan Hidup (<i>Life Skills</i>)					
10.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat memotivasi siswa untuk mengembangkan diri sebagai pribadi mandiri, makhluk sosial dan makhluk ciptaan Tuhan.				
11.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat memotivasi siswa untuk berkomunikasi, berinteraksi, dan bekerjasama dengan orang lain.				
12.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat memotivasi siswa untuk memanfaatkan informasi, menyelesaikan masalah, dan membuat keputusan dalam kerja ilmiah.				
13.	Modul menyajikan materi dan kegiatan yang dapat memotivasi siswa untuk mengembangkan kemampuan psikomotorik berdasarkan kerja ilmiah yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan/ profesi tertentu.				
G. Mengandung Wawasan Kontekstual					
14.	Modul menyajikan materi contoh dan kasus dari lingkungan terdekat siswa.				
II. KOMPONEN KEBAHASAAN					
A. Sesuai dengan Tingkat Perkembangan Siswa					
15.	Kesesuaian penggunaan bahasa dalam modul dengan tingkat perkembangan berpikir dan tingkat perkembangan sosial-emosional siswa.				
B. Komunikatif, Dialogis dan Interaktif					
16.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami dan dapat menciptakan komunikasi interaktif dengan siswa.				
C. Keruntutan Alur Pikir					
17.	Penyampaian pesan (materi) antarkalimat, antarsubbab, dan antarbab mencerminkan keruntutan dan keterkaitan isi.				
D. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia					
18.	Penggunaan kalimat sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar.				
III. KOMPONEN PENYAJIAN					
A. Teknik Penyajian					
19.	Konsistensi sistematika penyajian materi pada setiap bab.				

B. Pendukung Penyajian Materi						
20.	Kesesuaian ilustrasi dengan materi.					
21.	Kejelasan rujukan/sumber acuan teks dan gambar.					
22.	Ketersediaan <i>advance organizer</i> (pembangkit motivasi), peta konsep, dan rangkuman pada tiap bab, serta petunjuk penggunaan modul, glosarium, dan daftar pustaka dalam modul.					
C. Penyajian Pembelajaran						
23.	Penyajian materi dan kegiatan yang berpusat pada siswa.					
24.	Kesesuaian antara metode dan pendekatan penyajian dengan karakteristik siswa.					
25.	Menyajikan umpan balik untuk evaluasi diri.					
26.	Kemampuan merangsang kedalaman berpikir siswa melalui ilustrasi, tugas/ latihan, kegiatan, analisis kasus, dan soal evaluasi.					
IV. KOMPONEN KEGRAFIKAAN						
A. Kulit Buku						
27.	Kesesuaian antara desain sampul dengan isi modul.					
B. Isi Buku						
28.	Materi dalam bentuk teks dan ilustrasi ditampilkan secara serasi, proporsional, dan konsisten berdasarkan pola tata letak tertentu .					
C. Keterbacaan						
29.	Kesesuaian penggunaan huruf serta kolom teks pada modul dengan tingkat pendidikan siswa SMA/ MA.					
D. Kualitas Cetakan dan Fisik Modul						
30.	Kejelasan cetakan dan kekuatan penjilidan.					

Catatan:

Instrumen ini dikembangkan dengan modifikasi dari Instrumen Penilaian Tahap I dan Tahap II Buku Teks Pelajaran Biologi SMA/MA oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (2006: 2-14).

Lampiran 10

Format Lembar Respon Modul oleh Siswa SMA/MA

LEMBAR PENILAIAN
“MODUL EKOSISTEM BERORIENTASI KEWIRAUSAHAAN
UNTUK SMA/MA KELAS X”
OLEH: SISWA

PETUNJUK PENGISIAN

- Berilah tanda (√) pada salah satu pilihan kolom kategori penilaian SS, S, KS, TS, atau STS pada tiap butir kriteria penilaian sesuai dengan penilaian Anda terhadap modul dengan ketentuan penilaian sebagai berikut:
 - SS = sangat setuju
 - S = setuju
 - KS = kurang setuju
 - TS = tidak setuju
 - STS = sangat tidak setuju
- Berikan penilaian Anda secara lengkap pada setiap butir kriteria penilaian. Kritik, saran, atau masukan Anda terhadap modul harap dituliskan pada lembar masukan.
- Diharapkan agar modul dikembalikan dalam keadaan bersih karena akan digunakan untuk penelitian lebih lanjut. Atas kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

NO.	BUTIR KRITERIA PENILAIAN	KATEGORI PENILAIAN				
		SS	S	KS	TS	STS
A. Komponen Kelayakan Materi/ Isi						
1	Materi yang disajikan dalam modul dapat menambah wawasan dan pengetahuan saya.					
2	Materi yang disajikan dapat meningkatkan motivasi belajar serta kemampuan belajar mandiri saya.					
3	Contoh-contoh yang disajikan menarik dan mencerminkan kondisi terkini (<i>up to date</i>).					
4	Materi dan kegiatan yang disajikan dapat membuka wawasan saya mengenai kewirausahaan serta dapat menumbuhkan semangat saya untuk berwirausaha.					
5	Materi dan kegiatan yang disajikan dapat memotivasi saya untuk berpikir kreatif dan inovatif untuk menghasilkan karya baru yang bernilai lebih.					
6	Materi dan kegiatan yang disajikan dapat memotivasi saya menjadi pribadi mandiri.					
7	Materi dan kegiatan yang disajikan dapat memotivasi saya untuk berkomunikasi dan pribadi mandiri.					

NO.	BUTIR KRITERIA PENILAIAN	PENILAIAN				
		SS	S	KS	TS	STS
8	Materi dan kegiatan yang disajikan memotivasi saya untuk memanfaatkan informasi dan membuat keputusan dalam kerja ilmiah.					
9	Materi dan kegiatan yang disajikan memotivasi saya untuk mengembangkan kemampuan saya dalam melakukan pekerjaan/ profesi tertentu.					
10	Uraian, contoh, dan kasus yang disajikan berasal dari lingkungan terdekat saya.					
B. Komponen Kebahasaan						
1	Materi disajikan dengan bahasa yang mudah saya pahami.					
2	Penyajian materi cukup komunikatif sehingga saya merasa senang dan terdorong untuk mempelajari modul ini secara tuntas.					
C. Komponen Penyajian						
1	Sistematika penyajian materi dalam setiap bab konsisten, sehingga tidak membuat saya bingung.					
2	Gambar yang disajikan cukup jelas dan mendukung materi yang disajikan.					
3	Modul ini menyajikan petunjuk penggunaan, rangkuman, glosarium, dan daftar pustaka yang dapat memudahkan saya dalam mempelajari materi.					
4	Setiap bab menyajikan tugas/ latihan dan kegiatan yang membantu saya memahami materi serta soal evaluasi untuk mengukur pemahaman saya terhadap materi yang disajikan.					
D. Komponen Kegrafikaan						
1	Desain sampul menarik sehingga saya merasa terdorong untuk mempelajari modul ini.					
2	Teks materi dan gambar ditampilkan secara serasi, proporsional, dan konsisten berdasarkan pola tata letak tertentu sehingga tidak membuat saya bingung.					
3	Penggunaan huruf yang proporsional dan <i>lay out</i> dalam bentuk dua kolom memudahkan saya dalam membaca isi modul.					
4	Pencetakan dan penjilidan baik dan kuat.					

Catatan:

Instrumen ini dikembangkan dengan modifikasi dari Instrumen Penilaian Tahap I dan Tahap II Buku Teks Pelajaran Biologi SMA/MA oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (2006: 2-14).

Lampiran 11**Format Masukan Modul oleh Ahli, *Peer Reviewer*, Guru Biologi, dan Siswa SMA/MA**

LEMBAR MASUKAN
“MODUL EKOSISTEM BERORIENTASI KEWIRAUSAHAAN
UNTUK SMA/MA KELAS X”

NO.	BAB	NO. HALAMAN	MASUKAN

Yogyakarta, 2013

.....

NIP./NIM./NIS.

Lampiran 12***CURRICULUM VITAE***

Nama : Kuni Anafiyah
Tempat dan Tanggal Lahir : Bantul, 5 April 1986
Laki-laki / Perempuan : Perempuan
Bangsa / Agama : Indonesia / Islam
Alamat : Jomboran RT 01 Gilangharjo Pandak Bantul
Yogyakarta
Nama Orang Tua : Parjono (ayah) dan Walidah (ibu)
Anak ke- : 2 dari 2 bersaudara
Riwayat Pendidikan :
SD Bantulan II 1992-1998
SMP Negeri 1 Pandak 1998-2001
SMA Negeri 2 Bantul 2001-2004
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta 2008-2013

Yogyakarta, 23 April 2013

Kuni Anafiyah
NIM. 08680055

Lampiran 13

Produk:
Modul Ekosistem
Berorientasi Kewirausahaan
untuk SMA/MA Kelas X

Modul

EKOSISTEM

Berorientasi Kewirausahaan



Untuk SMA/MA
Kelas X

Kuni Anafiyah

MODUL
EKOSISTEM
BERORIENTASI KEWIRAUSAHAAN
UNTUK SMA/MA KELAS X

Kuni Anafiyah



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
Yogyakarta



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, washsholaatu wassalaamu 'alaa rosuulillaahi wa' alaa aalihi washohaabatihii wamantabi'ahum bi ihsaanin ilaa yaumiddiin, wa ba'du.

Puji syukur kehadiran Allah *Subhaanahu wa ta'aala* atas rahmat-Nya yang senantiasa tercurah kepada seluruh makhluk-Nya. *Alhamdulillah Robbil'alamiin*, atas seizin Allah *'Azza wa Jalla*, modul berjudul "Modul Ekosistem Berorientasi Kewirausahaan untuk SMA/MA Kelas X" ini telah selesai disusun, meskipun masih banyak kekurangan yang harus disempurnakan kemudian.

Pengembangan kurikulum biologi merespon secara proaktif berbagai perkembangan informasi, ilmu pengetahuan dan teknologi serta tuntutan desentralisasi. Perkembangan itu bertujuan agar program pembelajaran relevan dengan lingkungan siswa, mampu memupuk keimanan dan ketakwaan terhadap Tuhan Yang Maha Esa, memberikan kecakapan hidup, menguasai prinsip-prinsip alam, bersikap ilmiah serta mempunyai kepribadian Indonesia dan berakhlak mulia.

Mengingat pentingnya kewirausahaan terhadap kemajuan pembangunan nasional, saat ini pemerintah telah mencanangkan kurikulum kewirausahaan di setiap satuan pendidikan yang dapat diintegrasikan di dalam proses pembelajaran seluruh mata pelajaran di sekolah. Modul ini disusun dengan tujuan untuk membantu mempermudah siswa dalam mempelajari biologi khususnya materi pokok ekosistem yang diperkaya dengan materi pendidikan kewirausahaan, dengan mengembangkan kemampuan siswa di ranah kognitif, afektif dan psikomotorik. Tujuan khusus pembelajaran melalui modul ini adalah untuk mengembangkan kecakapan hidup (*life skills*) siswa terutama *vocational skill* yang diorientasikan pada bidang kewirausahaan, serta memotivasi siswa untuk berwirausaha.

Penulis berharap semoga modul ini bermanfaat bagi siswa sebagai sumber belajar alternatif dalam memperoleh pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan serta bagi guru sebagai referensi tambahan dalam mengajar khususnya materi pokok ekosistem yang berorientasi kewirausahaan. Kritik dan saran selalu terbuka untuk perbaikan modul ini agar menjadi lebih baik.

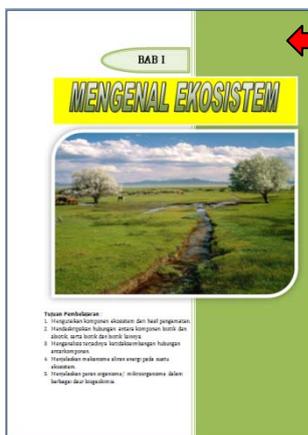
Yogyakarta, 11 November 2012

Penulis

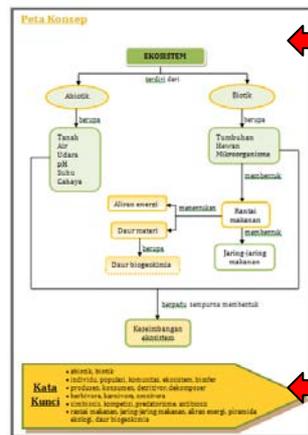


PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Pelajarilah modul ini dengan cermat hingga tuntas.
2. Kerjakanlah tugas individu dan aktivitas kelompok yang tersedia untuk mendukung pemahaman kalian terhadap isi modul.
3. Kerjakanlah soal evaluasi di setiap akhir bab, tanpa melihat kunci jawaban terlebih dahulu. Setelah kalian menjawab soal evaluasi, lihatlah kunci jawaban. Gunakan rumus yang tersedia di setiap akhir soal evaluasi dan ukurlah tingkat penguasaan kalian.
4. Jika tingkat penguasaan kalian belum mencapai kriteria ketuntasan minimum yang ditetapkan, maka ulangilah mempelajari materi modul hingga benar-benar tuntas.
5. Agar lebih mudah dalam menggunakan modul ini, perhatikan karakteristik modul berikut:

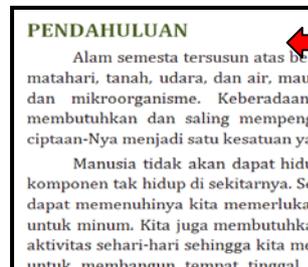


Bagian ini merupakan awal dari setiap bab, berisi **judul bab, tujuan pembelajaran, dan gambar objek biologi** yang berhubungan dengan isi bab.

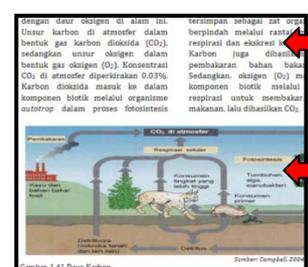


Peta konsep untuk membantu memahami keseluruhan isi materi.

Kata kunci adalah kata-kata penting yang membantu agar siswa fokus terhadap materi.



Pendahuluan sebagai *advance organizer* yaitu pembangkit motivasi belajar siswa sebelum memulai materi.

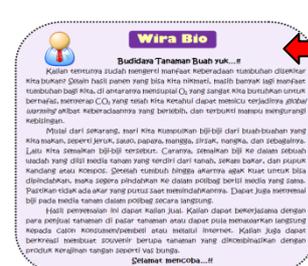


Materi disajikan dalam *lay out dua kolom* memudahkan penglihatan dalam membaca.

Gambar berwarna dengan sumber dan judul gambar yang jelas membantu siswa untuk memahami materi.



Info Bio, ulasan singkat mengenai materi biologi yang terkait dengan materi pokok ekosistem untuk menambah wawasan siswa.



Wira Bio, sekilas informasi mengenai ide bisnis terkait bidang biologi untuk menumbuhkan semangat siswa berwirausaha.



Tugas Individu bertujuan untuk melatih siswa berpikir kritis serta melatih kemampuan analitis secara individu.



Aktivitas Kelompok bertujuan untuk melatih aspek kognitif dan psikomotorik siswa serta aspek afektif terutama mengenai kemampuan bekerjasama dalam kelompok.



Rangkuman

1. Interaksi atau hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungan biotik dan lingkungan abiotiknya disebut *ekosistem*.
2. Ekosistem tersusun dari komponen biotik (misal: tumbuhan, hewan, manusia, dan mikroorganisme) dan komponen abiotik (misal: tanah, air).
3. Satuan makhluk hidup dalam satu ekosistem adalah individu, populasi, komunitas, dan biosfer.

Rangkuman, inti sari dari materi yang disajikan dalam bentuk rincian uraian dari materi yang dibahas.

Soal Evaluasi

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Ciri khas suatu ekosistem yang seimbang adalah....
 - a. aliran energi dan materi berjalan searah dari konsumen ke produsen
 - b. pertambahan populasi masing-masing komponen sama
3. Keseimbangan lingkungan dapat menjadi rusak jika
 - a. perubahan melebihi daya dukung dan daya lenting
 - b. perubahan statis
 - c. perubahan tidak melebihi daya

Soal evaluasi disajikan di setiap akhir bab untuk menguji pemahaman mengenai materi yang dipelajari.

Umpan Balik

Cocokkan jawaban kalian dengan Kunci Jawaban Soal Evaluasi Bab I yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah skor Soal A, B, dan C, kemudian, gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan kalian terhadap materi Bab I.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Skor A} + \text{Skor B} + \text{Skor C}}{100} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Selamat jika tingkat penguasaan kalian mencapai 75% atau lebih, berarti kalian telah menguasai Bab I dan siap untuk melanjutkan ke bab selanjutnya. Tetapi jika tingkat penguasaan kalian masih di bawah 75%, maka kalian harus mempelajari ulang materi Bab I, terutama bagian yang belum kalian kuasai.

Umpan balik disajikan di akhir soal evaluasi agar siswa dapat menghitung persentase tingkat penguasaan terhadap materi yang dipelajari.

SALINGTEMAS
Sains, Lingkungan, Teknologi, dan Masyarakat

TRAGEDI TERBAKARNYA ORANGUTAN DI WAJOK HILIR PONTIANAK



Seekor orangutan berjenis belanda jantan nekat masuk ke daerah pemukiman warga. Setelah empat hari mengasahakan untuk evaluasi, warga mencoba cara yang sedikit ekstrim, yaitu menggunakan...

Salingtemas, memberi wawasan mengenai aplikasi biologi dalam sains, lingkungan dan masyarakat.

Info Kewirausahaan

A. Pengertian Kewirausahaan

Kewirausahaan atau dikenal dengan istilah *entrepreneurship* hingga saat ini belum ada definisi yang telah disepakati bersama oleh para ahli. Hal ini dapat dilihat dari adanya perbedaan beberapa definisi antara ahli yang satu...

usaha untuk menciptakan nilai melalui pengenalan kesempatan bisnis, manajemen pengambilan resiko yang tepat, dan melalui keterampilan komunikasi dan manajemen untuk memobilisasi manusia, uang dan bahan...

Info kewirausahaan, menambah wawasan kewirausahaan yang diharapkan dapat membantu menumbuhkan semangat berwirausaha terutama usaha yang berkaitan dengan bidang biologi.

GLOSARIUM

Abiotik Komponen tak hidup.

Amonifikasi Proses perubahan nitrogen menjadi ammonia.

Atmosfer Lapisan udara yang menyelubungi bumi sampai ketinggian 300 km.

Autotrof Organisme yang dapat membuat senyawa organik dari senyawa...

keadaan seimbang bila mengalami gangguan.

DDT *Diklorodifeniltrikloroetana*, merupakan jenis insektisida.

Dekomposer Organisme pengurai sisa organisme.

Detritivor Organisme pemakan detritus.

Glosarium, membantu memahami kata dan istilah penting di dalam modul.

DAFTAR PUSTAKA

Anshori, Moch, dan D. Martono. 2009. *Biologi untuk Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA)-Madrasah Aliyah (MA) Kelas X* Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Aryulina, Diah, dkk. 2007. *Biologi SMA dan MA untuk Kelas X*. Jakarta: Esis.

Campbell, N.A, J.B.Reece, dan L.G. Mitchell. 2004. *Biologi*, Edisi Kelima Jilid 3. Terjemahan dari: *Biology*, Fifth Edition. Oleh: Manulu, W. Jakarta: Erlangga.

Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2009. *Pengertian Lapisan Ozon, Bahan Perusak Ozon, Dan Dampaknya Bagi Kesehatan*. <http://www.menlh.go.id>. Diakses tanggal 18 Nomerber 2012.

Daftar Pustaka, memberi informasi mengenai referensi atau sumber materi dalam modul.

KUNCI JAWABAN

SOAL EVALUASI BAB I

A. 1. D	6. C	11. B	16. D
2. A	7. B	12. C	17. C
3. B	8. D	13. A	18. B
4. E	9. A	14. B	19. E
5. C	10. B	15. D	20. A

Kunci Jawaban, sebagai sarana untuk mengetahui ketepatan jawaban dari soal evaluasi.

Selamat belajar dan sukses selalu!



STANDAR KOMPETENSI

Modul ini berisi materi yang dikembangkan dengan mengacu pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Materi pokok dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) Mata Pelajaran Biologi Kelas X Sekolah Menengah Atas (SMA)/ Madrasah Aliyah (MA) Semester Genap mengenai materi pokok ekosistem, yaitu:

Standar Kompetensi	Kompetensi Dasar
4. Menganalisis hubungan antara komponen ekosistem, perubahan materi dan energi serta peranan manusia dalam keseimbangan ekosistem.	4.1. Mendeskripsikan peran komponen ekosistem dalam aliran energi dan daur biogeokimia serta pemanfaatan komponen ekosistem bagi kehidupan.
	4.2. Menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah perusakan/ pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan.
	4.3. Menganalisis jenis-jenis limbah dan daur ulang limbah.
	4.4. Membuat produk daur ulang limbah.



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
Petunjuk Penggunaan	iii
Standar Kompetensi	v
Daftar Isi	vi
Bab I Mengenal Ekosistem	1
Pendahuluan	3
A. Pengertian Ekosistem	3
B. Satuan-Satuan dalam Ekosistem	3
C. Komponen Penyusun Ekosistem	4
D. Interaksi dalam Ekosistem	6
E. Tipe Ekosistem	9
F. Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan	13
G. Aliran Energi	14
H. Piramida Ekologi	15
I. Daur Biogeokimia	18
J. Suksesi	23
Rangkuman	23
Soal Evaluasi	28
Bab II Pencemaran Lingkungan	33
Pendahuluan	35
A. Keseimbangan Lingkungan	35
B. Perubahan Lingkungan dan Faktor-Faktor Penyebabnya	36
C. Pencemaran Lingkungan	37
D. Pengelolaan Limbah	48
E. Etika Lingkungan	53
Rangkuman	55
Soal Evaluasi	57
Info Kewirausahaan	63
Pendahuluan	63
A. Pengertian Kewirausahaan	63
B. Pentingnya Kewirausahaan	64
C. Manfaat Kewirausahaan	65
D. Sikap Kewirausahaan	65
E. Menyusun Proposal Usaha	66
F. Profil Bisnis Wirausaha	69
G. Penutup	79
Glosarium	80
Daftar Pustaka	82
Kunci Jawaban	83
Biodata Penulis	90

BAB I

MENGENAL EKOSISTEM

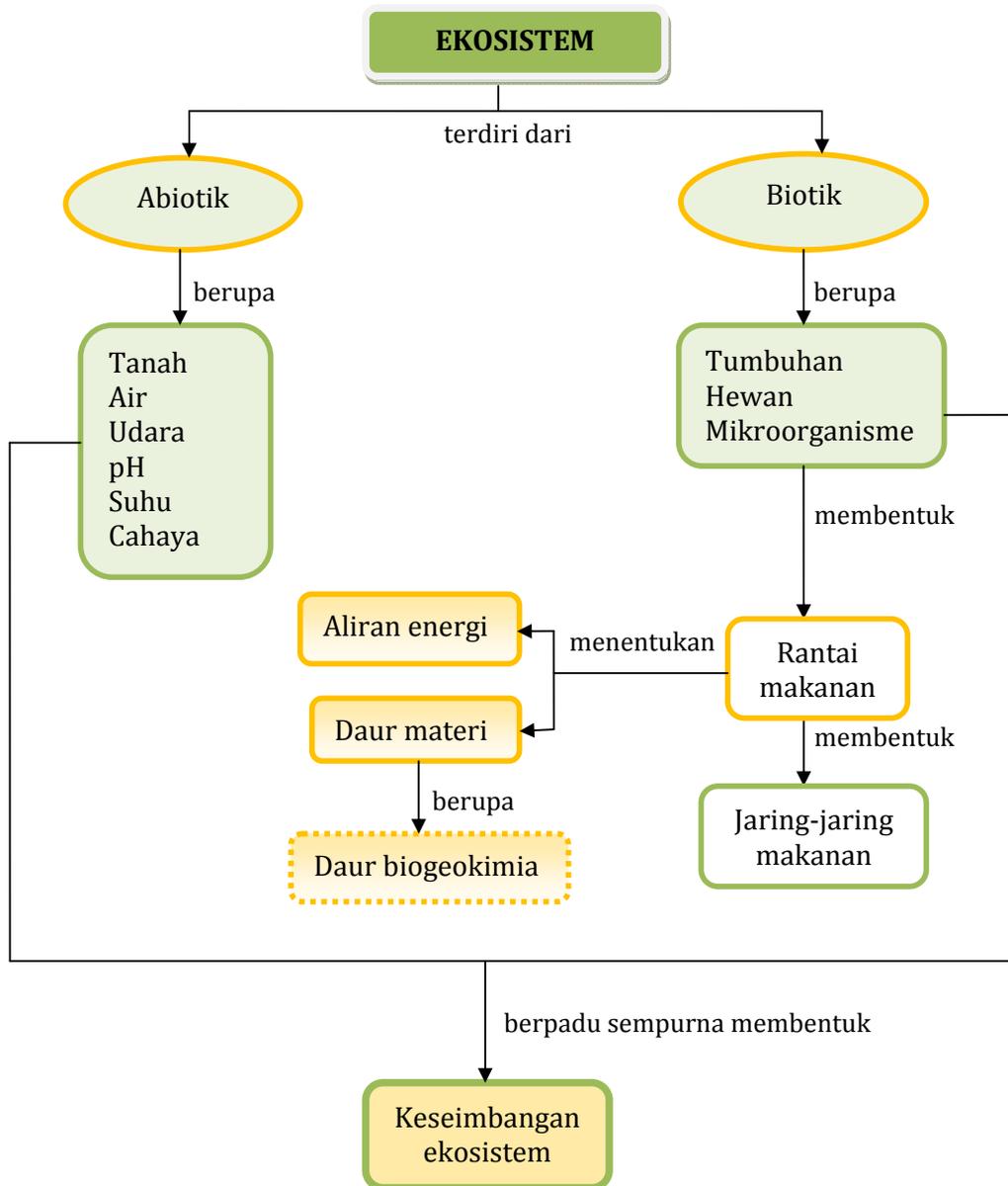


Tujuan Pembelajaran :

1. Menguraikan komponen ekosistem dari hasil pengamatan.
2. Menjelaskan manfaat komponen ekosistem bagi kehidupan.
3. Mendeskripsikan interaksi antara komponen biotik dan abiotik, serta biotik dan biotik lainnya.
4. Menganalisis terjadinya ketidakseimbangan hubungan Antarkomponen ekosistem.
5. Menjelaskan mekanisme aliran energi pada suatu ekosistem.
6. Menjelaskan peran organisme/mikroorganisme dalam berbagai daur biogeokimia.



Peta Konsep



Kata Kunci

- abiotik, biotik
- individu, populasi, komunitas, ekosistem, biosfer
- produsen, konsumen, detritivor, dekomposer
- herbivora, karnivora, omnivora
- simbiosis, kompetisi, predatorisme, antibiosis
- rantai makanan, jaring-jaring makanan, aliran energi, piramida ekologi, daur biogeokimia



PENDAHULUAN

Alam semesta tersusun atas berbagai komponen baik komponen tak hidup seperti cahaya matahari, tanah, udara, dan air, maupun komponen hidup seperti tumbuhan, manusia, hewan, dan mikroorganisme. Keberadaan komponen satu dengan komponen lainnya saling membutuhkan dan saling mempengaruhi. Itulah ciptaan Tuhan yang menempatkan semua ciptaan-Nya menjadi satu kesatuan yang saling mempengaruhi di alam semesta ini.

Manusia tidak akan dapat hidup sendiri dan terpisah dari makhluk hidup lain serta dari komponen tak hidup di sekitarnya. Setiap hari kita memerlukan makan dan minum, maka untuk dapat memenuhinya kita memerlukan tumbuhan dan hewan sebagai sumber makanan dan air untuk minum. Kita juga membutuhkan tempat tinggal yang nyaman untuk melakukan berbagai aktivitas sehari-hari sehingga kita menggunakan kayu dari tumbuhan serta tanah dan bebatuan untuk membangun tempat tinggal. Demikian pula dengan berbagai jenis makhluk hidup/organisme lainnya yang selalu membutuhkan kehadiran organisme lain ataupun berbagai komponen tak hidup untuk memenuhi kebutuhan hidupnya masing-masing. Dengan demikian, terjadilah interaksi antara organisme dengan lingkungannya.

Pada bab ini, kita akan mengkaji lebih lanjut mengenai interaksi antara organisme dengan lingkungannya. Kita sebagai manusia yang dikaruniai akal perlu mempelajarinya agar kita mengerti bagaimana cara menjaga keseimbangan interaksi tersebut. Kita berhak memanfaatkan sumber daya yang ada di lingkungan untuk kesejahteraan hidup. Namun, kita juga memiliki kewajiban untuk menjaga dan melestarikan lingkungan serta menghindari segala upaya yang dapat merusaknya.

A. Pengertian Ekosistem

Setiap organisme mendiami lingkungan yang sesuai dengan tempat hidupnya, yang disebut *habitat*. Dalam suatu habitat, selain terdapat makhluk hidup atau *komponen biotik*, juga terdapat benda-benda tak hidup atau *komponen abiotik*. Bagi suatu makhluk hidup, seluruh makhluk hidup di luar dirinya merupakan lingkungan biotik bagi makhluk hidup tersebut, dan benda tak hidup di sekitarnya merupakan lingkungan abiotiknya. Antara makhluk hidup dengan lingkungannya terjadi interaksi. Interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungan

biotik dan lingkungan abiotiknya dalam satu kesatuan tempat hidup disebut *ekosistem*.

Ilmu yang mempelajari ekosistem disebut *ekologi*. Ekologi berasal dari bahasa Yunani, yang terdiri dari dua kata yaitu *oikos* yang artinya rumah atau tempat tinggal, dan *logos* yang berarti ilmu atau mempelajari. Ekologi diartikan sebagai ilmu yang mempelajari interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Istilah ekologi pertama kali dikemukakan oleh Ernest Haeckel (Zoologiwani Jerman, 1834-1914).

B. Satuan-Satuan dalam Ekosistem

Dalam ekosistem terdapat satuan-satuan makhluk hidup atau disebut tingkat organisasi kehidupan. Satuan makhluk hidup dapat digolongkan menjadi lima tingkatan, yaitu individu, populasi, komunitas, ekosistem, dan biosfer dengan pengertian sebagai berikut.

1. *Individu* adalah satuan makhluk hidup tunggal.
2. *Populasi* adalah sekumpulan makhluk hidup dari spesies yang sama/sejenis yang hidup di suatu habitat tertentu pada kurun waktu tertentu.



Besarnya populasi ditunjukkan oleh jumlah individu di dalam suatu populasi per satuan luas atau disebut *kepadatan populasi*. Misal, satu area perkebunan murbei luasnya 1.000 m². Dalam kebun tersebut terdapat 1.000 pohon murbei dan 20.000 ekor ulat sutra. Itu berarti kepadatan populasi pohon murbei adalah 1.000 pohon/1.000 m² atau 1 pohon/ m² dan kepadatan populasi ulat sutra adalah 20.000 ekor/1.000 m² atau 20 ekor/ m².

Populasi dapat mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Perubahan populasi dapat terjadi karena adanya pertambahan atau pengurangan jumlah populasi. Pertambahan populasi disebabkan oleh *natalitas* (kelahiran) dan *imigrasi* yaitu masuknya individu baru dari wilayah yang lain. Sedangkan pengurangan populasi disebabkan oleh *mortalitas* (kematian) dan *emigrasi* yaitu perpindahan individu dari populasi.

3. *Komunitas* adalah sekumpulan berbagai macam populasi yang hidup dalam suatu wilayah tertentu pada kurun waktu tertentu. Misal, komunitas yang berada di kolam air tawar terdiri dari sekumpulan ikan nila, sekumpulan teratai, dan sekumpulan katak.
4. *Ekosistem* adalah kesatuan komunitas dan lingkungan hidupnya yang saling berinteraksi. Oleh karena itu, ekosistem disebut juga sistem lingkungan. Misal ekosistem padang rumput terdiri dari komponen biotik seperti rumput, gajah, zebra, dan harimau yang saling berinteraksi satu sama lain. Komponen biotik tersebut juga berinteraksi dengan lingkungan abiotiknya seperti cahaya matahari, air, dan tanah.
5. Seluruh ekosistem di muka bumi ini akan membentuk satu ekosistem yang lebih besar yang disebut *biosfer*.



Komponen penyusun ekosistem dapat dibedakan menjadi komponen biotik dan komponen abiotik.

1. Komponen Biotik

Komponen biotik merupakan komponen penyusun ekosistem yang terdiri dari berbagai jenis makhluk hidup. Berdasarkan kedudukan fungsionalnya di dalam ekosistem, komponen biotik dibedakan menjadi empat, yaitu *produsen*, *konsumen*, *dekomposer* (pengurai), dan *detritivor*.

a. *Produsen* yaitu organisme *autotrof*, merupakan organisme yang mampu menyusun senyawa organik dari senyawa anorganik. Organisme autotrof dibedakan menjadi dua tipe.

1) *Fotoautotrof* adalah organisme yang dapat menggunakan sumber energi cahaya untuk mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik. Misal tumbuhan hijau,

ganggang hijau biru, dan bakteri fotoautotrof seperti *Chromatium*.

2) *Kemoautotrof* adalah organisme yang dapat memanfaatkan energi dari reaksi kimia untuk membuat makanan sendiri dari bahan anorganik. Misal bakteri nitrit seperti *nitrosomonas* dan *nitrosococcus*.

b. *Konsumen* yaitu organisme *heterotrof*, merupakan organisme yang tidak mampu menyusun senyawa organik sehingga untuk memenuhi kebutuhan makanannya bergantung pada organisme lain. Konsumen dapat dibagi menjadi beberapa tingkatan yaitu:

1) *Konsumen primer* (I), merupakan konsumen yang memakan tumbuhan secara langsung atau disebut *herbivora*, misalnya zooplankton, ulat, belalang, sapi dan kambing.

2) *Konsumen sekunder* (II), yaitu konsumen yang memakan konsu-



men primer, merupakan hewan pemakan daging atau *karnivora*. Misalnya katak pemakan belalang dan singa pemakan kambing.

- 3) *Konsumen tersier* (III), yaitu konsumen yang memakan konsumen sekunder, merupakan karnivora. Misalnya, ular pemakan katak.
- 4) *Konsumen keempat* (IV), yaitu konsumen yang memakan konsumen tersier, merupakan karnivora. Misalnya elang pemakan ular.

Manusia dan beberapa jenis hewan pemakan tumbuhan dan hewan atau disebut *omnivora* dapat menempati semua tingkatan konsumen.

- c. *Dekomposer* (pengurai) adalah organisme yang menguraikan sisa-sisa organisme menjadi mineral atau bahan anorganik untuk memperoleh bahan organik yang diperlukan. Organisme yang tergolong dekomposer adalah bakteri dan jamur.
- d. *Detritivor* merupakan organisme yang memakan partikel-partikel organik atau *detritus* yaitu hancuran jaringan hewan dan tumbuhan. Organisme detritivor antara lain cacing tanah, kutu kayu, siput, dan bintang laut.

Setiap makhluk hidup memiliki peran yang khas di dalam ekosistemnya. Kekhususan peran itu dikenal sebagai *niche* (baca: nis) atau *nisia* atau *relung ekologis*. Nisia adalah profesi atau status organisme dalam suatu komunitas dan ekosistem tertentu, yang merupakan akibat dari adaptasi struktural, fisiologi dan perilaku spesifik organisme itu. Contohnya, herbivora dan karnivora dapat menghuni habitat yang sama, akan tetapi cara makannya berbeda atau nisianya berbeda.

