

Suparwoto

Ilmu Pengetahuan Alam

untuk
Sekolah Menengah Kejuruan



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Budi Martono, dkk

ILMU PENGETAHUAN ALAM

SMK



Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

ILMU PENGETAHUAN ALAM

Untuk SMK

Penulis Utama : Suparwoto
Perancang Kulit : Tim

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

PAR SUPAWOTO
i Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMK/oleh Suparwoto ----
Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan,
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah,
Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
v. 132 hlm
Daftar Pustaka : A1-A2
Glosarium : B1-B2
ISBN : 978-602-8320-86-3

Diterbitkan oleh
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2008

KATA SAMBUTAN

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional, telah melaksanakan kegiatan penulisan buku kejuruan sebagai bentuk dari kegiatan pembelian hak cipta buku teks pelajaran kejuruan bagi siswa SMK. Karena buku-buku pelajaran kejuruan sangat sulit di dapatkan di pasaran.

Buku teks pelajaran ini telah melalui proses penilaian oleh Badan Standar Nasional Pendidikan sebagai buku teks pelajaran untuk SMK dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada seluruh penulis yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para pendidik dan peserta didik SMK.

Buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Dengan ditayangkan *soft copy* ini diharapkan akan lebih memudahkan bagi masyarakat khususnya para pendidik dan peserta didik SMK di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri untuk mengakses dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para peserta didik kami ucapkan selamat belajar dan semoga dapat memanfaatkan buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, 17 Agustus 2008
Direktur Pembinaan SMK

KATA PENGANTAR

Ilmu Pengetahuan Alam merupakan mata pelajaran yang memberikan wawasan ilmiah pada siswa kelompok eksakta dan non eksakta. Buku Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) ini berusaha memberikan wawasan, pemahaman lewat pengalaman empiris dan berpikir rasional lewat gejala dan persoalan IPA. Buku ini berusaha menyajikan materi IPA bersifat khusus yang lebih menonjolkan aspek lingkungan, polusi dan cara penanggulangannya, dengan dimulai dari:

- a. landasan berpikir ilmiah, yakni suatu proses berpikir yang dilandasi kesadaran tentang adanya masalah, kesadaran untuk merumuskan masalah menjadi lebih spesifik, kesadaran akan adanya hipotesis, kesadaran akan adanya cara pengumpulan data, analisis dan konklusi serta munculnya masalah baru dalam pemecahan masalah.
- b. kesadaran akan perlunya pengembangan value/nilai dalam rangka keterlibatan siswa dengan alam sekitar, baik lingkungan sosial maupun lingkungan alamiah.

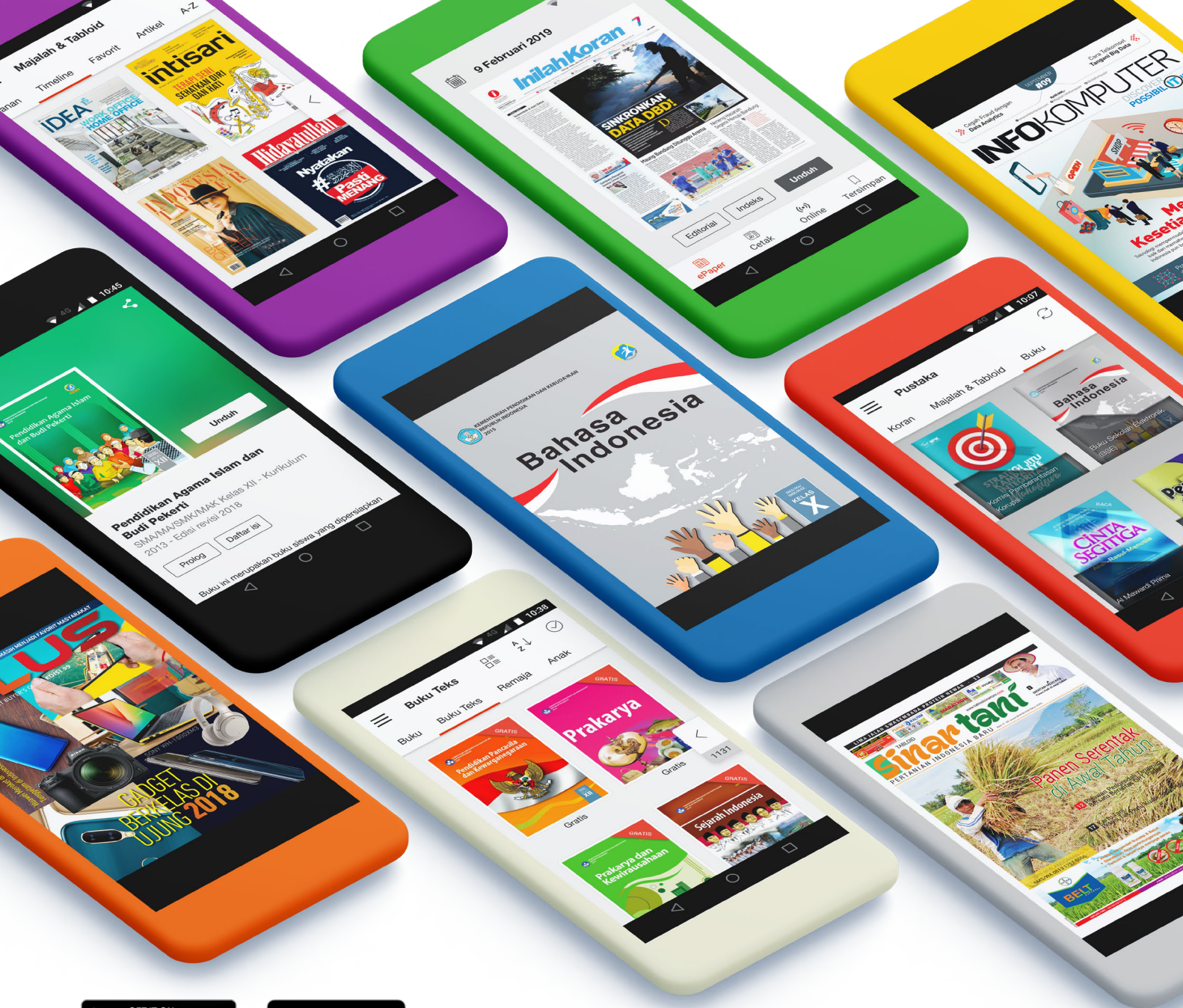
Ke semua hal tersebut dijabarkan ke dalam 5 topik dalam buku ini, yang dimulai dengan memahami gejala alam melalui pengamatan memahami polusi dan dampaknya terhadap manusia dan lingkungan, cara menangani limbah dan bencana alam, komponen ekosistem serta peranan manusia dalam menjaga keseimbangan lingkungan serta topik tentang AMDAL dan AMRAL.

Tentu saja tulisan ini masih banyak kelemahan dan kekurangannya, oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun selalu diharapkan demi perbaikan buku ini di kemudian hari. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam memperoleh informasi, dukungan, kritikan dan saran yang berharga dalam merealisasikan penulisan buku ini. Secara khusus diucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Dirjen mandidasmen yang telah mendanai penulisan buku IPA untuk siswa SMK
2. Direktur sekolah kejuruan yang telah memfasilitasi segala kebutuhan dalam menghasilkan tulisan dalam buku ini.
3. Dekan FMIPA UNY yang telah memberikan izin dan bantuannya dalam perencanaan dan pelaksanaan dalam penulisan buku.
4. Drs. Adnan, MS., Prof Dr. Zuhdan Kun Prasetya, Drs. Nuruddin Fatawi, Handayani dan Heroe N., reviewer buku ini yang telah banyak memberikan masukan perbaikan, semoga amal baik para reviewer menjadi bagian amal sholeh yang mendapat pahala dari Allah swt.
5. Purwanto, M.Pd., guru SMK yang telah memberi ide berharga dan sejawat di FMIPA UNY yang telah banyak membantu dalam penulisan buku ini.
6. Murni Kusumandari, Ahmad Kusuma Atmaja, S.Si., Muhammad Iqbal Taftazani, ST., dan Muhammad Adib Ridhani yang memberikan bantuan tulisan dan perbaikan pengeditan naskah buku ini yang merupakan sumbangan berharga dalam melengkapi tulisan ini

Semoga amal baik dari semua pihak yang terlibat dalam penulisan ini mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Atas kritik dan saran yang diberikan penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Suparwoto



iOS segera hadir

Unduh buku lainnya melalui aplikasi. Gratis.

Buku BSE dilengkapi dengan daftar isi untuk memudahkan navigasi. Tersedia juga majalah, tabloid, buku dan koran yang lebih hemat hingga 80% dibanding edisi cetak.

Unduh aplikasi myedisi reader gratis
myedisi.com/reader

myedisi

Buku BSE terbaru belum tersedia di myedisi? Sampaikan melalui email bse@myedisi.com

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| KATA PENGANTAR..... | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| BAB I..... | 1 |
| MEMAHAMI GEJALA ALAM MELALUI PENGAMATAN | 1 |
| 1. MEMAHAMI GEJALA ALAM MELALUI | 2 |
| PENGAMATAN..... | 2 |
| 1.1. IPA dan Cara Kerja Ilmuwan..... | 2 |
| 1.1.1. Berpikir Verifikasi Empiris..... | 4 |
| 1.1.2. Kecenderungan Baru dalam IPA..... | 6 |
| 1.2. Identifikasi Obyek IPA Secara Terencana dan Sistematis | 7 |
| 1.2.1. Integrasi Sikap dan Proses Ilmiah..... | 10 |
| 1.2.2. Hukum Ilmiah..... | 13 |
| 1.2.3. Kebenaran Ilmiah | 14 |
| 1.2.4. Teori dalam IPA..... | 16 |
| 1.3. Gejala Alam Biotik | 17 |
| 1.3.1. Ciri Khusus Makhluk Hidup | 18 |
| 1.3.2. Peredaran Makanan | 21 |
| 1.3.3. Ringkasan Ciri Makhluk Hidup, | 23 |
| 1.4. Gejala Alam Abiotik | 24 |
| 1.4.1. Sifat Fisika | 25 |
| 1.4.2. Produk Kimia | 28 |
| 1.5. Jawaban Soal latihan | 32 |
| 1.6. Soal-Soal | 34 |
| BAB II..... | 36 |
| MEMAHAMI POLUSI DAN DAMPAKNYA TERHADAP MANUSIA DAN LINGKUNGAN | 36 |
| 2. MEMAHAMI POLUSI DAN DAMPAKNYA TERHADAP MANUSIA DAN LINGKUNGAN | 37 |
| 2.1. Sumber Polusi | 37 |
| 2.2. Mengidentifikasi Jenis Limbah | 39 |
| 2.3. Mengidentifikasi Jenis Polusi Pada Lingkungan Kerja | 42 |
| 2.3.1. Kebisingan Bunyi..... | 44 |
| 2.3.2. Polusi Udara | 50 |
| 2.3.3. Polusi Sampah Organik..... | 53 |
| 2.4. Mendeskripsikan Dampak Polusi Terhadap Kesehatan Manusia dan Lingkungan | 55 |
| 2.4.1. Limbah Senyawa Air Raksa | 57 |
| 2.4.2. Limbah Bahan Makanan Tambahan..... | 58 |
| 2.4.3. Limbah Detergen, | 61 |
| 2.4.4. Limbah Pestisida | 62 |
| 2.4.5. Limbah MSG atau <i>Monosodium Glutamate</i> ,..... | 64 |

| | |
|---|-----|
| 2.5. Kunci jawaban soal Latihan | 66 |
| 2.6. Soal-Soal | 66 |
| BAB III..... | 68 |
| CARA MENANGANI LIMBAH DAN BENCANA ALAM..... | 68 |
| 3. CARA MENANGANI LIMBAH DAN BENCANA ALAM..... | 69 |
| 3.1. Deskripsi Penanganan Limbah | 69 |
| 3.2. Cara Penanganan Limbah berdasar Penyebabnya | 70 |
| 3.3. Upaya memperoleh Air Bersih | 72 |
| 3.3.1. Siklus Air Tawar di Bumi | 73 |
| 3.3.2. Air Tanah | 74 |
| 3.3.3. Upaya mengubah air laut menjadi air tawar | 75 |
| 3.4. Bencana Alam | 75 |
| 3.4.1. Tsunami. | 77 |
| 3.4.2. Gempa Bumi..... | 77 |
| 3.4.3. Bencana Gunung Berapi..... | 79 |
| 3.4.4. Bencana badai atau Angin Topan..... | 80 |
| 3.4.5. Peristiwa di Bumi yang berkaitan dengan Gejala Erosi..... | 80 |
| 3.4.6. Bencana Tanah Longsor..... | 81 |
| 3.4.7. Bencana Kekeringan | 82 |
| 3.4.8. Erosi..... | 82 |
| 3.4.9. Bencana Banjir | 83 |
| 3.4.10. Cara Menanggulangi Bencana Alam | 85 |
| 3.5. Soal- Soal | 86 |
| BAB IV | 87 |
| KOMPONEN EKOSISTEM SERTA PERANAN | 87 |
| MANUSIA DALAM MENJAGA KESEIMBANGAN | 87 |
| LINGKUNGAN | 87 |
| 4. KOMPONEN EKOSISTEM SERTA PERANAN | 88 |
| MANUSIA DALAM MENJAGA KESEIMBANGAN..... | 88 |
| LINGKUNGAN | 88 |
| 4.1. Ekologi dan Ruang Lingkupnya | 88 |
| 4.2. Mengidentifikasi Komponen Ekosistem | 89 |
| 4.2.1. Rantai Makanan | 90 |
| 4.2.2. Aliran Energi | 93 |
| 4.2.3. Pengaruh Perkembangbiakkan Terhadap Ekosistem | 95 |
| 4.2.4. Peran Manusia Dalam Menjaga Keseimbangan Lingkungan . | 97 |
| 4.2.5. Beberapa peran manusia dalam menjaga keseimbangan lingkungan | 101 |
| 4.2.6. Upaya Manusia dalam Konservasi Air | 104 |
| 4.2.7. Konservasi Mineral | 105 |
| 4.3. Keseimbangan Lingkungan..... | 107 |
| 4.4. Peran Manusia Dalam Menjaga Kelestarian Lingkungan | 112 |
| 4.5. Soal-soal..... | 117 |
| BAB V | 118 |
| AMDAL DAN AMRAL | 118 |

| | |
|---|-----|
| 5. AMDAL DAN AMRAL | 119 |
| 5.1. Latar Belakang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan | 119 |
| 5.2. Pengertian dan Ruang Lingkup Analisis Mengenai Dampak Lingkungan | 122 |
| 5.2.1. Sifat Dampak Lingkungan | 124 |
| 5.3. Prosedur/Langkah dalam AMDAL..... | 126 |
| 5.3.1. Produk Penilaian | 128 |
| 5.3.2. Komponen Penilai AMDAL..... | 129 |
| 5.4. Analisis Mengenai Resiko Lingkungan (AMRAL) | 129 |
| 5.4.1. Tahapan Audit Lingkungan | 130 |
| 5.4.2. Implementasi Audit Lingkungan | 131 |
| 5.5. Kunci jawaban Soal Latihan..... | 131 |
| 5.6. Soal-Soal | 132 |

LAMPIRAN A DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN B DAFTAR ISTILAH

BAB I

MEMAHAMI GEJALA ALAM MELALUI PENGAMATAN

Standar Kompetensi :

Memahami gejala alam melalui pengamatan

Kompetensi Dasar :

1. Mengidentifikasi objek secara terencana dan sistematis untuk memperoleh informasi gejala alam biotik.
2. Mengidentifikasi objek secara terencana dan sistematis untuk memperoleh informasi gejala alam abiotik.

Konsep Kunci :

IPA dan cara kerja ilmuwan, berpikir verifikasi empiris, hipotesis, gejala alam biotik, ciri makhluk hidup, gejala fisika yang terkait dengan energi, gejala kimia dan produk kimia di antaranya plastik, detergen dan narkotika, pestisida dan monosodium glutamat.

Ringkasan BAB I

Bagian ini menyajikan pengertian tentang IPA secara mendalam dan cara kerja ilmuwan dengan tahapan berpikir verifikasi empiris, yakni kesadaran akan adanya masalah, berhipotesis, pengumpulan data dan menarik kesimpulan hingga diperoleh konklusi. Gejala alam biotik dan ciri-ciri makhluk hidup serta gejala alam abiotik mencakup proses fisika dan kimia yang ditekankan pada bagian ini. Masing-masing gejala diberikan cuplikan/ccontoh yang dekat dengan pengalaman di lingkungan hidup dan kehidupan manusia. Pada uraian juga dilengkapi dengan contoh pemecahan masalah dan soal latihan sebagai upaya untuk mendalami persoalan yang dikaji sejalan dengan kompetensi dasar yang dikembangkan.

1. MEMAHAMI GEJALA ALAM MELALUI PENGAMATAN

1.1. IPA dan Cara Kerja Ilmuwan

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) lahir dari olah karya budi manusia, yakni setelah manusia memanfaatkan kemampuan indera dan akal-pikirannya. Olah karya budi merupakan aktivitas berpikir, bersikap dan pengembangan keterampilan. Aktivitas berpikir bertujuan untuk mendapatkan pengetahuan yang benar. Lewat keterampilan menggunakan alat ukur, baik peralatan ukur yang canggih maupun tidak; manusia dapat memanfaatkan alat inderanya untuk mengoptimalkan kesadaran berpikir dalam mengamati, mengalami, menyelidiki gejala benda dan gejala kejadian. Seterusnya dengan menggunakan kemampuan olah pikir yang dimilikinya yakni dengan melakukan penggabungan antara hasil pengamatan indera dan penalarannya akan didapat pengetahuan yang mantap.

Dalam sejarah perkembangan ilmu, IPA berkembang semenjak manusia mengenal alam sekitar lewat berbagai kemampuan indera di atas, dan memperoleh bentuk yang meyakinkan setelah para ahli mengembangkan peralatan untuk melakukan pengamatan secara cermat. Mulai abad 16, para ahli telah dapat menghasilkan peralatan yang dapat digunakan untuk mengamati berbagai gejala alam dan sampai saat ini terus diperbaiki sehingga semakin hari semakin baik dan cermat.

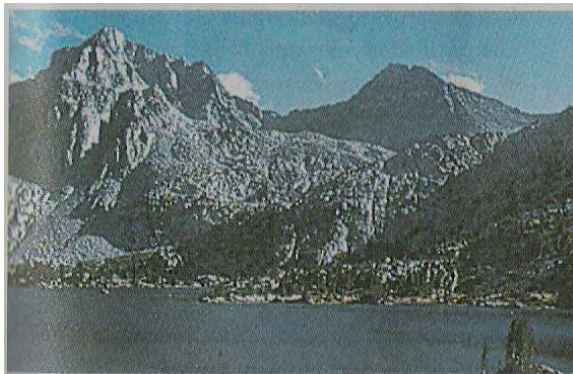
Peristiwa alam merupakan peristiwa yang berulang setiap waktu, sehingga dengan memperhatikan keteraturan yang ada, manusia memulai memperhatikan gejala alam, melakukan pencatatan secara sistematis tentang apa yang telah terjadi, mengumpulkan catatan-catatan tentang gejala kebendaan dan gejala kejadian, mengelompokkan berbagai catatan tersebut ke dalam gejala yang sejenis, membedakan dan menghubungkan berbagai catatan peristiwa dan kejadian. Hasilnya antara lain pengetahuan manusia semakin hari menjadi semakin pesat perkembangannya.

Meskipun secara mikroskopis catatan kejadian yang dialami setiap hari berbeda, namun bila dikaji secara makroskopis dapat dilihat bentuk keteraturan tersebut. Dari bentuk-bentuk keteraturan ini manusia dapat melakukan kajian yang mendalam tentang peristiwa yang telah terjadi, menghasilkan ide/gagasan dan merumuskan pengetahuan dalam bentuk verbal yakni dengan ungkapan kata maupun visual yakni dengan gambar. Rumusan pengetahuan yang telah dilakukan tersebut lalu dikaitkan dengan peristiwa lain yang sejenis dan akhirnya dapat berguna sebagai sarana untuk memahami peristiwa yang lebih luas dan kompleks. Tahap berikutnya manusia dapat melakukan ramalan terhadap peristiwa alam yang akan terjadi diwaktu mendatang.

Dalam melihat keteraturan ini manusia menggunakan kemampuan berpikir, baik berpikir induktif, deduktif dan verifikatif. Berpikir induktif adalah berpikir yang diawali dari gejala-gejala khusus menuju pada usaha untuk memperoleh pengetahuan umum. Langkah berpikir ini dapat juga

dijelaskan bermula dari fakta sampai diperoleh teori. Sebaliknya berpikir deduktif lawan dari berpikir induktif yakni merupakan bentuk kemampuan berpikir yang diawali dari gejala umum menuju pada gejala yang lebih spesifik/khusus atau berpikir bermula dari teori menuju ke ramalan. Verifikatif merupakan pola atau bentuk berpikir yang berusaha untuk melakukan pencocokan atas peristiwa yang sudah terjadi dengan peristiwa yang akan terjadi, yakni dari ramalan menuju fakta yang dapat dikumpulkan.

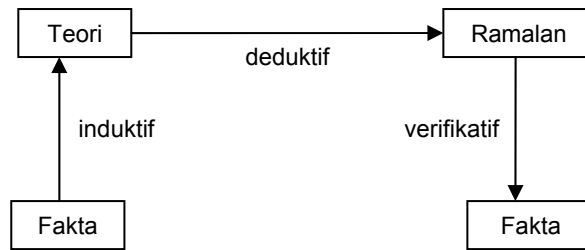
Sebagai gambaran misalnya pada kelompok manusia yang peradabannya masih primitif gejala erupsi gunung, gerhana matahari, gerhana bulan mulanya merupakan gejala alam yang menakutkan dan cenderung dianggap keanehan bahkan mengarah pada kepercayaan takhayul. Apabila terjadi gerhana maka aktivitas keseharian perlu dihentikan untuk melakukan aktivitas ritual tertentu. Namun demikian setelah dilakukan pencatatan tentang kejadian tersebut secara teratur gejala gerhana tersebut merupakan peristiwa yang biasa dan dapat terjadi berulang setiap tahun. Bahkan dengan telah ditemukan alat optis yang berupa teropong gejala tersebut dapat dilakukan prediksi dengan tepat kapan akan terjadi lagi dan daerah mana saja yang akan mengalami peristiwa tersebut. Hal yang sama juga dapat terjadi, misalnya kapan terjadinya peredaran komet *Halley* para ahli astronomi telah dapat menduga dan melaporkan kejadiannya. Lewat perekaman gambar dan pencatatan kejadian tersebut, lalu dapat dilakukan peramalan terhadap gejala alam. Gambar 1.1 berikut memperlihatkan erupsi gunung berapi.



Gambar 1.1 : Gejala Erupsi Gunung
(Sumber : Vem J.Ostdiek, 1987)

Gejala erupsi gunung berapi, gempa bumi seringkali dapat merupakan gejala yang menakutkan, namun dengan peralatan, kekuatan yang dihasilkan dari gejala tersebut dapat diukur dan dijelaskan kepada masyarakat tentang sebab dan akibat peristiwa tersebut.

Dengan menggunakan kemampuan-kemampuan berpikir IPA, akan dapat dilakukan ramalan tentang gejala tersebut. Proses berulang dalam alam semesta ini dapat dipelajari yang pada akhirnya gejala dapat dijelaskan baik. Pendek kata dalam belajar IPA harus dimulai dengan fakta dan diakhiri dengan pemahaman tentang fakta lagi yang lebih kompleks. Digambarkan dengan diagram akan dapat dilukiskan Gambar 1.2 sebagai berikut :



Gambar 1.2 : Berpikir Induktif dan Deduktif

Berpikir ilmiah memerlukan cara kerja dan alur berpikir yang khusus untuk mengembangkan proses dan kemampuan penalaran. Ada dua cara pengembangan berpikir dalam IPA yang seringkali juga disebut logika, yakni berpikir induktif dan deduktif.

Berpikir Induktif, merupakan berpikir dari hal yang khusus ke hal yang umum. Pengamatan menempati kedudukan yang penting dalam pengumpulan fakta. Penalaran lewat fakta empiris memiliki posisi yang menentukan dalam perolehan pengetahuan tentang IPA, oleh sebab itu fakta-fakta tersebut perlu didasari bukti. Di sinilah perlunya pencatatan terhadap gejala alam yang teramati. Dengan berpikir induktif manusia akan memiliki catatan-catatan yang teratur dan sistematis tentang gerhana bulan, gerhana matahari, gempa bumi, banjir dan sebagainya. Dari keteraturan gejala, dan tidak-ragu-ragu lagi tentang catatan fakta tersebut maka dihasilkan suatu teori tentang kejadian alam tersebut. Jadi berpikir induktif adalah proses berpikir yang bertolak dari fakta-fakta berulang dan dihasilkan generalisasi, yang berupa teori yang mantap.

Persoalan baru dapat dipecahkan lewat teori yang telah dirumuskan secara umum tersebut. Penerapan teori yang berlaku umum pada situasi baru inilah yang disebut berpikir deduktif. Dengan kata lain berpikir deduktif adalah proses menerapkan teori hasil generalisasi pada persoalan baru untuk mendapatkan kebenaran ilmiah. Oleh sebab itu, hasil generalisasi dari fakta harus tidak diragukan lagi kebenarannya.

1.1.1. Berpikir Verifikasi Empiris

Eksperimentasi merupakan kegiatan yang bersumber pada data empiris. Eksperimen merupakan kegiatan yang berkaitan dengan fakta-fakta baru pada IPA. Dalam pelaksanaannya eksperimen IPA seringkali diperlukan perlakuan khusus dengan menerapkan secara terkendali atau dikontrol agar supaya gejala yang diamati tidak mengalami perubahan terlalu besar. Penyimpangan yang besar dapat mengakibatkan hasil peramalan tersebut sukar dilakukan verifikasi empiris dan disimpulkan.

Lewat eksperimen, ramalan yang didapat sebagai hasil pemikiran mendalam berdasar bukti empiris dapat dibuktikan kebenarannya. Dengan ungkapan lain lewat ramalan yang telah dimunculkan tersebut, harus dapat dibuktikan dengan eksperimen. Dengan demikian lewat kegiatan eksperimen ini dapat dilakukan verifikasi terhadap fakta baru sehingga dapat

diperoleh gambaran tentang fakta yang lebih luas. Ramalan dilakukan lewat aktivitas berpikir deduksi merupakan bagian yang tak terpisahkan dari kemampuan berpikir manusia secara benar dan meyakinkan.

Ada kalanya dalam meneliti gejala IPA pengendalian variabel dalam eksperimen seringkali sulit dilakukan atau bahkan tidak dapat dilakukan pengendalian terhadap variabel sama sekali. Misalnya pada penelitian astronomi, geologi serta beberapa penelitian dalam fisika dan kimia lainnya. Kesukaran pengendalian ini bisa disebabkan munculnya gejala yang dapat teramati dalam periode waktu yang lama sekali atau dalam jarak yang sangat jauh, atau dengan ukuran yang sangat kecil untuk diukur menggunakan alat ukur. Kemunculan komet *halley* yang berlangsung setiap tujuh puluh lima tahun sekali, gejala gerhana matahari total, gerhana bulan, dan gejala banjir besar pada kawasan sungai yang besar juga dapat berlangsung dalam periode waktu yang lama.

Ruang lingkup kajian IPA dibedakan menjadi gejala alam biotik dan abiotik. Gejala alam biotik merupakan gejala alam yang berkaitan dengan sifat biologis, misalnya bernafas, tumbuh dan berkembang, transport aktif, berkembang biak dan sebagainya. Gejala alam biotik ini mencakup gejala kejadian dan gejala kebendaan pada makhluk hidup, baik tumbuhan, hewan maupun pada manusia. Gejala alam abiotik meliputi gejala perubahan yang berkaitan dengan sifat fisika dan kimia suatu benda maupun peristiwanya. Dalam kajian gejala abiotik, penting untuk dipahami peranan ilmu kimia dan fisika. Tergolong pada peristiwa fisika antara lain memuai, perubahan wujud zat, gejala kalor/panas, kelistrikan dan kemagnetan, perubahan posisi, energi, impuls, momentum dan sebagainya. Gejala kimia merupakan gejala yang terjadi akibat reaksi kimia. Dalam hal ini dapat terjadi perubahan yang sifatnya lain dengan sifat awalnya. Misalnya kayu dibakar menjadi arang; asam dicampur dengan basa menjadi garam dan sebagainya.

Untuk memberikan gambaran gejala abiotik dan gejala biotik perhatikan tabel berikut ini dan berikan tanda + pada kolom yang sesuai. Perhatikan contoh yang diberikan dan cocokkan hasil pekerjaan anda pada akhir bab ini.

Tabel 1.1 : Penggolongan Gejala Biotik dan Abiotik

| No | Kejadian Alam | Gejala biotik | Gejala abiotik | |
|----|---|---------------|----------------|-------|
| | | | fisika | kimia |
| 1 | Logam dipanasi memuai | | + | |
| 2 | Tumbuh dan berkembang biak | + | | |
| 3 | Kertas dibakar menjadi abu | | | + |
| 4 | Menggunakan kaca spion untuk melihat bayangan | | | |
| 5 | Mata dapat melihat benda | | | |
| 6 | Gejala fotosintesis dan tumbuh | | | |
| 7 | Bernafas dan transport aktif | | | |
| 8 | Terjadinya aliran listrik pada kabel | | | |
| 9 | Perpindahan panas pada logam | | | |
| 10 | Mengatur pH tanah dengan mencampur kapur. | | | |
| 11 | Sinar matahari memanasi bumi | | | |
| 12 | Suasana gerah saat musim kemarau | | | |
| 13 | Air accu layak diminum | | | |
| 14 | Terbentuknya kristal garam | | | |
| 15 | Garam dapur memiliki rasa asin | | | |

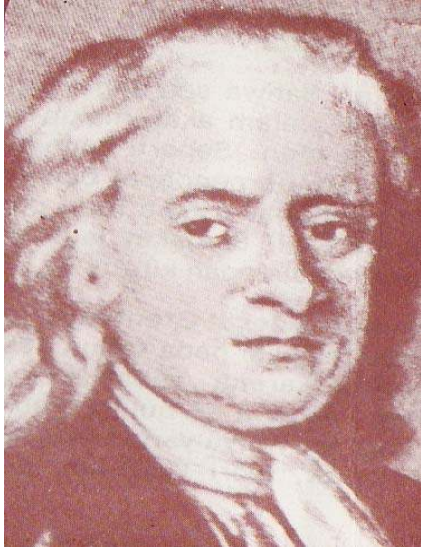
1.1.2. Kecenderungan Baru dalam IPA

Perkembangan Ilmu Pengetahuan Alam menjadi sangat pesat semenjak Roger Bacon merintis eksperimen untuk memahami perilaku alam. Untuk memperoleh kebenaran yang berdasarkan fakta ini, Bacon berusaha menggunakan semua harta kekayaannya dalam pengadaan dan pembelian alat-alat. Rintisan Bacon antara lain ditemukannya gejala pemantulan cahaya dan pembelokan cahaya. Ia mulai merintis kajian tentang bagaimana kapal laut, mesin-mesin, dan gaya magnetik bekerja. Bacon sebagai salah satu peletak dasar ilmu pengetahuan alam yang selalu berusaha membangun ilmu pengetahuan alam lewat data empiris.

Rintisan Bacon ini menjadi kenyataan yang menakjubkan semenjak abad 16 di Eropa Barat, yakni saat terjadi reorganisasi yang rumit dari segi sosial budaya, keagamaan, ekonomi, ilmu pengetahuan dan teknologi. Perubahan ini dirintis semenjak munculnya cara pandang terhadap alam yang semakin luas. Jika semula alam diungkap lewat pandangan mistik, menggunakan kemampuan berpikir semata-mata namun pada permulaan abad 16 mulai dipadukan antara kemampuan berpikir manusia dengan fakta empiris. Hasilnya penemuannya tentu sangat menakjubkan.

Pada saat itu pendidikan dan pembelajaran dapat berkembang pesat dengan ditemukannya alat pencetakan dengan mesin cetak. Aspek yang berkaitan dengan ekonomi, sosial budaya di antaranya telah terjadi penyebaran yang meluas produk teknologi, pergaulan antar kelompok sosial dan budaya. Penyebaran ini didukung dengan berkembangnya akses transportasi laut. Dengan demikian terdapat kemudahan dalam upaya untuk memperluas jangkauan komunikasi dan perluasan wilayah. Ekspedisi oleh Columbus dan Magellan memberikan bukti nyata dari upaya untuk memperluas wilayah kekuasaan tersebut. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari dunia barat ditandai dengan banyaknya para pelaut, pedagang dan tentara dari Eropa barat, misalnya Inggris, Portugis, Belanda, Perancis dan sebagainya yang selalu berupaya memperluas wilayah jajahannya untuk menguasai perdagangan dunia.

Dari segi ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad 16 – 19 juga telah dikenal nama perintis ilmu pengetahuan seperti Newton, Copernicus, John Kepler, Galilei, dan sebagainya. Nama-nama para perintis ilmu pengetahuan alam tersebut sampai saat ini masih ditulis dalam berbagai buku IPA terkenal yang beredar hingga saat ini. Dengan demikian ilmu pengetahuan manusia juga semakin bertambah luas dan mendalam. Kegiatan yang muncul dalam IPA antara lain manusia berusaha mempelajari ilmu pengetahuan sampai mendetail, memecah IPA ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil yang semakin rumit.



Gambar 1.3 : Sir Issac Newton, tokoh Fisika Klasik (1642-1727) (Sumber : Endang Daruni, 1982)

Gambar 1.3. di samping adalah salah seorang printis eksperimen dalam IPA, yang mengembangkan fisika klasik dan teorinya dapat dimanfaatkan dalam pengembangan observasi di bidang IPA khususnya fisika. Hukum Newton dalam fisika klasik memiliki manfaat di berbagai bidang ilmu dan terapannya banyak dipergunakan di bidang teknik, misalnya berbagai rancangan bangunan rumah, bendungan, alat transportasi dan sebagainya.

Dalam perkembangan lebih lanjut Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) terpecah-pecah menjadi cabang-cabang ilmu seperti Ilmu Kimia, Biologi, Fisika, Astronomi, Geografi, Geologi. Dari cabang-cabang ilmu tersebut terpecah kedalam bidang ilmu, seperti misalnya fisika terpecah menjadi mekanika, kalor,

getaran dan gelombang, listrik magnet dan sebagainya. Dari cabang mekanika selanjutnya terpecah-pecah menjadi disiplin keilmuan misalnya mekanika zat padat, mekanika zat cair dan sebagainya. Pemecahan dari cabang ilmu menjadi bidang ilmu dan selanjutnya menjadi disiplin ilmu juga berlangsung pada berbagai cabang ilmu seperti Biologi, Ilmu Kimia, Geografi, Geologi dan sebagainya.

Perpaduan antara dua cabang ilmu menghasilkan ilmu pengetahuan baru yang lebih luas cakupannya. Ilmu pengetahuan baru tersebut merupakan kombinasi dari dua cabang ilmu atau lebih. Ilmu baru yang dimaksud antara lain perpaduan antara biologi dan ilmu kimia menghasilkan biokimia, geologi dengan ilmu kimia menghasilkan ilmu geokimia, fisika dengan kimia menghasilkan fisika kimia, fisika dengan geologi menghasilkan pengetahuan geofisika, biologi dengan statistik matematik menghasilkan bio statistik dan sebagainya. Cabang-cabang ilmu yang diuraikan di atas merupakan sarana berpikir dalam IPA, sehingga objek yang dikaji dalam IPA adalah alam semesta ini.

1.2. Identifikasi Obyek IPA Secara Terencana dan Sistematis

Ilmu pengetahuan tentang alam semesta dapat maju seperti sekarang ini, tidak terlepas dari upaya keras dari para ahli di bidangnya. Untuk memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi, kemampuan berpikir lewat IPA menjadi pembuka jalan bagi pemahaman sikap, proses maupun produknya. Awal mula tahapan berpikir manusia pada umumnya dimulai dengan tahap ragu-ragu, selanjutnya tahap berikutnya, muncul tantangan yakni kesadaran akan adanya masalah dan pembatasan masalah. Dari tahap pembatasan masalah ini manusia berupaya menemukan bagian yang lebih fokus, terinci dan munculnya kesenjangan antara yang ada sekarang dengan yang diinginkannya. Tahapan semacam ini selanjutnya

ditemukan/muncul masalah yang lebih spesifik sehingga pada akhirnya dapat disusun rumusan masalah yang lebih operasional. Masalah yang telah dirumuskan dengan baik tersebut merupakan separoh langkah dalam memperoleh pengetahuan. Mulai dari rumusan masalah ini manusia berusaha mencari kepastian masalah dan berusaha untuk membina kesadaran menemukan berbagai sumber pustaka, melakukan kajian pustaka dan merumuskan hipotesis.

Tahapan berikutnya adalah mencari alternatif pemecahan masalah, yakni berupaya membangkitkan kesadaran menemukan metode pemecahan masalah dengan mengupayakan langkah sistematis dalam pemecahan masalah. Bagaimana melakukan observasi, klasifikasi, menentukan variabel, inferensi, prediksi, merancang percobaan. Melakukan observasi berkaitan dengan upaya untuk melakukan pengukuran dengan alat ukur yang sesuai. Misalnya besaran panjang diukur dengan penggaris, roll meter, besaran suhu diukur dengan termometer, besaran waktu diukur dengan jam atau *stopwatch*, besaran kelembaban udara diukur dengan higrometer dan sebagainya.

Hasil pengukuran tersebut seterusnya dilakukan pencatatan dan klasifikasi. Lewat pengukuran dan klasifikasi inilah diperoleh data yang bersifat kuantitatif.

Contoh kasus 1 : cara pemecahan masalah lewat eksperimen.

Siswa SMP kelas 8 sebanyak 5 anak, masing-masing namanya A, B, C, dan D sedang melakukan eksperimen terhadap tanaman kacang panjang dan kelimanya ditugasi untuk menyiram dengan air dan mengukur pertumbuhannya dan menuliskan hasil pengukuran tentang tinggi tanaman selama dua minggu. Dalam waktu dua minggu tersebut mereka memperoleh data hasil pengamatan sebagai berikut, yakni siswa :

A : 10 cm, disiram tiap hari 100 cc air.

B : 15 cm, disiram tiap 2 hari 100 cc air.

C : 20 cm, disiram tiap 3 hari 100 cc air.

D : 5 cm, disiram 2 kali sehari dengan 100 cc air.

Dari kasus yang telah diungkapkan di atas, kegiatan yang telah dilakukan oleh siswa SMP kelas 8 tersebut adalah melakukan observasi atau pengamatan dengan melakukan pengukuran menggunakan alat ukur penggaris. Besaran ketinggian tanaman diukur dengan penggaris didapat satuan cm, besaran waktu dalam ukuran satuan hari dan minggu kalender, besaran volume air ditakar dengan gelas ukur dalam ukuran cc. Dari besaran yang diukur dan dicatat tersebut siswa telah dapat mengenal variabel dalam eksperimen tersebut.

Di dalam eksperimen, variabel dibedakan menjadi variabel terikat, variabel kontrol dan variabel bebas. Variabel terikat dalam contoh adalah ketinggian tanaman. Variabel terikat ini sebagai indikator keberhasilan eksperimen, sehingga harus dicermati. Variabel kontrolnya adalah pemberian air sebanyak 100 cc dengan pola penyiraman seperti di atas selama 2 minggu. Variabel bebasnya adalah cara/teknik penyiramannya, misalnya disiram sekali setiap hari, sekali tiap dua hari, sekali tiap tiga hari, dan dua kali sehari.

Hasil pencatatan siswa terhadap besaran yang diukur tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam pertumbuhan yang baik, sedang dan kurang. Seterusnya muncul suatu prediksi di kalangan siswa SMP yang seterusnya prediksi ini digunakan untuk membangun teori. Dari perlakuan siswa tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin kurang tanaman kacang disiram semakin cepat pertumbuhannya. Di sini jawaban C-lah yang paling sesuai. Kesimpulan inilah yang nantinya sebagai teori.

Tahapan dan langkah berpikir di atas inilah yang seringkali digunakan untuk mengembangkan IPA melalui cara berpikir ilmiah. Lewat berpikir ilmiah, perkembangan IPA secara spesifik diungkap tahap demi tahap. Sifat khas seorang ilmuwan ialah selalu berusaha memperoleh gambaran yang setepat mungkin mengenai persoalan yang akan dipecahkan. Pengakuan akan adanya masalah perlu selalu diupayakan pemecahannya, merupakan salah satu langkah penting dalam belajar IPA. Masalah dalam IPA pada umumnya dapat dikaji dengan membagi-bagi ke dalam masalah yang lebih kecil ruang lingkungannya, titik persoalannya serta berkaitan dengan di lingkungan mana persoalan tersebut terjadi.

Persoalan yang lebih kecil dan spesifik ini akan memerlukan jawaban yang lebih sederhana. Jawaban-jawaban yang berhasil diberikan dengan benar dari persoalan yang sederhana ini bila dikumpulkan akan memungkinkan terwujudnya jawaban yang lebih umum bagi persoalan sejenis yang lebih besar. Sebagai gambaran untuk mendapatkan gambaran sifat gas secara umum, telah dicoba dan ditelaah sifat gas secara molekuler. Dengan mengandaikan sifat gas ideal memiliki sifat yang sama dengan sifat gas dalam ruang tertutup pada tekanan rendah, maka kelakuan tiap molekul gas dapat dijelaskan.

Dengan mengetahui terjadinya tumbukan antara molekul gas dengan dinding, maka dapat dijelaskan tekanan gas pada dinding ruang tertutup tersebut. Oleh karena sebaran gas tersebut merata pada semua tempat maka tekanan dalam ruang tersebut sama besar. Dalam hal ini besar tekanan dapat diketahui.

Untuk mempelajari IPA, dalam berbagai kasus sering ditemukan hal yang lebih rumit atau kompleks. Untuk persoalan yang kompleks diperlukan adanya upaya untuk membatasi persoalannya. Misalnya untuk mengetahui sifat zat gas dipergunakan sifat yang berkaitan dengan sifat gas ideal yang dianalogikan dengan gas dalam ruang tertutup dengan tekanan rendah; untuk mengetahui sifat zat padat yang kompleks, maka lebih mudah mengkaji zat padat yang memiliki bentuk teratur, seperti halnya kristal murni yang atom-atomnya tersusun secara teratur dan rapi.

Setelah mengetahui sifat persoalan yang dikaji dan berusaha membatasi persoalan tersebut, langkah seterusnya adalah menyatakan masalah tersebut ke dalam kalimat yang jelas. Langkah ini diikuti dengan mengumpulkan fakta secara benar dan objektif, atau mengumpulkan fakta secara jujur apa adanya. Dalam hal ini harus selalu diupayakan agar fakta yang terkumpul adalah fakta yang benar, tanpa memberikan pilihan yang condong kepada kepentingan pribadi atau pihak lain. Fakta-fakta yang diberikan oleh perorangan tanpa dapat diukur secara kuantitatif atau tidak dapat diuji orang lain dengan hasil yang sama, biasanya bersifat subyektif

dan kurang dapat dipercaya. Hal ini berarti dalam IPA hanya dikenal fakta dan bukan fakta, fakta adalah kenyataan alamiah dan kelompok bukan fakta adalah selain kenyataan alamiah.

1.2.1. Integrasi Sikap dan Proses Ilmiah

Sains berasal dari kata *Scientia* (bahasa Yunani) artinya ilmu pengetahuan. Dalam sejarah perkembangan ilmu pengetahuan, pengertian *scientia* ini dianggap terlalu luas cakupannya, karena mencakup semua ilmu pengetahuan yang ada. Sejalan dengan problema yang dihadapi manusia dan sesuai dengan karakteristik ilmu pengetahuan yang berkembang sampai saat ini, maka sains diartikan sebagai ilmu pengetahuan alam atau IPA.

Sejarah membuktikan bahwa awal mula ilmu pengetahuan alam berasal dari jajah Mesir dan Yunani, namun waktu itu IPA hanya didasarkan pada pikiran dan dugaan yang sifatnya spekulatif, maka yang muncul adalah bentuk kemunduran IPA. Hal ini ditandai dengan berkembangnya takhayul dan kepercayaan yang tidak didasari bukti empiris dan kemampuan berpikir taat asas. Dalam hal ini keterkaitan antara eksperimen dengan penalaran yang taat asas saat itu belum mendapatkan perhatian yang memadai.

IPA (sains) mencakup beberapa pengertian mendasar yang berkaitan dengan olah karya budi manusia dalam mengungkap alam semesta. Pendapat Sund (1975) menyatakan bahwa : sains mencakup tiga aspek yang terpadu yakni (a) *scientific attitudes* (sikap ilmiah), (b). *scientific methods* (metode ilmiah) dan (c). *scientific product* (produk ilmiah). Obyek IPA melibatkan konsepsi ilmiah tentang kenyataan alamiah. Metode disebut juga pendekatan pemecahan masalah lewat IPA mencakup aspek berpikir induksi lewat pengalaman empiris, berpikir rasional yang menghasilkan produk berpikir apriori dan gabungan antara empirisme dan rasionalisme yang disebut kritisisme.

Sistematika sains (IPA) ditekankan pada masalah yang pada umumnya dapat dikerjakan oleh manusia. Dalam hal ini ilmu pengetahuan alam harus dapat diurutkan dan dipetakan (*mapping*) ke dalam hal yang lebih detail (rinci). Di samping itu ilmu pengetahuan alam haruslah bertolak dari kenyataan alamiah. Dengan demikian, peran pengamatan, pengukuran, klasifikasi menjadi pembuka tabir bagi benda yang jauh dari tempat kita berada.

Pengamatan adalah upaya untuk memperoleh bukti empiris, dalam rangka mengumpulkan informasi yang sifatnya faktual. Lewat pengamatan didapatlah fakta, selanjutnya dengan menggolong-golongkan fakta sejenis, membanding-bandingkan dan menghubungkan berbagai fakta; kegiatan ini dalam rangka menguji dugaan atau ramalan yang telah diajukan. Apabila ternyata ramalan yang diajukan didukung oleh fakta yang dikumpulkan, artinya ramalan yang diajukan tersebut cocok dengan realitas atau kenyataan. Hal inilah yang menjadi fokus dalam memperoleh kebenaran ilmiah.



Gambar 1.4 : Teropong, sarana Menguak Dunia Luar (Sumber : Jean Claude Corbell, 2007)

Salah satu peralatan untuk melihat objek yang jauh adalah teropong. Dengan teropong manusia dapat melihat benda yang jauh secara objektif. Gambar 1.4. di samping adalah gambaran tentang bentuk teropong bintang sebagai sarana untuk melakukan pengamatan gejala alam dalam memperoleh fakta empiris.

Sikap ilmiah dan proses ilmiah menyatu dalam terapannya, artinya antara metode ilmiah dan sikap ilmiah tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Sikap ilmiah mencakup kepercayaan, keyakinan, nilai-nilai, objektif, hasrat ingin tahu, rendah hati, jujur, kemauan untuk mempertimbangkan fakta baru, pendekatan positif terhadap kegagalan, terbuka, teliti dan sebagainya. Dalam upaya menjelaskan fakta alamiah yang seringkali merupakan bentuk rahasia

alam tindakan para ilmuwan selalu dilandasi pada sikap seperti dijelaskan di depan. Selanjutnya proses ilmiah atau sering kali disebut metode ilmiah merupakan cara khusus dalam memecahkan masalah. cara khusus ini meliputi langkah identifikasi masalah, membatasi masalah, merumuskan masalah secara spesifik, mengajukan hipotesis, mengumpulkan data, analisis data, menyimpulkan, ekstrapolasi dan membuat sintesis dan evaluasi dan sebagainya. Hasil temuan lewat proses ilmiah dan menggunakan sikap ilmiah secara akurat ini pada akhirnya diperoleh produk ilmiah. Produk ilmiah dalam IPA dapat berupa fakta, data, konsep, teori, hukum dan prinsip.

1.2.1.1. Metode Ilmiah

IPA tidak dapat berkembang sepesat seperti sekarang ini, apabila tidak didasarkan pada penelitian ilmiah. Dugaan-dugaan pada umumnya bersifat spekulasi, apabila dugaan tersebut didasarkan pada teori yang sudah mapan maka segera dapat dibuktikan lewat penelitian ilmiah.

Kegiatan melakukan penelitian, merupakan aktivitas yang didasarkan pada langkah berpikir yang sistematis. Untuk melakukan penelitian ilmiah ada enam langkah penting yang perlu mendapatkan perhatian, yakni :

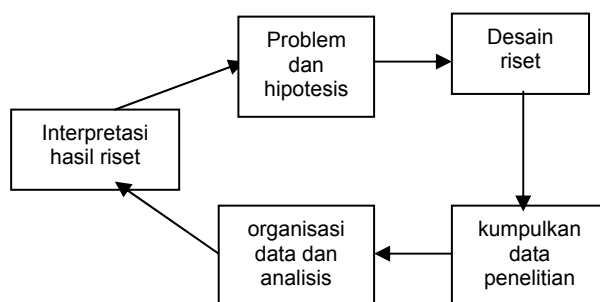
- a. problem atau masalah
- b. Identifikasi, pembatasan dan perumusan masalah
- c. merumuskan hipotesis
- d. mengumpulkan bukti empiris lewat data
- e. mengulang kembali eksperimen untuk memperoleh bukti yang lebih kuat.
- f. Kesimpulan.

Ke enam langkah ini merupakan rangkaian dalam penelitian ilmiah.

Kesadaran akan adanya masalah merupakan langkah awal yang perlu dipupuk agar kita dapat mengembangkan penelitian ilmiah. Masalah ini harus dapat dirumuskan secara jelas dan operasional sehingga dapat dilakukan pengumpulan bukti berupa data. Agar masalah dapat dikaji secara mendalam dan jelas, maka perlu dilakukan identifikasi dan pembatasan masalah. Lewat kegiatan identifikasi dan pembatasan masalah ini permasalahan yang akan diteliti dapat diungkap dengan pernyataan yang merupakan rumusan masalah. Keberhasilan suatu penelitian ilmiah ditentukan oleh persoalan yang dirumuskan secara baik. Menyatakan masalah artinya memulai dengan mengoperasionalkan pertanyaan dengan apa, bagaimana dan mengapa.