2. Komponen Abiotik

Komponen abiotik merupakan komponen tak hidup yang terdiri dari

komponen fisik dan kimia yang membentuk ekosistem. Komponen-komponen ini tidak berdiri sendiri, namun saling berinteraksi. Yang termasuk komponen abiotik antara lain:

a. Cahaya

Cahaya merupakan salah satu energi yang bersumber dari radiasi matahari. Cahaya matahari berperan dalam kehidupan organisme. Tumbuhan hijau memerlukan cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis. Hasil fotosintesis berupa bahan organik dimanfaatkan tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang serta disimpan sebagai cadangan makanan. Pada akhirnya, tumbuhan dimanfaatkan oleh hewan dan manusia sebagai sumber makanan. Secara tidak langsung, cahaya matahari merupakan sumber energi utama dalam ekosistem. Cahaya matahari juga berpengaruh terhadap suhu lingkungan (Gambar 1.1).



Sumber: id.wikipedia.org.
Gambar 1.1 Energi cahaya matahari sangat diperlukan makhluk hidup.

b. Udara

Udara sangat penting bagi kehidupan organisme. Udara terdiri dari berbagai macam gas, yaitu nitrogen (78,09%), oksigen (20,93%), karbon (0,03%), dan gas-gas lain. Nitrogen diperlukan makhluk hidup untuk membentuk protein. Oksigen digunakan makhluk hidup untuk bernafas. Karbondioksida diperlukan tumbuhan untuk fotosintesis.



c. Air

Air terdiri dari molekul-molekul H_2O yang dapat berbentuk padat, cair dan gas. Untuk mempertahankan hidupnya, setiap makhluk hidup memerlukan air. Tubuh makhluk hidup terdiri dari 90% air. Air berfungsi sebagai pelarut zat makanan yang dimakan oleh makhluk hidup. Air juga diperlukan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis. Bagi hewan air, seperti ikan, katak, dan buaya, air diperlukan untuk tempat hidupnya.

d. Tanah

Tanah merupakan hasil pelapukan batuan yang disebabkan oleh iklim atau lumut, dan pembusukan bahan organik. Tanah berperan penting bagi organisme, misalnya sebagai tempat tumbuh dan hidupnya tanaman, manusia melakukan aktivitas kehidupan, tempat berlindungnya hewan tertentu, serta sumber nutrisi bagi tanaman. Kondisi tanah ditentukan oleh derajat keasaman (pH) tanah, tekstur atau komposisi tanah yang mempengaruhi kemampuan tanah terhadap penyerapan air dan garam mineral.

e. Suhu

Suhu atau *temperatur* adalah derajat energi panas. Suhu merupakan komponen abiotik udara, tanah, dan air. Sumber utama energi panas adalah radiasi matahari. Cahaya matahari

sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya suhu. Suhu optimal sangat diperlukan oleh makhluk hidup, berkaitan dengan reaksi kimia yang terjadi dalam tubuhnya. Perubahan suhu dapat mengakibatkan perubahan iklim dan curah hujan.

f. Garam-Garam Mineral

Garam-garam mineral atau unsur hara antara lain terdiri dari ion nitrogen, fosfat, sulfur, kalsium dan natrium. Tumbuhan mengambil garam mineral dari tanah. Komposisi garam mineral tertentu menentukan sifat tanah dan air. Misal kandungan ion-ion hidrogen menentukan tingkat keasaman (pH), serta kandungan ion natrium dan klorida di air menentukan tingkat salinitas atau kadar garam.

g. Kelembaban

Kelembaban merupakan salah satu komponen abiotik di tanah dan udara. Kelembaban udara berarti kandungan air di udara, sedangkan kelembaban tanah berarti kandungan air dalam tanah. Kelembaban diperlukan makhluk hidup agar tubuhnya tidak cepat kering karena penguapan. Kelembaban yang diperlukan setiap makhluk hidup berbeda-beda. Contohnya, jamur memerlukan habitat dengan tingkat kelembaban tinggi, sedangkan kadal gurun pasir memerlukan kelembaban rendah.

Makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungan untuk kelangsungan hidupnya seperti makan, pertumbuhan, perkembangan, dan perlindungan. Interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya baik secara langsung maupun tidak langsung terjadi pada berbagai tingkat organisasi kehidupan. Berikut pola interaksi dalam ekosistem.

1. Interaksi Antarindividu Membentuk Populasi

Semakin banyak jumlah individu dalam suatu populasi, semakin banyak pula kebutuhan makanan, air, ruang, oksigen, dan cahaya matahari. Individu-individu dalam populasi akan saling berinteraksi, seperti interaksi antara



individu jantan dan betina dalam melakukan reproduksi, dan interaksi bekerjasama dalam kelompok. Interaksi antarindividu juga dapat bersifat kompetisi atau persaingan seperti persaingan dalam mendapatkan makanan dan memperebutkan wilayah. Interaksi kompetisi antarindividu dalam populasi disebut *kompetisi intraspesifik*.

2. Interaksi Antarpopulasi Membentuk Komunitas

Interaksi antarpopulasi dapat terjadi secara langsung dan tidak langsung. Interaksi secara langsung misalnya tikus memakan padi dan siput. Tikus juga merupakan mangsa bagi ular dan burung elang. Jadi, antara populasi tikus dengan populasi padi, siput, ular, dan burung elang terjadi interaksi secara langsung. Interaksi secara tidak langsung misalnya apabila populasi tikus meningkat, jumlah padi yang dimakan akan lebih banyak, maka walang sangit dan burung gelatik yang juga memakan padi akan mencari makanan lain.

Interaksi antarpopulasi dalam suatu komunitas dapat membentuk pola interaksi tertentu. Pola interaksi antarpopulasi dibedakan menjadi:

a. *Symbiosis*, yaitu hidup bersama antara dua spesies yang berbeda, di mana umumnya satu spesies berperan sebagai spesies yang ditumpang (inang), sedangkan spesies lain sebagai penumpang (*simbion*). *Symbiosis* atau "hidup bersama" merupakan istilah yang mencakup interaksi yang beragam di mana dua spesies memiliki hubungan interaksi yang dekat. Ada tiga jenis interaksi simbiotik yaitu:

1) *Parasitisme*, yaitu jika simbion memperoleh keuntungan dari inangnya sementara inangnya dirugikan. Simbion dalam simbiosis parasitisme ini disebut sebagai parasit. Parasit yang hidup di luar tubuh inang disebut

dengan *ektoparasit*, sedangkan parasit yang tumbuh di dalam tubuh inang disebut *endoparasit*. Misal nyamuk yang hidup sebagai *ektoparasit* pada manusia (Gambar 1.2) dan cacing pita yang hidup sebagai *endoparasit* di dalam usus manusia.



Sumber: Enger, et al, 2009.

Gambar 1.2 Nyamuk menghisap darah manusia

2) *Komensalisme* yaitu jika simbion diuntungkan namun tanpa merugikan inangnya. Misal simbiosis antara ikan hiu dan ikan remora. Ikan remora yang selalu berdekatan dengan ikan hiu dapat memperoleh sisa-sisa makanan dari ikan hiu serta dapat berlindung dari hewan pemangsa. Ikan hiu tidak dirugikan karena keberadaan kawanan ikan remora ini (Gambar 1.3)



Sumber: Enger, et al, 2009.

Gambar 1.3 Simbiosis antara ikan hiu (atas) dan ikan remora (bawah).

3) *Mutualisme*, yaitu jika simbion dan inang saling diuntungkan dari hubungan hidup bersama tersebut. Misalnya simbiosis antara kacang tanah dan bakteri *Rhizobium*. Bakteri ini mengikat nitrogen dari udara yang kemudian dimanfaatkan oleh tanaman kacang tanah, sedangkan bakteri terlindungi dan mendapatkan air serta nutrisi dari akar kacang tanah.



- b. *Predasi*, yaitu interaksi makan dan dimakan. Organisme pemakan atau pemangsa disebut *predator*, sedangkan organisme yang dimakan disebut *mangsa*. Misalnya harimau yang memangsa kambing.
- c. *Netral*, yaitu jenis interaksi yang tidak saling mengganggu antarspesies dalam habitat yang sama yang bersifat tidak menguntungkan dan tidak merugikan kedua belah pihak. Misalnya hubungan antara ayam dengan kambing.
- d. *Kompetisi*, yaitu interaksi yang bersifat persaingan untuk dapat memenuhi kebutuhan seperti memperebutkan makanan, air, wilayah dan lainnya. Kompetisi antarpopulasi disebut *kompetisi interspesifik* yaitu interaksi yang terjadi jika dua atau lebih populasi pada suatu wilayah memiliki kebutuhan hidup yang sama, sementara ketersediaan sumber daya untuk memenuhi kebutuhan tersebut terbatas (Gambar 1.4).



- e. *Antibiosis*, yaitu interaksi antara dua makhluk hidup yang salah satunya dapat mengeluarkan zat antibiotik yang dapat membahayakan makhluk hidup lainnya. Misal interaksi antara *Penicillium* dengan mikroorganisme lainnya. Jamur ini mengeluarkan racun yang dapat menghambat atau mematikan mikroorganisme lain. Antibiosis pada tumbuhan disebut *alelopati*, misal tumbuhan kamboja dan gamal. Tumbuhan ini dapat mengeluarkan

racun yang bisa membunuh tumbuhan di sekitarnya sehingga dapat memenangkan kompetisi dalam memperoleh makanan dan cahaya.

3. Interaksi Antarkomunitas

Komunitas tersusun atas berbagai populasi yang berbeda di suatu daerah yang sama dan saling berinteraksi. Interaksi antarkomunitas dapat dilihat pada interaksi antara komunitas sawah dan sungai. Komunitas sawah terdiri dari berbagai macam organisme seperti padi, belalang, burung, ular, dan gulma. Sedangkan komunitas sungai terdiri dari ikan, ganggang, fitoplankton, zooplankton, dan dekomposer. Antara komunitas sawah dan sungai terjadi interaksi dalam bentuk peredaran makanan dari air sungai ke sawah dan peredaran organisme dari kedua komunitas tersebut.

4. Interaksi Antara Komponen Biotik dan Abiotik Membentuk Ekosistem

Dalam ekosistem, interaksi antara komponen biotik dan abiotik mulai terjadi dari tingkat individu hingga *biosfer*. Misal penggunaan oksigen (O_2) untuk pernafasan, penyerapan cahaya matahari untuk fotosintesis, dan penggunaan air yang juga diperlukan oleh tumbuhan untuk fotosintesis, sementara keberadaan air tanah banyak dipengaruhi oleh tumbuhan karena tumbuhan dapat menahan keberadaan air tanah.

5. Interaksi Antarekosistem di Permukaan Bumi Membentuk Biosfer

Di permukaan bumi, mulai dari dasar samudera hingga puncak gunung yang tinggi serta beberapa ratus meter lapisan udara di atasnya terdapat berbagai macam ekosistem yang saling berinteraksi. Lapisan permukaan bumi yang dihuni organisme yang saling berinteraksi ini dikenal dengan *biosfer* atau *ekosfer*. Bumi merupakan satu kesatuan sebagai hasil interaksi berbagai komponen penyusun di dalamnya.



Aktivitas Kelompok 1.1



Tujuan: mendeskripsikan komponen biotik dan abiotik, peranannya di dalam ekosistem, serta menjelaskan jenis interaksinya. Pergilah ke kebun sekolahmu! Amati dan catatlah apa saja yang kalian temui di sana. Dari data tersebut, sebutkan manakah yang merupakan produsen, konsumen, dan komponen abiotiknya. Jelaskan jenis interaksinya pada tingkat interaksi antarindividu dan antarpopulasi! Diskusikan hasilnya di kelas!

E. Tipe Ekosistem

Ekosistem di permukaan bumi dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu ekosistem alami dan ekosistem buatan.

1. Ekosistem Alami

Ekosistem alami merupakan ekosistem yang terbentuk secara alami. Ekosistem ini dapat dibedakan menjadi ekosistem perairan dan ekosistem darat.

a. Ekosistem Perairan (*Akuatik*)

Ekosistem perairan dihuni oleh organisme yang memiliki cara hidup yang khas. Berdasarkan cara hidupnya, organisme perairan dapat dibedakan menjadi lima jenis, yaitu:

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

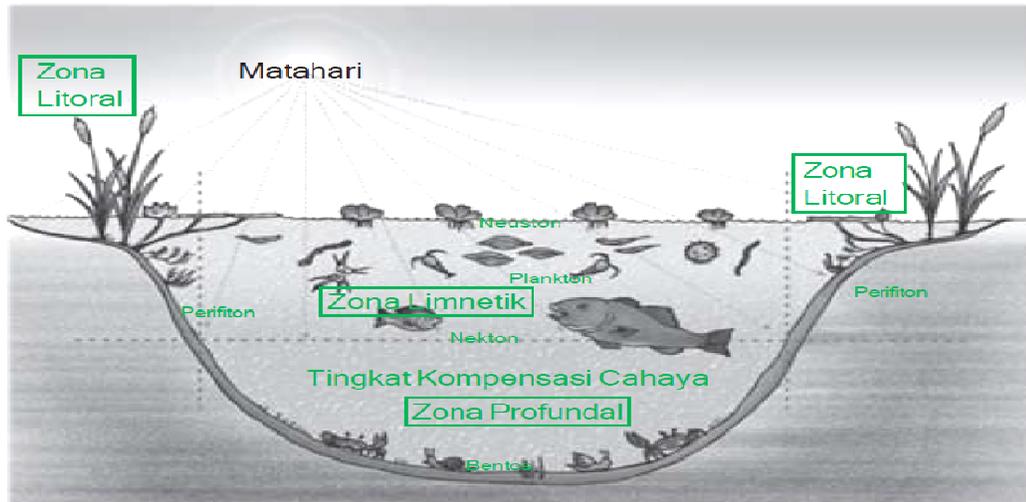
Ekosistem perairan terdiri dari ekosistem air tawar dan ekosistem laut.

1) Ekosistem Air Tawar

Ekosistem air tawar umumnya memiliki salinitas (kadar garam) rendah, umumnya lebih rendah daripada kadar garam plasma sel organisme yang hidup di dalamnya, dan memiliki variasi suhu yang relatif sama antara bagian permukaan dan bagian dasar. Ekosistem air tawar merupakan perantara ekosistem darat dan ekosistem laut. Selain dihuni oleh organisme air tawar, ekosistem ini juga dihuni oleh beberapa jenis organisme laut yang hidup berpindah dari habitat air laut ke habitat air tawar. Sebagian organisme tersebut ada yang beradaptasi terhadap lingkungan air payau yaitu di muara sungai, ada yang sepanjang hidupnya pulang balik dari laut ke air tawar, dan ada pula yang menyesuaikan diri hidup di antara air tawar dan darat, yaitu pada daerah tepi sungai.

Berdasarkan intensitas cahaya yang diterimanya ekosistem air tawar dikelompokkan menjadi (Gambar 1.5):

- a) *Litoral*, merupakan daerah yang dangkal sehingga cahaya matahari dapat mencapai dasar perairan.
- b) *Limnetik*, merupakan daerah terbuka sehingga sampai kedalaman tertentu masih dapat ditembus cahaya matahari.
- c) *Profundal*, merupakan daerah dasar yang dalam sehingga tidak dapat ditembus cahaya matahari.



Sumber: Odum, 1993.

Gambar 1.5 Skema pembagian zona air tawar serta jenis organisasinya.

Berdasarkan aliran airnya, ekosistem air tawar dibedakan menjadi:

- ekosistem lotik yang airnya mengalir, misalnya sungai.
- ekosistem lentik yang airnya tidak mengalir misalnya, danau, rawa, waduk, dan kolam.

2) Ekosistem Laut

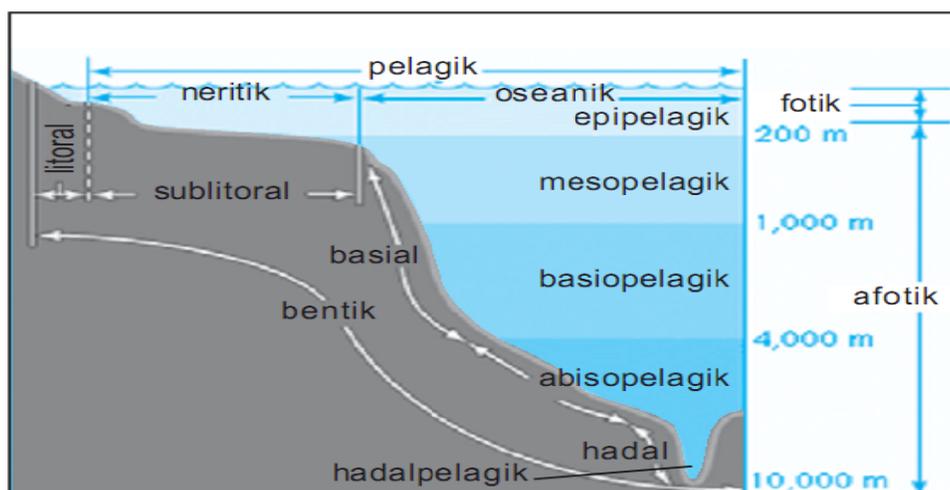
Ekosistem air laut umumnya memiliki salinitas tinggi terutama di daerah tropis, dan memiliki variasi perbedaan suhu di bagian permukaan dengan di bagian dalam/bawah.

Berdasarkan intensitas cahaya yang diterimanya ekosistem laut terbagi

menjadi tiga daerah, yaitu:

- Daerah fotik*, yaitu daerah laut yang masih dapat ditembus cahaya matahari.
- Daerah disfotik*, yaitu daerah dengan cahaya matahari kurang (remang-remang), terdapat di antara daerah fotik dan afotik.
- Daerah afotik*, daerah laut yang gelap gulita karena tidak ditembus cahaya matahari.

Ekosistem laut dapat dibagi secara vertikal maupun horizontal menjadi beberapa zona (Gambar 1.6). Secara vertikal atau berdasarkan kedalamannya,



Sumber: Encyclopedia Britannica, Inc, 1996.

Gambar 1.6 Skema pembagian zona laut secara horizontal (jarak) dan vertikal (kedalaman).



ekosistem laut dibedakan menjadi:

- a) *Epipelagik*, yaitu daerah laut mulai dari permukaan (garis pasang) hingga kedalaman 200 meter.
- b) *Mesopelagik*, yaitu daerah dibawah epipelagik dengan kedalaman 200-1000 meter.
- c) *Batio Pelagik*, daerah laut dengan kedalaman 1000-4000 meter.
- d) *Abisal Pelagik*, daerah laut dengan kedalaman mencapai 4000-6000 meter. Sinar matahari tidak mampu menembus daerah ini.
- e) *Hadal Pelagik*, daerah laut terdalam (dasar) dengan kedalaman lebih dari 6000 meter.

Sedangkan, secara horizontal atau berdasarkan jarak dari pantai dan kedalamannya, ekosistem laut dibedakan menjadi *zona litoral, neritik, dan oseanik*.

1) Zona Litoral

Zona litoral merupakan kelompok ekosistem pantai. Ada beberapa macam zona litoral, antara lain:

a) Ekosistem Pantai Lumpur

Ekosistem ekosistem pantai lumpur atau *estuaria* yaitu terdapat pada wilayah pertemuan antara sungai dan laut. Ciri estuaria adalah berair payau karena dipengaruhi oleh pasang surut dan vegetasi didominasi tumbuhan bakau.

b) Ekosistem Pantai Pasir

Ekosistem pantai pasir merupakan zona litoral yang terkena deburan ombak secara terus-menerus dan terpaan cahaya matahari selama 12 jam. Vegetasinya ada yang berbentuk *formasi prescaprae* atau terna yaitu tumbuhan berbiji yang memiliki batang lunak dan tidak berkayu, misalnya rumput, dan ada yang berbentuk *formasi baringtonia* yaitu perdu dan pohon.

c) Ekosistem Pantai Batu

Ekosistem pantai batu merupakan daerah pantai yang memiliki air jernih dan berbatu. Daerah ini banyak dihuni hewan-hewan yang tergolong dalam filum coelenterata, molusca, dan arthropoda terutama kelas crustaseae, serta berbagai jenis algae.

2) Zona Neritik

Zona neritik merupakan zona laut dangkal yaitu zona yang masih dapat ditembus cahaya matahari sampai ke dasarnya. Di daerah ini plankton, nekton dan bentos dapat hidup dengan baik. Ekosistem yang termasuk zona laut dangkal adalah ekosistem terumbu karang (Gambar 1.7). Ekosistem terumbu karang hanya dapat tumbuh di dasar perairan yang jernih. Terumbu karang terbentuk dari kerangka coelenterata. Organisme yang hidup di ekosistem ini antara lain hewan-hewan dalam filum coelenterata dan porifera, serta berbagai jenis ikan.



Sumber: Starr, et al, 2010.

Gambar 1.7 Ekosistem terumbu karang.

3) Zona Oseanik

Zona oseanik merupakan wilayah ekosistem laut dalam dengan kedalaman mencapai 76.000 meter dari permukaan laut sehingga cahaya matahari tidak dapat menembus sampai ke dasar. Akibatnya air di permukaan tidak dapat bercampur dengan air dibawahnya, karena ada perbedaan suhu. Batas dari kedua lapisan air itu disebut *daerah termoklin*. Daerah ini banyak dihuni ikan. Produsen di ekosistem laut dalam merupakan organisme *kemoautotrof*.



b. Ekosistem Darat (*Terrestrial*)

Ekosistem darat yang memiliki tipe struktur vegetasi (tumbuhan) dominan dalam skala luas disebut *bioma*. Penyebaran jenis-jenis bioma dipengaruhi oleh iklim di mana iklim dipengaruhi oleh letak geografis bioma tersebut. Berdasarkan letak geografisnya, yaitu jarak dari khatulistiwa (garis lintang 0°) atau ketinggian dari permukaan laut, bioma dibedakan menjadi tujuh, yaitu:

1) Bioma Hutan Hujan Tropis

Bioma hutan hujan tropis memiliki keanekaragaman hewan dan tumbuhan (Gambar 1.8). Terdapat di wilayah khatulistiwa dengan temperatur dan curah hujan tinggi. Contoh: hutan di Kalimantan Barat.



Sumber: squidoo.com

Gambar 1.8 Bioma hutan hujan tropis.

2) Bioma Sabana/*Savanna*

Bioma sabana/*savanna* didominasi oleh vegetasi rumput dan semak serta pohon yang tumbuh terpencair (Gambar 1.9). Terdapat di wilayah sekitar khatulistiwa dengan curah hujan lebih rendah. Contoh: sabana di Sumbawa (NTB), dan Kenya (Afrika).



Sumber: squidoo.com

Gambar 1.9 Bioma sabana.

3) Bioma Padang Rumput/*Stepa*

Bioma padang rumput/*stepa* didominasi oleh vegetasi rumput (Gambar 1.10). Terdapat di wilayah dengan temperatur sedang, curah hujan lebih rendah daripada di sabana. Misal padang rumput di Amerika Utara dan Afrika Selatan. Padang rumput pegunungan terdapat di berbagai wilayah dunia, misalnya di Indonesia terdapat di Papua.



Sumber: serc.carleton.edu

Gambar 1.10 Bioma padang rumput.

4) Bioma Gurun

Bioma gurun didominasi oleh vegetasi kaktus dan yang mampu beradaptasi di lingkungan kering (Gambar 1.11). Terdapat di belahan bumi pada rentang 20°-30° lintang utara dan selatan, dengan curah hujan rendah. Contoh: Gurun Gobi di Asia.



Sumber: squidoo.com

Gambar 1.11 Bioma gurun.

5) Bioma Hutan Gugur

Bioma hutan gugur memiliki ciri vegetasi pohon yang menggugurkan daunnya pada musim gugur (Gambar 1.12). Terdapat di sekitar wilayah subtropis yang mengalami pergantian musim panas dan dingin dengan curah hujan rendah. Hutan gugur juga



terdapat di berbagai pegunungan di daerah tropis, misalnya di Jawa Timur.



Sumber: www.cotf.edu

Gambar 1.12 Bioma hutan gugur.

6) Bioma Taiga

Bioma taiga didominasi oleh tumbuhan pinus (Gambar 1.13). Terdapat di wilayah utara hutan gugur subtropis. Iklim musim dingin panjang, dengan hujan turun hanya pada musim panas. Contoh: taiga di Amerika dan di dataran tinggi di berbagai wilayah.



Sumber: squidoo.com

Gambar 1.13 Bioma taiga.

7) Bioma Tundra

Bioma tundra didominasi oleh vegetasi lumut, rumput alang-alang

dan perdu (Gambar 1.14). Terdapat di dekat kutub utara yaitu pada 60° lintang utara, misalnya di Alaska, dan di puncak pegunungan tinggi seperti di Gunung Jayawijaya, Irian Jaya.



Sumber: squidoo.com

Gambar 1.14 Bioma tundra.

2. Ekosistem Buatan

Ekosistem buatan merupakan ekosistem yang dibuat secara sengaja oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Misal bendungan, hutan tanaman industri (pinus, damar), sawah, perkebunan (teh, kelapa sawit, karet), kolam tambak, ladang, pekarangan, dan pemukiman (desa, dan kota).



Sumber: gunungkidulkab.go.id

Gambar 1.15 Ekosistem sawah.

F. Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan

Setiap ekosistem memiliki suatu struktur trofik dari hubungan makan-dimakan. Para ahli ekologi membagi spesies dalam suatu ekosistem ke dalam tingkat trofik berdasarkan makanannya (*trophe* : makanan), yaitu:

1. *Tingkat trofik I* adalah produsen yaitu kelompok organisme autotrof.
2. *Tingkat trofik II* ditempati oleh konsumen primer (konsumen I).

3. *Tingkat trofik III* ditempati oleh konsumen sekunder (konsumen II).
4. *Tingkat trofik IV* ditempati konsumen tersier (konsumen III).

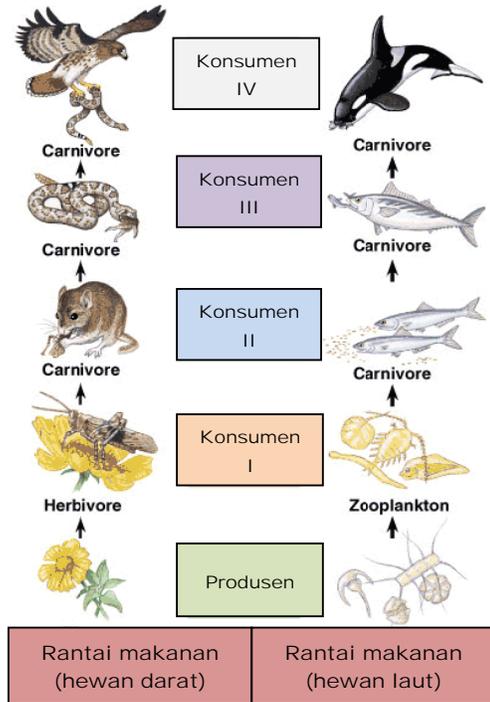
Beberapa ekosistem dapat memiliki konsumen dengan tingkat yang lebih tinggi lagi.

Jalur makan-dimakan dari organisme pada suatu tingkat trofik ke tingkat berikutnya membentuk urutan dan arah tertentu yang disebut *rantai makanan* (Gambar 1.16).





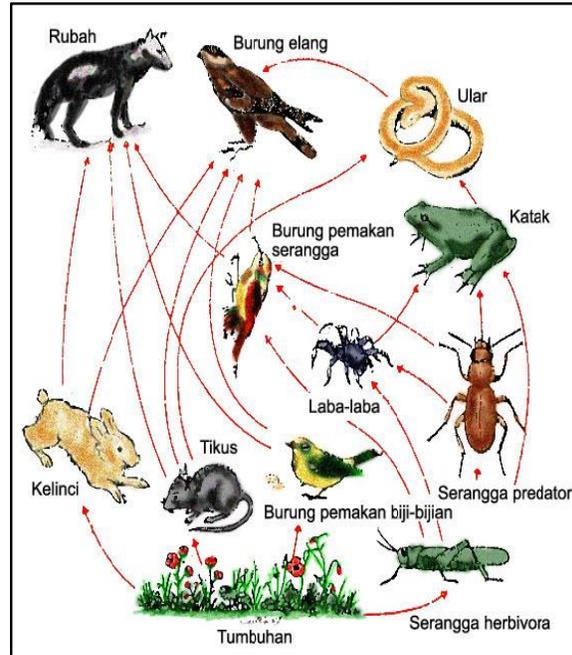
Di dalam suatu ekosistem umumnya tidak hanya terdiri dari satu rantai makanan saja, tetapi lebih banyak dan kompleks. Setiap organisme dapat mengambil makanan dari berbagai organisme dari trofik di bawahnya dalam rantai



Sumber: Campbell, et al, 2004.

Gambar 1.16 Rantai makanan.

makanan yang sama atau yang lain. Misalnya, *omnivora* dapat memakan produsen dan konsumen dari berbagai tingkat trofik. Jadi, di dalam suatu ekosistem rantai makanan saling berkaitan dan bercabang sehingga membentuk *jaring-jaring makanan* (Gambar 1.17).



Sumber: file.upi-edu

Gambar 1.17 Jaring-jaring makanan.



Tugas Individu 1.1

Tujuan: mendeskripsikan jaring-jaring makanan dan contohnya.

1. Susunlah satu jaring-jaring makanan yang terdiri dari minimal 10 jenis organisme!
2. Tentukan berbagai rantai makanan yang menyusun jaring-jaring makanan yang kamu buat!

G. Aliran Energi

Sumber energi utama bagi kehidupan adalah cahaya matahari. Energi cahaya matahari masuk ke dalam komponen biotik melalui produsen (organisme *fotoautotrofik*) yang diubah menjadi energi kimia tersimpan di dalam senyawa organik.

Proses berpindahnya energi dimulai dari energi matahari melalui tingkat trofik I

ke tingkat trofik II dan seterusnya disebut *aliran energi*. Pada proses perpindahan selalu terjadi pengurangan jumlah energi setiap melalui tingkat trofik makan-memakan. Energi dapat berubah menjadi bentuk lain, seperti energi kimia, energi mekanik, energi listrik, dan energi panas. Perubahan bentuk energi menjadi bentuk lain ini dinamakan *transformasi energi*.



Energi kimia mengalir dari produsen ke konsumen dari berbagai tingkat trofik melalui jalur rantai makanan. Energi kimia tersebut digunakan organisme untuk pertumbuhan dan perkembangan. Kemampuan organisme-organisme dalam ekosistem untuk menerima dan menyimpan energi dinamakan *produktivitas ekosistem*. Produktivitas ekosistem terdiri dari produktivitas primer dan produktivitas sekunder.

a. Produktivitas Primer

Produktivitas primer adalah kecepatan organisme autotrof sebagai produsen mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk bahan organik. Hanya sebagian kecil energi cahaya yang dapat diserap oleh produsen. Seluruh bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis pada organisme fotoautotrof disebut *produktivitas primer kotor (PPK)*. Lebih kurang 20% dari PPK digunakan oleh organisme fotoautotrof untuk respirasi, tumbuh dan berkembang. Sisa PPK yang baru disimpan dikenal sebagai *produktivitas primer bersih (PPB)*.

Biomassa organisme autotrof (produsen) diperkirakan mencapai 50%-90% dari seluruh bahan organik hasil fotosintesis. Hal ini menunjukkan simpanan energi kimia yang dapat ditransfer ke trofik selanjutnya melalui hubungan makan dimakan dalam ekosistem.

b. Produktivitas Sekunder

Produktivitas sekunder adalah kecepatan organisme heterotrof mengubah energi kimia dari bahan organik yang

dimakan menjadi simpanan energi kimia baru di dalam tubuhnya. Energi kimia dalam bahan organik yang berpindah dari produsen ke konsumen primer dipergunakan untuk aktivitas hidup dan hanya sebagian yang dapat diubah menjadi energi kimia yang tersimpan di dalam tubuhnya sebagai produktivitas bersih. Demikian juga perpindahan energi ke konsumen sekunder, tersier dan seterusnya akan selalu menjadi berkurang. Perbandingan produktivitas bersih antara trofik dengan trofik-trofik di atasnya dinamakan *efisiensi ekologi*.

Diperkirakan hanya sekitar 10% energi yang dapat ditransfer sebagai biomassa dari trofik sebelumnya ke trofik berikutnya. Jadi, sekitar 90 % energi yang tersedia pada suatu tingkat trofik hilang. Energi tersebut hilang sebagai panas saat digunakan untuk metabolisme, seperti mengejar mangsa atau bernafas.

Info Bio



Pada tahun 1818-1889 **James Joule** berhasil membuktikan bahwa energi ternyata tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, tetapi hanya dapat berubah menjadi bentuk lain. Pernyataannya tentang perubahan energi ini dikenal dengan **Hukum Kekekalan Energi**. Untuk mengenang prestasinya itu namanya digunakan dalam satuan energi, yaitu **Joule**.

Sumber: Anshori, 2009

H. Piramida Ekologi

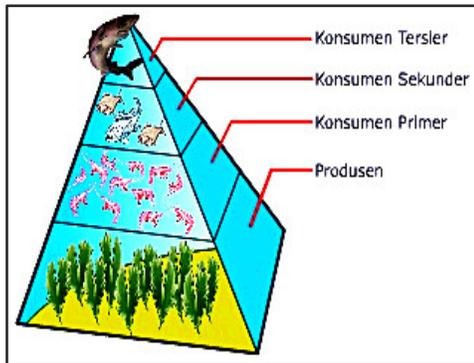
Para ahli ekologi menggambarkan struktur trofik suatu ekosistem dalam bentuk piramida yang dapat disusun secara urut sesuai hubungan makan dan dimakan antartingkatan trofiknya. Gambaran susunan trofik yang disusun berdasarkan kepadatan

populasi, berat kering, maupun kemampuan menyimpan energi pada tiap trofik disebut *piramida ekologi*. Piramida ini berfungsi untuk menunjukkan gambaran perbandingan antartrofik pada suatu ekosistem.





Piramida ekologi terdiri dari piramida energi, piramida biomassa dan piramida jumlah. Pada ketiga jenis piramida ekologi tersebut, bagian dasar piramida adalah produsen, di atasnya konsumen dan akan berakhir pada konsumen puncak. Umumnya makin ke puncak tingkat trofik makin kecil ukurannya (Gambar 1.18).



1. Piramida Jumlah

Piramida jumlah adalah piramida yang menggambarkan berkurangnya jumlah individu pada setiap tingkat trofik. Penentuan piramida jumlah didasarkan pada jumlah organisme yang terdapat pada satuan luas tertentu atau kepadatan populasi antar trofiknya dan dikelompokkan sesuai dengan tingkat trofiknya.

Perbandingan kepadatan populasi antartrofik umumnya menunjukkan jumlah organisme yang menempati trofik I lebih besar dibandingkan jumlah organisme yang menempati trofik II. Jumlah organisme yang menempati trofik II lebih besar dari jumlah organisme yang menempati trofik III, dan seterusnya hingga jumlah organisme yang menempati tingkat trofik teratas adalah yang paling sedikit jumlahnya (Gambar 1.19).

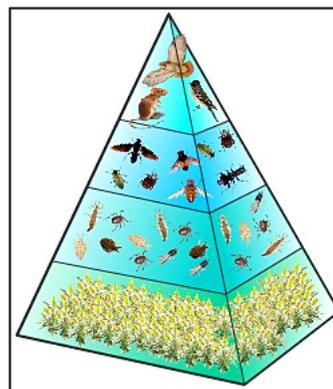
Namun, ada kalanya piramida jumlah tidak dapat menggambarkan kondisi se-

bagaimana piramida ekologi sehingga terbentuk piramida terbalik atau sebagian terbalik. Hal ini dapat terjadi jika jumlah organisme yang menempati tingkatan trofik bagian atas lebih besar dibanding pada tingkatan trofik di bawahnya. Misalnya, pada *sebatang* pohon asam tinggal *jutaan* semut, *puluhan* kupu-kupu, *ratusan* lebah, dan *sekelompok* burung pemakan serangga.

2. Piramida Biomassa

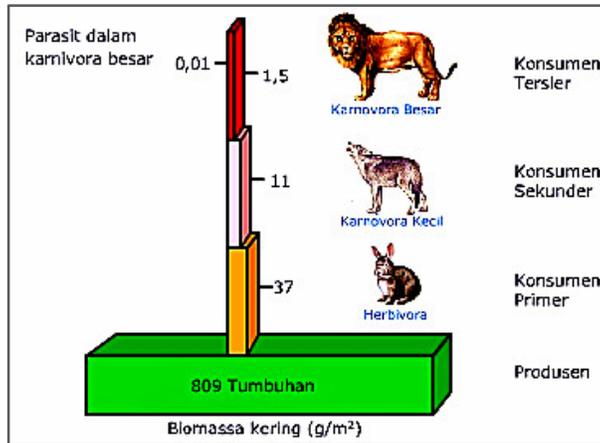
Piramida biomassa adalah piramida yang menggambarkan berkurangnya berat kering (biomassa) pada setiap tingkat trofik. Biomassa adalah berat total komponen biotik pada area tertentu. Piramida biomassa dibuat berdasarkan pada massa (berat) kering organisme dari tiap tingkat trofik persatuan luas areal tertentu (g/m^2). Untuk mengukur biomassa seluruhnya dilakukan dengan teknik *sampling*/cuplikan guna memperkirakan biomassa keseluruhan.

Piramida biomassa umumnya juga berbentuk menyempit dari dasar ke puncak karena perpindahan energi antara tingkat trofik tidak efisien. Contohnya, pada tingkat trofik I di ekosistem padang rumput terdapat $809 \text{ g}/\text{m}^2$ berat kering rumput, pada trofik II terdapat $37 \text{ g}/\text{m}^2$ berat kering kelinci, pada trofik III terdapat $11 \text{ g}/\text{m}^2$ berat serigala, dan pada trofik puncak ditempati singa dengan berat kering $1,5 \text{ g}/\text{m}^2$ (Gambar 1.20).



Sumber: Pustekkom Depdiknas, 2008
Gambar 1.19 Piramida jumlah

Dibandingkan dengan piramida jumlah, piramida biomassa lebih jelas memberikan gambaran tentang adanya aliran energi dalam ekosistem. Namun, perbandingan biomassa antartrofik belum dapat menggambarkan kondisi sebagaimana piramida ekologi.



Sumber: Pustekkom Depdiknas, 2008

Gambar 1.20 Piramida biomassa

Pada beberapa ekosistem, piramida biomassa dapat berbentuk terbalik. Hal ini dapat terjadi jika biomassa konsumen melebihi biomassa produsen, atau biomassa konsumen II dapat melebihi biomassa konsumen I, dan sebagainya. Misal pada ekosistem akuatik, biomassa ratusan ikan kecil yang memakan fitoplankton dapat melebihi biomassa puluhan juta fitoplankton jika dihitung rata-rata per m² luas area.

3. Piramida Energi

Piramida energi adalah piramida yang menggambarkan kehilangan energi dari suatu rantai makanan. Dasar penentuan piramida energi adalah dengan cara menghitung jumlah energi tiap satuan luas yang masuk ke tingkat trofik dalam waktu tertentu.

Piramida energi dapat memberikan gambaran lebih akurat mengenai kecepatan aliran energi dalam ekosistem atau produktivitas pada tingkat trofik (Gambar 1.21). Kandungan energi tiap trofik sangat ditentukan oleh tingkat trofiknya sehingga bentuk grafiknya sesuai dengan piramida ekologi yang sesungguhnya di lingkungan. Energi yang mampu disimpan oleh individu tiap trofik dinyatakan dalam kkal/m²/hari.

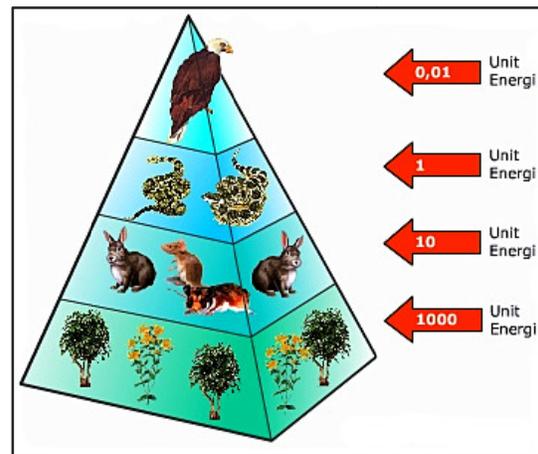
Piramida energi menunjukkan rendahnya efisiensi ekologi. Pada

piramida energi tampak jelas adanya penurunan jumlah energi secara bertahap dari trofik terendah ke trofik di atasnya yang disebabkan oleh:

a. Hanya sejumlah makanan tertentu yang dapat dimakan oleh organisme pada tingkat trofik di atasnya.

b. Bahan makanan yang sulit dicerna dibuang dalam keadaan masih mengandung energi kimia.

c. Hanya sebagian energi kimia dalam bahan makanan yang dapat disimpan dalam sel dan sebagian lainnya untuk melakukan aktivitas.



Sumber: Pustekkom Depdiknas, 2008

Gambar 1.21 Piramida energi

Info Bio

Hewan hanya bisa mengasimilasi sebagian kecil dari energi yang diperolehnya. Seekor kumbang (herbivora) yang mengkonsumsi dedaunan dapat memperoleh energi sebesar 500 Joule (1 Joule: 0,239 kalori). Sekitar 50% hilang menjadi kotoran, 33% digunakan untuk respirasi, dan 17% (85 J) untuk pertumbuhan. Jadi hanya sekitar 85 J yang bisa masuk ke dalam tingkat trofik berikutnya.

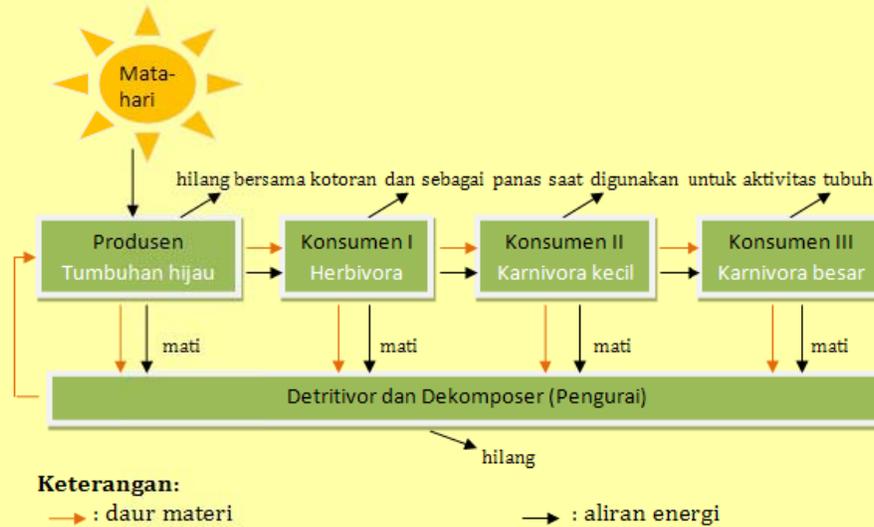
Sumber: Sukarsono, 2009



Tugas Individu 1.2

Tujuan: mendeskripsikan aliran energi dan daur materi dalam ekosistem.

Perhatikan arus energi dan daur materi berikut ini!



Semua organisme dalam ekosistem terikat oleh hubungan energi dan makanan.

1. Jelaskan proses arus energi dan daur materi yang terdapat pada skema di atas!
2. Apakah yang menjadi sumber energi utama?
3. Bagaimanakah tumbuhan dan hewan dapat memperoleh energi untuk kebutuhan hidupnya?

I. Daur Biogeokimia

Berbeda dengan energi, materi kimia yang berupa unsur-unsur penyusun bahan organik dalam ekosistem, berpindah ke trofik-trofik rantai makanan tanpa mengalami pengurangan, melainkan berpindah kembali ke tempat semula. Unsur-unsur tersebut masuk ke dalam komponen biotik melalui udara, tanah atau air. Perpindahan materi atau unsur kimia dalam ekosistem melalui daur ulang yang melibatkan komponen biotik dan abiotik melalui udara, tanah atau air disebut *daur biogeokimia*. Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara komponen biotik dengan abiotik dalam suatu ekosistem. Daur biogeokimia meliputi daur air, daur sulfur, daur fosfor, daur nitrogen, daur karbon dan daur oksigen.

1. Daur Air (*Siklus Hidrologi*)

Air penting bagi kehidupan makhluk hidup. Selain berkontribusi langsung dalam kelestarian makhluk hidup, pergerakan air di dalam dan antarekosistem turut mentransfer zat-zat lain dalam beberapa siklus biogeokimia.

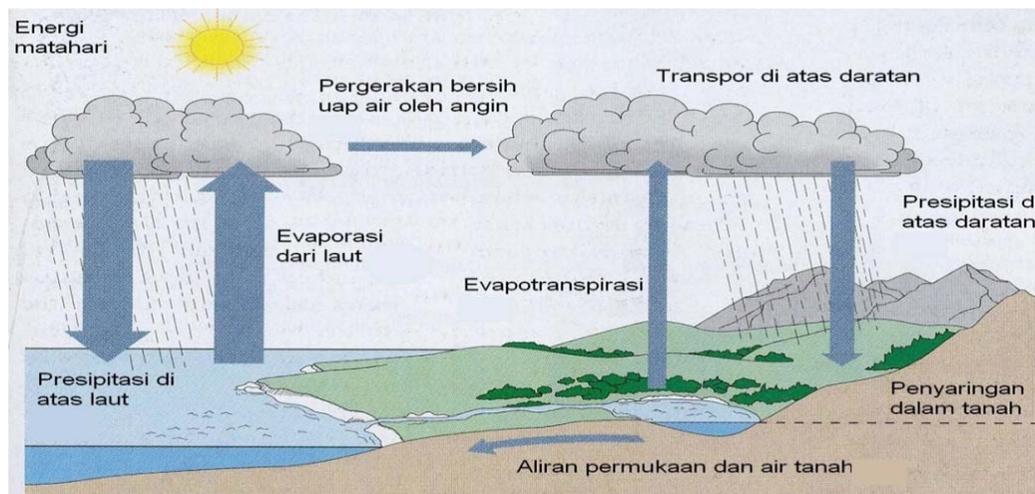
Siklus air digerakkan oleh energi matahari, dan sebagian besar terjadi di antara lautan dan atmosfer melalui penguapan (*evaporasi*) dan curah hujan (*presipitasi*). Jumlah uap air yang menguap dari lautan melebihi presipitasi di atas lautan, dan kelebihan uap air dipindahkan oleh angin ke daratan. Di atas daratan, presipitasi melebihi evaporasi dan *transpirasi* yaitu hilangnya



air melalui penguapan pada tumbuhan. Aliran permukaan air dan air tanah akan menyeimbangkan aliran bersih uap air dari lautan ke daratan (Gambar 1.22). Siklus air berbeda dari siklus lainnya, karena sebagian besar aliran air terjadi melalui proses fisik, bukan kimia, sehingga, selama evaporasi, presipitasi dan transpirasi, air tetap mempertahankan bentuknya sebagai H_2O , kecuali pada proses fotosintesis.

fibrio dan *Desulfomaulum* yang akan mereduksi sulfat menjadi sulfida dalam bentuk hidrogen sulfida (H_2S). Kemudian H_2S digunakan bakteri fotoautotrof anaerob seperti *Chromatium* dan melepaskan sulfur dan oksigen. Sulfur dioksidasi menjadi sulfat oleh bakteri kemolitotrof seperti *Thiobacillus*.

Sulfat juga akan terbawa aliran air hingga ke laut. Daur sulfur selain dari jalur sedimentasi, sulfur juga berdaur



2. Daur Sulfur/Belerang

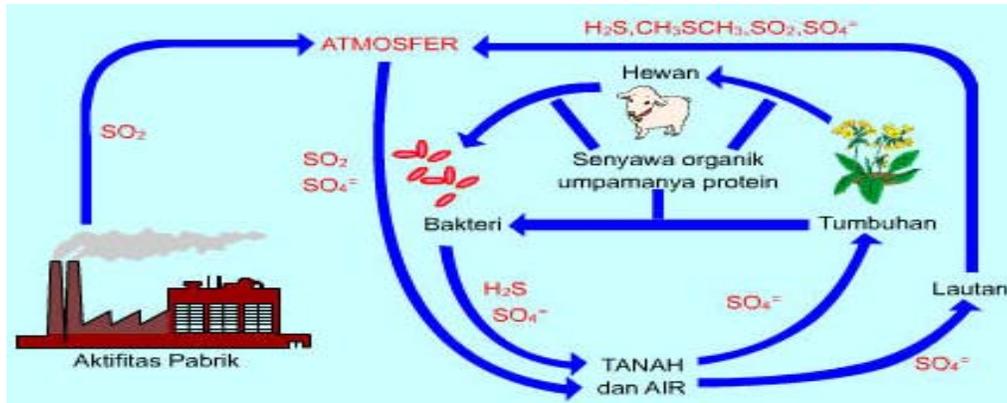
Sulfur atau belerang merupakan bahan penting untuk pembuatan semua protein dan banyak terdapat di kerak bumi. Tumbuhan mengambil sulfur dalam bentuk sulfat (SO_4) dari tanah, sedangkan hewan dan manusia mendapatkannya dari tumbuhan yang mereka makan.

Sulfur diserap oleh tumbuhan sebagai SO_4 dari tanah yang akan diikat dalam asam amino dan protein. Perpindahan sulfur terjadi melalui rantai makanan dengan limbah berupa feses dan tubuh atau bagian tubuh tumbuhan maupun hewan yang telah mati. Limbah ini akan diuraikan komponen organiknya oleh bakteri.

Beberapa jenis bakteri yang terlibat dalam daur sulfur antara lain *Desulfo-*

melalui atmosfer. Pada lingkungan aerobik dan anaerobik sedimen atau dasar laut, peranan bakteri sangat besar untuk tersedianya sulfur bagi makhluk hidup lain. Secara garis besar, fase sedimen dan fase atmosfer pada daur sulfur sama penting perannya karena mengikuti rantai makanan makhluk hidup.

Peningkatan kadar sulfur pada fase atmosfer terjadi karena adanya pelepasan sulfur organik dan hidrogen sulfida akibat kebakaran hutan, pembakaran batu bara dan BBM (Bahan Bakar Minyak) yang menyebabkan terbentuknya sulfur dioksida (SO_2) yang bereaksi dengan O_2 menjadi sulfur trioksida (SO_3). Kemudian SO_3 bereaksi dengan uap air menjadi asam sulfat (H_2SO_4). Pada saat turun hujan, terjadilah hujan asam yang dapat merugikan bagi manusia (Gambar 1.23).



Sumber: Pustekom Depdiknas, 2008.

Gambar 1.23 Daur Sulfur/Belerang

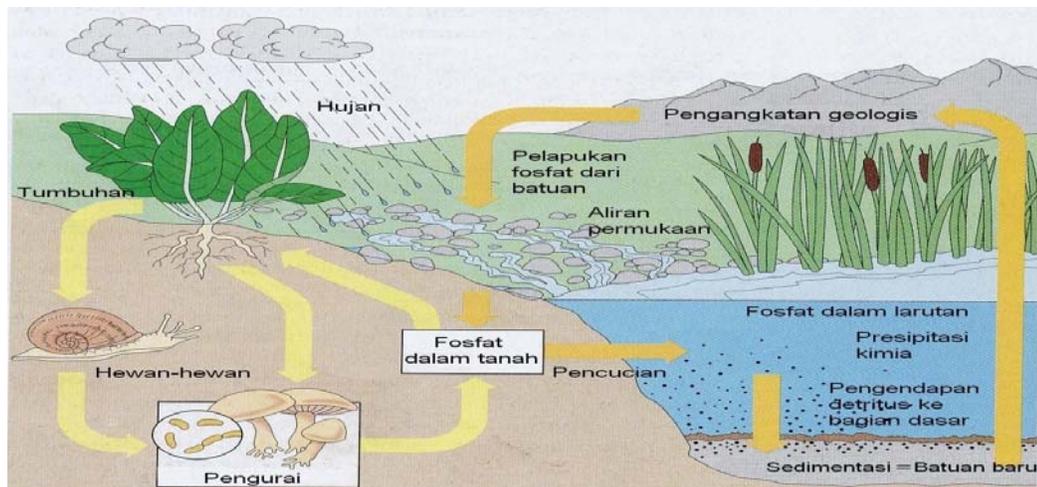
3. Daur Fosfor

Fosfor merupakan unsur kimia yang jarang terdapat di alam dan merupakan unsur penting untuk pembentukan asam nukleat, protein, ATP dan senyawa organik vital lainnya. Daur fosfor tidak melalui udara karena fosfor tidak berupa gas. Di alam, fosfor dapat dijumpai seba-gai PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , atau H_2PO_4 , berbentuk ion fosfat anorganik, larutan fosfat organik, atau fosfat mineral dalam batuan atau sedimen. Sumber fosfat utama adalah batuan kristal yang lapuk atau hanyut karena erosi.

Tumbuhan menyerap fosfor dalam bentuk ion fosfat anorganik (PO_4^{3-}) dari tanah dan digunakan untuk sintesis organik. Hewan herbivora mendapat fosfat dari tumbuhan yang dimakannya,

dan karnivora mendapat fosfat dari herbivora maupun karnivora yang dimakannya. Seluruh hewan mengeluarkan fosfat melalui urin dan feses.

Humus dan partikel tanah mengikat fosfat. Adanya peristiwa erosi dan pelapukan menyebabkan fosfat terbawa menuju sungai hingga mencapai lautan dan secara perlahan terkumpul dalam endapan dan membentuk sedimen. Akibat adanya pergerakan lempeng bumi, menyebabkan sedimen fosfat muncul ke permukaan. Dengan demikian, sebagian fosfat berdaur ulang secara lokal di antara tanah, tumbuhan, dan konsumen, sementara siklus sedimentasi secara bersamaan mengeluarkan dan memulihkan keberadaan fosfor di ekosistem darat secara perlahan (Gambar 1.24).





4. Daur Nitrogen

Semua organisme memerlukan unsur nitrogen untuk pembentukan protein dan berbagai molekul organik esensial lainnya. Unsur nitrogen sebagian besar terdapat di atmosfer dalam bentuk gas nitrogen (N_2) dan kadarnya 78% dari semua gas di atmosfer. Gas nitrogen ini di atmosfer masuk ke dalam tanah melalui fiksasi (pengikatan) nitrogen oleh bakteri (*Rhizobium*, *Azotobacter*, *Clostridium*), alga biru (*Anabaena*, *Nostoc*) dan jamur (*Mycorhiza*). Nitrogen yang masuk ke tanah melalui fiksasi diubah menjadi amonia (NH_3) oleh bakteri amonifikasi (*Xanthomonas* sp). Proses penguraian nitrogen menjadi amonia disebut amonifikasi.

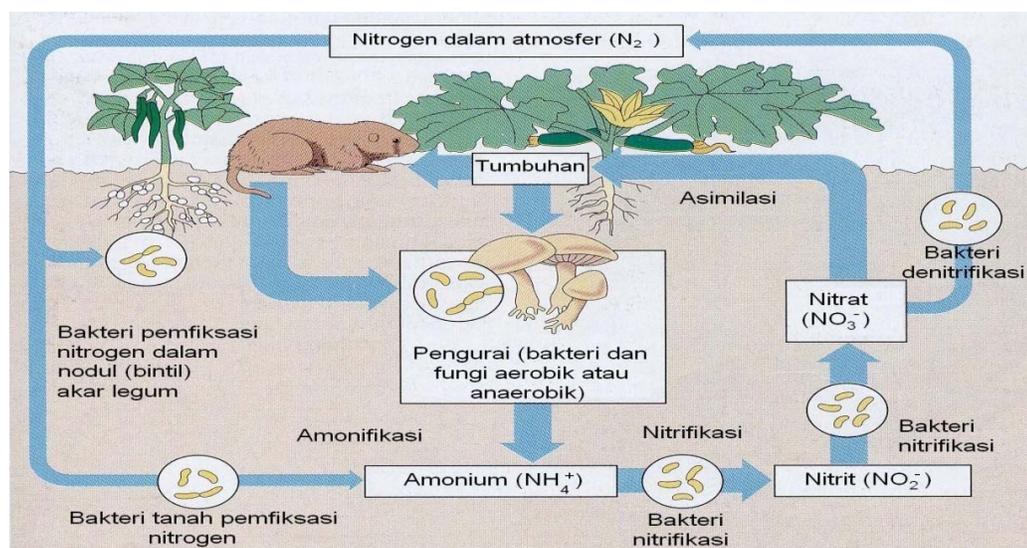
Nitrogen yang masuk ke tanah bersama kilat dan air hujan berupa ion nitrat (NO_3^-), sedangkan nitrogen yang ada di dalam tubuh tumbuhan dan hewan serta urine maupun kotorannya, melalui proses mineralisasi oleh bakteri dan jamur pengurai, diuraikan menjadi amonia. Amonia yang dihasilkan melalui proses amonifikasi dan mineralisasi oleh bakteri nitrit (*Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*) dirombak menjadi ion

nitrit (NO_2^-), selanjutnya ion nitrit dirombak bakteri nitrat (*nitrobacter*) menjadi ion nitrat (NO_3^-). Perombakan amonia menjadi ion nitrit, ion nitrit menjadi ion nitrat disebut *nitrifikasi*.

Tumbuhan umumnya menyerap nitrogen dalam bentuk ion nitrat, sedangkan hewan mengambil nitrogen dalam bentuk senyawa organik (protein) yang terkandung pada tumbuhan dan hewan yang dimakan. Sebagian ion nitrat dirombak oleh bakteri denitrifikasi (*Thiobacillus denitrificans*, *Pseudomonas denitrificans*) menjadi nitrogen. Proses penguraian ion nitrat menjadi nitrogen disebut *denitrifikasi*. Nitrogen (N_2) yang dihasilkan akan kembali ke atmosfer (Gambar 1.25).

5. Daur Karbon dan Daur Oksigen

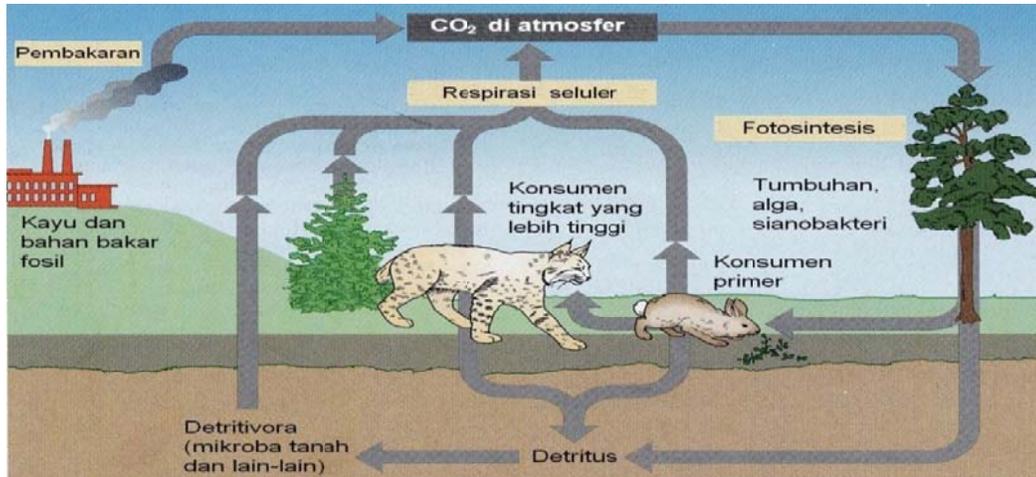
Daur karbon berkaitan erat dengan daur oksigen di alam ini. Unsur karbon di atmosfer dalam bentuk gas karbon dioksida (CO_2), sedangkan unsur oksigen dalam bentuk gas oksigen (O_2). Konsentrasi CO_2 di atmosfer diperkirakan 0,03%. Karbon dioksida masuk ke dalam komponen biotik melalui organisme autotrof dalam proses fotosintesis dan





kemosintesis. Karbon kemudian tersimpan sebagai zat organik dan berpindah melalui rantai makanan, respirasi dan ekskresi ke lingkungan. Karbon juga dihasilkan dari pembakaran bahan bakar

fosil. Sedangkan, oksigen (O_2) masuk ke komponen biotik melalui proses respirasi untuk membakar bahan makanan, lalu dihasilkan CO_2 (Gambar 1.26).



Sumber: Campbell, et al, 2004.

Gambar 1.26 Daur Karbon

Aktivitas Kelompok 1.2

Membuat Model Siklus Air Sederhana



Tujuan : Membentuk model siklus air.

Alat dan Bahan : plastik bening, karet atau tali rafia, mangkuk besar, mangkuk kecil, pemberat, dan air.

Cara Kerja:

1. Isilah mangkuk besar dengan air kira-kira $\frac{1}{3}$ bagian dan letakkan mangkuk kecil di tengah-tengah mangkuk besar,
2. Tutuplah mangkuk besar dengan plastik transparan dan ikatlah penutup plastik tersebut dengan kuat.
3. Letakkan pemberat di atas plastik penutup tepat di bagian tengah.
4. Letakkan alat tersebut di bawah terik matahari, selama 2 jam.
5. Amatilah apa yang terjadi, apakah terdapat tetes-tetes air di dalam mangkuk kecil.

Pertanyaan:

1. Mengapa di dalam mangkuk kecil terdapat air?
2. Di alam, siklus air terjadi diawali dari proses transpirasi dan evaporasi. Jelaskan secara singkat siklus air di alam!



Suatu komunitas berkembang secara bertahap dari komunitas pioner yang sederhana sampai komunitas klimaks yang seimbang. Pada proses perkembangan komunitas terjadi pergantian beberapa spesies oleh spesies lainnya dalam kurun waktu tertentu agar tercapai pertumbuhan yang stabil, peristiwa ini disebut *suksesi*. Komunitas terakhir dan stabil yang mencapai keseimbangan dengan lingkungannya disebut komunitas *klimaks*. Menurut macamnya suksesi dibedakan menjadi suksesi primer dan suksesi sekunder.

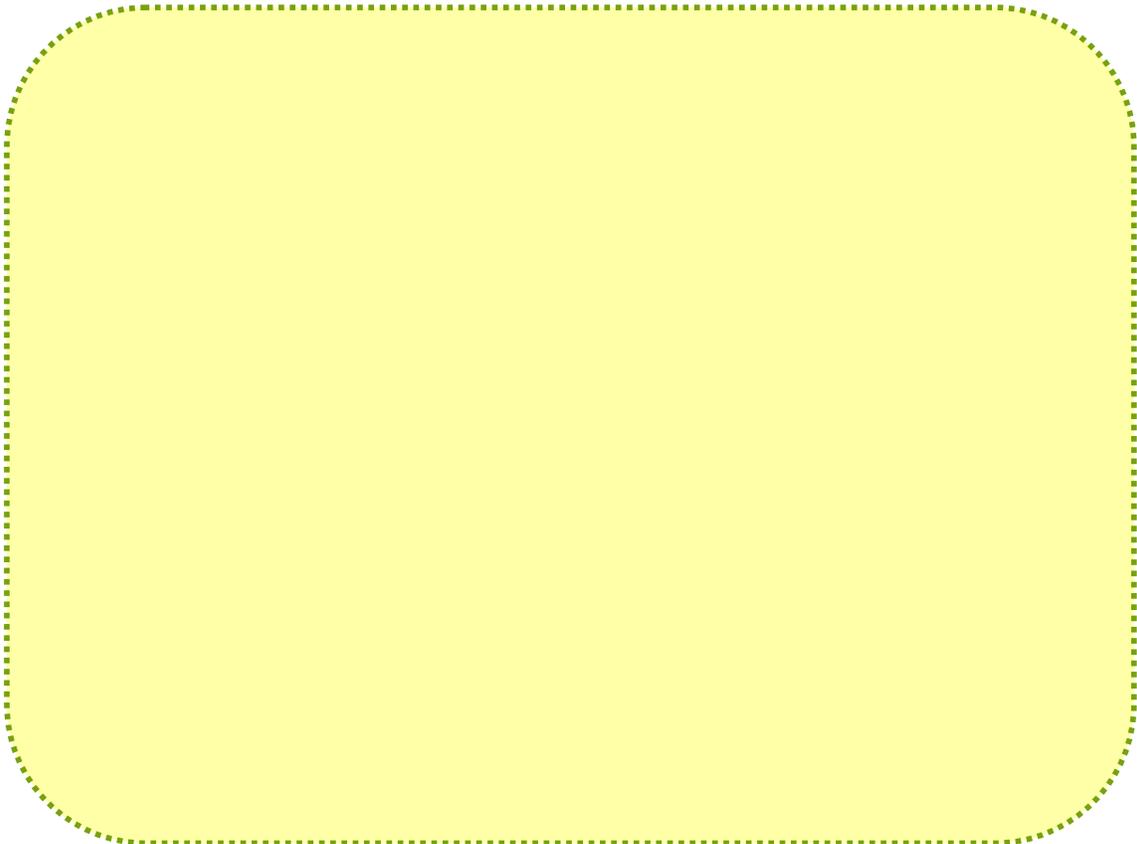
1. Suksesi Primer

Suksesi primer terjadi bila kerusakan pada komunitas mengakibatkan komunitas awal lenyap total dan terbentuk komunitas baru yang

berbeda dengan sebelumnya. Contohnya suksesi yang terjadi setelah Gunung Krakatau meletus pada tahun 1883 yang mengakibatkan permukaan Krakatau tertutupi batu-batu yang panas. Tidak ada makhluk hidup dijumpai di atasnya. Melalui proses suksesi selama kurang lebih seratus tahun maka terbentuk hutan di lereng-lereng Gunung Krakatau.

2. Suksesi Sekunder

Suksesi sekunder terjadi bila komunitas alami hanya rusak sebagian dan masih meninggalkan sisa kehidupan sebelumnya, kemudian berkembang menjadi komunitas klimaks seperti awalnya. Contohnya suksesi areal hutan setelah penebangan hutan, kebakaran hutan, dan penebangan hutan secara liar.





Wira Bio

Kawasan Ekowisata Gunung Api Purba Nglanggeran



Obyek wisata Kawasan Ekowisata Gunung Api Purba Nglanggeran terletak di desa Nglanggeran Kecamatan Patuk Kabupaten Gunung Kidul dengan ketinggian antara 200-700 meter di atas permukaan laut. Nama kawasan ekowisata Gunung Api Purba Nglanggeran mulai terkenal ketika para perangkat desa dibantu para pemuda setempat mempromosikan daerah ini. Ekowisata (*eco-tourism*) adalah obyek atau kegiatan yang berkaitan dengan rekreasi/pariwisata yang memanfaatkan sumber daya alam dan ekosistemnya. Tujuannya adalah untuk mengembangkan sektor pariwisata sekaligus mempertahankan keutuhan dan keunikan keragaman hayati dan ekosistemnya. Kegiatan pariwisata yang berwawasan lingkungan ini mengutamakan aspek konservasi alam, aspek pemberdayaan sosial budaya ekonomi masyarakat lokal serta aspek pembelajaran dan pendidikan.

Kawasan ekowisata ini berbentuk gunung batu raksasa yang membentang sepanjang kurang lebih 800 meter dengan tinggi mencapai 300 meter. Keunikan ekowisata yang khas dari ekowisata di Desa Nglanggeran ini adalah adanya gunung api purba. Banyak orang berpikir bagaimana mungkin di daerah pegunungan seribu Gunung Kidul yang merupakan daerah karst (batuan kapur) dulunya terdapat gunung berapi. Beberapa bukti lapangan yang menunjukkan bahwa dahulu pernah ada aktivitas vulkanis adalah banyaknya batuan sedimen vulkanik klastik seperti batuan breksi andesit, tufa dan adanya aliran lava andesit di Gunung Nglanggeran. Bentuk kawah Gunung Api Purba Nglanggeran dapat ditemukan di puncak Gunung Nglanggeran. Saat ini, yang tersisa dari gunung purba ini adalah keindahan panoramanya yang sungguh menakjubkan. Berbagai aktivitas wisata menarik seperti mendaki gunung batu yang terjal, panjat tebing dengan jalur menantang, *Camping* di atas gunung bertaburkan Cahaya bintang dan kerlip lampu kota dari kejauhan, semua sensasi petualangan tersebut dapat diperoleh di tempat ini. Bagi pengunjung/wisatawan yang tidak memiliki keberanian untuk memanjat hingga puncak tertinggi (Gunung Gede) dan menyaksikan keindahan Jogja di malam hari dari ketinggian, mereka bisa mendirikan tenda di *Camping ground* yang terletak di kaki gunung. Sedangkan bagi wisatawan pecinta gua, di Gunung Nglanggeran terdapat Gua Lawa dan Gua Song Gudel yang dapat dieksplorasi.

Pemandangan alam di sekitar Gunung Nglanggeran sangat menakjubkan. Pengunjung dapat menyaksikan keindahan alam di sepanjang perjalanan menuju kawasan ekowisata ini. Menembus ladang dan perkampungan penduduk, dengan sisi kiri jalan berupa jurang dengan pemandangan Kota Jogja dibawahnya akan menjadi petualangan tersendiri. Di dekat Gunung Nglanggeran terdapat sebuah ngarai yang luas, dengan persawahan membentuk terasering di sekitarnya. Tempat ini dikelilingi hijaunya tanaman padi, bukit-bukit tempat tower stasiun transmisi, dan Gunung Nglanggeran yang berdiri dengan gagah. Bagi wisatawan yang ingin *tracking* menyusuri kaki gunung, bisa memulai perjalanan dari ngarai ini.

Ada dua puncak gunung yang dapat didaki. Yang pertama adalah gunung dengan ketinggian sedang. Untuk mencapai puncak gunung yang pertama wisatawan cukup berjalan kaki melewati rute yang terjal selama 30-45 menit. Di rute pertama terdapat jalan yang melewati celah diantara dua bukit batu yang sempit menggunakan tangga kayu. Meskipun jalurnya pendek dan tidak memakan waktu yang lama, rute ini cukup menantang untuk dicoba. Sedangkan puncak kedua adalah puncak Gunung Gede yang merupakan gunung tertinggi. Untuk mendaki gunung ini diperlukan waktu yang lebih lama karena lebih jauh dan medannya lumayan sulit. Namun, semua keletihan yang ditempuh akan terbayar saat Pengunjung menjejakkan kaki di puncak Gunung Gede. Pemandangan yang terlihat dari puncak sangat menakjubkan. Dari tempat ini pengunjung dapat menyaksikan tenggelamnya matahari maupun munculnya bulan. Pemandangan alam akan semakin sempurna dengan adanya taburan kerlip bintang di langit yang cerah. Selain mendaki, aktivitas lain yang dapat dilakukan di tempat ini adalah memanjat tebing-



tebing batu (*rock climbing*). Tebing di Gunung Nglanggeran ini berasal dari material vulkanik tua. Beberapa jalur pemanjatan telah dibuat oleh para pemanjat dan kelompok pecinta alam. Tak hanya menarik untuk dijadikan tempat jelajah alam, kawasan ini juga menarik untuk digunakan sebagai tempat belajar tentang alam sekitar maupun penelitian. Di tempat ini juga dijumpai fauna dan flora langka, seperti tanaman tremas, kera ekor panjang serta disekitar Gunung Api Purba berkembang kegiatan seni dan budaya lokal seperti bersih desa, tayuban, wiwitan, kenduri, dll. Kondisi pedesaan dengan banyaknya lahan pertanian perkebunan kakao, durian, rambutan, dan jenis tanaman perkebunan lainnya menjadikan daya tarik wisata ketika musim panen buah. Adanya area persawahan dan terasering yang asri juga menjadi pemandangan bagi wisatawan yang tinggal di *home stay*.