Merumuskan hipotesis, merupakan langkah penting dalam membuat jawaban atau dugaan sementara. Dari sekian banyak hipotesis yang dapat diajukan tugas yang paling penting adalah memilih satu hipotesis yang terbaik yang dapat dilakukan eksperimen. Lewat hipotesis inilah eksperimen dirintis dan dilaksanakan. Mendesain dan melaksanakan eksperimen adalah upaya untuk membuktikan kebenaran hipotesis yang diajukan. Dalam upaya mengumpulkan bukti tersebut peneliti, perlu memperhatikan instrumen, alat pengumpul data. Dalam hubungan ini pengaturan alat dan bahan eksperimen, diskusi dengan teman dan guru, mencatat data yang terkumpul merupakan kegiatan yang dianjurkan agar eksperimen dapat berlangsung dengan lancar.

Apabila pengamatan yang dilakukan tidak benar, maka pembuktian hipotesis menjadi keliru dan apa akhirnya eksperimen juga akan keliru. Perlu diungkapkan disini pada umumnya dalam IPA data yang terkumpul merupakan data kuantitatif atau dinyatakan dengan angka. Oleh sebab itu diperlukan pengulangan-pengulangan eksperimen dengan memperhatikan kondisi tempat dimana dilakukan eksperimen. Dengan pengulangan ini akan diperoleh data yang terbaik sehingga kesimpulan dapat dirumuskan. Membuat kesimpulan artinya menguji dan meringkas data untuk dihasilkan suatu teori, hukum, terapan maupun menghasilkan masalah baru yang perlu ditindak lanjuti.



Dengan menerapkan sikap ilmiah dalam setiap langkah berpikir akan bermakna dalam memahami fakta. Gambar 1.5. di samping ini salah satu gambaran siklus dalam proses berpikir ilmiah lewat IPA.

Gambar 1.5 : Proses Berpikir Ilmiah

1.2.1.2. Contoh Penerapan Integrasi Sikap dan Proses Ilmiah

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai integrasi sikap ilmiah dan proses ilmiah perhatikan kegiatan merancang eksperimen pada soal berikut ini :

Contoh kasus 2 : integrasi sikap dan proses ilmiah

Sebelum dapat disimpulkan bahwa tumbuhan dapat memberikan oksigen ke udara. Dari eksperimen yang dilakukan terhadap tumbuhan yang di tutup dengan penyungkup plastik rapat yang longgar dan didekatnya dinyalakan lilin maka langkah eksperimen yang perlu dilakukan adalah ...

Jawaban :

Perlakuan yang dapat dipilih mencakup banyak alternatif, Anda dapat memikirkannya secara mendalam. Salah satu langkah yang dapat dipilih dan dilakukan dengan teliti, hati-hati dan cermat serta penuh keyakinan adalah (1) mengeluarkan lilin dari dalam penyungkup plastik dan posisi tanaman tetap dalam plastik, (2) mengeluarkan tanaman dan lilin menyala dari dalam penyungkup plastik dan (3) mengeluarkan tanaman dari dalam plastik. Ke tiga alternatif tersebut pilihan yang paling memberikan jawaban yang tepat adalah mengeluarkan tanaman dari dalam penyungkup plastik. Hal ini berarti bahwa melalui kontak langsung dengan udara luar tanaman tetap dapat hidup lebih lama.

1.2.2. Hukum Ilmiah

Langkah penting dalam IPA adalah mengembangkan berpikir lewat proses ilmiah, yakni menggunakan langkah-langkah tertentu dalam klasifikasi dan sistematisasi fakta, data menurut aturan tertentu. Dalam menetapkan aturan inilah, manusia perlu memahami pola berpikir logis yakni mampu menemukan ciri-ciri khusus dari fakta, membedakan fakta satu dengan lainnya, menghubungkan fakta-fakta tersebut ke dalam hubungan yang logis.

Proses berpikir ini akan berakhir pada generalisasi, yakni diperolehnya rumusan baru dari fakta tersebut ke dalam konsep, teori dan prinsip ilmiah. Hal inilah yang seringkali disebut hukum ilmiah. Hukum ilmiah pada umumnya merupakan rumusan singkat dari kelakuan gejala alam yang serupa, sejenis yang telah diperlihatkan kebenarannya lewat kajian, penelitian dan verifikasi mengenai sekumpulan fakta yang berhubungan dengan persoalan tertentu.

Sebagai gambaran misalnya penggolongan benda-benda ke dalam isolator, konduktor dan semi konduktor merupakan perwujudan dari langkah sistematis dalam studi mengenai benda di alam semesta ini. Penggolongan ini tidak serta merta muncul, namun melalui proses yang panjang. Pemahaman kita tentang sifat ini telah kita miliki, tanpa harus mengulang eksperimen yang dilakukan oleh orang terdahulu. Di sinilah hukum alam dipelajari, dialami dan dimanfaatkan untuk mengkaji lebih mendalam struktur dan sifatnya. Dalam bidang trigonometri yang banyak membantu IPA untuk menjelaskan bentuk dikenal perbandingan antara

keliling dan diameter lingkaran yang diperoleh nilai sebesar 3,14159 yang dalam notasi matematis disebut phi (π) yang disederhanakan dalam bentuk angka menjadi 3,14.

Lewat hukum ilmiah yang telah ditemukan di atas dapat diperoleh pengertian yang lebih jelas, sederhana dan membantu dalam pekerjaan berikutnya. Ditemukannya jenis bahan dan angka tetapan phi (π) seorang tukang dapat merencanakan bahan maupun ukurannya dalam membuat peralatan tertentu. Misalnya membuat seterika, maka bentuk geometris seterika dapat diperhitungkan supaya hemat ruang dan energi, indah, rapi dan memilih bahan yang tepat agar kain yang diseterika menjadi lebih mudah tertata rapi dan mudah serta nyaman. Pemakaiannya. Dengan demikian produk seterika digemari oleh pembeli.

Perhitungan tentang bentuk dan bahan ini akan membantu para perancang, pengusaha di bidang industri, tukang, serta pihak-pihak yang memerlukan untuk bekerja lebih efisien dan dapat diperhitungkan semenjak mulai tahap perencanaan. Pekerjaan dalam menghitung dan memilih bahan yang diperlukan menjadi lebih mudah, karena ada acuan yang dapat dipergunakannya. Andaikan pengetahuan tentang jenis bahan dan ukuran belum diketahui, tentu akan memerlukan tenaga dan pikiran yang melelahkan.

1.2.3. Kebenaran Ilmiah

1.2.3.1. Hipotesis

Dalam upaya menggali pengetahuan lebih lanjut dalam IPA, kemampuan berpikir induktif, deduktif dan verifikatif harus dapat dilatih semenjak dini. Tujuannya adalah agar manusia terbiasa memanfaatkan kemampuan indera dan kemampuan berpikir logis menjadi kebiasaan dalam hidup dan kehidupannya. Untuk mencapai tujuan ini maka para ilmuwan berusaha untuk memecahkan berbagai persoalan dengan mengajukan pertanyaan dengan apa? bagaimana? dan mengapa?

Bentuk pertanyaan apakah? pada umumnya memerlukan jawaban paling sederhana yang bersifat deskripsi. Misalnya : jenis batuan apakah ini? Jawaban dari pertanyaan ini singkat, atau hanya memerlukan jawab singkat dan pada umumnya jawaban bersuku kata pendek. Selanjutnya pertanyaan bagaimana? pada umumnya jawabannya menuntut keterlibatan adanya proses. Dari segi tingkatan berpikir memiliki dimensi yang lebih tinggi daripada pertanyaan apa? Misalnya bagaimanakah energi panas dapat merambat dalam sepotong besi? Untuk menjawab pertanyaan ini maka diperlukan pemahaman akan gejala konduksi dalam logam, pemahaman perbedaan suhu antar ujung logam, dan jenis logam yang dapat menghantarkan panas dan sebagainya. Perbedaan suhu antara dua ujung konduktor mengakibatkan terjadinya perambatan panas.

Pengetahuan tentang faktor yang dapat menghantarkan kalor akan melibatkan susunan molekul zat, aliran panas dalam bentuk energi dan sebagainya. Tentu saja jawaban dari pertanyaan bagaimana lebih rumit dari pada pertanyaan dengan apakah. Memulai pertanyaan dengan mengapa? merupakan pertanyaan IPA yang dianggap paling sulit menjawabnya. Dengan frase kata mengapa setiap kali bertanya, tentu tidak akan dapat

dijawab secara mudah atau bahkan pertanyaan ini seringkali tidak berakhir pada satu atau dua jawaban saja. Jawaban ini akan berakhir pada yang maha pencipta Allah swt.

Pertanyaan dengan mengapa, akan menghantarkan kita pada langkah berpikir ilmiah yakni upaya untuk dapat merumuskan hipotesis dan menguji hipotesis tersebut. Hipotesis adalah suatu dugaan yang sifatnya sementara dan akan dibuktikan kebenaran lewat pengumpulan fakta empiris. Suatu hipotesis tidak akan memiliki arti atau makna manakala kita tidak dapat melakukan apa yang diharapkan dari hipotesis tersebut. Pada umumnya hipotesis diajukan manakala kita berusaha untuk menjelaskan secara jelas dan lengkap lewat pengumpulan fakta-fakta.

Dengan pengertian lain hipotesis dalam IPA ini, maka hipotesis harus dapat diuji secara eksperimental. Hasil pengujian tersebut mungkin sesuai dengan jawaban hipotesis, namun juga tidak jarang hasilnya berlawanan dengan hipotesis tersebut. Jika ternyata hasilnya berlawanan maka perlu dilakukan kajian, apakah akan dibuang/ditiadakan atau apakah ramalan yang diajukan diperbaiki. Hasil perbaikan hipotesis tersebut

Jadi ada hubungan timbal balik antara pengembangan penalaran, perumusan hipotesis, pengembangan eksperimen, lalu melakukan pengujian (baik dengan statistik maupun bukan statistik) serta pengembangan fakta baru merupakan inti dari proses ilmiah atau siklus dalam pengembangan metode ilmiah.

Kebenaran ilmiah ada kalanya sejalan dengan kehendak atau pikiran manusia, namun demikian seringkali berbeda dengan pikiran manusia. Hukum ilmiah dalam hal ini berbeda dengan hukum yang dibuat manusia misalnya produk lembaga yang berupa undang-undang, peraturan pemerintah, tata tertib RT, RW dan sebagainya. Hukum ilmiah ini seringkali disebut *sunnatullah*, hukum Tuhan yang dirumuskan lewat pengamatan dan berpikir rasional yang dirumuskan oleh manusia. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa gejala atau peristiwa alam maupun gejala bendanya seringkali berada di luar kekuasaan manusia.

Hukum yang dibuat manusia, baik berupa undang-undang, peraturan dan sebagainya dapat berubah setiap waktu sepanjang tak sesuai dengan maksud dan tujuannya, sedangkan hukum alam bersifat abadi.

1.2.3.2. Latihan soal

Berikut ini menggambarkan bagaimana seseorang melakukan pengujian hipotesis.

Perhatikan soal dan penyelesaiannya.

Berikut ini terdapat tabel dengan dua baris tiga kolom yang menyatakan jumlah telur tiap 100 ayam pada kandang yang diberi cahaya lampu penerangan 100 watt dan cahaya matahari.

Tabel 1.2 : Tabulasi Silang

| Alat penerangan | Musim hujan | Musim kemarau |
|-----------------------|-------------|---------------|
| Dengan lampu 100 watt | 85 | 87 |
| Cahaya matahari | 83 | 84 |

Hipotesis :

Dari tabel anda dapat melakukan perumusan hipotesis. Hipotesis adalah dugaan sementara yang kebenarannya diuji lewat pengumpulan data.

Data yang telah tersusun tersebut dapat mengarahkan pada perumusan hipotesis yang dapat diajukan adalah : diduga bahwa jumlah cahaya yang diterima ayam akan berpengaruh terhadap jumlah telur yang dihasilkan oleh ayam dalam kandang tersebut.

Kesimpulan :

Hasil analisis data menunjukkan bahwa dengan menggunakan lampu 60 watt jumlah telur yang dihasilkan lebih banyak dibanding pemanfaatan cahaya matahari. Kesimpulan inilah yang nantinya dapat dimasukkan dalam teori manakala telah dapat dilakukan pengujian berulang.

1.2.4. Teori dalam IPA

Hasil pengamatan lewat indera maupun lewat alat ukur terhadap gejala alam, akan diperoleh gambaran tentang fakta atau kenyataan alamiah. Fakta ini dapat terjadi secara berulang-ulang dan selanjutnya inderapun juga akan merespon gejala tersebut. Dengan dilakukannya pencatatan yang sistematis, maka akan menghasilkan gambaran fakta yang semakin utuh. Apabila dalam pengulangan lewat pengamatan terhadap fakta-fakta ini lalu dikaitkan dengan berpikir logis yang dikerjakan oleh otak kita, maka akan dihasilkan konsep. Konsep adalah ide/gagasan yang digeneralisasikan dari lingkungan tertentu dan relevan. Pemberian nama pada suatu benda di alam inilah yang seringkali disebut konsep. Sebagai gambaran misalnya pengetahuan tentang besi. Dengan memperlakukan besi sebagai peralatan rumah tangga, atau untuk peralatan lain yang dikaitkan dengan konsep suhu atau panas maka terdapat rangkaian konsep bahwa besi dipanasi memuai. Hal yang sama juga berlaku bahwa tembaga dipanasi memuai, aluminium dipanasi memuai dan sebagainya.

Pengamatan adalah upaya untuk memperoleh bukti empiris, dalam rangka menguji hipotesis yang diajukan. Apabila ternyata hipotesis yang diajukan didukung oleh fakta yang dikumpulkan, artinya hipotesis tersebut cocok dengan realitas atau kenyataan. Hasil pengujian hipotesis ini akan menghasilkan teori. Teori ini akan menerangkan fakta-fakta dan merupakan asas dari IPA. Teori ini berupaya menjalin fakta-fakta yang kelihatannya tidak ada hubungannya menjadi satu kesatuan yang utuh. Lewat teori inilah kita dapat melihat hubungan-hubungan tersebut. Sebagai contoh di atas, besi, aluminium, tembaga, baja merupakan benda yang berbeda, namun memiliki keluarga yang disebut logam. Dipanasi artinya diberikan panas atau energi kalor sehingga memungkinkan logam tersebut memuai. Pada model atom dikenal teori tentang atom, yang semula berasal dari model atom. Atom terdiri dari inti atom atau nukleon yang dikelilingi elektron. Agar atom tersebut stabil maka Bohr melengkapinya dengan postulat Bohr. Lewat kajian terhadap fakta yang meyakinkan dapat dihasilkan teori atom Bohr.

Tugas sebuah teori dalam IPA adalah membuka jalan bagi kemajuan IPA pada tahapan berikutnya, lewat teori inilah eksperimen-eksperimen model yang lebih baru dapat dilakukan atau bahkan dapat sebagai pembuka lahan baru bagi penelitian gejala alam.

1.3. Gejala Alam Biotik

Gejala alam biotik ini berkaitan dengan kajian tentang munculnya kehidupan di alam semesta, pertanyaan yang dapat diajukan adalah apakah tanda hidup dan kehidupan, dari mana datangnya hidup, mengapa ada kehidupan dan bagaimana kehidupan ini dapat muncul? Dan sebagainya. Hipotesis tentang munculnya kehidupan di muka bumi merupakan bagian yang tak terpisahkan dari rasa ingin tahu manusia tentang sejarah kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Menurut sejarah munculnya manusia di muka bumi, diduga bahwa kehidupan telah berlangsung semenjak (3- 4) milyar tahun yang lalu. Rentang waktu ini sangat lama bahkan tak terbayangkan dalam kehidupan kita yang pendek ini.

Pertanyaan yang berkaitan dengan gejala alam biotik antara lain apakah tandanya ada hidup dan kehidupan. Dugaan-dugaan dapat dimunculkan mulai semenjak manusia berhipotesis tentang asal usul kehidupan di muka bumi sampai saat ini.



Gambar 1.6 : Bunga Matahari
Tumbuh dan Berkembang

Misalnya tanaman bunga matahari seperti gambar 1.6. di samping, dalam suasana tumbuh dan berkembang sebagai bekal untuk menandai salah satu ciri makhluk hidup.

Di sini hipotesis dapat diajukan dengan bekal kemampuan manusia dalam hal klasifikasi melalui cara membandingkan, mengkomunikasikan dan menghubungkan dari berbagai aspek yang dijumpai dalam kehidupannya. Kemampuan manusia membandingkan benda yang hidup dengan benda tak hidup lainnya dapat menjadi bekal manusia dalam mengenal tanda-tanda adanya hidup. Gambar 1.6 di samping memperlihatkan bunga matahari yang sedang berbunga dengan indah. Berbagai

ciri makhluk hidup seperti yang diuraikan di atas dapat dipenuhi, sehingga matahari disebut sebagai makhluk hidup

Adanya tanda-tanda hidup ini juga dapat dilakukan dengan melihat ciri benda hidup dan membandingkannya dengan benda tak hidup lainnya. Misalnya : bernafas, detak nadinya masih bekerja, suhu tubuhnya panas, ada tanda gerak dan sebagainya. Perhatikan Gambar 1.7. yang memperlihatkan seorang pasien yang sedang diperiksa oleh dokter untuk di diagnosis gangguan penyakitnya.



Gambar 1.7 : Mendeteksi Adanya Tanda-tanda Hidup Sehat
(Sumber : Alan H. Cromer,1994)

Seperti halnya bunga matahari, gambar di samping ini memperlihatkan ciri adanya kehidupan. Di sini seorang dokter sedang memeriksa pasien dengan mengukur tekanan darahnya. Denyut nadi yang masih berdetak merupakan salah satu bukti bahwa manusia masih hidup. Hal ini sesuai dengan ciri umum makhluk hidup.

1.3.1. Ciri Khusus Makhluk Hidup

Dalam hal ciri khusus makhluk hidup dapat dikemukakan di sini bahwa melalui cara melihat tanda-tanda khusus yang dapat dikenali dari makhluk yang hidup ini antara lain memiliki kemampuan dalam hal (a) memperoleh zat makanan dari alam semesta, (b) merespon/menjawab rangsang dari lingkungan hidupnya, (c) mengedarkan zat makanan ke dalam sel pembangun dirinya, (d) mencerna makanan dan mampu melakukan proses pernafasan/respirasi, (e) mensintesis zat pembangun protoplasma (f). mampu tumbuh dan berkembang biak, (g) penyesuaian diri dengan perubahan lingkungan.

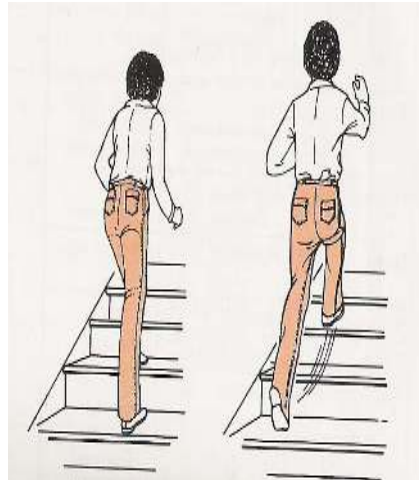
Tiga gambar di bawah berikut ini juga menampilkan makhluk yang memiliki 7 ciri di atas. Dalam kehidupan ketiganya masing-masing ciri dijelaskan dengan tanda adanya kemampuan mengambil makanan dari alam semesta atau nutrisi dari lingkungan hidupnya merupakan salah satu ciri fungsional makhluk hidup. Di alam semesta ini zat dan energi merupakan bagian tak terpisahkan satu sama lain. Keduanya sebagai penyusun alam semesta, baik makhluk biotik maupun abiotik.

Sebagaimana benda tak hidup, makhluk hidup tersusun dari materi dan energi. Agar makhluk hidup dapat mempertahankan hidupnya maka makhluk hidup harus mendapatkan materi dan energi dari lingkungan hidupnya. Manusia juga memerlukan nutrisi untuk memperoleh materi dan energi baru. Apabila manusia kekurangan nutrisi badan akan menjadi lemah. Nutrisi yang dibutuhkan manusia antara lain karbohidrat, lemak dan protein sebagai sumber energi. Berbagai kebutuhan hidup dan kehidupan manusia ini telah tersedia di alam semesta ini, tinggal bagaimana manusia menggunakan akal dan pikirannya untuk mendapatkan bahan yang dibutuhkan tanpa harus mengorbankan makhluk hidup lainnya. Tiga

gambar berikut ini menggambarkan bagaimana upaya manusia agar tetap hidup.



Gambar 1. 8 : Dapat Bersikap Tegak Tanda-tanda ada Kehidupan dan Sehat



Gambar 1.9 : Dua Orang Naik Tangga dengan Laju Berbeda

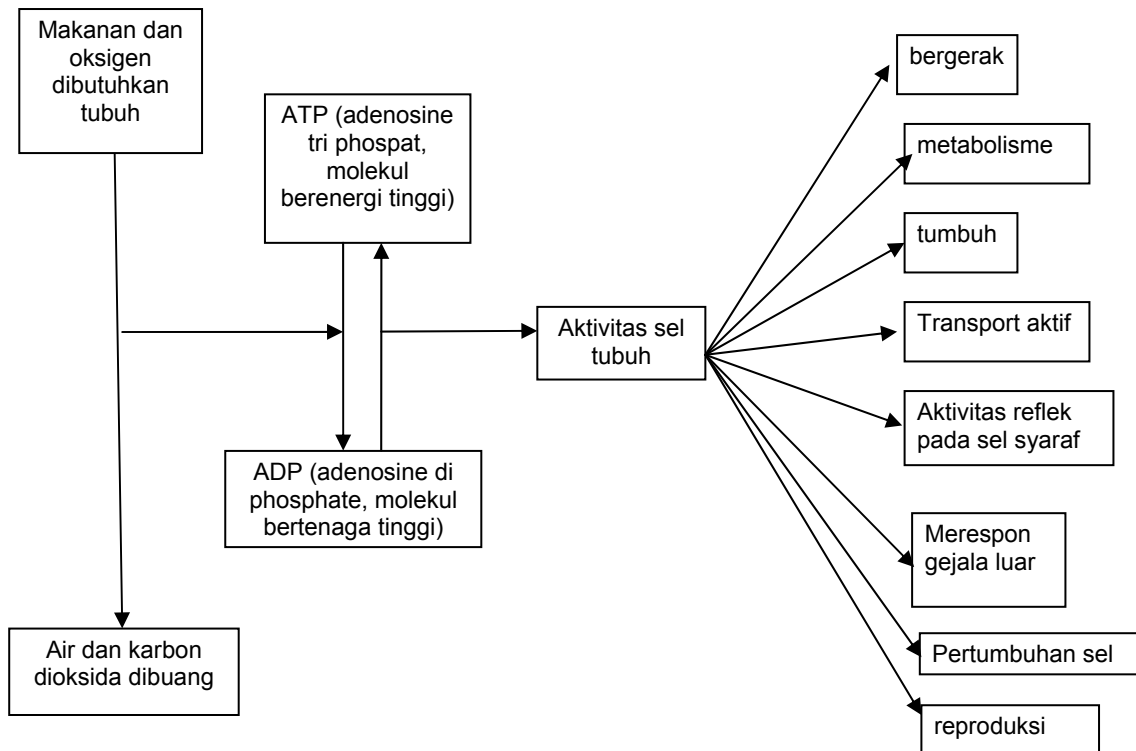


Gambar 1.10 : Mencari Kayubakar

Vitamin, mineral dan air merupakan bahan yang diperlukan dalam tubuh manusia. Kekurangan protein seringkali mengakibatkan gejala busung lapar, kekurangan lemak dan karbohidrat disebut mengalami kelaparan. Kekurangan mineral dan vitamin mengakibatkan berbagai gangguan kesehatan misalnya kekurangan vitamin B mengakibatkan penyakit beri-beri; kekurangan vitamin C menyebabkan gusi berdarah dan gangguan-gangguan kesehatan lainnya. Kekurangan air dan mineral dalam tubuh menyebabkan keseimbangan hidup menjadi terganggu dan sebagainya.

Kemampuan merespon/menjawab rangsang dari lingkungan ditandai dengan aktivitas gerak, berpindah tempat, menangkap sesuatu yang diberikan kepadanya. Aktivitas ini berkaitan dengan upaya agar makhluk tersebut mampu bertahan hidup. Kegiatan yang nyata adalah upaya untuk memperoleh makanan dan bernafas. Pada manusia makanan dan minuman masuk ketubuh kita lalu dalam tubuh kita ada proses kimiawi yakni perubahan dari makanan, minuman dan bernafas ini dioptimalkan untuk aktivitas sel yang diwujudkan dalam aktivitas gerak serta merespon hal yang berkaitan dengan lingkungan hidupnya.

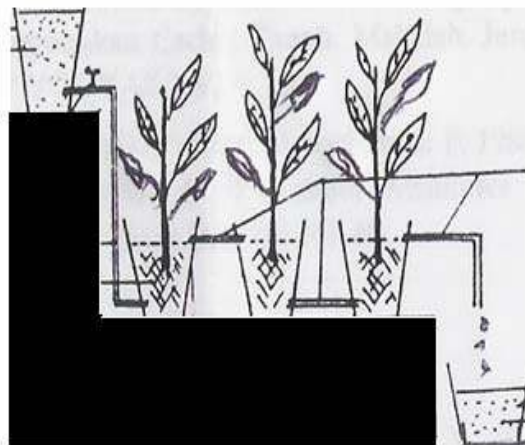
Diagram blok yang ditunjukkan pada Gambar 1.11 di bawah ini memperlihatkan mekanisme proses yang menandakan ciri makhluk hidup pada manusia.



Gambar 1.11 : Ciri-ciri Makhluk Hidup *)
(Sumber :Moh Amin, dkk., 1980)

1.3.1.1. Latihan pemecahan kasus tentang ciri makhluk hidup

Untuk lebih mendalami persoalan tentang ciri makhluk hidup; misalnya lewat penelitian di bidang biologi, dikehendaki agar penanaman bunga dilakukan dengan model hidroponik. Pada gambar 1.12. di samping, tiga pot yang saling dihubungkan dengan air dengan ember yang dilengkapi kran diletakkan pada posisi yang tertinggi. Lihat gambar di samping ini. Bagaimana memberikan perlakuan agar pertumbuhan tanaman berlangsung secara baik?



Gambar 1.12 : Penanaman Model Hidroponik

Jawaban :

Perlakuan dalam eksperimen tersebut antara lain menjaga agar tanaman bunga tetap hidup dan tumbuh dengan baik. Di sini dilakukan pencatatan terhadap variabel terikat yakni tinggi tanaman untuk melihat adanya pertumbuhan tanaman. Dengan mengatur pH larutan hidroponik pada kisaran 6,0 – 6,5 diharapkan ketiga tanaman tersebut dapat berkembang dengan baik. Sebab bila terlalu rendah, misalnya pH di bawah angka 6,0 maka larutan hidroponik cenderung bersifat asam dan bila nilai pH terlalu tinggi, misalnya pH = 8,8 maka larutan hidroponik akan bersifat basa. Kegiatan pengontrolan variabel pH menjadi salah satu langkah yang dilakukan.

Apabila tanaman bersifat asam cara yang dilakukan untuk mengatasinya antara lain pada larutan perlu ditambahkan air kapur, atau penggantian larutan kompos secara periodik sesuai kebutuhan. Satu hal yang perlu mendapatkan perhatian dengan model penanaman lewat hidroponik di atas adalah memasukkan oksigen ke dalam air tandon dengan mengganti air dengan air yang baru atau menggunakan model aerasi yakni dengan aliran yang sedikit demi sedikit melalui cara ditetaskan. Dengan cara demikian maka tanaman akan tumbuh dengan baik.

Contoh semacam ini memberikan gambaran bahwa dalam belajar IPA, kegiatan menentukan variabel, mengukur, mengamati, mengklasifikasi, melakukan inferensi, menduga atau memprediksi dapat merupakan kegiatan yang terintegrasi

1.3.2. Peredaran Makanan

Materi yang berupa zat-zat nutrisi yang diambil oleh makhluk hidup dari lingkungan ini berupa zat makanan perlu diedarkan agar mencapai secara merata ke seluruh tubuh sesuai dengan yang dibutuhkan. Peredaran zat makanan ini dapat berlangsung melalui berbagai cara misalnya difusi, osmose, transport aktif melalui selaput sel, atau bersama dengan peredaran darah dan sebagainya. Makanan dan minuman yang masuk lewat mulut lalu dihaluskan dengan mengunyah lewat gigi sehingga menjadi lumat dan halus. Makanan tersebut lalu disalurkan melalui alat pencernaan makanan diteruskan ke usus-usus. Pada tahap akhir sari makanan dapat mengalir ke tubuh kita bersama aliran darah. Makanan tersebut beredar ke tempat sesuai dengan kebutuhan untuk hidup melalui alat peredaran darah. Dalam hal peredaran makanan ini ada sebagian lagi yang tak berguna, lalu dibuang berupa zat cair, padat dan gas.

Kemampuan bernafas atau respirasi juga merupakan bentuk tanda adanya kehidupan. Dalam hubungan ini energi bahan makanan terkandung dalam bentuk protein, lemak dan karbohidrat. Protein, lemak dan karbohidrat dalam makanan tak akan dapat dimanfaatkan manakala tidak dapat diurai dan dipecah ke dalam bentuk molekul. Namun dalam proses memecah-mecahkan berbagai jenis sari makanan ke dalam bentuk molekul-molekul ini perlu dibebaskan sejumlah energi. Proses penguraian dari makanan ke dalam molekul-molekul dengan membebaskan sejumlah energi inilah yang berkaitan dengan proses bernafas atau disebut pula dengan proses respirasi.

Dalam praktik nyata terkait dengan kehidupan manusia, maka proses ini dapat dianalogikan dengan memasukkan oksigen dan makanan ke dalam tubuh. Selanjutnya sebagian produk sisa dikeluarkan dalam bentuk carbon dioksida dan air. Setiap makhluk hidup melakukan respirasi, demikian pula pada manusia juga melakukan rerspirasi. Hasil dari proses respirasi ini adalah diperolehnya energi ini yang bermanfaat untuk melakukan aktivitas kehidupan.

Proses respirasi di samping menghasilkan energi yang diperlukan oleh tubuh, juga akan menghasilkan produk sisa. Produk sisa ini berlangsung dalam sel-sel tubuh kita. Produk sisa ini dapat berupa benda padat, cair dan gas. Produk sisa bila tak terbuang ke luar akan membahayakan kesehatan tubuh. Bagi tubuh kita, produk sisa berupa zat cair dibuang dalam bentuk air seni dan keringat, bentuk gas berupa gas buang lewat permukaan kulit maupun alat pembuangan yang lain, sedangkan yang berbentuk padat berupa faeses yang ke luar lewat anus bersama dengan gas yang berbau. Zat yang terbuang ini berupa racun, oleh karena itu proses pembuangan dari dalam tubuh yang sehat akan dapat ditandai berlangsung secara teratur. Proses pengeluaran zat sisa tersebut disebut ekskresi.

Dengan zat makanan yang diperoleh dari fungsi nutrisi dan energi dihasilkan lewat respirasi, maka makhluk hidup dapat menyusun zat organik baru. Zat organik baru ini dapat berupa enzim, protein, hormon dan sebagainya. Penyusunan zat baru ini terjadi melalui proses yang disebut sintesis. Hasil dari sintesis inilah yang berfungsi untuk menghasilkan dan menyusun protoplasma baru sebagai pengganti protoplasma yang aus dan rusak. Protoplasma hasil sintesis ini juga dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Proses sintesis ini juga merupakan tanda bahwa makhluk tersebut hidup. Proses sintesis ini berlangsung dalam sel tubuh.

Salah satu produk dari sintesis adalah pertumbuhan dan perkembangan fisik atau jasmani serta fungsinya. Proses tumbuh ditandai adanya perubahan, perubahan yang nyata pada makhluk hidup adalah perubahan volume dan beratnya. Makhluk yang masih hidup selalu akan tumbuh dan berkembang. Berkembang berarti menjadi lebih lengkap dan sempurna susunan dan fungsi alat tubuhnya. Tumbuh berarti ada perubahan fisik dan fungsi fisiknya, secara fisis ditandai dengan perubahan bentuk dan beratnya. Embrio dapat tumbuh dan berkembang menjadi janin, janin tumbuh dan berkembang menjadi bayi dan bayi tumbuh dan berkembang menjadi dewasa. Hal ini berlangsung pada semua makhluk hidup.

Proses yang teratur dalam tubuh kita seperti halnya dalam memperoleh nutrisi, respirasi dan transportasi, sintesis serta tumbuh berkembang merupakan mekanisme yang selalu terjadi dalam setiap makhluk hidup. Dalam tubuh kita terdapat regulasi yang mengatur semua proses tersebut. Susunan syaraf dan indera kita dapat berfungsi secara baik manakala regulasi ini berjalan dengan baik. Indera dan susunan syaraf dengan bantuan enzim dan hormon makhluk hidup mengatur proses regulasi yang terjadi dalam tubuh kita, sehingga kehidupannya aman dan tertib.

Berfungsinya regulasi menjadi lebih lengkap manakala fungsi reproduksi juga bekerja secara baik. Disadari bahwa masa hidup dari makhluk adalah terbatas, sehingga reproduksi sebagai upaya untuk mempertahankan jenisnya. Makhluk hidup tak dapat terlepas dari kematian. Namun bila fungsi reproduksi bekerja dengan baik maka jenis dan aktivitas kelompoknya masih dapat dipertahankan.

1.3.3. Ringkasan Ciri Makhluk Hidup,

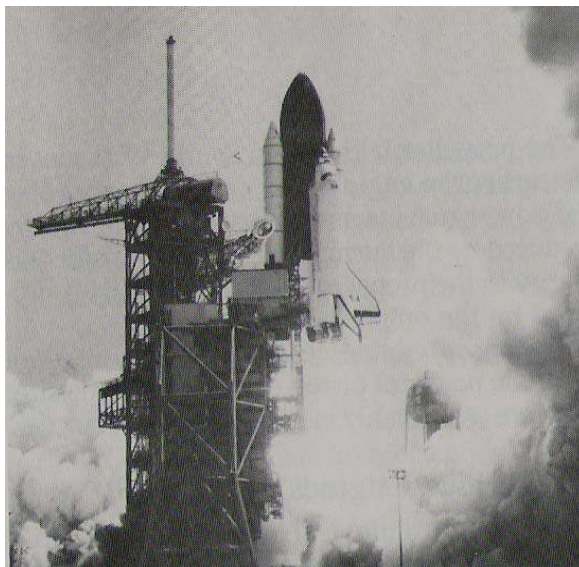
Di bawah ini disajikan ringkasan ciri-ciri makhluk hidup yang terdiri dari tumbuhan, hewan dan manusia. Pada masing kolom isian terdapat ciri yang membedakan antara kehidupan dari kelompok tumbuhan, hewan dan manusia. Berdasarkan pengamatan anda terhadap makhluk hidup di sekitar tempat tinggal anda, isilah kolom yang kosong sesuai dengan kenyataan yang anda lihat. Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban di halaman belakang bagian ini.

Tabel 1.3 : Ciri Makhluk Hidup kelompok Tumbuhan, Hewan dan Manusia

| No | Gejala yang tampak pada makhluk hidup | Tumbuhan | Hewan | Manusia |
|----|---|---|-----------------------------------|---------|
| 1 | Cara bernafas | Berlangsung secara khusus | Menggunakan alat pernafasan hewan | |
| 2 | Menerima dan tanggapan terhadap rangsang luar | Pasif dan lambat | Aktif, cepat, intingtif | |
| 3 | Gerakan | Lambat,pasif cenderung menetap | cepat | |
| 4 | Makanan | | Berupa padatan, cairan dan gas | |
| 5 | Sumber makanan | dari lingkungan sekitar dan menyusun sendiri makanannya | | |
| 6 | Tumbuh kembang | Berlangsung selama hidup berdasarkan daerah tumbuh | | |
| 7 | Bentuk tubuh | Dapat menyebar bercabang dengan jumlah tak terbatas | | |
| 8 | Perkembangan biakan | Berlangsung dalam alat kembang biak | | |

1.4. Gejala Alam Abiotik

Pada Gambar 1.13 di samping ini, meskipun pesawat antariksa ini dapat mengudara dengan gagahnya, pesawat antariksa bukanlah makhluk hidup, namun sebagai makhluk tak hidup atau digolongkan sebagai gejala alam abiotik. Kemampuan berpindahnya pesawat antariksa dari darat menuju ke bulan, akibat rekayasa teknologi oleh manusia. Gerakan berpindah bukanlah satu satunya ciri makhluk hidup, masih ada ciri-ciri yang lain.



Gambar 1.13 : Peluncuran Roket oleh NASA

Tergolong pada gejala abiotik yang dibahas antara lain sifat materi yang didasarkan pada perubahan lewat peristiwa fisika dan kimia. Peristiwa fisika ditandai dengan perubahan materi yang berkaitan dengan suhu, wujud, indeks bias, titik lebur, daya hantar, warna, rasa, bau, hambatan, gerak, dan energi. Sebaliknya peristiwa kimia berkaitan dengan perubahan kimia, misalnya terbakar, berkarat, bereaksi membentuk garam, asam, basa dan sebagainya. Bila dikaji secara mendalam perubahan sifat fisika di atas mencakup perubahan sifat yang bergantung pada jumlah atau kuantitas atau seringkali disebut sifat ekstensif. Misalnya massa, volume, kandungan energi dan sebagainya, sedangkan sifat yang berkaitan dengan warna, rasa, bau, wujud, tidak bersifat kuantitatif disebut sifat intensif.

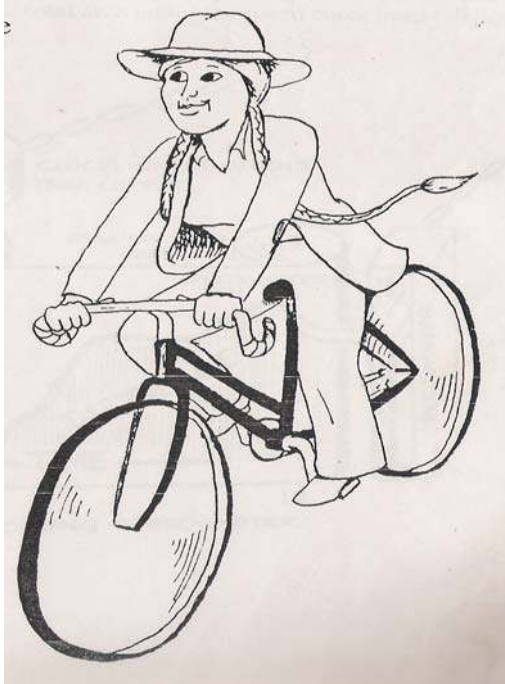
Untuk membedakan gejala fisika atau kimia, coba berikan tanda v pada kolom yang sesuai dari tabel di bawah ini. Cocokkan jawaban anda dengan jawaban di halaman terakhir bagian ini.

Tabel 1.4 : Perubahan Abiotik ke dalam Peristiwa Fisika dan Kimia

| No | Ciri sifat pada perubahan Abiotik | Termasuk peristiwa | |
|----|---|--------------------|-------|
| | | fisika | kimia |
| 1 | Es berubah menjadi air | | |
| 2 | Besi berkarat | | |
| 3 | Lilin dapat dinyalakan lewat sumbu | | |
| 4 | Beras dimasak menjadi nasi atau bubur | | |
| 5 | Beras digiling menjadi tepung | | |
| 6 | Lampu pijar menyala terang | | |
| 7 | Mencuci pakaian menggunakan detergen | | |
| 8 | Membuat plastik dengan selulose nitrat | | |
| 9 | Memisahkan minyak dari permukaan air laut | | |
| 10 | Membuat sabun dari minyak kelapa | | |

1.4.1. Sifat Fisika

Sifat fisika yang membedakan dengan peristiwa kimia yang menonjol antara lain memiliki sifat ekstensif dan intensif, sedangkan sifat kimia lebih cenderung bersifat intensif. Adanya perubahan energi yang dapat dikuantitatifkan memperlihatkan peristiwa fisika, sebab tergolong pada sifat ekstensif.



Gambar 1.14 : Perubahan Energi pada Sepeda

Beberapa peristiwa yang disajikan pada gambar berikut ini memperlihatkan peristiwa fisika. Gambar 1.14 berikut ini terjadi perubahan energi mekanik yang dikeluarkan oleh pengendara sepeda menjadi energi kinetik dan potensial, sehingga sepeda dapat bergerak/melaju di jalan raya.

Mengingat bahan bakar yang berasal dari bumi yang berupa minyak bumi akan habis, maka diperlukan upaya untuk menemukan sumber energi baru untuk menjaga kelancaran dan kelangsungan kehidupan di muka bumi. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah menghemat pemakaian bahan bakar dan pemakaian energi secara terencana.

Demikianlah begitu pentingnya energi bagi hidup dan kehidupan manusia. Setiap kegiatan manusia selalu memerlukan energi, sebaliknya setiap ada kegiatan di situlah terdapat energi. Betulkah benda yang bergerak memiliki energi? Ya, memang demikianlah, bukankah angin yang bertiup dapat digunakan untuk menaikkan layang-layang? dan bahkan untuk mendorong benda yang lebih berat bila diatur, angin dapat memindahkan bukit pasir ke tempat lain di daerah padang pasir. Saat terjadi perubahan musim dapat terjadi angin yang besar dan seringkali terlihat benda, mobil dapat digeser posisinya akibat terkena angin ribut tersebut. Topan dapat menghancurkan permukiman penduduk. Kejadian semua itu sebagai bukti bahwa untuk semua semua kejadian ada energi.



Gambar 1.15 : Perubahan Energi Listrik Menjadi Energi Gerak

Gambar 1.15. berikut memperlihatkan kebutuhan energi bagi hidup dan kehidupan manusia yaitu, pekerja sedang memproses energi listrik diubah menjadi energi gerak dimanfaatkan untuk mengerjakan pekerjaan dengan mesin. Misalnya mesin bubut atau lainnya. Dalam hal ini manusia memanfaatkan energi listrik untuk keperluan industri atau pabrik.

Gambar 1.16 di samping ini memperlihatkan perubahan energi listrik menjadi energi panas. Hal ini terlihat tatkala kita sedang memasak dengan kompor listrik. Energi listrik dari sumber dimanfaatkan untuk memanaskan filamen pada kompor, lalu energi panas dimanfaatkan untuk memanaskan bahan yang dimasak.



Gambar 1.16 : Perubahan Energi listrik Menjadi Energi Kalor

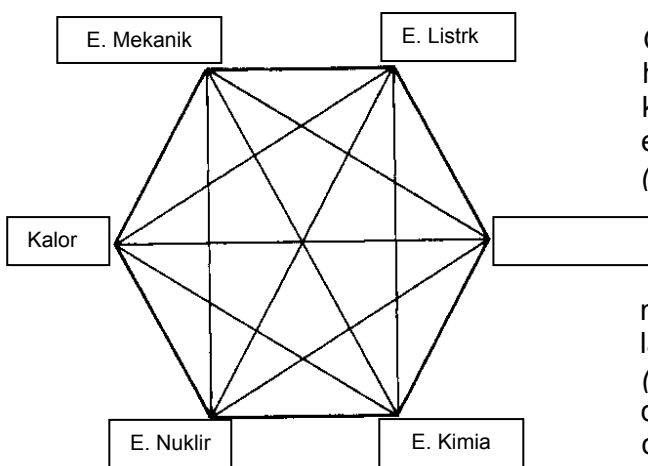


Gambar 1.17 : Energi Cahaya Menjadi Energi Kimia

Gambar 1.17 memperlihatkan bahwa energi listrik dimanfaatkan untuk menghasilkan energi cahaya. Pada saat lampu dinyalakan, objek yang dipotret menjadi lebih jelas. Tatkala pemotret menginginkan gambar yang diperoleh jelas maka kamera diatur jarak bidik terhadap objek, ukuran kepekaan film, diafragma dan kecepatan bidik disesuaikan dengan kamera. Perubahan energi yang terjadi pada kamera pada saat pemotretan terjadinya reaksi kimia pada plat film,

sehingga pemotret memperoleh negatif film.

Uraian di atas menggambarkan gejala abiotik yang berkaitan dengan perubahan energi bagi kehidupan manusia. Demikianlah betapa besar manfaatnya energi bagi hidup dan kehidupan manusia, dan energi tak dapat dipisahkan dalam kehidupan manusia dari waktu ke waktu.



Gambar 1.18 : Hubungan antar Berbagai Energi

Berikut ini pada Gambar 1.18. ada hubungan antara berbagai kemungkinan perubahan energi. Energi mekanik (*mechanical*) dapat diubah menjadi energi listrik (*electrical*); energi kalor (*heat*) secara langsung; namun secara tidak langsung energi mekanik (*mecahnical*) dapat dihubungkan dengan energi cahaya (*light*) energi kimia (*chemical*) dan energi nuklir (*nuclear*).

Dalam praktik sehari-hari yakni pada pembangkit listrik tenaga air, air dibendung lalu disalurkan untuk menggerakkan generator pada turbin. Kejadian ini merupakan energi mekanik wujudnya generator pada turbin bergerak dan akhirnya menghasilkan energi listrik. Sebenarnya yang terjadi pada generator tidak semata-mata energi listrik tetapi juga energi kalor. Hubungan semacam ini merupakan hubungan langsung. Hubungan tak langsung energi mekanik dengan energi cahaya antara lain setelah listrik terbangkitkan, akan menghasilkan energi cahaya, energi cahaya akan bermanfaat dalam fotografi, artinya energi listrik diubah menjadi energi kimia pada plat film. Pada reaksi nuklir akan mencakup reaksi kimia dan melibatkan panas.

Energi matahari secara alami dapat diubah ke dalam bentuk energi lainnya, kita memanfaatkan panasnya untuk keperluan mengeringkan bahan makanan maupun lainnya. Di samping itu lewat peristiwa fotosintesis dan fotografi energi matahari diubah bentuknya menjadi energi kimia. Dalam peristiwa fotosintesis inilah terjadi proses yang berlangsung secara kimiawi. Demikian pula saat kita membidik objek dengan kamera, maka dalam film akan terjadi proses kimia sehingga dihasilkan negatif film.

Dalam teknologi yang lebih maju, yakni saat diterapkannya foto sel atau sel surya untuk keperluan menghasilkan energi listrik maka energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik untuk keperluan mengisi accu, atau untuk keperluan penerangan. Mesin-mesin uap memperoleh energi dari bahan bakar yang berupa kayu, arang dan batu bara. Mesin diesel

memperoleh energi dari bahan bakar minyak solar, mesin bensin memperoleh dari minyak bensin dan sebagainya.

Dalam hal ini makanan, solar, minyak tanah, minyak solar, bensin, batu bara dan sebagainya itu merupakan bahan kimia. Energi yang tersimpan dalam bahan kimia disebut energi kimia. Baterai, akumulator dapat menghasilkan arus listrik, dan arus listrik tersebut terjadi akibat adanya reaksi kimia dalam baterai maupun akumulator. Baterai dan Akumulator disebut memiliki energi kimia.

Arus listrik sendiri dimanfaatkan untuk menjalankan, mengoperasikan dan menggerakkan berbagai alat untuk kehidupan kita sehari-hari. Misalnya kipas angin dapat bergerak dengan menggunakan arus listrik, mesin-mesin seperti mesin bor, mesin bubut, mobil dan sebagainya. Alat-alat tersebut mampu menghasilkan kerja karena ada perubahan energi yang dihasilkan arus listrik menjadi energi gerak. Dengan demikian arus listrik bersumber dari energi listrik, dan energi gerak terjadi akibat perubahan energi dari arus listrik. Jadi jelaslah bahwa yang teramati adalah bentuk perubahan energi, sedang energinya sendiri tak terlihat atau tak tampak jelas.

1.4.2. Produk Kimia

Berdasarkan sifatnya maka ahli kimia memiliki tugas yang dapat ditampilkan sebagai berikut :

- a. Melakukan duplikasi dan memperbaiki produk alam yang sudah ada. Berbagai duplikasi yang telah dan sedang direncanakan antara lain produk plastik, produk bahan bakar minyak, produk obat-obatan, minuman dan makanan dan sebagainya. Berbagai produk plastik saat ini telah digunakan secara meluas dalam berbagai bidang, antara lain mengganti berbagai peran yang semula digunakan logam. Misalnya untuk atap, sebagai isolator menggantikan gabus atau kayu, penyekat dinding dan sebagainya. Produk dari ban sintetis membuktikan bahwa ban hasil sintesis kimia dapat diperoleh jenis ban yang lebih baik kualitasnya dibandingkan tatkala belum menggunakan ban sintesis. Hal yang sama, diperolehnya bahan dengan kualitas yang lebih baik antara lain jenis kain yang di samping lebih baik kualitasnya juga pewarnaannya lebih unggul daripada menggunakan produk alam. Semua produk industri, setelah muncul produk plastik maka produk-produk industri terutama yang semula terbuat dari logam digantikan dengan plastik. Menggunakan produk plastik ternyata dapat berfungsi lebih baik dari semula. Bila dikaitkan dengan kekuatan, produknya juga tidak lebih jelek dari kualitas sebelum digantikan dengan plastik. Oleh karena kegunaannya yang bervariasi inilah para ahli kimia selalu melakukan inovasi agar produk-produk alam tersebut digantikan dengan produk buatan. Lewat penelitian dan pengujian berulang maka para ahli kimia dapat menggantikan atau melakukan duplikasi produk alam. Di samping itu juga selalu berupaya agar produk lewat ilmu kimia ini bisa memiliki kualitas yang lebih baik daripada produk alam yang ada.
- b. Menghasilkan zat yang baru dan memperoleh kegunaan baru yang lebih baik daripada produk yang sudah ada sebelumnya. Banyak produk-produk lewat penelitian kimia memperoleh manfaat dari produk yang

dihasilkan semakin baik. Kemajuan di bidang obat-obatan sangat memungkinkan kualitas obat menjadi beragam jenis dan merk. Obat dalam kemasan yang relatif mahal yang didapat di apotek-apotek merupakan produk kimia. Demikian juga produk minuman dan makanan dalam kemasan, hampir tak dapat dilepaskan dari proses kimia. Inilah suatu kenyataan yang perlu disyukuri karena dengan proses kimia dapat dihasilkan produk baru di samping lebih baik kualitasnya juga bervariasi merk dagang. Masyarakat dapat memilih produk yang sesuai dengan kebutuhannya. Dalam produk obat pembasmi hama juga dijumpai bermacam pestisida, germisida, herbisida yang cocok untuk keperluan hidup dan kehidupannya. Hampir semua produk kimia terbaru memberikan bukti bahwa lewat ilmu kimia dapat diperoleh produk baru yang memiliki kegunaan lebih baik dari produk yang sudah ada. Produk tersebut terkait dengan penyediaan bahan makanan, perumahan, kendaraan, sandang dan papan.