Sejak ditetapkan sebagai obyek wisata minat khusus, Kawasan Ekowisata Gunung Purba Nglanggeran ini dikelola secara mandiri oleh Karang Taruna "Bukit Putra Mandiri", Desa Nglanggeran. Berbagai fasilitas fisik dan non fisik terus dibenahi guna menarik jumlah wisatawan untuk mengunjungi obyek wisata ini. Saat ini telah disediakan fasilitas pendukung, seperti *home stay*, toilet, tempat ibadah, jalur *tracking* dan jalur pendakian, serta kios makanan dan toko souvenir. Dalam kurun dua tahun terakhir, kunjungan wisatawan mencapai 2.000 orang per bulan. Tiket masuk yang ditawarkan cukup terjangkau yaitu untuk dewasa dikenakan biaya Rp3000/orang, sedangkan untuk wisatawan yang mau menginap (*Camping*) sebesar Rp7000/orang. Jika wisatawan memerlukan pemandu untuk memudahkan perjalanan wisatanya, pengelola juga menyediakan jasa pemandu (*guide*) dengan biaya sewa sebesar Rp25.000 s/d Rp35.000.

Dapat kita bayangkan adanya pertumbuhan ekonomi di sekitar daerah ini dengan adanya pemberdayaan Desa Nglanggeran menjadi kawasan ekowisata. Mulai dari jasa ojek, parkir, pemandu, penjual makanan dan souvenir, hingga persewaan *home stay*, semuanya dapat menjadi sumber pendapatan. Kekhasan bentuk ekosistem serta keunikan lingkungan dengan beragam budaya dan sosial masyarakatnya, ternyata dapat meningkatkan perekonomian masyarakat setempat. Hal ini dapat terwujud dengan adanya sentuhan kreativitas dan kerja keras.



Sumber disarikan dari:

- <http://teamtouring.net/survei-ekowisata-gunung-api-purba-nglanggeran.html>
- <http://desawisata.web.id/desa/gunungapipurba-nglanggeran/?lang=id>
- <http://m.jogjatrip.com/en/tour/699-Nglanggeran-Ancient-Volcano-Exploration>

Bagaimana, menarik bukan? Kita bisa belajar dari penduduk Desa Nglanggeran yang dapat menciptakan sumber devisa bagi penduduk desa setempat dengan mengubah ekosistem pemukiman menjadi kawasan ekowisata. Setiap daerah pastinya memiliki ciri khas yang unik baik dari bentang alam maupun sosial budayanya. Banyak hal yang dapat kita gali dari potensi ekosistem dan lingkungan di mana kita tinggal. Yang perlu kita ingat adalah jangan sampai kita mengambil keuntungan dari lingkungan kita sementara kita juga yang merusaknya. Yang harus kita utamakan adalah mengambil manfaat dari upaya pelestarian lingkungan.



Wira Bio

Ekowisata Taman Nasional Bromo Tengger Semeru



Gunung Bromo, siapa yang tidak kenal? Wisatawan lokal dan mancanegara pun terpesona akan kecantikan dan eksotisnya. Gunung berapi aktif ini berada di dalam Taman Nasional Bromo Tengger Semeru. Taman Nasional Bromo Tengger Semeru merupakan satu-satunya kawasan konservasi di Indonesia yang memiliki keunikan berupa laut pasir atau *kaldera* seluas 5.250 hektar, yang berada pada ketinggian ± 2.100 meter dari permukaan laut. Bentuk Gunung Bromo bertautan antara lembah dan ngarai dengan lautan pasir seluas sekitar 10 km². Di lautan pasir ditemukan tujuh buah pusat letusan dalam dua jalur yang silang-menyilang yaitu dari timur-barat dan timur laut-barat daya. Dari timur laut-barat daya inilah muncul Gunung Bromo yang termasuk gunung api aktif yang sewaktu-waktu dapat mengeluarkan asap letusan dan mengancam kehidupan manusia di sekitarnya. Gunung Bromo mempunyai sebuah kawah dengan garis tengah ± 800 meter (utara-selatan) dan ± 600 meter (timur-barat). Sedangkan daerah bahayanya berupa lingkaran dengan jari-jari 4 km dari pusat kawah Bromo.

Gunung Bromo yang berada dalam Komplek Pegunungan Tengger ini tidak sendirian. Dalam lautan pasir Bromo yang sangat luas itu disekitarnya terdapat beberapa gunung, yaitu G. Batok, G. Widodaren, G. Watangan, dan G. kursi. Gunung-gunung tersebut memang tidak terkenal seperti Gunung Bromo, tapi ada suguhan wisata alam tersembunyi di balik setiap gunung-gunung tersebut yang belum terekspos oleh banyak wisatawan, salah satunya Gunung Batok. Gunung Batok yang berada bersebelahan dengan Gunung Bromo memiliki dua gua bernama Gua Lanang (gua laki - laki) dan Gua Wedok (gua perempuan). Gua ini menjadi tempat pemujaan dan persembayangan umat Hindhu-Tengger.

Di sisi timur Gunung Bromo terdapat hamparan Savana luas. Padang savana dan bukit rumput ini begitu tenang dan sejuk. Hamparan savana yang dipenuhi bunga dan rumput liar berwarna kuning keemasan menari indah tertiuip angin memanjakan mata. Salah satu jenis bunga yang khas di Gunung Bromo adalah bunga edelweis (seperti pada gambar), yang seringkali dijadikan souvenir/buah tangan para wisatawan.

Gunung Bromo Tengger Semeru memiliki tipe ekosistem sub-montana, montana dan sub-alpin dengan pohon-pohon yang besar dan berusia ratusan tahun. Beberapa jenis tumbuhan yang terdapat di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru antara lain jamuju, cemara gunung, edelweis, berbagai jenis anggrek dan jenis rumput langka. Terdapat sekitar 137 jenis burung, 22 jenis mamalia dan 4 jenis reptilia di taman nasional ini. Satwa langka dan dilindungi yang terdapat di taman nasional ini antara lain luwak, rusa, kera ekor panjang, kijang, ayam hutan merah, macan tutul, dan berbagai jenis burung.

Beberapa lokasi di kawasan Gunung Bromo lainnya yang menarik untuk dikunjungi yaitu Cemorolawang, Laut Pasir Tengger, dan Pananjakan. Cemorolawang merupakan salah satu pintu masuk menuju taman nasional yang banyak dikunjungi untuk melihat dari kejauhan hamparan laut pasir dan kawah Bromo, dan berkemah. Di Laut Pasir Tengger, wisatawan dapat melaluinya dengan berkuda hingga sampai di gunung Bromo. Untuk mendaki gunung Bromo dapat melalui tangga dan melihat matahari terbit. Di Pananjakan, para wisatawan dapat melihat panorama alam gunung Bromo, gunung Batok dan gunung Semeru. Selain itu di Ranu Pani, Ranu Regulo, Ranu Kumbolo dan Puncak Gunung Semeru juga merupakan tempat menarik. Danau-danau yang sangat dingin dan selalu berkabut sering digunakan sebagai tempat transit pendaki Gunung Semeru. Sedangkan di Ranu Darungan, wisatawan dapat berkemah, melakukan pengamatan satwa/tumbuhan, atau sekedar menikmati panorama alam yang menawan.

Tak hanya melalui keindahan bentang alamnya yang dapat menarik wisatawan, namun budaya lokal penduduk setempat sering menjadi perhatian wisatawan, seperti adanya upacara Kasodo. Melalui upacara tersebut, masyarakat Suku Tengger me-





Soal Evaluasi

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

(Skor: 1point untuk setiap nomor dengan jawaban benar)

- Kesatuan komunitas dan lingkungan hidupnya yang saling berinteraksi dan membentuk hubungan timbal balik disebut
 - ekologi
 - habitat
 - populasi
 - ekosistem
 - biosfer
- Energi utama dalam suatu ekosistem yang merupakan komponen abiotik adalah
 - cahaya matahari
 - tanah
 - air
 - udara
 - suhu
- Berikut ini merupakan fungsi air, *kecuali*
 - sebagai pelarut zat makanan yang dimakan oleh makhluk hidup
 - sebagai bahan bakar industri
 - diperlukan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis
 - sebagai habitat bagi organisme tertentu
 - merupakan komponen utama penyusun makhluk hidup
- Berikut ini yang *tidak* termasuk komponen komunitas, adalah
 - hewan
 - mikroorganisme
 - tumbuhan
 - dekomposer
 - tanah
- Makhluk hidup yang dapat membuat makanan sendiri karena mengandung klorofil dan dapat melakukan fotosintesis disebut makhluk hidup
 - heterotrof
 - uniseluler
 - autotrof
 - herivora
 - karnivora
- Dalam ekosistem air kolam, ganggang merupakan
 - konsumen II
 - konsumen I
 - produsen
 - dekomposer
 - konsumen III
- Perhatikan gambar berikut ini!


Jumlah energi matahari terbesar pada rantai makanan tersebut berada pada....
 - pengurai
 - tumbuhan
 - tikus
 - ular
 - elang
- Kekhasan peran individu atau populasi dalam suatu ekosistem disebut
 - habitat
 - herbivora
 - karnifora
 - niche
 - produsen
- Contoh interaksi antara komponen biotik dan abiotik adalah
 - aktivitas cacing yang menyuburkan tanah
 - lebah yang mengisap madu bunga
 - kutu kepala pada manusia
 - cacing pita dan manusia
 - bunga anggrek dan inangnya
- Hidup bersama antara dua makhluk hidup berlainan spesies yang salah satu diuntungkan dan satunya dirugikan disebut simbiosis
 - mutualisme
 - parasitisme
 - komensalisme
 - antibiosis
 - predatorisme



11. Jika suatu komunitas mendapat gangguan yang berakibat komunitas semula tidak tersisa lagi dan mulai terjadi kehidupan dengan individu perintis membentuk komunitas baru. Hal ini merupakan contoh dari
- suksesi
 - suksesi primer
 - suksesi sekunder
 - komunitasi
 - sosialisasi
12. Ciri suatu rantai makanan dalam suatu ekosistem adalah adanya
- aliran energi dari produsen sampai ke konsumen
 - siklus energi secara tetap dalam suatu ekosistem
 - aliran energi dan daur materi secara bersinambungan
 - sumber energi yang selalu berasal dari cahaya matahari
 - aliran energi yang berpindah dari konsumen ke produsen
13. Organisme yang hidupnya bebas berenang secara aktif bergerak, misalnya ikan, tergolong sebagai
- nekton
 - plankton
 - bentos
 - perifiton
 - neuston
14. Pada suatu daerah terdapat kelompok organisme berikut :
- | | |
|-------------|----------------------|
| 1). Tikus | 4). Kucing |
| 2). Padi | 5). Bakteri saprofit |
| 3). Harimau | 6). Matahari |
- Urutan perpindahan energi yang tepat adalah
- 2-1-6-4-5-3
 - 6-2-1-4-3-5
 - 1-3-4-2-5-6
 - 6-2-3-4-5-1
 - 5-1-4-3-2-6
15. Untuk memberikan gambaran lebih akurat mengenai kecepatan aliran energi dalam ekosistem atau produktivitas pada tingkat trofik dapat menggunakan piramida
- jumlah
 - terbalik
 - teralik sebagian
 - energi
 - biomassa
16. Bioma yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati paling tinggi seperti gambar berikut adalah bioma....
- savanna
 - tundra
 - taiga
 - hutan hujan tropis
 - hutan gugur
- 
17. Berdasarkan aliran airnya, danau digolongkan ke dalam ekosistem
- ekosistem air tawar
 - ekosistem lotik
 - ekosistem lentik
 - ekosistem terrestrial
 - ekosistem buatan
18. Kecepatan organisme heterotrop mengubah energi kimia dari bahan organik yang dimakan menjadi simpanan energi kimia baru di dalam tubuhnya disebut
- produktivitas primer
 - produktivitas sekunder
 - aliran energi
 - transformasi energi
 - efisiensi energi
19. Dua siklus yang dilakukan organisme berkaitan dengan daur karbon adalah
- transpirasi dan respirasi
 - fotosintesis dan transpirasi
 - ekskresi dan transpirasi
 - ekskresi dan respirasi
 - fotosintesis dan respirasi
20. Peran bakteri denitrifikasi dalam siklus nitrogen adalah
- mengubah nitrat menjadi nitrogen
 - mengubah ammonia menjadi nitrit
 - mengubah nitrit menjadi nitrat
 - menghasilkan ammonia dari bahan organik sisa organisme
 - membentuk asam amino

Jumlah skor Soal A =



B. Pasangkan pernyataan di bawah ini dengan kata-kata di dalam kotak!

(Skor: **2 point** untuk setiap nomor dengan jawaban benar)

- | | | |
|--------------|----------------------------|-----------------|
| A. Savanna | E. Produktivitas ekosistem | I. Komensalisme |
| B. Karnivora | F. Rantai makanan | J. Parasitisme |
| C. Biotik | G. Suksesi | K. Lotik |
| D. Populasi | H. Biosfer | |

- Kumpulan seluruh ekosistem yang ada di permukaan bumi yang saling berinteraksi satu dengan lainnya.
- Komponen penyusun ekosistem yang berupa makhluk hidup.
- Sekumpulan individu sejenis yang hidup dalam suatu habitat tertentu.
- Simbiosis ikan hiu dan ikan remora.
- Proses perkembangan komunitas melalui pergantian beberapa spesies oleh spesies lainnya dalam kurun waktu tertentu hingga tercapai pertumbuhan yang stabil.
- Bioma yang didominasi oleh vegetasi rumput dan semak serta pohon yang tumbuh terpencair.
- Ekosistem air tawar yang airnya mengalir, misalnya sungai.
- Singa, harimau, kucing, dan anjing.
- Padi dimakan belalang, belalang dimakan katak, katak dimakan ular, ular dimakan elang, dan bangkai elang dimakan jamur.
- Kemampuan organisme-organisme dalam ekosistem untuk menerima dan menyimpan energi.

Jumlah skor Soal B =

C. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

(Skor: **6 point** untuk setiap nomor dengan jawaban benar)

1. Sebutkan dan jelaskan satuan-satuan dalam ekosistem!

Jawab: _____

2. Jelaskan keuntungan yang diperoleh manusia dari hasil interaksi secara tidak langsung dengan cacing tanah yang berkaitan dengan tanaman budidaya manusia!

Jawab: _____



3. Peran dekomposer dan detritivor dalam ekosistem berbeda. Jelaskan persamaan dan perbedaan keduanya!

Jawab: _____

4. Jelaskan perbedaan antara *kompetisi intraspesifik* dan *kompetisi interspesifik*?

Jawab: _____

5. Bioma merupakan ekosistem darat yang memiliki tipe struktur vegetasi (tumbuhan) dominan dalam skala luas. Jelaskan jenis-jenis bioma yang dipengaruhi oleh iklim atau letak geografisnya!

Jawab: _____

6. Dalam penyusunan piramida ekologi dapat digunakan dasar energi, biomassa, dan jumlah individu. Bandingkan ketiga piramida tersebut dari akurasi dan kemudahan menyusunnya!

Jawab: _____

7. Jelaskan proses daur nitrogen dan gambarkan skema siklusnya secara sederhana!

Jawab: _____

8. Proses berpindahnya energi dimulai dari energi matahari melalui tingkat trofik I ke tingkat trofik II dan seterusnya disebut *aliran energi*. Pada proses perpindahan, selalu terjadi pengurangan jumlah energi setiap melalui tingkat trofik makan-dimakan. Mengapa demikian?

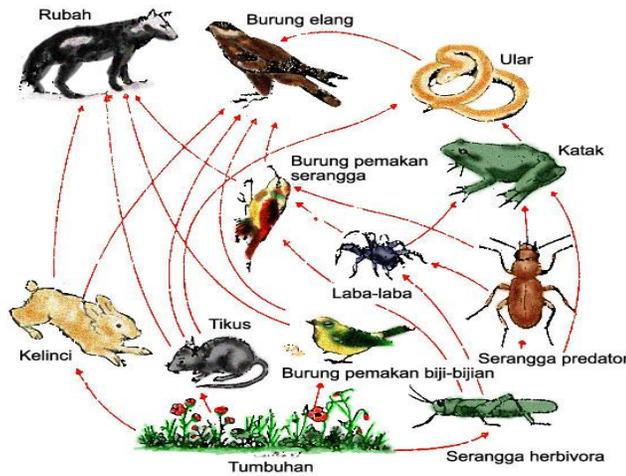
Jawab: _____

9. Apa yang dimaksud dengan *produktivitas primer* dan *produktivitas sekunder*?



Jawab: _____

10. Perhatikan gambar skema jaring-jaring makanan berikut ini!



Pada suatu komunitas terdiri dari komponen biotik dengan jaring-jaring makanan seperti pada gambar. Jika populasi rubah dan burung elang menurun karena diburu oleh manusia, apa yang akan terjadi pada populasi kelinci, tikus, dan tumbuhan? Buatlah suatu analisis dengan mengacu pada hubungan makan-dimakan sesuai jaring-jaring makanan pada komunitas tersebut!

Jawab: _____

Jumlah skor Soal C =

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Skor A} + \text{Skor B} + \text{Skor C}}{100} \times 100\%$$

BAB II

PENCEMARAN LINGKUNGAN

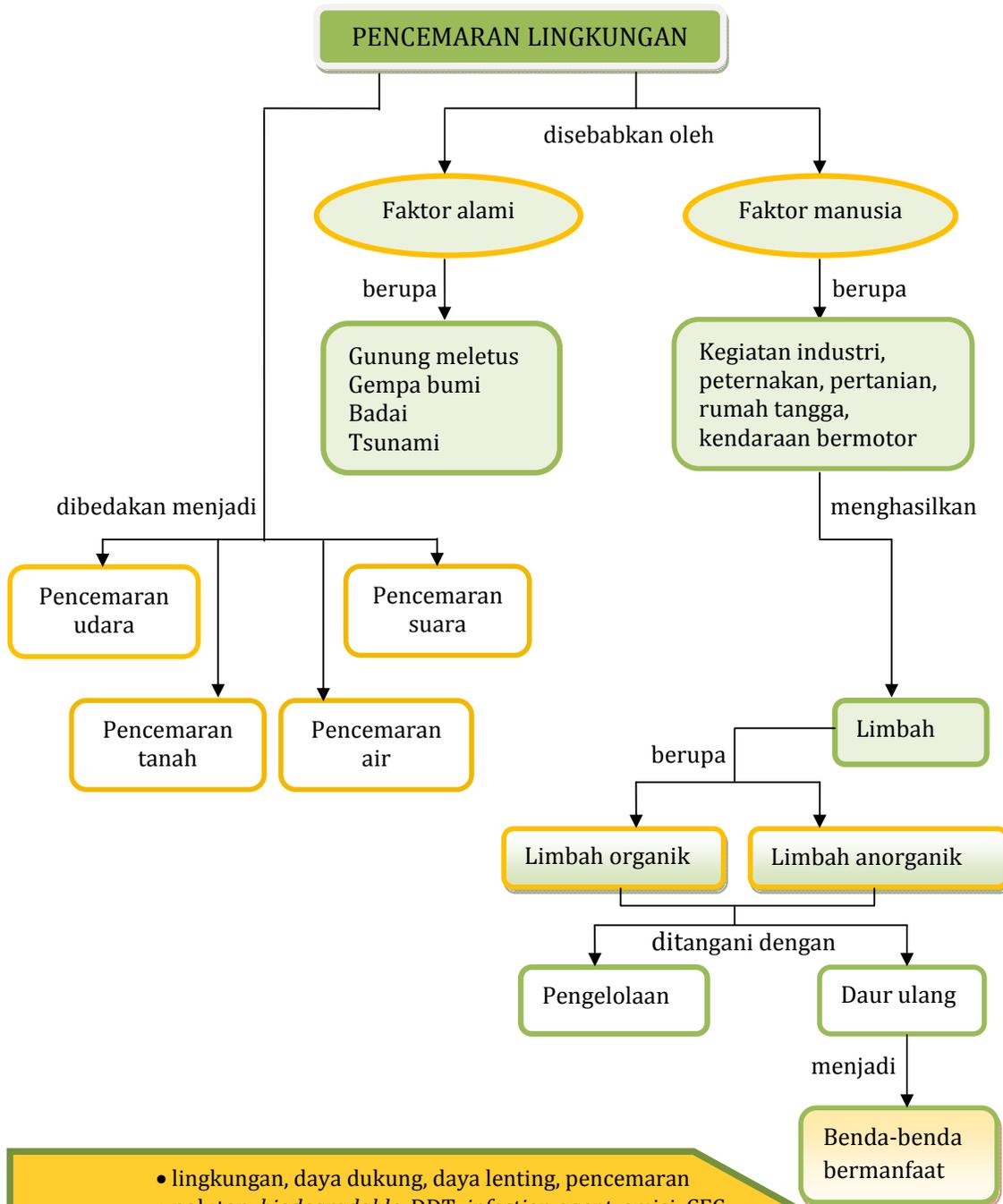


Tujuan Pembelajaran :

1. Menjelaskan keseimbangan lingkungan.
2. Menjelaskan sebab-sebab terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi kehidupan.
3. Menjelaskan berbagai usaha pelestarian lingkungan.
4. Mengklasifikasi jenis limbah organik dan anorganik serta sumbernya.
5. Mengidentifikasi jenis limbah yang dapat didaur ulang.
6. Membuat produk berguna dari bahan utama berupa limbah.
7. Merancang usaha bisnis produk daur ulang limbah secara berkelompok.



Peta Konsep



Kata Kunci

- lingkungan, daya dukung, daya lenting, pencemaran
- polutan, *biodegradable*, DDT, *infection agent*, emisi, CFC
- bioindikator, BOD
- efek rumah kaca, *global warming*, lubang ozon, pemekatan hayati (*biomagnification*), eutrofikasi, hujan asam
- limbah organik, limbah anorganik, daur ulang, *recycle*, *reuse*, *sanitary landfill*
- etika lingkungan, Amdal



Seiring dengan penambahan penduduk dan perkembangan zaman, terjadi pula kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Kemajuan ini memicu manusia untuk mendirikan berbagai industri yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhannya. Tidak dapat dipungkiri bahwa teknologi telah mengubah banyak segi kehidupan manusia menjadi lebih mudah sehingga peradabanpun semakin maju. Akan tetapi, beberapa penerapan teknologi dalam industri ternyata dapat menimbulkan permasalahan baru, seperti makin banyaknya sumber alam yang dieksploitasi, timbulnya limbah industri yang dapat mencemari lingkungan, peningkatan limbah rumah tangga, dan bertambahnya bahan-bahan yang tidak alami yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan, seperti pestisida dan insektisida.

Penggunaan teknologi disertai perilaku manusia yang kurang bertanggung jawab dapat berakibat buruk pada lingkungan, yang pada akhirnya dampak buruk itu juga akan kembali pada manusia itu sendiri. Agar kebutuhan dan keinginan manusia dapat terpenuhi tanpa merusak serta mencemari lingkungan, hendaknya manusia memperhatikan etika terhadap lingkungan. Bagaimanakah etika terhadap lingkungan itu? Bagaimana cara untuk menghindari terjadinya pencemaran lingkungan? Apa yang dapat kita lakukan untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang terlanjur merusak lingkungan kita? Mari kita pelajari bab ini agar kita memiliki bekal pengetahuan untuk menjaga lingkungan agar tetap berfungsi sebagaimana mestinya.



Di dalam suatu ekosistem, manusia dapat menjadi penentu dari keseimbangan suatu ekosistem. Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia selalu berinteraksi dengan lingkungan, bahkan manusia dapat mengubah ekosistem. Sebagai contoh, hutan lindung yang ditebangi dapat diubah menjadi lahan pertanian yang dapat dimanfaatkan manusia untuk bercocok tanam. Usaha tersebut dilakukan manusia untuk mensejahterakan hidupnya. Namun, terkadang manusia lupa bahwa usaha tersebut dapat merugikan manusia sendiri karena mereka tidak mengetahui bahwa tindakannya dapat merusak keseimbangan ekosistem.

Ekosistem dan lingkungan sangat erat hubungannya karena ekosistem adalah bagian dari lingkungan. Dapat dikatakan bahwa ruang lingkup lingkungan lebih luas daripada ruang lingkup ekosistem. Ruang lingkup lingkungan tidak hanya membahas hubungan antara komponen biotik dan abiotik, tetapi juga mencakup interaksi antara manusia dan lingkungannya.

Interaksi manusia dan lingkungannya ini dapat berupa interaksi sosial, ekonomi, politik, dan budaya.

Lingkungan memiliki kemampuan yang terbatas. Pada titik tertentu akan mencapai puncak dan terjadilah yang namanya keseimbangan lingkungan. *Keseimbangan lingkungan* merupakan keadaan ketika terjadi keseimbangan antara jumlah energi yang masuk dan keluar, bahan makanan yang terbentuk dan yang digunakan, serta keseimbangan antara komponen abiotik dan biotiknya. Keseimbangan lingkungan akan terganggu jika terjadi gangguan pada salah satu komponennya.

Dalam suatu sistem lingkungan, terdapat dua daya, yaitu daya dukung dan daya lenting. *Daya dukung lingkungan* adalah kemampuan lingkungan dalam memberikan sumber daya alam kepada makhluk hidup yang hidup di dalamnya secara normal. Misal hutan mendukung kelangsungan hidup populasi monyet dengan berbagai tumbuhan yang menjadi sumber makanannya. Sedangkan *daya*



lenting adalah kemampuan lingkungan untuk kembali pada keseimbangan lingkungan. Contohnya tumbuhan di hutan akan

tumbuh dan berkembangbiak setelah sebagian dimakan hewan herbivora.



Keseimbangan lingkungan tidak statis, artinya dapat terjadi perubahan lingkungan yaitu dapat terjadi penurunan dan kenaikan populasi tiap jenis tumbuhan dan hewan serta berbagai komponen abiotik. Perubahan lingkungan dalam batas-batas tertentu tidak mengganggu keseimbangan yaitu selama perubahan itu masih dalam daya dukung dan daya lentingnya. Namun, jika perubahan itu melebihi daya dukung dan daya lentingnya, maka dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan.

Perubahan lingkungan dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam tidak dapat dicegah terjadinya, sedangkan faktor manusia dapat dikurangi dan dikendalikan.

1. Faktor Alam

Faktor alam yang menyebabkan perubahan keseimbangan lingkungan berupa bencana alam, misal gunung meletus (erupsi) seperti terjadi di Gunung Merapi, Sleman Yogyakarta pada Oktober 2010 yang menyebabkan kerusakan komponen biotik dan abiotik hingga di sekitar lereng (Gambar 2.1).



Sumber: *desaindigital.com*

Gambar 2.1 Keadaan di sekitar lereng Gunung Merapi pasca erupsi 1 tahun 2010.

Faktor alam lainnya yaitu banjir, tanah longsor, gempa bumi, tsunami, kekeringan, kebakaran hutan, angin puting beliung, dan perubahan musim.

Seting dan bencana seperti banjir dan tanah longsor juga disebabkan oleh kecerobohan manusia.

2. Faktor Manusia

Dibanding komponen biotik lainnya, manusia merupakan komponen biotik yang mempunyai pengaruh ekologi terkuat di biosfer bumi ini. Dengan kemampuannya untuk mengembangkan ilmu dan teknologi, manusia mempunyai pengaruh yang sangat besar baik pengaruh yang memusnahkan ekosistem maupun yang meningkatkan ekosistem.

Bertambahnya populasi manusia dapat mempengaruhi daya dukung lingkungan. Manusia selalu berusaha meningkatkan daya dukung lingkungan untuk meningkatkan kesejahteraannya. Peningkatan kepadatan populasi manusia berakibat pula pada peningkatan kebutuhan hidupnya (sandang, papan, dan perumahan) yang mau tidak mau akan terjadi eksploitasi pada sumber daya alam (SDA). Jika keadaan ini dilakukan secara terus-menerus, suatu saat akan melewati batas daya dukung lingkungannya. Sumber daya alam ini jumlahnya terbatas. Jika digunakan secara terus-menerus tanpa ada usaha pemulihan, sumber daya alam akan segera habis.

Aktivitas manusia yang dapat menyebabkan perubahan keseimbangan lingkungan adalah penebangan hutan secara liar (Gambar 2.2) dan pembakaran hutan yang dapat mengakibatkan hilangnya humus tanah dan berkurangnya sumber air. Hal ini juga dapat merusak tatanan ekosistem yang memicu terjadinya migrasi hewan-hewan dari hutan ke pemukiman untuk memangsa



Sumber: wido.purworejo.asia

Gambar 2.2 Penebangan hutan secara liar.

hewan ternak bahkan manusia atau merusak tanaman budidaya manusia. Aktivitas lain yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan adalah pencemaran sampah, penggunaan pestisida berlebihan, pembangunan pemukiman, dan pencemaran limbah industri.

Aktivitas Kelompok 2.1



Tujuan: menganalisis dampak kegiatan manusia terhadap lingkungan.

Buatlah kelompok dengan anggota minimal 4 orang.

1. Carilah artikel dari berbagai sumber tentang aktivitas manusia yang mengganggu keseimbangan lingkungan!
Masing-masing kelompok mencari minimal 2 artikel yang berbeda.
2. Diskusikan dengan anggota kelompok, kemudian tentukan:
 - a. Tindakan sebagai solusi adanya aktivitas manusia yang mengganggu keseimbangan lingkungan sesuai artikel!
 - b. Lakukan identifikasi mengenai manfaat mempelajari dampak kegiatan manusia terhadap lingkungan!
3. Buatlah resume artikel-artikel yang kalian kumpulkan beserta hasil diskusi masing-masing kelompok!
4. Presentasikan hasilnya di kelas!

C. Pencemaran Lingkungan

Keinginan manusia yang selalu ingin meningkatkan kesejahteraannya memaksa manusia untuk mendirikan pabrik-pabrik yang dapat mengolah hasil alam menjadi bahan pangan dan sandang. Pesatnya kemajuan teknologi dan industrialisasi berpengaruh terhadap kualitas lingkungan. Munculnya pabrik-pabrik yang menghasilkan asap dan zat/bahan buangan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Zat yang dapat mencemari lingkungan disebut *polutan*. Polutan ini dapat berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang masuk ke dalam lingkungan. Suatu zat dapat dikatakan sebagai polutan, apabila:

1. Kadarnya melebihi batas kadar normal atau ambang batas.
2. Berada pada waktu yang tidak tepat.
3. Berada pada tempat yang tidak semestinya.

Polutan biasanya memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Merusak untuk sementara dan setelah bereaksi dengan lingkungan, zatnya tidak merusak lagi.
2. Merusak setelah jangka waktu tertentu.



Zat, energi, dan makhluk hidup yang dimasukkan ke dalam lingkungan hidup biasanya berupa sisa usaha atau kegiatan manusia yang disebut dengan *limbah*. Sebagian besar pencemaran lingkungan disebabkan oleh adanya limbah yang dibuang ke lingkungan hingga daya dukungnya terlampaui.

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pencemaran, antara lain:

1. Pertambahan penduduk yang tak terkontrol (*over population*).
2. Pesatnya perkembangan dan penyebaran teknologi.
3. Adanya polutan dalam jumlah besar dan lingkungan tidak bisa lagi menetralsir.

Indikator yang digunakan untuk mengetahui apakah sudah terjadi kerusakan atau pencemaran lingkungan adalah *baku mutu lingkungan hidup* yang telah ditetapkan dalam UU RI No. 23 Tahun 1997. *Baku mutu lingkungan hidup* merupakan ukuran batas makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai sumber lingkungan hidup.

Berdasarkan sifat zat pencemarnya, pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi:

1. *Pencemaran fisik*, yaitu pencemaran yang disebabkan oleh zat cair, padat, dan gas. Contohnya limbah industri, rumah tangga, pertanian, pertambangan (cair), sampah (padat), asap kendaraan bermotor atau pabrik (gas).
2. *Pencemaran kimiawi*, yaitu pencemaran yang ditimbulkan oleh zat kimia. Beberapa jenis zat kimia dapat menimbulkan gangguan organ tubuh dan kanker, contohnya bahan kimia berupa zat-zat radioaktif dan logam-logam berat, seperti air raksa/ merkuri (Hg), timah hitam (Pb), seng (Zn), arsen (As), cadmium (Cd), krom (Cr), dan nikel (Ni).

3. *Pencemaran biologis*, yaitu pencemaran yang ditimbulkan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme penyebab penyakit, contohnya, bakteri *E. coli* dan *Salmonella*.

Berdasarkan lingkungan yang tercemar, pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu pencemaran air, tanah, udara, suara, dan sosial-budaya.

1. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah masuknya polutan ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai pada tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi lagi sesuai peruntukannya.

a. Sumber Utama Pencemaran Air

Secara umum, pencemaran air dapat dikategorikan sebagai berikut.

1) *Infection Agent*

Infection agent merupakan bahan pencemar yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia. Bahan pencemar ini berupa mikroorganisme patogen yang berasal dari *excreta* (campuran feses dan urin) manusia dan hewan yang tidak dikelola dengan baik.

2) *Sedimen*

Sedimen terdiri atas tanah dan pasir yang masuk ke air dari erosi atau banjir dan dapat menimbulkan pendangkalan aliran sungai. Selain itu, sedimentasi dapat menimbulkan kekeruhan air yang menghalangi masuknya cahaya matahari yang menyebabkan terganggunya proses fotosintesis fitoplankton sehingga suplai oksigen dalam air berkurang.

3) *Nutrisi atau Unsur Hara (Nitrat dan Fosfat)*

Nutrisi atau unsur hara seperti nitrat dan fosfat yang berasal dari sisa pupuk pertanian, limbah detergen,



ataupun sampah, dapat mengakibatkan peningkatan produktivitas primer yang ditimbulkan oleh adanya penyaringan air dengan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Keadaan ini dapat meningkatkan populasi (*blooming*) tumbuhan air seperti enceng gondok dan alga dalam perairan tersebut (Gambar 2.3). Akibatnya, permukaan air akan tertutup sehingga menghambat masuknya oksigen (O_2) dan produksi O_2 melalui fotosintesis menjadi berkurang. Pembusukan dari enceng gondok dan alga yang mati oleh bakteri akan dibutuhkan banyak O_2 untuk menguraikannya. Berkurangnya O_2 menyebabkan ikan dan hewan lainnya yang hidup di air menjadi berkurang atau terhambat pertumbuhannya. Fenomena melimpahnya nutrisi berupa mineral pada perairan yang mengakibatkan pertumbuhan organisme secara cepat sehingga perairan menjadi kekurangan oksigen disebut sebagai *eutrofikasi*.



Sumber: Tjatur, Andreas, 2011.

Gambar 2.3 Pertumbuhan alga yang pesat di perairan tercemar (tanda anak panah).

4) Pencemar Anorganik

Bahan pencemar anorganik adalah logam, garam, asam, dan basa. Merkuri, kadmium, timbel, dan nikel adalah logam dengan kadar yang relatif kecil sudah dapat mengakibatkan pencemaran. Asam dapat masuk ke dalam air dari produk samping proses industri. Asam dan basa dapat menyebabkan perubahan pH air yang dapat mengganggu kehidupan di dalam air.

5) Zat Kimia Organik

Banyak zat kimia organik yang mempunyai toksisitas yang tinggi. Kontaminasi antara zat kimia organik dengan air dapat mengancam kesehatan. Zat kimia organik digunakan dalam industri kimia, misalnya, untuk pembuatan pestisida, plastik, produk farmasi, pigmen, dan produk lainnya.

6) Energi Panas

Kualitas air akan turun jika terjadi perubahan temperatur. Pembuangan air limbah yang mengandung panas mengakibatkan kenaikan temperatur yang menyebabkan turunnya kadar oksigen dalam air. Air yang panas pada permukaan air dapat menghambat masuknya oksigen ke dalam air di level bawah.

7) Zat Radioaktif

Zat radioaktif yang teraplikasi dalam teknologi nuklir yang digunakan pada berbagai bidang dapat menimbulkan sisa pembuangan. Sisa zat radioaktif tersebut dapat terbawa ke dalam lingkungan air. Pengaruh zat radioaktif dapat mengakibatkan gangguan pada proses pembelahan sel, rusaknya kromosom dan dalam waktu yang lama dapat terjadi kerusakan sistem reproduksi dan sel tubuh.

b. Parameter dalam Air Limbah

Kualitas dan karakteristik air limbah dapat ditentukan dengan parameter. Berikut beberapa parameternya:

a) Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Biochemical Oxygen Demand merupakan ukuran kandungan oksigen (O_2) terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme di dalam air untuk menguraikan bahan organik yang ada di dalam air. Apabila kandungan O_2 dalam air menurun, maka kemampuan mikroorganisme aerob untuk menguraikan bahan buangan organik juga menurun.



BOD ditentukan dengan mengukur jumlah O_2 yang diserap oleh limbah cair akibat adanya mikroorganisme selama kurun waktu tertentu dan temperature tertentu (biasanya selama 5 hari, pada suhu $20^\circ C$). Pengukuran BOD adalah dengan menghitung selisih antara oksigen terlarut awal dengan oksigen terlarut pada air sampel yang telah disimpan selama 5 hari pada suhu $20^\circ C$. Kadar oksigen terlarut dalam air alami berkisar antara 5–7 ppm. 1 ppm adalah 1 mg oksigen yang terlarut dalam 1 liter air. BOD adalah ukuran utama kekuatan limbah cair.

b) Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand menunjukkan total jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi bahan buangan yang ada dalam air secara kimiawi. Indikator ini umumnya digunakan untuk parameter limbah industri.

c) Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen/ DO)

Dissolved Oxygen menunjukkan jumlah kandungan oksigen di dalam air yang diukur dalam mg/l. DO dapat digunakan sebagai indikasi seberapa besar jumlah pengotoran limbah. Semakin tinggi oksigen terlarut, semakin kecil tingkat pencemarannya.

d) Kekeruhan (Turbidity)

Kekeruhan air dapat diukur dengan menggunakan efek cahaya. Kekeruhan air disebabkan oleh tercampurnya air dengan bahan organik di dalam air.

e) pH air

pH air dapat dijadikan indikasi apakah air tersebut tercemar atau tidak dan seberapa besar tingkat pencemarannya. pH air alami berkisar antara 6,5–8,5. Pencemaran air dapat menyebab-

kan naik atau turunnya pH air. Jika banyak tercemar zat yang bersifat asam (bahan organik), pH air akan lebih kecil dari 6,5, tetapi jika air tercemar oleh zat yang bersifat basa (kapur), pH air akan lebih besar dari 8,5.

f) Indikator Biologis/Bioindikator

Pengukuran pencemaran air dengan menggunakan indikator biologis adalah menentukan tingkat pencemaran secara kualitatif dengan menggunakan petunjuk (indikator) berupa makhluk hidup yang memiliki kepekaan yang tinggi dengan perubahan lingkungan. Kehadiran atau ketidakhadirannya dapat dijadikan petunjuk tingkat pencemaran air.

Sebagai contoh, cacing *Planaria* (Gambar 2.4 (a)) yang biasa hidup di air jernih dan banyak oksigen akan sangat sensitif dengan pencemaran. Jika di air sungai banyak terdapat *Planaria*, berarti air sungai tersebut belum tercemar. Sebaliknya, semakin tinggi tingkat pencemaran, semakin sulit *Planaria* itu ditemukan. Hewan lain yang dapat dijadikan bioindikator air tidak tercemar adalah siput air.

Sebaliknya, cacing *Tubifex* atau cacing sutera (Gambar 2.4 (b)) yang biasa hidup di dasar sungai merupakan bioindikator terjadinya pencemaran yang parah oleh bahan organik. Artinya, jika populasi *Tubifex* besar, air sungai mengalami pencemaran air yang berat.





2. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke udara oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga terjadi penurunan kualitas udara sampai tingkat tertentu yang menyebabkan udara menjadi kurang atau tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran udara dapat menyebabkan gangguan kesehatan, ekosistem, dan iklim. Jumlah polutan yang dikeluarkan ke udara dalam satuan waktu dinamakan *emisi*. Beberapa jenis polutan pencemar udara, antara lain:

a. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) merupakan gas pencemar udara yang beracun dan berbahaya bagi tubuh. Gas ini bersifat tidak berbau, tidak berasa, dan tidak stabil. Gas CO berasal dari pembuangan gas kendaraan bermotor yang pembakarannya tidak sempurna, pembakaran bahan bakar fosil, dan proses industri.

Gas CO sangat mudah berikatan dengan hemoglobin dalam darah sehingga pengikatan O₂ oleh hemoglobin menjadi terganggu. Keadaan ini dapat menimbulkan sakit kepala, mual, mata berkunang-kunang, dan lemas. Dalam kadar tinggi dapat menyebabkan kematian.



Sumber: Starr, 2010.

Gambar 2.5 Pembakaran bahan bakar fosil mengandung gas CO.

b. Karbon Dioksida (CO₂)

CO₂ diperlukan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis, tetapi jika jumlah CO₂ di udara terlalu banyak, CO₂ tersebut akan naik ke atmosfer dan menghalangi pemancaran panas dari bumi sehingga panas dipantulkan kembali ke bumi. Akibatnya, bumi menjadi sangat panas (*pemanasan global*). Gejala peningkatan suhu di permukaan bumi akibat meningkatnya kadar CO₂ di atmosfer ini disebut *efek rumah kaca*. Disebut demikian karena diumpamakan dengan fenomena yang terjadi di rumah kaca.

Radiasi panas matahari tidak diserap seluruhnya oleh bumi. Sebagian radiasi dipantulkan oleh benda-benda yang berada di permukaan bumi ke luar angkasa. Radiasi panas yang dipantulkan kembali ke luar angkasa merupakan *radiasi inframerah*. Sebagian radiasi inframerah tersebut diserap oleh gas penyerap panas (disebut *gas rumah kaca*). Selain CO₂ terdapat gas-gas rumah kaca lainnya. Menurut *United Nations Framework Convention on Climate Change-UNFCCC*, ada 6 (enam) jenis gas yang digolongkan sebagai gas rumah kaca (GRK), yaitu: karbon dioksida (CO₂), gas metan (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O), sulfurheksafluorida (SF₆), perfluorokarbon (PFCs) dan hidrofluorokarbon (HFCs). Selain itu ada beberapa gas yang juga termasuk dalam GRK yaitu karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), clorofluorocarbon (CFC), dan gas-gas organik non metal volatil lainnya. Seperti kaca dalam rumah kaca, gas-gas tersebut tidak dapat menyerap seluruh radiasi inframerah sehingga sebagian radiasi inframerah dipantulkan kembali ke bumi, yang mengakibatkan suhu di permukaan bumi meningkat (Gambar 2.6).



Di Indonesia kontribusi terbesar GRK berasal dari CO_2 , CH_4 , dan N_2O . Gas CO_2 ini banyak dihasilkan oleh sektor kehutanan (khususnya karena deforestasi) dan energi (terutama pembakaran fosil seperti batu bara dan minyak bumi). Gas CH_4 mayoritas berasal dari sektor pertanian dan peternakan. Pemanasan global dapat menyebabkan mencairnya lapisan es di daerah kutub.

Kondisi ini mengakibatkan naiknya permukaan air laut, sehingga menyebabkan daerah pinggir laut akan tenggelam, sedangkan daerah yang kering menjadi semakin kering. Efek rumah kaca menimbulkan perubahan iklim sehingga dapat mempengaruhi produktivitas pertanian, peternakan, perikanan, dan berbagai proses kehidupan di alam.



Sumber: rafflesia.web.id

Gambar 2.6 Proses fenomena efek rumah kaca hingga terjadi pemanasan global



Info Bio

Sepeda Sebagai Alternatif Alat Transportasi Bebas Polusi



Sepeda merupakan salah satu alternatif alat transportasi yang hemat energi karena termasuk moda transportasi yang tidak bermotor (*non-motorized transportation* atau NMT) sehingga tidak membutuhkan Bahan Bakar Minyak (BBM). Pengoperasiannya hanya membutuhkan sedikit energi manusia sehingga tidak menimbulkan polusi udara. Energi yang dibutuhkan untuk bersepeda ± 380 kalori (kal) dari jumlah total energi manusia tiap harinya (untuk laki – laki dewasa 3000 – 3500 kal dan perempuan 2000 – 2500 kal). Keuntungan penggunaan sepeda sebagai alternatif alat transportasi adalah dapat mencegah terjadinya polusi udara yang dapat memicu terjadinya pemanasan global, menghindari resiko kemacetan lalu lintas, menghemat BBM, serta dapat menyehatkan tubuh. Menurut penelitian, manfaat bersepeda bagi kondisi fisiologis tubuh antara lain, dapat mencegah dan mengatasi sakit pinggang, persambungan lutut, jantung dan sistem kardiovaskular, serta meningkatkan sistem kekebalan. Dengan demikian, membiasakan bersepeda berarti membudayakan gaya hidup sehat di masyarakat.

Sumber:

- <http://digilib.its.ac.id/public/TTS-Undergraduate-22886-Chapter1-377367.pdf>
- <http://www.gowes.org/manfaat-bersepeda-menurut-prof-frobose.html>

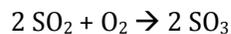


c. Hidrokarbon (HC) dan Nitrogen Oksida (NO)

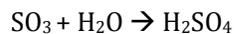
Hidrokarbon (HC) dan Nitrogen Oksida (NO) yang dipengaruhi oleh sinar matahari akan membentuk *smog* yang berupa gas yang sangat pedih jika mengenai mata dan juga sebagai penyebab penyakit kanker.

d. Sulfur Dioksida (SO₂) dan Nitrogen dioksida (NO₂)

Dua gas yang dihasilkan dari pembakaran mesin kendaraan serta pembangkit listrik tenaga diesel dan batubara yang utama adalah sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen dioksida (NO₂). Gas tersebut bereaksi di udara membentuk asam. Misalnya, sulfur dioksida bereaksi dengan oksigen membentuk sulfur trioksida.



Sulfur trioksida kemudian bereaksi dengan uap air membentuk asam sulfat.



Uap air yang telah mengandung asam ini menjadi bagian dari awan yang akhirnya turun ke bumi sebagai hujan asam atau salju asam. Hujan asam ini dapat mengakibatkan kerusakan hutan, tanaman pertanian dan kematian hewan, serta dapat mengakibatkan berkaratnya benda-benda yang terbuat dari logam misalnya jembatan dan rel kereta api. Selain itu, hujan asam juga dapat menyebabkan penurunan pH tanah dan air sehingga mempengaruhi kehidupan organisme termasuk manusia.

e. Chlorofluorocarbon (CFC)

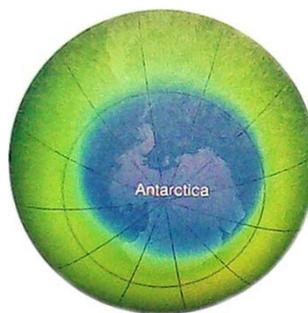
Gas CFC (*chloro-fluorocarbon*), merupakan gas yang sukar terurai sehingga sulit dihilangkan dari udara. Gas CFC tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak beracun. Gas ini banyak digunakan

sebagai bahan pengembang busa, gas pendingin lemari es dan AC, serta bahan penyemprot (*hair spray* dan parfum).

Gas CFC merupakan salah satu senyawa kimia sintetis yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lapisan ozon (O₃). Lapisan ozon adalah lapisan gas yang menyelimuti bumi pada ketinggian +/- 30 km di atas bumi yang terdapat pada lapisan atmosfer yang disebut lapisan stratosfer. Lapisan ozon berfungsi menahan 99% radiasi sinar ultraviolet (UV) dari matahari.

Selain gas CFC, senyawa sintetik buatan manusia lainnya yang dapat menyebabkan kerusakan lapisan ozon adalah metil bromida, halon, CTC (*carbon tetrachlorida*), TCA (*methylchloroform*) dan HCFC (*hydrochlorofluorocarbon*). Bahan-bahan kimia tersebut bersifat stabil sehingga dapat mencapai lapisan stratosfer. Radiasi UV dengan energi tinggi dapat melepaskan atom klor dan brom dari bahan tersebut yang kemudian bereaksi menguraikan molekul ozon. Produk bahan kimia yang mengandung klor dan brom banyak digunakan pada kegiatan industri dan rumah tangga. Bahan ini dikenal sebagai *Bahan Perusak Ozon (BPO)*.

Hasil pengamatan kondisi atmosfer mengindikasikan terjadinya penipisan lapisan ozon secara global, terutama di atas wilayah Kutub Selatan (Antartika) yang telah membentuk *lubang ozon* pada waktu tertentu (Gambar 2.7). Lubang ini mengurangi fungsi lapisan ozon sebagai penahan sinar ultra-violet. Sinar UV yang sampai ke bumi dapat menyebabkan kerusakan kehidupan di bumi. Sinar UV ini





dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia seperti penyakit kanker kulit, kerusakan mata (katarak), dan berkurangnya kekebalan tubuh. Selain itu juga menyebabkan matinya alga yang dapat merusak ekosistem laut, serta rusaknya tanaman pertanian dan perkebunan.

f. Partikel

Partikel merupakan polutan yang dapat bersama-sama dengan bahan atau bentuk pencemar lainnya. Partikel yang dapat masuk dalam saluran pernapasan adalah partikel yang berukuran 10 mikrometer (PM10). Partikel dapat berupa:

- 1) *Aerosol (partikel)* yang terhambur dan melayang di udara.
- 2) *Fog (kabut)* merupakan aerosol berupa butiran air di udara.
- 3) *Dust (debu)* atau *aerosol* berupa butiran padat yang melayang di udara karena tiupan angin.
- 4) *Smoke (asap)* merupakan aerosol campuran antara butiran padat dan cair yang melayang di udara.
- 5) *Mist*, mirip kabut, berupa butiran zat cair, terhambur dan melayang di udara.
- 6) *Plume*, asap dari cerobong pabrik;
- 7) *Smog*, campuran *smoke* dan *fog*.
- 8) *Fume*, aerosol dari kondensasi uap logam.



Info Bio

Ayo lindungi ozon kita!!, dengan:

- ✓ Menggunakan peralatan pendingin/ pengatur suhu yang sudah tidak mengandung BPO (Bahan Perusak Ozon) yaitu CFC, Hydro-CFC, atau halon sebagai bahan pendingin, dengan logo sebagai berikut:



- ✓ Menggunakan alat pemadam api yang tidak mengandung Halon.
- ✓ Memeriksa dan merawat peralatan pendingin/ pengatur suhu dan sistem pemadam api secara berkala untuk memastikan tidak adanya kebocoran BPO (CFC, HCFC atau Halon)
- ✓ Memastikan bahwa CFC/HCFC/Halon yang ada di dalam sistem diambil kembali (*recovery*) dan didaur ulang (*recycle*) dalam proses perawatan dan perbaikan sistem pendingin atau pemadam api.
- ✓ Memastikan bahwa bengkel/ perusahaan yang melakukan perbaikan sistem pendingin dan pemadam api mempunyai peralatan memadai dan teknisi yang kompeten sehingga tidak terjadi praktek pembuangan CFC/HCFC/Halon ke atmosfer.
- ✓ Mengirim CFC/HCFC/Halon yang sudah tidak terpakai ke fasilitas pengolahan BPO bekas seperti Halon Bank, Pusat Reklamasi CFC atau Pemusnahan BPO.

Pesan dari:



Program Perlindungan Lapisan Ozon
Unit Ozon Nasional Kementerian Negara Lingkungan Hidup
Jl. D.I. Panjaitan Kav. 24, Gedung A Lantai 6, Jakarta Timur 13410
Telp. +6221.8517164, Email : ozon@menlh.go.id,
Website : www.menlh.go.id

Sumber: www.menlh.go.id.



3. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah merupakan pencemaran yang disebabkan oleh masuknya polutan yang berupa zat cair atau zat padat ke dalam tanah. Pencemaran tanah antara lain berasal dari limbah rumah tangga, pertanian, dan pertambangan.

a. Limbah Rumah Tangga

Limbah rumah tangga yang dapat mencemari tanah dapat berwujud padat misalnya sampah, dan dapat pula berwujud cair misalnya limbah air cucian dengan detergen. Pada tanah yang terencemar, kualitas air tanah akan menurun yang dapat terlihat dari perubahan fisiknya, misalnya berbau, berwarna, dan berasa, bahkan terdapat lapisan seperti minyak. Beberapa jenis sampah seperti plastik dan logam sulit terurai sehingga berpengaruh terhadap kemampuan tanah menyerap air.

b. Limbah Pertanian

Penggunaan pupuk buatan, zat kimia pemberantas hama (*pestisida*) atau pemberantas serangga (*insectisida*), dan pemberantas tumbuhan pengganggu (*herbisida*) dalam kegiatan pertanian, dapat mencemari tanah. Penggunaan pupuk buatan secara berlebihan menyebabkan tanah menjadi asam yang selanjutnya berpengaruh terhadap produktivitas tanaman.

Pencemaran tanah oleh pestisida dan herbisida memiliki sifat sulit terurai dan dapat bertahan lama di dalam tanah. Residu herbisida ini dapat membahayakan kehidupan organisme di tanah. Pengendalian hama serangga menggunakan insectisida berupa DDT (*diklorodifeniltrichloroetana*) oleh para petani secara berlebihan (Gambar 2.8) akan mengakibatkan terjadinya pencemaran tanah dan air mengingat zat ini mempunyai sifat sebagai berikut:

- 1) Bila masuk ke dalam tubuh organisme, tidak dapat diuraikan (*nonbiodegradable*) sehingga akan tertumpuk dalam air atau tanah.
- 2) Larut dalam lemak dan dapat berpindah ke organisme lain melalui aliran materi dalam rantai makanan. Hal ini memungkinkan DDT dapat tertumpuk dalam tubuh manusia sehingga berakibat rusaknya jaringan yang menimbulkan kelelahan dan kejang-kejang otot. Bila dalam ekosistem air terjadi pencemaran DDT, akan terjadi rantai aliran DDT.



Sumber: time.com

Gambar 2.8 Penggunaan pestisida DDT (tanda panah) di lahan pertanian.

Penelitian membuktikan bahwa tumbuhan yang tercemar DDT jika dimakan oleh ikan, ikan itu akan mengandung DDT yang lebih tinggi konsentrasinya daripada yang terkandung dalam tumbuhan. Demikian juga jika ikan itu dimakan oleh elang. Konsentrasi DDT dalam tubuh elang lebih tinggi daripada yang terkandung dalam tubuh ikan. Demikian seterusnya, kandungan DDT akan berjalan mengikuti rantai makanan. Semakin tinggi tingkat konsumen, akan semakin tinggi konsentrasinya. Proses peningkatan kadar bahan pencemar melewati tubuh makhluk hidup disebut dengan *pemekatan hayati* atau *biomagnification*. Jadi, elang, manusia atau konsumen lain dapat tiba-tiba mati karena di dalam tubuhnya terkandung DDT, meski mereka tidak meminum DDT.



c. Limbah Pertambangan

Aktivitas penambangan bahan galian juga dapat menimbulkan pencemaran tanah. Salah satu kegiatan penambangan yang memiliki pengaruh besar mencemarkan tanah adalah penambangan emas, yaitu penggunaan merkuri dalam proses pemisahan emas dari bijihnya. Merkuri tergolong bahan berbahaya dan beracun yang dapat mematikan tumbuhan, organisme tanah, dan mengganggu kesehatan manusia.

4. Pencemaran Suara

Pencemaran suara dapat ditimbulkan oleh adanya suara bising yang disebabkan oleh suara mesin pabrik, mesin penggilingan padi, mesin las, pesawat terbang, kendaraan bermotor, dan suara kereta api. Bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan disebut *kebisingan*.

Suara bising dapat menyebabkan terganggunya pendengaran manusia. Selain itu, lama-kelamaan suara bising

ini akan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, seperti pusing, mual, jantung berdebar-debar, sulit tidur, badan kaku, naiknya tekanan darah, dan stress (Gambar 2.9).



Sumber: civilengineeringgroup.com

Gambar 2.9 Suara pesawat terbang dapat menyebabkan pencemaran suara.

Tingkat kebisingan atau ukuran energi bunyi dinyatakan dalam satuan desibel (dB). Tingkat kebisingan terjadi bila intensitas bunyi melampaui 50 dB. Pengukurannya menggunakan alat yang bernama *sound level meter*. Saat ini telah diusahakan agar mesin-mesin tidak terlalu bising dengan menambahkan isolator. Menanam tanaman berdaun rimbun di halaman rumah, dapat meredam kebisingan.



Info Bio

Mengurangi Kebisingan Melalui Penataan Tanaman Ornamental

Eksperimen project biologi tentang *Potential Ornamental Plants as Noise Reducing Factors* (potensi tanaman ornamental sebagai peredam kebisingan), mengantarkan Ridho Assidicky (16) siswa SMA Negeri Sragen Bilingual Boarding School (SBBS) meraih medali emas untuk lomba biologi pada olimpiade sains bergengsi tingkat dunia *The 3rd International Young Inventors Project Olympiad (IYIPO)* di Tbilisi, Georgia 14 - 16 Mei 2009.

Percobaan tanaman ornamental, seperti pemanfaatan pohon palem dan tanaman pagar untuk meredam suara ia lakukan di hutan Purwodadi, Pasuruan, Jatim. Caranya dengan mengukur tingkat kebisingan mobil dan ambulans yang lewat dengan *sound level meter*. Ia menangkap suara bising dari mobil yang lewat, kemudian mengatur tata letak tanaman ornamental. Sumber suara yang datang dari satu sudut kemudian dicek tingkat kebisingannya. Mereka menggeser alat pengukur kebisingan dari berbagai sudut. Ternyata menata tanaman ornamental secara cermat dan tepat, bisa mengurangi kebisingan hingga 11,7 Decibel. Karya ini rupanya digemari masyarakat Tbilisi karena sistem pengaturan ini bisa diterapkan untuk mengurangi kebisingan di kota ini.

Sumber: <http://suaramerdeka.com/v1/index.php/read/cetak/2009/06/11/67502/Redam-Kebisingan-dengan-Tanaman-Ornamenta>



5. Pencemaran Sosial-Budaya

Tidak tersaringnya kebudayaan asing yang masuk ke dalam suatu daerah akan menyebabkan tergesernya nilai budaya suatu daerah tanpa disadari. Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi memungkinkan budaya asing yang tidak sesuai dengan budaya

setempat atau bahkan yang dianggap dapat menyebarkan nilai-nilai negatif menjadi semakin mudah masuk ke masyarakat sehingga berdampak buruk bagi kehidupan sosial masyarakat. Mengenai pencemaran sosial-budaya, dapat dipelajari secara khusus di mata pelajaran ilmu pengetahuan sosial.

Tugas Individu 2.1



Tujuan: menganalisis terjadinya pencemaran di lingkungan sekitar dan memperkirakan solusi untuk mengatasinya.

Datalah jenis-jenis pencemaran yang ada di daerahmu. Jelaskan penyebab dan cara mengendalikannya! Masukkan data pengamatanmu ke dalam tabel dengan format sebagai berikut!

Tabel hasil pengamatan pencemaran lingkungan di (tuliskan nama daerah yang di amati) pada (tanggal pengamatan).

No.	Jenis Penemaran	Penyebab	Cara Mengendalikan
1			
2			
3			



Wira Bio

Budidaya Tanaman Buah yuk...!!

Kalian tentunya sudah mengerti manfaat keberadaan tumbuhan disekitar kita bukan? Selain hasil panen buah atau kayunya yang bisa kita manfaatkan, masih banyak lagi manfaat tumbuhan bagi kita, di antaranya mensuplai O₂ yang sangat kita butuhkan, menyerap CO₂ berlebih yang memicu terjadinya *global warming*, dan terbukti mampu mengurangi kebisingan.

Mulai sekarang, mari kita kumpulkan biji-biji dari buah-buahan yang kita makan, seperti jeruk, sawo, mangga, sirsak, nangka, dan sebagainya, lalu kita semai. Caranya, semai biji ke dalam sebuah wadah yang diisi media tanam yang terdiri dari tanah, sekam bakar, dan pupuk kandang atau kompos. Setelah tumbuh hingga akarnya kuat untuk dipindahkan, maka segera pindahkan ke dalam polibag berisi media yang sama. Pastikan tidak ada akar yang putus saat memindahkannya.

Hasil penyemaian ini bisa kita jual. Kita bisa bekerjasama dengan para penjual tanaman di pasar tanaman atau dapat juga memasarkannya secara *online* melalui internet. Dengan sentuhan kreativitas, kita juga dapat berkreasi membuat souvenir pernikahan berupa tanaman yang dikombinasikan dengan produk kerajinan tangan seperti vas bunga. Melalui bisnis tanaman ini, secara tidak langsung kita juga telah ikut mengkampanyekan gerakan penghijauan lingkungan sebagai upaya penyelamatan lingkungan dari *global warming* dan efeknya. *Go green...!*



Selamat mencoba...!!



Kegiatan manusia banyak menghasilkan limbah yang dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan, seperti yang telah dibahas sebelumnya. Untuk mencegah terjadinya pencemaran, komponen limbah yang dibuang ke lingkungan tidak diizinkan melebihi ketentuan dalam baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan dalam undang-undang. Pengelolaan limbah diperlukan untuk menghindari atau mengurangi dampak buruk dari pencemaran oleh limbah. Pengelolaan limbah tergantung dari jenis limbah tersebut.

Menurut jenis komponen penyusunnya, limbah dikelompokkan menjadi limbah organik dan limbah anorganik. *Limbah organik* merupakan limbah yang dapat mengalami proses penguraian secara alamiah contohnya sisa hewan dan tumbuhan seperti sisa sayur, sisa buah, potongan rumput, daun-daun, kertas, sisa makanan, dan kotoran hewan atau manusia. Sedangkan *limbah anorganik* adalah limbah yang sulit diuraikan secara alamiah oleh mikroorganisme atau dapat diuraikan tetapi dalam jangka waktu yang lama karena berasal dari sumber daya alam tidak terbarukan, seperti mineral, minyak bumi, atau dari proses industri. Contoh limbah anorganik yaitu plastik, kaleng, dan botol.

Limbah dapat menjadi sumber pencemaran, seperti telah dijelaskan sebelumnya. Untuk menghindari atau paling tidak mengurangi pencemaran baik pencemaran air, tanah, dan udara, maka diperlukan pengelolaan limbah yang baik. Jika masih memungkinkan untuk dimanfaatkan, maka hendaknya limbah dimanfaatkan baik secara langsung maupun tidak langsung. Cara untuk memanfaatkan limbah secara tidak langsung dapat dilakukan dengan cara daur ulang. *Daur ulang limbah* adalah cara mengolah limbah, baik limbah organik maupun limbah anorganik menjadi benda-benda yang

bermanfaat. Daur ulang limbah mempunyai potensi besar untuk mengurangi timbunan, biaya pengelolaan, dan pembuangan akhir. Jika limbah memang sudah tidak bisa dimanfaatkan lagi, sebelum dibuang hendaknya dilakukan pengolahan yang baik untuk menghindari atau meminimalisir terjadinya pencemaran serta meminimalisir kebutuhan ruang/tempat pembuangan sampah. Berikut cara-cara pengelolaan limbah.

1. Pengelolaan Limbah Organik

Limbah organik dapat dimanfaatkan secara langsung ataupun melalui proses daur ulang. Berikut ini beberapa cara penanganan limbah organik.

- Pemanfaatan langsung, sebagai pakan ternak seperti sisa sayuran, dan makanan.
- Limbah organik dapat dibuat menjadi bentuk lain yang bermanfaat, misalnya limbah serabut kelapa dijadikan kerajinan tangan berupa keset.
- Limbah organik dapat dibuat menjadi menjadi bentuk semula yang bermanfaat, misalnya limbah kertas dijadikan kertas kembali.
- Pengomposan (*Composting*), adalah pengolahan limbah organik dengan bantuan mikroorganisme yang menghasilkan pupuk kompos. Limbah yang dapat dijadikan kompos yaitu sisa-sisa tumbuhan, seperti daun, sayur dan buah (Gambar 2.10).



Sumber: Republika.co.id

Gambar 2.10. Limbah pasar berupa sisa-sisa sayur dan buah.



e. Pemanfaatan biogas hasil pembusukan limbah organik. *Biogas* adalah gas-gas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar yang dihasilkan dari proses pembusukan sampah organik secara anaerobik. Bahan bakunya dapat berupa kotoran hewan (Gambar 2.11), sisa-

sisa tanaman, atau campuran dari keduanya. Pemanfaatan biogas memiliki keuntungan antara lain dapat mengurangi jumlah limbah, dapat digunakan sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan, dan residu dari biogas dapat dimanfaatkan untuk pupuk.



Sumber: menlh.go.id

Gambar 2.11. Pembuatan biogas dari kotoran sapi



Wira Bio

Kreasi Kertas Daur Ulang

Banyaknya penggunaan kertas akan menyebabkan peningkatan jumlah limbah kertas. Meskipun mudah hancur, namun limbah kertas dapat menimbulkan masalah yang dapat mengganggu kebersihan dan keindahan lingkungan. Dengan mendaur ulang limbah ini, maka selain dapat mengatasi pencemaran lingkungan akibat limbah kertas, kita juga dapat memperoleh keuntungan tambahan jika kita kreatif untuk mengubah limbah kertas menjadi 'uang kertas'. Bagaimana Caranya?!

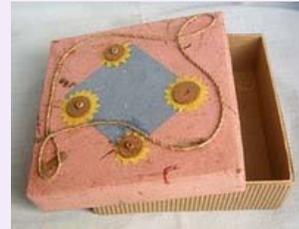
- ✓ Kertas daur ulang dapat diolah menjadi produk kerajinan seperti kotak pensil, bingkai foto, kotak perhiasan, dan sebagainya.
- ✓ Kertas daur ulang yang dikreasi secara cerdas dan inovatif dapat meningkatkan nilai jual dari produk tersebut sehingga kita dapat memperoleh 'uang kertas' alias keuntungan finansial.
- ✓ Produk hasil olahan kertas daur ulang dapat dijual secara langsung. Pemasaran dapat dilakukan melalui distributor, toko stationary dan sentra kerajinan.

Bagaimana cara mendaur ulang limbah kertas?

Bahan-bahan: limbah kertas, lem, air, dan bahan pewarna alami yang terdiri dari kunyit untuk warna kuning, daun jati untuk warna merah keunguan, daun pandan suji untuk warna hijau, dan gambir untuk warna cokelat. Cara membuat pewarna: masing-masing bahan ditumbuk lalu diperas dan diambil sarinya. Dapat juga menggunakan pewarna tekstil siap pakai.

Peralatan: gunting, blender, ember besar, bingkai/ *screen* cetakan kertas berukuran 20 cm x 30 cm atau sesuai kebutuhan, papan tripleks dengan ukuran sedikit lebih kecil dari *screen* (+/- 19,8 cm x 29,8 cm), kain, dan spon.

(dilanjutkan) →





2. Pengelolaan Limbah Anorganik

Limbah anorganik dapat dimanfaatkan melalui proses mendaur ulang. Limbah yang sudah tidak bisa dimanfaatkan lagi, dapat diolah dengan beberapa cara sebelum dibuang. Pengelolaan limbah anorganik dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- Limbah anorganik dapat dibuat menjadi bentuk lain yang bermanfaat, misalnya limbah kaleng untuk kerajinan tangan yang mempunyai nilai seni, seperti mobil-mobilan dan lampu hias.
- Limbah anorganik dapat dibuat menjadi bentuk asal yang bermanfaat, misalnya limbah plastik diproses kembali menjadi alat-alat rumah tangga, seperti ember dan gelas.
- Pengolahan limbah anorganik untuk menghindari terjadinya pencemaran serta meminimalisir kebutuhan ruang atau tempat pembuangan sampah, antara lain dapat dilakukan melalui proses berikut.

1) Sanitasi lahan (*sanitary landfill*) yaitu metode pengelolaan sampah secara terkontrol melalui sistem sanitasi yang baik (Gambar 2.12). Sampah dibuang di suatu tempat penampungan, lalu dipadatkan dengan traktor dan ditutup tanah. Pada bagian dasar dilengkapi dengan sistem saluran limbah cair sampah yang harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan, seperti ke

sungai. Pada *sanitary landfill* juga dipasang pipa gas untuk mengalirkan gas hasil penguraian sampah. Cara ini menguntungkan karena tidak menimbulkan polusi udara.

2) Pembakaran (*incineration*), yaitu pembakaran limbah anorganik yang berupa zat padat dalam sebuah reaktor sampah yang disebut *insinerator* untuk menurunkan volume sampah padat. Hasil pembakaran berupa gas dan residu pembakaran. Penurunan volume sampah dapat mencapai 70%.

3) Penghancuran (*pulverisation*), merupakan proses penghancuran sampah yang bertujuan untuk merubah bentuk limbah menjadi lebih kecil sehingga lebih mudah dimanfaatkan, seperti untuk menimbun tanah yang letaknya lebih rendah. Penghancuran sampah dilakukan di dalam mobil pengumpul sampah yang telah dilengkapi alat pelumat.



Sumber: Montgomery, 2006.

Gambar 2.12 Proses pemadatan sampah dengan traktor.



Tujuan:

- Mengklasifikasi jenis limbah/ sampah organik dan anorganik
- Menganalisis pengelolaan sampah secara efektif.

Pertanyaan:

- Apakah yang dimaksud limbah/ sampah organik dan limbah anorganik?
- Apa sajakah yang termasuk limbah organik dan anorganik?
- Menurut pendapatmu, bagaimanakah cara yang paling tepat untuk mengelola sampah? Apakah perlu dipisah-pisahkan terlebih dahulu antara jenis limbah organik dan anorganik? Mengapa hal tersebut perlu dilakukan?

Tugas: Tuliskan jawabanmu dalam bentuk *essay*!

Tugas Individu 2.2



Usaha-usaha untuk mengurangi adanya limbah baik berupa limbah organik maupun anorganik, khususnya limbah yang berwujud padat, dapat dilakukan melalui upaya "6R", yaitu:

1. *Reuse* (memanfaatkan ulang), yaitu menggunakan kembali barang bekas tanpa pengolahan bahan, untuk tujuan yang sama atau berbeda dari tujuan asalnya. Misal penggunaan kaleng bekas sebagai tempat pensil.
2. *Recycle* (mengolah kembali), yaitu kegiatan yang memanfaatkan barang bekas dengan cara mengolah meterinya untuk digunakan lebih lanjut. Misal membuat kertas daur ulang dan kompos.
3. *Reduce* (mengurangi), adalah semua bentuk kegiatan atau perilaku yang dapat mengurangi produksi sampah. Misalnya, membawa tas ketika berbelanja sehingga tidak meminta tas plastik dari penjual.
4. *Replace*, yaitu mengubah kebiasaan yang dapat mempercepat produksi sampah dengan menggantikan bahan yang sukar didaur ulang dengan bahan yang mudah didaur ulang. Misal mengganti pemakaian kantong plastik dengan kertas atau daun.
5. *Refill* (isi ulang) yaitu mengisi kembali wadah produk setelah habis pakai. Misal membeli sabun atau shampoo isi ulang.
6. *Repair*, yaitu melakukan perawatan agar tidak menambah produksi limbah. Misal menggunakan peralatan rumah tangga seperti pecah belah secara hati-hati sehingga tidak cepat rusak.

Wira Bio



Inspirasi Usaha: Aksesoris dari Limbah Kaca

Seringkali di lingkungan sekitar kita masih banyak terdapat limbah kaca yang berasal dari pecahan-pecahan piring, gelas, dan alat-alat rumah tangga berbahan kaca lainnya. Bukan hanya menjadikan lingkungan menjadi kotor, namun limbah kaca ini juga berbahaya karena seringkali dapat menusuk atau menyobek kulit kita karena bentuknya yang tajam. Bahan kaca juga merupakan limbah yang sulit terdegradasi sehingga dapat menjadi sumber pencemaran tanah.