Di samping produk-produk yang bermanfaat disadari pula ada produk kimia yang merugikan bagi kesehatan lingkungan maupun pemakainya sendiri. Hal inilah yang perlu mendapatkan perhatian dalam implementasinya.

1.4.2.1. Jenis Produk-produk Kimia

Penerapan ilmu kimia untuk dihasilkan produknya antara lain diperolehnya produk plastik dengan segala manfaatnya, produk detergen dengan kegunaannya, produk pestisida dengan kenyamanan manusia, produk obat-obatan dan makanan yang berguna bagi kesehatan serta produk-produk lain yang kesemuanya itu dapat digunakan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Pada bagian ini akan dikemukakan produk kimia yang bermanfaat dan produk kimia yang kurang bermanfaat. Adapun produk yang bermanfaat antara lain :

1.4.2.1.1. Plastik, dalam pembahasan ini dibedakan menjadi plastik yang mudah dipengaruhi suhu dalam pemakaiannya dan plastik berdasar unsur-unsur kimia penyusunnya. Hal ini didasarkan pada pengalaman bahwa plastik adalah bahan yang mudah terbakar atau dapat berubah bentuk saat terkena panas.

Berdasarkan pengaruh suhu dalam pemakaiannya jenis plastik dibedakan menjadi *thermosetting* dan *thermoplastic*. *Thermosetting* adalah bahan plastik yang setelah dihasilkan produknya tak dapat dicetak ulang. Bahan ini umumnya sekali dipakai bila telah rusak harus dibuang. Misalnya : berbagai jenis produk plastik yang dimanfaatkan untuk bumper motor/mobil, kotak radio, kotak TV, komputer dan peralatan isolator pada listrik merupakan bahan yang sekali pakai harus di buang. Hal ini memberikan gambaran bahwa produk plastik tersebut satu sisi dapat memberikan manfaat, namun limbah akibat pemakaian tersebut sulit dimusnahkan. Akibatnya tentu akan terjadi pencemaran dan pengotoran lingkungan. *Thermoplastic* merupakan bahan plastik yang setelah dihasilkan produknya dan dimanfaatkan oleh manusia, produk sisanya dapat dilakukan daur ulang. Produk ini merupakan produk yang dapat

dilakukan pemanfaatan berulang. Misalnya berbagai produk dari ember plastik, dan peralatan plastik lainnya, produk sisanya masih dapat dimanfaatkan untuk pembuatan sandal plastik, sendok plastik, mainan plastik dan sebagainya. Berdasarkan jenis sifat kimia dan proses pembuatannya plastik dibedakan menjadi:

- a. *Cellulosa Nitrat* merupakan bahan plastik yang produknya memiliki sifat-sifat lembek dan mudah terbakar. Jenis plastik ini seringkali dimanfaatkan sebagai bahan pembungkus, baik yang transparan maupun tidak transparan. Dengan sifat-sifat semacam ini maka bahan tersebut dapat dimusnahkan dengan dibakar. Proses pembuatan jenis plastik ini antara lain terdiri dari kapas dicampur dengan asam nitrat (HNO_3) dan asam sulfat (H_2SO_4) dilarutkan ke dalam alkohol dan eter. Setelah proses pencampuran dengan komposisi tertentu berakher diperoleh plastik yang lembek dan mudah terbakar. Plastik ini dicetak dan dibentuk menjadi kantong, karung sesuai dengan kebutuhan atau jenis kebutuhan.lainnya yang sesuai.
- b. Plastik *fenol*, merupakan jenis bahan plastik yang keras, kaku dan tidak mudah terpengaruh suhu. Jenis plastik ini juga tidak meleleh apabila kena panas atau dibakar. Jenis plastik ini sangat baik sebagai bahan isolator listrik dan isolator panas. Misalnya sebagai bahan saklar listrik, bahan isolator pada panci, seterika listrik dan bahan-bahan untuk isolator listrik pada berbagai peralatan yang menggunakan aliran listrik. Proses pembuatannya terdiri dari fenol ditambah formaldehide diproses sesuai dengan komposisi yang diinginkan lalu dipanasi sehingga menghasilkan adukan yang lekat, lembek. Setelah itu bahan yang lembek dan lekat tersebut dicetak sesuai dengan keinginan. Hasil cetakan setelah dingin akan dapat menjadi berbagai jenis barang dari plastik yang keras, mudah pecah bila dibanting dan tidak meleleh saat dipanasi.
- c. *Ureaformaldehyde*, merupakan jenis plastik yang memiliki ciri-ciri tidak mudah pecah bila dibanting dan cenderung liat. Bahan ini juga kurang dapat dimanfaatkan sebagai isolator yang baik. Bahan ini seringkali dimanfaatkan sebagai peralatan rumah tangga, misalnya untuk bahan pembuat cangkir, piring, cawan dan peralatan lain dalam kehidupan rumah tangga sehari-hari. Proses pembuatannya antara lain urea dicampur dengan formaldehide dan melalui katalisator tetentu dipanaskan dan diaduk-aduk sampai merata. Campuran ini setelah kering akan diperoleh plastik dengan salah satu sifat tidak mudah pecah (*unbreakable*).
- d. *Polisteryne*, merupakan bahan plastik yang produknya dapat dimanfaatkan sebagai campuran dari bahan-bahan yang berasal dari jenis kain. Salah satu ciri bahan terbuat dari polisteryne ini adalah transparan. Cara pembuatannya adalah *styrine* yang dipolimerisasi dalam wadah tertentu, dipanasi hingga terbentuk plastik yang transparan.

1.4.2.1.2. Detergen, merupakan produk kimia yang dimanfaatkan sebagai pembersih. Sifat detergen adalah larut dalam air dan mampu menyusup ke dalam serat pakaian atau serat-serat lain. Proses yang terjadi dalam serat tersebut selama digunakan adalah mengurangi tegangan permukaan antara kotoran dengan kain. Detergen yang menyusup ke dalam kain akan mengangkat kotoran dari permukaan kain sehingga kemampuan lekat kotoran dalam pakaian berkurang. Proses pengangkatan ini bergantung pada konsentrasi detergen dalam air. Dengan cara membilas melalui air secara berulang maka kotoran dapat hilang dan kain menjadi bersih.

1.4.2.1.3. Narkotika.

Jenis narkotik dan obat-obatan terlarang, di antaranya adalah narkoba narkotik dan narkoba psikotropika serta zat adiktif lainnya. Narkoba narkotik dibedakan menjadi heroin, ganja dan *hashish*, sedangkan narkoba psikotropika antara lain tergolong pada obat yang mengandung *valium*, *nipam* (termasuk juga obat-obatan penenang, obat tidur, pil koplo, BK, tergolong narkoba depressan, ekstasi dan *methamphetamine* (sabu-sabu atau ubas). Tergolong pada zat adiktif antara lain alkohol (termasuk minuman keras), zat lain yang mudah menguap dan merangsang (lem aica aibon, tinner, bensin, spirtus), kafein (banyak terdapat dalam kopi), nikotin (terdapat dalam daun tembakau) *solvent* (zat perekat).

Pemakaian zat-zat tersebut secara berlebihan akan menimbulkan dampak negatif yang secara psikologis dikenali dari (a). emosi tak terkendali (b). kecenderungan berbohong dan tidak bertanggung jawab (c). hubungan dengan lingkungan termasuk hubungan dengan orang tua terganggu (d). cenderung menghindari kontak dengan orang lain (e). menarik diri dari pergaulan, merasa seperti dikucilkan dan seringkali tak peduli pada nilai agama dan norma yang berlaku. (f). pada tingkat yang lebih tinggi seringkali menimbulkan perbuatan kriminal, kekerasan, pencurian, dan mengganggu ketertiban umum.

Upaya untuk menghindarkan penyalahgunaan narkotika antara lain usaha yang perlu diwujudkan dalam dalam keluarga, khususnya kedua orang tua tersebut antara lain (a). Menciptakan suasana pergaulan yang hangat dengan hubungan yang akrab (b). Mengembangkan komunikasi yang jujur, terbuka terhadap semua anggota keluarga (c). Menerima anggota keluarga dengan segala kelebihan dan kekurangannya dan bersedia untuk mendengar pendapat, keluhan dari anggota keluarga lainnya. (d). Membimbing anggota keluarga agar dapat mengambil keputusan yang tepat dan bijaksana; memberikan empati dan respon positif terhadap keberhasilan yang dicapai anggota keluarga. (e). Menyediakan waktu luang untuk saling berkomunikasi satu sama lain dalam keluarga dan setiap anggota keluarga memiliki tanggung jawab terhadap tugas sehari-hari. (f). Memperkuat nilai ketaqwaan dengan mengamalkan ajaran agamanya dengan sebaik-baiknya.

1.4.2.1.4. Pestisida

Produk kimia yang lain adalah pestisida. Pestisida adalah produk kimia yang dimanfaatkan sebagai pembasmi hama penyakit. Pestisida dibedakan menjadi kelompok insektisida, herbisida, germisida, fungisida dan lain-lainnya. Insektisida adalah kelompok pestisida yang dimanfaatkan untuk pembasmi berbagai jenis insekta yang mengganggu manusia, tumbuhan dan hewan. Jenis insektisida yang dikenal dengan merk *perfekthion*, *sevin 50 WP*, *phosdrin*, *sumithion 20 EC*, *dicarbam*, *sulfacide*, *subacin* dan sebagainya.

Rodentisida digunakan untuk pembasmi binatang (mamalia) pengerat seperti tikus antara lain pasta fospor, rafiak, racumin, zink phosphite dan sebagainya. Akarisida adalah dimanfaatkan untuk membasmi tungau seperti *septianalix* dan *perfektion*. Herbisida adalah pembasmi tumbuhan/tanaman pengganggu. Jenis obat yang beredar semenjak alama antara lain *basfapon*, *alicep*, *basanor*, *2,4 D*, *MPCA Acid*, *CMPP Acid* dan sebagainya (umumnya digunakan petani untuk membasmi jenis tumbuhan/jamur pengganggu), sedangkan germisida adalah pembasmi germ atau mikroorganisme pengganggu. Termasuk jenis germisida ini antara lain *pirimor*, *systox*, *perfektion* dan sebagainya. Fungisida adalah pembasmi jamur yang mengganggu tumbuhan. Tergolong kelompok fungisida ini antara lain *polyram M*, *kumulus*, *Liromatin*, *basfungin* dan sebagainya.

1.4.2.1.5. Monosodium Glutamat (MSG)

MSG merupakan produk kimia yang biasanya dimanfaatkan sebagai bahan penyedap makanan. MSG ini dalam bahasa kimia disebut vetsin, accent, glutaven. Namun dalam merek dagang seringkali dikaitkan dengan ayinomoto, mi-won dan sebagainya. Dalam istilah kimia MSG adalah sejenis asam amino yang salah satu atom hidrogen nya diganti dengan atom natrium, sehingga dapat dikategorikan sebagai jenis protein. Jenis MSG ini amat cocok ditambahkan bagi makanan yang mengandung protein. Contohnya : MSG yang ditambahkan ke dalam berbagai jenis makanan, misalnya bakso, sup, mie ayam dan sebagainya akan terasa menjadi semakin sedap.

1.5. Jawaban Soal latihan

Tabel 1.1 : Penggolongan Gejala Biotik dan Abiotik

| No | Kejadian Alam | Gejala biotik | Gejala abiotik | |
|----|---|---------------|----------------|-------|
| | | | fisika | kimia |
| 1 | Logam dipanasi memuai | | + | |
| 2 | Tumbuh dan berkembang biak | + | | |
| 3 | Kertas dibakar menjadi abu | | | + |
| 4 | Menggunakan kaca spion untuk melihat bayangan | | + | |
| 5 | Mata dapat melihat benda | + | | |
| 6 | Gejala fotosintesis dan tumbuh | + | | |
| 7 | Bernafas dan transport aktif | + | | |

| | | | | |
|----|---|--|---|---|
| 8 | Terjadinya aliran listrik pada kabel | | + | |
| 9 | Perpindahan panas pada logam | | + | |
| 10 | Mengatur pH tanah dengan mencampur kapur. | | | + |
| 11 | Sinar matahari memanasi bumi | | + | |
| 12 | Suasana gerah saat musim kemarau | | + | |
| 13 | Air accu layak diminum | | | + |
| 14 | Terbentuknya kristal garam | | | + |
| 15 | Garam dapur memiliki rasa asin | | | + |

Tabel 1.3 : Ciri Makhluk Hidup kelompok Tumbuhan, Hewan dan Manusia

| No | Gejala yang tampak pada makhluk hidup | Tumbuhan | Hewan | Manusia |
|----|---|---|---|---|
| 1 | Cara bernafas | Berlangsung secara khusus | Menggunakan alat pernafasan hewan | Menggunakan pernafasan dengan paru |
| 2 | Menerima dan tanggapan terhadap rangsang luar | Pasif dan lambat | Aktif, cepat, intingtif | Aktif, reflektif, rasional, cepat, terkadang intingtif |
| 3 | Gerakan | Lambat, pasif cenderung menetap | cepat | Cepat, lambat sesuai kebutuhannya |
| 4 | Makanan | Bentuk gas dan cair | Berupa padatan, cairan dan gas | Padat dan cair yang diproses sebelumnya |
| 5 | Sumber makanan | dari lingkungan sekitar dan menyusun sendiri makanannya | Dari makhluk lain diolah dalam diri mkhluk lain tersebut | Dari seluruh populasi yang layak dimakn dan diproses hingga sesuai selera |
| 6 | Tumbuh kembang | Berlangsung selama hidup berdasarkan daerah tumbuh | Berlangsung dalam masa pertumbuhan | Berlangsung dalam masa pertumbuhan |
| 7 | Bentuk tubuh | Dapat menyebar bercabang dengan jumlah tak terbatas | Tubuh memiliki bentuk tertentu dengan jumlah yang tertentu pula | Tubuh memiliki bentuk tertentu dengan jumlah yang tertentu pula |
| 8 | Perkembang-biakan | Berlangsung dalam alat kembang biak | Dalam tubuh maupun di luar tubuh | Melalui proses pembuahan dan berkembang dalam tubuh wanita |

Tabel 1.4 : Jenis peristiwa fisika dan kimia

| No | Ciri sifat pada perubahan Abiotik | Termasuk peristiwa | |
|----|------------------------------------|--------------------|-------|
| | | fisika | kimia |
| 1 | Es berubah menjadi air | ✓ | |
| 2 | Besi berkarat | | ✓ |
| 3 | Lilin dapat dinyalakan lewat sumbu | | ✓ |

| | | | |
|----|---|---|---|
| 4 | Beras dimasak menjadi nasi atau bubur | | V |
| 5 | Beras digiling menjadi tepung | V | |
| 6 | Lampu pijar menyala terang | V | |
| 7 | Mencuci pakaian menggunakan detergen | V | |
| 8 | Membuat plastik dengan selulose nitrat | | V |
| 9 | Memisahkan minyak dari permukaan air laut | V | |
| 10 | Membuat sabun dari minyak kelapa | | V |

1. 6. Soal-Soal

Bagian A.

Angka kematian disebabkan oleh kecelakaan kendaraan bermotor ditampilkan sebagai berikut :

| Usia dalam tahun | Angka kematian tiap 100.000 orang | |
|------------------|-----------------------------------|-----------|
| | Laki-laki | perempuan |
| 1 - 4 | 11,0 | 8,0 |
| 5 - 14 | 10,5 | 5,5 |
| 15 - 19 | 55,0 | 17,2 |
| 20 - 24 | 77,2 | 45,2 |
| 25 - 44 | 40,2 | 10,2 |
| 45 - 64 | 33,2 | 21,4 |
| > 45 tahun | 58,1 | 34,4 |

Dari tabel tersebut jawablah soal berikut ini dengan memberikan huruf :

- A bila pernyataan didukung data
- B bila pernyataan disangkal data
- C bila pernyataan tidak didukung maupun disangkal data.

1. Kecelakaan kendaraan bermotor merupakan penyebab utama kematian anak-anak muda antara 20 – 24 tahun.
2. Jumlah terbesar orang yang tewas dalam kecelakaan kendaraan bermotor adalah usia 60 tahun dan selebihnya.
3. Anak usia balita (bawah lima tahun) paling kecil risikonya tewas dalam setiap kecelakaan kendaraan bermotor
4. Kecelakaan kendaraan bermotor, banyak terjadi pada usia antara (20 – 24) tahun
5. Kehati-hatian mengendarai kendaraan bermotor sebagai salah satu cara untuk menghindarkan diri dari kecelakaan di jalan raya.

Bagian B

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan fakta, hukum ilmiah, kebenaran ilmiah, metode ilmiah ?
2. Apakah perbedaan antara hipotesis dengan teori ilmiah ?

3. Sebutkan 5 langkah dalam mengembangkan penelitian ilmiah dan jelaskan pengertian setiap langkah yang anda maksudkan tersebut.
4. Makhluk hidup dibedakan ke dalam tumbuhan, hewan dan manusia. Sebutkan perbedaan cara bernafas dan makan ?
5. Berikan nomor urut dari pernyataan di bawah ini yang menyatakan munculnya kesadaran dalam pengembangan langkah berpikir ilmiah
 - kesadaran adanya konsep dan pengertian
 - kesadaran adanya gejala
 - kesadaran adanya masalah
 - kesadaran akan adanya cara pemecahan masalah.
 - kesadaran adanya saling hubungan antara konsep-konsep
 - kesadaran pengembangan sikap ilmiah dan metode ilmiah
6. Berikan nomor urut yang menunjukkan urutan langkah yang pada umumnya diikuti pada sebagai langkah berpikir ilmiah dalam IPA.
 - merumuskan dugaan sementara/hipotesis
 - mengumpulkan sejumlah data dengan cara pengamatan dan eksperimen.
 - melakukan analisis data
 - menyimpulkan hasil pengumpulan data
 - menghasilkan temuan baru dan generalisasi.
 - merumuskan masalah
 - mengenal gejala yang menjadi sumber masalah.
7. Apa yang menjadi ciri makhluk hidup ? Jelaskan
8. Apa yang disebut produk ilmiah dalam IPA ? Berikan contoh konkrit dalam pengalaman hidup anda sehari-hari gejala abiotik ? jelaskan
9. Mengapa sifat fisika dan kimia pada gejala alam perlu dibedakan? Jelaskan untuk maksud apa hal tersebut dibedakan!
10. Peristiwa alam mencakup gejala biotik dan abiotik yang saling mempengaruhi. Berikan contohnya dan jelaskan mekanisme proses saling mempengaruhi tersebut !

BAB II

MEMAHAMI POLUSI DAN DAMPAKNYA TERHADAP MANUSIA DAN LINGKUNGAN

Standar Kompetensi :

Memahami polusi dan dampaknya terhadap manusia dan lingkungan.

Kompetensi Dasar :

1. Mengidentifikasi jenis limbah
2. Mengidentifikasi jenis polusi pada lingkungan kerja
3. Mendeskripsikan dampak polusi terhadap kesehatan manusia dan lingkungan

Konsep Kunci :

Sumber polusi/limbah, hidup sehat dan kebutuhan kalori, polusi lingkungan kerja, kebisingan bunyi, polusi udara, polusi limbah organik, polusi air, limbah senyawa air raksa, dampak negatif polusi dan cara mengatasi kerugian akibat polusi.

Ringkasan BAB II

Bagian ini menyajikan pengertian tentang polusi, polutan, prinsip hidup sehat dan jumlah kalori dari bahan makanan. Jenis polusi pada lingkungan kerja yang berkaitan dengan kebisingan bunyi, polusi udara dan sampah organik serta diungkapkan cara mengatasinya. Pada bagian akhir diungkapkan berbagai produk kimia yang memiliki dampak negatif terhadap kesehatan.

2. MEMAHAMI POLUSI DAN DAMPAKNYA TERHADAP MANUSIA DAN LINGKUNGAN

2.1. Sumber Polusi

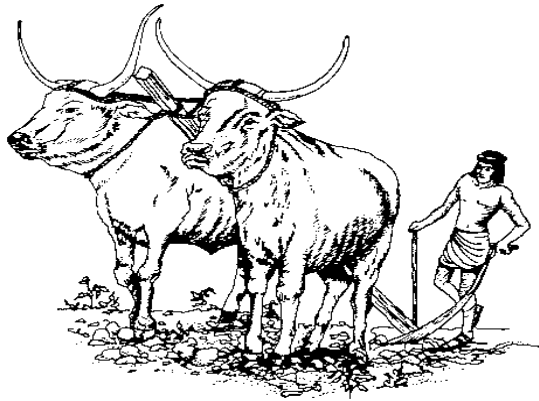
Polusi atau pencemaran lingkungan berdasarkan Undang-undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982. diartikan sebagai peristiwa masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran disebut *polutan*. Syarat-syarat suatu zat disebut polutan apabila keberadaannya dapat menyebabkan kerugian terhadap makhluk hidup. Contohnya, karbon dioksida dengan kadar 0,033% di udara berfaedah bagi tumbuhan, tetapi bila lebih tinggi dari 0,033% dapat memberikan efek merusak.

Suatu zat dapat disebut polutan apabila (1). Kadar polutan jumlahnya melebihi jumlah normal dalam lingkungan (2). Polutan berada pada lingkungan tersebut pada waktu yang tidak tepat, artinya polutan berada cukup lama dan mengganggu aktivitas dan kesehatan makhluk hidup. (3). Polutan menetap atau berpindah tempat dan akhirnya berada pada suatu daerah/lokasi atau wilayah, tempat tertentu yang mengganggu keseimbangan lingkungan.

Dalam sejarah kehidupan, dibandingkan kelompok spesies yang lain manusia memiliki populasi yang lebih sedikit bila dibandingkan dengan populasi tumbuhan maupun hewan, namun manusia sebagai penentu kelestarian lingkungan hidup. Manusia merupakan makhluk yang pertama kali bersedia menerima amanah dari Tuhan untuk mengelola alam semesta ini. Dalam perkembangan pengelolaan lingkungan ini, manusia selalu berusaha untuk dapat menguasai alam semesta.

Di alam semesta inilah manusia sebagai makhluk yang paling berhak mengatur, menata, dan memanfaatkan lingkungan sesuai dengan kebutuhannya, sedang makhluk lainnya tidak diberi kesempatan mengatur alam semesta ini. Berkat kemampuan berpikir, bernalar manusia dapat mengatur, memanfaatkan sumber daya alam hayati maupun non hayati untuk kebutuhan hidup dan kehidupannya. Cara memanfaatkan sumber daya alam ini dilakukan lewat berbagai cara yang kesemuanya itu ditujukan untuk mencapai kemakmuran hidup, kesejahteraan dan kelangsungan hidup manusia beserta anak turunnya.

Gambar 2.1. berikut memperlihatkan bagaimana manusia bertindak dan memperlakukan hewan.



Gambar 2.1 : Manusia mempekerjakan Sapi Untuk membajak Ladang

Dalam mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam manusia lewat kemampuan intelektualnya, di samping ada aspek positif yakni ada kemanfaatannya bagi makhluk hidup, tetapi ada sisi negatif yang muncul dan mengiringi yakni rusaknya sumber daya alam. Dalam kenyataan sehari-hari seringkali juga memusnahkan sumber daya alam flora maupun fauna serta manusia itu sendiri.

Pertambahan jumlah populasi manusia, berkembangnya IPTEK dan industrialisasi berdampak ganda yakni selalu ada dampak positif dan negatif. Pada mulanya industrialisasi bertujuan agar kesejahteraan hidup manusia dapat meningkat, namun di sisi yang lain ternyata juga berdampak negatif khususnya pada aspek kualitas lingkungan hidup. Lebih-lebih kegiatan industri yang menggunakan bahan bakar fosil yang semakin berkembang akan dibarengi dengan upaya eksplorasi sumber daya alam yang semakin pesat pula. Akibatnya sumber polusi menjadi beragam jenisnya.

Bila dikaji secara seksama di kota-kota besar, misalnya Jakarta, polusi menjadi masalah manusia dipertanian disebabkan oleh berbagai sebab, di antaranya adalah :

- a. meningkatnya pengaruh lingkungan terhadap aktivitas manusia
- b. semakin kecilnya sumber daya alam yang dapat dilestarikan
- c. semakin meningkatnya produksi pangan untuk mencukupi kebutuhan makhluk hidup.
- d. meningkatnya urbanisasi yang mengakibatkan daya dukung lingkungan perkotaan menjadi rendah.
- e. tumbuh suburnya modernisasi lewat industrialisasi, serta ketergantungan manusia pada produk teknologi yang semakin meningkat.

Kelima hal di atas menjadikan penyebab munculnya dampak negatif terhadap lingkungan hidup. Kerusakan lingkungan dapat bersumber dari kelompok biotik dan abiotik. Daya dukung lingkungan yang tak terkendali menyebabkan munculnya polusi. Sumber pencemar yang disebut polutan ini dapat berasal dari kelompok biotik dan abiotik.

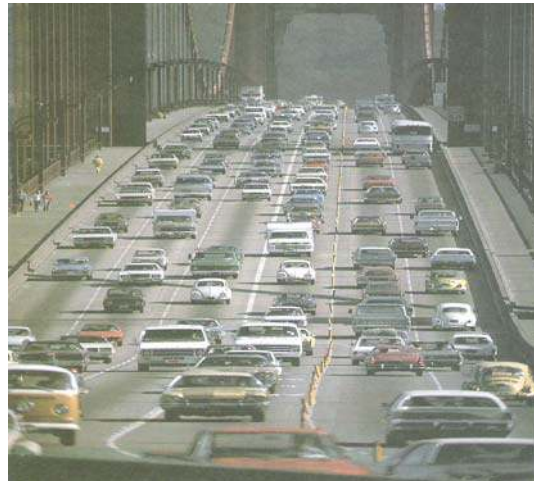
Suatu zat disebut polutan apabila jumlahnya melebihi kapasitas lingkungan alam untuk menampungnya atau jumlahnya di atas normal dan berada pada saat dan tempat yang tidak tepat.. Polusi yang berasal dari biotik adalah pencemaran lingkungan bersumber dari makhluk hidup

misalnya limbah berasal dari sisa pembakaran dari bahan bakar fosil, sampah atau limbah Polutan ini dapat berasal dari sisa-sisa tumbuhan, hewan dan manusia. Sebaliknya polutan yang berasal dari sumber abiotik artinya munculnya polusi ini berasal bukan bersumber dari makhluk hidup. Misalnya limbah yang berasal dari buangan proses kimia, fisika dan akibat bencana alam.

2.2. Mengidentifikasi Jenis Limbah

Berdasarkan jenisnya limbah dibedakan menjadi limbah padat, cair dan gas serta limbah energi. Limbah padat berupa benda padat yang di buang ke lingkungan, misalnya partikel padat yang dikeluarkan dalam cerobong asap dan aliran air, detergen padat, logam serta limbah lainnya. Limbah cair dapat berupa minyak, asam sulfat, air raksa yang larut di udara dan air serta lainnya. Limbah berupa gas antara lain carbon dioksida, carbon monoksida yang keluar dari knalpot kendaraan bermotor, cerobong asap, amoniak yang dibuang ke ke lingkungan sekitar dan sebagainya. Ukuran pencemaran udara yang banyak dikenal dinyatakan dengan ppm singkatan dari *part per million* yang artinya banyaknya limbah yang dinyatakan dalam cc per satu meter kubik udara. Limbah energi terjadi akibat energi bunyi misalnya terjadinya kebisingan akibat mesin menghasilkan bunyi yang keras.

Gambar 2.2. di samping ini menunjukkan bahwa dengan banyaknya kendaraan bermotor di jalan raya maka sisa gas buang yang berbahaya dihasilkan oleh mobil-mobil akan larut di udara. Seberapa besar gas buang yang mengotori udara dihitung dengan satuan ppm (*part per million*) seperti tersebut di atas. Limbah yang terbuang, diserap oleh manusia dan akan mengganggu kesehatan maka dikatakan telah melebihi ambang batas terendahnya.



Gambar 2.2 : deretan mobil yang bergerak

Polusi dapat terjadi manakala bahan pencemar yang mengotori lingkungan telah melebihi ambang batas dan berpengaruh terhadap kehidupan.

Untuk mempelajari jenis polusi ini secara sederhana dapat dibedakan menjadi 3 kategori, yakni limbah digolongkan berdasarkan pada :

- a. Tempat terjadinya polusi
- b. Bahan pencemar
- c. Tinggi rendahnya kadar pencemar.

Berdasarkan tempat terjadinya polusi, yakni limbah yang dapat mengotori dan berpengaruh terhadap kualitas tempat, misalnya polusi di udara, air, tanah. Polusi udara terkait dengan keberadaan partikel atau zat di udara atau larutnya bahan kimia di udara lalu dihirup oleh makhluk hidup sehingga dapat mengganggu kehidupan. Misalnya gas karbondioksida, karbonmonoksida yang produk buangan dari sisa pembakaran pada mesin atau kendaraan bermotor yang dikeluarkan lewat knalpot mesin atau kendaraan bermotor. Gas H₂S beracun dan banyak dijumpai di daerah gunung berapi. Gas Nitrogendioksida, sulfurdioksida yang terbentuk saat pembakaran batubara, dan sebagainya.

Polusi pada air dikenali lewat bau, rasa dan warna. Dengan membandingkannya dengan air bersih yang layak diminum polusi air disebabkan oleh berbagai jenis pencemar yang berasal dari sisa limbah industri, sampah organik dan anorganik. Limbah industri dan rumah tangga terjadi pada pemukiman yang berada di sekitar daerah aliran sungai apabila di sepanjang muara sungai tersebut terdapat industri yang membuang limbahnya ke sungai. Limbah ini bisa berupa detergen, logam-logam berat, atau senyawa air raksa. Pada lingkungan pertanian limbah dapat berasal dari bahan pembuat pupuk yang selanjutnya terjadi penimbunan yang melebihi daya dukung air sehingga tumbuhan dan binatang air tak mampu bertahan hidup lebih lama.

Polusi pada tanah disebabkan oleh berbagai sebab di antaranya sampah plastik yang sukar hancur dalam tanah, botol plastik, kaca, karet sintesis dan kaleng. Detergen yang secara alami sulit diuraikan dalam air akan terserap oleh tanah sehingga mengotori lingkungan tempat tinggal. Polusi suara disebabkan oleh suara bising kendaraan bermotor, mesin pabrik yang sedang beroperasi, pesawat terbang dengan frekuensi penerbangan yang tinggi, suara yang berasal dari speaker pada tape recorder atau bunyi amplifier yang digunakan dalam kegiatan dengan musik di gedung auditorium

Apabila polusi dibedakan berdasar bahan pencemarnya maka dikenal polusi kimiawi, biologi dan fisika. Uraian di depan telah diberikan contoh berbagai polutan yang bersumber dari bahan kimia, misalnya carbon dioksida, carbon monoksida di udara, hidrocarbon, hidrogen sulfat juga banyak dijumpai pada polusi udara. Pada polusi air juga banyak terlarut bahan kimia yang membahayakan, misalnya zat radioaktif, logam-logam seperti Hg, Pb, As, Cd, dan Cr. Tinggi rendahnya bahaya polusi kimia ini didasarkan ukuran atau parameter tertentu. Misalnya parameter kimia, biologi dan fisik.

Termasuk parameter kimia antara lain tingkat keasaman, alkalinitas, logam berat yang terlarut. Polusi yang bersumber dari biologi pada umumnya berkaitan dengan kerja mikroorganisme yang mengganggu. Misalnya gangguan limbah pada sumur akibat tercemar berbagai bakteri dan baksil sebagai bibit penyakit. Parameter biologi meliputi ada tidaknya mikroorganisme pengganggu. Misalnya jumlah bakteri *e-coli*, virus, bentos dan plankton. Dalam hal yang lain berkaitan dengan mikroorganisme, ukurannya didasarkan pada parameter biokimia misalnya BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) yakni jumlah oksigen dalam air untuk mengukur

banyaknya pencemar organik. Selanjutnya polusi berasal dari bahan fisik misalnya plastik, kaleng, botol kaca dan karet. Ukuran atau parameter fisik meliputi suhu, warna, rasa, bau, tingkat kekeruhan serta radio aktivitas.

Polusi berdasarkan tinggi rendahnya bahan pencemar dibedakan menjadi (a) polusi yang menimbulkan iritasi, (b) polusi yang menyebabkan reaksi faal tubuh manusia dan (c) polusi yang telah merusak lingkungan dalam kadar yang tinggi. Ukuran di atas di dasarkan pada ketentuan dari WHO, yang menyatakan besaran tingkat pencemaran didasarkan pada kadar zat pencemar dan lama waktu kontak antara pencemar dengan makhluk hidup, khususnya manusia. Gangguan iritasi terutama terjadi setelah kontak antara pencemar dengan panca indera manusia dan tubuhnya serta dapat menimbulkan gangguan iritasi.



Gambar 2.3 : Kegiatan Meratakan Tanah

Gambar 2.3. berikut memperlihatkan kegiatan eksplorasi lingkungan yang dapat menghasilkan debu yang dibawa oleh udara. Apabila debu mengenai mata dapat menyebabkan iritasi pada mata.

Di samping itu limbah juga telah dapat mengganggu ekosistem lain. Misalnya : mata akan terasa pedih saat terkena gas buang dari kendaraan bermotor, terjadi gangguan pernafasan saat menghirup

udara kotor dan sebagainya. Pada keadaan yang telah mengganggu yakni pencemaran telah mengakibatkan reaksi faal tubuh dapat lebih berbahaya. Hal ini bila berlangsung lama yang dapat menyebabkan penyakit kronis. Misalnya penyakit yang timbul akibat senyawa air raksa telah masuk ke tubuh manusia dan menyerang syaraf, contoh kasusnya adalah kanker atau kelainan seperti kejadian yang pernah di alami di Minamata Jepang. Pencemar dengan kadar yang besar, pada umumnya terjadi manakala terjadi kebocoran dari suatu instalasi nuklir. Polutan yang dikeluarkan berupa zat radioaktif yang berbahaya. Misalnya terjadinya kebocoran reaktor Nuklir di Chernobil Rusia, kebocoran yang terjadi di Bhopal India dan sebagainya. Kebocoran semacam ini sangat berdampak negatif dan berlangsung sangat lama sehingga kehidupan makhluk di muka bumi terganggu.

Soal Latihan 1

Untuk memahami jenis polutan jawablah soal berikut dengan mengisi dalam Tabel 2.1 berikut ini

Tabel 2.1 : Jenis Polutan dan Sumber Polusinya

| No. | Pengaruh terhadap | Jenis Polutan | Sumber Polusi |
|-----|-------------------|---------------------|------------------------------|
| 1 | Udara | Karbonmonokdioksida | Asap dari kendaraan bermotor |
| 2 | ..... | Karbon dioksida | ..... |
| 3 | ..... | Sampah rumah tangga | |
| 4 | Air | ..... | ..... |
| 5 | ..... | Senyawa air raksa | ..... |
| 6 | ..... | pestisida | ..... |
| 7 | Tanah | ..... | ..... |
| 8 | ..... | Plastik | ..... |
| 9 | ..... | Kertas | ..... |

2.3. Mengidentifikasi Jenis Polusi Pada Lingkungan Kerja

Secara minimal lingkungan kerja yang baik, manakala manusia terpenuhi kebutuhan akan makanan, air bersih dan udara bersih. Makanan yang baik bila memenuhi syarat empat sehat lima sempurna, yang meliputi kecukupan karbohidrat dalam bentuk sepiring nasi, kebutuhan lemak dengan sekerat daging, kebutuhan mineral dengan sayur-sayuran serta kebutuhan vitamin dengan buah-buahan dan protein dari susu. Dengan 1 kg makanan pada manusia dewasa, kira-kira dapat bertahan hidup dalam seminggu, sedangkan 2 kg air bersih manusia bertahan hidup selama 2 hari dan kebutuhan akan udara bersih 15,5 kg oksigen perhari. Gejala kekurangan oksigen ditandai dengan gangguan pernafasan yang seringkali diikuti dengan pilek dan flu. Apabila kekurangan menjadi akut akan berbahaya bagi kesehatan, yang ditandai dengan radang sendi bahkan kanker seringkali menghinggapinya manusia yang kekurangan oksigen.

Dalam kehidupan sehari-hari upaya untuk mencukupi kebutuhan hidup diwujudkan dalam cara memperoleh bahan makanan yang halal dan bernilai gizi tinggi. Keperluan bahan makanan yang berasal dari lingkungan pedesaan penting mendapatkan perhatian, agar para petani di pedesaan dapat memberdayakan kehidupannya dengan bertani. Bahan makanan yang nilai gizinya tinggi berasal dari lingkungan pedesaan cukup banyak. Berikut ini perbandingan beberapa bahan makanan yang mengandung komposisi nilai kalori, protein, besi dan vitamin A yang berasal dari lingkungan pedesaan.

Tabel 2.2 : Perbandingan Nilai Kalori Protein, Zat Besi(Fe) dan Vitamin A dalam 100 gram bahan makanan

| No | Bahan Makanan | Kalori, kal | Protein gram | Besi(Fe) mgram | Vitamin A |
|----|-----------------|-------------|--------------|----------------|-----------|
| A | Sarsarela | | | | |
| | 1. Ketan | 356 | 7,0 | 0,8 | 0 |
| | 2. Jagung | 361 | 8,7 | 4,6 | 350 |
| | 3. Bihun | 360 | 4,7 | 1,8 | 0 |
| | 4. Ketela pohon | 146 | 1,2 | 0,7 | 0 |
| | 5. Ubi jalar | 123 | 1,8 | 0,7 | 7700 |

| | | | | | |
|---|-----------------------|------|------|--------|---------|
| | 6. Talas | 1,9 | 1,0 | 20,0 | 0 |
| B | Kacng-kacangan | | | | |
| | 1. Kacang tanah | 452 | 25,3 | 1,3 | 0 |
| | 2. Kacang hijau | 345 | 22,2 | 6,7 | 157,0 |
| | 3. Kacng tolo | 342 | 22,9 | 6,5 | 30,0 |
| | 4. Kedelai | 286 | 30,2 | 6,9 | 95,0 |
| | 5. Tempe | 149 | 18,3 | 10,0 | 50,0 |
| | 6. Tahu | 7,8 | 0,6 | 0 | 0 |
| C | Daging Ikan dan Telur | | | | |
| | 1. Daging sapi | 207 | 18,0 | 2,8 | 30,0 |
| | 2. Ikan segar | 113 | 17,0 | 1,0 | 150,0 |
| | 3. Belut | 14,0 | 1,0 | 1600,0 | -- |
| | 4. Ayam | 302 | 18,2 | 1,5 | 810,0 |
| | 5. Telur ayam | 162 | 12,8 | 2,7 | 900,0 |
| | 6. Telur bebek | 189 | 13,1 | 2,8 | 1230,0 |
| D | Buah dan Sayuran | | | | |
| | 1. Pisang raja | 120 | 1,2 | 0,8 | 950,0 |
| | 2. Jeruk manis | 45 | 0,9 | 0,4 | 190,0 |
| | 3. Mangga Gadung | 44 | 0,7 | 0,2 | 16400,0 |
| | 4. Wortel | 42 | 1,2 | 0,8 | 12000,0 |
| | 5. Taoge | 23 | 2,9 | 0,8 | 10,0 |
| | 6. Daun Melinjo | 99 | 5,0 | 4,2 | 10000,0 |

Sumber : Depkes,DKBM,1979

Soal Latihan 2

Untuk lebih memahami jenis makanan sehat, golongan makanan yang paling banyak mengandung karbohidrat, lemak, protein dan mineral. Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban yang tersedia di akhir bab ini.

Tabel 2.3 : Menggolongkan Bahan Makanan

| No | Bahan Makanan | karbohidrat | lemak | protein | mineral |
|----|---------------|-------------|-------|---------|---------|
| 1 | Nasi | | | | |
| 2 | Kacang tanah | | | | |
| 3 | kelapa | | | | |
| 4 | Roti | | | | |
| 5 | Daging ayam | | | | |
| 6 | Jagung | | | | |
| 7 | Mie | | | | |
| 8 | Susu sapi | | | | |
| 9 | Tempe | | | | |
| 10 | Keju | | | | |
| 11 | Pisang | | | | |
| 12 | Jeruk | | | | |
| 13 | Mangga | | | | |

2.3.1. Kebisingan Bunyi

Kebisingan suara merupakan salah satu jenis polusi pada lingkungan kerja pada umumnya. Kebisingan ini juga merupakan salah satu masalah yang berkaitan dengan polusi lingkungan udara. Polusi akibat kebisingan semakin menjadi masalah manakala jumlah populasi manusia bertambah banyak dan semuanya hidup dalam lahan yang terbatas. Di negara Indonesia umumnya gangguan kebisingan terjadi di lingkungan perkotaan dengan industri yang berkembang pesat. Pada daerah perkotaan dengan rapat populasi yang besar kebisingan bahkan dapat menjadi ancaman kesehatan manusia.

Gangguan kerja akibat kebisingan semakin besar manakala bekerja pada daerah yang dekat dengan sumber bunyi yang selalu berisik. Tingkat kebisingan yang tinggi akan dapat mengakibatkan gangguan pendengaran, gangguan emosi bahkan gangguan jantung. Gangguan kebisingan ini dapat berlangsung pada saat bekerja, berbicara dan bahkan saat sedang beristirahat.

Gambar 2.4. di samping memperlihatkan pesawat terbang yang sedang berada di angkasa, kejadian ini dapat menghasilkan bunyi yang cukup keras dan mengganggu bila berlangsung secara terus menerus.



Gambar 2.4 : Pesawat Terbang sedang Mengangkasa

Kebisingan dalam pengertian fisika dapat diartikan sebagai informasi berbentuk suara yang tidak menyenangkan didengar dan tidak dikehendaki oleh manusia. Hal ini disebabkan intensitas sumber bunyi yang merambat sangat tinggi. Suara bising yang berlangsung terus menerus akan sangat mengganggu pembicaraan, kenyamanan dalam bekerja dan kenyamanan manusia dalam beristirahat. Lebih lanjut suara bising dapat mengganggu dan merusak pendengaran.

Menurut kajian fisika suara atau bunyi tergolong sebagai gelombang mekanik yang memindahkan informasi dari satu tempat ke tempat lainnya lewat medium tertentu. Dalam perambatannya medium dapat berupa udara/gas, zat cair maupun zat padat. Intensitas bunyi adalah energi rerata yang dihasilkan oleh sumber bunyi tiap satuan waktu tiap satuan luas permukaan. Intensitas juga diartikan sebagai daya bunyi rerata tiap satuan luas permukaan. Permukaan yang dimaksud di sini adalah permukaan yang tegak lurus terhadap arah rambatan gelombang bunyi. Energi dalam medium yang dilewati gelombang bunyi bergantung pada energi kinetik dan potensial. Energi potensial berupa kompresi medium, sedangkan

energi kinetik berupa gerak partikel yang dilewati gelombang. jumlah kedua energi ini selalu tetap pada setiap gerak gelombang.

Dalam hal intensitas bunyi, semakin lebar permukaan yang dapat menangkap gelombang bunyi maka dengan energi bunyi yang kecil dapat ditangkap dengan baik. Sebaliknya makin kecil luasan yang dapat menangkap sumber bunyi memerlukan energi bunyi yang semakin besar. Apabila luas penampang dinyatakan dengan A, gelombang bunyi merambat di udara dengan cepat rambat v , amplitudo tekanan P dan massa jenis udara ρ_0 maka besarnya intensitas bunyi berbanding lurus dengan kuadrat amplitudo dan berbanding terbalik dengan cepat rambat bunyi. Dengan persamaan matematis dapat dinyatakan :

$$I = (P)^2 / (2 \rho_0 v)$$

Dalam praktik sehari-hari gelombang bunyi yang memiliki amplitudo tekanan sebesar 280 dyne/cm² memiliki intensitas ternyaring yang dapat ditangkap oleh indera pendengaran (telinga) kita tanpa rasa sakit. Amplitudo tekanan terlemah yang masih dapat didengar kira-kira berada pada 0,0002 dyne/cm² atau kira-kira memiliki intensitas 10⁻¹⁶ watt/cm². Untuk amplitudo tekanan di atas 280 dyne/cm² bunyi yang ditangkap oleh telinga menjadi tidak nyaman dan dapat merusakkan kemampuan pendengaran. Daya rerata yang dibawa oleh gelombang bunyi lewat permukaan sama dengan hasil kali antara intensitas dengan luas bidang permukaan.

Dalam hal tertentu, terkait dengan daerah yang dapat diterima oleh telinga manusia, ukuran yang banyak digunakan adalah taraf intensitas. Taraf intensitas adalah logaritma intensitas bunyi dengan intensitas ambang pendengaran. Secara matematis dinyatakan dengan

$$TI = \log (I/I_0) \text{ Bel}$$

atau

$$TI = 10 \log (I/I_0) \text{ deci Bel; } 1 \text{ Bel} = 10 \text{ dB}$$

$$TI = 10 \log (I/I_0) \text{ dB}$$

I_0 disebut intensitas ambang pendengaran = 10⁻¹⁶ watt/cm². Satuan watt/cm² merupakan satuan yang banyak digunakan dalam akustik dan intensitas terbesar yang masih dapat ditangkap telinga tanpa rasa sakit adalah 10⁻⁴ watt/cm². Pengukuran taraf intensitas dapat dilakukan dengan dengan peralatan alat pengukuran taraf intensitas yang dapat ditampilkan sebagai berikut :

2.3.1. 1. Contoh Pemakaian

Sebuah pesawat Boeing 747 rata-rata menimbulkan bunyi dengan taraf intensitas 140 dB. Berapakah besarnya taraf intensitas yang dihasilkan bila 4 pesawat menghasilkan bunyi serentak ?

Jawaban :

$$TI = 10 \log (I/I_0)$$

$$140 = 10 \log (I/I_0)$$

$$I = 10^{140} I_0$$

Untuk 3 pesawat bersamaan didapat

$$I_3 = 4 I$$

$$I_3 = 4 \times 10^{140} I_0$$

$$TI = 10 \log (I_3/I_0) = 10 \log (4 \times 10^{140} I_0/I_0)$$

$$TI = 10 \log 4 + 140 = 146 \text{ dB}$$



Gambar 2.5 : Alat Pengukur Tingkat Kebisingan Ruangan
(Sumber : Ralph C. Bohn, 1986)

Taraf intensitas sebesar ini telah mengganggu pendengaran kita, lebih-lebih bila kejadian ini berlangsung secara berulang.

Gejala yang menyertai gelombang bunyi saat pendengar dan sumber bunyi bergerak disebut efek Doppler. Jika jarak antara sumber dan pendengar berkurang akan terdengar frekuensi relatif yang lebih tinggi dari yang sesungguhnya. Sebaliknya bila jaraknya semakin jauh akan terdengar frekuensi nada yang lebih rendah dari yang sesungguhnya. Kejadian ini mengakibatkan bunyi yang ditangkap oleh telinga dapat menjadi menyenangkan dan tidak menyenangkan.

Berbagai gangguan bunyi yang tidak menyenangkan antara lain terjadinya derau (*noise*) dan kebisingan. Derau merupakan bunyi yang tidak teratur, yang bila didengar berkepanjangan akan mengganggu pendengaran. Kebisingan merupakan gejala pada bunyi yang telah mengganggu, karena telah melebihi amang batas pendengaran normal. Bunyi yang demikian ini digolongkan sebagai gejala dissonan, tidak enak didengar bahkan cenderung mengganggu. Sebaliknya musik yang mengalunkan bunyi teratur, merdu, enak didengar disebut konsonan.

Berikut ini pada Tabel 2.4. telah didapat hasil pengukuran secara empiris taraf intensitas dengan sumber bunyi tertentu dan besaran taraf intensitasnya

Tabel 2.4 : Taraf Intensitas Berbagai Sumber Bunyi *)

| No | Sumber bunyi | TI (dB) | Pengaruh | |
|----|---|---------|---|--|
| | | | Kekerasan yang dirasakan | Kerusakan thd. pendengaran |
| 1 | Mesin peluncur roket | 180 | ↑ Menyakitkan ↓ ↑ Keras tidak mengenakan ↓ ↑ Amat keras ↓ ↑ Cukup keras ↓ ↑ Sunyi ↓ ↑ Amat sunyi ↓ ↑ Terdengar | Sakit/luka traumatik |
| 2 | Pesawat Jet tinggal landas | 170 | | Daerah sakit/luka, kerusakan tidak pulih |
| 3 | Musik Rock terekam maksimum | 160 | | |
| 4 | Bunyi Halilintar | 150 | | |
| 5 | Klakson mobil jarak 1 m | 140 | | Daerah bahaya, kehilangan pendengaran secara cepat |
| 6 | Bunyi mesin pemancang | 130 | | |
| 7 | Bunyi mesin Jet ketinggian 300 m | 120 | | |
| 8 | Mesin cetak surat kabar | 110 | | |
| 9 | Bunyi Mesin sepeda motor, jarak 8m | 100 | | Mulai rusak jika terdengar lama |
| 10 | Suara mesin truck Diesel jarak 15 m | 90 | | |
| 11 | Bunyi mesin pengolah sampah | 80 | | |
| 12 | Bunyi mesin penghisap debu | 70 | | |
| 13 | Suara percakapan biasa | 60 | | |
| 14 | Bunyi mesin AC jarak 6 m | 50 | | |
| 15 | Lalu Lintas pagi hari yang ramai pada jarak 300 m | 40 | | |
| 16 | Kamar tamu | 30 | | |
| 17 | Kamar tidur | 20 | | |
| 18 | Perpustakaan | 10 | | |
| 19 | Percakapan berisik | 0 | | |
| 20 | Bunyi radio yang tenang di rumah | | | |
| 21 | Bunyi gesekan antar daun yang masih basah | | | |
| 22 | Bunyi ambang pendengaran | | | |

(Sumber : Chiras dalam Yos Sumardi, 1993)

2.3.1.1. Sumber Kebisingan

Berbagai sumber kebisingan yang mengganggu lingkungan kerja antara lain kebisingan yang muncul dan terakumulasi dalam hal (1). aliran gas (2). Deru mesin yang terus menerus (3). Bunyi mesin dan knalpot kendaraan bermotor (4). Kebisingan angkutan udara (5). Kebisingan akibat suara mesin dan laju kereta api. Kebisingan aliran gas ini dapat terjadi pada lingkungan mana saja, misalnya laju aliran gas saat kipas angin berputar terus menerus, laju aliran gas pada sirene, laju gas saat musik yang menggunakan perubahan tekanan gas, misalnya terompet mulai beralun. Bunyi yang dihasilkan secara terus menerus oleh aliran gas yang mengalir, lebih-lebih bila aliran tersebut dihambat akan menghasilkan bunyi yang tidak nyaman. Di sinilah sumber kebisingan muncul.