Perhatikan gambar di samping! Siapa sangka gelang cantik ini merupakan aksesoris yang terbuat dari limbah kaca? Ya, di tangan kreatif Bapak M. Chodri, sampah kaca dapat dijadikan aksesoris menawan bagi kaum hawa seperti gelang, kalung, cincin, anting-anting, dan giwang. Bapak M. Chodri ialah pemilik Reka Cipta Manik, Jakarta Pusat yakni perusahaan aksesoris manik-manik berbahan limbah kaca, yang berdiri sejak tahun 1987. Berawal dari pasar lokal seperti di Jakarta, Kalimantan Selatan, Yogyakarta, Solo, dan Bali, kini aksesoris berbahan limbah kaca ini telah dikenal oleh masyarakat mancanegara Jepang, Amerika, Australia, dan bahkan Zimbabwe. Di tangan orang kreatif, ternyata sampah plastik saja dapat menghasilkan keuntungan jutaan rupiah ya! Benarlah bahwa Ir.Ciputra seorang *entrepreneur* (wirausaha) terkemuka di negeri ini menyatakan bahwa *entrepreneur* adalah seorang yang mampu mengubah sampah menjadi 'emas'. **Ayo...ikuti suksesnya!**



Sumber: <http://www.ciputraentrepreneurship.com/produk/inovatif/849-aksesori-dari-limbah-kaca.html>



Pengelolaan sumber daya alam (SDA) secara bijaksana merupakan faktor utama dalam memelihara keseimbangan lingkungan. Kebijakan moral manusia dalam pergaulannya dengan lingkungan untuk memelihara dan mengelola keseimbangan lingkungan disebut dengan *etika lingkungan*. Etika lingkungan ini memelihara hubungan antara manusia dengan manusia, antara manusia dengan lingkungannya, dan hubungan manusia dengan Tuhan penciptanya.

Di Indonesia, masalah etika lingkungan dikaji dalam pengelolaan lingkungan hidup yang diatur dalam UU No. 23 Th. 1997. Pembangunan tidak lagi menempatkan SDA sebagai modal, tetapi sebagai satu kesatuan ekosistem yang di dalamnya berisi manusia, lingkungan alam atau lingkungan buatan yang membentuk kesatuan fungsional yang saling terkait.

Menurut bab V UU No. 23 Th. 1997 tentang pelestarian fungsi lingkungan hidup, dinyatakan bahwa kelestarian fungsi lingkungan hidup dapat diukur dengan dua parameter utama, yaitu *Baku Mutu Lingkungan Hidup* dan *Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup*. Dua parameter ini menjadi ukuran/indikator untuk rencana usaha atau kegiatan yang dapat menimbulkan dampak besar dan penting bagi lingkungan hidup.

Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Pemerintah No. 29 Tahun 1986 yang disempurnakan dengan PP No. 27 Th. 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Amdal) yang antara lain berisi: memberikan kewajiban kepada para pengelola dan pemilik pabrik untuk menyelenggarakan sebuah studi kelayakan teknis dan ekonomis serta analisis dampak lingkungan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Sebelum membangun pabrik atau melakukan proyek. Pihak pengembang diwajibkan melakukan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Amdal). Hal-hal yang dianalisis misalnya seberapa besar proyek akan mencemari lingkungan, apakah faktor lingkungan yang terkena dampak negatifnya, serta bagaimana dampaknya terhadap penduduk dan masyarakat sekitarnya. Jika dampak negatif lebih besar daripada dampak positifnya, pemerintah tidak mengeluarkan izin untuk melanjutkan proyek. Hanya saja nilai lingkungan seringkali tidak dapat diukur secara konkret. Misalnya jika spesies (jenis tumbuhan atau hewan) punah karena terkena dampak, sulit untuk meramalkan apa yang akan terjadi. Padahal, jika suatu makhluk hidup telah punah, biaya sebesar apapun tidak akan dapat memunculkannya kembali. Kerugian semacam ini sulit untuk diukur.



Aktivitas Kelompok 2.2



Tujuan:

1. Mengidentifikasi jenis limbah yang dapat didaur ulang.
2. Membuat produk berguna dari bahan utama berupa limbah.
3. Merancang usaha bisnis sederhana produksi dan pemasaran produk daur ulang limbah secara berkelompok.

Buatlah kelompok, satu kelompok terdiri dari 3 siswa.

1. Amati jenis-jenis limbah yang ada di sekitar kalian dan identifikasi manakah jenis limbah yang bisa didaur ulang. Tuliskan hasil pengamatan kalian di dalam tabel hasil pengamatan dengan format berikut ini!

No.	Nama Limbah	Hasil/Produk Daur Ulang

2. Laporkan hasil pengamatan kalian kepada guru!
3. Tentukan satu atau beberapa jenis limbah yang akan kalian buat menjadi suatu produk daur ulang! Konsultasikan bahan/ limbah dan rencana produk yang kalian tentukan kepada guru, dan usahakan agar rancangan produk antara satu kelompok dengan kelompok lainnya berbeda!
4. Buatlah minimal satu jenis produk daur ulang berbahan dasar limbah yang telah kalian tentukan! Laporkan hasil kerja kalian kepada guru!
5. Buatlah proposal usaha secara ringkas mengenai rancangan bisnis produksi dan pemasaran produk daur ulang limbah yang telah kalian buat! Kumpulkan hasilnya kepada guru!

Komponen proposal usaha mencakup:

- a. Nama dan deskripsi usaha
- b. Organisasi perusahaan (nama-nama anggota kelompok)
- c. Produk dan cara pembuatannya
- d. Modal yang diperlukan
- e. Biaya produksi dan penetapan harga jual
- f. Rencana pemasaran

Lihatlah cara merencanakan suatu usaha dalam sub bab “Menyusun Proposal Usaha” pada bab Info Kewirausahaan di bagian akhir modul ini!

Jika memungkinkan, buatlah suatu pameran di lingkungan sekolahmu. Bekerjasamalah dengan OSIS dan atau pihak sekolah untuk menyelenggarakan pameran di akhir tahun pembelajaran dengan peserta seluruh kelas dalam satu sekolah atau dapat juga mengundang sekolah lain untuk ikut berpartisipasi!

Gunakan kesempatan ini untuk memamerkan segala bentuk hasil pembelajaran, termasuk hasil karya produk daur ulang limbah yang telah kalian buat. Kalian juga dapat memperjualbelikan produk tersebut. Gunakan strategi usaha dengan baik berdasarkan proposal usaha yang telah kalian rancang sebelumnya!

Mari kita pelajari dunia kewirausahaan dari modul ini atau dari sumber lain baik media cetak maupun elektronik untuk mengetahui pentingnya kewirausahaan bagi pembangunan bangsa Indonesia dan juga memunculkan semangat kewirausahaan agar dapat kita terapkan di kemudian hari hingga kita dapat menjadi individu yang mandiri dan lebih berdaya guna!

Selamat belajar.... Selamat bekerja.... !!



Rangkuman

1. Keseimbangan lingkungan merupakan keadaan ketika terjadi keseimbangan antara jumlah energi yang masuk dan keluar, bahan makanan yang terbentuk dan yang digunakan, serta terjadi keseimbangan antara komponen abiotik dan komponen biotiknya.
2. Keseimbangan lingkungan akan terganggu jika terjadi gangguan pada salah satu komponen tersebut dan menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan.
3. Lingkungan mampu menanggulangi perubahan-perubahan selama perubahan itu masih dalam daya dukung dan daya lentingnya. Namun, jika perubahan itu melebihi daya dukung dan daya lentingnya, maka dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan
4. Faktor yang menyebabkan kerusakan lingkungan dapat berasal dari alam dan manusia.
5. Pencemaran lingkungan (polusi) adalah masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan yang dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup di dalamnya.
6. *Polutan* adalah zat yang dapat mencemari lingkungan dan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup.
7. Berdasarkan lingkungan yang tercemar, pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi empat macam, yaitu pencemaran air, tanah, udara, suara, dan penemaran sosial budaya.
8. Agar lingkungan mencapai suatu keseimbangan diperlukan pengelolaan sumber daya alam secara bijaksana.
9. Kebijakan moral manusia dalam pergaulannya dengan lingkungan disebut etika lingkungan.

SALINGTEMAS

Sains, Lingkungan, Teknologi, dan Masyarakat

TRAGEDI TERBAKARNYA ORANGUTAN DI WAJOK HILIR PONTIANAK



Seekor orangutan berjenis kela-min jantan nekat masuk ke daerah pemukiman warga. Setelah empat hari mengusahakan untuk evakuasi, warga mencoba cara yang sedikit ekstrim, yaitu menggunakan api. Akibatnya, orangutan tersebut mengalami luka bakar serius. Insiden ini terjadi di Kampung Parit Wadongkak, Desa Wajok Hilir, Kecamatan Sianten, Pontianak, Kalimantan Barat. Primata



yang memiliki nama latin *Pongo pygmaeus* tersebut masuk ke area pemukiman pada Kamis, 23 Agustus 2012 dan bertengger di pepohonan selama beberapa hari hingga Minggu (26/8).

Warga menghubungi Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) untuk meminta bantuan. BKSDA sempat mencoba berbagai cara untuk membuat orangutan yang berusia sekitar 17 tahun itu mau turun dan dievakuasi seperti dibius dan dikagetkan dengan bunyi petasan. Bahkan, warga sempat meminta bantuan kepada seorang dukun namun tetap berakhir gagal. Akhirnya, warga berinisiatif menggunakan api untuk menghalau dengan harapan primata tersebut mau turun dari pohon. Naas, musim kering dan angin membuat api tidak terkontrol sehingga berakibat fatal. Orangutan itu pun terpaksa dievakuasi dalam keadaan penuh luka bakar.

Kepala BKSDA Kalimantan Barat, Djohan Utama Perbatasari mengatakan bahwa "Angin tidak bisa dikendalikan sehingga petugas belum sempat melarang (warga) tapi sudah keburu terbakar, akhirnya api dipadamkan, orangutan dievakuasi dan kini dalam pemulihan," kata Djohan lagi. Dokter hewan yang merawatnya mengatakan orangutan itu akan pulih dalam tiga hingga empat hari. "Kalau sudah sembuh kita carikan tempat trans lokasi dan orangutan itu liar, bukan peliharaan, sehingga tidak perlu direhabilitasi," kata Djohan. Proses rehabilitasi dilakukan oleh BKSDA jika orangutan adalah hewan domestik atau hidup sebagai hewan peliharaan. "Jika hasil peliharaan, kita rehabilitasi, kita ajarkan agar dia bisa liar," tambahnya

Namun sayang, akhirnya pada Rabu (29/8/2012) sekitar pukul 22.30 WIB orangutan naas itu mati. Orangutan jantan dewasa itu mati dalam perjalanan untuk menjalani perawatan ke Ketapang. Manajer Program *World Wide Fund for Nature Indonesia* Kalimantan Barat Hermayani Putera, Kamis (30/8/2012), mengatakan, orangutan mati saat dalam perjalanan menuju pusat rehabilitasi dan konservasi International Animal Rescue (IAR) Ketapang.

Rabu sore, orangutan yang semula dirawat di Daops Manggala Agni Balai Konservasi Sumber Daya Alam Kalbar, dipindahkan ke Ketapang. "Saat ini tim dari beberapa lembaga sedang mencari tempat otopsi dan menyiapkan peralatan di Pontianak. Sebagian anggota tim juga sedang menyiapkan penyimpanan mayat," kata Hermayani.

Djohan, Kepala BKSDA mengatakan bahwa orangutan tersebut masuk ke kampung karena terganggu habitatnya. "Ia salah satu yang terganggu dan mencari habitat baru ke kampung dan bersarang di pepohonan tapi warga cemas karena orangutan bisa mengganggu," kata Djohan.

Warga sendiri mengaku insiden tersebut terjadi tanpa disengaja. "Nggak ada faktor sengaja untuk membakar orangutan," ujar salah satu warga bernama Habibi. Ia juga menambahkan, masyarakat menyadari bahwa orangutan adalah hewan yang dilindungi. Karena itulah mereka menghubungi BKSDA. BKSDA menyatakan bahwa warga sudah terdidik untuk tidak menyakiti orangutan dan melaporkan pada BKSDA jika membutuhkan





bantuan dalam memindahkan orangutan. Di Kalimantan Barat ada sekitar 4.500 hingga 5.000 ekor orangutan yang berada dalam pengawasan BKSDA

Kalau sudah begini, lantas siapa yang harus bertanggungjawab? Yang pasti, posisi primata yang dilindungi pemerintah ini adalah korban. Penghuni asli hutan-hutan Kalimantan tersebut mulai kehilangan tempat tinggal karena banyaknya hutan yang dibabat baik secara ilegal atau sebaliknya.

Sumber : Kompas.com, Berita99.com

Diskusi Salingtemas

1. Menanggapi artikel tentang tragedi terbakarnya orangutan di Wajok Hilir Pontianak, kemukakan pendapat kalian mengenai sebab-sebab yang memungkinkan orangutan itu memasuki wilayah pemukiman warga!
2. Setujukah kalian dengan sikap warga Desa Wajok Hilir yang mengambil tindakan menakut-nakuti orangutan dengan asap? Mengapa?
3. Jika kalian menjadi warga di Desa Wajok Hilir, langkah apa yang akan kalian ambil untuk menyelesaikan masalah mengenai masuknya orangutan di pemukiman tersebut?
4. Jika kalian menjadi tim BKSDA, pelajaran apa yang dapat kalian ambil untuk memperbaiki pelayanan terhadap “alam” dan masyarakat di masa mendatang?
5. Pelajaran apa yang dapat kalian ambil dari kejadian ini?
6. Menurut kalian, siapa yang bertanggungjawab menjaga sumber daya alam agar tetap lestari dan terjaga keseimbangan lingkungannya?
7. Sebagai siswa yang terpelajar, langkah apa yang dapat kalian lakukan untuk turut menjaga keseimbangan lingkungan?

Diskusikan di forum terbuka dalam kelas!



Soal Evaluasi

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

(Skor: **1point** untuk setiap nomor dengan jawaban benar)

1. Ciri khas suatu ekosistem yang seimbang adalah
 - a. aliran energi dan materi berjalan searah dari konsumen ke produsen
 - b. penambahan populasi masing-masing komponen sama
 - c. aliran energi dan materi dari produsen ke konsumen berlangsung secara cepat
 - d. aliran energi dan materi tidak terjadi pemusatan pada salah satu komponen biotik
 - e. terdapatnya tumbuhan dan mikroorganisme
2. Lingkungan memiliki kemampuan untuk kembali pada keseimbangan lingkungan jika terjadi gangguan/perubahan lingkungan. Kemampuan lingkungan tersebut dinamakan
 - a. daya dukung lingkungan
 - b. daya lenting lingkungan
 - c. daya pulih lingkungan
 - d. keseimbangan lingkungan
 - e. ramah lingkungan
3. Keseimbangan lingkungan dapat menjadi rusak jika
 - a. perubahan melebihi daya dukung dan daya lenting



- b. perubahan statis
c. perubahan tidak melebihi daya dukung
d. perubahan tidak melebihi daya lenting
e. c dan d benar
4. Masuknya bahan-bahan ke dalam lingkungan yang dapat mengganggu makhluk hidup di dalamnya disebut
a. polutan
b. ozon
c. polusi
d. suksesi
e. efek rumah kaca
5. Pada suatu aliran sungai ditemukan populasi cacing *Tubifex*. Hal ini dapat menunjukkan bahwa aliran sungai tersebut
a. merupakan air sungai yang tidak tercemar
b. BOD-nya tinggi
c. terjadi pencemaran oleh bahan anorganik
d. terjadi pencemaran oleh bahan organik
e. DO-nya tinggi
6. Berikut merupakan dampak negatif dari hujan asam, *kecuali*
a. pengeroposan jembatan dari logam
b. kerusakan hutan
c. menurunkan pH tanah
d. tumbuhan dan hewan mati
e. menghentikan daur air
7. Polusi udara terutama disebabkan oleh senyawa seperti karbon dioksida, nitrogen, oksida belerang, dan karbon monoksida. Polusi yang disebabkan oleh pembakaran yang kurang sempurna adalah
a. SO_3
b. CO
c. H_2O_2
d. debu
e. NO_2
8. Efek rumah kaca sebagai masalah lingkungan global terjadi karena adanya kenaikan
a. pH
b. kadar O_3 (ozon)
c. kadar CO_2 (karbon dioksida), CH_4 (metan), dan N_2O (dinitrogen oksida) di atmosfer
d. kadar O_2 di udara
e. CFC di udara
9. Dampak yang timbul jika kita menggunakan gas CFC pada kulkas, *hair spray*, dan AC ialah
a. pencemaran air
b. terjadinya hujan asam
c. penipisan lapisan ozon di stratosfer
d. efek rumah kaca
e. eutrofikasi
10. Gas yang paling mudah membuat ikatan dengan haemoglobin darah sehingga pengikatan oksigen oleh darah menjadi terganggu adalah
a. CO
b. CFC
c. SO_2
d. NO_2
e. NO
11. Fungsi ozon di stratosfer adalah
a. penyebab terjadinya hujan
b. pelindung bumi dari sinar ultraviolet
c. pelindung bumi dari pengaruh gerhana matahari
d. penghasil oksigen
e. memperkecil timbunan gas karbon dioksida di atmosfer
12. Berikut ini yang *bukan* merupakan bentuk-bentuk partikel adalah
a. aerosol
b. asap
c. pasir
d. kabut
e. debu
13. Proses peningkatan kadar bahan pencemar melewati tubuh makhluk hidup disebut
a. polusi
b. pencemaran air
c. pemekatan hayati
d. pencemaran udara
e. pencemaran lingkungan
14. DDT adalah salah satu bahan pestisida yang bersifat *nonbiodegradable*



sehingga akan tertumpuk dalam air atau tanah dan dapat masuk dalam tubuh organisme melalui rantai makanan. Akumulasi tertinggi polutan DDT pada rantai makanan terdapat pada tingkat

- a. produsen
 - b. konsumen I
 - c. konsumen II
 - d. konsumen terakhir
 - e. pengurai
15. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi kebisingan adalah sebagai berikut, *kecuali*
- a. menanam tanaman berdaun rimbun
 - b. menambahkan isolator pada mesin-mesin bersuara keras
 - c. melapisi dinding ruangan dengan karung goni.
 - d. tidak membunyikan radio keras-keras
 - e. memodifikasi knalpot hingga suara motor menjadi keras
16. Saat ini banyak remaja yang tidak mengenal budaya bangsa sendiri. Dalam pergaulan sehari-hari, mereka lebih bangga jika dapat meniru gaya dan perilaku selebritis asal negara lain. Hal ini dapat digolongkan sebagai pencemaran lingkungan, karena
- a. perilaku tersebut dapat memajukan budaya bangsa
 - b. perilaku tersebut tidak pantas untuk ditiru
 - c. ruang lingkup lingkungan mencakup interaksi sosial, ekonomi, politik, dan budaya
 - d. dapat mengganggu aliran energi dan daur materi
 - e. melebihi daya dukung dan daya lenting lingkungan
17. Perhatikan gambar cara pengolahan limbah berikut ini!



Limbah dibuang di suatu tempat penampungan, kemudian dipadatkan dengan traktor, lalu ditutup tanah. Pada bagian dasar tempat tersebut dilengkapi dengan sistem saluran yang berfungsi sebagai saluran limbah cair sampah yang harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai. Cara pengolahan limbah seperti ini disebut

- a. *incineration*
 - b. *sanitary landfill*
 - c. *pulverization*
 - d. *composting*
 - e. *biogas*
18. Semua bentuk kegiatan atau perilaku yang dapat mengurangi produksi sampah disebut
- a. *reuse*
 - b. *recycle*
 - c. *reduce*
 - d. *replace*
 - e. *repair*
19. Kebijakan moral manusia dalam pergaulan manusia dengan lingkungan disebut
- a. etika lingkungan
 - b. kelestarian lingkungan
 - c. tata aturan lingkungan
 - d. pergaulannya dengan lingkungan
 - e. daya dukung lingkungan
20. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Amdal) merupakan kebijakan pemerintah yang memberikan kewajiban kepada para pengelola dan pemilik pabrik untuk menyelenggarakan
- a. pembayaran pajak
 - b. studi kelayakan teknis industri
 - c. studi kelayakan dari segi ekonomi
 - d. analisis keamanan terhadap lingkungan
 - e. b, c dan d benar

Jumlah skor Soal A =



B. Permainan Mencari Kata

(Skor: 2 point untuk setiap istilah yang ditemukan)

Di dalam daftar kata berikut tersembunyi kumpulan huruf yang menyebutkan sepuluh istilah dalam pencemaran lingkungan. Carilah kesepuluh istilah tersebut! Jika telah kalian temukan, lingkari kata-kata itu. Ejaan dapat tersusun secara horizontal dari depan ke belakang atau dari belakang ke depan, dan secara vertikal dari atas ke bawah, atau dari bawah ke atas.

C	L	T	A	G	T	Y	X	C	N	B	R	K	W
U	I	L	E	U	T	R	O	F	I	K	A	S	I
X	M	U	I	R	M	U	K	T	E	M	I	S	I
A	B	G	U	L	U	B	A	N	G	O	Z	O	N
N	A	C	S	F	O	T	R	P	H	Y	L	A	L
G	H	K	E	I	S	R	V	M	T	O	K	F	A
N	P	O	L	U	S	I	U	D	A	R	A	B	D
A	H	I	I	K	O	M	P	O	S	C	Y	X	M
L	U	T	W	I	E	C	I	O	G	R	Z	I	A
U	A	C	A	K	H	A	M	U	R	K	E	F	E
R	G	Y	U	O	T	D	C	I	T	Y	R	E	J
U	N	J	C	E	R	I	A	X	E	Z	O	N	F
A	I	K	G	N	I	T	N	E	L	A	Y	A	D
D	I	V	E	N	G	L	A	N	O	X	I	G	M

Jumlah skor Soal B =

C. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

(Skor: 6 point untuk setiap nomor dengan jawaban benar)

1. *Lingkungan mampu menanggulangi perubahan-perubahan selama perubahan itu masih dalam daya dukung dan daya lentingnya.* Jelaskan maksud pernyataan tersebut!

Jawab: _____



2. Mengapa kepadatan penduduk berpengaruh terhadap daya dukung lingkungan?

Jawab: _____

3. Sebutkan dan jelaskan macam-macam pencemaran berdasarkan sifat zat pencemarnya!

Jawab: _____

4. Kehadiran atau ketidakhadiran suatu organisme di lingkungan air dapat dijadikan petunjuk tingkat pencemaran air. Mengapa demikian? Berikan contohnya!

Jawab: _____

5. Bagaimana hujan asam dapat terjadi? Mengapa hujan asam dapat menyebabkan terjadinya kerusakan hutan?

Jawab: _____

6. Jelaskan sebab-sebab terjadinya *global warming*!

Jawab: _____

7. Menurut pengamatan melalui pesawat luar angkasa, telah terjadi penipisan lapisan ozon di lapisan atmosfer yaitu pada lapisan stratosfer di atas Antartika hingga membentuk lubang. Jelaskan penyebab dan dampak adanya lubang ozon!

Jawab: _____

8. DDT adalah jenis insektisida yang dapat merusak lingkungan. Jelaskan mengapa demikian!

Jawab: _____



9. Sebutkan cara yang dilakukan untuk mengurangi terjadinya pencemaran suara!

Jawab: _____

10. Mengapa perlu dilakukan Amdal sebelum membangun suatu pabrik?

Jawab: _____

Jumlah skor Soal C =

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Skor A} + \text{Skor B} + \text{Skor C}}{100} \times 100\%$$



Info Kewirausahaan

Pendahuluan



Pesatnya perkembangan perindustrian telah kita ketahui dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Walaupun sebenarnya lingkungan memiliki kemampuan menjaga keseimbangan melalui daya lentingnya, namun karena beban pencemaran sudah terlalu berat, maka kemampuan tersebut sudah tidak memadai lagi. Upaya penanganan dampak buruk dari perkembangan industri yang perlu digarisbawahi adalah mengenai masalah limbah.

Salah satu usaha untuk mengurangi adanya limbah, khususnya limbah padat, dapat dilakukan melalui upaya daur ulang (*recycle*) sehingga dihasilkan barang-barang bermanfaat yang dapat digunakan kembali. Dengan mendaur ulang limbah ini, selain dapat memperoleh keuntungan dari segi kelestarian lingkungan, kita juga dapat memperoleh keuntungan dari segi ekonomi. Kita bisa berhemat untuk tidak membeli barang-barang yang bisa kita buat sendiri melalui daur ulang limbah, bahkan kita dapat menambah *income* keuangan jika kita mau menekuni bisnis di bidang ini. Kita bisa berwirausaha dengan mendirikan industri di bidang daur ulang limbah.

Hadirnya wirausaha yang sadar akan kelestarian lingkungan sangat dibutuhkan di negara kita saat ini untuk mengatasi berbagai masalah pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan yang terjadi di Indonesia tidak hanya terjadi di lingkungan fisik, namun juga terjadi pencemaran sosial-budaya seperti meningkatnya angka kriminalitas yang dipicu karena masalah pengangguran. Banyaknya wirausaha di suatu negara merupakan salah satu indikator majunya negara tersebut. Semakin banyak wirausaha yang mendirikan perusahaan, maka akan semakin banyak tenaga kerja yang dibutuhkan, sehingga akan memperkecil angka pengangguran dan menurunkan angka kriminalitas.

Marilah kita belajar untuk menjadi anak bangsa yang bisa memberi makna bagi bangsa ini dan turut memberi andil dalam pembangunan dengan belajar menjadi wirausaha yang sadar lingkungan. Bercita-citalah untuk dapat menciptakan lapangan kerja bagi diri sendiri dan orang lain, bukan sekedar dapat memperoleh lapangan kerja selepas menjalani pendidikan nanti. Pada segmen "Info Kewirausahaan" ini akan dibahas mengenai apa itu kewirausahaan, mengapa kewirausahaan penting untuk dikembangkan, apa manfaatnya, bagaimana cara memulai sebuah usaha, serta bagaimana penerapannya sehingga para wirausaha yang bergelut di bidang daur ulang limbah dapat berkiprah di lingkungannya. Semoga dapat mengambil pelajaran dan manfaatnya.

A. Pengertian Kewirausahaan



Kewirausahaan atau dikenal dengan istilah *entrepreneurship* hingga saat ini belum memiliki definisi yang disepakati para ahli. Hal ini dapat dilihat dari adanya perbedaan beberapa definisi antara ahli yang satu dengan lainnya. Namun setiap definisi memiliki substansi yang sama.

Kewirausahaan merupakan kegiatan yang dilakukan oleh wirausaha. Wira berasal dari bahasa sansekerta. Kata wirausaha merupakan gabungan dua kata yang menjadi satu yaitu kata *wira* dan *usaha*. Kata *wira* artinya pahlawan, laki-laki, sifat jantan, atau perwira. Sedangkan *usaha* artinya kegiatan



dengan mengerahkan tenaga, pikiran, atau badan untuk mencapai suatu maksud. Jadi, *wirausaha* adalah seorang yang berani mengambil risiko, mempunyai kemampuan melihat dan menilai peluang bisnis, dan mampu mendayagunakan sumber daya secara efektif dan efisien untuk memperoleh keuntungan.

Dalam bahasa Perancis dikenal istilah *entrepreneur* yang berasal dari kata '*entre*' yang berarti 'antara' dan '*prendre*' yang berarti 'mengambil'. Kata ini pada dasarnya digunakan untuk menggambarkan orang-orang yang berani mengambil resiko dan memulai sesuatu yang baru.

Menurut Instruksi Presiden No. 4 Th 1995 tanggal 30 Juni 1995, *kewirausahaan* atau *entrepreneurship* adalah semangat, sikap, perilaku, dan kemampuan seseorang dalam menangani usaha atau kegiatan yang mengarah pada upaya mencari, menciptakan cara kerja, teknologi dan produk baru dengan meningkatkan efisiensi dalam rangka memberikan pelayanan yang lebih

baik dan atau memperoleh keuntungan yang lebih besar.

Dari sisi psikologis, kewirausahaan adalah suatu jiwa yang memiliki semangat, mimpi, berani mencoba, keinginan besar, kreatif, memiliki visi hidup dan mandiri. Jiwa yang demikian ini bisa dimiliki oleh siapapun, apakah itu siswa, pengusaha, pedagang, karyawan, maupun masyarakat pada umumnya, yang mampu mengelola diri dan lingkungannya sehingga akan dihasilkan ide, inovasi, penemuan baru, kreatifitas, dan semangat baru.

Kewirausahaan muncul apabila seseorang individu berani mengembangkan usaha-usaha dan ide-ide barunya. Proses kewirausahaan meliputi semua fungsi, aktivitas dan tindakan yang berhubungan dengan perolehan peluang dan penciptaan organisasi usaha. Esensi dari kewirausahaan adalah menciptakan nilai tambah suatu barang atau jasa melalui proses pengkombinasian sumber daya dengan cara-cara baru dan berbeda agar dapat bersaing.

B. Pentingnya Kewirausahaan



Transformasi pengetahuan kewirausahaan telah berkembang secara global pada sepuluh tahun terakhir ini. Demikian pula di Indonesia, mata pelajaran atau mata kuliah kewirausahaan telah diajarkan di beberapa sekolah menengah atas kejuruan dan berbagai perguruan tinggi.

Saat ini pengangguran dan kemiskinan terjadi karena antara jumlah penawaran kerja dan kesempatan kerja di seluruh sektor tidak sebanding dengan jumlah lulusan atau penawaran tenaga kerja baru yang dihasilkan di segala level pendidikan. Solusi efektif untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan membekali dan mengarahkan peserta didik di setiap jenjang pendidikan dengan keterampilan berwirausaha sedini mungkin. Dengan demikian tenaga kerja baru tidak lagi berorientasi untuk menjadi pegawai pencari kerja, tetapi diarahkan

untuk menjadi wirausaha yang mampu menciptakan lapangan kerja bagi orang lain. Menurut Barringer dan Ireland terdapat tiga alasan mengapa perilaku berkewirausahaan memiliki efek positif terhadap kekuatan dan stabilitas ekonomi di suatu negara, yaitu: menyediakan lapangan pekerjaan, inovasi yang dapat membantu individu untuk bekerja secara efektif dan efisien, serta dapat menyediakan kesempatan untuk memasarkan produk ke pasar global.

Keberadaan wirausaha atau orang yang melakukan kegiatan kewirausahaan sangat dibutuhkan di Indonesia untuk memunculkan lapangan kerja agar memajukan perekonomian Indonesia. Menurut Schumpeter, jika suatu negara memiliki banyak *entrepreneur*, pertumbuhan ekonomi di negara tersebut tinggi, sehingga melahirkan



kan pembangunan ekonomi yang tinggi. Sejalan dengan pendapat Kirzner yang mengatakan bahwa kewirausahaan merupakan bagian penting dalam pembangunan. Jika kewirausahaan tinggi, maka kemiskinan akan rendah.

Menurut David McClelland, suatu negara disebut makmur atau maju jika mempunyai jumlah wirausaha (*entrepreneur*) minimal 2% dari jumlah penduduk di negara tersebut. Data memperlihatkan bahwa jumlah *entrepreneur* di Indonesia masih sangat tertinggal dibandingkan negara tetangga seperti Malaysia dan Singapura. Pada saat Malaysia dan Singapura sudah

mencapai persentase jumlah penduduk yang menjadi wirausaha sebesar 5% dan 7%, Indonesia baru berada pada kisaran 0,18%, atau dari 231,83 juta jiwa penduduk Indonesia, baru 4,6 juta saja yang menjadi wirausaha. Angka ini akan terlihat semakin tertinggal jika dibandingkan dengan tingkat yang telah dicapai Cina, Jepang dan Amerika dengan persentase rata-rata sudah di atas 10%. Menurut data terakhir tahun 2012 dari Kementerian Negara Koperasi dan UKM, Indonesia sudah mencapai persentase 1,56%, tetapi angka ini tetap saja belum mencapai angka minimal 2% untuk menjadi sebuah negara maju.

C. Manfaat Kewirausahaan



Menurut Thomas W. Zimmerer manfaat kewirausahaan antara lain:

1. Memberi peluang dan kebebasan untuk mengendalikan nasib sendiri. Memiliki usaha sendiri akan memberikan kebebasan dan peluang bagi wirausaha untuk mencapai tujuan hidupnya.
2. Memberi peluang melakukan perubahan. Wirausaha dapat menemukan cara untuk mengkombinasikan wujud kepedulian mereka terhadap masalah ekonomi dan sosial dengan harapan dapat menjalani kehidupan yang lebih baik.
3. Memberi peluang untuk mencapai potensi diri sepenuhnya. Keberhasilan seorang wirausaha ditentukan oleh kreativitas, antusias, inovasi, dan visi mereka sendiri.
4. Memiliki peluang untuk meraih keuntungan seoptimal mungkin. Seorang wirausaha memiliki peluang lebih besar untuk menjadi jutawan daripada orang yang bekerja untuk orang lain atau menjadi karyawan di perusahaan lain.
5. Memiliki peluang untuk berperan aktif dalam masyarakat untuk melancarkan fungsi sosial serta turut membangun majunya ekonomi nasional.
6. Memiliki peluang untuk melakukan sesuatu yang disukai dan menumbuhkan rasa senang dalam mengerjakannya. Kebanyakan wirausaha yang berhasil memilih masuk dalam dunia bisnis tertentu, sebab mereka tertarik dan menyukai pekerjaan tersebut.

D. Sikap Kewirausahaan



Seorang wirausaha adalah individu yang berorientasi kepada tindakan, dan memiliki motivasi tinggi, yang beresiko dalam mengejar tujuannya. Untuk dapat mencapai tujuan, maka diperlukan sikap dan perilaku yang mendukung pada diri seorang wirausaha. Sikap yang harus dimiliki seorang wirausaha antara lain:

1. Selalu berpikir positif dalam menghadapi segala hal.
2. Berorientasi jauh ke depan dan berpikiran maju.
3. Tidak khawatir dengan keberadaan pesaing. Dengan adanya pesaing, seorang wirausaha justru akan sibuk memperbaiki diri agar lebih baik dari mereka.
4. Penuh semangat dan berjuang keras hingga menimbulkan pengaruh yang baik untuk sekelilingnya.



5. Disiplin, yaitu ketepatan komitmen terhadap tugas dan pekerjaannya. Ketepatan yang dimaksud bersifat menyeluruh, seperti ketepatan waktu, kualitas pekerjaan, dan sistem kerja.
6. Komitmen tinggi. Komitmen adalah kesepakatan mengenai sesuatu hal yang dibuat oleh seseorang, baik terhadap dirinya sendiri maupun orang lain. Dalam melaksanakan kegiatannya, seorang wirausaha harus memiliki komitmen yang jelas, terarah dan bersifat *progressif* (berorientasi pada kemajuan).
7. Jujur dalam segala hal.
8. Kreatif dan inovatif. Untuk memenangkan persaingan, seorang wirausaha harus memiliki kreativitas tinggi dan kemampuan menciptakan inovasi.
9. Mandiri, yaitu dapat melakukan keinginan dengan baik tanpa adanya ketergantungan pihak lain dalam mengambil keputusan/bertindak, dan dalam mencukupi kebutuhan hidup.
10. Realistis, yaitu mampu menggunakan fakta sebagai landasan berpikir yang rasional dalam setiap pengambilan keputusan/ tindakan.

E. Menyusun Proposal Usaha



1. Pengertian Proposal Usaha

Memulai suatu usaha diperlukan perencanaan usaha dalam bentuk dokumen tertulis yang berisi ide dasar dan pertimbangan pendirian usaha atau disebut *proposal usaha*. Proposal usaha merupakan dokumen tertulis yang disiapkan seorang wirausaha yang menggambarkan unsur-unsur relevan, baik secara internal maupun secara eksternal, mengenai perusahaan untuk memulai suatu usaha. Proposal usaha memiliki dua fungsi yaitu menetapkan sasaran dan strategi yang jelas untuk mencapainya dan sebagai dokumen rencana penjualan yang harus diketahui oleh pihak luar.

2. Tujuan dan Manfaat Proposal Usaha

Tujuan dari penyusunan proposal usaha adalah:

- a. Menetapkan pada arah atau tujuan usaha dengan benar.
- b. Untuk mengundang banyak pihak tertentu yang potensial untuk bergabung dan bekerjasama.
- c. Untuk menjamin adanya fokus tujuan dan kerjasama tim dalam perusahaan.