Kebisingan deru mesin yang terus menerus baik dari bunyi mesin kendaraan bermotor, mesin pabrik, mesin kereta api, mesin pesawat terbang dan sebagainya. Bunyi yang dihasilkan ini ditentukan oleh berbagai faktor, misalnya tidak seimbang bagian-bagian yang berputar dan menghasilkan bunyi tak teratur atau bunyi teratur yang berlangsung sepanjang hari, bunyi akibat gesekan dari bagian yang berputar, bunyi dari bantalan poros atau gir, dan sebagainya.

Sumber bunyi pada mesin ini kadang-kadang muncul akibat adanya getaran yang diteruskan oleh bagian-bagian mesin namun suara yang terdengar mengganggu. Pada kendaraan bermotor sumber kebisingan dapat terjadi saat kendaraan tersebut diperbaiki. Sumber kebisingan dapat terjadi dari deru mesin dan bunyi yang keluar dari klakson dan knalpot. Pada kereta api yang sedang berjalan, sumber kebisingan muncul akibat suara mesin dan gesekan antara rel dengan roda kereta api. Bunyi peluit lokomotif yang saling bersahutan juga menjadi sumber kebisingan di lingkungan kantor. Pada pesawat terbang juga terjadi hal yang serupa. Pada saat pesawat akan mengudara atau mendarat bunyi mesin terasa sangat mengganggu pendengaran kita. Intensitas yang diterima oleh telinga kita semakin besar manakala sumber bunyi bekerja secara bersamaan. Umumnya kejadian ini mengganggu lingkungan, khususnya lingkungan kerja.

2.3.1.2. Kebisingan Bunyi Alternatif Mengatasinya

Gejala-gejala yang menyertai perambatan gelombang bunyi adalah gejala interferensi, resonansi, pemantulan, pembiasan dan absorpsi. Interferensi adalah gejala perpaduan dua gelombang atau lebih yang terjadi pada saat dan tempat yang sama. Interferensi dapat berlangsung saling memperkuat atau saling melemahkan. Pada bunyi interferensi yang semakin kuat menghasikan bunyi semakin nyaring sebaliknya bila saling melemahkan terdengar nada semakin lemah.

Resonansi merupakan peristiwa bergetarnya medium akibat medium lain yang bergetar dengan frekuensi sama atau frekuensi yang satu merupakan kelipatan bulat dari frekuensi lainnya. Dalam pengukuran besaran cepat rambat bunyi gejala resonansi biasanya dimanfaatkan sebagai prinsip untuk menetapkan cepat rambat gelombang bunyi di udara.

Lazimnya gejala resonansi dan interferensi ini dalam mulut kita berguna untuk menggetarkan selaput getar sehingga terdengar suara. Gejala resonansi ini selalu diikuti oleh gejala interferensi, sehingga suara kita menjadi jelas. Kedua gejala ini, yakni gejala interferensi selalu mengikuti gejala resonansi.

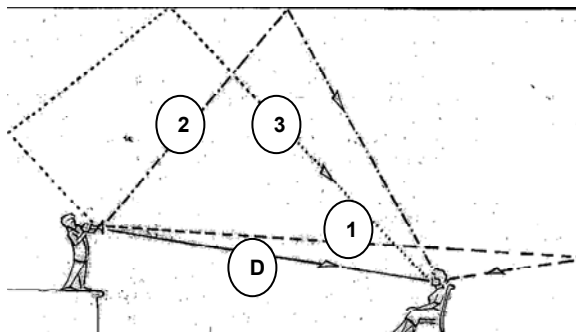
Gambar 2.6. di samping ini adalah gambaran seorang pemusik ingin mengetahui jejak gelombang saat bunyi seruling beralun.

Gejala pantulan bunyi terjadi apabila gelombang bunyi tidak mampu menembus bidang batas antara medium, misalnya suara kita dibatasi oleh tembok dinding, lantai atau langit-langit. Bunyi akan dipantulkan oleh bidang batas tersebut, selanjutnya bunyi pantul dan bunyi yang kita keluarkan akan berinterferensi akhirnya ditangkap oleh telinga kita. Salah satu gejala pantulan bunyi



Gambar 2.6 : Bunyi Seruling dan Jajak Gelombangnya
(Sumber : Ostdiek V.J.,1987)

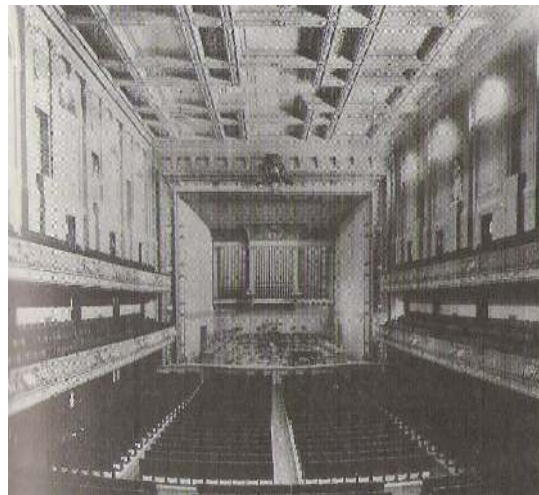
adalah munculnya gema (*echo*). Berikut gambaran suara pembicara yang dapat ditangkap oleh pendengar.



Gambar 2.7 : Gejala Pantulan Bunyi

Dari gambar tampak bahwa pendengar dapat mendengar suara lewat suara langsung ke telinga pendengar (garis D = *direct* atau langsung) dan lewat pantulan oleh satu bidang pantul (garis 1 dan 2) serta pantulan bunyi lewat dua bidang pantul (garis 3). Gejala ini membuat pendengar menerima lebih jelas, dibanding bila hanya satu arah saja.

Hal ini berarti ada hubungan antara daya yang dipancarkan oleh speaker (pengeras suara) dengan intensitas yang dapat didengar telinga kita. Sebagai gambaran umumnya untuk auditorium yang besar akan memerlukan daya listrik dalam amplifier ribuan watt (> 3000 watt), agar suara dapat terdengar oleh pendengar di dalam auditorium. Berikut ini gambar ruang auditorium yang didesain khusus untuk ruang pagelaran musik. Perhatikan dinding-dindingnya yang telah dilengkapi dengan peredam bunyi, sehingga bunyi enak didengar.



Gambar 2.8 : Contoh Ruang Kedap Akustik.*)
Perhatikan jenis *absorber*-nya
*(Sumber : Ostdiek V.J., 1987)

Gejala pantulan menjadi tidak nyaman manakala bidang pemantulnya tidak rata, sehingga gelombang yang sampai ke bidang ini mengalami turbulensi. Akhirnya ditangkap oleh telinga menjadi tidak jelas. Untuk menghindari gejala pantulan bunyi ini diperlukan pengaturan akustik ruangan. Caranya adalah dengan menyediakan sarana agar energi bunyi dapat diabsorpsi oleh dinding, plafon, lantai dan juga oleh segenap hadirin

yang datang. Dengan *absorbir* yang baik ini memungkinkan bunyi tidak mengalami pantulan berulang sehingga bunyi dapat jelas didengar oleh telinga dan pada batas-batas nyaman didengar. Pada ruangan yang luas, gangguan bunyi dapat dihindari dengan penanaman tanaman yang besar-besar sebagai peredam bunyi. Berikut ini ditampilkan tabel dari beberapa bahan dan angka serapannya.

Tabel 2.5 : Angka Serapan Bunyi Berbagai Bahan

| No | Jenis Bahan | Angka serapan |
|----|--------------------|---------------|
| 1 | Linoleum | 0,02 |
| 2 | Plester tembok | 0,02 |
| 3 | Gelas | 0,02 |
| 4 | Dinding batu | 0,03 |
| 5 | Permadani | 0,30 |
| 6 | <i>Celotex</i> | 0,35 |
| 7 | <i>Vili</i> rambut | 0,50 |

*) Sumber : Sears, FW., 1962

Dari tabel di atas bahan dari permadani, *celotex* dan *vili* rambut dapat mengabsorbir bunyi yang cukup baik sehingga efek pantulan berkurang. Dengan demikian bunyi menjadi jelas dan enak didengar.

Gejala yang merugikan juga dapat terjadi bila bunyi mengalami gejala pembiasan. Gelombang bunyi akan mengalami pembiasan manakala bidang batas tersebut mampu dilalui oleh gelombang bunyi. Gejala ini disebabkan perubahan kecepatan dari satu titik ke titik lain akibat perubahan suhu yang tak merata. Gejala ini tentu tidak nyaman didengar. Cara mengatasinya adalah menyediakan ruang penyejuk sehingga fluktuasi perubahan suhu dapat dikendalikan sehingga gejala pembiasan bunyi dapat dikurangi.

Interferensi atau pemesraan selalu terjadi dalam gelombang bunyi yang merambat dalam ruangan. Gejala ini menjadi merugikan manakala terjadi gejala interferensi yang saling melemahkan. Misalnya energi gelombang bunyi yang sampai pada tembok, lalu tembok memantulkan gelombang bunyi tersebut. Apabila antara gelombang datang dan gelombang pantul ini saling melemahkan maka bunyi tidak terdengar jelas. Hal yang tidak nyaman juga dapat terjadi bila pada gelombang bunyi terjadi interferensi saling memperkuat, karena nada dari satu sumber dan sumber bunyi berikutnya, mengakibatkan suara dari satu sumber jelas namun dari sumber lain menjadi tak jelas. Cara meniadakannya dengan memasang *absorber* bunyi sehingga bunyi menjadi jelas didengar telinga.

2.3.2. Polusi Udara

Polusi lingkungan kerja yang lain adalah polusi udara dan air Polusi udara di sekitar lingkungan kerja yang banyak dijumpai adalah pengotoran udara akibat gas buang dari kendaraan bermotor. Pencemaran udara disebabkan oleh sumber alami maupun oleh kegiatan manusia. Sumber pencemar udara dibedakan menjadi pencemar primer dan sekunder. Pencemaran udara terkait dengan keberadaan partikel atau zat di udara

dan larutnya bahan kimia di udara lalu dihirup oleh pekerja sehingga dapat mengganggu kesehatannya. Misalnya gas karbondioksida, karbonmonoksida buangan dari sisa pembakaran yang lewat knalpot kendaraan bermotor, hidrokarbon (HC) merupakan pencemar primer.

Akibat reaksi kimia pencemar primer dengan bahan pencemar lain di udara disebut pencemar sekunder. Misalnya oksida nitrogen, oksida belerang. Hasil pengukuran kadar polutan tersebut di kota-kota besar tidak kurang dari 200 mikrogram tiap meter kubik udara. WHO memberikan batasan maksimum 60-90 mikrogram per meter kubik.

Pencemaran udara ditimbulkan oleh sumber alami maupun kegiatan manusia. Sumber alami berasal dari peristiwa alam, seperti letusan gunung berapi, akan membawa partikel debu yang masuk ke udara. Larutnya partikel tersebut tentu akan membahayakan kesehatan manusia. Sebaliknya sumber yang berasal dari perilaku manusia lebih mengacu pada pemanfaatan teknologi oleh manusia yang berdampak negatif terhadap udara. Misalnya penggunaan kendaraan bermotor akan membawa beragam gas yang membahayakan manusia.

Sebagai suatu sistem yang kompleks atmosfer terdiri dari beraam gas, uap air dan debu. Atmosfir bersifat dinamis dan seringkali rapuh akibat ulah manusia. Dinamik artinya perubahan dapat terjadi dengan mudah, baik perubahan komposisi kimia maupun pergerakan penyusunnya. Efek emisi polusi udara dalam pemanasan global berkaitan dengan perubahan iklim yang mendadak, membawa konsekuensi rawannya kesehatan manusia.

Gejala terjadinya hujan asam amat membahayakan kehidupan di muka bumi. Gejala munculnya hujan asam disebabkan oleh adanya bahan pencemar SO_2 dan NO_2 bereaksi dengan air hujan, akhirnya dapat menurunkan kadar keasaman air hujan. Dalam hal ini ditandai dengan pH air hujan jauh di bawah nilai 5,6. Dampak adanya hujan asam ini antara lain

- a. Kualitas air di permukaan tanah akan berubah
- b. Merusak tanaman produksi
- c. Logam berat dapat larut sehingga menimbulkan polusi air
- d. Bersifat korosif dan merusak material dan bangunan.

Terdapat gejala lain yang membahayakan yakni gejala yang bersumber dari CO_2 dan gas buang pabrik berupa CFC, gas metana dan ozon serta N_2O di lapisan troposfir yang mengabsorbir radiasi panas matahari yang dipantulkan oleh permukaan bumi. Gejala ini disebut efek rumah kaca yang dapat mengakibatkan gejala yang membahayakan kehidupan di bumi. Hal disebabkan panas matahari tersebut dapat terperangkap dalam lapisan troposfir. Gejala terperangkapnya panas matahari dalam lapisan troposfir disebut disebut efek rumah kaca. Gejala ini menghasilkan fenomena pemanasan global. Akibat lebih jauh dari pemanasan global adalah:

- a. es di kutub dapat mencair, dan terjadi aliran air dari kutub ke khatulistiwa
- b. Aliran air ini mengakibatkan perubahan iklim
- c. Terjadi perubahan siklus hidup flora dan fauna yang sekaligus akan mempengaruhi dan merusak ekosistem.

Polusi pada air dikenali lewat bau, rasa dan warna. Dengan membandingkannya dengan air bersih yang layak diminum polusi air disebabkan oleh berbagai jenis pencemar yang berasal dari sisa limbah industri, sampah organik dan anorganik. Polusi pada air dalam lingkungan kerja berkaitan dengan tersedianya air untuk dikonsumsi yang memenuhi syarat kesehatan. Di sini air harus memenuhi syarat dari segi kualitas dan kuantitas. Sumber daya air yang memenuhi syarat kualitas dan kuantitas ini dimanfaatkan sebagai sarana untuk mencukupi makan dan minum, mencuci dan sebagainya. Apabila perkantoran dekat dengan industri, maka limbah industri dan rumah tangga terjadi pada sekitar daerah aliran sungai. Limbah ini bisa berupa detergen, logam-logam berat, atau senyawa air raksa. Indikator awal yang dikenali dari pencemaran air ini antara lain dari segi bau, rasa dan warna. Ketiga hal inilah cara mudah untuk mendeteksi polusi pada air. Bila perkantoran dekat pada lingkungan pertanian, maka limbah dapat berasal dari bahan pembuat pupuk yang selanjutnya terjadi penimbunan yang melebihi daya dukung air sehingga tumbuhan dan binatang air tak mampu bertahan hidup lebih lama.

2.3.2.1. Sumber Emisi Gas

Sumber utama yang menyebabkan emisi gas buang pada kendaraan bermotor adalah tanki bahan bakar, karburator (mesin bensin), ruang engkol dan saluran pembuangan) knalpot. Tanki dan karburator mengeluarkan uap bensin ke udara sehingga akumulasi dari banyak mesin dapat menghasilkan polusi udara. Bensin memiliki sifat mudah menguap, dan pada suhu 40 bensin dapat menguap dengan cepat sebanyak (40-60)% dan pada suhu yang lebih tinggi akan menguap lebih banyak lagi. Keluarnya limbah dari ruang engkol terjadi karena setiap mesin membutuhkan ventilasi untuk memasukkan udara. Ruang ventilasi inilah yang memungkinkan uap bensin lewat saluran ini. Selanjutnya knalpot merupakan pengeluaran sisa hasil pembakaran bahan bakar. Gas buang tersebut merupakan hasil sisa pembakaran antara bahan bakar dengan udara dan keluar lewat knalpot dan bercampur dengan oksigen di udara.

Dengan demikian ada tiga jenis limbah yang menyebabkan pencemaran udara yakni (a). Gas buang (b). Gas ruang engkol (c). Uap bahan bakar. Gas buang merupakan gas yang dikeluarkan melalui pipa pembuangan yang merupakan produk sisa pembakaran. Gas ini dikeluarkan melalui knalpot kendaraan bermotor. Gas ruang engkol merupakan limbah gas yang dikeluarkan dari ruang engkol. Uap bahan bakar merupakan limbah yang dikeluarkan dari tanki dan karburator pada mesin bensin. Ketiga jenis inilah yang akhirnya dihirup oleh manusia pada lingkungan kerjanya. Semua limbah ini berbahaya bagi kesehatan manusia.

2.3.2.2. Pengendalian Emisi Uap BBM

Emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor, bersifat mengganggu manusia sebab pada umumnya beracun. Upaya yang dilakukan untuk pengendaliannya dapat bersifat internal dan eksternal. Pengendalian internal adalah pengendalian lewat perbaikan sistem pembakaran pada mesin. Caranya antara lain dengan mengupayakan agar

sistem berfungsi dengan baik sehingga BBM dapat terbakar efektif, dan polusi udara dapat dikurangi. Misalnya menguruskan campuran udara dan bahan bakar dengan meningkatkan jumlah campuran udara dengan bahan bakar. Pengontrolan suhu udara yang masuk dapat dilakukan agar udara dan bahan bakar dapat tercampur secara sempurna, Dengan demikian dapat mengefektifkan pembakaran BBM pada mesin. Langkah berikutnya adalah menyempurnakan kerja karburator yakni mengupayakan agar karburator dapat berfungsi dengan baik.

Secara eksternal agar limbah gas buang kendaraan bermotor dapat dikendalikan maka kegiatan penghijauan lingkungan kerja perlu dilakukan sebaik-baiknya. Kegiatan ini dilaksanakan secara rutin dan dalam waktu yang tidak terlalu lama telah menjadi kebiasaan para pekerjanya. Hal yang sama dapat pula dilakukan pengendalian polusi air dengan menjaga air tidak tercemar dengan cara menutup tandon agar tidak dimasuki polutan yang membahayakan kehidupan manusia.

2.3.2.3. Soal Latihan 3

Isilah kolom yang kosong pada tabel berikut ini. Cocokkan hasil kerja anda dengan kunci jawaban yang tersedia pada bagian akhir BAB ini.

Tabel 2.6 : Limbah dan efek yang ditimbulkan

| No | Jenis bahan | Efek yang ditimbulkan | Akibat jangka panjang |
|----|---------------------|-----------------------------|--|
| 1 | Limbah rumah tangga | Bau busuk, lingkungan kumuh | Sumber bibit penyakit menular |
| 2 | Kertas | | |
| 3 | Plastik | | |
| 4 | Timbal | Udara menjadi kotor | Dalam jumlah banyak mengganggu kesehatan |
| 5 | Karbon monoksida | | |
| 6 | Kaca | | |
| 7 | Hidrokarbon | | |

2.3.3. Polusi Sampah Organis

Di lingkungan kerja, sampah organis merupakan polutan yang paling banyak ditemui dan tampak hampir pada setiap lingkungan kerja. Khusus limbah sampah di perkotaan di Indonesia ada kecenderungan sampah organis memiliki volume paling besar. Sampah organis ini cenderung membahayakan lingkungan karena dapat merupakan sumber penyakit menular. Polusi sampah organis ini ditinjau dari berbagai segi akan merugikan. Dari segi ekonomi sampah organis ini dapat merusakkan berbagai perabotan, tanaman maupun benda lainnya. Bila sampah organis masuk ke dalam air sungai maka dapat mematikan kehidupan dalam air, misalnya ikan dan binatang piaraan. Bau busuk dapat mengganggu kehidupan di sekitar sampah organis tersebut, keindahan kota menjadi rusak dan daya tarik wisatawan menjadi berkurang.

Volume sampah organik di kota besar menunjukkan bahwa komponen sampah organik memiliki prosentase tertinggi. Lebih dari 60% kompon sampah terdiri dari sampah organik. Sampah organik adalah sampah yang paling mudah untuk dibuat menjadi kompos, yang seterusnya hasil pengomposan berperan sebagai pupuk organik yang dapat menyuburkan tanah.

Salah satu keuntungan yang diperoleh bila sampah organik tersebut dikomposkan, antara lain dapat menjadi lapangan kerja baru bagi warga masyarakat sekitar. Produktivitas tanah dapat lebih ditingkatkan melalui pemupukan lewat kompos tersebut.

2.3.3.1. Sumber Sampah Organik

Menurut Dalzell yang dikutip oleh Yuli Priyanto (1994) pada umumnya di negara-negara berkembang komposisi sampah organik yang dapat di komposkan memiliki persentase tertinggi. Kadar air dari masing-masing sampah juga memiliki persentase cukup tinggi. Berikut ini komposisi limbah perkotaan di berbagai negara di dunia.

Tabel 2.7 : Komposisi Limbah Perkotaan di Dunia

| No | Komponen | Negara | | | |
|----|--------------------------------|------------------|---------------|---------------------|-----------|
| | | Timur Tengah (%) | Timur Jauh(%) | Amerika Selatan (%) | Eropa (%) |
| 1 | Bahan yang mudah didekomposisi | 50 | 75 | 55 | 16 |
| 2 | Kertas | 20 | 2 | 15 | 43 |
| 3 | Plastik dan Kain | 10 | 4 | 10 | 7 |
| 4 | Gelas | 2 | 0 | 4 | 10 |
| 5 | Logam | 10 | 0 | 6 | 10 |
| 6 | Lain-lain | 0 | 7 | 10 | 1 |
| 7 | Tak dapat didekomposisi | 8 | 12 | 0 | 13 |
| | Kadar air | 42 | 60 | 45 | 18 |

Dari data di atas tampak bahwa sampah organik banyak dihasilkan oleh negara-negara timur jauh, china, jepang, termasuk Indonesia, sedangkan yang paling sedikit berasal dari daratan Eropa. Ketas paling tinggi limbah yang dibuang berasal dari Eropa terendahnya dari negara Timur Jauh. Plastik dan kain tertingginya dari negara Timur Tengah dan paling sedikit dari timur Jauh. Gelas dan logam tertinggi dari Eropa dan terendahnya dari timur jauh. Namun demikian secara keseluruhan untuk negara-negara berkembang volume paling besar adalah sampah organik.

2.3.3.2. Pengendalian Sampah Organik

Meskipun sampah organik seringkali sebagai sumber penyakit bagi manusia, hewan dan bahkan tumbuhan, namun bila dikomposkan bahan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang mampu menyuburkan tanah. Dengan pengomposan melalui pemanasan sampai suhu 60°C dalam tumpukan kompos sebagian besar patogen, gulma dan

biji-bijian akan tumbuh sehingga pupuk kompos bermanfaat dan tidak mengurangi produksi tanaman. Lewat pengomposan ini akan didapat bahan yang mudah hancur dalam tanah, mudah dikelola, resiko penyebaran penyakit berkurang bila kompos dibenamkan dalam tanah. Lewat pengomposan dengan cara ditumpuk tidak merugikan dan menimbulkan efek negatif pada tumbuhan. Lewat pengomposan dimungkinkan diperoleh berat akhir kompos yang matang jauh lebih ringan dari pada limbah organik yang asli. Hal ini menjadikan kompos mudah dikelola, pengangkutan lebih murah dan secara ekonomis menguntungkan.

2.3.3.3. Soal latihan 4

Berikut ini diperoleh data komposisi limbah di kota besar dengan persentase seperti tertera dalam tabel. Berapa besar (dalam %) sampah yang dapat dikomposkan, proporsi sampah jenis apa yang paling banyak dan paling sedikit. Jelaskan !

Tabel 2.8 : Komposisi Limbah Sampah Kota di Indonesia

| No | Limbah sampah | banyaknya (%) |
|----|-------------------|---------------|
| 1 | Daun-daunan | 63 |
| 2 | Kulit buah-buahan | 10,99 |
| 3 | Kertas | 8,28 |
| 4 | Kayu | 3,77 |
| 5 | Kain-kain | 3,16 |
| 6 | Karet, kulit | 0,56 |
| 7 | Plastik | 5,44 |
| 8 | Logam/metal | 2,08 |
| 9 | Kaca/gelas | 1,77 |
| 10 | Lain-lain | 0,95 |
| | Jumlah | 100,00 |

Jawaban

Data telah diurutkan secara proporsional. Sajian data semacam ini telah sistematis dan mudah dipahami. Dari data yang ditampilkan tampak bahwa jenis limbah organik yang dapat dikomposkan mencapai $(63 + 10,99) = 73,99\%$. Proporsi sampah sebanyak ini berarti sebagian besar dapat dibuat menjadi kompos, sebagai pupuk organik. Proporsi sampah yang paling kecil adalah kaca/gelas yakni $1,77\%$. Hanya sebagian kecil dari sampah yang sulit diproses lebih lanjut.

2.4. Mendeskripsikan Dampak Polusi Terhadap Kesehatan Manusia dan Lingkungan

Limbah semakin menjadi masalah keberlangsungan hidup dan kehidupan manusia di perkotaan ditandai dengan jumlah populasi manusia, dan sekaligus masing-masing individu menyumbangkan limbah yang

dibuang ke lingkungan. Jumlah limbah yang dibuang ini melebihi kapasitas alam untuk merombaknya.

Sebagian besar limbah di perkotaan berasal dari limbah rumah tangga dan industri. Jika setiap orang di kota besar seperti Jakarta, menghasilkan limbah dalam sehari 1 kg saja maka dalam satu hari tidak kurang dari 500 ton per hari. Dalam satu bulan menjadi 15000 ton. Suatu jumlah yang sangat banyak untuk dapat mengelolanya. Limbah semacam ini berakibat negatif karena :

- a. limbah dapat membahayakan kesehatan manusia.
- b. limbah dapat merusak benda, mengganggu binatang dan tumbuhan, secara ekonomis merugikan keuangan bila tak dikelola secara baik.
- c. bila limbah larut dalam air dapat memunahkan kehidupan dalam air, seperti ikan, binatang lainnya.
- d. Mengganggu keindahan, akibat bau busuk, kotor, tak teratur dan sebagainya.

Untuk limbah padat di perkotaan antara lain berupa daun, batang tanaman, kertas, kayu, kain, karet, kulit, plastik, kaca dan lain-lainnya. Bahan tersebut sebagian dapat dikomposkan dan sebagian yang lain sulit dikomposkan. Penanganan limbah pada di perkotaan yang banyak dijumpai adalah melalui cara pembuangan, pembakaran dan pengomposan. Pembuangan dan pembakaran ini dapat menimbulkan jenis polusi baru. Bila limbah larut dalam air akan menjadi limbah cair, sedangkan melalui cara dibakar dapat menjadikan limbah gas.

Perkembangan teknologi pengolahan bahan makanan dapat menghasilkan berbagai produk makanan dalam kemasan dari keleng, plastik dengan berbagai jenisnya, alumunium, kertas, dedaunan dan sebagainya. Aneka makanan dengan berbagai kemasan diharapkan mampu menarik perhatian konsumen. Aneka makanan dengan berbagai kemasan diharapkan mampu menarikhatian konsumen, sehingga bahan makanan tersebut laku jual. Awalnya kemasan makanan tersebut sebagai wadah dari produk yang dihasilkan. Namun dalam perkembangannya kemasan bahan makanan tersebut diarahkan pada daya tarik konsumen, menjaga keamanan bagi kesehatan, memberikan kemudahan membawa, memudahkan dalam penyimpanan dan pengangkutan, sebagai sarana untuk memperkenalkan kandungan zat atau nilai gizi dari makanan tersebut.

Pemakaian kemasan dari gelas, kaleng, alumunium dan logam lainnya, plastik, kertas dan sebagainya yang saat ini semakin banyak digunakan, seringkali menimbulkan berbagai masalah. Masalah tersebut dapat berasal dari bahan pembungkusnya atau kegagalan dalam melakukan pengemasan. Kejadian yang merugikan konsumen tersebut dapat disebabkan akibat reaksi kimia, antara bahan makanan dengan kemasan, reaksi kimia antara lingkungan dengan kemasan, atau proses perkembangbiakan mikro organisme akibat bahan makanan kontak dengan udara atau proses lainnya.

Kemasan terbuat gelas pada umumnya mampu menyerap sinar matahari sehingga mengakibatkan perubahan warna pada bahan makanan. Kemasan kaleng bapat memunculkan reaksi kimia antara udara dengan

kaleng, atau antara kaleng dengan bahan makanan. Kemasan plastik yang memuat vinil klorida mudah terurai dan bercampur dengan bahan makanan yang dapat berakibat rusaknya bahan makanan dan berpengaruh pada kesehatan konsumen.

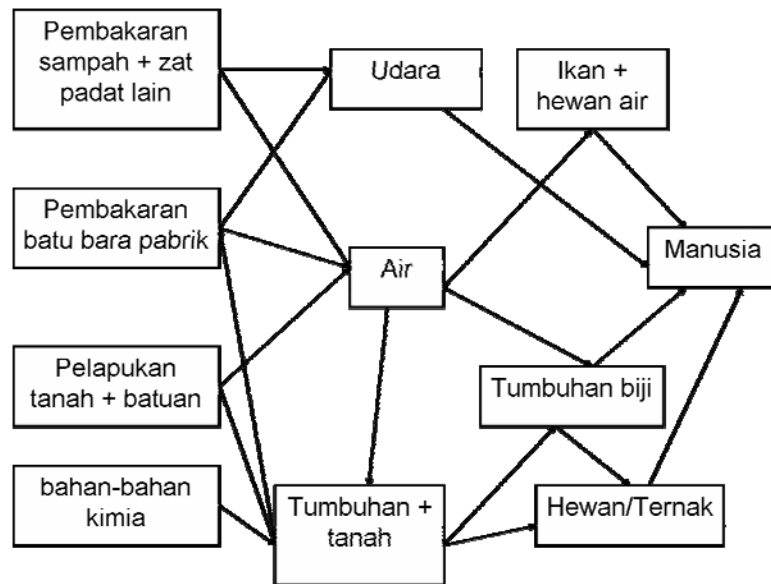
2.4.1. Limbah Senyawa Air Raksa

Kasus-kasus keracunan pada makanan juga terjadi akibat bahan makanan tercampur dengan logam air raksa. Mekanisme kejadiannya terjadi akibat senyawa air raksa larut dalam air lalu masuk melalui rantai makanan dari mikro organisme ke ikan dan di dalam tubuh ikan inilah senyawa air raksa terakumulasi. Ikan yang telah mengandung kadar air raksa ini selanjutnya dinikmati oleh manusia. Akibatnya tubuh manusia tercemar oleh air raksa. Akibat yang telah dirasakan oleh warga Jepang dengan kasus minamata. Kasus lain pencemaran air raksa juga dapat terjadi akibat senyawa air raksa dipergunakan sebagai pembasmi jamur dalam pembibitan tanaman, lalu senyawa air raksa tersebut diserap oleh tanaman menjadi kecambah dari bibit. Bibit tersebut dimakan hewan dan hewan dimakan manusia akibatnya senyawa terakumulasi dalam tubuh manusia.

Diagram yang ditampilkan pada gambar 2.9. berikut ini memberikan gambaran bahwa air raksa dapat diproduksi lewat pembakaran sampah dan zat padat lain, pembakaran batu bara, pelapukan tanah, batuan dan bahan bahan kimia. Dari proses yang terjadi di alam ini mengalir lewat berbagai media berupa air, udara dan tumbuhan. Selanjutnya Hg dapat mengalir ke berbagai kehidupan binatang dan pada akhirnya manusialah yang menjadi kurbannya.

Limbah senyawa air raksa merupakan polutan yang berbahaya bagi hidup dan kehidupan di muka bumi. Limbah ini akan merusak ekosistem dan lingkungan hidup, bahkan dapat mengakibatkan munculnya berbagai penyakit. Kasus yang terjadi di Minamata Jepang; kasus di Busang Kalimantan Timur di Indonesia merupakan salah satu bukti berbahayanya polutan tersebut. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa toksisitas Hg sangat besar bila dibandingkan dengan zat anorganik lainnya. Senyawa air raksa sangat mudah diserap usus. Proses beredarnya Hg dalam tubuh kita sangat terkait dengan cara mengikat jaringan protein di usus dan otak, sehingga senyawa Hg sangat berbahaya bagi kerusakan otak kita. Senyawa air raksa (Hg) diduga dapat mempercepat perubahan genetik dan selalu berbahaya bagi hidup dan kehidupan manusia

Berbagai model peredaran Hg yang membahayakan bagi hidup dan kehidupan manusia, baik lewat perantaraan binatang, tumbuhan, air dan udara dapat dikemukakan dalam diagram alir disajikan pada gambar 2.9 sebagai berikut :



Gambar 2.9 : Analisis Peredaran Senyawa Air Raksa

2.4.2. Limbah Bahan Makanan Tambahan

Bahan makanan tambahan selain makanan yang didapat dari lingkungan tempat tinggal kita juga berasal dari bahan kimia. Bahan makanan tambahan adalah suatu zat atau bahan yang disengaja ditambahkan saat pembuatan atau mengolah makanan. Tujuannya adalah agar diperoleh karakteristik tertentu yang menarik selera makan sesuai yang diinginkan. Berbagai bahan makanan tambahan antara lain berupa zat pewarna, zat pengawet, pemanis, penyedap rasa atau aroma, bahan pembentuk serat, anti oksidan untuk mencegah bau tengik, zat anti kempal untuk mencegah penggumpalan pada bahan tepung, pengaturan ke asaman, bahan pemutih, bahan perenyah dan pengisi yang membuat makanan renyah dan zat pemantap. Agar bahan makanan tambahan tersebut aman dikonsumsi perhatikan dengan saksama kemasan yang digunakan. Dua ciri pokok yang dapat diacu adalah (a). terdaftar dan diketahui oleh lembaga resmi yang berwenang, misalnya balai penelitian obat dan makanan (POM) dan kehalalannya dari Majelis Ulama Indonesia (MUI). Hal ini dapat dilihat pada label dan memuat tanggal kadaluwarsa (b). Penggunaan bahan tambahan makanan tidak melebihi batas penggunaan yang ditentukan.

Jenis bahan makanan yang seringkali terdapat pada produk makanan yang beredar di masyarakat perlu mendapatkan pemerhatian yang sebaik-baiknya. Pemakaian zat pewarna pada umumnya bertujuan untuk memperbaiki tampilan bahan makanan sehingga menarik perhatian pada jenis makanan maupun minuman yang dijual bebabs. Zat pengawet juga banyak dipergunakan para produsen makanan yang tujuannya untuk mencegah atau menghambat tumbuhnya bakteri pada makanan atau minuman. Maksudnya antara lain pada produk tersebut tidak terjadi

pembusukan, pengasaman, kerusakan bahan makanan atau minuman akibat peruraian bahan kimia dalam makanan. Pemanis juga seringkali ditambahkan dengan tujuan untuk mendapatkan rasa manis atau membantu mempertajam penerimaan lidah manusia saat dimakan atau diminum. Penyedap rasa dan aroma merupakan bahan untuk mempertegas rasa sehingga menarik minat atau selera makan. Bahan ini juga dapat menambah aroma makanan serta menambah dorongan untuk memakan atau meminumnya.

Ada kalanya bahan yang ditambahkan bertujuan untuk pembentuk serat. Lewat bahan tertentu makanan yang disajikan tampak lebih berserat sehingga mudah dikunyah dan dirasakan oleh lidah dalam mulut kita. Tambahan lain yang juga banyak disertakan adalah penambahan zat *antioksidan* yang tujuannya agar bahan makanan tidak mudah menjadi tengik. Antioksidan ini juga bertujuan untuk mencegah atau menghambat bau atau rasa tengik pada produk tertentu, misalnya minyak goreng. Bahan anti kempal juga banyak dijumpai pada makanan terbuat dari tepung. Bahan anti kempal ini dimaksudkan untuk mencegah penggumpalan pada bahan makanan yang dikemas. Bahan yang berbentuk tepung seringkali mudah menyerap air sehingga menggumpal dan untuk meniadakan penggumpalan ini dipakai bahan anti kempal.

Pengaturan keasaman berupa bahan yang dimanfaatkan untuk menurunkan derajat keasaman dari makanan. Pengasaman ini dimaksudkan untuk penegas rasa dan aroma serta dapat mencegah mencegah sisa rasa asam. Sisa rasa asam ini seringkali tidak disukai oleh konsumen. Pada batas-batas tertentu rasa asam juga dikehendaki oleh konsumen, sehingga perlu pengaturan tingkat keasamannya. Pengaturan tingkat keasaman yang bertujuan untuk mempertahankan derajat keasaman antara lain menggunakan asam sitrat, asam fosfat pada produk minuman. Penetrat digunakan untuk menurunkan derajat keasaman dari produk makanan dan minuman. Pendapar digunakan untuk membuat makanan supaya tidak terlalu asam atau terlalu basa. Bahan yang digunakan antara lain kalsium glukomat.

Pada bahan makanan tertentu seringkali memanfaatkan bahan pemutih. Pemutih atau pematang adalah bahan tambahan makanan yang dapat bersifat oksidator sehingga dapat menghilangkan bercak-bercak pada produk makanan. Pemutih ini juga seringkali dimanfaatkan untuk meningkatkan daya kembang pada tepung serta mematangkan tepung dan memperbaiki mutu pemanggangan. Lewat pemutih juga bertujuan untuk memperbaiki penampilan bahan makanan yang tersaji, khususnya bahan makanan terbuat dari tepung. Perenyah dan pengisi merupakan bahan tambahan makanan yang dapat membuat makanan tetap renyah. Bahan perenyah ini pada umumnya ditambahkan pada produk buah-buahan, acar, asinan dan sebagainya. Zat pemantap merupakan bahan tambahan makanan yang dapat mengikat ion logam sehingga memantapkan warna, aroma dan serat makanan.

Uraian di atas di satu sisi produk kimia dapat menarik perhatian mata, indera pencicip dan keinginan untuk menikmati makanan dengan enak. Keinginan semacam ini merupakan hal yang lumrah, dan terjadi

pada tingkat golongan sosial budaya manapun juga. Namun demikian hal yang perlu mendapatkan perhatian adalah segi-segi yang berkaitan dengan keamanan pangan dan dampak kesehatan yang seringkali muncul. Di sinilah perlunya perhatian pihak-pihak yang terkait untuk selalu memperhatikan keamanan pangan bagi warga negaranya. Dengan keamanan pangan yang memadai maka generasi masa depan dapat diharapkan tumbuh dan berkembang secara baik.

Tabel berikut ini menjelaskan bahan tambahan pada produk makanan dan minuman yang perlu mendapatkan perhatian dalam pemanfaatannya.

Tabel 2.9 : Berbagai Jenis Bahan Tambahan Makanan *)

| No. | Nama bahan | Jenis bahan tambahan | Keterangan |
|-----|------------------------|---|--|
| 1 | Bahan Pengawet | Dietilpirokarbonat (DEP), Kloroform, Nitrofuram, Asam Benzoat, Metil p-hidroksil Benzoat, Propil p-hidroksil Benzoat Natrium Nitrit | Dilarang Dilarang Dilarang Dilarang Dibatasi Dibatasi Dibatasi |
| No. | Nama bahan | Jenis bahan tambahan | Keterangan |
| 2 | Bahan Pemanis Sintetis | Dulsin dan P.4000 Siklamat (<1,5 g/org/hari) Sakharin(<1g/org/hari atau < 15 mg/kg/bb/hari) | Dilarang Dilarang Dilarang |
| 3 | Pembentuk Cita Rasa | Koumerin Safrol Minyak Kalamus Sinamil Antarnilat Monosodium Glutamat dan essence | Dilarang Dilarang Dilarang Dilarang Dibatasi Dibatasi |
| 4 | Bahan Antioksidan | Lesitin Asam askorbat BHA BHT Tert-butihidrokinon Tokoferol | Dibatasi Dibatasi Dibatasi Dibatasi Dibatasi Dibatasi |
| 5 | Bahan Antibusa | Dimetilpolisiloksan | Dibatasi |
| 6 | Bahan Pengental | Metil selulosa, CMC Asam algiat | Dibatasi Dibatasi |
| 7 | Bahan Pemantap | Propilengikol | Dibatasi |
| 8 | Bahan Pemutih | Benzoliperoksida | Dibatasi |
| 9 | Bahan Pewarna | Amaran Karmin Kurkumin Klorofil Tartazin Karotein Titaniumdioksida | Dibatasi Dibatasi Dibatasi Dibatasi Dibatasi |

*) Sumber DEPKES RI, Ditjen Pelayanan Medik RSUP DR. Sardjito, 2007

2.4.3. Limbah Detergen,

Detergen merupakan produk kimia yang dimanfaatkan sebagai pembersih. Sifat detergen adalah larut dalam air dan mampu menyusup ke dalam serat pakaian atau serat-serat lain. Proses yang terjadi dalam serat tersebut selama digunakan adalah mengurangi tegangan permukaan antara kotoran dengan kain. Detergen yang menyusup ke dalam kain akan mengangkat kotoran dari permukaan kain sehingga kemampuan lekat kotoran dalam pakaian berkurang. Proses pengangkatan ini bergantung pada konsentrasi detergen dalam air.

Dengan cara membilas melalui air secara berulang maka kotoran dapat hilang dan kain menjadi bersih. Dalam hubungan ini pewarna kain secara fisis merupakan zat yang menempel pada kain, sehingga dapat dianalogikan sebagai pengotor, sehingga bila dicelupkan ke dalam detergen, seringkali pewarna kain juga ada sebageian yang dapat larut (luntur) dan berkurang kecerahannya. Jadi dengan demikian penggunaan detergen perlu diatur agar kain tidak segera pudar warnanya atau kain menjadi luntur warnanya. Berdasarkan jenisnya detergen ini dibedakan menjadi detergen jenis kationik aktif, anionik aktif dan amphoter.

Jenis detergen kationik aktif adalah suatu jenis detergen yang aktif adalah katioannya. Anionik aktif adalah jenis detergen yang aktif adalah anion. Detergen jenis amphoter adalah jenis detergen netral terhadap air. Sampai saat ini yang banyak beredar di pasaran adalah jenis anionik aktif, sedang jenis kationik aktif ini karena pemakaiannya terbatas hanya dimanfaatkan sebagai bahan pencuci hama (*disinfectan*) dan dimanfaatkan di rumah sakit. Secara khusus jenis anionik aktif ini banyak digunakan untuk sarana mencuci di berbagai keperluan rumah tangga di Indonesia. Jenis ini dijual dalam banyak merk dagang dan mudah didapatkan di berbagai toko. Detergen jenis kationik aktif banyak dimanfaatkan di kamar bedah atau ruang lain yang membutuhkannya.

Detergen jenis amphoter jarang ditemui di pasaran saat ini karena dianggap kurang aktif, sehingga tak disukai sebagian konsumen. Dampak negatif pemanfaatan detergen antara lain detergen termasuk zat kimia yang disukai air, sehingga tanaman enceng gondok sangat subur tumbuh di rawa atau danau.



Gambar 2.10 : Limbah enceng Gondok Mengganggu Lingkungan

Gambar 2.10. di samping ini adalah seorang pekerja sedang membersihkan enceng gondok yang tumbuh subur di rawa pada aliran sungai yang tercemar detergen. Detergen merupakan media yang baik bagi tumbuhnya enceng gondok di danau. Aliran air sungai yang telah tercemar limbah detergen menuju danau lalu berhenti dan mengumpul di danau akan menjadi tempat tumbuhnya enceng gondok tersebut. Pertumbuhan enceng gondok yang subur dan meluas akan menutupi

permukaan air. Oleh sebab itu agar tak menyumbat pintu air saat banjir maka daerah ini harus dibersihkan. Dengan demikian aliran air dapat lebih lancar.

Detergen yang larut dalam air berakibat tumbuhan enceng gondok dapat tumbuh subur. Enceng gondok yang tumbuh subur dan tidak dibersihkan akan menjadi polutan yang dapat mengakibatkan terjadinya pendangkalan air rawa, atau air sungai. Akibat yang lebih parah adalah rawa tak mampu menampung luapan air sungai, sehingga musibah banjir dapat terjadi. Gambar 2.11. berikut ini akibat banjir yang terjadi di lingkungan pedesaan karena daya serap lingkungan rendah.



Gambar 2.11 : Bencana Banjir Akibat Polutan menyumbat Saluran

2.4.4. Limbah Pestisida

Pestisida adalah produk kimia yang dimanfaatkan sebagai pembasmi hama penyakit. Pestisida dibedakan menjadi kelompok insektisida, herbisida, germisida, fungisida dan lain-lainnya. Insektisida adalah kelompok pestisida yang dimanfaatkan untuk pembasmi berbagai jenis insekta yang mengganggu manusia, tumbuhan dan hewan. Jenis insektisida yang dikenal dengan merk *perfekthion*, *sevin 50 WP*, *phosdrin*, *sumithion 20 EC*, *dicarbam*, *sulfacide*, *subacin* dan sebagainya.

Rodentisida digunakan untuk pembasmi binatang (mamalia) pengerat seperti tikus antara lain pasta fospor, rafiak, racumin, zink phosphite dan sebagainya. Akarisida adalah dimanfaatkan untuk membasmi tungau seperti *separtianalix* dan *perfektion*. Herbisida adalah pembasmi tumbuhan/tanaman pengganggu. Jenis obat yang beredar semenjak alama antara lain *basfapon*, *alicep*, *basanor*, *2,4 D*, *MPCA Acid*, *CMPP Acid* dan sebagainya (umumnya digunakan petani untuk membasmi jenis tumbuhan/jamur pengganggu), sedangkan germisida adalah pembasmi germ atau mikroorganisme pengganggu. Termasuk jenis germisida ini antara lain *pirimor*, *systox*, *perfektion* dan sebagainya. Fungisida adalah pembasmi jamur yang mengganggu tumbuhan. Tergolong kelompok fungisida ini antara lain *polyram M*, *kumulus*, *Liromatin*, *basfungin* dan sebagainya.

Seluruh pestisida tersebut di atas adalah produk kimia yang diproduksi secara sintetik oleh pabrik pembuatnya. Dalam kenyataannya, pestisida yang ada dapat digolongkan sebagai pestisida organik dan pestisida anorganik. Tergolong pestisida organik antara lain DDT dan senyawa-senyawa hidrocarbon berclor dan senyawa phosphat organik serta lainnya. Sebaliknya yang tergolong senyawa anorganik antara lain pestisida garam beracun seperti arsenat, flourida, belerang dan sebagainya.

Di samping itu bila digolongkan kedalam pestisida sintetik dan non sintetik, maka pestisida tergolong sintetik antara lain seperti contoh yang diuraikan di bagian atas. Tergolong non sintetik antara lain pestisida yang bahannya berasal dari tumbuhan, misalnya nikotin dikenal dengan *nicotinoida*, *pyrethrum* dikenal dengan *pyrethroida*, *allethrin* dikenal *allethrinoida*, *retenon* dikenal *retenoida*, dan yang berasal dari minyak bumi antara lain *petroleum oils*, *coal-tar* yang pada umumnya berupa racun kontak.



Gambar 2.12: Pemanfaatan Pestisida Untuk Pembasmi Hama

Berikut ini gambar pemanfaatan pestisida untuk pertanian, yang di satu sisi berguna sebagai pembasmi hama namun ada efek samping yang perlu mendapatkan perhatian. Aspek yang berkaitan pemanfaatan obat kimia memerlukan kajian tentang keamanan lingkungan. Di sinilah perlunya dampak tentang analisis mengenai dampak terhadap lingkungan. Tiap produk kimia perlu mencantumkan segi bahaya dan mafaatnya dan dipublikasikan agar diketahui umum.

Racun yang biodegradasinya tinggi merupakan racun yang berbahaya, karena sangat beracun serta daya racunnya bertahan lama, sukar diuraikan oleh udara, air dan tanah. Produk racun yang demikian ini telah banyak dilarang diberbagai negara. Beberapa produk yang dilarang digunakan dalam pemakaian pestisida di berbagai negara antara lain dapat disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.10 : Produk Pestisida yang Berbahaya

| No | Produk Pestisida | Keterangan |
|----|--------------------------------------|---|
| 1 | DDT (dicloro dietil tetra clorida) | Biodegradasinya amat tinggi, sehingga produk sisa tak dapat dapat diputus. Dapat mengalir/berpindah dari kehidupan yang satu ke kehidupan lainnya. Akhirnya dapat kembali sebagai racun dalam tubuh manusia. Pemakaian DDT telah semenjak lama dilarang di banyak negara antara lain Swedia, Hongaria, Michigan (AS) dan sebagainya |
| 2 | Pestisida yang memuat Hg (air raksa) | Proses peredaran Hg yang sangat mudah baik melalui udara dan air, sehingga memungkinkan berpindah dari air lewat tumbuhan atau udara langsung ke manusia, atau dari air langsung ke manusia. Hg ini sangat membahayakan kehidupan manusia. Berbagai kasus, misalnya kasus di Minamata Jepang, Indorayon di Sumatera, Buzan di Sulawesi menunjukkan kadar Hg yang cukup tinggi. Berbagai batas maksimum konsumsi yang diijinkan antara lain : WHO : 0,005 ppm Benelux : 0,03 ppm ; Swedia : 0,05 ppm Denmark : 0,05 ppm; Inggris : 0,10 ppm. |

| | | |
|---|-----------------------------------|--|
| 3 | Azodrin | Di bidang pertanian, biodegradasinya juga relatif tinggi dan penyebaran azodrin dalam lingkungan juga membahayakan kehidupan manusia dan hewan. Pemakaiannya di bidang pertanian sejak lama telah dilarang |
| 4 | Penggunaan nitrat untuk pestisida | Pemakaian di berbagai bidang dibatasi. AS : 45 ppm; WHO : 100 ppm |

Sumber : Depkes RI, 2001

2.4.5. Limbah MSG atau *Monosodium Glutamate*,

MSG merupakan produk kimia yang biasanya dimanfaatkan sebagai bahan penyedap makanan. MSG ini dalam bahasa kimia disebut vetsin, accent, glutaven. Namun dalam merek dagang seringkali dikaitkan dengan ayinomoto, mi-won dan sebangsanya. Dalam istilah kimia MSG adalah sejenis asam amino yang salah satu atom hidrogen nya diganti dengan atom natrium, sehingga dapat dikategorikan sebagai jenis protein. Jenis MSG ini amat cocok ditambahkan bagi makanan yang mengandung protein. Contohnya : MSG yang ditambahkan ke dalam berbagai jenis makanan, misalnya bakso, sup, mie ayam dan sebagainya akan terasa menjadi semakin sedap.

Makanan yang sesuai diberikan MSG pada umumnya makanan yang memuat protein seperti makanan yang disebutkan di atas. Namun bagi makanan yang banyak mengandung karbohidrat, pemberian MSG menjadi kurang cocok, misalnya makanan yang memuat gula seperti sirup, buah-buahan, ketela, kanji dan sebagainya.



Gambar 2.13 : Instalasi Pemusnah Limbah yang Berbahaya
(Sumber Ralph C. Bohn, 1986)

Gambar 2.13 di samping merupakan salah satu instalasi yang dimanfaatkan untuk memusnahkan limbah kimia agar tidak membahayakan bagi hidup dan kehidupan makhluk hidup. Di antara limbah yang dimusnahkan antara lain limbah kimia yang dihasilkan dari rumah sakit. Dengan pemusnahan limbah ini diharapkan penyebaran penyakit menular yang dibawa oleh limbah kimia dapat dihindari. Tujuan akhirnya adalah untuk mencegah penyakit menular.

MSG sebagai zat yang berwarna putih berupa kristal semacam garam dapur. Makanan menjadi terasa merangsang selera manakala ditambahkan MSG ke dalam makanan tersebut. Pengalaman menunjukkan bahwa penambahan 0,2% -0,4% dari bobot makanan yang akan dimakan

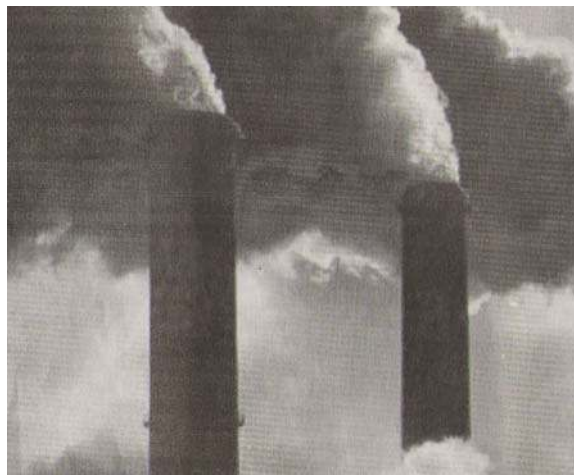
memiliki peningkatan selera yang lebih baik bila dibandingkan dengan penambahan di atas 5% dari bobot makanan.

MSG memuat asam glutamate yakni suatu asam amino yang berperan penting dalam metabolisme dalam otak dan bagian dari kelompok vitamin asam folat yang seringkali ditambahkan pada berbagai jenis obat. Asam glutamate ini dapat terbentuk di alam flora dan mengambil fungsi yang dapat dianggap vital bagi kehidupan manusia.

Senyampang dengan pertumbuhan kegemaran makan bangsa Indonesia yang telah bergeser pada makanan yang siap saji, maka produk MSG ini juga semakin besar dan meluas peredarannya. Namun demikian pertanyaan yang muncul adalah apa sesungguhnya peran MSG dalam kesehatan kita, bagaimana reaksi dalam tubuh kita dan apa akibat sampingan dari konsumsi MSG tersebut. Pertanyaan tersebut tentu memerlukan jawaban lewat analisis kimia, khusus bagi ahli gizi akan berguna dalam pengendalian pemakaiannya. MSG dibuat dengan proses kimia yang bentuknya seperti garam. Bila garam diberi rumus dalam ilmu kimia NaCl dan tergolong zat anorganik. MSG ditulis dengan rumus ilmu kimia dengan $\text{NaOOC}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ yang tergolong pada zat organik. Dilihat dari proses pembuatannya tentu jauh berbeda dengan produksi garam dapur. Jika pada garam dapur proses penguapan dan absorpsi banyak berperan sedang untuk MSG tidaklah demikian. MSG merupakan bahan semi sintesis, yang dapat bersumber dari jagung, kacang, gandum atau tebu selanjutnya dengan proses fermentasi memakai beberapa mikro organisme yang menghasilkan asam *glutamate*.

Dengan bahan baku seperti disebutkan di atas produk MSG dapat memiliki aroma yang sedap. Namun demikian produk limbah yang dihasilkan yang terbayang adalah bau tak sedap dan menjadi bahan pencemar lingkungan yang luar biasa jeleknya. Jika bau tersebut tersebar di udara akan menjadi polutan yang tak nyaman bagi hidung kita, sedangkan bila dialirkan di sungai tentu membahayakan kehidupan biota air. Inilah kenyataan dari proses produksi. Gambar 2.14. memperlihatkan pabrik saat memproduksi yang dapat mengotori lingkungan udara di sekitarnya.

Dari proses pemakaian MSG yang berlebihan tentu berakibat kurang baik terhadap kehidupan manusia penggunaannya. Berbagai gejala yang diperlihatkan bila kadar MSG dalam tubuh telah berlebihan antara lain sakit kepala yang amat sangat, perasaan mudah



Gambar 2.14: Limbah dibuang Lewat Udara Juga Berbahaya
(Sumber Ralph C. Bohn, 1986)

terbakar, rasa tertekan dan sakit dada. Kepekaan terhadap berbagai gejala tersebut bersifat individual. Namun efek yang jelas antara lain pengaruh MSG cukup berbahaya bagi kesehatan manusia, oleh sebab itu pengendalian penggunaan perlu mendapatkan perhatian serius.

2.5. Kunci jawaban soal Latihan

| No | Jenis bahan | Efek yang ditimbulkan | Akibat jangka panjang |
|----|---------------------|---------------------------------------|--|
| 1 | Limbah rumah tangga | Bau busuk, lingkungan kumuh | Sumber bibit penyakit menular |
| 2 | Kertas | Lingkungan kumuh, mudah terbakar | Bahaya kebakaran |
| 3 | Plastik | Lingkungan kumuh, sulit dihancurkan | Sumber penyakit, bahaya kebakaran |
| 4 | Timbal | Udara menjadi kotor | Dalam jumlah banyak mengganggu kesehatan |
| 5 | Karbon monoksida | Beracun, dalam kadar tinggi berbahaya | Mematikan makhluk hidup. |
| 6 | Kaca | Limbah tak dapat terurai dalam tanah | Mengganggu kesuburan tanah |
| 7 | Hidrokarbon | Beracun, kadar tinggi membahayakan | Mematikan makhluk hidup. |

Kunci jawaban soal latihan

| No | Bahan Makanan | Karbohidrat | lemak | protein | mineral |
|----|---------------|-------------|-------|---------|---------|
| 1 | Nasi | ✓ | | | |
| 2 | Kacang tanah | | ✓ | ✓ | |
| 3 | kelapa | | ✓ | | |
| 4 | Roti | ✓ | | | |
| 5 | Daging ayam | | ✓ | | |
| 6 | Jagung | ✓ | | | |
| 7 | Mie | ✓ | | | |
| 8 | Susu sapi | | | ✓ | |
| 9 | Tempe | | | ✓ | |
| 10 | Keju | | | ✓ | |
| 11 | Pisang | | | | ✓ |
| 12 | Jeruk | | | | ✓ |
| 13 | Mangga | | | | ✓ |

2.6. Soal-Soal

- 1) Jelaskan pengertian polusi, polutan dan limbah dan berikan contoh yang banyak ditemukan di lingkungan tempat tinggal anda!
- 2) Sebutkan 3 jenis gas, yang meskipun dalam kadar atau dosis rendah tetap berbahaya bagi kehidupan manusia!

- 3) Sebutkan 3 jenis polusi yang banyak dijumpai di lingkungan kerja pada daerah perkotaan. Jelaskan dampak negatifnya!
- 4) Apakah dampak yang ditimbulkan oleh sampah organik bagi kesehatan dan lingkungan tempat tinggal anda. Jelaskan dengan menyebut lokasi tempat tinggal anda!
- 5) Bagaimana mengurangi dampak polusi kebisingan, agar saat bekerja dan saat istirahat tidak terganggu. Jelaskan!
- 6) Jelaskan penyebab polusi udara dan polusi air di lingkungan tempat tinggal anda. Jelaskan!
- 7) Apakah dampak polusi udara dan air bagi kehidupan makhluk hidup? Jelaskan!

BAB III

CARA MENANGANI LIMBAH DAN BENCANA ALAM

Standar Kompetensi :

Memahami polusi dan dampaknya terhadap manusia dan lingkungan.

Kompetensi Dasar :

1. Mendeskripsikan cara-cara menangani limbah
2. Mengidentifikasi bencana alam dan upaya penyelamatannya

Konsep Kunci :

Jenis polutan, penyebab polusi dan cara menangani, air bersih dan cara memperolehnya, bencana alam, tsunami, gempa, banjir dan kekeringan.

Ringkasan BAB III

Bagian ini menyajikan sumber polutan, penyebab dan cara menangani. Kebutuhan akan air bersih dan cara memperoleh air bersih yang bebas dari polutan. Berbagai jenis bencana alam yang dapat menimpa manusia yang bersumber dari gaya endogen dan gaya eksogen, misalnya tsunami, gempa bumi, erosi, bahaya banjir, kekeringan dan akibat yang ditimbulkannya. Pada bagian ini juga dikaji bagaimana mengantisipasi dan menyelamatkan diri dari bencana alam tersebut.

3. CARA MENANGANI LIMBAH DAN BENCANA ALAM

3.1. Deskripsi Penanganan Limbah

Berdasarkan Undang-undang Lingkungan Hidup seperti yang tertuang pada UULH No. 4 Tahun 1982 telah jelas dinyatakan bahwa pembangunan berwawasan lingkungan merupakan upaya sadar dan terencana dalam menggunakan dan mengelola sumber daya alam secara bijaksana untuk pembangunan berkesinambungan dalam meningkatkan mutu hidup. Ungkapan ini memberikan penegasan bahwa konsepsi pembangunan berwawasan lingkungan merupakan pembangunan yang memanfaatkan konservasi sumber daya alam dan lingkungan hidup. Dalam hubungan dengan konservasi ini maka prinsip pembangunan seharusnya bertumpu pada tiga sendi lingkungan yang harmonis yakni :

- a. Dalam membangun tetap berlandaskan terpeliharanya sumber daya alam secara lestari.
- b. Keanekaragaman hayati, khususnya plasma nutfah harus dapat tetap terpelihara dengan baik.
- c. Proses pembangunan bertumpu pada upaya memelihara proses ekologis.

Ketiga hal inilah yang seharusnya menjadi landasan dalam penanganan limbah atau polutan. Bila dikaji lebih mendalam tampak jelas bahwa limbah yang banyak mengganggu lingkungan kerja di negara kita adalah polusi udara, air, makanan dan kebisingan.

Di samping itu dikenal pula polusi udara disebabkan adanya senyawa kimia yang larut dalam udara atau adanya partikel yang terbawa udara yang mengalami akumulasi sehingga melebihi ambang batasnya. Polusi air terjadi mirip pada polusi udara hanya saja polutannya yang larut dalam air, sehingga air menjadi berubah warna, berbau dan berubah rasanya. Senyawa yang larut dalam air antara lain pestisida, detergen, senyawa air raksa dan sebagainya.

Kebutuhan air bersih merupakan bagian yang tak terpisahkan dari hidup dan kehidupan makhluk di dunia. Oleh sebab itu kebutuhan air bersih yang memenuhi jumlah dan kualitas perlu mendapatkan perhatian, khususnya dalam menangani limbah pada air. Tujuannya adalah agar air dapat diperoleh secara mudah, murah dan mencukupi bagi hidup dan kehidupan manusia.

Polusi makanan akibat dari penggunaan bahan adiktif, pewarna, pengawet dan sebagainya yang pada akhirnya menjadi racun pada makanan dan berbahaya bila dikonsumsi oleh manusia. Oleh sebab itu pengawasan terhadap produk makanan oleh balai penelitian obat dan makanan (POM) perlu lebih digalakkan. Tujuannya adalah agar masyarakat, khususnya rakyat yang kurang mampu dapat dilindungi dari makanan yang memuat bahan pencemar.

Polusi akibat kebisingan merupakan gangguan dari limbah energi bunyi. Kebisingan dapat mengganggu suasana kerja di kantor, lebih-lebih pada saat percakapan berlangsung, atau gangguan kenyamanan pada saat istirahat, kenyamanan tidur dan sebagainya.

Polusi pada tanah terjadi akibat limbah organik dan anorganik yang tak dapat dihancurkan di dalam tanah. Sampah dari bahan gelas, plastik, karet, kain dan sebagainya sulit diuraikan dalam tanah sehingga sifat tanah menjadi berubah dan kurang subur manakala ditanami tanaman. Dalam tempo yang sangat lama bahan limbah padat tersebut akan mengganggu kehidupan di dalam tanah.

Dalam suatu daerah yang beresiko menghasilkan polusi udara, tanah, air dan kebisingan akibat energi bunyi, maka perlu langkah identifikasi sumber polutan tersebut. Dari sumber polutan yang dihasilkan oleh penduduk diperlukan analisis mengenai dampak negatif terhadap makhluk hidup di lingkungan tersebut. Dalam kajian sumber polutan ini pada umumnya mencakup kajian tentang mesin yang digunakan dan dapat menimbulkan polusi. Misalnya: dalam proses produksi dari suatu industri, dapat dijumpai berbagai sumber limbah yang mengganggu. Sumber limbah dapat berasal dari bahan baku yang digunakan, limbah yang dibuang di lingkungan sekitar, limbah berupa sumber bunyi yang berasal dari mesin industri, arus lalu lintas yang tak diatur dengan baik. Sumber bunyi dapat berasal dari pekerja, masyarakat sekitar dan sebagainya.

Dampak kerusakan lingkungan dari berbagai sumber polusi tersebut perlu dilakukan analisis secara mendalam yang melibatkan berbagai pihak. Tujuannya adalah agar masyarakat terhindar dari gangguan limbah tersebut. Misal untuk gangguan kebisingan upaya untuk mengurangi turbulensi udara yang ditimbulkan oleh mesin sehingga bila mesin beroperasi suara dapat dikurangi intensitas sampai sekecil-kecilnya. Dampak mesin yang beroperasi juga dapat menghasilkan polusi udara di lingkungan sekitar industri.

Untuk mengatasi polusi semacam getaran yang dihasilkan oleh mesin pabrik dan kendaraan perlu diupayakan dengan pengaturan jam kerja bagi karyawan, pengaturan pembuangan limbah padat, cair dan gas dengan pemrosesan lebih lanjut sebelum dibuang ke lingkungan sekitar. Dengan demikian dapat diupayakan munculnya gangguan polusi seminimal mungkin. Langkah yang ditempuh antara lain dengan membatasi jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi. Mesin industri yang bekerja telah diperhitungkan dan dibatasi jumlahnya sehingga tak menghasilkan polusi. Pada gangguan kebisingan akibat bunyi telah ada perancangan instalasi peredam bunyi, menggunakan instalasi atau peralatan dengan tingkat kebisingan yang rendah dan menjaga agar arus lalu lintas lancar dan terhindar dari kemacetan dan sebagainya.

3.2. Cara Penanganan Limbah berdasar Penyebabnya

Tabel 3.1 berikut ini memberikan gambaran bagaimana cara menangani limbah berdasarkan tempat terjadinya polusi.

Tabel 3.1 : Cara Penanganan Limbah

| No | Tempat terjadinya polusi | Jenis polutan | Penyebab limbah | Cara Penanganan limbah |
|----|--------------------------|-----------------------------------|---|---|
| 1 | Udara bebas | CO, CO ₂ | Gas buang kendaraan bermotor | a.perbaikan sistem pembakaran kendaraan bermotor b.penghijauan agar bahan limbah diikat oleh tumbuhan |
| | | H ₂ S | Gas di lingkungan gunung berapi, bersifat racun | a.relokasi penduduk yang dekat gunung berapi. b.reboisasi lebih digiatkan, agar gas dapat dibatasi peredarannya |
| | | SO ₂ , NO ₂ | Kondisi padat dan cair membentuk embun di permukaan tanah | mengurangi dan merelokasi pembakaran batu bara, atau membuat briket agar pemanfaatannya terpantau. |
| | | Limbah nuklir | Reaktor atom | a.peningkatan kualitas absorbir, agar dapat ditangkap oleh filter yang terpasang b.hasil tangkapan dipadatkan dicampur dengan padatan dan dikompresi, disimpan yang aman |
| 2 | Air | detergen | Limbah rumah tangga di daerah aliran sungai | dibatasi produknya, pada detergen yang biodegradasinya rendah sehingga mudah larut dalam air dan tidak membahayakan kehidupan. |
| | | pestisida | Limbah pertanian | Dilarang atau dibatasi pemakaiannya pada pestisida yang mengandung Hg karena membahayakan bagi manusia dan hewan |
| 3 | tanah | Plastik, karet, gelas, kain | Limbah rumah tangga | a.daur ulang agar diperoleh produk baru b.hancurkan dengan cara digiling atau cara lain yang dapat dibuat |

| No | Tempat terjadinya polusi | Jenis polutan | Penyebab limbah | Cara Penanganan limbah |
|----|--------------------------|---|--|---|
| | | | | menjadi lembut untuk dijadikan bahan dasar baru |
| | | Limbah pupuk | Sisa bahan organik yang tak larut dalam tanah akibat pemupukan | batasi pemakaian, perlu digunakan pupuk kompos atau pupuk organik yang mudah dilarutkan dalam tanah akibat proses alami. |
| 4 | kebisingan | Sumber bunyi mesin pabrik, kendaraan bermotor, aliran gas | Bunyi yang intensitas tinggi secara terus menerus | <p>a. secara masal gunakan perintang dan penyerap bunyi sehingga bunyi dapat diredam.</p> <p>b. Cara preventif dengan memilih mesin atau peralatan yang memiliki produk kebisingan yang rendah.</p> <p>c. Kuratif : Gunakan pelindung terhadap kebisingan saat berada di tempat yang bising</p> |

3.3. Upaya memperoleh Air Bersih

Masalah air bersih juga perlu mendapatkan perhatian, karena sebagian besar kebutuhan hidup kita berupa air bersih. Dengan 2 kg air bersih manusia diduga mampu bertahan hidup kurang lebih 2 hari. Dalam kehidupan sehari-hari, kebutuhan air sampai saat ini masih dapat dicukupi oleh bumi kita. Jumlah air tawar yang tersimpan di bumi kita relatif kecil bila dibandingkan dengan jumlah air yang ada di lautan. Namun demikian air dan seluruh kehidupan di bumi ini membentuk ekosistem yang sangat ramah sehingga kehidupan di muka bumi dapat berlangsung dengan baik.

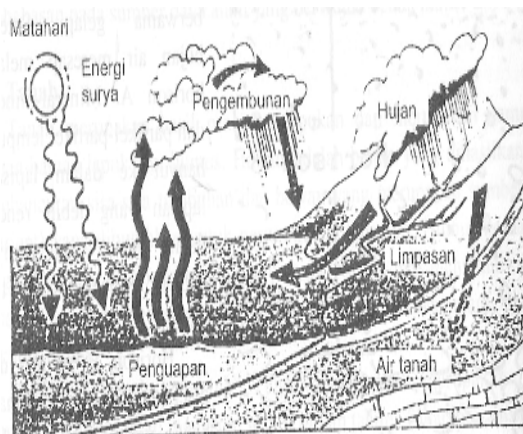
Air tawar sangat dibutuhkan oleh manusia baik untuk hidup maupun kehidupannya. Sejarah padat penduduk dan sulitnya kehidupan di kota menjadi bukti bahwa pemukiman manusia selalu berkembang. Awalnya manusia merintis pemukiman kecil, selanjutnya menjadi lebih besar hingga terciptalah lingkungan desa. Dari beberapa desa menjadi kota telah banyak dirintis oleh para raja jaman dahulu. Hal ini ditandai dengan munculnya berbagai kerajaan pada kota-kota besar. Misalnya di Jawa dikenal kerajaan Mataram hindu, kerajaan Kediri, Jenggala, Majapahit, Singosari, Demak, Pajang hingga Mataram Islam yang berlangsung hingga sekarang ini. Di Sumatera berkembang kerajaan Sriwijaya, Samodera Pasai.

Di Sulawesi kerajaan Bugis dan sebagainya. Rintisan para raja inilah menumbuhkan tumbuhnya pemukiman di berbagai kota besar di Indonesia.

Dengan pertumbuhan kota-kota besar yang pesat sampai saat ini kebutuhan lahan untuk pemukiman selalu identik dengan upaya untuk menyediakan air tawar bagi penduduknya. Banyak bukti sejarah yang menunjukkan bahwa pemukiman penduduk banyak dibangun di sepanjang daerah aliran sungai.

3.3.1. Siklus Air Tawar di Bumi

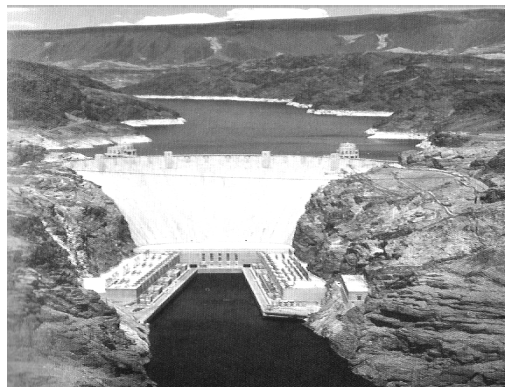
Kemajuan teknologi eksplorasi air sejalan dengan kebutuhan manusia akan air. Pertambahan jumlah populasi manusia menuntut tersedianya air tawar yang cukup. Air tawar dipergunakan oleh manusia untuk berbagai kebutuhan di antaranya untuk air minum; mencuci, pertanian, perikanan dan perindustrian.



Gambar 3.1 : Siklus Air di Alam
(Sumber : Ralp C. Bohn,1986)

Gambar 3.1. di samping ini memperlihatkan proses bagaimana secara alami terdapat siklus air tawar di bumi kita ini. Berbagai ragam dan jenis upaya untuk mendapatkan air tawar yang bersih antara lain dilakukan eksplorasi dengan cara mengebor air tanah atau menggali tanah sampai dalam sehingga didapat air, proses destilasi, dan penguapan air laut. Siklus air tawar di suatu daerah erat hubungannya dengan siklus air di bumi.

Matahari menghasilkan energi surya, oleh tumbuhan dimanfaatkan membantu asimilasi sehingga tanaman dapat hidup. Di permukaan air laut, danau atau sumber air lainnya terjadi penguapan akibat terkena sinar matahari.



Gambar 3.2 : Waduk sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)
(Sumber : Ralp C. Bohn,1986)

Akibat proses penguapan dan berbagai peristiwa di bumi ini uap air dapat menjadi lebih ringan, karena massa jenisnya semakin kecil sehingga dapat naik ke angkasa. Sesampainya di angkasa menjadi gumpalan awan yang semakin tebal, dan dengan proses alami awan akan menjadi hujan. Hujan membawa air ke permukaan tanah menjadi air tanah, untuk keperluan hidup makhluk di muka bumi ini.

Air tawar yang tersedia di bumi ini dapat diperoleh di daerah aliran sungai, danau, sumber/mata air sumur dan air tanah yang diekplorasi. Gambar 3.2. memperlihatkan waduk sebagai penyedia air bagi keperluan air minum, pengairan, sumber pembangkit listrik dan perikanan.

Untuk mencukupi kebutuhan akan air tanah perlu dilakukan upaya-upaya dalam hal :

- a. pengawetan sumber mata air yang telah didapat, bila mungkin setiap rumah tangga membuat resapan air hujan agar ketersediaan sumber air dapat lestari.
- b. Menemukan sumber air tawar dan mengeksploitasi untuk keperluan hidup dan kehidupan

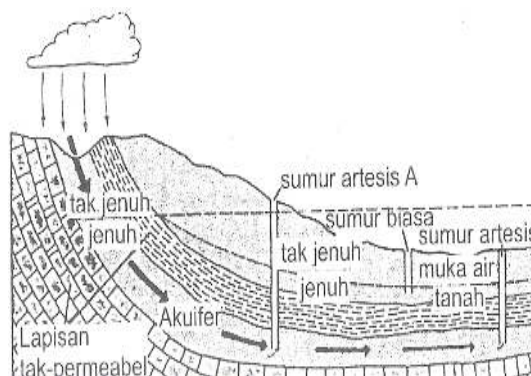
3.3.2. Air Tanah

Untuk memperoleh air tanah ini dengan melakukan penggalian atau pengeboran tanah. Kedalaman menggali dan mengebor tanah sangat bergantung pada struktur tanah setempat. Dengan terbentuknya awan dari titik-titik air dan proses pengembunan dan titik air tersebut bergabung terjadilah hujan. Hujan ini mengakibatkan tanah menjadi basah dan meresap ke dalam permukaan tanah dan sebagian yang lain masuk ke saluran dan akhirnya masuk sungai. Lewat cara demikian ini maka di dalam tanah terdapat cadangan air yang sangat banyak. Cadangan air dalam tanah inilah yang memberikan kesempatan kepada kita untuk memperoleh air bersih dengan cara menggalnya.

Ada kalanya dengan menggali sebentar telah diperoleh sumber mata air, namun ada kalanya harus dikerjakan berhari-hari baru diperoleh sumber mata air. Dengan diperolehnya batuan yang kedap air, hal ini merupakan faktor yang penting bagi diperolehnya air tanah yang dapat disimpan. Penggalian sumur dapat diupayakan mencapai zona air jenuh sehingga air tanah dapat tertampung. Zona air jenuh merupakan daerah yang pori-pori tanahnya menyimpan air melebihi daya tampungnya. Zona air terbuka merupakan daerah yang pori-porinya belum jenuh dengan air.

Sumur artesis merupakan sumur yang dapat memancarkan air secara langsung. Sumur ini dibuat pada daerah cekungan yang struktur cadangannya melengkung. Dengan menggali pada daerah cekungan ini akan diperoleh air yang dapat memancar ke luar.

Gambar 3.3. di samping ini memperlihatkan munculnya proses distribusi air dalam tanah yang dimulai dari adanya hujan, air meresap dalam tanah yang tak jenuh. Pada daerah tak jenuh ini air masih terus merembes menuju ke tempat yang rendah dan jenuh ialah ditampung. Lapisan tak permeabel merupakan bagian yang menahan air.



Gambar 3.3 : Proses pendistribusian Air Tanah Secara Alami

(Sumber : Ralo C. Bohn.1986)

Sumur artesis terbentuk bila pada saat menggali berada pada daerah yang cekung/rendah dan penggalian lapisan tanah mencapai daerah akuifer yang jenuh dengan air. Untuk menemukan sumber air dalam tanah diperlukan penguasaan ilmu tentang struktur bumi dan lapisan-lapisannya.

3.3.3. Upaya mengubah air laut menjadi air tawar

Di berbagai Negara yang sulit mendapatkan air dengan cara mengebor atau menggali sumur, cara yang ditempuh adalah mengubah air laut menjadi air tawar. Jumlah air laut di dunia ini jauh lebih banyak dari pada air tawar yang tersedia di daratan. Di beberapa kota di Indonesia, karena penduduknya telah padat, misalnya penduduk yang berada di pinggiran pantai utara, misalnya daerah Jakarta air sumur yang digunakan telah ada sebageaian yang tercemar dengan air laut. Kejadian ini disebabkan penggunaan air tawar yang sangat banyak, dan dieksplorasi dengan besar-besaran maka di daratan menjadi kekurangan cadangan air. Dengan sifat air yang mudah berpindah tempat ini maka muncullah gerakan air laut menuju darat yang disebut gejala abrasi. Tentu saja air yang dijadikan konsumsi minum bagi sebagian penduduk menjadi kurang sehat. Karena mengandung banyak garam.

Senyampang dengan kebutuhan akan air bagi hidup dan kehidupan manusia maka upaya yang saat ini digalakkan adalah pengubahan air laut menjadi air tawar. Proses pengubahan yang telah banyak dilakukan di berbagai Negara, khususnya Negara yang kekurangan air adalah dengan menggunakan proses biologi, fisika dan kimia air laut. Dari segi fisika pemanasan dan kondensasi merupakan cara termudah untuk dilakukan. Melalui prinsip fisika yakni dengan pemanasan pada suhu 100°C dan tekanan 76 cm Hg maka air akan menguap, hasil penguapan ini kemudian dikondensasikan akan diperoleh air tawar yang siap diminum. Pemanasan dalam jumlah yang banyak tentu membutuhkan energi yang amat banyak pula.

3.4. Bencana Alam

Dalam kenyataan hidup sehari-hari peristiwa di bumi dapat dikaji dari sumber penyebabnya. Ada dua sumber penyebab yang berkaitan dengan asal usulnya, yakni adanya gaya endogen dan gaya eksogen. Gaya endogen adalah gaya yang berasal dari dalam bumi itu sendiri. Misalnya : gejala gempa bumi, erupsi gunung berapi, tanah longsor, tsunami di lautan, tanah dan batuan yang retak, lapisan tanah terbelah dan sebagainya.

Dalam upaya menanggapi gejala alam di bumi kita ini para ilmuwan berpendapat bahwa bumi kita tidak statis, bersifat dinamis sejalan hukum keseimbangan alam. Setiap gejala bumi akan selalu berupaya untuk mendapatkan keseimbangan baru yang lebih baik. Misalnya : di satu sisi bencana alam berupa gempa bumi memberikan peluang hancurnya sarana prasarana penduduk, terdapat kerugian harta benda dan pengorbanan nyawa bagi yang mengalaminya. Namun sisi yang lain akan terdapat perubahan struktur dan susunan lapisan bumi. Lapisan bagian bawah dapat terangkat ke atas dan lapisan atas berpindah ke bawah dan sebagainya. Gejala ini dalam jangka panjang akan berguna bagi manusia.

Gejala lain di permukaan bumi, misalnya pada saat erupsi gunung tampak dalam bentuk munculnya asap tebal dari gundukan tanah (gubung).

Gambar 3.4. di samping ini memperlihatkan gambaran dasyatnya saat anak Krakatau mengeluarkan asap tebal.

Namun di balik peristiwa yang memilukan akibat gempa, barangkali ada sisi positif yang lain dengan kehendak Allah pengatur alam semesta ini. Sisi yang lain membuat manusia tambah kreatif aktif berpikir dan cerdas untuk dapat berusaha mengatasi dan menghindarkan diri dari bencana tersebut. Lewat kejadian alam yang seringkali tampak menyedihkan tersebut, manusia



Gambar 3.4 : Saat Gunung Anak Krakatau Menunjukkan Gejala Aktif

bisa melakukan introspeksi dan mengatasi berbagai hal yang menjadi penghambat dalam hidup dan kehidupannya. Hal yang perlu dikaji lebih jauh adalah adakah kemungkinan perubahan di dalam bumi terkait dengan kebutuhan bagi hidup dan kehidupan manusia?

Gambar 3.4. di atas memperlihatkan gambaran dasyatnya saat anak Krakatau mengeluarkan asap tebal. Di sana terdapat seorang nelayan sedang memperhatikan tanda kekuasaan Allah yang tampak lewat permukaan gunung anak Krakatau. Gaya eksogen adalah gaya yang berasal dari luar bumi yang dapat mengubah keadaan di permukaan bumi. Misalnya : terjadinya erosi karena banjir, angin puting beliung, sedimentasi, gejala akibat perubahan iklim/ciaca, pelapukan dan sebagainya. Pembahasan gejala yang terjadi di bumi pada bagian ini lebih ditekankan pada hal-hal yang berkaitan dengan berbagai bencana alam yang terjadi di bumi.

Bencana alam merupakan rangkaian peristiwa yang disebabkan oleh gaya endogen dan gaya eksogen yang mungkin terjadi secara tiba-tiba atau perlahan-lahan yang dapat mengakibatkan timbulnya kerusakan di muka bumi. Akibat gaya endogen yang dapat menyebabkan bencana alam geologis. Munculnya perubahan cuaca mendadak yang dapat mengakibatkan bencana alam klimatologis. Gejala runtuh atau matinya benda angkasa dan jatuh ke permukaan bumi mengakibatkan bencana alam ekstra terestial. Hal lain yang berkaitan dengan bencana yang disebabkan oleh ulah atau tindakan manusia yang mengakibatkan bencana alam erosi air atau angin yang merusak lingkungan hidup. Kerusakan di muka bumi ini berkaitan dengan perubahan yang mengarah pada kerugian baik, kematian, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan sebagainya.

Tabel 3.2 memperlihatkan gambaran terjadinya bencana di alam semesta ini akibat gaya endogen, perubahan cuaca mendadak, jatuhnya benda angkasa dan akibat ulah manusia.

Tabel 3.2 : Jenis Bencana dibedakan berdasar Penyebabnya

| No | Jenis Penyebab Bencana Alam | Contoh Peristiwa di bumi | Kerugian yang terjadi |
|----|---|---|---|
| 1 | Gaya endogen yang menyebabkan bencana alam geologis | Gempa bumi, letusan gunung, tsunami, tanah longsor, tanah ambles | Kematian, rusaknya sarana prasarana jalan, bangunan, pertanian, kerugian harta benda |
| 2 | Perubahan cuaca mendadak dapat mengakibatkan bencana alam klimatologis | Banjir, erosi besar, angin topan/puyuh/badai tropis, kekeringan, kebakaran hutan bukan akibat ulah manusia | Kematian, rusaknya sarana prasarana jalan, bangunan, pertanian, kerugian harta benda |
| 3 | Runtuh atau matinya benda angkasa dan jatuh ke permukaan bumi mengakibatkan bencana alam ekstra terestial | Meteor jatuh ke bumi mengenai daerah hunian atau tempat lain yang terdapat kehidupan | Kematian, kerusakan lingkungan sebagai akibat hantaman benda angkasa |
| 4 | Ulah/tindakan manusia yang mengakibatkan bencana alam | Kebakaran hutan, semburan lumpur dari pengeboran tanah, tanah longsor, anjir akibat hutan gundul, pencemaran air, tanah dan udara | Kematian, rusaknya sarana prasarana umum, jalan, bangunan, pertanian, kerugian harta benda dan sebagainya |

Bencana alam dapat terjadi secara perlahan-lahan atau tiba-tiba. Bencana alam yang umumnya terjadi secara tiba-tiba antara lain gempa, termasuk gempa tektonik, vulkanis dan robohan, tsunami, banjir bandang, badai tropis dan letusan gunung berapi serta tanah longsor. Bencana-bencana tersebut sulit diantisipasi terjadinya, karena di Indonesia pada umumnya bersifat tiba-tiba dan sulit sekali diramalkan sebelumnya.

3.4.1. Tsunami.

Bencana alam gelombang pelabuhan mula-mula dikenal di Jepang, sehingga istilah ini berasal dari penghuni di pantai daratan Jepang. Istilah *tsunami* berasal dari bagian frase kata *tsu* yang diartikan pelabuhan. *Nami* artinya gelombang. Jadi tsunami berarti pasang laut yang besar yang terjadi di pantai atau di pelabuhan. Secara lengkap dedeskripsikan sebagai gelombang laut periode panjang yang ditimbulkan oleh gangguan spontan pada medium laut. Penyebab tsunami antara lain gempa bumi yang besar yang sumber gempanya ada di lautan, erupsi vulkanik atau longsor/patahan di lautan.

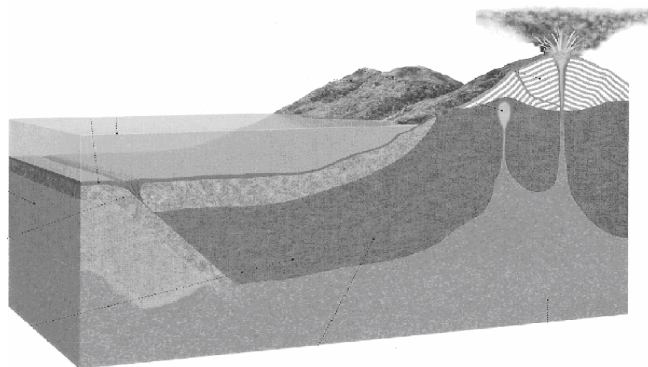
3.4.2. Gempa Bumi

Bencana gempa bumi dapat melanda berbagai tempat, perkantoran, pemukiman penduduk, daerah industri, daerah pesisir dan daerah rawa-rawa serta daerah-daerah lainnya. Gempa bumi umumnya terjadi akibat pergerakan batuan kerak bumi di sepanjang daerah patahan. Akibat

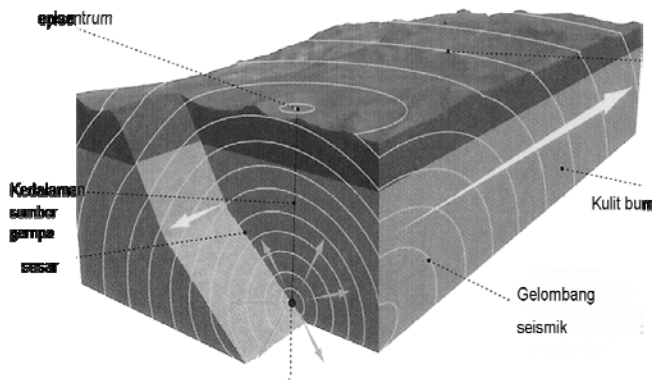
pergerakan patahan dan pergerakan lempengan kerak bumi ini dapat menimbulkan energi. Jika energi yang telah terkumpul dalam kerak bumi melampaui batas kekuatannya terjadilah pelepasan energi secara tiba-tiba. Gejala semacam ini akan menghasilkan gerakan kerak bumi yang disebut gempa bumi.

Gempa yang dihasilkan oleh peristiwa semacam inilah yang dinamai gempa tektonik. Bergetarnya bumi yang disebabkan oleh gelombang pada bagian atas dan bagian bawah permukaan bumi dapat menyebabkan keretakan permukaan, guncangan, dan bila terjadi di tengah laut sering dapat menghasilkan gejala tsunami, gempa bumi serta tanah longsor. Gempa bumi mengakibatkan susunan batuan bergeser satu dengan yang lain. Lewat celah-celah yang ada dalam lapisan bumi ini magma dapat mengalir ke permukaan bumi hingga terjadilah gejala erupsi gunung seperti tampak pada Gambar 3.5.

Gambaran tentang gerakan gempa dapat dilukiskan dalam bentuk perambatan gelombang yang merambat ke segala arah. Pada daerah tertentu yang memiliki lapisan berbeda massa jenisnya akan memberikan arah reaksi yang berbeda.



Gambar 3.5 : Proses terbentuknya Gempa Bumi
(Sumber : Jean Claude Corbell,2007)



Gambar 3.6 : Pusat Gempa Bumi Menghasilkan Gelombang yang Merambat
(Sumber : Jean Claude Corbell.2007)

Gambar 3.6. berikut memperlihatkan gerakan gempa bumi. Badan Meteorologi dan Geofisika dapat memperkirakan terjadinya gempa bumi, namun saat yang tepat terjadinya gempa bumi tidak dapat ditetapkan atau diramalkan sebelumnya. Peramalan didasarkan pada pemantauan aktivitas seismik, pengamatan dan sejarah terjadinya gempa bumi di Indonesia dan kawasan

sekitarnya.

Selain gempa tektonik, dikenal juga gempa yang bersumber dari aktivitas gunung berapi. Gempa yang bersumber dari aktivitas gunung berapi disebut gempa vulkanik. Jenis gempa lain yang lebih kecil getarannya dan

lebih kecil kekuatan dibandingkan dengan gempa vulkanik dan tektonik disebut gempa robohan. Gempa ini terjadi di daerah pegunungan kapur akibat pergerakan dan pergeseran lapisan batu kapur. Gerakan dan pergeseran ini menghasilkan robohan permukaan batu kapur. Gejala ini disebut gempa robohan.

3.4.3. Bencana Gunung Berapi

Gunung berapi jika meletus, dapat mengeluarkan magma yang di dalamnya banyak terlarut gas-gas. Magma yang keluar dari gunung berapi tersebut melalui lubang vulkanik. Di samping itu jika kekuatan aliran cukup kuat dan melampaui puncak lubang vulkanik, maka magma dapat mengalir cukup jauh di permukaan tanah. Magma yang mengalir di atas permukaan tanah inilah yang disebut lava. Lava berisi bermacam-macam materi dan partikel yang disebut tephra. Di samping magma, gunung api yang meletus juga mengeluarkan debu dan panas.



Gambar 3.7 : Gejala Letusan Gunung Berapi

yang dilewati lava yang mengalir dari puncak gunung tersebut. Gambar 3.7 dan 3.8 tersebut ini adalah gambaran kerusakan akibat aliran lahar dingin.

Di sini tampak lahan pertanian tertutup oleh material yang berupa pasir, koral dan berbagai ukuran kerikil

dan batu-batuan yang dibawa oleh aliran lahar dingin tersebut.

Kerusakan yang timbul akibat letusan gunung api dapat berasal dari lava yang mengalir, gelombang panas dan debu. Gelombang panas ini lah yang sering menghasilkan awan panas. Awan panas di lereng merapi di Daerah Istimewa Yogyakarta disebut *wedhus gembel* (bahasa Jawa yang artinya domba, karena awan panas yang muncul mirip bentuknya dengan bulu domba).

Dalam letusan gunung berapi, seperti gambar 3.7 dan 3.8 di samping lava yang mengalir ikut serta pula puing-puing kerusakan



Gambar 3.8 : Bencana Alam Aliran Lahar Dingin

3.4.4. Bencana badai atau Angin Topan

Kondisi geografis wilayah pesisir pantai dan pulau kecil di Indonesia cukup rentan terhadap bencana badai atau angin topan. Angin topan dapat mencapai kecepatan 200 km/jam dengan tekanan sampai 200 kg/m² mampu merobohkan bangunan rumah dan pepohonan. Beberapa kasus angin topan yang terjadi saat pergantian musim, atau angin puting beliung di Bengkulu, angin Bohorok di Sumatera Utara, angin Gending dan Cleret tahun di Jawa Timur dan Lesus di Jawa Tengah dan sebagainya merupakan beberapa



Gambar 3.9 : Beberapa pekerja sedang memperbaiki rumah yang roboh akibat badai

contoh bencana badai atau angin topan. Gambar 3.9 menjelaskan salah satu akibat munculnya angin topan. Kerusakan yang sering menyertai munculnya bencana badai antara lain banyaknya bangunan perumahan yang roboh, pohon-pohon tumbang, debu berterbangan yang mengganggu kesehatan mata, serta kerusakan lain yang menyertainya. Bencana semacam ini hampir terjadi setiap tahun saat pergantian musim.

3.4.5. Peristiwa di Bumi yang berkaitan dengan Gejala Erosi

Berbeda dengan manusia primitif, yang menghubungkan berbagai bencana tersebut dikaitkan dengan tahayul, dan gejala mistis, maka saintis memandang gejala alam yang berupa bencana sebagai bagian dari upaya bumi untuk mendapatkan keseimbangannya. Misalnya gempa bumi yang terjadi ada hubungannya dengan perubahan struktur lapisan bumi. Hal ini didasarkan pada teori bahwa saat terjadi gempa bumi terjadi pelepasan energi yang luar biasa besarnya. Pelepasan energi yang besar ini dirasakan sebagai guncangan yang hebat yang mampu merobahkan bangunan rumah, sarana dan prasarana lainnya. Di balik peristiwa tersebut yang patut menjadi perhatian adalah apakah kita mampu untuk mengatasi dan mencari pemecahan terbaik dalam menghadapi gejala yang sama di kemudian hari.

Sebagai gambaran, masyarakat Jepang yang sudah terbiasa menghadapi gejala gempa bumi, menganggap bahwa gejala tersebut dapat diatasi dengan teknologi. Pandangan inilah yang mendorong kemajuan di bidang teknologi bagi masyarakat Jepang.

Berbagai bencana di atas sebagian besar disebabkan oleh gaya yang berasal dari dalam bumi. Di sini peran gaya endogen dalam merusak sarana prasarana sangat besar, sehingga manusia berusaha mensiasati dalam perencanaan sarana dan prasarana dengan mempertimbangkan gejala yang pernah dialaminya. Sebaliknya terdapat pula gejala yang disebabkan oleh gaya eksogen atau gaya yang berasal dari luar bumi, misalnya erosi, pengendapan, gejala pasang-surut lautan dan sebagainya. Terkait dengan bencana tersebut Cuvier (1830) mengungkapkan teori yang

disebut *Catastropic Theory* yakni teori tentang bencana alam secara rasional. Ia menyatakan bahwa gejala alam yang muncul dengan tiba-tiba akan menghasilkan bencana. Lyell (1930) dengan menggunakan pandangan Hieton menyatakan bahwa peristiwa yang terjadi sekarang atau produk gejala yang terjadi di bumi sekarang dapat dimanfaatkan untuk menerangkan peristiwa masa lalu. Dengan demikian masa sekarang sebagai kunci masa lalu. Pernyataan di atas memberikan wacana bahwa dengan adanya bencana alam, maka daerah yang banyak muncul gempa bumi perlu ada pengawasan yang cermat. Tujuannya adalah agar dapat memberikan informasi yang benar dan akurat dalam rangka menghadapi dan mengantisipasi bencana-bencana tersebut.

3.4.6. Bencana Tanah Longsor

Gejala tanah longsor merupakan pergerakan tanah dari daerah yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Longsoran yang berupa gerakan tanah ini disertai dengan campuran batu, kerikil dengan sejumlah massa tanah umumnya bergerak dari lereng gunung, atau pegunungan yang tanahnya labil jika terkena air hujan. Penyebab terjadinya gejala tanah longsor terutama karena peristiwa alam. Misalnya hujan yang deras pada daerah yang kondisi topografinya miring kondisi geologinya labil.

Kondisi ini menjadi lebih parah manakala dipicu oleh perilaku manusia yang tidak bertanggung jawab, menebangi pohon pelindung tanah di bukit atau puncak gunung atau pegunungan, membangun rumah di lereng pegunungan yang tanahnya labil, dan melakukan penimbunan material di lereng atau tebing. Perilaku yang demikian ini dapat menyebabkan kemampuan tanah menyerap air berkurang, tanah tebal menjadi lembek. Dengan kondisi tanah yang tebal dan lembek, batu-batuan yang kurang kuat, maka dengan adanya hujan yang deras dapat menyebabkan getaran yang berakibat tanah longsor. Gambar 3.10 di samping adalah munculnya tanah longsor akibat ulah manusia.



Gambar 3.10 : Tanah Longsor Akibat Ulah Manusia

Upaya mengatasi yang perlu dilakukan dalam rangka konservasi lahan dan menangani tanah yang gersang antara lain dengan menanam kembali tanah yang rusak. Kerusakan tanah akibat eksplorasi mineral yang tidak memperhatikan lingkungan dapat dihindarkan dengan tanam-tanaman penahan angin dan menutup lahan yang gundul. Tujuannya adalah

menghindarkan terjadinya erosi karena air maupun erosi angin. Gambar 3.11 di samping memperlihatkan upaya konservasi mineral dengan tanaman penghijauan di lahan kritis.

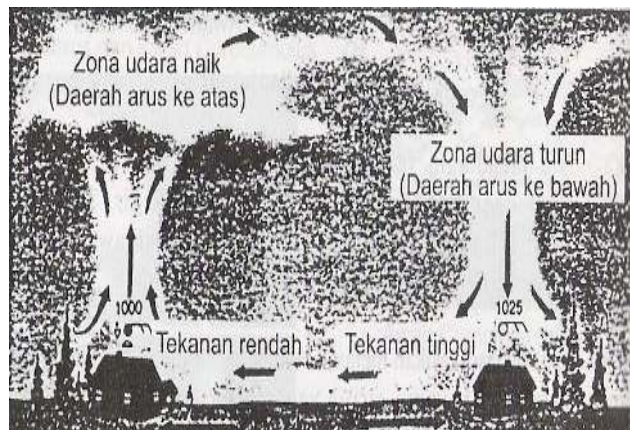


Gambar 3.11 :Konservasi Flora dan Fauna

3.4.7. Bencana Kekeringan

Musim kemarau yang panjang, yang dapat terjadi sepanjang tahun, atau dalam waktu tak menentu akan mengakibatkan bencana alam kekeringan. Dalam hal demikian ketersediaan air bagi hidup dan kehidupan sulit diperoleh. Di samping itu berbagai tingkah laku manusia yang mengeksploitasi air secara berlebihan dapat menyebabkan bencana alam kekeringan menjadi semakin parah. Jadi bencana alam kekeringan ini dapat didefinisikan sebagai ketersediaan air tidak mencukupi untuk kebutuhan hidup dan kehidupan.

Kekeringan yang disebabkan oleh berkurangnya curah hujan disebut kekeringan meteorologis, sedangkan kekeringan yang disebabkan oleh berkurangnya sumber daya air disebut kekeringan hidrologis.