Adapun manfaat penyusunan proposal usaha diantaranya adalah:

- a. Menjadi sebuah gambaran awal, seberapa jauh kemampuan manajerial wirausaha dapat mengelola usahanya.
- b. Sebagai media komunikasi bagi wirausaha untuk memaparkan dan menyakinkan gagasannya kepada pihak lain atau investor secara menyeluruh.
- c. Untuk membandingkan antara prakiraan usaha dengan hasil yang nyata, karena proposal usaha itu mengacu pada tujuan usaha.

3. Kerangka dan Sistematika Penyusunan Proposal Usaha

Kerangka dalam penyusunan proposal usaha diantaranya adalah menetapkan jenis usaha yang diinginkan, menetapkan produk, menentukan aspek pemasaran, menetapkan aspek organisasi dan manajemen perusahaan, menetapkan aspek administrasi, mengetahui aspek keuangannya, dan mempelajari aspek kebijakan pemerintah. Dalam penyusunan proposal usaha harus memuat pokok pikiran perencanaan usaha. Berikut ini sistematika penyusunan proposal usaha secara umum:

I. KATA PENGANTAR

II. DAFTAR ISI



III. ISI

- A. Deskripsi Usaha
- B. Tempat Usaha
- C. Penilaian Terhadap Pasar
- D. Rencana Pemasaran dan Promosi
- E. Organisasi Usaha
- F. Asset/ Modal
- H. Produk dan Stratgi Penetapan Harga
- I. Rencana *Cash Flow* (Arus Uang)

Berikut penjelasan mengenai komponen isi proposal usaha.

a. Deskripsi Usaha

Seorang wirausaha harus mendeskripsikan suatu usaha dengan menyebutkan nama perusahaan terlebih dahulu, mencantumkan latar belakang suatu usaha yang akan dijalankan, menjelaskan secara menyeluruh tentang potensi yang diusulkan serta mencantumkan gambar atau foto produk dan perusahaannya jika memungkinkan.

b. Tempat Usaha

Tempat usaha merupakan faktor penting yang menunjang proses jalannya usaha. Menentukan tempat usaha harus mempertimbangkan hal-hal berikut:

- a. Apakah tempat usaha tersebut mudah di jangkau oleh konsumen atau pasar?
- b. Apakah tempat usaha dekat dengan sumber tenaga kerja?
- c. Apakah tempat usaha dekat dengan akses bahan baku dan air?
- d. Apakah tempat tersebut mendapat dukungan dari pemerintah dan masyarakat setempat?
- e. Apakah tempat usaha tersebut dekat dengan sarana transportasi?

Menentukan tempat usaha, perlu dipertimbangkan aspek efisiensi dan efektivitas. Lokasi perusahaan harus mudah dijangkau dan efisien, baik bagi perusahaan maupun konsumen. Dalam menentukan lokasi atau tempat usaha, terdapat beberapa alternatif yang dapat dipilih yaitu membangun bila ada tempat yang strategis, membeli atau menyewa

bila lebih strategis dan menguntungkan, kerjasama dengan cara bagi hasil bila memungkinkan.

c. Penilaian Terhadap Pasar

Seorang wirausaha pada umumnya menghadapi kesulitan dalam menyiapkan analisis atau penilaian terhadap pasar. Penilaian terhadap pasar perlu direncanakan karena seorang wirausaha dapat mengetahui tujuan yang akan di capai.

Penilaian terhadap pasar diawali dengan pengelompokan pasar misalnya pasar homogen dengan ciri umum, yakni orang yang membutuhkan produk atau jasa yang dirancang dengan cara baru. Penilaian pasar harus disusun berdasarkan keputusan pembelian konsumen, diantaranya memperhatikan harga, kualitas produk, pelayanan, hubungan langsung atau perpaduan dari faktor ini.

d. Rencana Pemasaran dan Promosi

Proposal usaha disusun dengan berbagai perencanaan salah satunya adalah merencanakan pemasaran atau penjualan. Dalam merencanakan suatu kegiatan pemasaran, seorang wirausaha harus dapat merencanakan dan menentukan produk apa yang akan dijual. Ada beberapa langkah dalam merencanakan pemasaran bagi usaha baru yaitu :

- 1) Menentukan kebutuhan dan keinginan konsumen.
- 2) Memilih pasar dan sasaran.
- 3) Menempatkan strategi pemasaran dalam persaingan.
- 4) Memilih strategi pemasaran. Strategi pemasaran adalah paduan dari kinerja wirausaha dengan hasil pengujian dan penelitian pasar sebelumnya dalam mengembangkan keberhasilan strategi pemasaran.

Menjual memerlukan kemampuan komunikasi dan kreativitas. Beberapa karakter seorang penjual adalah pandai berbicara, diplomatis, periang, mempunyai wawasan, bersikap sopan, jujur dan



rendah hati. Ada beberapa cara yang dapat ditempuh untuk memperoleh perhatian pembeli yaitu dengan cara mengadakan kontak dengan calon pembeli, memperkenalkan produk, menciptakan suasana yang menyenangkan dan bersahabat, lalu menyakinkan pembeli agar membeli produk yang dijual.

Promosi adalah kegiatan dalam pemasaran yang bertujuan untuk meningkatkan penjualan produk. Promosi merupakan salah satu sarana untuk mempengaruhi konsumen yang mendorong terjadinya pembelian produk. Jika permintaan produk banyak maka produksi meningkat, sehingga keuntungan perusahaan juga akan meningkat. Keberhasilan promosi tidak selalu dapat diraih dalam waktu yang cepat. Efek dari promosi mungkin baru dapat dirasakan dalam waktu yang lama.

Ada banyak promosi yang dapat dilakukan, yaitu: potongan harga, penjualan kredit, pemberian contoh barang, pameran, undian hadiah, membuat iklan dan reklame, atau menjadi sponsor suatu acara. Agar promosi tepat sasaran, perusahaan dapat menggunakan periklanan melalui media masa, seperti surat kabar, majalah, radio, televisi, bioskop, papan reklame, dan sebagainya.

e. Organisasi Usaha

Langkah utama dalam memulai suatu usaha adalah dengan memperhatikan manajemen usahanya. Fungsi dari manajemen usaha adalah sebagai proses pengkoordinasikan sumber daya yang ada. Aktifitas manajemen difokuskan pada empat bidang tugas yang paling utama yang meliputi perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian. Menyusun tatanan dan skema jabatan merupakan hal penting dalam organisasi usaha agar dapat

diketahui dengan mudah siapa yang memegang jabatan dan siapa yang bertanggungjawab atas hasil akhir produk atau jasa yang dibuatnya.

f. Asset/Modal

Seorang wirausaha harus mempunyai modal usaha dalam memulai sebuah usaha baik modal lancar maupun modal tetap/aktiva tetap. Aktiva tetap atau disebut *asset tetap* merupakan modal suatu perusahaan yang dapat di pergunakan lebih dari satu periode. Asset tetap tetap pada suatu perusahaan dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu :

- 1) Aktiva tetap berwujud (*tangible asset*). Misalnya tanah, gedung, dan mesin-mesin pabrik.
- 2) Aktiva tetap tak berwujud (*intangible asset*). Misalnya hak paten atas suatu merk dagang dan hak cipta.

g. Produk dan Strategi Penetapan Harga

Merencanakan suatu produk harus memperhatikan beberapa aspek baik dari segi kualitas, bentuk, dan desain produk itu sendiri. Harga berpengaruh terhadap posisi kompetitif perusahaan dan pangsa pasarnya. Harga juga menentukan pendapatan perusahaan dan laba bersih sehingga dalam menetapkan harga jual produk harus diperhitungkan agar terhindar dari kerugian.

Harga penjualan adalah biaya ditambah dengan laba yang diharapkan perusahaan. Oleh karena itu setiap produk yang akan dijual, perlu terlebih dahulu ditetapkan harga pokok dengan memperhatikan unsur-unsur pembiayaan dan laba yang diharapkan, yaitu :

- 1) Perkiraan keuntungan, yaitu besarnya laba yang diharapkan dari hasil penjualan barang dagangannya.
- 2) Harga perolehan barang, meliputi: harga beli dan biaya angkut.



- 3) Biaya pemeliharaan barang, merupakan seluruh biaya yang dikeluarkan selama barang yang bersangkutan ada di gudang.
- 4) Biaya upah tenaga kerja, merupakan biaya yang dikeluarkan selama tenaga kerja ada dalam proses produksi.
- 5) Biaya lain-lain, yaitu berkaitan dengan barang yang diperdagangkan, seperti biaya pengemasan, biaya promosi, risiko susut, biaya pengiriman barang.

h. Rencana *Cashflow* (Arus Uang)

Arus uang tunai atau biasa disebut dengan *cashflow* merupakan bagian penting dalam suatu perencanaan usaha. Perencanaan arus uang dapat dibuat berupa kolom-kolom dan semua kolom dapat diisi dengan perkiraan angka-angka perkiraan kas. Dengan adanya kas tertulis maka seorang wirausaha dapat memperkirakan uang yang diterima dan uang yang dikeluarkan.

F. Profil Bisnis Wirausaha Bidang Produksi Daur Ulang Limbah



Profil I: Wirausaha Bidang Kerajinan

Watty Craft: "Suket Godhong Dadi Rewang"

Dengan Sentuhan Kreatifitas, Sampahpun Bisa 'Disulap' Menjadi Uang



Nama Usaha	: Watty Craft
Pemilik Usaha	: Ibu Rohmawati
Alamat	: Siten Sumber Mulyo Bambanglipuro Bantul Yogyakarta

Berawal dari pengalaman bekerja yakni menjadi karyawan di salah satu perusahaan *handy craft* di Bantul pada tahun 2003, Ibu Rohmawati atau akrab dipanggil Bu Wati memperoleh banyak pengalaman di bidang ini. Lulusan LPK San Bastian Jurusan Administrasi Perkantoran ini rela digaji Rp6000 per hari demi memperoleh pengalaman kerja. Selama satu bulan menjalani pekerjaannya, beliau telah memperoleh pengalaman di bidang produksi dan pemasaran. Bu Wati sempat bekerja di tempat lain sebelum akhirnya memutuskan untuk menikah pada tahun 2004. Dari pernikahannya inilah awal mula usaha "Watty Craft" secara 'tidak sengaja' mulai dibangun.

Bermaksud menekan biaya pernikahannya, Bu Wati mencoba membuat

sendiri souvenir pernikahannya. Pada waktu itu beliau membuat gantungan kunci boneka berbahan dasar kain perca. Tanpa diduga, ada teman yang tertarik untuk dibuatkan souvenir serupa. Karena produk souvenir yang dibuat jumlahnya sedikit berlebih, Bu Wati punya ide untuk menitipkan produknya di salah satu *gallery* di Kasongan yang merupakan salah satu daerah sentra kerajinan di Bantul. *Bak gayung bersambut*, produk yang dititipkan tersebut ternyata *laris manis* dan banyak diminati. Seiring berjalannya waktu, pesananpun mengalir. Akhirnya Bu Wati memutuskan untuk menekuni usahanya, hingga saat ini.

Puluhan jenis souvenir hasil kreasi dan inovasi Watty Craft kini telah terpajang di beberapa pusat kerajinan di Yogyakarta.



Watty Craft juga telah membuka kios di Pasar Seni Gabusan di Bantul. Beberapa jenis produk Watty Craft antara lain: bros, tempelan kulkas, pensil bunga klobot jagung, gantungan kunci batok, dan pensil boneka kain. Harga yang ditawarkan untuk tiap jenis souvenir ini rata-rata sebesar Rp1000,00. Berikut gambar beberapa produk Watty Souvenir beserta alat, bahan, dan cara pembuatannya.

1. Bros, Gantungan Kunci, dan Pensil Bunga Klobot Jagung

Alat: panci dan pengaduk untuk mewarnai, karung plastik untuk menjemur, alat pembakar lem dan gunting.

Bahan: klobot/kulit jagung yang sudah kering, pewarna basis, benang, tali agel, lem bakar, dan peniti bros/magnet/pensil kayu; plastik kaca.

Cara pembuatan:

- Klobot jagung diwarnai dengan cara direbus bersama pewarna basis (warna: merah, pink, orange, kuning, dan ungu), masing-masing menggunakan wadah terpisah hingga warna meresap, kemudian dijemur hingga kering.
- Klobot dipotong dan dibentuk hingga menyerupai kelopak bunga, kemudian disusun dan ditambahkan putik (bahan putik: klobot tanpa diwarnai) hingga menyerupai satu bunga utuh dengan cara diikat menggunakan benang.
- Pada bagian bawah (dasar bunga) ditempelkan peniti bros (untuk bros)/magnet (untuk tempelan kulkas)/pensil kayu (untuk pensil), menggunakan lem bakar. Untuk produk pensil, pada bagian bawah (sambungan antara pensil dan bunga) dililitkan tali agel hingga menyerupai kelopak.
- Setelah lem kering, produk dibungkus dengan plastik kaca (Gambar 3.1).



Sumber: Dokumen penulis.

Gambar 3.1. Produk berbahan dasar klobot jagung.

2. Gantungan Kunci Batok

Alat: alat pembakar lem, tang, kuas.

Bahan: batok kelapa yang sudah dibentuk bulatan dan bentuk sandal; biji-biji kering, terdiri dari: biji rotan, biji sawo, biji saga, biji lamtoro, dll; mata dakocan; tali agel; lem bakar; dan cat pernis, plastik kaca.

Cara Pembuatan:

- Biji-biji kering disusun menyerupai binatang diatas penampang batok kelapa dengan cara ditempelkan menggunakan lem bakar. Pada bagian kepala dipasangkan mata dakocan. Untuk gantungan kunci batok berbentuk sandal, dipasangkan tali agel pada permukaan atas hingga menyerupai bentuk sandal.
- Pada lubang batok di bagian atas, dipasangkan gantungan dengan menggunakan tang untuk membuka dan menutup lubang pada gantungan.
- Permukaan batok dan biji dioles cat pernis, lalu dijemur hingga kering.
- Gantungan kunci batok siap dipacking dengan plastik kaca (Gambar 3.2).



Sumber: Dokumen penulis.

Gambar 3.2. Produk berbahan dasar batok kelapa.



3. Pensil Boneka Kain

Alat: mesin bor, alat pembakar lem, pulpen warna merah.

Bahan: kain perca, biji nyamplung yang sudah dibersihkan kulit luarnya dan dicuci menggunakan HCl, tali agel, benang kenur, mata dakocan, renda, pensil kayu, lem bakar, lem G, dan plastik kaca.

Cara Pembuatan:

- Biji nyamplung dilubangi pada bagian bawahnya dengan mesin bor.
- Biji nyamplung dan pensil kayu disambungkan pada bagian biji yang dilubangi dan direkatkan menggunakan lem G.
- Tali kenur dililitkan di bagian atas biji hingga menyerupai bentuk topi dengan menggunakan lem bakar.
- Pada bagian muka biji nyamplung dipasangkan mata dakocan dan digambarkan bentuk bibir menggunakan pulpen warna merah. Jadilah kepala boneka yang tertancap pada pensil layaknya tubuh yang menopang.
- Pada bagian bawah kepala boneka, dipasangkan kain perca berbentuk setengah lingkaran yang dilingkarkan pada batang pensil hingga menyerupai gaun boneka, dan direkatkan menggunakan lem bakar. Pada bagian ujung rok dihiasi renda agar terlihat lebih menarik.
- Pada bagian sambungan antara gaun dan kepala, ditutup dengan lilitan tali agel dan disimpulkan pada bagian depan. Kedua ujung tali disisakan masing-masing 2 cm, lalu ujungnya disimpulkan.



Sumber: Dokumen penulis.
Gambar 3.4. Bu Wati dan dua orang karyawannya di ruang produksi.

- Pensil boneka kain dibungkus menggunakan plastik kaca (Gambar 3.3).



Sumber: Dokumen penulis.
Gambar 3.3. Produk berbahan dasar kain perca.

Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk produksi sebagian besar merupakan barang-barang sisa atau disebut sebagai limbah misalnya kain perca, klobot jagung, dan batok kelapa. Sebagian lainnya adalah barang-barang yang sebelumnya kurang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar seperti biji nyamplung, biji saga dan biji sawo. Seperti Pepatah Jawa yang berbunyi “*suket godhong dadi rewang*” atau dalam Bahasa Indonesia artinya rumput dan daun bisa menjadi teman yang membantunya, seperti ini juga usaha Watty Craft berjalan. Memanfaatkan barang-barang yang dianggap sampah, diolah dengan kreativitas hingga dihasilkan produk yang memiliki nilai jual.

Dari modal awal yang digunakan Bu Wati sebesar Rp 200.000,00, kini telah berkembang menjadi puluhan juta rupiah. Dibantu dua orang karyawan tetap dan lima orang karyawan tidak tetap, kini usaha Watty Craft ini memiliki omzet hingga mencapai Rp5.000.000,00 (lima juta rupiah) per bulan dengan laba bersih sekitar 20 %.

Tantangan dalam menjalani usaha ini adalah ketika mendapat *order* dalam jumlah



banyak dalam waktu yang singkat. Kiat sukses menghadapi berbagai tantangan yang ada adalah keyakinan dan keberanian menanggung resiko serta dibarengi dengan usaha maksimal. Bu Wati mengakui bahwa ketika beliau dapat mempekerjakan orang lain dalam usahanya ini, selalu ada kebahagiaan tersendiri.

“Dapat menciptakan pekerjaan bagi diri sendiri terlebih dapat dibagi dengan orang lain ternyata lebih menyenangkan daripada kita mencari pekerjaan. Jadi kita juga tidak tergantung pada orang lain,” ungkap Bu Wati.

Pesan Ibu Rohmawati kepada generasi muda adalah “*tangan di atas lebih baik daripada tangan di bawah*”. Dalam hal

ini, tangan di atas berarti orang yang dapat memberikan lapangan pekerjaan kepada orang lain, sedangkan tangan di bawah berarti orang yang meminta atau mencari pekerjaan. Bercita-citalah untuk dapat memberi manfaat kepada orang lain, karena sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi orang lain, tentunya dalam kebaikan. Satu hal penting yang perlu diingat ketika kita telah memiliki kedudukan tertinggi dalam suatu perusahaan alias menjadi bos, maka minimalkanlah kesenjangan antara bos dan pegawai. Hal ini akan menjauhkan diri dari kesombongan, karena kesombongan adalah dekat pada kehancuran.

(Sumber: wawancara langsung dengan Ibu Rohmawati_pemilik usaha Watty Craft).

Refleksi: Seorang wirausaha harus berani menanggung resiko. Seorang wirausaha juga dituntut untuk berpikir dan berkerja kreatif agar dapat menghalau sejauh-jauhnya resiko kerugian hingga yang didapat adalah keuntungan yang setara dengan kerja keras yang telah dilakukan. Keuntungan terbesar bagi seorang wirausaha adalah ketika ia melalui usahanya dapat berdayaguna bagi lingkungannya.

Profil II: Wirausaha Bidang Pupuk Organik

Kommet Media Tanam: “Menyuburkan Usaha dengan Ketelatenan, Kejujuran dan Kepedulian Terhadap Sesama”



Nama Usaha	: Kommet Media Tanam
Pemilik Usaha	: Bapak & Ibu Purwoko
Alamat	: Karanganom Gilangharjo Pandak Bantul Yogyakarta

Kegagalan seharusnya tak membuat seorang wirausaha menjadi jera dalam menjalankan usahanya, karena kegagalan itu bisa jadi adalah sebuah tantangan. Seperti yang dialami Bapak Purwoko, seorang wirausaha asal Bantul yang pernah gagal dalam menjalankan usaha bibit tana-

man buah. Kini beliau dan keluarga telah menikmati hasil kerja keras setelah berani bangkit dari kegagalan.

Berbekal pengalaman kerja di bidang pertanian sejak lulus SMA, usaha yang diminati Pak Purwoko juga tak jauh dari bidang pertanian, yakni agribisnis. Setelah



usaha bibit tanamannya tidak membuahkan hasil seperti yang diharapkan, beliau mencoba melihat peluang pasar yang lain.

Kegemaran Pak Purwoko mengunjungi pameran dan pasar tanaman hias, ternyata dapat menjadi jalan beliau menemukan peluang bisnis yang pada waktu itu masih terbuka lebar. Usaha baru yang beliau lirik pada tahun 2003 dan hingga saat ini masih menjadi sumber mata pencaharian keluarga adalah bisnis media tanam dan pupuk organik. Produknya kini beliau *branding* dengan nama “Kommet”.

Bahan yang digunakan untuk membuat produk media tanam Kommet

cukup mudah ditemukan di lingkungan pedesaan. Namun karena bahan yang dibutuhkan dalam jumlah banyak, maka bahan-bahan juga diperoleh dari luar kota. Bahan yang digunakan terdiri dari (Gambar 3.5): sekam bakar, kokopit yang diambil dari kulit kelapa (didapat dari limbah pabrik serat kelapa di Kulon Progo), pupuk kandang (kotoran sapi yang sudah difermentasi minimal 6 bulan), kompos (yang digunakan adalah kompos kulit kopi yang didapat dari Temanggung), dan tanah atau pasir. Cara pembuatannya pun relatif mudah. Tinggal mencampurkan semua bahan kemudian di-*packing*.



Sumber: Dokumen penulis.

Gambar 3.5 Proses produksi media tanam: (a) pemisahan kokopit dari serat kelapa dengan mesin diesel ayakan, (b) kokopit siap pakai, (c) kompos dari kulit kopi, (d) pengayakan pupuk kandang/ kotoran sapi yang telah *terfermentasi*, (e) pencampuran seluruh bahan termasuk sekam bakar (untuk media tanam *outdoor* ditambah tanah/ pasir) dan (f) media tanam dalam kemasan, siap untuk dijual.



Sumber: Dokumen penulis.

Gambar 3.6. Jenis Produk: (a) Kommet, (b) Metan-SP, dan (c) Subur Prima



Kommet (Gambar 3.6 a) merupakan media tanam untuk tanaman *outdoor*. Kini Pak Purwoko juga mengembangkan produk media tanam untuk tanaman *indoor* dengan brand “Metan-SP”. (Gambar 3.6 b) Bahan untuk pembuatan Metan-SP ini sama dengan bahan pembuatan Kommet, hanya saja tidak memakai tanah atau pasir. Selain itu beliau juga mengemas pupuk kandang murni dari kotoran kambing yang sudah ter-fermentasi secara alami yang di-branding dengan nama “Subur Prima” (Gambar 3.6 c). Setiap bungkus produk media tanam dan pupuk organik ini rata-rata dijual dengan harga Rp10.000,00. Dibantu 8 orang karyawan yakni tetangga beliau sendiri, Bapak Purwoko mampu menghasilkan produk 3000 bungkus per bulan.



Sumber: Dokumen penulis.

Gambar 3.7. Tempat kerja dan gudang.



Sumber: Dokumen penulis.

Gambar 3.8. Stock produk media tanam dan pupuk yang siap didistribusikan.

Promosi produk dilakukan melalui ikut serta dalam pameran-pameran tanaman di Yogyakarta. Dari tahun ke tahun semakin banyak peminat produk ini.

Saat ini beliau telah melayani pesanan rutin dari distributor di pasar-pasar tanaman di Yogyakarta seperti di Pasti (Pasar Satwa dan Tanaman Hias), Gembira Loka, dan Kaliurang. Selain di dalam kota, pemasaran juga sudah sampai ke luar provinsi. Bahkan baru-baru ini beliau mendapat pesanan sebanyak 12.000 bungkus untuk dikirim di Jepang.

“Bisnis ini bisa dibilang tanpa modal atau cuma modal *dengkul* karena dulu bahan-bahannya tinggal mengambil di kandang dan di kebun”, ingat Pak Purwoko sambil tersenyum. “Waktu itu kami juga cuma naik sepeda ontel, jadi tidak butuh biaya lain-lain”, tambah Ibu Purwoko atau akrab dipanggil Bu Yati.

Seperti yang diungkapkan beliau, usaha dengan modal 0% ini dalam waktu hampir 10 tahun telah menghasilkan omzet Rp30.000.000,00 (tiga puluh juta rupiah) per bulan. Dengan laba bersih sekitar 20%, maka tak heran jika alat transportasi untuk distribusi barang yang awalnya memakai sepeda ontel kini telah beralih ke mobil *pick up* (Gambar 3.9).



Sumber: Dokumen penulis.

Gambar 3.9. Mobil *pick up* untuk distribusi produk.

Ketika ditanya mengenai pesan untuk wirausaha yang sedang memulai usaha, Pak Purwoko memberikan kiat bahwa hendaknya seorang wirausaha harus jeli membaca pasar, dan ketika sudah sukses harus tetap menjaga kejujuran dalam menjalankan usaha.

Sepuluh tahun memang bukan waktu yang singkat untuk seorang wirausaha membesarkan usahanya. Namun dengan



ketelatenan, kerja keras disertai doa dan juga kejujuran dalam usaha, terbukti telah dapat menyuburkan usaha media tanam dan pupuk organik milik Bapak Purwoko ini. Tak lupa, beliau juga menyadari bahwa

pada sebagian harta yang dimilikinya, ada hak orang lain di sana. Nampaknya zakat, infaq, dan shodaqoh serta kepedulian terhadap lingkungan juga menjadi salah satu kunci sukses penting dalam usahanya.

(Sumber: wawancara langsung dengan Bapak & Ibu Purwoko_pemilik usaha Kommet Media Tanam dan Pupuk Organik)

Refleksi: Kejujuran adalah modal utama bagi seorang wirausaha. Kerja keras adalah investasi masa depan, dan shodaqoh serta kepedulian terhadap sesama merupakan kunci kesuksesan.

Profil III: Wirausaha Bidang Bahan Bakar Briket Arang

Serda Ujang Sholikhin, "Jenderal Sampah" yang tak Henti Berinovasi



Bp. Ujang Sholikhin
Perintis Asosiasi Pengrajin Arang Briket
Ciamis (Apabric)
Jl. Ciamis-Banjar Nomor Km 7 (CMS) No 341
Desa/Kecamatan Cijeungjing Ciamis Jawa
Barat.

Sejatinya di lingkungan Korem 062/Tarumanegara belum ada tentara yang berpangkat jenderal. Pangkat tertinggi di sana adalah kolonel, yang disematkan kepada perwira dengan jabatan komandan korem (danrem). Meski demikian, ada seorang prajurit TNI AD di satuan tersebut yang kerap dipanggil "jenderal." Namanya Ujang Solikhin.

Memang, panggilan "jenderal" kepada Bapak Ujang Solikhin bukan dalam konteks keprajuritan karena pangkat Pak Ujang sebenarnya masih sersan dua (serda). Panggilan "jenderal" lebih sebagai bentuk penghargaan orang atas prestasi dan jerih payah yang telah dilakukan Pak Ujang di luar urusan ketentaraan, yakni di bidang lingkungan.

Ya, dalam kapasitasnya sebagai prajurit infanteri aktif, Pak Ujang tergolong

giat dalam bidang lingkungan, khususnya dalam soal inovasi mencari dan mengembangkan sumber-sumber energi alternatif dan terbarukan. Setelah melalui serangkaian uji coba dan pengembangan selama bertahun-tahun, Pak Ujang sukses memanfaatkan sampah organik menjadi sumber energi alternatif berupa briket arang. Hasil inovasinya berupa briket arang bukan saja telah membantu banyak orang dalam memenuhi kebutuhan energi yang murah dan ramah lingkungan, tetapi juga bisa dijadikan sumber penghasilan masyarakat. Proyek pembuatan briket arang yang "dikomandani" Pak Ujang telah berubah menjadi unit usaha kecil melibatkan ribuan orang dengan pola *home industry* di beberapa kecamatan di Kabupaten Ciamis. Dari sanalah pria kelahiran Ciamis 15 Juni 1968 itu



mendapat julukan “jenderal”, “Jenderal Briket Arang,” atau “Jenderal Sampah.” Namanya kian populer, tak hanya di Kab. Ciamis, tetapi juga di Jawa Barat, dan tanah air. Apalagi, pada 8 Juni 2010 lalu, ia mendapat anugerah Kalpataru dari Presiden RI untuk kategori Perintis Lingkungan 2010 (Gambar 3.10).

“Terserah orang mau memanggil saya dengan sebutan apa. Mau Jenderal Briket Arang atau Jenderal Sampah, tidak masalah. Yang paling penting bagi saya bukanlah sebutan, tapi karya. Kalau karya saya bermanfaat bagi banyak orang, saya sangat senang,” kata Pak Ujang merendah.

Bisa jadi, Pak Ujang Solikhin adalah sosok unik dan langka. Amat jarang pekerja lingkungan yang berlatar belakang tentara. Lewat berbagai inovasinya, Pak Ujang pun seolah ingin membalikkan paradigma lama yang keliru di masyarakat seputar pengembangan energi alternatif dan terbarukan.

Selama ini ada kecenderungan, masyarakat memahami upaya mencari dan mengembangkan energi alternatif sebagai kegiatan yang sulit dan mahal. Selain itu, tugas mencari dan mengembangkan energi alternatif, hanyalah milik pakar dan pegiat lingkungan. Akibatnya, upaya pencarian energi alternatif cenderung jalan di tempat. Sebatas ramai di ruang diskusi dan seminar, tetapi nol implementasi.

Pak Ujang membuktikan, mencari dan mengembangkan energi alternatif, tidaklah sesulit yang dibayangkan. Alasannya, sumber-sumber energi tersedia begitu melimpah ruah di tanah air.

“Mestinya rakyat kita tidak kesulitan memenuhi kebutuhan energinya. Negara kita sangat kaya akan sumber-sumber energi. Masalahnya adalah ada tidak kemauan kita untuk memanfaatkan sumber-sumber energi itu,” kata Pak Ujang.

Keterlibatan Pak Ujang dalam pembuatan briket arang berawal dari keprihatinannya terhadap fenomena tingginya ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar minyak (BBM) dalam memenuhi kebutuhan energinya. Padahal, harga BBM dipastikan tiap tahun naik dan akan sangat memberatkan masyarakat, khususnya warga miskin. Sementara itu, pada saat yang sama, Pak Ujang juga prihatin dengan tumpukan sampah organik yang di-



Sumber: ciamismanis.com

Gambar 3.10 Serda Ujang Solikhin menerima penghargaan dari Presiden.

biarkan begitu saja.

“Yang menjadi pikiran saya waktu itu, tidak hanya mencari sumber bahan bakar alternatif yang murah dan terjangkau, tetapi bagaimana menghasilkan sumber bahan bakar dari materi yang terbuang, yakni sampah,” kata Pak Ujang menjelaskan latar belakang keterlibatannya dalam menghasilkan briket arang.

Menurut Pak Ujang, ide pembuatan briket arang berbahan baku sampah organik didasari oleh pengamatannya terhadap mekanisme pembakaran kayu. Hal itu berawal pada 1999, saat di bertugas di daerah Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya. “Saya tiba di sana sore hari dan kebetulan melihat ada orang membakar hutan. Ternyata pagi harinya, dari kayu-kayu yang terbakar itu, sebagian sudah menjadi abu, sebagian lagi masih menyala.” kata Pak Ujang.



Dari hasil pengamatannya, Pak Ujang pun berkesimpulan, pada jenis kayu yang rapuh, proses pembakaran berlangsung cepat. Apalagi pada proses pembakaran terbuka di mana unsur oksigen (O_2) terlalu banyak, sisa pembakaran bukan menghasilkan arang, melainkan abu. Pada pembakaran terbuka, unsur karbon (C) tidak terikat.



Sumber: *ciamismanis.com*

Gambar 3.11 Limbah serabut tapas (awul) di Desa Bojong Mengger, Ciamis.

Mekanisme itulah yang memberi Pak Ujang keyakinan, dengan teknik pembakaran terkendali, dengan oksigen (O_2) dibatasi, kayu atau materi yang dibakar tidak akan langsung luruh menjadi abu. Pembakaran akan menghasilkan kristal arang hitam dengan unsur karbon (C) tinggi. Kristal arang hitam pekat inilah yang kemudian lebih dipadatkan lagi dalam bentuk briket sehingga bisa menghasilkan bara api yang lebih kuat dan tahan lama.

“Setelah diuji dan dianalisis, ternyata bisa. Bahkan, bukan hanya kayu, seluruh sampah organik seperti kulit rambutan, sabut (Gambar 3.11) dan batok kelapa, daun-daunan, serbuk gergaji, hingga enceng gondok bisa dijadikan bahan baku briket arang. Bahan paling bagus adalah batok kelapa,” kata lulusan Jurusan Listrik STM Dr. Soetomo Cilacap ini.

Usaha briket arang ini mulai dirintis Pak Ujang sejak bulan Juli 2005 lalu, hanya beberapa hari setelah masyarakat Indonesia diguncang kebijakan kenaikan bahan bakar minyak (BBM) pada bulan April 2005. Saat itu harga minyak tanah

melambung dari Rp900/liter menjadi Rp2.235/liter.

Pak Ujang berpendapat, ada banyak keuntungan menggunakan briket arang. Di samping kalorinya sangat tinggi yakni mencapai 6.000–7.000 kalori, briket arang juga punya kerapatan yang sama, pemakaian relatif lama, dan tak mengandung zat berbahaya sehingga aman sebagai bahan bakar rumah tangga dan industri.

“Dibandingkan batu bara, briket arang bisa lebih cepat menyala. Sementara mengenai ukuran dan bentuk, bisa disesuaikan dengan kebutuhan,” katanya, sambil menunjukkan produk briketnya (Gambar 3.12).

Penggunaan briket arang berbahan baku sampah organik ini dinilai sangat ekonomis. Bahan bakunya sangat berlimpah, yakni sampah organik yang bertumpuk dengan volume yang terus bertambah. Nilai konversinya mencapai sepuluh persen. Artinya, dari bahan 10-15 kg sampah organik bisa dihasilkan sekitar 1-1,5 kg briket arang, bergantung jenis sampah. Makin tinggi kadar air sampah, makin rendah nilai konversinya menjadi briket arang.

Sementara dari sisi harga, juga relatif lebih kompetitif daripada bahan bakar minyak.

Waktu itu (2006), harga briket arang buatan Pak Ujang berkisar Rp 1.900-2.000 per kilogramnya. Nilai efisiensi 1 kg briket arang setara dengan 1,5 liter minyak tanah. Dengan asumsi 1 liter minyak tanah bisa digunakan untuk memasak selama dua jam, sedangkan 1 kg briket arang bisa tahan selama 4-6 jam. Kalori yang dihasilkan juga cukup tinggi.



Sumber: *ciamismanis.com*

Gambar 3.12 Bapak Ujang, memperlihatkan produknya.



“Sebenarnya harga bisa ditekan lebih rendah lagi, jika produksinya bisa masal,” kata Pak Ujang yang dengan bendera Asosiasi Pengrajin Arang Briket Ciamis (Apabric) memberdayakan para pemuda di sejumlah Kecamatan Ciamis berkreasi menciptakan lapangan kerja sendiri (Gambar 3.13).

Agar bisa memanfaatkan briket arang, dibutuhkan kompor khusus yang desainnya hampir sama dengan

kompor briket batu bara. Seperti halnya kompor minyak tanah, tinggi rendahnya panas bisa diatur dengan menaikturunkan wadah briket. Pada bagian bawah kompor, disediakan penampung abu sisa pembakaran briket. “Sisa abu pembakaran briket bisa digunakan untuk keperluan lain, seperti mencuci piring di dapur, kompos, membuat telur asin, atau keperluan lain,” kata Pak Ujang.

Kini, ribuan orang di Kabupaten Ciamis, Tasikmalaya, dan Kota Banjar terlibat dalam proyek briket arang hasil inovasi Pak Ujang. Mereka terbagi dalam kelompok-kelompok perajin briket arang, anglo, tungku, peti, hingga kemasan briket yang siap dijual kepada masyarakat. Investor asal Jepang tertarik membangun pabrik briket arang dalam skala besar.