Gambar 3.12 : Aliran Udara di Alam

3.4.8. Erosi

Erosi banyak disebabkan oleh aliran air, aliran angin dan cara mengelola lahan yang kurang tepat. Di Indonesia, erosi banyak terjadi di daerah pantai, di pegunungan dan daerah lain yang pada umumnya permukakan tanahnya memiliki kemiringan. Erosi karena air dan angin ada hubungannya dengan kejadian bencana banjir, sehingga erosi merupakan fungsi dari iklim, tanah, topografi, vegetasi dan manusia. Erosi kaitannya

dengan iklim berkaitan erat dengan perubahan musim. Di Indonesia yang mengena musim kemarau dan hujan, akan memberikan peluang perubahan cuaca yang berubah setiap setengah tahunan. Masalah banjir berkaitan erat dengan musim. Banjir yang terjadi di berbagai daerah umumnya terjadi pada musim penghujan. Curah hujan yang banyak mengakibatkan air tak dapat ditampung dan akan masuk ke sungai. Dengan ulah manusia membuang sampah sembarangan, mengakibatkan saluran tak dapat berfungsi dengan baik sehingga airnya meluap ke berbagai tempat, muncullah banjir. Aliran air ini akan membawa partikel atau lapisan tanah dari hulu ke hilir, dan pada hilir sungai muncullah lapis-lapisan material, tanah yang baru.

Erosi dalam hubungannya dengan tanah, dapat dijelaskan bahwa ikatan tanah di permukaan tidak terlalu kuat untuk bertahan, maka lapisan tanah paling atas mudah dibawa oleh aliran air atau aliran angin. Akibatnya partikel penyusun tanah pada lapisan paling atas merupakan lapisan yang terbawa oleh aliran angin maupun aliran air. Daerah terbuka mengakibatkan ikatan tanah kurang kuat akibatnya bila sewaktu-waktu terjadi aliran angin atau aliran air maka lapisan tersebut terbawa ke hilir. Kejadian ini berlangsung secara berulang sehingga di bagian hilir akan terbentuk lapisan tanah yang selalu tumbuh dari waktu ke waktu.

Kejadian inilah yang menimbulkan gejala vegetasi. Kemiringan tanah bergantung pada kondisi topografi di tempat itu. Dengan partikel di permukaan tanah yang tak terikat dengan kuat, maka begitu ada aliran angin atau aliran air memungkinkan lapisan tersebut mengalami erosi. Keadaan topografi yang miring memungkinkan mudahnya terjadi erosi. Hal lain yang menyebabkan erosi adalah ulah manusia. Kebiasaan membuang sampah sembarangan, mengeksploitasi sumber daya alam yang tak memperdulikan lingkungan akan banyak mengakibatkan terjadinya erosi.

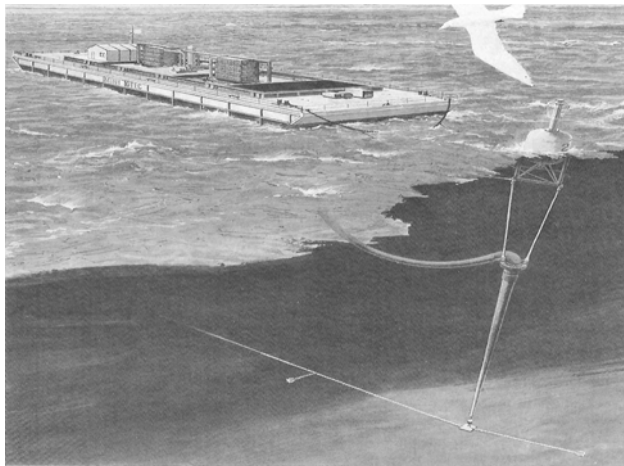
Dalam upaya mengatasi erosi ini antara lain, dilakukan dengan melindungi daerah terbuka dengan menanam tanaman pada setiap jengkal tanah yang kosong. Tujuannya agar tanah dapat diikat kuat oleh tanaman, sehingga sewaktu hujan tidak mengalami erosi yang berlebihan. Upaya yang lain adalah mengurangi kemiringan tanah, agar laju aliran air dapat dihambat. Mengurangi kemiringan dapat dilakukan dengan membuat teras-teras dengan tanaman sehingga ikatan tanah menjadi lebih kuat sehingga tak mudah tererosi oleh air maupun angin.

Pendidikan lingkungan bagi warga masyarakat perlu digalakkan. Lewat pendidikan lingkungan yang benar, maka ekosistem menjadi terjamin kelestariannya, sehingga penghuni alam semesta menjadi tenang.

3.4.9. Bencana Banjir

Banjir pada umumnya disebabkan oleh keadaan alam, cuaca dan ulah manusia. Pada saat pergantian bulan laut dapat mengalami gejala pasang. Apabila permukaan pantai rendah memungkinkan air laut ke darat.

Gambar 3.13 di samping memperlihatkan air laut dalam suasana pasang. Apabila dapat dikendalikan maka dapat bermanfaat bagi manusia, namun bila tak dapat dikendalikan akan memunculkan banjir di daratan di musim kemarau. Pemecahan masalah teknis akan melibatkan penataan lingkungan dan penataan mental manusia. Banjir terjadi di musim penghujan. Apabila



Gambar 3.13 : Laut pasang Dapat menyebabkan banjir

curah hujan tinggi, dapat mengakibatkan air tak tertampung di saluran irigasi. Di samping itu banjir juga dapat terjadi akibat munculnya gejala pasang naik air laut yang secara tak langsung dapat meningkatkan frekuensi dan intensitas banjir di daratan. Pertumbuhan hunian di sepanjang daerah aliran sungai yang tak terkendali juga dapat menjadi penyebab daerah resapan menjadi berkurang. Kebiasaan membuang sampah di saluran air dapat menyebabkan daya dukung saluran air berkurang sehingga sewaktu hujan muncul banjir. eklamasi pantai dan rawa-rawa yang terjadi di kota besar akan berakibat hilangnya daerah



Gambar 3.14 : Bencana Banjir dan Akibatnya

pantai dan rawa sebagai daerah penampung air. Akibatnya aliran air menjadi tak terkendali sehingga muncul banjir. Demikianlah banjir juga menjadi penyumbang terbesar bagi gejala erosi, sehingga perlu penanganan yang sebaik-baiknya. Berikut ini gambaran bencana banjir yang terjadi di tengah perkotaan. Pada Gambar 3.14. tampak betapa repotnya beberapa kendaraan melewati jalan raya yang tergenang oleh aliran air yang tak tertampung di selokan, atau sungai di dekatnya.

3.4.10. Cara Menanggulangi Bencana Alam

Berikut ini disajikan tabel yang menghubungkan antara jenis bencana, penyebab terjadinya bencana dan cara mencari perlindungan.

Tabel 3.3 : Bencana Alam dan Cara menemukan Perlindungan

| No | Jenis Bencana | Penyebab | Cara berlingdung |
|----|-----------------------|---|---|
| 1 | Tsunami | Pasang laut akibat gempa tektonik yang sumber gempa ada di tengah lautan | Mencari lokasi yang tinggi di tanah yang terbuka. Bila terjebak di dalam bangunan berupaya keluar dan mencari tempat yang tinggi dan aman |
| 2 | Gempa bumi | Pergerakan kerak bumi, menghasilkan patahan | Mencari tempat yang aman di tempat terbuka, bila terjebak dalam rumah berupaya berlindung di bawah meja atau tempat tidur yang kuat, atau berada di bawah pintu kayu. |
| 3 | Letusan Gunung Berapi | Aliran magma yang keluar dari gunung berapi | Menjauh dari sumber magma, berlindung di tempat yang terlindung. |
| 4 | Badai dan angin topan | Angin dengan kecepatan tinggi saat pergantian musim atau perubahan cuaca mendadak | Keluar dari rumah mencari tempat yang aman. |
| 5 | Gejala Erosi | Gaya endogen dan eksogen. | Mengurangi daerah yang miring, menutup tanah terbuka dengan tanaman pelindung, pengaturan aliran air lewat saluran tersier, dan sebagainya |
| 6 | Tanah Longsor | Tanah miring di lereng pegunungan | Menghindari untuk tidak membuat bangunan di lereng, reboisasi dan menutup permukaan tanah yang kosong dengan tanaman. |
| 7 | Kekeringan | Perubahan musim dengan musim kemarau lebih panjang daripada musim hujan. | Pengaturan pemanfaatan air, pembuatan tandon air, resapan yang dapat menampung air hujan |
| 8 | Banjir | Perubahan cuaca di musim hujan | Pemetaan lingkungan, penghijauan, pengaturan daerah aliran sungai yang terndari dari erosi. |

3.5. Soal- Soal

1. Berdasarkan pengamatan anda, sebutkan jenis limbah sampah yang banyak dijumpai di lingkungan pasar di kota tempat tinggal anda? Bagaimana cara yang banyak dilakukan untuk menangani limbah tersebut? Apakah kekurangan dan kelebihan model penanganan limbah yang telah dilakukan? Apa saran perbaikan yang dapat anda berikan agar penanganan limbah menjadi lebih baik?
2. Nitrogen bebas di udara dapat diikat oleh tanaman tertentu. Jelaskan jenis tanaman yang dapat mengikat nitrogen bebas tersebut? Apa tanda-tanda tanaman yang mampu mengikat nitrogen bebas tersebut? Jelaskan!
3. Di lingkungan pedesaan, apa yang menjadi penyebab erosi yang dapat menjadi sumber pencemaran air?
4. Apa perbedaan penyebab terjadinya pencemaran akibat erosi di lingkungan pedesaan dan perkotaan? Jelaskan dengan menyebutkan lokasi!
5. Karbondioksida yang banyak di atmosfer kita menjadi salah satu penyebab efek rumah kaca. Mengapa demikian? Jelaskan!
6. Apa dampak negatif kemajuan IPTEK terhadap lingkungan? Jelaskan cara mengatasi dampak negatif tersebut!
7. Gempa bumi merupakan bencana alam yang sulit diduga kapan terjadinya dan bagaimana meniadakan gempa tersebut. Sebutkan akibat dari gempa yang mungkin timbul dan upaya apa saja yang dapat dilakukan agar kita selamat dari bencana gempa bumi!
8. Banjir seringkali melanda daerah aliran sungai di Indonesia. Bagaimana upaya mengurangi resiko akibat bencana banjir tersebut? Jelaskan!

BAB IV

KOMPONEN EKOSISTEM SERTA PERANAN MANUSIA DALAM MENJAGA KESEIMBANGAN LINGKUNGAN

Standar Kompetensi :

Memahami komponen ekosistem serta peranan manusia dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan AMDAL

Kompetensi Dasar :

1. Mengidentifikasi komponen ekosistem
2. Menjelaskan konsep keseimbangan lingkungan

Konsep Kunci :

Ekosistem dan ruang lingkungannya, komponen ekosistem, rantai makanan, aliran energi keseimbangan ekosistem, peran manusia dalam ekosistem.

Ringkasan BAB IV

Bab ini membahas ekologi dan ruang lingkungannya termasuk upaya mengidentifikasi komponen ekosistem, rantai makanan dan aliran energinya. Dibahas pula pengaruh perkembangan biakan terhadap ekosistem yang pada akhirnya menimbulkan kompetisi antar makhluk hidup atau dalam satu kelompok makhluk hidup. Pada bab ini dikaji keseimbangan lingkungan dan peran manusia dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Tantangan yang dihadapi manusia di masa depan antara lain tentang kelestarian lingkungan, masalah krisis energi serta berbagai upaya manusia untuk memelihara konservasi, di antaranya konservasi air, mineral yang pada akhirnya mengkaji bagaimana keseimbangan lingkungan dapat diwujudkan.

4. KOMPONEN EKOSISTEM SERTA PERANAN MANUSIA DALAM MENJAGA KESEIMBANGAN LINGKUNGAN

4.1. Ekologi dan Ruang Lingkupnya

Ekologi disebut juga ilmu lingkungan adalah merupakan integrasi dari berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang mempelajari jasad hidup maupun jasad yang tak hidup. Ilmu ini merupakan perpaduan antara berbagai cabang ilmu di antaranya adalah sosiologi, ilmu kesehatan, geografi, fisika, kimia, biologi dan sebagainya. Tekanan pembahasan ilmu lingkungan antara lain pada masalah energi, materi, ruang, waktu dan keanekaragaman. Pembahasan ilmu lingkungan melibatkan integrasi semua ilmu, yang pada dasarnya ditujukan pada upaya untuk mengkaji tentang jasad hidup dengan lingkungannya. Fokus kajiannya membahas kecermatan pemindahan energi dalam berbagai sistem dan dampaknya. Semua yang ada di muka bumi ini tidak peduli apakah makhluk hidup maupun tak hidup yang selalu berinteraksi. Interaksi tersebut akan berimplikasi pada proses yang melibatkan pemindahan energi.

Di sini jasad hidup dapat dianggap sebagai materi, yakni tempat dimana dapat terjadi aliran energi. Dalam ilmu lingkungan kajian waktu berkaitan dengan bagaimana suatu proses dapat mencapai suatu ambang batas tertentu. Untuk mencapai ambang batas tertentu diperlukan waktu yang cukup untuk mencapainya. Rangkaian keanekaragaman yang tak terputus-putus pada sifat morfologi dan genetika dapat menentukan dinamika interaksi antar organisme hidup, populasi dan komunitas di muka bumi ini.

Manusia sebagai bagian fungsional dalam ilmu lingkungan, berperan aktif sebagai manipulator lingkungan dan upaya-upaya perbaikan lingkungan. Upaya perbaikan lingkungan ini dikhususkan tentang bagaimana kehidupan di dunia ini memperoleh air bersih, udara bersih yang cukup oksigen dan proses-proses lain yang berkaitan dengan peredaran makanan dan energi. Oksigen sebagai unsur utama dalam kehidupan akan berperan dalam transfer energi.



Gambar 4.1: Manusia dan Makhluk lainnya Saling Memerlukan Oksigen

Gambar 4.1. di samping ini menjelaskan pada suasana pagi hari yang cerah, seorang anak dengan santai berada nyaman di tepi sungai yang mengalir. Anak duduk di atas padang rerumputan dan di bawah pohon sambil bermain seruling. Dalam keadaan demikian di suasana pagi hari tersebut pada daun-daun pepohonan sedang

berlangsung proses fotosintesis, mengambil nutrisi dan cahaya matahari dari alam dan mengeluarkan oksigen. Anak ini memperoleh oksigen yang cukup dari tanaman dan mengeluarkan air dan karbon dioksida ke lingkungan sekitar. Dalam hal ini terdapat hubungan yang harmonis sehingga tumbuh dan berkembang dengan baik. Dengan cara demikian seterusnya tanaman dapat hidup dan berkembang biak.

Untuk menghayati gejala kehidupan melalui pengamatan gejala alam, perlu dilakukan pengukuran terhadap besaran intensitas radiasi, kelembaban, suhu udara dan sebagainya. Intensitas radiasi diukur dengan lihtmeter, nilai besaran kelembaban udara diukur dengan hygrometer dan suhu udara diukur dengan thermometer.

Gambar 4.2. di samping memperlihatkan peralatan untuk menentukan kecepatan proses fotosintesis dengan cara sederhana. Siswi-siswi ini sedang melakukan percobaan fotosintesis menggunakan alat *ingenhausz* di bawah bimbingan guru IPA.



Gambar 4.2 : Mengamati Gejala Fotosintesis di bawah Bimbingan Guru

4.2. Mengidentifikasi Komponen Ekosistem

Organisme hidup dan tak hidup sulit dipisahkan satu sama lain; saling berinteraksi untuk mencapai keseimbangan hidup. Proses interaksi ini akan menghasilkan aliran energi dan makanan. Aliran energi dan makanan ini memungkinkan terjadinya siklus mineral yang terjalin dalam satu sistem yang dinamakan ekosistem yang juga lazim disebut tata lingkungan

Ekosistem disebut juga tata lingkungan. Ekosistem terdiri dari berbagai unsur yang membentuk tata lingkungan. Komponen ekosistem yang dikenal di alam ini adalah komponen abiotik dan komponen biotik. Komponen abiotik adalah komponen materi yang tergolong tak hidup. Komponen abiotik pada umumnya bersifat fisik dan kimiawi. Termasuk komponen abiotik ini antara lain iklim, senyawa anorganik dan senyawa organik. Iklim dalam hal ini melibatkan suhu, kelembaban, cuaca, arah angin dan sebagainya. Komponen senyawa anorganik antara lain karbon (C), nitrogen (N), karbondioksida (CO_2), air (H_2O) dan sebagainya, termasuk pula di sini daur/siklus mineralnya. Senyawa organik yang meliputi protein, lemak, hidrat carbon dan sebagainya yang dapat mengikat antara mata rantai komponen biotik dan abiotik. Suasana yang sejuk dan rindang seperti gambar di depan yang dinikmati oleh seorang anak memperlihatkan adanya keseimbangan kehidupan di dalamnya. Di dalam

ekosistem ini terdapat kehidupan manusia, binatang, tumbuhan dan makhluk pengurai.

Komponen biotik disebut juga komponen makhluk hidup yakni komponen yang melibatkan jasad hidup. Jasad hidup digolongkan lagi ke dalam komponen hidup yang berderajat rendah dan berderajat tinggi. Komponen biotik juga dapat digolongkan menjadi dua kelompok yakni kelompok *autotrofik* dan *heterotrofik*. Kelompok *autotrofik* adalah kelompok yang tidak menggantungkan diri pada kehadiran makhluk lain dalam sintesa makanannya. Kelompok ini disebut juga kelompok sebagai produsen. Termasuk kelompok produsen ini antara lain makhluk *fotosintesis* dan *kemosintetik*. Kelompok makhluk *fotosintetis* ini adalah kelompok makhluk hidup yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi. Tanda makhluk hidup pada kelompok *fotosintetik* ini antara lain memiliki zat hijau daun atau klorofil sebagai penangkap energi matahari. Kelompok *kemosintetik* yakni kelompok makhluk yang memanfaatkan senyawa-senyawa kimia sebagai sumber energi dalam sintesa makanannya.

4.2.1. Rantai Makanan

Dalam ekosistem terjadi interaksi antara komponen biotik dan abiotik mulai dari tingkat individu sampai lingkup biosfer. Interaksi ini ditampilkan dalam pemanfaatan oksigen untuk bernafas, pemanfaatan cahaya matahari pada tumbuhan. Interaksi terjadi antara individu dengan lingkungan bertujuan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Dalam hal interaksi, semua organisme memerlukan energi dalam bentuk energi kimia. Perpindahan energi yang berbentuk makanan diubah strukturnya ke dalam energi kimia melewati urutan makan dan dimakan yang disebut sebagai rantai makanan.

Seperti telah diungkapkan di bagian depan komponen biotik meliputi kelompok *autotrofik* dan *heterotrofik*. Telah dijelaskan pula bahwa kelompok *autotrofik* adalah kelompok yang tidak menggantungkan diri pada kehadiran makhluk lain dalam sintesa makanannya. Sebaliknya komponen *heterotrofik*, adalah kelompok makhluk hidup yang menggantungkan diri pada makhluk hidup yang lain dalam sintesa makanannya.

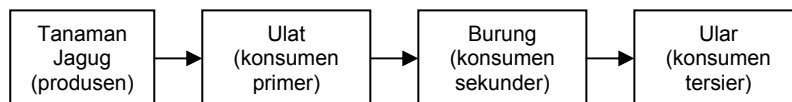
Komponen *heterotrofik* ini dibedakan menjadi dua yakni kelompok *makrokonsumen* dan *mikrokonsumen*. Kelompok *makrokonsumen* merupakan kelompok yang menggantungkan diri pada kehadiran makhluk lain dalam sintesa makanannya. Kelompok *makrokonsumen* dibedakan lagi menjadi tiga tingkatan, yakni konsumen tingkat I, tingkat II dan tingkat III. Wiegert dan Owens (1970) membagi komponen *heterotrofik* ke dalam komponen *biofagus* dan *saprofagus*. *Biofagus* adalah makhluk yang mengkonsumsi makhluk hidup lain dan *saprofagus* makhluk hidup yang memanfaatkan jasad mati atau zat organik mati.

Rantai makanan dimulai dari produsen, yang pada umumnya berupa tumbuhan hijau, misalnya tanaman jagung. Batang dan daun tanaman jagung akan dimakan oleh konsumen I yakni kelompok herbivora yang juga disebut sebagai konsumen primer. Konsumen kedua disebut juga konsumen sekunder akan memakan konsumen primer. Konsumen sekunder ini dikelompokkan ke dalam karnivora, yakni pemakan hewan. Konsumen

tersier atau konsumen tingkat tiga pemakan konsumen primer dan sekunder serta produsen. Konsumen tersier ini disebut kelompok omnivora atau pemakan segala.

Lewat jalur yang lain rantai makanan juga dapat dimulai dari produsen, misalnya tanaman jagung tersebut. Kemudian tahap berikutnya tanaman jagung dan buahnya dimakan ulat, dan ulat ini dimakan burung seterusnya burung dimakan oleh ular dan seterusnya. Dalam hal demikian ini tanaman jagung sebagai produsen dan ulat, burung dan ular sebagai konsumen. Ulat sebagai konsumen tingkat I atau konsumen primer, burung sebagai konsumen tingkat II atau konsumen sekunder dan ular sebagai konsumen tingkat III atau konsumen tersier.

Dalam ekosistem rantai makanan tidaklah tunggal, tetapi dapat berupa banyak rantai makanan yang seringkali disebut jaring makanan.



Gambar 4.3 Rantai Makanan

Gambar 4.4. berikut ini termasuk tumbuhan kelompok fotosintetik yang dikelola manusia. Tumbuhan dipelihara dengan baik, diberikan pupuk dan disiangi agar dapat tumbuh dengan baik.



Gambar 4.4 : Menyiangi Tanaman Menghilangkan Tumbuhan Pengganggu

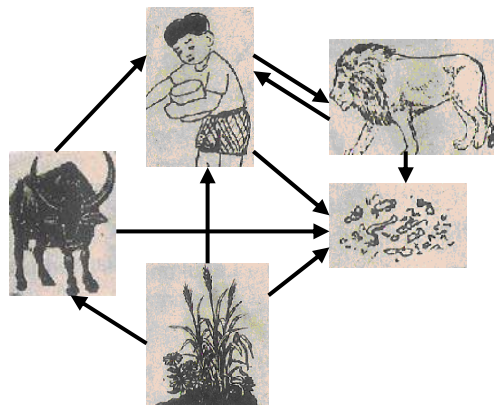
Pada setiap transfer sebagian besar energi yakni hampir 80% dari energi potensial dibebaskan dalam bentuk energi panas. Energi panas tersebut akan hilang ke lingkungan sekitar. Oleh

karena itu mata rantai transfer tersebut menjadi sangat terbatas. Semakin pendek rantai makanan, atau semakin dekat dengan produsen tentu akan semakin banyak pula energi yang tersedia. Secara fisis terdapat dua rantai makanan yang dapat dibedakan dalam kehidupan ini yakni rantai yang langsung dan rantai tidak langsung. Rantai makanan yang langsung Misalnya dapat dimulai dari tanaman hijau (rumput) sebagai produsen ke herbivora diteruskan ke karnivora, omnivora. Rantai makanan yang tak langsung adalah rantai pengurai yakni dari zat organik mati menuju ke mikro organisme dan selanjutnya mikro organisme inilah sebagai predatornya.

Ke dua rantai makanan tersebut, yakni rantai makanan langsung dan rantai makanan tak langsung tidaklah berdiri sendiri melainkan selalu berkaitan dengan rantai makanan yang lain. Pernyataan tersebut dapat

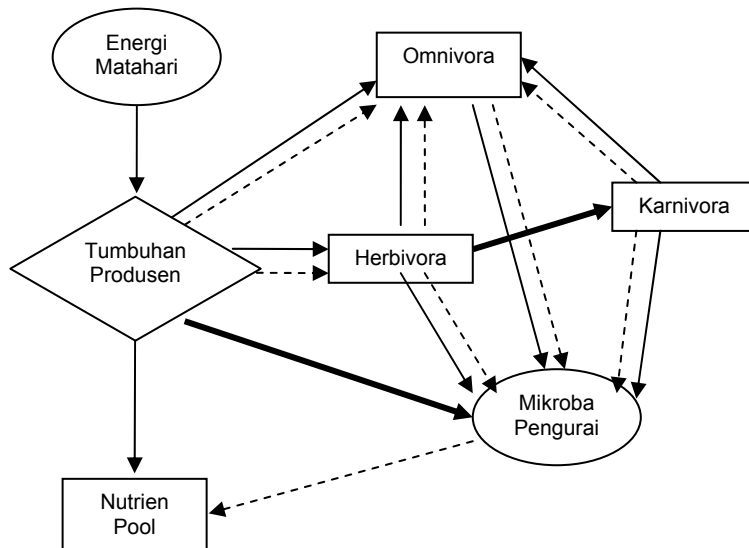
diartikan bahwa lewat rantai makanan akan membentuk pola saling ketergantungan satu sama lain. Jaringan rantai makanan tersebut pada umumnya bersifat kompleks yang disebut sebagai jaringan makanan.

Salah satu perwujudan dari hukum termodinamika I dan upaya untuk melawan hukum termodinamika II yakni terjadinya rantai makanan. Dalam rantai makanan ini terjadi transfer energi. Transfer dari sumber daya yang berupa makanan dari tanaman seterusnya menuju suatu seri organisme yang memakan hijauan daun yang berasal dari tanaman. Seterusnya dari binatang pemakan tanaman tersebut akan dijadikan makanan bagi binatang yang memakan daging, termasuk pula dinikmati oleh manusia. Sisa-sisa makanan akan diproses dalam bumi kita oleh organisme pengurai (pembusuk) sehingga terjadilah siklus kehidupan yang langgeng. Gambar 4.5. berikut ini memperlihatkan peredaran makanan.



Gambar 4.5 : Rantai Peredaran Makanan

Pada gambar 4,5 di samping tampak tumbuhan produsen. Binatang pemakan tumbuhan digambarkan kerbau, binatang pemakan daging digambarkan singa. Manusia sebagai makhluk pemakan segala, dan makhluk pengurai termasuk di dalamnya adalah bakteri pembusuk. Perhatikan tanda anak panah merupakan bentuk peredaran makanan yang dimanfaatkan energinya bagi makhluk yang bersangkutan.



Gambar 4.6 : Rantai Makanan dan Jaringan Energi *)
(Sumber : Moh Amin. dkk. 1980).

Rantai makanan dan jaringan energi juga dapat digambarkan dalam Gambar 4.6. di samping.

Konsumen tingkat I adalah hewan atau binatang pemakan tanaman/tumbuhan hijau yang disebut *herbivora*. *Herbivora* adalah hewan yang dalam hidupnya menggantungkan diri pada tumbuhan sebagai produsen.

Konsumen tingkat II disebut juga binatang pada kelompok *karnivora* yang dalam hidupnya

menggantungkan diri makanannya dari kelompok herbivora. Salah satu contoh binatang yang termasuk herbivora antara lain kuda, kambing, sapi, kijang, dan sebagainya. Konsumen tingkat III disebut juga sebagai karnivora puncak (*top carnivore*) yang dalam hidupnya menggantungkan karnivora atau konsumen tingkat II di atas.

4.2.2. Aliran Energi

Dalam rantai makanan, di sisnilah terdapat aliran energi dalam suatu ekosistem. Seperti telah diketahui bersama, bahwa sumber energi utama adalah cahaya matahari. Cahaya matahari masuk ke dalam ekosistem melalui produsen, dalam hal ini tumbuhan, di mana tumbuhan membutuhkan cahaya matahari dalam proses fotosintesa. Dari proses fotosintesa, dihasilkan energi kimia sebagai bentuk perubahan dari energi cahaya matahari. Selanjutnya energi kimia tersebut mengalir di dalam ekosistem melalui berbagai tingkatan konsumen dalam rantai makanan, yakni konsumen primer, sekunder dan tersier. Energi kimia dalam masing-masing tingkatan konsumen digunakan untuk berbagai kegiatan makhluk hidup seperti bergerak, tumbuh, berkembangbiak dan sebagainya. Jadi di dalam ekosistem, selain terjadi saling memakan, terjadi pula aliran energi seperti telah dijelaskan di atas.

Demikianlah komponen-komponen ekosistem terikat satu sama lain yakni kehidupan yang satu membutuhkan kehidupan lain. Harmonisasi kehidupan semacam ini apabila salah satu komponen terganggu maka komponen lain juga akan mengalami kerusakan. Apabila ekosistem dapat lestari, penghuninya pun juga akan lestari kehidupan menjadi harmonis. Gambar 4.7. di samping adalah adanya kerjasama antara manusia dengan hewan peliharaannya yang serasi, keduanya saling membutuhkan.



Gambar 4.7 : Memanfaatkan Energi Kelompok Herbivora

4.2.2.1. Soal latihan

Untuk memberikan pemahaman tentang rantai makanan, amatilah kejadian makan dan dimakan yang terjadi di sekitar anda. Isilah bagian yang kosong pada kolom di bawah ini.

Tabel 4.1 : Rantai Makanan dalam Suatu Komunitas

| No | Tempat | Nama Makhluk Hidup | Memakan | Dimakan |
|----|--------|--|--|---|
| 1 | Sawah | Burung pipit Tikus | Biji padi Biji -bijian | Ular Ular |
| 2 | Danau | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... |
| 3 | Sungai | ..... ..... | ..... ..... | ..... ..... |
| 4 | Laut | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... |

Untuk memahami tentang aliran energi, amati kejadian dalam ekosistem di lingkungan sekitar anda, dan tuliskan nama makhluk hidup yang berperan dalam proses aliran energi tersebut dalam Tabel 4.2. di bawah.

Tabel 4.2. Aliran Energi dalam Ekosistem

| No | Ekosistem | Jenis Aliran Energi | Produsen | Konsumen I | Konsumen II | Konsumen III |
|----|-----------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | Sawah | Cahaya-Kimia | Padi Jagung ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... |
| | | Kimia-Kimia | ..... ..... ..... | Ulat Burung Pipit | Burung Ular | Elang Elang |
| 2 | Danau | Cahaya-Kimia | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... |
| | | Kimia-Kimia | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... |
| 3 | Sungai | Cahaya-Kimia | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... |
| | | Kimia-Kimia | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... |
| 4 | Laut | Cahaya-Kimia | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... |
| | | Kimia-Kimia | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... | ..... ..... ..... |

4.2.3. Pengaruh Perkembangbiakan Terhadap Ekosistem

Kemampuan berkembang biak suatu organisme banyak ditentukan oleh lingkungan hidupnya. Lingkungan akan menyediakan berbagai hal untuk kehidupan baik berupa makanan, tempat hidup, pengaruh iklim, cuaca, kelembaban dan radiasi matahari. Dengan demikian pertambahan jumlah individu dalam populasi bergantung pada pengadaan sumber daya alam dengan jumlah tertentu. Keadaan ini memberikan gambaran kepada kita bahwa dalam lingkungan yang teraturpun, populasi jumlah manusia, hewan dan tumbuhan cenderung masih dapat naik dan turun.

Naik turunnya jumlah populasi bergantung pada pengadaan sumber daya alam. Dengan sendirinya lewat persaingan akan dapat dikaji lebih jauh tentang bagaimana upaya untuk mengintensifkan perjuangan hidup. Jika sumber daya alam persediaanya di lingkungan tersebut kurang, muncullah ketegangan, namun jika persediaan sumber daya alam cukup bagi makhluk, maka akan menghasilkan kehidupan yang tenang, kehidupan tak bergejolak dan terjadinya interaksi dalam ekosistem, baik interaksi antar populasi dan dalam populasi sendiri menjadi harmonis sehingga dalam ekosistem dapat muncul keseimbangan dan ketenangan.

Keseimbangan dan ketenangan mengakibatkan berkembang biakan menjadi lebih baik, seterusnya dalam populasi tertentu akan berakibat bertambahnya jumlah anggota populasi tersebut. Kepadatan populasi ini dapat meningkat melebihi daya dukung sumber daya alam yang secara tak langsung juga mengakibatkan pengurangan individu dalam populasi tersebut lewat persaingan. Sebaliknya bila berkembang biakan tak baik jumlah anggota populasi pertambahannya menjadi lambat, mengakibatkan kepadatan populasi agak kurang kehidupan menjadi tenang.



Gambar 4.8 : Kompetisi antar Makhluk Hidup dalam Ekosistem

Gambar 4.8. di samping memberikan penjelasan bahwa selalu terjadi kompetisi antar makhluk hidup. Dalam setiap kompetisi tersebut pasti ada yang menang dan ada pula yang menjadi korban kekalahan. Pada gambar ditunjukkan pula bahwa populasi yang jumlahnya banyak yang akan menang.

Apabila suatu ketika dalam ekosistem terdapat perbedaan sifat keturunan dalam hal pengaruh tingkat adaptasi terhadap faktor

lingkungan fisik atau lingkungan biologi; maka kemudian yang timbul adalah naiknya tingkat kepadatan populasi yang berakibat muncul persaingan. Dalam keadaan demikian jasad hidup yang populasinya jarang tentu akan

kalah dalam persaingan ini. Di sinilah jasad hidup yang dapat beradaptasi lebih baik pada lingkungan dimana dia berada akan lebih berhasil dibandingkan yang tak mampu beradaptasi. Jasad hidup yang adaptif akan lebih banyak menghasilkan keturunan yang lebih banyak daripada yang non adaptif.

Namun demikian seringkali tampak bahwa individu yang adaptif memiliki kesan negatif, yakni suka merusak pada populasi yang lain. Dengan kata lain makhluk yang paling adaptif adalah makhluk yang mampu menggunakan sumber daya alam di sekitarnya secara efisien. Penggunaan secara efisien inilah yang memberikan konotasi negatif terhadap alam sekitar.

Penggunaan secara efisien inilah yang mendorong individu selalu berupaya memperoleh bahan semurah dan semurah mungkin dengan resiko yang sekecil-kecilnya. Tujuannya adalah agar kelangsungan hidup dapat bertahan dalam periode waktu yang lama. Umumnya komunitas atau spesies yang mampu bertahan dalam berbagai lingkungan tertentu inilah yang mampu bertahan hidup dan berkembang biak dengan lebih baik daripada komunitas yang berusaha mengambil alih peran dalam lingkungan yang kurang sesuai.

Interaksi antar komunitas dalam ekosistem akan berakibat munculnya persaingan antar komunitas maupun antar individu dalam komunitas. Persaingan ini tentu dapat berakibat pada ekosistem jangka pendek maupun jangka panjang. Persaingan jangka pendek pada umumnya dapat mengakibatkan perubahan ekologi. Efek ini seringkali disebut efek ekologi. Sebaliknya dalam rentang waktu yang panjang persaingan akan dapat mengakibatkan evolusi.

Namun demikian di sisi lain akibat munculnya persaingan juga dapat menimbulkan daya juang untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Umumnya di alam semesta ini persaingan selalu dimenangkan oleh komunitas yang kuat terhadap komunitas yang lemah.

Bagi komunitas yang kuat dan dapat memenangkan persaingan akan berakibat positif dalam jangka pendek. Artinya dampak ekologiknya menjadi kurang beragam namun kelangsungan hidup dari populasi atau spesies menjadi semakin baik. Kehidupan yang lebih baik ini akan memunculkan kelahiran lebih banyak. Anak keturunannya menjadi semakin banyak. Hal ini tentu berakibat tumbuhnya populasi yang semakin padat huniannya. Kejadian yang akan muncul adalah emigrasi (perpindahan) populasi dari satu tempat ke tempat lain.

Persaingan antar individu dalam satu populasi dapat berupa persaingan langsung antar individu dan persaingan tak langsung. Persaingan langsung, seringkali dinampakkan dalam bentuk perebutan individu betina oleh individu jantan. Persaingan yang menonjol yang dapat teramati dengan mudah adalah beberapa individu jantan memperebutkan betina, persaingan ini dapat mengakibatkan tertundanya pembiakan. Dengan kata lain pembiakan dapat menurun, sebab individu betina tertekan oleh kepadatan individu jantan tersebut.

Secara nyata yang tampak dalam ekosistem, apabila ekosistem dihuni oleh kelompok jantan yang lebih banyak, maka aktivitas yang muncul

adalah persaingan. Di sini aktivitas individu jantan lebih banyak membuang waktu untuk berusaha memenangkan persaingan dalam memperoleh betina daripada melakukan perkembangan biakan itu sendiri. Kenyataan inilah yang disebutkan sebagai tertundanya keturunan.

Persaingan tak langsung juga dinampakkan dalam hal perolehan bahan makanan untuk hidup. Seekor hewan dapat saja kelaparan akibat sumber makanannya dihabiskan oleh hewan lain. Dalam hal ini hewan yang mengalami kelaparan seringkali tak berani bersentuhan dengan hewan yang mendahului dan menghabiskan bahan persediaan makanan tersebut, akibatnya hewan yang kelaparan tersebut dapat mati.

Persaingan yang berakibat evolusi antara lain dalam jenis hewan yang postur tubuhnya besar cenderung mengalahkan hewan yang postur tubuhnya kecil. Hewan yang kecil ini akan terdesak, bahan makanan tak dapat dia peroleh. Kekalahan dalam perebutan makanan bagi hewan yang postur tubuhnya kecil dapat mengakibatkan usia dan daya berkembang biak menjadi menurun. Lama kelamaan proses regenerasi bagi hewan yang tubuhnya kecil menjadi terganggu bahkan dapat mati atau berhenti jenisnya. Kematian dapat mengakibatkan terputusnya regenerasi dan bahkan kepunahan bagi hewan yang kalah dalam kompetisi. Bagi hewan yang berhasil lolos dan memenangkan kompetisi dan mampu beradaptasi dengan lingkungan maka secara evolutif akan didapat turunan hewan yang tubuhnya besar-besar. Hal ini berarti bahwa bagi hewan yang tubuhnya kecil akan cenderung tersisihkan dan dapat berakibat kepunahannya.

4.2.4. Peran Manusia Dalam Menjaga Keseimbangan Lingkungan

Satu hal yang tak dapat dilepaskan dari ekosistem adalah jumlah populasi manusia yang kian meningkat dari waktu ke waktu akan dapat berakibat menurunkan nilai ekosistem kita. Pemanfaatan berbagai sumber daya alam secara tak terkendali dapat membawa ekosistem secara keseluruhan menjadi tidak seimbang. Oleh sebab itu pengendalian jumlah populasi manusia perlu diatur sedemikian rupa agar tak melampaui kemampuan alam untuk mendukungnya. Di sini keanekaragaman hayati perlu menjadi bagian yang tak terpisahkan dalam memperbaiki kehidupan di muka bumi.

Hukum alam menyebutkan bahwa siapa yang kuat, dialah yang akan menang. Dari segi jumlah individu dan spesies, maka spesies yang memiliki lebih banyak keturunan lebih kuat dari pada spesies yang sedikit keturunannya. Spesies yang memiliki keturunan 'jarang' akan memiliki peluang yang kecil untuk dapat mengalahkan saingannya. Persaingan antar spesies akan muncul manakala kedua populasi atau makhluk itu memperebutkan kebutuhan yang sama. Kebutuhan yang dimaksudkan di sini antara lain berupa kebutuhan makanan, tempat hidup, perlindungan akan keselamatan diri dan kelompoknya atau pengaruh iklim/cuaca, pengaruh radiasi matahari dan sebagainya.

Komponen ekosistem yang berupa energi ini amat penting dalam memelihara kelangsungan hidup komponen yang ada dalam ekosistem tersebut. Dalam kajian ekosistem, komponen ekosistem alam berlaku hukum alam juga. Hukum-hukum yang berkaitan dengan energi bagi

mahluk hidup di antaranya adalah hukum termodinamika pertama, hukum termodinamika kedua.

Hukum termodinamika pertama menyatakan bahwa energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain, energi bersifat lestari, tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan. Cahaya matahari, misalnya dapat diubah ke dalam bentuk energi lain yang bergantung pada proses-proses yang terjadi. Misalnya energi matahari diubah menjadi energi panas, energi matahari diubah menjadi energi kimia yang menghasilkan energi potensial dalam makanan dan energi matahari diubah menjadi energi listrik bagi penerangan yang dapat digunakan manusia untuk mencukupi kebutuhan hidupnya.

Hukum termodinamika kedua menyatakan bahwa setiap sistem akan selalu cenderung berubah dari keadaan yang teratur menjadi keadaan yang tak teratur. Hal ini berarti setiap energi yang memasuki jasad hidup, populasi atau ekosistem dapat dianggap sebagai energi yang tersimpan atau energi yang dapat dilepaskan. Dalam keadaan demikian ini maka kehidupan mahluk dapat dianggap sebagai pengubah energi. Oleh karena mahluk hidup tersebut beraneka ragam, maka akan dijumpai beragam strategi untuk mentransformasikan energi sebagai perwujudan dari hukum termodinamika I.

Dalam sejarah kehidupan, manusia sebagai mahluk yang pertama kali bersedia menerima amanah dari Tuhan untuk mengelola alam semesta ini. Manusia selalu berusaha untuk dapat menguasai alam semesta. Di sini manusia adalah mahluk yang paling berhak mengatur, menata, dan memanfaatkan lingkungan sesuai dengan kebutuhannya, sedang mahluk lainnya seringkali tidak diberi kesempatan mengatur alam semesta ini. Berkat kemampuan dalam hal berpikir, bernalar manusia dapat mengatur, memanfaatkan sumber daya alam hayati maupun non hayati untuk kebutuhan hidup dan kehidupannya. Cara memanfaatkan sumber daya alam ini dilakukan lewat berbagai cara yang kesemuanya itu ditujukan untuk kemakmuran hidup, kesejahteraan dan kelangsungan hidup manusia beserta anak turunnya. Manusia dalam mengelola dan memanfaatkan sumber daya alam lewat kemampuan intelektualnya, di samping ada kemanfaatannya bagi mahluk hidup tetapi juga ada sisi negatif yang muncul. Efek yang selalu mengiringinya adalah rusaknya sumber daya alam dan bahkan seringkali juga memusnahkan sumber daya alam flora maupun fauna serta manusia itu sendiri.

Dalam penciptaan mahluk, Tuhan Allah SWT menciptakan manusia sebagai mahluk yang paling sempurna dibandingkan dengan mahluk lainnya. Manusia dilengkapi dengan akal pikiran dan hati untuk memecahkan persoalan yang dihadapinya, sedangkan mahluk lainnya tidak dilengkapi akal pikiran. Manusia mampu memikirkan masa depan anak keturunannya, oleh sebab itu manusia dapat membuat perencanaan yang lebih baik untuk mempertahankan kehadirannya di muka bumi ini.

4.2.4.1 Tantangan Kelestarian Hidup Manusia

Terhadap perkembangan populasi manusia ini daya dukung sumber daya alam menjadi semakin terbatas. Persyaratan dan tuntutan hidup manusia berbeda dengan mahluk lain, menyebabkan manusia menghadapi

berbagai tantangan. Jika pada binatang lebih terfokus pada upaya menemukan apa yang dapat dimakan pada hari ini dan bagaimana mendapatkannya, maka pada manusia lebih kompleks lagi. Di samping manusia harus memikirkan apa yang dapat di makan dan bagaimana mendapatkannya juga perlu memikirkan kelangsungan hidup jasmani dan rohaninya. Kelangsungan hidup jasmani berkaitan dengan masalah energi, kependudukan, pelestarian lingkungan hidup dan sebagainya. Kelangsungan hidup rohaninya berkaitan dengan upaya mendapatkan ketenteraman dan ketenangan hati serta upaya untuk mendekatkan diri pada sang maha penciptanya dengan sebaik-baiknya.

Tantangan masa kini dan masa mendatang yang selalu silih berganti dan manusia perlu memproyeksikan tantangan masa kini pada tantangan di masa mendatang adalah dengan melihat bentuk-bentuk keteraturan gejala alam. Gejala alam merupakan peristiwa yang memiliki pola yang teratur. Lewat keteraturan gejala alam manusia dapat berpikir sistematis dan memecahkan masalah lewat pengalaman hidup dan kemampuan berpikirnya. Pemilihan berbagai alternatif pemecahan masalah perlu menjadi perhatian semua pihak. Secara umum pada bagian ini akan dibahas tentang tantangan yang berkaitan dengan krisis energi, kependudukan dan pencemaran lingkungan.

4.2.4.2. Mengatasi Krisis Energi

Kebutuhan akan energi bagi hidup dan kehidupan manusia perlu pemenuhan yang sebaik-baiknya. Dukungan energi bagi suatu ekosistem harus dapat dipenuhi bila dikehendaki ekosistem stabil. Tanpa dukungan energi yang memadai bagi ekosistem, maka akan dapat menimbulkan ketimpangan, persaingan antar makhluk hidup menjadi semakin ketat bahkan bisa berakibat fatal, yakni antara makhluk yang satu dengan lainnya akan saling memusnahkan atau merusak. Tanpa dukungan energi ekosistem ini akan hancur. Oleh karena itu dukungan energi dalam ekosistem dapat berbentuk rantai makanan dan jaring makanan seperti telah dikemukakan di bagian depan. Namun demikian bagi populasi makhluk manusia pengertian energi ini bukan semata-mata rantai makanan atau jaring makanan, tetapi kebutuhan energi, khususnya penyediaan energi berupa fosil energi (minyak bumi, gas bumi) untuk keperluan hidup dan kehidupannya sehari-hari.

Kebutuhan akan energi di era sekarang ini semakin meningkat dan harus dipenuhi dengan teknologi yang diupayakan biayanya murah dan mudah dilakukan. Kebutuhan energi bagi hidup dan kehidupan di muka bumi semakin hari semakin meningkat tajam sejalan dengan upaya manusia untuk memperoleh kemudahan dalam hidup dan kehidupannya. Di samping itu pertumbuhan populasi manusia yang tak diimbangi dengan penyediaan lahan dan sumber daya alam mengakibatkan persoalan energi menjadi semakin rumit.

Kebutuhan energi yang semakin meningkat ini, khususnya energi yang berkaitan dengan fosil energi; ditandai dengan munculnya kebutuhan masyarakat akan bahan bakar minyak yang semakin meningkat pula.

Akibatnya harga bahan bakar menjadi semakin mahal dan sulit diperoleh (minyak tanah, premium, solar). Konsumsi energi yang meningkat tajam yang ditandai dengan tumbuh pesatnya kemajuan industri transportasi. Misalnya kepemilikan kendaraan bermotor oleh masyarakat dan negara (sepeda motor, mobil, kereta api, pesawat terbang dan sebagainya). dan industri lain yang memerlukan bahan bakar dari fosil energi. Dengan peningkatan konsumsi energi fosil ini diduga dalam beberapa tahun mendatang fosil energi yang dimiliki bangsa Indonesia akan habis terkuras. Inilah yang perlu menjadi bahan kajian kita bersama.

Perlu diungkapkan di sini pula bahwa sumber energi dapat berupa sumber bahan yang dapat diperbaharui (*renewable*) dan sumber bahan yang akhirnya dapat habis dan tak dapat diperbaharui (*non renewable*). Contoh energi yang non renewable ini antara lain minyak tanah, solar, gas bumi, uranium. Sumber bahan yang tak dapat diperbaharui saat ini dibutuhkan manusia, namun tidak dapat dibuat oleh manusia itu sendiri. Minyak bumi, gas bumi, batu bara, uranium semuanya terbentuk secara alami memerlukan waktu yang sangat lama.

Proses pembentukan *fosil energi* memakan waktu dalam orde jutaan tahun, lagi pula jumlahnya pun juga terbatas. Di sinilah dalam jangka panjang memungkinkan jumlah pemakaian yang tak seimbang dengan produksi yang dihasilkannya. Dapat diduga bahan semacam ini semakin hari akan semakin mahal dan langka, apabila konsumsi pemakaiannya tidak dikurangi atau dihentikan.

Dalam rangka mengatasi krisis energi ini, manusia perlu menemukan pengganti dari fosil energi ini dari sumber energi yang mudah diperbaharui. Bila dicermati lebih mendalam, pemakaian bahan bakar minyak di Indonesia pada saat ini cenderung bergeser dari kebutuhan bahan bakar minyak untuk keperluan di rumah tangga ke arah pemakaian bahan bakar untuk jenis alat transportasi, baik darat, air maupun udara. Kenyataan ini dapat membawa manusia untuk berpikir kreatif dengan berusaha menemukan penggantinya dalam jumlah yang mencukupi dan harganya yang terjangkau. Kebutuhan energi untuk transportasi, di satu sisi masyarakat menggunakan konsumsi bahan bakar minyak yang paling besar, namun pada sisi lain pemakaian tersebut dapat menimbulkan pencemaran lingkungan.

4.2.4.3. Latihan soal

Dalam suatu ekosistem akibat adanya kompetisi antar makhluk hidup, maka setiap tumbuhan dan hewan diberikan kemampuan penyesuaian diri dalam memperoleh bahan makanan dan mengadakan perlawanan terhadap pesaingnya. Dengan pengamatan yang ada di sekitar anda isilah kolom di bawah ini. Perhatikan contohnya.

Tabel 4.3 : Alat Penyesuaian Diri Tumbuhan dan Kegunaannya

| No | Nama Tumbuhan | Nama Alat Penyesuaian diri | Kegunaan |
|----|-----------------|--------------------------------|--------------------|
| 1 | Pohon kayu jati | Daun rontok saat musim kemarau | Mebatasi penguapan |
| 2 | Kapuk randu | | |

| | | | |
|---|------------------------------|--|--|
| | | | |
| 3 | Kedondong | | |
| 4 | Kaktus | | |
| 5 | Bunga mawar | | |
| 6 | Mangga, sawo, pepaya, nangka | | |
| 7 | Durian | | |

Seperti soal di atas, tetapi untuk hewan

Tabel 4.4 : Alat Penyesuaian Diri Hewan dan Kegunaannya

| No | Nama Hewan | Nama Alat Penyesuaian diri | Kegunaan |
|----|------------|---|--------------------|
| 1 | Kupu-kupu | Alat penghisap yang dilengkapi lidah untuk menjilat bahan pembuat madu pada bunga | Memperoleh makanan |
| 2 | Lebah | | |
| 3 | Nyamuk | | |
| 4 | Burung | | |
| 5 | Kucing | | |
| 6 | Harimau | | |
| 7 | Anjing | | |

4.2.5. Beberapa peran manusia dalam menjaga keseimbangan lingkungan



Gambar 4.9 : Aliran air Sungai yang Tercemar

Gambar 4.9. di samping memperlihatkan kualitas air yang jelek, telah tercemar oleh beberapa reaktan kimia. Apabila air tersebut ingin dikonsumsi diperlukan proses yang panjang seperti lewat tahapan proses pengendapan lumpur dan kotoran lainnya.

Pencemaran air seperti yang diungkapkan di atas akan berdampak tidak menguntungkan bagi manusia serta kehidupan makhluk hidup lainnya. Disini perlu diupayakan

agar pemerolehan air dengan cara yang sebaik-baiknya. Cara yang ditempuh adalah pengolahan kembali air yang telah dipergunakan dengan teknik fisis, kimia dan biologi. Tujuannya adalah memperpanjang masa

pakai air bagi hidup dan kehidupan makhluk. Dalam memperoleh air bersih ada 3 hal yang perlu mendapatkan perhatian, yakni masalah kuantitas air, kualitas air dan efeknya pada perubahan material lainnya.

Kuantitas air berkaitan dengan diperolehnya air dalam jumlah yang mencukupi bagi keperluan hidup dan kehidupan manusia. Pembuatan resapan air hujan bagi setiap rumah tangga dalam pengurusan perijinan IMB merupakan salah satu langkah konkrit dalam memperoleh cadangan air dalam tanah. Pengembangan danau buatan perlu dilakukan khususnya pada daerah yang dihuni oleh penduduk yang padat. Kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dan bertambahnya jumlah populasi manusia yang kian besar kebutuhan air semakin meningkat, lebih-lebih di kota-kota besar. Dalam kaitan ini perlu diupayakan agar kehilangan air dapat ditanggulangi dengan upaya untuk menyimpan air dan masalah transportasi dan distribusinya.

Upaya yang dilakukan di samping lewat pembuatan resapan air setiap rumah tangga, juga upaya untuk mengupayakan air bersih lewat tahapan-tahapan yang sistematis. Perhitungan secara cermat akan kebutuhan air, mengupayakan pemenuhan dengan baik dengan menghilangkan kebocoran air merupakan bagian yang tak terpisahkan dalam pengembangan kota. Khusus di kota besar pertumbuhan penduduk perlu diimbangi dengan penyediaan air yang memadai.

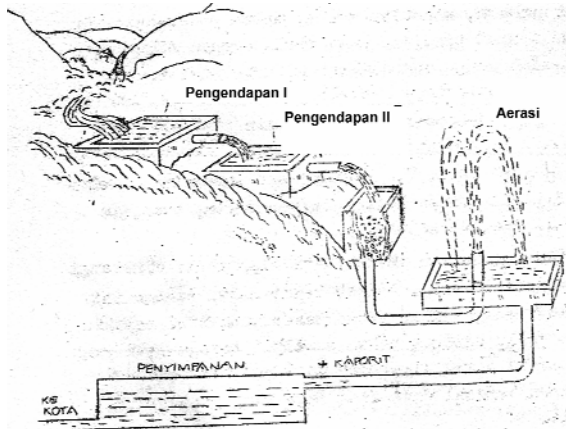
Kualitas air, merupakan bagian yang tak terpisahkan dalam mengurangi pencemaran air oleh berbagai zat, khususnya tercemarnya air yang disebabkan oleh

- a. pembuangan kotoran, sampah-sampah lewat saluran air sungai.
- b. pembuangan limbah dari sisa pengolahan industri
- c. gangguan mineral, khususnya intrusi garam laut ke dalam sumber cadangan air tanah bagi penduduk yang berdekatan dengan pantai.
- d. pengambilan air tanah yang berlebihan tanpa memperhitungkan daya dukung lingkungan serta aliran lumpur bersama dengan aliran air.

Salah satu langkah konkrit yang dapat dilakukan antara lain membangun suatu bendungan yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal yang produktif, di antaranya untuk perikanan, pembangkit energi listrik dan cadangan air tanah bagi penduduk. Lewat proses yang sedikit agak panjang perolehan air minum dilakukan dengan cara bertahap. Dengan penambahan zat kimia, seperti misalnya tawas maka pengendapan menjadi lebih dipercepat. Setelah itu air diproses lewat mikroba biologi, hingga menghasilkan biodegradasi yang rendah. Tumbuhan air yang dapat mengambil zat pencemar semacam detergen seperti enceng-gondok juga bermanfaat memberikan peluang berkurangnya zat pencemar dalam air. Lewat proses yang panjang ini dapat menghasilkan air yang dimanfaatkan untuk memelihara ikan dan sebagainya. Di samping itu lewat absorpsi zat pencemar yang masuk ke dalam air dapat dibebaskan dari gangguan pencemaran.

Tahap pertama menampung air sungai yang bersih ke dalam bak penampungan dengan cara mengalirkan air ke bak penampungan I, pada

bak ini air dibiarkan mengalami pengendapan, setelah beberapa saat dari bak penampungan I dipindah ke bak penampungan ke dua, ketiga dan keempat dengan mencampur air tersebut dengan berbagai bahan kimia, misalnya tawas untuk pengendapan lumpur. Tahapan yang berkaitan dengan pengendapan lumpur telah dilalui, langkah berikutnya adalah air dialirkan lewat pipa terbuka agar oksigen masuk ke dalam air. Tujuannya adalah agar air menjadi segar karena ada oksigen yang larut dan mengurangi bau. Bak terakhir air diberi kaporit sebagai disinfektan dan mematikan bibit penyakit, arang aktif dari bahan tempurung kelapa untuk menyerap kotoran dan bau, seterusnya air diproses dengan mengalirkan ke bak terakhir untuk disalurkan ke pelanggan.



Gambar 4.10 : Proses Penjernihan Air
Sumber : Moh. Amin,1980

Proses yang saat ini telah dikembangkan adalah melalui tahapan pengendapan, yakni mengendapkan lumpur dan zat pencemar.

Selanjutnya pada penampungan akhir dilakukan dengan memasukkan oksigen ke dalam air dengan cara aerasi barulah ditampung pada bak penyimpanan untuk didistribusikan ke pada pelanggan. Cara ini menjadi semakin sempurna manakala sesudah proses aerasi ini air diuapkan lalu didinginkan

hingga menjadi air yang layak dikonsumsi. sebagai air minum.

Dalam skala kecil proses penjernihan air dapat dilakukan dengan pengendapan garam dan mineral lewat bak penampung bertahap. Lalu masuk ke peralatan kondensor melalui prinsip pusingan. Proses ini diikuti dengan kondensasi dan pendinginan sehingga diperoleh air bersih layak konsumsi. Pemberian kaporit sebagai disinfektan dalam air menjadi sarana yang baik dalam memperoleh air bersih yang layak dikonsumsi. Kaporit diberikan setelah air mengalami proses cukup panjang tersebut.

Efek air pada perubahan mineral lainnya diperhitungkan lewat pendataan kebutuhan air bagi manusia, binatang dan tumbuhan, selanjutnya dengan mengupayakan jumlah air yang memadai dan mempertimbangkan kualitasnya. Cara yang dilakukan adalah dengan pembuatan Dam, bendungan yang dimanfaatkan multi fungsi. Misalnya sebagai pengendali banjir, sebagai lahan untuk budidaya ikan, sebagai tempat pembangkit tenaga listrik, sebagai lahan rekreasi merupakan bagian yang tak terpisahkan dalam kehidupan manusia. Di sini yang perlu dipertimbangkan adalah efek air pada perubahan mineral lainnya, yakni apakah air tersebut mengganggu keseimbangan tanah di sekitarnya atau tidak, apakah dengan

dibangunnya cadangan air dapat membahayakan lingkungan tempat tinggal atau bahkan menghasilkan erosi.

Pembukaan lahan pertanian baru perlu memperhitungkan daya dukung air. Terlebih pembangunan perumahan baru harus pula mempertimbangkan daya dukung tanah dan penyediaan air bersih yang mencukupi. Gambar 4.11. di samping adalah tanaman yang memerlukan air sangat banyak. Pertimbangan penggunaan air perlu diperhitungkan.



Gambar 4.11 : Lahan Pertanian yang Memerlukan air Banyak

4.2.6. Upaya Manusia dalam Konservasi Air

Konservasi air merupakan upaya untuk melakukan pemrosesan air sehingga diperoleh air yang memenuhi syarat sebagai air bersih dan sehat dari segi

- a. Jumlah atau kuantitas air bersih yang di perlukan.
- b. Kualitas, memenuhi syarat kesehatan yang higienis
- c. Efek pada konservasi lain yang saling menunjang

Dari segi jumlah, seperti telah diungkapkan di depan pemrosesan memerlukan waktu yang panjang dan dana yang besar. Namun hal ini tetap perlu dilanjutkan dalam usaha memenuhi kebutuhan air minum bagi masyarakat banyak. Lebih-lebih dengan perkembangan pemukiman dan industri yang memerlukan jumlah air banyak, maka diperlukan pemikiran dalam hal :

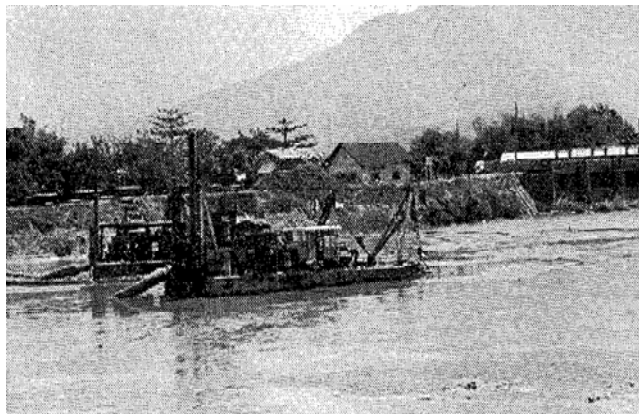
- a. Upaya mengurangi kehilangan air di tempat penyimpanan atau penampungan serta saat didistribusikan.
- b. Mengusahakan jumlah air sebanyak yang dibutuhkan masyarakat dengan menghilangkan mineral dan garam-garam yang terlarut dalam air.
- c. Meniadakan air yang terbuang sia-sia akibat pengelolaan yang tidak baik.
- d. Memperhitungkan kebutuhan air tawar dan penyediaan secara cermat, tujuannya agar biaya konsumsi dan biaya produksi seimbang.

4.2.6.1. Upaya Memperoleh Kualitas air tawar

Berbagai gejala yang memungkinkan air tawar tercemar antara lain lewat abrasi laut. Akibatnya air sumur tercemar oleh air laut. Hal ini perlu mendapatkan pemecahan. Salah satu cara adalah mengupayakan

penampungan air hujan ke dalam tanah secara langsung, sehingga air hujan langsung masuk ke dalam tanah lewat resapan-resapan yang dibuat oleh masing-masing rumah tangga. Upaya menghindari pencemaran air yang berupa limbah rumah tangga dan industri, hal yang perlu dilakukan adalah melakukan proses ulang limbah padat, cair dan gas sebelum dibuang ke daerah aliran sungai. Di samping itu pengambilan air tanah perlu mempertimbangkan berbagai aspek kualitas dan kuantitas; khususnya kualitas air minum.

Pencemaran air dapat memberi akibat kurang menguntungkan bahkan berakibat buruk bagi hidup dan kehidupan manusia. Berikut ini bentuk pencemaran yang di jumpai di pinggiran kota besar. Gambar 4.12 ini adalah endapan lumpur di sungai Porong Surabaya Jawa Timur. Akibat luapan lumpur panas yang sulit dikendalikan maka dapat berakibat buruk pada lingkungan hidup di sekitar danau tersebut. Kejadian ini merupakan gambaran yang menyedihkan berkaitan dengan endapan lumpur.



Gambar 4.12 : Aliran Lumpur ke Sungai, terjadi Pendangkalan Sungai

4.2.7. Konservasi Mineral

Meskipun mineral di dalam bumi tak dapat dieksploitasi secara terus menerus untuk menghasilkan devisa Negara, namun ada beberapa usaha yang perlu dilakukan untuk konservasi mineral ini. Usaha konservasi mineral untuk mencukupi kebutuhan hidup dan kehidupan manusia di muka bumi ini yang paling penting adalah upaya peningkatan sumber daya manusia dalam mengeksploitasi sumber daya alam tersebut. Hal yang perlu dilakukan antara lain peningkatan pengetahuan, keterampilan dalam teknik eksplorasi. Tujuannya adalah agar semua kekayaan alam dapat digali secara cermat dan tahan lama. Di samping itu perlu pula ditingkatkan efisiensi dalam proses penambangan dan pengolahan hasil tambang serta perhitungan ekonomis dalam penambangan. Hal yang tak boleh dilupakan adalah perbaikan lingkungan pada daerah eksplorasi tambang. Kerusakan sumber daya alam berkait dengan penambangan segera diperbaiki. Cara yang ditempuh adalah secara preventif mencegah gagalnya eksplorasi dan memperbaiki daerah yang rusak akibat eksplorasi. Perlu diperhitungkan pula aspek kerugian yang berkaitan dengan efek negatif terhadap sumber daya yang lain. Menggunakan kembali mineral yang sudah ditambang dan digunakan secara cermat dan sebaik-baiknya.

Beberapa mineral dan kegunaannya ditampilkan dalam Tabel di bawah ini :

Tabel 4.5 : Jenis mineral dan Kegunaannya

| No | Nama Mineral | Tanda-tanda Spesifik | Kegunaan |
|----|--------------|---|---|
| 1 | Talk | Warna muda dan mengkilap, namun bukan logam | Bedak kulit |
| 2 | Gypsum | sda | Dempul pada konstruksi bangunan |
| 3 | Halit | sda | Garam halus |
| 4 | Kaolit | sda | Bahan keramik |
| 5 | Muskovit | sda | Isolator listrik |
| 6 | Belerang | sda | Obat-obatan, asam belerang |
| 7 | Kalsit | sda | Alat optis |
| 8 | Flourit | sda | Alat optis |
| 9 | Dolomit | sda | Campuran semen, beton cor dsb. |
| 10 | Kuarsa | sda | Optis, kerajinan kaca, jam, radio, alat elektronik dsb, |
| 11 | Grafit | Logam, warna muda, mengkilat | Isi pensil, minyak pelumas |
| 12 | Galena | sda | Bijih timbal |
| 13 | Pirit | sda | Pemuatan asam belerang |
| 14 | Magnetit | sda | Bahan pembuat magnet. |
| 15 | Khlorit | Warna tua, mengkilat, non logam | Mineral sekunder |
| 16 | Bauksit | sda | Bahan alumunium |
| 17 | Sfalerit | sda | Bahan bijih seng |
| No | Nama Mineral | Tanda-tanda Spesifik | Kegunaan |
| 18 | limonit | sda | Sumber besi |
| 19 | Augit | sda | Sumber batuan beku |
| 20 | Okivin | sda | Bahan pembuat permata |
| 21 | Korundum | sda | Besi delima |

Sumber : Anonim, 2006

Salah satu masalah yang perlu menjadi pertimbangan dalam pemanfaatan mineral adalah kesangsian kita terhadap cadangan mineral di masa mendatang. Dalam jangka peendek mungkin saja kebutuhan kita terpenuhi, tetapi dalam jangka panjang tentu perlu dicermati kembali. Dalam jangka panjang mineral seperti emas, platina, batubara, uranium, perak, merkuri akan habis. Oleh sebab itu tiga hal yang perlu mendapatkan perhatian antara lain:

- a. menemukan bahan pengganti akan sumber daya mineral tersebut agar dalam jangka panjang tidak memunculkan masalah yang rumit.
- b. Melakukan daur ulang terhadap mineral.
- c. Melakukan pelestarian sumber daya alam yang memuat mineral yang dibutuhkan. Pelestarian ini berkaitan dengan proses daur ulang dan mengganti sumber mineral alternatif yang lebih lestari.

Tabel 4.4 memberikan informasi bahwa jenis mineral ini memang banyak sekali dan secara spesifik penggunaannya. Beberapa jenis mineral dieksplorasi besar-besaran oleh pengusaha yang menginginkan keuntungan material yang besar.

4.3. Keseimbangan Lingkungan

Sebagai gambaran tentang harmonisasi kehidupan ini misalnya dalam satu ekosistem kolam ikan akan dapat diamati dan tampak hubungan antar berbagai kehidupan dalam kolam. Semua kehidupan akan saling mempertahankan kehidupannya. Hal yang sama juga terjadi pada ekosistem kehidupan di hutan, semua komponen yang hidup di hutan akan saling berusaha melestarikan kehidupannya. Apabila hutan terbakar, tentu akan terjadi kerusakan lingkungan akibat kebakaran hutan. Tumbuhan terbakar, binatang yang hidup di hutan tersebut sebagian ikut terbakar dan sebagian yang lain mungkin dapat lari namun kehidupannya di luar hutan akan terganggu. Binatang yang tak sempat keluar tentu menjadi korban dari bencana kebakaran hutan tersebut dan dalam jangka waktu yang lama akhirnya menjadi satu ekosistem baru.

Uraian tersebut menggambarkan bahwa apa yang terkandung dalam satu satuan kehidupan ini selalu berinteraksi yang kesemuanya ini akan menuju pada upaya mempertahankan kelestariannya.

Sekarang apabila ditinjau dari cara terbentuknya ekosistem dapat dikenali dua cara pembentukan ekosistem di alam semesta ini yakni ekosistem yang terbentuk secara alamiah dan ekosistem yang sengaja dibuat manusia.



Gambar 4.14 :Kawasan Hutan, Ekosistem Terbentuk secara Alami



Gambar 4.13 : Lingkungan Dibangun Memperhatikan Ekosistem

Ekosistem yang terbentuk secara alamiah dapat terjadi karena kehendak alam (*Sunatullah*) yang pada umumnya memuat kehidupan yang lebih kompleks karena ekosistem terbentuk dalam rentangan waktu yang sangat lama. Di samping ini gambaran lingkungan yang lestari. Lingkungan perumahan yang dibangun dengan memperhatikan kehidupan makhluk yang menghuninya

Sebaliknya ekosistem buatan manusia dapat terbentuk dalam rentang waktu yang pendek, sederhana, tidak beragam jenisnya dan tidak kompleks kehidupan dalam ekosistem tersebut. Gambar 4.13 dan 4.14 di atas ini juga merupakan gambaran ekosistem yang terbentuk secara alami

lalu manusia datang dan mendirikan bangunan untuk tempat tinggal dan mengatur lingkungan bagi hidup dan kehidupannya

Dalam pembentukan ekosistem yang sengaja dibuat manusia contoh yang mudah adalah ekosistem di kolam ikan. Di sini komponen abiotik yang dapat dijumpai antara lain air, tanah, mineral, zat yang terlarut dalam air, bahan dari logam, kapur dan sebagainya. Komponen biotik terdiri dari tanaman air sebagai produsen dan siput, kecebong, ikan, karnivora yang kecil, serangga air karnivora tingkat II, bakteri dan jamur yang biasanya terdapat di dasar sebagai dekomposer.



Gambar 4.15 : Ekosistem Dalam Kolam

Gambar 4.15 di samping ini memperlihatkan ekosistem dalam kolam. Dalam ekosistem seperti gambar di samping tampak jelas menggambarkan berbagai ragam kehidupan.

Dalam ekosistem seperti yang diuraikan tersebut, terdapat proses-proses sirkulasi material, transformasi dan akumulasi energi serta materi melalui organisme dalam aktivitasnya. Fotosintesis, dekomposisi, respirasi dan predasi adalah aktivitas biologis penting dalam ekosistem kolam ikan. Kehidupan dalam ekosistem tersebut berkaitan dengan transformasi dan akumulasi energi dan materi. Dalam praktiknya yang menjadi perhatian kita pada umumnya adalah aspek kuantitas energi dan materi yang mengalir serta kecepatan dari proses-proses dalam ekosistem tersebut. Pengertian kecepatan dari proses di sini adalah kecepatan aliran energi yang meliputi produksi material, respirasi populasi atau respirasi komunitas, kecepatan daur ulang material dalam ekosistem, regulasi organisme oleh lingkungan dan regulasi lingkungan oleh organisme.

Dalam aktivitas hidup keseharian, lewat gerak jalan atau olah raga manusia akan mengeluarkan air dan karbondioksida dari tubuhnya yang sebagian dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Munculnya



Gambar 4.16 : Suasana Pagi yang Cerah
Pertukaran Energi Lancar

kecenderungan setiap sistem yang teratur berubah menjadi tak teratur menyebabkan setiap makhluk hidup berupaya untuk melawannya. Caranya adalah dengan dukungan energi yang cukup selalu berusaha untuk

mempertahankan kehidupannya atau mempertahankan ekosistemnya.

Meskipun telah dinyatakan bahwa dalam hukum termodinamika pertama tersebut, energi tak pernah hilang di alam raya ini atau dikatakan tak akan musnah, tetapi energi tersebut akan selalu terus berubah ke dalam bentuk yang kurang bermanfaat bagi ekosistem. Misalnya energi yang diambil oleh hewan untuk keperluan hidupnya dalam bentuk makanan padat, tentu akan bermanfaat bagi kehidupannya. Akan tetapi panas yang dihasilkan dari tubuh hewan akan terbuang ke lingkungan sekitar tanpa dapat dapat dicegah dan dimanfaatkan.

Ada kecenderungan kehidupan di atas planet bumi kita hampir semua bentuk energi akan mengalami degradasi ke dalam bentuk panas tanpa dapat balik, seterusnya energi tersebut beradiasi ke alam bebas. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa tidak ada sistem pemanfaatan energi yang benar-benar efisien, termasuk pula energi dalam sistem biologis juga tidak efisien. Maksud tidak efisien di sini adalah bahwa hanya sebagian kecil saja dari input energi ke dalam jasad hidup ekosistem yang tersedia dapat dipindahkan dan digunakan oleh makhluk hidup, ekosistem atau populasi yang lain.

Dengan demikian pemanfaatan sumber energi yang sebaik-baiknya oleh jasad hidup merupakan hal yang sangat penting dan perlu mendapatkan perhatian semua pihak.



Gambar 4.17 : Ekosistem dipelihara agar Menjadi Harmonis

Gambar 4.17 di samping memperlihatkan upaya untuk mengatur lingkungan dengan memperhatikan kebutuhan energi bagi kehidupan manusia dan tumbuhan.

Realitas yang dapat teramati tentang kejadian di alam memperlihatkan bahwa semakin beragamnya jenis makanan dari suatu spesies, akan semakin sedikit resiko kegagalan hidup dalam menghadapi pola perubahan

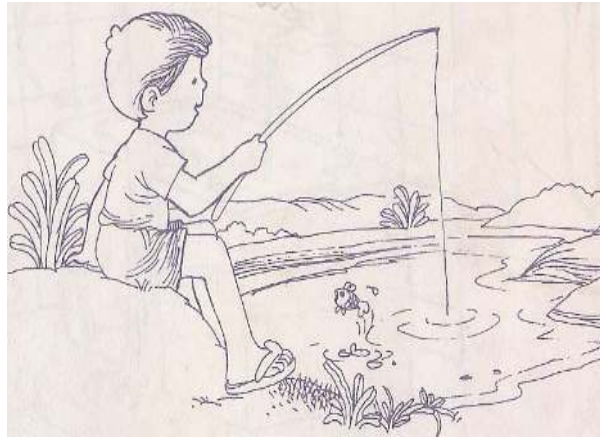
lingkungan yang dapat memusnahkan sumber makanannya. Sebaliknya bagi spesies yang hanya menggantungkan pada satu jenis makanan saja akan dapat musnah oleh suatu sebab yang terjadi pada lingkungannya. Hal ini berarti makhluk yang mampu mengkonsumsi jenis makanan yang beragam akan mampu bertahan hidup dan keturunannya agar terjada dengan baik. Sebagai gambaran misalnya seekor hewan yang memiliki 50 jenis makanan yang dapat dikonsumsi akan memiliki peluang hidup lebih leluasa dibandingkan dengan binatang yang hanya memiliki satu atau dua jenis makanan. Dengan perkataan lain, makhluk hidup yang memiliki banyak jenis makanan yang dapat dikonsumsi, akan kecil peluangnya di

alam semesta ini semua jenis makanan itu akan musnah. Jika sumber makanannya lestari peluang binatang untuk hidup menjadi lebih lama. Anak keturunannya dapat hidup menjadi lebih panjang, sehingga di alam semesta ini peluang untuk musnah dari jenis binatang tersebut juga menjadi sangat kecil.

Manusia adalah makhluk yang dapat memakan hampir pada semua macam jenis makanan, sehingga manusia dimungkinkan menjadi lebih unggul dibandingkan dengan makhluk lainnya. Manusia akan dapat hidup dimana-mana dan dapat hidup dalam suasana apapun. Manusia dapat adaptasi lebih baik daripada makhluk lainnya pada lingkungan hidup yang beragam. Bahkan manusia dapat menciptakan suasana yang nyaman bagi diri sendiri dan kelompoknya untuk hidup beserta anak keturunannya.

Sebaliknya makhluk tertentu, seperti ikan hanya akan hidup di dalam air tawar, bila air tak tersedia tentu ikan tersebut tak dapat hidup. Dengan demikian ikan yang memiliki lingkungan terbatas, jumlah populasinya juga akan terbatas akibatnya penyebaran hidup dari ikan ini juga terbatas. Di sinilah pentingnya keaneka ragaman makhluk di dalam suatu ekosistem, sebab akan berpengaruh besar terhadap kelestarian ekosistem itu sendiri.

Gambar 4.18. berikut ini ikan di air tawar hanya dapat hidup di lingkungan tertentu, dan dimanfaatkan manusia untuk mencukupi kebutuhan makanannya.



Gambar 4.18 : Ikan Air Tawar Hidup di Lingkungan Terbatas

Di setiap lingkungan hidup dapat diamati adanya penyebaran spesies yang berbeda-beda, baik dari segi tingkat jumlah huniannya yang berjubel-jubel atau daerah yang tingkat hunian jarang. Kedua lingkungan tersebut dapat diamayi di sekitar kita. Jika

penghuninya berjubelan, tentu lingkungan alam yang terbatas ini akan berubah dengan sendirinya sebagai akibat ulah penghuni tersebut. Apa yang terjadi ? Untuk menjawab pertanyaan ini tentu tidak mudah, namun alternatif yang mungkin terjadi yang dapat dianggap suatu hal yang pasti adalah lingkungan pasti berubah. Di samping itu akan terjadi interaksi individu dalam ekosistem tersebut yang berdampak negatif. Keadaan lingkungan yang paling menyakitkan adalah adanya upaya organisme makhluk hidup untuk saling memusnahkan, yakni antar penghuni yang berlawanan jenisnya akan saling berebut dan memusnahkan.

Tujuan dari persaingan tersebut adalah untuk mengurangi jumlah individu dalam ekosistem tersebut. Akibat dari persaingan yang berlanjut adalah pengurangan jumlah individu, spesies dan bagi makhluk hidup

yang populasinya jarang akan menjadi musnah. Hal inilah yang perlu dicermati agar upaya pelestarian ekosistem dapat berhasil.

Jadi lingkungan yang stabil secara fisik merupakan lingkungan yang terdiri dari spesies yang beragam. Kehidupan terdiri dari spesies yang umum sampai spesies yang sangat khusus, atau ekosistem yang terdiri dari makhluk yang banyak di jumpai di alam semesta ini sampai makhluk yang jarang dijumpai di alam semesta. Lingkungan yang stabil ditandai oleh adanya perubahan iklim yang stabil sepanjang waktu. Dengan keadaan iklim yang stabil ini dapat berakibat keanekaragaman kehidupan makhluk dan pola penyebaran menuju bentuk kesatuan populasi menjadi lebih baik.

Materi, energi, ruang dan waktu serta keanekaragaman hayati merupakan bagian yang perlu mendapatkan perhatian dalam pelestarian lingkungan. Implikasi dari uraian tentang keanekaragaman hayati di atas adalah :

- a. materi beredar atau melakukan siklus dalam ekosistem. Ungkapan ini mengandung makna bahwa dengan bantuan energi diperlukan waktu yang cukup untuk dapat diubah materi dari satu bentuk ke bentuk berikutnya pada saat menjalani siklusnya. Kelalaian dalam mengelola materi ini akan berakibat pencemaran alam. Misalnya : munculnya tumpukan sampah yang berada di berbagai tempat, merupakan akibat dari kelalaian manusia dalam mengelola materi ini. Kelalaian ini diperlihatkan dalam bentuk gambaran manusia kurang memberikan waktu yang cukup kepada mikroba untuk melakukan fungsinya dalam siklus kehidupannya. Pencemaran merupakan gejala teknologi yang berlawanan dengan kehendak dan kemampuan alam semesta untuk mengubahnya. Pada umumnya manusia hanya ingin menjauhkan diri dari sampah, bukan mengelola sampah. Caranya adalah dengan membuang jauh dari lokasi tempat tinggalnya.
- b. pemerolehan dan pengadaan sumber daya alam akan menentukan kapasitas dari lingkungan untuk menampungnya. Dari cara eksplorasi sumber daya alam, baik itu minyak bumi, nuklir dan semacamnya memungkinkan kapasitas bumi dapat menurun dan bahkan untuk beberapa sumber daya alam akan habis. Ketergantungan kita pada sumber energi dari minyak bumi, nuklir yang merupakan energi tersimpan menyebabkan habisnya energi fosil yang non *renewable* tersebut yang pada gilirannya kapasitas bumi menjadi merosot.
- c. keanekaragaman bentuk kehidupan sebagai sumber daya alam diharapkan dapat meningkatkan kemantapan. Namun yang terjadi dalam praktik nyata di alam semesta tentang pemanfaatan sumber daya alam, khususnya minyak bumi ini adalah terganggunya komponen ekosistem dan cenderung meninggalkan bekas kerusakan dari lingkungan hidup.
- d. efisiensi dalam perolehan, pemanfaatan dan pengelolaannya umumnya sulit dicapai, bahkan terjadi gejala sebaliknya. Dalam hal ini malahan terjadi kerusakan lingkungan setelah teknologi eksplorasi berkembang pesat. Di sini ada kecenderungan kurang cermat dalam memanfaatkan energi. Konsekuensi akibat dari pemakaian energi yang tak cermat ini adalah aliran energi dalam ekosistem menjadi kurang terkontrol.

Diperkirakan ada kecenderungan pemanfaatan energi hanya untuk kepentingan manusia semata, kurang memperhatikan kehidupan makhluk lain. Akibatnya terjadi penumpukan energi pada manusia, atau komponen biotik tertentu yang menguntungkan manusia sehingga ekosistem menjadi kurang mantap.

Semua kejadian di atas, mengakibatkan ekosistem manusia menjadi rawan terhadap perubahan lingkungan, terutama perubahan yang ekstrim. Dalam hal ini perubahan yang ekstrim dari iklim dapat mengakibatkan munculnya kembali wabah penyakit, serangan hama dan perubahan cuaca dan iklim yang tak menentu.

Ketidakmantapan ekosistem ini disebabkan jumlah manusia di bumi cenderung meningkat populasinya, sedangkan spesies tumbuhan yang diproduksi hanya sejenis. Misalnya : manusia di Indonesia hanya cenderung menanam padi, gandum, jagung dan palawija. Hal ini mengakibatkan hewan yang dapat ditenak hanyalah sapi, domba, kerbau, dan sebagainya. Dengan demikian populasi makhluk hidup lainnya tidak disediakan konsumsi bahan makanannya. Tentu bagi makhluk yang tak disediakan sumber makanan keadaannya menjadi tertekan dan diprediksi tak dapat bertahan lama hidup di muka bumi.

Penurunan keanekaragaman hayati dalam ekosistem pada umumnya disebabkan oleh pengaruh empat hal yakni :

- a. terjadinya penyederhanaan keanekaragaman makhluk hidup di muka bumi. Hal ini akan dapat berakibat banyaknya hama penyakit yang berpengaruh negatif. Pengaruh tersebut adalah rentannya kehidupan makhluk di muka bumi.
- b. mono kultur terhadap kemandirian ekonomi. Tanaman dan hewan yang kurang beragam yang dipelihara oleh manusia berakibat terbatasnya akses ekonomi manusia.
- c. penyederhanaan makhluk hidup terhadap habitat dapat menyebabkan lingkungan tak subur atau seringkali terabaikan pengelolaannya. Tanah yang tandus semakin rusak dan tak mendapatkan perhatian.
- d. kurangnya keanekaragaman ekonomi terhadap stagnasi ekonomi di kota. Peredaran sumber daya makanan, sumber daya alam dan manusia menjadi terbatas dan hanya mengumpul di kota. Kejadian ini mengakibatkan akses hidup masyarakat khususnya kehidupan ekosistem dan masyarakat di pelosok desa ada kecenderungan terabaikan.

Oleh sebab itu diperlukan upaya agar terdapat keseimbangan ekosistem. Tujuannya adalah agar tak terjadi penurunan nilai dari ekosistem manusia itu sendiri. Disadari bahwa dalam kehidupan selalu terdapat ketergantungan antara satu terhadap yang lain, atau yang satu menunjang yang lain.

4.4. Peran Manusia Dalam Menjaga Kelestarian Lingkungan

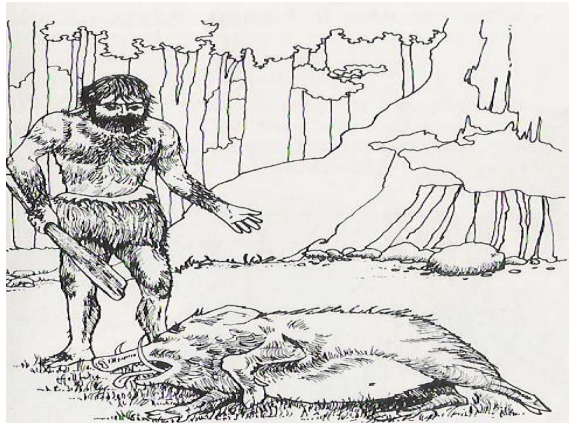
Pada bagian ini akan ditelaah peran manusia sebagai makhluk yang dominan di muka bumi ini, atau manusia yang paling dominan secara sadar

maupun tak sadar dapat menjadi penyebab penurunan nilai ekosistem, dan bagaimana upaya manusia dalam memperoleh kesejahteraan hidupnya,

Ada dua hal yang menjadi penyebab mengapa manusia termasuk makhluk hidup yang paling dominan, yakni (a). memiliki kesanggupan untuk berkompetisi (b). memiliki kemampuan yang dapat mempengaruhi makhluk lainnya. Kesanggupan berkompetisi sudah dibuktikan eksistensinya terutama dalam memperoleh makanan dan energi di alam semesta ini. Manusia sanggup menghasilkan sumber makanan baru yang lebih unggul bagi dirinya sedangkan makhluk lainnya tidak.

Peran manusia dalam pelestarian lingkungan hidupnya didasarkan pada kemampuannya yang tinggi dalam beradaptasi. Kelestarian lingkungan merupakan hal yang amat penting dalam peradaban dunia modern saat ini. Pemikiran pelestarian lingkungan dan pelestarian sumber daya hayati bagi kehidupan di masa mendatang merupakan tantangan yang menarik. Hal ini didasarkan pada pemikiran bahwa manusia yang hidup di masa kini akan selalu berhadapan dengan pesaing-pesaingnya, baik dari kalangan manusia itu sendiri maupun dengan hewan atau tumbuhan lainnya.

Akibatnya persaingan itu tentu ada yang menang dan ada yang kalah. Secara tidak langsung kehidupan generasi mendatang akan ditentukan oleh akibat dari persaingan tak langsung ini.



Gambar 4.19 : Aktivitas Manusia dalam Mengontrol Energi

Gambar 4.19 di samping dapat menjelaskan bagaimana perilaku manusia dalam mengontrol dan memanfaatkan energi untuk hidupnya.

Dalam kenyataan praktik di lapangan, tindakan seperti di atas seringkali asas kelestarian lingkungan tersebut diabaikan, sehingga kecenderungan musibah dan malapetaka menjadi bagian yang tak terpisahkan dengan diri kita.

Musibah banjir seperti Gambar 4.20. berikut ini memberikan indikasi bahwa daya dukung alam sudah mulai berkurang. Air menggenang dalam areal yang sangat luas saat terjadi musibah banjir, air sampai mengalir deras di jalan raya yang mengakibatkan perjalanan kendaraan terganggu. Masyarakat pengguna jalan merasakan dampak dari bencana banjir tersebut. Beginilah bila bencana banjir yang dapat berlangsung di alam semesta ini.

Pembahasan tentang energi yang dapat dimanfaatkan dalam hidup dan kehidupan membawa konsekuensi bahwa energi tidak dapat dilepaskan dari adanya beragam kehidupan di muka bumi ini. Dalam hubungan ini pembahasan ekosistem tak dapat melepaskan diri dari pembahasan tentang tumbuhan, hewan, manusia dan makhluk pengurai. Kesemua hal yang dibahas



Gambar 4.20 : Musibah Banjir di Kota Besar

tersebut akan selalu mengacu pada sumber daya alam. Dengan demikian keanekaragaman makhluk hidup juga mencakup pengkajian sumber daya alam yang penting bagi kelestarian ekosistem.

Aspek ini berkaitan dengan upaya mengatasi munculnya pencemaran lingkungan akibat ulah manusia dan bencana alam yang terjadi. Pencemaran mengakibatkan perubahan kondisi lingkungan hidup yang mengarah pada terganggunya ekosistem secara keseluruhan. Tindakan nyata perlu diwujudkan agar pencemaran lingkungan dapat dicegah dan dihilangkan. Upaya pencegahan berkaitan dengan aspek perencanaan tata kota atau tata daerah. Pengawasan terhadap proyek-proyek pembangunan menjadi bagian yang tak terpisahkan dari upaya preventif atau mencegah kerusakan lingkungan. Proyek pengembangan sarana fisik, berupa perumahan, jalan raya, sekolah, industri perlu mendapatkan pengawasan yang ketat agar diperoleh lingkungan yang bersih, sehat dan nyaman bagi penghuni dan makhluk yang hidup di sekitar pembangunan tersebut.

Polusi udara akibat buangan limbah dari kendaraan dan pabrik perlu dilakukan dengan penanaman tanaman yang beragam dan setiap jengkal tanah kosong diupayakan ditanami tanaman penghijau. Perhatian terhadap peraturan tentang kadar zat kimia terlarut di udara perlu ditegakkan dengan sanksi yang tegas bagi pelanggarnya. Pemikiran daur ulang dari limbah yang dibuang di suatu tempat, sehingga memunculkan inisiatif setiap warga untuk memanfaatkan limbah yang dibuangnya. Penyediaan sarana pembuangan sampah yang jauh dari pemukiman dan sosialisasi tentang komposisi, daur ulang bahan bekas serta pemanfaatan limbah untuk keperluan yang lebih baik menjadikan sarana untuk mendidik masyarakat ke arah yang lebih baik.

Gejala-gejala semacam inilah yang memberikan dorongan munculnya upaya untuk pengaturan jumlah populasi yang bertolak dari kepadatan populasi. Tujuannya adalah antara lain agar bahan makanan dan tempat tinggal mencukupi. Di sinilah bagi pertambahan jumlah populasi manusia perlu pemikiran tentang KB (Keluarga Berencana)

bagi kehidupan manusia agar hidupnya bahagia, sejahtera tenang dan berbahagia.



Gambar 4.21 : Petani Sedang Memupuk Tanaman Padi

Gambar 4.21 memperlihatkan kemampuan manusia mempengaruhi makhluk lain. Hal ini dibuktikan dengan kemampuan menata lingkungan menjadi lebih baik dan nyaman bagi makhluk lainnya, kemampuan mengatur diri dan lingkungan sehingga nyaman bagi kehidupan makhluk lain. Misalnya : dilakukan dengan cara memupuk tanaman, tumbuhan menjadi semakin subur, menghasilkan hasil berupa biji atau buah dengan baik. Mengatur peredaran energi sehingga semua makhluk dapat menikmatinya.

Suatu makhluk dikatakan dominan secara ekologi ditandai dengan kemampuan mengangkat jumlah anggota populasinya, memperbesar ukuran tubuhnya dan kemampuan mengubah lingkungan sehingga memungkinkan perkembangan tersebut. Kemampuan mengubah lingkungan hidup inilah yang menandai manusia dikatakan sebagai makhluk tertinggi di muka bumi. Dengan demikian manusia memiliki kewajiban untuk mengelola lingkungan hidup ini menjadi lebih baik dengan cara yang bijaksana, pemanfaatan sumber daya alam yang efisien dengan memikirkan cara pelestariannya.

Berbagai masalah lingkungan hidup seperti telah diungkapkan di bagian depan merupakan masalah umum yang dihadapi manusia saat ini. Dalam upaya peningkatan kualitas lingkungan hidup ini diperlukan strategi mengatasinya. Di bagian ini akan diungkapkan hal-hal yang menjadi persoalan hidup dan kehidupan manusia, seperti masalah energi dalam lingkungan hidup.

Kebutuhan energi fosil dari hari kehari semakin meningkat dan cadangan energi fosil yang terbatas, akan mencul kecenderungan gangguan lingkungan yang semakin banyak. Apabila tidak dikelola secara baik, dengan eksplorasi yang sangat gencar saat ini maka cadangan fosil energi akan segera habis. Dalam waktu tidak terlalu lama sumber-sumber minyak bumi, batubara, gas bumi dan sebagainya ada kemungkinan telah terkuras habis. Untuk mengatasi krisis energi di masa depan maka diperlukan perolehan energi alternatif yang lebih banyak. Tujuannya agar kebutuhan energi bagi hidup dan kehidupan manusia tetap tercukupi.

Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan mengembangkan energi alternatif. Misalnya : mengembangkan energi biogas, energi surya, energi nuklir dan sebagainya. Energi biogas adalah energi yang dapat dihasilkan oleh proses pembusukan. Biogas dihasilkan

kegiatan mikroba pembusuk pada kotoran tinja (ternak, manusia) selanjutnya dikelola sebagai bahan bakar alternatif rumah tangga. Energi biogas ini umumnya belum dapat dikembangkan secara besar-besaran karena keterbatasan sumber penghasil kotoran. Di samping itu dengan fasilitas yang disediakan pemerintah untuk pengadaan bahan bakar fosil energi masyarakat masih mudah memperoleh sumber energi dari minyak bumi. Energi biogas ini baru menarik perhatian manakala masyarakat telah sulit mendapatkan bahan bakar minyak bagi keperluan rumah tangga. Diperkirakan nantinya energi biogas ini untuk keperluan rumah tangga telah mencukupi.

Di samping itu pembangunan reaktor nuklir sebagai pembangkit listrik (PLTN) juga merupakan bagian dari upaya memperoleh energi dalam jumlah yang banyak. PLTN dengan resiko yang kecil akan menjadi dambaan dalam pemenuhan energi bagi masyarakat. Perolehan energi lewat pembangkit listrik tenaga nuklir ini memerlukan pengamanan yang cermat dari segi perencanaan, pengoperasian, serta aspek pengolahan limbah nuklir. Pasca pengoperasian reaktor inilah yang perlu mendapatkan perhatian agar tidak menimbulkan pencemaran akibat radiasi. Kebutuhan uranium oksida sebagai bahan baku juga perlu dipersiapkan dengan sebaik-baiknya, agar reaktor tidak berhenti di tengah perjalanan pengoperasiannya.

Hal ini didasarkan pada pertimbangan bahwa ukuran di Indonesia, harganya bahan bakar nuklir ini masih relatif mahal dan kebutuhan tiap tahunnya amat banyak. Namun demikian bila energi ini dapat dikembangkan di negara kita, masyarakat akan memiliki masa depan yang cerah, sebab nilai ekonomisnya lebih tinggi pembangkit listrik tenaga nuklir dibandingkan sumber energi lainnya.

Pemanfaatan energi surya juga merupakan salah satu energi alternatif yang baik, sebab negara kita hampir pasti tak akan kurang bahan bakunya. Energi yang dihasilkan matahari ini dapat berlangsung sepanjang waktu dan sangat baik sebagai pengganti energi minyak bumi dan gas bumi. Pertimbangannya antara lain pencemaran yang dihasilkan kecil, bahkan hampir tidak menimbulkan efek negatif bagi kehidupan. Sumber energi tersedia hampir tak terbatas, hanya saja sampai saat ini masih memerlukan pengkajian teknologi yang sesuai bagi masyarakat Indonesia. Beberapa lokasi telah dikembangkan energi ini, namun masih dirasa memerlukan biaya besar serta efektivitas penggunaannya belum dapat diketahui secara meluas di kalangan masyarakat.

Dengan berbagai pertimbangan seperti diungkapkan di bagian depan, masalah kebutuhan energi untuk hidup dan kehidupan manusia menjadi semakin rumit dan diperlukan strategi yang tepat. Cara yang ditempuh adalah dengan melakukan inventarisasi kebutuhan energi, pertimbangan cara eksplorasi yang efektif efisien, pengembangan energi alternatif dan perlu perhitungan tentang dampak negatif terhadap kualitas lingkungan hidup kita. Inventarisasi kebutuhan energi selalu mengalami kendala, karena keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan energi dan sumber daya alam masih sangat terbatas.

4.5. Soal-soal

1. Sebutkan hukum termodinamika pertama dan kedua. Bagaimana terapannya dalam kehidupan sehari-hari? Jelaskan!
2. Tekanan utama pembahasan dalam ilmu lingkungan adalah materi, energi, keanekaragaman hayati. Jelaskan terjadinya interaksi dan antar aksi antar tiga hal tersebut yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan!
3. Dalam pengelolaan lingkungan perlu menegakkan etika lingkungan, di antaranya tidak membuang sampah di sembarang tempat, memiliki kepedulian terhadap sesama manusia dan makhluk hidup yang lain, memiliki sifat gotong royong dan sebagainya. Menurut pendapat anda, bagaimana upaya yang dapat dilakukan agar kita mampu menegakkan etika lingkungan tersebut? Jelaskan!
4. Sebutkan penyebab terjadinya pencemaran di air, baik air laut, sungai maupun air tawar yang dikonsumsi sehari-hari yang berasal dari sumur? Jelaskan!
5. Sebutkan apa penyebab terjadinya pencemaran udara di sekitar kita? Bagaimana mengupayakan agar pencemaran udara dapat diatasi dengan sebaik-baiknya?
6. Dalam setiap ekosistem dapat terjadi persaingan antar spesies. Coba, sebutkan terjadinya kompetisi dalam ekosistem tertentu. Jelaskan makhluk mana yang menang dan mana yang dianggap kalah dalam berkompetisi!
7. Berikan contoh di lokasi tertentu, sebutkan daerah mana, pada bagian mana terjadi pelanggaran etika lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Jelaskan!
8. Keseimbangan ekosistem dapat terganggu akibat ulah manusia. Sebutkan dalam ekosistem tertentu, keseimbangan apa saja yang dapat terganggu. Apa penyebab gangguan keseimbangan dan bagaimana mengatasinya!
9. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi berdampak positif dan negatif bagi kehidupan manusia. Jelaskan dengan contoh tentang perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berdampak positif dan negatif terhadap lingkungan hidup kita!
10. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dapat berakibat bertambahnya polutan udara sehingga mengganggu kehidupan makhluk di muka bumi. Upaya apa saja yang paling mudah dilakukan agar dapat mengurangi polutan akibat gas buang kendaraan bermotor? Jelaskan!

BAB V

AMDAL DAN AMRAL

Standar Kompetensi :

Memahami komponen ekosistem serta peranan manusia dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan AMDAL

Kompetensi Dasar :

1. Mendeskripsikan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)
2. Mendeskripsikan Analisis Mengenai Resiko Lingkungan (AMRAL)

Konsep Kunci :

Pengertian Amdal, ekosistem, cara menggali dan menemukan sumber polusi, dampak nyata dari kegiatan proyek, dokumen prosedur amdal dan amral.

Ringkasan BAB V

Bab ini membahas ekosistem dan penyebab kerusakan ekosistem. Cara menemukan dan menggali sumber polusi yang merupakan latar belakang dari kegiatan analisis mengenai dampak lingkungan. Dibahas pula pengertian AMDAL dan ruang lingkupnya, termasuk dokumen yang diperlukan dalam kegiatan AMDAL. Sifat dampak lingkungan merupakan bagian yang dibahas tersendiri pada bagian ini. Prosedur amdal dan proses amdal diungkap dan diikuti tentang kajian tentang analisis mengenai resiko lingkungan dan tahapan dalam audit lingkungan.

5. AMDAL DAN AMRAL

5.1. Latar Belakang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan

Isu strategis terhadap upaya pengendalian lingkungan antara lain mencakup 3 unsur penting, yakni bagaimana menggali dan

- a. menemukan sumber polusi yang paling dominan,
- b. menemukan peredaran limbah yang membahayakan,
- c. melakukan solusi pemecahan.

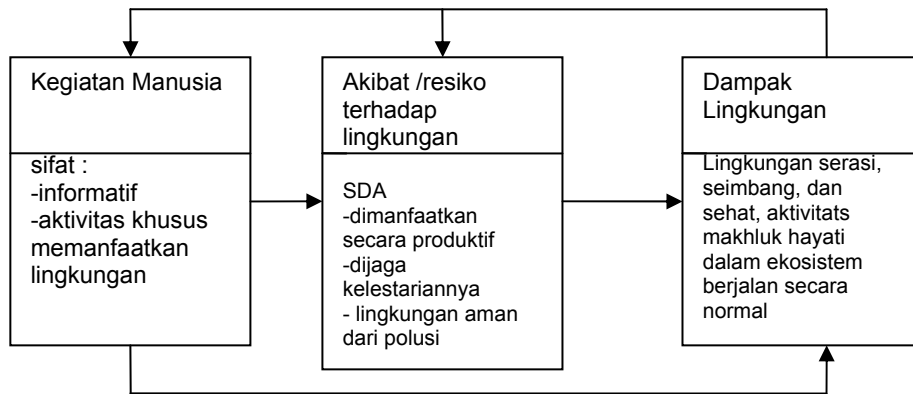
Menggali dan menemukan sumber pencemar dilakukan lewat kajian dari aspek lingkungan, baik lingkungan alam maupun lingkungan sosial. Disadari bahwa manusia dan lingkungan saling berinteraksi dan saling mempengaruhi. Faktor mana yang lebih dominan pengaruhnya amat bergantung dari peran manusianya pada lingkungan tersebut.

Pencemaran lingkungan adalah merupakan suatu proses masuknya bahan atau energi ke dalam lingkungan yang dapat menyebabkan timbulnya perubahan yang tidak dikehendaki baik dari segi fisik, kimiawi maupun biologis sehingga berdampak negatif bagi kesehatan, keberadaan makhluk hidup khususnya manusia dan organisme lainnya. Bahan yang mencemari lingkungan disebut polutan. Polutan dapat berupa materi/partikel dan atau energi.