Pak Ujang pun makin sibuk berbagi ilmu hingga ke luar daerah, bukan hanya di Jawa Barat, tetapi juga hingga Bali dan Lampung. Juara Terbaik Indonesia Creative Idol 2008 kategori ilmu terapan yang diselenggarakan oleh PT Cam Solution ini punya misi, ingin lebih memperluas penerapan teknologi pembuatan briket arang dari sampah ke seluruh penjuru tanah air.

“Saya ingin mendidik masyarakat mencintai sampah dengan memanfaatkannya menjadi sumber energi,” kata ayah tiga anak ini.



Sumber: ciamismanis.com

Gambar 3.13 Seorang pekerja sedang menjemur briket.

Bagi pekerja lingkungan, bisa jadi Kalpataru merupakan anugerah tertinggi di negeri ini. Namun, bagi Pak Ujang, Kalpataru hanya merupakan sebatas simbol pengakuan dan penghargaan atas upaya yang selama ini telah dilakukannya.

“Saya berterima kasih dan bersyukur telah diberi Kalpataru. Tetapi, saya tak akan berhenti hanya karena itu (mendapat Kalpataru). Masih banyak pekerjaan yang harus saya selesaikan dalam soal pencarian energi alternatif,” katanya.

Pak Ujang mengaku, saat ini ia tengah merancang dua proyek pengembangan energi listrik untuk masyarakat miskin yang belum terjangkau oleh jaringan PLN. Yang pertama adalah pengembangan pembangkit listrik tenaga gravitasi (PLTGav), yang khusus untuk masyarakat pedalaman. Berbeda dengan mikrohidro yang memanfaatkan air terjun, PLTGav memanfaatkan arus air. Sementara itu, yang kedua adalah pengembangan pembangkit listrik tenaga angin, yang khusus ditujukan untuk masyarakat lepas pantai yang belum terjangkau jaringan PLN. “Dalam waktu dekat, saya akan uji coba pembangkit listrik tenaga angin di Pantai Pangandaran. Kebetulan sudah ada pegiat lingkungan yang mendukung,” kata Pak Ujang.

Selain dua proyek tersebut, Pak Ujang juga *bakal* merekonstruksi instalasi pembangkit listrik mikrohidro di Curug Panganten, Kepel, Kec. Cisaga, Kab. Ciamis.



Instalasi tersebut pernah digunakan Pak Ujang bersama ayahnya untuk menghasilkan listrik mandiri bagi rakyat pada tahun 1985. "Kapasitasnya lumayan besar, sekitar 200.000 watt. Bupati siap membantu

pendanaan pembangunan kembali instalasi tersebut. Ini semua biar rakyat lebih mandiri dalam penyediaan tenaga listrik," tutur Pak Ujang.

(Sumber: disarikan dari Pikiran Rakyat, 30 September 2010, <http://bataviase.co.id/>)

Refleksi:

- ❖ *Seorang wirausaha tidak selalu berorientasi pada keuntungan finansial. Jiwa kewirausahaan yang dimilikinya menuntut untuk merespon segala perubahan di sekitarnya dan membuat langkah nyata ke arah perubahan yang lebih baik. Itulah yang akan dituju oleh seorang wirausaha sejati. Ya, perubahan ke arah yang lebih baik, bagi semua.*
- ❖ *Seperti keadaan lingkungan yang tak pernah statis, suatu usaha juga akan mengalami pasang surut. Dan ide kreatif yang inovatif dapat melestarikan suatu usaha agar tetap berada pada puncak kejayaan.*

G. Penutup



Kehadiran orang-orang yang peduli terhadap lingkungan saat ini sangat dibutuhkan dunia. Bagaimana tidak? Saat ini berbagai bencana tengah melanda masyarakat global hingga mempengaruhi atau merusak ekosistem seperti meningkatnya suhu bumi, terjadinya perubahan iklim, banjir yang terjadi di berbagai tempat sementara di tempat lain terjadi kekeringan, dan berbagai bencana lainnya. Berbagai penelitian membuktikan bahwa terjadinya bencana-bencana tersebut dipicu oleh adanya aktivitas industri sebagai konsekuensi dari kemajuan teknologi yang memicu eksploitasi sumber daya alam, pencemaran oleh limbah industri, serta pencemaran limbah dari penggunaan produk yang dihasilkan industri oleh rumah tangga.

Di sisi lain, industri yang merupakan wujud dari kewirausahaan adalah sebuah kebutuhan bagi masyarakat yakni sebagai penyuplai produk-produk yang dibutuhkan dan dapat menyerap tenaga kerja sehingga turut mendukung kesejahteraan manusia. Jadi, semakin banyak industri, perekonomian suatu negara akan semakin maju. Disinilah peran lebih yang dapat dilakukan oleh seorang wirausaha. Wirausaha yang peduli terhadap lingkungan akan selalu berusaha agar aktivitas dari usahanya tidak meninggalkan dampak buruk bagi lingkungan, baik saat ini maupun di masa mendatang.

Melalui modul ini kita telah belajar mengenai ekosistem dan lingkungan, tindakan-tindakan yang dapat merusak lingkungan, serta bagaimana cara menjaga lingkungan agar tetap lestari atau minimal tidak memperburuk keadaan lingkungan yang sudah terlanjur rusak ini. Selain itu kita juga sudah belajar mengenai kewirausahaan yang mengarah pada usaha pelestarian lingkungan. Berbagai usaha yang disampaikan melalui modul ini seperti usaha di bidang ekowisata, daur ulang limbah, dan usaha pembudidayaan tanaman dapat kalian coba terapkan di sela-sela waktu yang kalian miliki. Kegiatan positif ini akan melatih kalian untuk dapat hidup mandiri kelak setelah kalian lulus dari bangku SMA atau kuliah, sehingga tidak harus *wira-wiri* mencari kerja, bahkan dapat memberi lapangan pekerjaan bagi orang lain. Bukan tidak mungkin, kalian juga dapat memperoleh uang saku tambahan dari hasil jerih payah kalian sendiri melalui usaha ini. Bagaimana, menarik bukan? Mulailah dari sekarang! Siapkan diri kalian menjadi wirausaha yang peduli terhadap lingkungan!



GLOSARIUM

- Abiotik** Komponen tak hidup.
- Amonifikasi** Proses perubahan nitrogen menjadi ammonia.
- Atmosfer** Lapisan udara yang menyelubungi bumi sampai ketinggian 300 km.
- Autotrof** Organisme yang dapat membuat senyawa organik dari senyawa anorganik.
- BOD** *Biochemical Oxygen Demand*, yaitu jumlah oksigen terlarut dalam air yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik.
- Biogas** Gas hasil fermentasi zat organik oleh bakteri anaerob dan dapat dipergunakan sebagai bahan bakar.
- Bioma** Ekosistem darat dalam skala luas yang memiliki struktur vegetasi dominan.
- Biomassa** Berat kering tubuh organisme.
- Biosfer** Interaksi seluruh ekosistem di dunia.
- Biotik** Komponen makhluk hidup.
- CFC** *Chloroflourocarbon* yaitu zat yang digunakan sebagai bahan pengembang busa, pendingin dan penyemprot yang dapat merusak lapisan ozon bila sampai ke lapisan stratosfer
- COD** *Chemical Oxygen Demand*, yaitu kadar oksigen terlarut dalam air yang digunakan mikroorganisme untuk aktivitas kimiawi.
- Daur biogeokimia** Daur ulang unsur-unsur kimia yang melibatkan organisme dan batuan.
- Daur ulang** Mengolah limbah organik dan atau anorganik menjadi benda-benda yang bermanfaat.
- Daya dukung lingkungan** Kemampuan lingkungan mendukung kehidupan berbagai makhluk hidup.
- Daya lenting lingkungan** Kemampuan lingkungan untuk pulih kembali ke keadaan seimbang bila mengalami gangguan.
- DDT** *Diklorodifeniltrikloroetana*, merupakan jenis insektisida.
- Dekomposer** Organisme pengurai sisa organisme.
- Detritivor** Organisme pemakan detritus.
- Detritus** Partikel organik hasil penguraian organisme mati.
- DO** Kadar oksigen terlarut dalam air.
- Efek rumah kaca** Peningkatan suhu akibat adanya peningkatan kadar CO₂ di atmosfer.
- Ekosistem** Interaksi antarkomponen biotik dan antara komponen biotik dengan komponen abiotik dalam satu kesatuan tempat hidup.
- Etika Lingkungan** Hubungan benar atau salah yang berkaitan dengan lingkungan.
- Eutrofikasi** Penimbunan mineral yang memperhebat pertumbuhan suatu tanaman, misalnya alga.
- Fotosintesis** Proses penyusunan senyawa organik dari senyawa anorganik dengan sumber cahaya matahari.
- Habitat** Tempat hidup organisme.
- Herbivora** Organisme pemakan tumbuhan.
- Heterotrof** Organisme yang tidak dapat membuat senyawa organik dari senyawa anorganik.
- Hujan asam** Hujan yang berasal dari uap air yang mengandung asam hidrat dan asam sulfat.
- Jaring-jaring makanan** Hubungan makan dan dimakan yang sangat kompleks, saling berkaitan dan bercabang di dalam ekosistem.
- Karnivora** Organisme pemakan daging.
- Kemolitotrof** Mikroorganisme yang menggunakan sumber energi dari



reduksi oksidasi senyawa anorganik dan menggunakan bahan anorganik sebagai donor elektron.

Komunitas Kumpulan berbagai populasi yang saling berinteraksi.

Komunitas klimaks Komunitas terakhir dan stabil yang mencapai keseimbangan dengan lingkungannya.

Konservasi Pemeliharaan, perlindungan dan pelestarian yang bertujuan untuk mencegah kerusakan dan kepunahan.

Konsumen Organisme yang tidak dapat menyusun senyawa organik dari senyawa anorganik.

Konsumen primer Organisme pemakan produsen.

Konsumen sekunder Organisme pemakan konsumen primer.

Konsumen tersier Organisme pemakan konsumen sekunder.

Lapisan Ozon Lapisan yang menyelimuti bumi pada ketinggian 30 km di atas bumi, yang berfungsi untuk filter sinar ultra violet matahari.

Niche (relung) Status fungsional organisme dalam ekosistem.

Omnivora Organisme pemakan segala.

Pestisida Bahan kimia untuk pemberantasan hama.

pH Prosentase hidrogen, atau ukuran keasaman dan kebasaan.

Piramida ekologi struktur trofik suatu ekosistem dalam bentuk piramida

Polusi/pencemaran Segala sesuatu yang dilepaskan di alam yang mempunyai akibat mengganggu atau merugikan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Polutan Mahkluk hidup, zat, energi atau komponen penyebab polusi/pencemaran.

Populasi Kumpulan organisme sejenis yang hidup pada tempat dan waktu yang sama.

Produktivitas ekosistem Penyimpanan energi dalam suatu ekosistem.

Produktivitas primer Kecepatan mengubah energi matahari menjadi energi kimia oleh organisme autotrof.

Produktivitas sekunder Kecepatan energi kimia mengubah bahan organik menjadi simpanan energi kimia oleh organisme heterotrof.

Produsen Organisme yang mampu menyusun senyawa organik dari senyawa anorganik.

Rantai makanan Peristiwa perpindahan energi yang melalui makan dimakan dengan arah tertentu.

Suksesi Perubahan secara gradual struktur komunitas dalam kurun waktu tertentu.

Tingkat trofik Kumpulan berbagai organisme dengan sumber makanan tertentu.

Wilayah limnetik Wilayah ekosistem air tawar yang terbuka dan dapat ditembus cahaya matahari.

Wilayah litoral Wilayah ekosistem air tawar di bagian tepi yang dangkal sehingga cahaya matahari dapat mencapai dasar perairan.

Wilayah profundal Wilayah ekosistem air tawar di bagian dasar perairan yang dalam sehingga tidak dapat dijangkau cahaya matahari.



DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, Moch. dan D. Martono. 2009. *Biologi untuk Siswa Sekolah Menengah Atas (SMA)-Madrasah Aliyah (MA) Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Aryulina, Diah, C. Muslim, S. Manaf, dan E.W. Winarni. 2007. *Biologi SMA dan MA untuk Kelas X*. Jakarta: Esis.
- Campbell, N.A, J.B.Reece, dan L.G. Mitchell. 2004. *Biologi*, Edisi Kelima Jilid 3. Terjemahan dari: *Biology*, Fifth Edition. Oleh: Manulu, W. Jakarta: Erlangga.
- Enger, Eldon D., F.C. Ross, and D.B. Bailey. 2009. *Concepts in Biology*. New York: McGraw Hill.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2009. *Pengertian Lapisan Ozon, Bahan Perusak Ozon, Dan Dampaknya Bagi Kesehatan*. <http://www.menlh.go.id>. Diakses tanggal 18 November 2012.
- Nahdi, M. Said, J. Sholihah, dan R. Maulana. 2006. *Biologi Umum*. Yogyakarta: Pokja Akademik UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Nasution, Arman Hakim, B. Arifin, dan M. Suef. 2007. *Entrepreneurship Membangun Spirit Teknopreneurship*. Yogyakarta: Andi.
- Montgomery, Carla W. 2006. *Enironmental Geology*, Seventh Edition. New York: McGraw Hill.
- Odum, Eugene P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pikiran Rakyat Online, *Ujang Solikhin Raih Penghargaan Kalpataru Edisi September 2010*, www.pikiran-rakyat.com/node/115391 Diakses tanggal 18 November 2012.
- Plummer, Charles C., D.H. Carlson, and L. Hammersley. 2007. *Physical Geology*. New York: MGrav Hill Eduation.
- Saiman, Leonardus. 2009. *Kewirausahaan Teori, Praktik dan Kasus-Kasus*. Jakarta: Salemba Empat.
- Saktiyono. 2007. *Seribupena Biologi untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Starr, Cecie, C.A. Evers, and L. Starr. 2010. *Biology: Today and Tomorrow with Physiology*, Third Edition. USA: Brooks/ Cole Cengage Learning.
- Sukarsono. 2009. *Pengantar Ekologi Hewan Konsep, Perilaku, Psikologi, dan Komunikasi*. Malang: UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang.
- Sulistiyorini, Ari. 2009. *Biologi 1 untuk Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah Kelas X*. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Syamsuri, Istamar, H. Suwono, Ibrahim, Sulisetijono, I.W. Sumberartha, dan S.E. Rahayu. 2007. *Biologi Jilid IB untuk SMA Kelas X Semester 2*. Jakarta: Erlangga.
- Tedjasutisna, Ating. 2006. *Kewirausahaan SMK Tingkat 2*. Bandung : CV. Armico.
- Wijatno, Serian. 2009. *Pengantar Entrepreneurship*. Jakarta: Grasindo.

Sumber Gambar

1. Aryulina, et al, 2007.
2. Encyclopedia Britannica, Inc, 1996.
3. Campbell, et al, 2004.
4. Enger, et al, 2009.
5. <http://berita.upi.edu>
6. <http://en.wikipedia.org>
7. <http://serc.carleton.edu>
8. <http://www.berita99.com>
9. <http://www.ciamismanis.com>
10. <http://www.civilengineeringgroup.com>
11. <http://www.cotf.edu>
12. <http://www.desaindigital.com>
13. <http://www.file.upi.edu>
14. <http://www.gunungkidulkab.go.id>
15. <http://www.kompas.com>
16. <http://www.menlh.go.id>
17. <http://www.rafflesia.web.id>
18. <http://www.republika.co.id>
19. <http://www.squidoo.com>
20. <http://www.time.com>
21. <http://www.wido.purworejo.asia>
22. Odum, 1993.
23. Plummer, et al, 2007.
24. Pustekom Depdiknas, 2008.
25. Starr, et al, 2010.
26. Tjatur, Andreas, 2011.



KUNCI JAWABAN

SOAL EVALUASI BAB I

- | | | | |
|---------|-------|-------|-------|
| A. 1. D | 6. C | 11. B | 16. D |
| 2. A | 7. B | 12. C | 17. C |
| 3. B | 8. D | 13. A | 18. B |
| 4. E | 9. A | 14. B | 19. E |
| 5. C | 10. B | 15. D | 20. A |

- | | |
|---------|-------|
| B. 1. H | 6. A |
| 2. C | 7. K |
| 3. D | 8. B |
| 4. I | 9. F |
| 5. G | 10. E |

C. Jawaban Soal Uraian

1. Satuan-satuan dalam ekosistem:

- Individu*, yaitu satuan makhluk hidup tunggal.
- Populasi*, yaitu sekumpulan makhluk hidup dari spesies yang sama (sejenis) yang hidup di suatu habitat tertentu, pada kurun waktu tertentu.
- Komunitas*, yaitu sekumpulan berbagai macam populasi makhluk hidup yang hidup dalam suatu wilayah tertentu dan pada kurun waktu tertentu.
- Ekosistem*, yaitu kesatuan komunitas dan lingkungan hidupnya yang saling berinteraksi dan membentuk hubungan timbal balik.
- Biosfer*, yaitu kesatuan dari seluruh ekosistem di bumi yang membentuk satu ekosistem yang lebih besar.

2. Keuntungan yang diperoleh manusia dari hasil interaksi dengan cacing tanah:

Aktivitas cacing tanah dapat menyuburkan tanah karena pada saat berada dalam tanah, cacing meninggalkan bekas berupa rongga udara. Rongga udara tersebut menyebabkan tanah menjadi gembur sehingga memudahkan tumbuhan dalam memperoleh oksigen untuk bernapas. Jika tumbuhan tersebut merupakan tanaman budidaya, maka secara tidak langsung cacing tanah telah menguntungkan manusia karena dapat membantu menyuburkan tanaman budidaya.

3. Persamaan dekomposer dan detritivor:

Keduanya sama-sama memanfaatkan sisa-sisa organisme untuk memperoleh bahan organik yang diperlukan.

Perbedaan dekomposer dan detritivor:

Dekomposer (pengurai) mampu menguraikan sisa-sisa organisme menjadi mineral atau bahan anorganik. Sedangkan *detritivor* memakan sisa-sisa organisme berupa partikel/hancuran jaringan hewan dan tumbuhan (*detritus*), namun tidak mampu mengubah menjadi bahan anorganik dan hanya mampu mengubah menjadi partikel organik yang lebih kecil strukturnya.



4. Perbedaan antara *kompetisi intraspesifik* dan *kompetisi interspesifik*:

- *kompetisi intraspesifik* merupakan bentuk interaksi antarindividu dalam populasi yang bersifat persaingan karena memiliki kebutuhan hidup yang sama, sementara ketersediaan sumber daya untuk memenuhi kebutuhan tersebut terbatas.
- *kompetisi interspesifik* merupakan interaksi yang terjadi jika dua atau lebih populasi pada suatu wilayah memiliki kebutuhan hidup yang sama, sementara ketersediaan sumber daya untuk memenuhi kebutuhan tersebut terbatas.

5. Jenis-jenis bioma:

- Bioma hutan hujan tropis yaitu bioma yang memiliki keanekaragaman hewan dan tumbuhan, terdapat di wilayah khatulistiwa dengan temperatur dan curah hujan tinggi.
- Bioma sabana/*savanna* yaitu bioma yang didominasi oleh vegetasi rumput dan semak serta pohon yang tumbuh terpencar, terdapat di wilayah sekitar khatulistiwa dengan curah hujan lebih rendah.
- Bioma padang rumput/*stepa* yaitu bioma yang didominasi oleh vegetasi rumput, terdapat di wilayah dengan temperatur sedang, curah hujan lebih rendah.
- Bioma gurun yaitu bioma yang didominasi oleh vegetasi kaktus dan yang mampu beradaptasi di lingkungan kering, terdapat di belahan bumi pada rentang 20^o-30^o lintang utara dan selatan, dengan curah hujan rendah.
- Bioma hutan gugur yaitu bioma yang memiliki ciri vegetasi pohon yang menggugurkan daunnya pada musim gugur, terdapat di sekitar wilayah subtropis yang mengalami pergantian musim panas dan dingin dengan curah hujan rendah. Hutan gugur juga terdapat di berbagai pegunungan di daerah tropis.
- Bioma taiga yaitu bioma yang didominasi oleh tumbuhan pinus, terdapat di wilayah utara hutan gugur subtropis. Iklim musim dingin panjang, dengan hujan turun hanya pada musim panas.
- Bioma tundra yaitu bioma yang didominasi oleh vegetasi lumut, rumput alang-alang dan perdu, terdapat di dekat kutub utara yaitu pada 60^o lintang utara dan di puncak pegunungan tinggi.

6. Perbandingan piramida energi, piramida biomassa, dan piramida jumlah dari akurasi dan kemudahan menyusunnya:

Jenis Piramida Ekologi	Perbandingan	
	Akurasi	Kemudahan penyusunan
Piramida energi	Piramida energi dapat memberikan gambaran lebih akurat mengenai kecepatan aliran energi dalam ekosistem atau produktivitas pada tingkat trofik. Kandungan energi tiap trofik sangat ditentukan oleh tingkat trofiknya sehingga bentuk grafiknya sesuai dengan piramida ekologi yang sesungguhnya di lingkungan.	Ditentukan dengan cara menghitung jumlah energi tiap satuan luas yang masuk ke tingkat trofik dalam waktu tertentu.



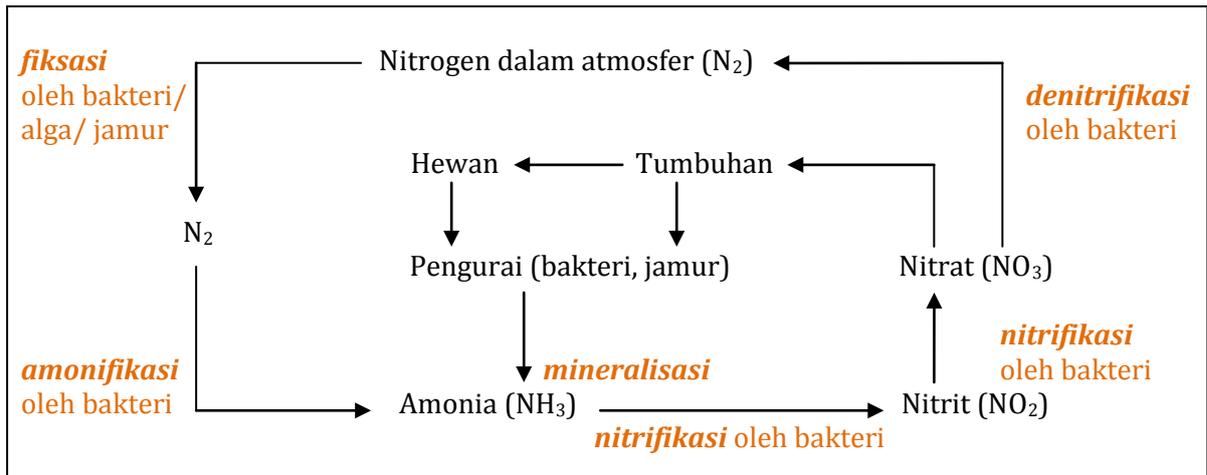
Piramida biomassa	Dibandingkan dengan piramida jumlah, piramida biomassa lebih jelas memberikan gambaran tentang adanya aliran energi dalam ekosistem. Namun pada beberapa ekosistem, piramida biomassa dapat berbentuk terbalik, yaitu jika biomassa konsumen melebihi biomassa produsen, atau biomassa konsumen II dapat melebihi biomassa konsumen I, dan sebagainya.	Piramida biomassa dibuat berdasarkan pada massa (berat) kering organisme dari tiap tingkat trofik persatuan luas areal tertentu (g/m^2). Untuk mengukur biomassa seluruhnya dilakukan dengan teknik <i>sampling</i> /cuplikan guna memperkirakan biomassa keseluruhan.
Piramida jumlah	Ada kalanya piramida jumlah tidak dapat menggambarkan kondisi sebagaimana piramida ekologi sehingga terbentuk piramida terbalik atau sebagian terbalik, yaitu jika jumlah organisme yang menempati tingkatan trofik bagian atas lebih besar dibanding pada tingkatan trofik di bawahnya.	Penentuan piramida jumlah didasarkan pada jumlah organisme yang terdapat pada satuan luas tertentu atau kepadatan populasi antar trofiknya dan mengelompokkan sesuai dengan tingkat trofiknya.

7. Proses daur nitrogen:

- Gas nitrogen ini di atmosfer masuk ke dalam tanah melalui *fiksasi* (pengikatan) nitrogen oleh bakteri, alga biru, dan jamur.
- Nitrogen yang masuk ke tanah diubah menjadi amonia (NH_3) oleh bakteri amonifikasi. Proses penguraian nitrogen menjadi amonia disebut *amonifikasi*.
- Nitrogen yang masuk ke tanah bersama kilat dan air hujan berupa ion nitrat (NO_3^-), sedangkan nitrogen yang ada di dalam tubuh tumbuhan dan hewan serta urine maupun kotoran melalui proses mineralisasi oleh bakteri dan jamur pengurai diuraikan menjadi amonia.
- Amonia yang dihasilkan melalui proses amonifikasi dan mineralisasi oleh bakteri nitrit dirombak menjadi ion nitrit (NO_2^-), selanjutnya ion nitrit dirombak bakteri nitrat (*nitrobacter*) menjadi ion nitrat (NO_3^-). Perombakan amonia menjadi ion nitrit, ion nitrit menjadi ion nitrat disebut *nitrifikasi*.
- Tumbuhan umumnya menyerap nitrogen dalam bentuk ion nitrat, sedangkan hewan mengambil nitrogen dalam bentuk senyawa organik (protein) yang terkandung pada tumbuhan dan hewan yang dimakan.
- Sebagian ion nitrat dirombak oleh bakteri denitrifikasi menjadi nitrogen. Proses penguraian ion nitrat menjadi nitrogen disebut *denitrifikasi*. Nitrogen (N_2) yang dihasilkan akan kembali ke atmosfer.



Skema siklus daur nitrogen:



8. Terjadi pengurangan jumlah energi karena:

- Hanya sejumlah makanan tertentu yang dapat dimakan oleh organisme pada tingkat trofik di atasnya.
- Bahan makanan yang sulit dicerna dibuang dalam keadaan masih mengandung energi kimia.
- Hanya sebagian energi kimia dalam bahan makanan yang dapat disimpan dalam sel dan sebagian lainnya untuk melakukan aktivitas.

9. *Produktivitas primer* adalah kecepatan organisme autotrof sebagai produsen mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk bahan organik. *Produktivitas sekunder* adalah kecepatan organisme heterotrof mengubah energi kimia dari bahan organik yang dimakan menjadi simpanan energi kimia baru di dalam tubuhnya.

10. Analisis:

- populasi kelinci semakin meningkat
- populasi tikus semakin meningkat
- populasi tumbuhan menurun. Hal ini dapat membahayakan ekosistem karena populasi kelinci tak terkendali akibat pemangsanya sudah punah. Sementara populasi tikus hanya dikendalikan oleh satu jenis pemangsa yaitu ular.



SOAL EVALUASI BAB II

- A. 1. D 6. E 11. B 16. C
 2. B 7. B 12. C 17. B
 3. A 8. C 13. C 18. C
 4. C 9. D 14. D 19. A
 5. D 10. A 15. E 20. E

B.	C	L	T	A	G	T	Y	X	C	N	B	R	K	W	EUTROFIKASI
	U	I	L	E	U	T	R	O	F	I	K	A	S	I	EMISI
	X	M	U	I	R	M	U	K	T	E	M	I	S	I	LUBANG OZON
	A	B	G	U	L	U	B	A	N	G	O	Z	O	N	KOMPOS
	N	A	C	S	F	O	T	R	P	H	Y	L	A	L	POLUSI UDARA
	G	H	K	E	I	S	R	V	M	T	O	K	F	A	DAUR ULANG
	N	P	O	L	U	S	I	U	D	A	R	A	B	D	LIMBAH
	A	H	I	I	K	O	M	P	O	S	C	Y	X	M	EFEK RUMAH KACA
	L	U	T	W	I	E	C	I	O	G	R	Z	I	A	DAYA LENTING
	U	A	C	A	K	H	A	M	U	R	K	E	F	E	AMDAL
	R	G	Y	U	O	T	D	C	I	T	Y	R	E	J	
	U	N	J	C	E	R	I	A	X	E	Z	O	N	F	
	A	I	K	G	N	I	T	N	E	L	A	Y	A	D	
C.	D	I	V	E	N	G	L	A	N	O	X	I	G	M	Jawaban Soal Uraian

1. Daya dukung dan daya lenting lingkungan sifatnya terbatas, sementara keseimbangan lingkungan bersifat tidak statis atau dapat mengalami perubahan.
 - Sumber daya alam yang tersedia di lingkungan bisa habis jika tingkat populasi yang menggunakannya (terutama populasi manusia) terus meningkat dan tidak ada upaya pembaharuan terhadap daya dukung lingkungan.
 - Demikian pula, jika terjadi perubahan lingkungan maka lingkungan akan kembali pada keadaan seimbang selama perubahan itu masih dapat diatasi daya lenting lingkungan. Namun jika perubahan yang terjadi sangat parah, maka daya lenting lingkungan tidak dapat mengatasi perubahan tersebut, sehingga terjadi kerusakan lingkungan.
2. Karena peningkatan kepadatan penduduk berakibat pula pada peningkatan kebutuhan hidupnya (sandang, papan, dan perumahan) yang mau tidak mau akan terjadi eksploitasi pada sumber daya alam (SDA). Sumber daya alam ini jumlahnya terbatas. Jika digunakan secara terus-menerus tanpa ada usaha pemulihan, SDA akan segera habis. Oleh karena itu manusia berusaha meningkatkan SDA yang dapat diperbaharui agar dapat meningkatkan kesejahteraannya. Dengan demikian akan terjadi perubahan daya dukung lingkungan baik berupa penurunan ataupun peningkatan.



3. Berdasarkan sifat zat pencemarnya, pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi:
 - a. *Pencemaran fisik*, yaitu pencemaran yang disebabkan oleh zat cair, padat, dan gas. Contohnya limbah pertambangan (cair), sampah (padat), asap pabrik (gas).
 - b. *Pencemaran kimiawi*, yaitu pencemaran yang ditimbulkan oleh zat kimia. Beberapa jenis zat kimia dapat menimbulkan gangguan organ tubuh dan kanker, contohnya bahan kimia berupa zat-zat radioaktif dan logam-logam berat, misal air raksa/merkuri.
 - c. *Pencemaran biologis*, yaitu pencemaran yang ditimbulkan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme penyebab penyakit, contohnya, bakteri *E. coli* dan *Salmonella*.

4. Karena organisme memiliki kepekaan yang tinggi terhadap perubahan/pencemaran lingkungan, sehingga kehadiran atau ketidakhadirannya dapat dijadikan petunjuk tingkat pencemaran air.

Contoh, cacing *Planaria* yang biasa hidup di air jernih dan banyak oksigen akan sangat sensitif dengan pencemaran. Jika di air sungai banyak terdapat *Planaria*, berarti air sungai tersebut belum tercemar. Sebaliknya, semakin tinggi tingkat pencemaran, semakin sulit *Planaria* itu ditemukan. Hewan lain yang dapat dijadikan bioindikator air tidak tercemar adalah siput air. Sebaliknya, cacing *Tubifex* atau cacing sutera yang biasa hidup di dasar sungai merupakan bioindikator terjadinya pencemaran yang parah oleh bahan organik. Artinya, jika populasi *Tubifex* besar, air sungai mengalami pencemaran air yang berat.

5. Terjadinya hujan asam:

Gas sulfur dioksida (SO_2) dan nitrogen dioksida (NO_2) yang dihasilkan dari pembakaran mesin kendaraan serta pembangkit listrik tenaga diesel dan batubara, dapat bereaksi di udara membentuk asam. Misalnya, sulfur dioksida bereaksi dengan oksigen membentuk sulfur trioksida (Reaksi: $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{SO}_3$). Sulfur trioksida kemudian bereaksi dengan uap air membentuk asam sulfat (Reaksi: $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$). Uap air yang telah mengandung asam ini menjadi bagian dari awan yang akhirnya turun ke bumi sebagai hujan asam atau salju asam.

Hujan asam dapat menyebabkan kerusakan hutan karena sifat asamnya dapat menyebabkan penurunan pH tanah, sungai, dan danau, sehingga mempengaruhi kehidupan organisme tanah dan air. Akibatnya, tumbuhan di hutan dapat rusak atau mati dan hewan dapat sakit atau mati.

6. Sebab-sebab terjadinya *global warming*:

Radiasi panas matahari tidak diserap seluruhnya oleh bumi. Sebagian radiasi dipantulkan oleh benda-benda yang berada di permukaan bumi ke luar angkasa. Radiasi panas yang dipantulkan kembali ke luar angkasa merupakan *radiasi inframerah*. Sebagian radiasi inframerah tersebut diserap oleh gas penyerap panas (disebut *gas rumah kaca*) seperti karbon dioksida (CO_2), metan (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) yang terakumulasi di atmosfer. Gas ini tidak dapat menyerap seluruh radiasi inframerah sehingga sebagian radiasi tersebut dipantulkan kembali ke bumi yang mengakibatkan suhu di permukaan bumi meningkat atau disebut *global warming*.



7. Penyebab kerusakan lapisan ozon: gas CFC (*chlorofluorocarbon*) dan senyawa sintetik buatan manusia lainnya seperti *metil bromida*, *halon*, CTC (*carbon tetrachlorida*) yang bersifat stabil sehingga dapat mencapai lapisan stratosfer. Radiasi UV dengan energi tinggi dapat melepaskan atom klor dan brom dari bahan kimia tersebut yang kemudian bereaksi menguraikan molekul ozon sehingga terjadilah kerusakan lapisan ozon.
Dampaknya: penipisan lapisan ozon hingga membentuk lubang ini mengurangi fungsi lapisan ozon sebagai penahan sinar ultraviolet sehingga radiasi sinar UV ke bumi semakin meningkat. Sinar UV yang sampai ke bumi dapat menyebabkan kerusakan kehidupan di bumi, seperti dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia, matinya alga yang dapat merusak ekosistem laut, serta rusaknya tanaman pertanian dan perkebunan.
8. Karena DDT (*diklorodifeniltrichloroetana*) mempunyai sifat sebagai berikut:
 - a. Bila masuk ke dalam tubuh organisme, tidak dapat diuraikan (*nonbiodegradable*) sehingga akan tertumpuk dalam air atau tanah.
 - b. Larut dalam lemak dan dapat berpindah ke organisme lain melalui aliran materi dalam rantai makanan. Hal ini memungkinkan DDT dapat tertumpuk dalam tubuh manusia sehingga berakibat rusaknya jaringan yang menimbulkan kelelahan dan kejang-kejang otot. Bila dalam ekosistem air terjadi pencemaran DDT, akan terjadi rantai aliran DDT.
9. Cara yang dilakukan untuk mengurangi terjadinya pencemaran suara:
 - Menambahkan isolator pada mesin-mesin agar mesin-mesin tidak terlalu bising.
 - Menanam tanaman berdaun rimbun di halaman rumah.
10. Amdal perlu dilakukan agar dapat diketahui dampak terhadap lingkungan yang mungkin dapat ditimbulkan oleh aktivitas pabrik yang akan beroperasi, sehingga dapat menjadi pertimbangan bagi pemerintah apakah pabrik tersebut diizinkan beroperasi atau tidak. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari adanya pencemaran lingkungan serta menjaga kelestarian lingkungan.



BIODATA PENULIS



Nama : Kuni Anafiyah
Tempat/ Tanggal Lahir : Bantul, 5 April 1986
Alamat : Jomboran RT 01 Gilangharjo
Pandak Bantul Yogyakarta

Riwayat Pendidikan :

SD Bantulan II	(Tahun 1992-1998)
SLTP Negeri 1 Pandak	(Tahun 1998-2001)
SMA Negeri 2 Bantul	(Tahun 2001-2004)
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta	(Tahun 2008- sekarang)



Ayo...., Selamatkan
Ayo...., Selamatkan
Bumi Kita !!!