Polutan ini masuk ke dalam lingkungan alam sekitar dapat terjadi dari berbagai sebab, misalnya perilaku tidak sehat pada sekelompok manusia, penambahan penduduk yang tak diimbangi dengan fasilitas dan sarana lingkungan yang memadai, penggunaan sumber daya alam yang tidak memperhatikan kelestariannya, jumlah polutan yang tak seimbang dengan daya dukung lingkungan dan penerapan teknologi yang tak diimbangi dengan penerapan ilmu pengetahuan tentang ekologi.

Pengertian analisis mengenai dampak lingkungan berkaitan erat dengan pemahaman manusia terhadap perubahan yang diakibatkan oleh suatu kegiatan. Dalam hal kegiatan ini tentu melibatkan aspek aktivitas, baik berkaitan dengan ekonomi, politik, sosial dan budaya. Setiap aktivitas seharusnya didasarkan pada perencanaan yang benar, dan diteruskan dengan implementasi sesuai peraturan yang berlaku dan diikuti dengan monitoring dan evaluasi. Aspek perencanaan terkait dengan pemikiran manusia dalam membuat kerangka berpikir, cetak biru atau *blue print* tentang apa yang layak dan apa yang tidak layak untuk dikembangkan. Dalam hal ini manusia dapat merancang kegiatan yang akan dilakukan dan pengaruhnya terhadap lingkungan hidup. Kegiatan analisis mengenai dampak lingkungan dilakukan sebelum pelaksanaan proyek pembangunan atau kegiatan usaha dilakukan.

Diagram blok berikut ini menggambarkan adanya saling interaksi antara kegiatan manusia, akibatnya terhadap lingkungan hidup dan dampaknya.



Gambar 5.1 Diagram Blok Kegiatan Berdampak Terhadap Lingkungan

Gambar 5.1. di atas memberikan penjelasan bahwa kegiatan manusia di alam semesta ini selalu terkait dengan lingkungan, sehingga kegiatan manusia baik yang bersifat informatif atau melakukan aktivitas pikir dan fisik selalu berakibat terhadap lingkungan. Kegiatan yang sifatnya informatif adalah upaya merencanakan, memikirkan pemanfaatan sumber daya alam (SDA) secara efektif dan efisien. Artinya dalam hal pemanfaatan SDA perlu dipikirkan lewat perencanaan agar SDA dapat lestari, baik dari segi eksplorasi, eksploitasi dan saat dimanfaatkan serta pasca dimanfaatkan. Di sini perlu pemikiran agar produk sisa yang dihasilkan tetap masih dapat digunakan.

Misalnya kayu bakar dapat dengan mudah diperoleh dan dipergunakan untuk memanasi benda, dalam pemanfaatan kayu bakar tersebut menghasilkan limbah berupa arang. Dari arang ini perlu diproses ulang lagi agar diperoleh sumber energi panas yang lebih baik, dan seterusnya limbah hasil pembakaran lain dapat di proses ulang menjadi briquet yang lebih bermanfaat sebagai energi yang bebas polusi dan bertahan lama. Hal inilah yang perlu dimasukkan ke dalam perencanaan.

Dalam dokumen amdal diperlukan aspek perencanaan aktivitas dalam memanfaatkan lingkungan. Perencanaan ini berkait dengan pemikiran bagaimana manusia mempergunakan sumber daya alam secara produktif, lestari dan aman dari polusi, sehingga lingkungan tetap dalam keadaan serasi, seimbang dan sehat bagi makhluk hidup.

Lingkungan alam sekitar dapat dibedakan menjadi lingkungan eksterior dan lingkungan interior. Lingkungan eksterior adalah lingkungan di luar hidup manusia tetapi merupakan bagian yang vital bagi keberlanjutan hidup manusia. Lingkungan eksterior ini sebagai media bagi aktivitas seluruh kehidupan manusia. Lingkungan eksterior meliputi udara, air, daratan yang berfungsi menyediakan segala kebutuhan untuk hidup dan kehidupan manusia. Misalnya menyediakan oksigen, makanan, air, mineral dan bahan lain yang dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam kondisi suhu dan kelembaban yang sesuai.

Perubahan lingkungan eksterior akibat berkurangnya salah satu SDA karena dieksploitasi secara berlebihan dapat berakibat terjadinya polusi.

Contoh konkret misalnya dengan berkembangnya industri di sekitar pemukiman penduduk tentu akan menghasilkan limbah industri yang dihasilkan oleh kegiatan industri tersebut. Limbah rumah tangga berkaitan dengan kegiatan orang atau rumah tangga bagi pengelola industri atau penduduk sekitar. Meskipun setiap perubahan akan selalu diikuti dengan peningkatan kemampuan adaptasi dari makhluk hidup, termasuk manusia, namun batas-batas kemampuan dan daya dukung lingkungan untuk mewadahi aktivitas tersebut perlu mendapatkan perhatian.

Lingkungan interior adalah lingkungan dalam diri manusia sebagai jasad hidup. Manusia terdiri dari banyak sel, dan sel ini menyusun jaringan. Jaringan ini berada dalam suatu cairan antar sel yang seterusnya dinamakan lingkungan interior (*milieu Interne*, menurut istilah *Claude Benard*). Lingkungan interior ini komposisinya mengandung semua zat yang dibutuhkan untuk hidup, memiliki kemampuan untuk memberikan *suply* kebutuhan sel. Misalnya air, oksigen, mineral, vitamin, enzim, hormon, makanan untuk aktivitas sel. Lingkungan interior ini selalu berinteraksi dengan lingkungan eksterior, sehingga makhluk hidup dapat berkembang secara baik. Kedua lingkungan tersebut disebut lingkungan alam sekitar atau lingkungan hidup yang selalu memberikan segala kebutuhan bagi makhluk hidup sehingga tercapai keseimbangan.

Dampak penting suatu kegiatan manusia terhadap lingkungan hidup ditentukan oleh berbagai faktor, di antaranya

- a. jumlah populasi manusia yang terkena dampak langsung,
- b. luasan wilayah yang terkena dampak,
- c. lamanya dampak tersebut berlangsung,
- d. intensitas atau periode berulangnya dampak yang terjadi,
- e. banyaknya komponen lingkungan lain yang terkena dampak,
- f. sifat dampak terhadap kehidupan yang lebih luas.

Contoh yang paling mudah adalah masalah penggunaan kendaraan bermotor atau pemakaian mesin yang menggunakan bahan bakar minyak, baik bahan bakar premium maupun solar. Dampak dari keluaran asap dari knalpot dan deru getaran mesin dapat berpengaruh negatif terhadap manusia, yakni pencemaran udara. Pencemaran udara dalam jangka panjang akan berpengaruh berat terhadap kesehatan makhluk hidup.

Untuk lebih memahami aspek Dampak Pencemaran Udara, berikut ini sebagai latihan untuk melakukan analisis AMDAL. Coba jawablah dengan berikan tanda V pada kolom yang sesuai pada tabel berikut ini. Perhatikan contohnya dan cocokkan jawaban anda dengan kunci pada bagian akhir bagian ini.

Tabel 5.1. Dampak Pencemaran Udara

| No. | Jenis bahan/ materi | Mencemari Udara | | Dampak terhadap kehidupan/kesehatan |
|-----|---------------------|-----------------|-------|-------------------------------------|
| | | Berbahaya | tidak | |
| 1 | Karbonmonoksida | V | | Beracun, mematikan |
| 2 | Oksida nitrogen | | | |
| 3 | Oksida sulfur | | | |
| 4 | Hidrokarbon | | | |

| | | | | |
|---|----------------|--|--|--|
| 5 | Ozon | | | |
| 6 | Partikel debu | | | |
| 7 | Uap air embun | | | |
| 8 | Karbondioksida | | | |
| 9 | Oksigen | | | |

5.2. Pengertian dan Ruang Lingkup Analisis Mengenai Dampak Lingkungan

AMDAL atau Analisis Mengenai Dampak Lingkungan adalah kajian mengenai dampak besar dan penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan suatu usaha dan/atau kegiatan. Tujuan dan sasaran AMDAL adalah untuk menjamin suatu usaha dan kegiatan pembangunan atau proyek agar dapat berjalan secara sinambung tanpa merusak lingkungan hidup. Kegiatan AMDAL ini dibuat saat mulai perencanaan proyek, yakni sebelum pembangunan fisik (bangunan gedung, bendungan, saluran irigasi dan sebagainya) dilaksanakan. Kegiatan yang akan dilaksanakan ini diperkirakan dapat memberikan pengaruh terhadap lingkungan hidup di sekitarnya.

Pengaruh terhadap lingkungan hidup yang dimaksudkan di sini adalah pengaruh dari aspek fisik, kimia, ekologi, sosial ekonomi, sosial budaya dan kesehatan masyarakat. Kegiatan AMDAL ini mengacu pada Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup.

Gambar di samping adalah salah satu contoh kegiatan usaha eksplorasi dan eksploitasi bahan galian yang belum melaksanakan AMDAL dan cenderung mengganggu kehidupan masyarakat di sekitar lokasi. Masyarakat di sekitar lokasi melakukan protes terhadap kegiatan eksplorasi bahan galian. Munculnya reaksi masyarakat yang menolak ini menunjukkan bahwa masyarakat belum dilibatkan secara penuh dalam kegiatan AMDAL sehingga tampak mereaksi negatif terhadap usaha tersebut.



Gambar 5.2 Eksplorasi mineral Yang Menghasilkan Kerusakan Fasilitas Lingkungan

Kegiatan AMDAL merupakan prasyarat yang harus dipenuhi dalam mengembangkan usaha yang berdampak luas pada masyarakat. Dengan demikian AMDAL bagi pemerintah daerah dimanfaatkan untuk bahan perencanaan pembangunan wilayah. Lewat kegiatan AMDAL maka pemerintah daerah memiliki bahan yang cukup dalam membantu masyarakat dalam rangka memutuskan rencana usaha dan menjamin keberlanjutan usaha yang akan dikembangkan.

Kegiatan AMDAL melibatkan 4 dokumen, yakni :

- a. Dokumen Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan Hidup. (KA-ANDAL)
- b. Dokumen Analisis Dampak Lingkungan Hidup (ANDAL)
- c. Dokumen Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL)
- d. Dokumen Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup (RPL)

Ke empat dokumen inilah yang nantinya akan dinilai layak atau tidaknya suatu proyek dilaksanakan. Tujuan akhir dari kegiatan AMDAL ini adalah memberikan alternatif solusi dalam mengurangi dampak negatif dari lingkungan. Dengan demikian lewat kegiatan AMDAL pemerintah daerah dan pusat memiliki cukup sumber informasi dalam mengambil keputusan boleh tidaknya dikemangkan usaha atau proyek di tempat itu.

Dokumen analisis mengenai dampak lingkungan di atas dibuat sebelum kegiatan proyek dimulai, sehingga tekanannya pada aspek perencanaan. Butir-butir perencanaan memuat aspek yang sifatnya preventif, yakni analisis mengenai dampak lingkungan dari segi konsep. Sebagai gambaran misalnya apabila dalam suatu lokasi akan didirikan suatu industri yang menggunakan mesin-mesin besar sehingga dimungkinkan menghasilkan polusi kebisingan bunyi. Dari segi perencanaan perlu dilakukan analisis, meliputi pemakaian teknologi yang dapat mengurangi gejala polusi kebisingan yang mengganggu dan membahayakan masyarakat di sekitar lokasi tersebut.

Dalam suatu daerah yang beresiko menghasilkan kebisingan bunyi, maka analisis mengenai dampak lingkungan akan mencakup kajian tentang mesin yang akan digunakan dalam industri, perencanaan tentang bagaimana arus lalu lintas diatur bagi pekerja, masyarakat sekitar dan sebagainya. Pertanyaan yang pertama diajukan adalah apakah dari segi perencanaan kegiatan tersebut layak? Dari segi rencana apakah telah dilakukan antisipasi hal-hal yang dapat menghasilkan polusi dan pencegahannya? Apakah telah diungkap rencana tentang upaya-upaya untuk mengurangi resiko kebisingan bunyi? Misalnya dalam dokumen analisis mengenai dampak lingkungan telah dijelaskan upaya mengurangi turbulensi udara yang ditimbulkan oleh mesin sehingga bila mesin beroperasi suara dapat dikurangi intensitas sampai sekecil-kecilnya. Hal lain yang berkaitan dengan getaran yang dihasilkan mesin dan kendaraan telah diupayakan seminimal mungkin. Jumlah kendaraan bermotor yang beroperasi telah diperhitungkan dan dibatasi jumlahnya sehingga tak menghasilkan polusi, telah ada perancangan instalasi peredam bunyi, menggunakan instalasi atau peralatan dengan tingkat kebisingan yang rendah dan menjaga agar arus lalu lintas lancar dan terhindar dari kemacetan dan sebagainya.

Aspek perencanaan dalam implementasi juga telah dapat dilihat dalam dokumen yakni telah ada upaya-upaya mengurangi kebisingan. Upaya tersebut misalnya telah dirancang untuk membangun peredam bunyi. Caranya antara lain dalam dokumen telah dicantumkan rencana membangun tanggul yang tinggi di sisi-sisi jalan yang dekat dengan sumber kebisingan, membangun jalan dengan permukaan yang halus; menanam tumbuhan dan pohon tanaman keras yang berperan sebagai peredam

bunyi, membangun berbagai perintang kebisingan di sekitar industri, sebagainya.

Hal lain yang dapat dilakukan adalah rencana melakukan evaluasi dampak dari perencanaan dan implementasi antara lain, apakah telah dirancang jadwal kegiatan yang melibatkan berbagai pihak untuk menilai tingkat kebisingan, rencana monitoring tenaga kerja yang telah menggunakan peralatan kerja yang memadai untuk menghindari gangguan kebisingan, monitoring bagaimana sistem perawatan peralatan yang dilakukan dan sebagainya.

Dari dokumen AMDAL tersebut seterusnya dilakukan kajian dalam implementasinya. Pemikiran dalam implementasi ini tentu harus dilengkapi dengan bukti upaya yang akan dilakukan. Di samping itu apakah dalam dokumen tersebut telah memuat maket perencanaan jalan, bangunan, serta tumbuhan perindang yang akan ditanam juga merupakan pelengkap bagi upaya menghindari kebisingan dari tempat kerja.

Termasuk dalam rencana implementasi antara lain apakah juga telah dilengkapi perencanaan pemanfaatan bahan yang mampu mengabsorpsi sumber getaran yang bising. Pemanfaatan jendela dalam bangunan untuk ruang kerja dan penyediaan peralatan yang dapat meniadakan munculnya kebisingan di daerah industri yang akan dibangun.

5.2.1. Sifat Dampak Lingkungan

Analisis mengenai dampak lingkungan merupakan upaya rasional dan empiris dalam rangka mengatur tatanan kehidupan yang bebas dari polusi serta berdampak meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Dampak lingkungan berkaitan dengan upaya pembangunan yang memiliki dampak positif, artinya ke arah yang lebih baik dari segi lingkungan alamiah dan lingkungan sosial budaya. Apakah artinya pembangunan proyek dilaksanakan manakala berdampak negatif bagi makhluk di sekitar lokasi pembangunan? Namun demikian persoalan pokok AMDAL adalah bagaimana manusia mampu meramalkan dan memprediksi bahwa rencana pembangunan proyek tersebut berdampak positif atau negatif? Hal inilah yang menjadi kunci dalam kegiatan analisis mengenai dampak lingkungan.

Berdasarkan sifatnya dampak lingkungan dapat diklasifikasi menjadi dua isu pokok yakni

- a. dampak lingkungan yang dapat dikuantitatifkan atau diukur dinyatakan dalam angka, yakni dampak yang terkait dengan kerusakan lingkungan akibat pengaruh fisik, misalnya pencemaran udara diukur dengan standar ppm, keasaman limbah diukur dengan pH, kebisingan diukur dengan satuan dB dan sebagainya.
- b. dampak lingkungan yang bersifat kualitatif, yakni dampak yang sulit dinyatakan dengan angka. Dampak ini berkaitan dengan aspek sosial budaya, misalnya sikap masyarakat terhadap pembangunan yang akan direncanakan, keresahan atau ketidaknyamanan masyarakat di sekitar lokasi pembangunan.

Kedua hal di atas inilah yang menjadi permasalahan pokok dalam kegiatan AMDAL dan AMRAL.

5.2.1.1. Aspek Biotik-Fisik-Kimia dan Ekologi

Melalui studi tentang AMDAL diharapkan usaha dan kegiatan pembangunan dapat memanfaatkan dan mengelola sumber daya alam secara efisien, meminimalkan dampak negatif dan memaksimalkan dampak positif terhadap lingkungan hidup. Cara eksplorasi bahan galian tanpa memperhitungkan resiko negatif bagi masyarakat sekitar seperti yang telah diuraikan di atas dianggap belum bijaksana, kurang memperhatikan dampak negatif yang muncul akibat penggalian bahan galian. Salah satu indikatornya antara lain pengambilan lokasi yang dekat dengan pemukiman, sehingga beresiko dapat mengganggu bahkan merusak lingkungan tersebut.

Gambar 5.2. tersebut memperlihatkan bahwa masyarakat memprotes keberadaan lokasi penambangan dengan caranya sendiri. Instansi yang ditugasi mengendalikan dampak lingkungan belum berfungsi secara optimal. Akibat lebih jauh bila usaha tersebut dibiarkan akan beresiko merugikan terhadap kesehatan, ekosistem, gangguan cuaca/iklim dan sebagainya.

Kegiatan usaha bahan galian seperti gambar di depan tersebut dikatakan berdampak positif manakala kondisi lingkungan setelah usaha eksplorasi dilaksanakan menjadi lebih baik. Gangguan keseimbangan akibat reaksi kimia dapat dihindari. Kondisi fisik lokasi eksplorasi dapat dijaga kelestariannya. Upaya penghijauan juga dilaksanakan dengan baik.

5.2.1.2. Aspek Sosial-Budaya

Analisis dampak lingkungan yang melibatkan sosial budaya berkaitan dengan upaya untuk memprediksi atau meramal dampak sosial-budaya terhadap dokumen AMDAL. Dampak sosial ekonomi di sekitar lokasi perlu diprediksi lewat dokumen AMDAL. Tujuannya antara lain bila lokasi tersebut akan dilaksanakan pembangunan tidak berdampak negatif. Analisis ini bersifat kualitatif, artinya sulit dinyatakan dalam standard baku. Analisis dampak lingkungan dari aspek sosial budaya melibatkan aspek sikap dan nilai.

Sikap dan nilai individu secara perseorangan, individu dalam kelompok kecil, individu dalam kelompok besar dapat berbeda dari waktu ke waktu, atau dari tempat yang satu ke tempat yang lain juga dapat berbeda. Oleh sebab itu dalam upaya analisis mengenai dampak lingkungan ini diperlukan kesamaan pandangan dan titik temu antara keadaan real dengan standard yang sudah dikenal serta disepakati. Maksudnya adalah bahwa dalam implementasinya nanti diperlukan kesamaan pandangan dalam melakukan analisis dan kajian antara pihak investor, petugas dari instansi pemerintah dengan masyarakat di sekitar lokasi.

Hal-hal yang perlu mendapatkan perhatian antara lain kebiasaan hidup, cara bergaul, cara beradaptasi, model komunikasi, konflik kepentingan, mobilitas masyarakat dan sebagainya. Hal ini disebabkan dari segi sosial budaya, masyarakat ikut menikmati hasil pembangunan dan sekaligus menerima dampak lingkungan yang negatif akibat proses pembangunan tersebut. Harapan masyarakat, lewat pembangunan yang dilaksanakan dapat diprediksi diperolehnya lingkungan yang seimbang,

kondisi sosial ekonomi masyarakat yang lebih meningkat bila dibandingkan kondisi sebelumnya. Apabila antara harapan dan kenyataan terdapat kesesuaian maka analisis mengenai dampak lingkungan telah sesuai dan benar.

Untuk lebih memahami cara AMDAL tentang polusi kebisingan golonganlah kegiatan berikut ke dalam perencanaan, implementasi dan evaluasi dengan memberikan tanda V pada kolom yang sesuai. Cocokkan hasil kerja anda dengan kunci jawaban pada halaman terakhir bagian ini.

Tabel 5.2 Perencanaan AMDAL

| No | Kegiatan | Rencana awal | Rencana Implementasi | Rencana Evaluasi |
|----|---|--------------|----------------------|------------------|
| 1 | Mengurangi turbulensi udara | V | | |
| 2 | Memilih mesin dengan getaran rendah | | | |
| 3 | Memilih lokasi yang jauh dari bandara dan terminal | | | |
| 4 | Membatasi jumlah kendaraan bermotor | | | |
| 5 | Merancang instalasi peredam bunyi | | | |
| 6 | Patuh terhadap peraturan tentang amdal | | | V |
| 7 | Membangun tanggul yang tinggi untuk peredam bunyi | | | |
| 8 | Membangun jalan layang | | | |
| 9 | Menggunakan jendela yang memadai pada ruang kerja | | | |
| 10 | Membuat jadwal kegiatan yang tidak mengganggu di malam hari | | | |
| 11 | Membuat jadwal perawatan mesin | | | |
| | Menggunakan pelindung dari gangguan kebisingan | | | |

5.3. Prosedur/Langkah dalam AMDAL

Prosedur AMDAL mencakup 4 kegiatan yang melibatkan pemrakarsa, masyarakat sekitar, dinas KLH, Pemerintah Daerah dan pihak yang memiliki komitmen terhadap lingkungan hidup. Ke empat kegiatan tersebut adalah ..

- a. proses penapisan (*screening*) wajib amdal.
- b. proses pengumuman dan konsultasi kepada masyarakat sekitar lokasi atau daerah yang terkena dampak.
- c. penyusunan dan penilaian Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan (KA-ANDAL)
- d. penyusunan dan penilaian ANDAL, Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup (RKL) dan Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup (RPL).

Proses penapisan/seleksi kegiatan wajib AMDAL, merupakan kegiatan paling awal. Investor atau pemrakarsa proyek mengajukan ijin

untuk melakukan usaha di lokasi tertentu, seterusnya akan dinilai kelayakan dari segi AMDAL. Kegiatan ini akan menentukan apakah suatu rencana kegiatan proyek wajib menyusun AMDAL atau tidak. Bila proyek memerlukan AMDAL maka harus menyusun 4 dokumen, yakni dokumen KA-ANDAL, ANDAL, RKL dan RPL.

Proses pengumuman dan konsultasi masyarakat merupakan langkah yang berkaitan dengan upaya investor atau pemrakarsa proyek mengumumkan rencana kegiatan proyek yang akan dilaksanakan. Pengumuman ini bertujuan agar kegiatan proyek mendapat respon masyarakat atau mendapatkan masukan dan investor melayani konsultasi kepada masyarakat. Sebaliknya investor atau pemrakarsa proyek dapat memperoleh masukan dalam perbaikan rencana. Masukan dan konsultasi tersebut merupakan bagian penting dalam menyusun KA-ANDAL.

Sesudah dirasa cukup oleh investor tentang masukan dan konsultasi masyarakat tersebut, barulah KA-ANDAL disusun. Proses penyusunan KA-ANDAL adalah proses untuk menentukan cakupan ruang lingkup permasalahan lingkungan hidup yang akan dikaji dalam studi ANDAL. Dalam hal ini dampak polusi apa yang mungkin timbul jika industri yang dikembangkan oleh investor tersebut dibangun pada lokasi tersebut. Apabila proyek tersebut berdampak negatif, misalnya ada polusi udara, atau muncul kebisingan bunyi dan sebagainya; maka ditetapkanlah upaya tertentu untuk mengatasinya. Melalui teknologi yang dikembangkan pada lokasi tersebut diprediksi polusi dapat dikurangi atau dihilangkan. Selanjutnya Ka-ANDAL yang telah disusun investor atau pemrakarsa proyek dalam bentuk dokumen, dan seterusnya investor mengajukan dokumen tersebut kepada instansi pemerintah pengelola lingkungan hidup (PEMDA) untuk diajukan kepada Komisi Penilai AMDAL.

Berdasarkan peraturan yang berlaku di Indonesia, waktu untuk menilai KA-ANDAL tersebut kurang lebih 75 hari. Hasil penilaian dokumen tersebut setelah dinilai, direvisi sesuai masukan dari komisi penilai AMDAL. Dari KA-ANDAL yang telah diperbaiki tersebut seterusnya dihasilkan dokumen ANDAL, RKL dan RPL.

Penyusunan ANDAL, RKL dan RPL ini dilakukan dengan bertitik tolak dari hasil akhir KA-ANDAL yang telah disepakati antar investor dengan tim penilai. Dokumen yang dihasilkan yakni dokumen KA-ANDAL, ANDAL, RKL dan RPL ini selanjutnya diserahkan kembali kepada komisi penilai AMDAL untuk dilakukan penilaian lanjutan. Lama waktu penilaian kurang lebih 75 hari.

Komisi penilai AMDAL bertugas untuk menilai dokumen AMDAL yang mencakup KA-ANDAL, ANDAL, RKL dan RPL. Penilaian pada tingkat nasional berpusat pada Kementerian Lingkungan hidup, di tingkat propinsi berada pada instansi pengelola lingkungan hidup tingkat propinsi, kabupaten/kota. Unsur masyarakat harus terwakili dalam tim penilai tersebut. Keanggotaan tim penilai diatur dalam keputusan Menteri Lingkungan Hidup di tingkat pusat, atau keputusan Gubernur atau keputusan bupati/walikota.

5.3.1. Produk Penilaian

Upaya pengelolaan lingkungan hidup (UKL) dan upaya pemantauan lingkungan hidup (UPL) menurut keputusan Menteri Lingkungan hidup Nomor 86 tahun 2002 tentang Pedoman Pelaksanaan Upaya Pengelolaan dan Pemantauan lingkungan hidup adalah upaya yang dilakukan dalam pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup yang dilakukan oleh investor atau pemilik badan usaha serta semua pihak yang berkepentingan dalam menjaga kelestarian lingkungan hidup. UKL dan UPL merupakan perangkat pengelolaan lingkungan hidup untuk pengambilan keputusan dan dasar untuk menerbitkan atau memberi ijin untuk melakukan usaha/kegiatan atau membangun suatu proyek. Proses dan prosedur UKL dan UPL adalah menggunakan formulir yang memuat identitas investor/perakarsa, rencana usaha/kegiatan, dampak lingkungan yang mungkin akan terjadi, program pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup, tanda tangan dan cap yang sah. Formulir tersebut setelah diisi oleh investor diajukan kepada instansi pemerintah yang bertanggung jawab terhadap lingkungan hidup.

Banyaknya kasus eksplorasi seperti kejadian yang digambarkan di atas merupakan salah satu bukti bahwa di masyarakat dijumpai dalam pengelolaan lingkungan hidup yang belum optimal. Keadaan ini memperlihatkan bahwa investor belum memperhatikan kelestarian sumber daya alam dan mengupayakan lingkungan hidup yang serasi, seimbang dan sehat. Tentu saja kegiatan tersebut belum melakukan UKL dan UPL, sehingga kegiatan eksplorasi dan eksploitasi harus dihentikan.

Kejadian ini sebenarnya karena pihak investor belum melakukan AMDAL dengan baik. Kasus ini sebagai salah satu bukti kelemahan investor dan instansi pengelola AMDAL bangsa kita tentang perlunya menjaga dan menghayati makna lingkungan hidup dan kelestarian sumber daya alam. Alam belum dikelola dan dikembangkan bagi kemakmuran seluruh penghuni bumi, tetapi cenderung untuk kepentingan sesaat.

Negara kita sebagian besar berupa lautan, namun jarang dan bahkan sulit ditemui warga negara termasuk siswa yang berkeinginan dan bercita-cita mengelola laut. Sebagian besar di antara mereka malahan takut terhadap laut. Kecenderungannya adalah bekerja di darat meskipun dengan ketersediaan lapangan kerja terbatas. Akibatnya ada kecenderungan sebagian mereka kurang perhatian terhadap lingkungan sekitar yang perlu pemeliharaan yang baik. Membuang sampah sembarangan, limbah padat, cair dan gas berserakan di mana-mana.

Dalam upaya melestarikan lingkungan dan mengelola sumber daya alam secara baik proses AMDAL mencakup langkah-langkah sebagai berikut :

- a. mengidentifikasi dampak dari rencana usaha dan/atau kegiatan
- b. menguraikan rona lingkungan awal dan berusaha melakukan perhitungan akibat yang muncul.
- c. memprediksi dampak besar dan penting terhadap lingkungan hidup
- d. mengevaluasi dampak besar dan penting dan merumuskan arahan rencana pengelolaan dan pemantauan lingkungan.

Dalam hal ini kegiatan AMDAL bagi pemerintah daerah digunakan untuk keperluan bahan untuk

- a. memberikan masukan bagi perencanaan pembangunan wilayah
- b. membantu proses pengambilan keputusan tentang kelayakan lingkungan hidup dari rencana usaha dan/atau kegiatan
- c. memberi masukan untuk penyusunan disain rinci teknis dari rencana usaha dan/atau kegiatan
- d. memberi masukan untuk penyusunan rencana pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup
- e. memberi informasi bagi masyarakat atas dampak yang ditimbulkan dari suatu rencana usaha.

5.3.2. Komponen Penilai AMDAL

Pihak-pihak yang terlibat dalam proses AMDAL adalah komisi Penilai AMDAL, komisi yang bertugas menilai dokumen AMDAL, dan pemerintah dan masyarakat yang berkepentingan, masyarakat yang menerima dampak langsung atas segala bentuk keputusan dalam proses AMDAL. Setiap kegiatan usaha eksplorasi sumber daya alam atau usaha lain yang memiliki kegiatan berkaitan dengan pencemaran lingkungan wajib melakukan AMDAL. Kegiatan AMDAL wajib diumumkan terlebih dahulu kepada masyarakat sebelum pemrakarsa menyusun AMDAL. Dalam jangka waktu 30 hari sejak diumumkan, masyarakat berhak memberikan saran, pendapat dan tanggapannya. Dalam proses penyusunan AMDAL, keterlibatan masyarakat tetap diperlukan, sehingga berbagai saran, pendapat dan tanggapan masyarakat dapat dipertimbangkan dan dikaji dalam studi AMDAL. Demikian pula halnya dalam proses penilaian AMDAL di Komisi penilai AMDAL berbagai saran, pendapat dan tanggapan masyarakat menjadi dasar pertimbangan penetapan kelayakan lingkungan hidup.

5.4. Analisis Mengenai Resiko Lingkungan (AMRAL)

Kegiatan Analisis Mengenai Resiko Lingkungan (AMRAL) disebut juga kegiatan audit lingkungan. Kegiatan ini dilaksanakan manakala proyek atau usaha telah berjalan, namun belum melaksanakan kegiatan AMDAL. Proyek yang berlangsung sebenarnya menyalahi aturan jika limbah dibuang atau kegiatan menghasilkan polusi yang mengganggu lingkungan, sebab belum melaksanakan AMDAL tetapi telah beroperasi. Namun demikian hal tersebut lumrah terjadi. Pertimbangannya antara lain investor berkeyakinan bahwa limbah telah dapat dikelola secara baik, tidak membahayakan masyarakat sekitar dan membuka lapangan kerja baru bagi masyarakat sekitar proyek, serta pertimbangan lain yang pada dasarnya menurut perhitungan investor tidak membahayakan terhadap lingkungan hidup.

Apabila hal tersebut memang telah berlangsung maka langkah yang diambil adalah audit lingkungan. Kegiatan ini juga merupakan upaya penyiapan bahan sebagai alat dalam pengambilan keputusan bagi industriawan, pemerintah, masyarakat yang berkepentingan dan masyarakat yang terkena dampak langsung akibat usaha atau proyek yang sudah beroperasi. Audit lingkungan menurut keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 30 tahun 2001 merupakan kegiatan wajib dan kegiatan sukarela.

Audit lingkungan wajib dikenakan pada proyek atau industri yang telah berjalan. Kegiatan ini merupakan analisis terhadap dokumen lingkungan yang sifatnya spesifik, dengan kewajiban yang satu secara otomatis menghapuskan kewajiban lainnya kecuali terdapat kondisi-kondisi khusus.

Sebaliknya audit lingkungan sukarela dikenakan pada proyek yang telah memenuhi kriteria amdal dan telah beroperasi. Kegiatan audit lingkungan sukarela ini merupakan upaya dari pengelola proyek atau investor untuk memperlihatkan dan meningkatkan ketaatannya dalam pengelolaan lingkungan hidup. Kegiatan audit sukarela ini merupakan alat pemantauan secara internal. Kegiatan semacam ini memperlihatkan kesadaran investor atau pengelola dan sangat membantu meningkatkan efektivitas pelaksanaan pengelolaan lingkungan hidup. Hal semacam ini perlu didorong sebab sekaligus dapat memperbaiki ketidak sempurnaan dokumen yang telah dianalisis sebelumnya.

5.4.1. Tahapan Audit Lingkungan

Analisis mengenai resiko lingkungan merupakan aktivitas yang menarik, sebab tahapannya memerlukan kecermatan dalam merencanakan, bertindak dan cara evaluasinya. Langkah awal yang harus dilakukan dalam analisis mengenai resiko lingkungan ini adalah melakukan riset pendahuluan. Riset ini dilandasi dengan niat untuk memperoleh data lapangan yang objektif dengan metode yang benar. Melalui kegiatan riset ini akan diperoleh data awal mengenai polutan atau bahan pencemar yang dikeluarkan oleh usaha industri atau proyek yang sudah berjalan. Misalnya : Apabila limbah yang dikeluarkan oleh proyek atau industri tersebut berupa senyawa kimia, maka tindakan berikutnya adalah jenis unsur apa yang terkandung dalam limbah atau polutan tersebut.

Langkah kedua apabila telah diketahui jenisnya, adalah menentukan berapa besar dosis senyawa kimia tersebut. Analisis lebih jauh dengan dosis yang sebesar itu seterusnya dilakukan kajian apakah dapat limbah berakibat membahayakan bagi makhluk hidup. Apakah limbah tersebut dalam jangka pendek mengakibatkan kematian? Ataukah dalam jangka panjang ? Pertanyaan inilah yang perlu dicari pemecahannya lewat kegiatan AMRAL. Kegiatan AMRAL pada tahap ini amat rumit dan seringkali harus menggunakan hewan uji untuk pembuktiannya yang memerlukan waktu relatif lama.

Dari pengumpulan data yang telah meyakinkan dan dilandasi dengan metode ilmiah yang benar, langkah ketiga adalah melakukan kajian tentang manajemen resiko. Analisis manajemen resiko ini merupakan upaya menganalisis apakah terdapat senyawa target yang berada pada lingkungan/daerah tertentu. Seterusnya dicari pemecahan yang rasional berapa dosis yang dapat diduga, dinyatakan dalam besaran jumlah gram/orang yang tinggal di lingkungan/lokasi tertentu tersebut. Analisis lebih lanjut yang dilakukan adalah apakah lewat kontak antara manusia dengan manusia, hewan dengan manusia atau lainnya, memungkinkan kadar senyawa tersebut berbahaya ? Kegiatan ini akan melibatkan banyak pihak dan merupakan kegiatan tersulit untuk dilakukan.

5.4.2. Implementasi Audit Lingkungan

Setelah mendapatkan data kuantitatif dari ketiga langkah yang telah dilakukan, langkah lanjutannya adalah tahapan implementasi atau penerapan. Langkah ini bagian dari pengambilan keputusan dalam membuat peraturan atau kebijakan. Langkah awalnya adalah langkah melakukan analisis apakah senyawa kimia tersebut sudah termasuk bahaya lingkungan atau belum. Jika jawabannya, ya senyawa ini berbahaya, maka langkah yang akan diambil adalah menyajikan fakta, data dan laporan lengkap hasil penelitian yang meyakinkan sebagai bahan pengambilan keputusan. Pada langkah inilah merupakan langkah yang sulit, karena telah melibatkan dan masuknya kekuatan politis, ekonomi, sosial budaya yang hasil akhirnya sebuah dapat dimunculkan peraturan. Peraturan inilah yang selanjutnya menjadi acuan yang harus dipatuhi semua pihak demi keselamatan bersama.

Persoalan pokok dalam menerbitkan peraturan adalah akan munculnya banyak kepentingan yang berperan. Banyaknya kepentingan ini ditandai dengan masuknya faktor non teknis, yakni kekuatan politik, ekonomi sosial dan budaya.. Faktor politik, kekuasaan, ekonomi berperan banyak dalam merumuskan peraturan. Di sinilah hambatan akan muncul, di antaranya hasil audit tersebut seringkali dianggap kurang berbobot karena secara ekonomis tidak menguntungkan investor dan pemerintah, meskipun beresiko yang besar terhadap kelangsungan hidup makhluk hayati di sekitar proyek yang sedang beroperasi. Oleh sebab hal ini di luar kewenangan ahli lingkungan, semua ini kita serahkan kepada lembaga yang berwenang dengan diiringi doa semoga keputusannya membawa kesejahteraan masyarakat dan kelestarian lingkungan dan sumber daya alam yang ada.

5.5. Kunci jawaban Soal Latihan

Latihan 1

| No | Jenis bahan/materi | Mencemari Udara | | Dampak kesehatan |
|----|--------------------|-----------------|-------|--|
| | | Berbahaya | tidak | |
| 1 | Karbon monoksida | V | | Beracun, mematikan |
| 2 | Oksida nitrogen | V | | Mempercepat timbulnya efek rumah kaca |
| 3 | Oksida sulfur | V | | Menimbulkan efek rumah kaca |
| 4 | Hidrokarbon | V | | Menimbulkan efek rumah kaca |
| 5 | Ozon | V | | Menimbulkan efek rumah kaca |
| 6 | Partikel debu | V | | Iritasi pada mata, kulit |
| 7 | Uap air embun | | V | Bersih, menyegarkan |
| 8 | Karbondioksida | V | | Penyusun efek rumah kaca Perlu untuk aktivitas bernafas |

Latihan 2

| No | Kegiatan | Rencana | Implementasi | Evaluasi |
|----|-------------------------------------|---------|--------------|----------|
| 1 | Mengurangi turbulensi udara | V | | |
| 2 | Memilih mesin dengan getaran rendah | V | | |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 3 | Memilih lokasi yang jauh dari bandara dan terminal | V | | |
| 4 | Membatasi jumlah kendaraan bermotor | V | | |
| 5 | Merancang instalasi peredam bunyi | V | | |
| 6 | Mematuhi peraturan tentang amdal | | | V |
| 7 | Membangun tanggul yang tinggi untuk peredam bunyi | | V | |
| 8 | Membangun jalan layang | | V | |
| 9 | Menggunakan jendela yang memadai pada ruang kerja | | | V |
| 10 | Membuat jadwal kegiatan yang tidak mengganggu di malam hari | | | V |
| 11 | Membuat jadwal perawatan mesin | | | V |
| 12 | Menggunakan pelindung dari gangguan kebisingan | | | V |

5.6. Soal-Soal

11. Jelaskan dengan contoh konkrit polutan apa saja yang tergolong dalam polutan abiotik dan polutan biotik dalam kehidupan sehari-hari di lingkungan tempat tinggal anda? Jelaskan!
12. Sebutkan 3 isu strategis dalam pengendalian lingkungan? Jelaskan dengan contoh!
13. Apa kegunaan kegiatan AMDAL, jelaskan siapa saja yang perlu dilibatkan dalam proses AMDAL tersebut? Jelaskan!
14. Ada 6 situasi yang memungkinkan berpengaruh terhadap kualitas lingkungan hidup? Sebutkan dan jelaskan perannya!
15. Sebut salah satu lokasi di lingkungan tempat tinggalmu yang ada kasus pencemaran lingkungan! Lakukan analisis tentang apa polutan yang menyebabkan, dan usaha apa yang seharusnya dilakukan untuk mengurangi resiko kerusakan lingkungan?
16. Sebutkan 4 dokumen yang diperlukan dalam AMDAL dan jelaskan proses yang perlu ditempuh dalam melakukan AMDAL.
17. Apakah yang disebut dengan kegiatan audit lingkungan? Persyaratan apa saja yang dituntut dalam audit lingkungan dan bagaimana proses audit lingkungan dilakukan? Jelaskan!

DAFTAR PUSTAKA

- Bohn, Ralph C. Et.al. (1986). **Energy, Power And Transportation**. California : Dlencoe Publishing Company
- Corinne Stockley, et al (1998). **Kamus Fisika Bergambar** (trans. Abdul Djamil Husin). Jakarta, Erlangga
- Cromer, Alan H. (1994). **Fisika Untuk Ilmu-Ilmu Hayati** (trans. Sumartono Prawiro Susanto dan Kusminarta). Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Djuwanto, Prawoto dan Moh. Amin, (1980). **Perkembangan IPA ditinjau dari Aspek Pengetahuan Bumi dan Antariksa**. Yogyakarta : FKIE IKIP Yogyakarta.
- Departemen Kesehatan RI, (1979). **Daftar Komposisi Bahan Makanan**. Jakarta : PT Bhatara Aksara.
- Drost, SJ. Dkk. (1987). **Ilmu Alamiah Dasar, proyek Pengembangan Mata kuliah**. Yogyakarta : Pusat Penelitian Atmajaya.
- Endang Daruni asdi dan A. Husnan Aksa, (1982). **Filsuf-Filsuf Dunia dalam Gambar**. Yogyakarta : Karya Kencana
- Epstein, Lewis C. (1983). **Thinking Physics is gedarken Physics**. San Francisco : Insight Press
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, (2001). **Asdep Kajian Dampak Lingkungan**. Down load [http : /www.menlh.go.id](http://www.menlh.go.id). Juni 2008.
- Lehrman, Robert. L. (1984). **Physics The easy Way**. New York : Barron's Educational Series, Inc.
- Moh. Amin, Prawoto dan Siti Mariyam, (1980). **IPA Dalam Kehidupan Sehari-hari**. Seri MKDU Ilmu Alamiah Dasar. Yogyakarta : FKIER IKIP Yogyakarta.
- Moh Amin, Prawoto, Siti Mariyam, (1980). **Perkembangan IPA ditinjau dari Aspek Biologi**. Yogyakarta : FKIE IKIP Yogyakarta
- Ostdiek Vern J. And Donald J. Bord, (1987). **Inquiry Into Physics**. New York : West Publishing Company.
- Praptono, F. (1993). **Lingkungan Sebagai Media Dalam Pemasarakatan Wawasan Rancang Bangun dan Rekayasa**. *Cakrawala Pendidikan*, Majalah Ilmiah Kependidikan. IKIP Yogyakarta, Edisi Khusus Dies 21 Mei 1993.
- Pusat Pengembangan Pendidikan IPA, (1977-1978). **Media Komunikasi Dalam Pendidikan IPA**. *Majalah IPA*. Bandung : STC.
- Sarbiran, (1993). **Identifikasi dan Usaha Prediksi Dampak Lingkungan Aspek Sosial Budaya**. *Cakrawala Pendidikan*, Majalah Ilmiah Kependidikan. IKIP Yogyakarta, Edisi Khusus Dies 21 Mei 1993.
- Supono, dkk. (1979). **Energi Gelombang dan Medan**. II Jakarta : Depdikbud.
- Surahman dan Sutinno, Al, (1996). **Menyiasati Hidroponik Dengan Teknologi Sederhana**. *Cakrawala Pendidikan*, Majalah Ilmiah Kependidikan. IKIP Yogyakarta, edisi Mei 1996.
- Toto Saksono, (2007). **Mengkompromikan Rukyat dan Hisab**. Jakarta : Amytas Publicita, Center for Islamic Studies.
- Webwe. Robert. L., Marsh W. White and Kenneth V. Manning (1959). **Physics for Science and Engeneering**. New York : Mcgraw Hill Book Company, Inc.
- Yosaphat Sumardi, (1993). **Dampak Kebisingan Terhadap Manusia**, *Cakrawala Pendidikan*, Majalah Ilmiah Kependidikan. IKIP Yogyakarta, Edisi Khusus Dies 21 Mei 1993.
- Yosaphat Sumardi, Ami Syulasmai dan Maman Rumanta, (2007). **Konsep Dasar IPA SD**. Jakarta : Universitas Terbuka.

Yuli Priyanto, (1994). ***Daur Ulang Limbah Sampah kota Menjadi Kompos Dengan Memanfaatkan Cacing Tanah***. Cakrawala Pendidikan, Majalah Ilmiah Kependidikan. IKIP Yogyakarta, edisi Februari 1994.
....., Harian Kompas, edisi Bulan Oktober- November 2007. Jakarta.

DAFTAR ISTILAH

| | |
|-------------------------|---|
| Abiotik | : makhluk tak hidup |
| An Aerob | : tubuh menghasilkan energi tanpa bantuan oksigen |
| Asam Laktat | : produk buangan dari otot akibat metabolisme an aerob |
| Biotik | : makhluk hidup |
| Biosfir | : lapisan bumi |
| DNA/ ADN | : <i>Deoksiribo Nukleat Acid</i> atau Asam Deoksiribo Nukleat |
| Diafragma | : jaringan yang terdiri dari sel otot yang memisahkan antara rongga dada dan rongga perut. |
| Dilatasi | : pelebaran pada pembuluh darah atau pelebaran otot. |
| Dinamis | : mudah adaptasi |
| Diploid | : sel yang mengandung 2n kromosom dalam inti sel |
| Eksperasi vs insperasi | : proses keluarnya udara dari paru-paru pada proses pernafasan |
| Energi | : kemampuan melakukan Kerja |
| Energi mekanik | : energi yang menghasilkan kerja mekanik |
| Energi kinetik | : Energi gerak-energi yang dimiliki benda karena geraknya |
| Energi potensial | : energi tempat atau energi yang dimiliki benda karena poisisinya terhadap permukaan bumi. |
| Entropi | : hilangnya energi dalam bentuk kalor |
| Epifiisa | : ujung tulang |
| Ekosistem | : tatanan secara menyeluruh segenap unsur kehidupan dalam lingkungan yang saling mempengaruhi |
| Ekologi | : ilmu tentang hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya |
| Gaya | : suatu pengaruh yang dapat menyebabkan gerak benda dipercepat. |
| Gaya gerak listrik | : energi untuk mengalirkan sumber muatan dalam rangkaian listrik |
| Gamet | : sel kelamin |
| Gena | : pembawa sifat yang diturunkan |
| Gendang telinga | : membran yang memisahkan antara telinga luar dan telinga dalam. Gendang telinga ini berhubungan dengan serangkaian tulang kecil dalam telinga yang meneruskan gelombang bunyi di udara ke telinga. |
| Generator | : suatu alat yang mengubah energi mekanik menjadi listrik |
| Glikogen | : glukosa yang disimpan dalam hati dan otot |
| Glukosa | : gula yang didapat dengan memecah karbohidrat |
| Habitat | : tempat hidup yang khas |
| Herbivora | : binatang pemakan tumbuhan |
| Individu | : satuan organisme makhluk hidup, makhluk tunggal |
| Inersia diamnya | : kecenderungan benda mempertahankan keadaan atau gerak lurus beraturan. |
| Interferensi | : perpaduan dua gelombang atau lebih yang terjadi pada saat dan tempat yang sama |
| Isolator | : bahan yang sukar mengnatarkan listrik atau kalor |
| Jangka sorong dengan | : alat ukur panjang yang dilengkapi skala tambahan ketelitian skala sampai 0,1 mm |
| Jejaring makanan | : proses makan-memakan yang kompleks |
| Kompetisi | : persaingan dua individu karena membutuhkan hal yang sama |
| Komunitas | : kumpulan berbagai populasi organisme di suatu tempat |

| | |
|---------------------------|--|
| Karnivora | : binatang pemakan daging/hewan lain |
| Keanekaragaman | : terdapat beragam bentuk penempatan dan sifat. |
| Konduktor | : bahan yang mudah menghantarkan panas atau listrik |
| Lidah | : organ berotot dalam mulut, penting untuk berbicara, makan dan minum. |
| Mamalia | : binatang berdarah panas yang bertulang belakang dan ditumbuhi bulu. Misalnya : anjing,, sapi, kucing dsb. |
| Medan Listrik | : besaran listrik yang memiliki nilai pada setiap titik dalam ruang, gaya tiap satuan muatan. |
| Medan magnet arus | : daerah yang masih merasakan adanya gaya magnet; listrik menghasilkan besaran medan magnet |
| Medan | : besaran fisika yang memiliki nilai setiap titik dalam ruang |
| Metabolisme | : proses pengubahan glukosa atau glikogen dalam sel |
| Mikro organisme | : makhluk hidup berukuran kecil |
| Meiosis | : proses pembelahan sel |
| Mengkultur | : memelihara sel/jaringan atau makhluk hidup di laboratorium |
| Mensuplai | : menyalurkan sesuatu |
| Mineral | : elemen kimia untuk kesehatan |
| Omnivora | : makhluk hidup pemakan segala, tumbuhan, dan hewan. |
| Organisme | : makhluk hidup |
| Perkembangbiakan aseksual | : perkembangbiakan tanpa melibatkan sel kelamin. |
| Perkembang biakan seksual | : perkembangbiakan dengan melibatkan sel kelamin |
| Pembiasan | : adalah peristiwa pembelokan berkas cahaya ketika melewati bidang batas antar dua medium yang berbeda kerapatannya. |
| Populasi | : kumpulan makhluk hidup sejenis di suatu tempat pada saat tertentu |
| Porositas | : jumlah poro-pori dalam bahan |
| Predasi | : hubungan populasi, satu sebagai mangsa lainnya sebagai pemangsa |
| Produsen fotosintesis | : tumbuhan hijau yang membuat makanan lewat |
| Rantai makanan | : perpindahan makanan dari makhluk hidup yang satu ke makhluk hidup lainnya |
| Struktur | : susunan |
| Termograff | : peranti untuk mengukur jumlah radiasi infra merah yang dipancarkan oleh setiap bagian kecil kulit manusia. |
| Triploid | : yang yang memiliki 3n kromosom dalam inti |
| Torka | : hasil kali antara gaya dengan lengan momen. |
| Zigot | : hasil penyatuan antar sel kelamin jantan dan ovum |



ISBN 978-602-8320-40-5

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 45 Tahun 2008 tanggal 15 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.