

BBM 4

SUMBER DAYA ALAM

Dra. Yuyu Hendawati, M.Pd.

PENDAHULUAN

Kehidupan manusia di bumi ditunjang oleh tersedianya sumber daya alam. Alam pada dasarnya telah menyediakan kebutuhan umat manusia baik yang bersifat biotik (hayati) maupun abiotik (non-hayati). Sumber kekayaan bumi baik biotik maupun abiotik yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan manusia merupakan Sumber Daya Alam (SDA).

Manusia merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lingkungan. Kehidupan manusia tergantung pada kelestarian lingkungan, sebaliknya kelestarian lingkungan tergantung pada kegiatan manusia. Dalam kondisi alami lingkungan dengan segala keragaman interaksi yang ada mampu untuk menyeimbangkan keadaannya. Namun kondisi tersebut dapat berubah dengan berbagai aktivitas yang dilakukan manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup yang terkadang dapat melampaui batas. Oleh sebab itu, dalam pemanfaatan SDA harus disertai dengan pemeliharaan dan pelestariannya.

Untuk memperluas pengetahuan Anda tentang SDA dan Lingkungan Hidup, maka pada BBM ini Anda akan mempelajari SDA mengenai Klasifikasi SDA, Aneka SDA dan Pemanfaatan SDA. Serta Lingkungan Hidup mengenai Keseimbangan Lingkungan, Perubahan Lingkungan, Pencemaran Lingkungan, dan Parameter Pencemaran. Pentingnya mempelajari BBM ini, Anda diharapkan memiliki pengertian dan kesadaran dalam pemanfaatan SDA juga disertai dengan pemeliharaan dan pelestariannya.

Setelah mempelajari BBM ini, secara khusus Anda diharapkan dapat :

1. Menyebutkan dengan kata-kata sendiri pengertian sumber daya alam.
2. Menyebutkan tiga dasar klasifikasi sumber daya alam.
3. Menyebutkan lima macam sumber daya alam.

4. Menyebutkan dua manfaat dari sumber daya alam.
5. Menjelaskan sumber daya alam yang tidak habis.
6. Menjelaskan arti dari pemanfaatan sumber daya alam secara berkesinambungan.
7. Menjelaskan tentang sumber daya alam dan manfaatnya bagi manusia.
8. Menjelaskan tentang pengaruh sumber daya alam terhadap lingkungan dihubungkan dengan eksploitasi sumber daya alam.
9. Menjelaskan tiga macam pencemaran lingkungan.
10. Menjelaskan parameter pencemaran.

Untuk membantu Anda mencapai tujuan tersebut, bahan belajar mandiri ini diorganisasikan menjadi 2 (dua) kegiatan belajar (KB) sebagai berikut:

KB : 1 Sumber Daya Alam

KB : 2 Lingkungan Hidup

Sebelum mempelajari BBM ini diharapkan Anda memahami terlebih dahulu tentang Atmosfir pada BBM sebelumnya, dengan tujuan untuk mempermudah Anda dalam mempelajari SDA dan Lingkungan Hidup.

Untuk membantu Anda dalam mempelajari BBM 4 ini ada baiknya diperhatikan beberapa petunjuk belajar berikut ini

1. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan ini sampai Anda memahami secara tuntas tentang apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari bahan belajar ini.
2. Baca sepiantas bagian demi bagian dan temukan kata-kata kunci dari katakata yang dianggap baru. Carilah dan baca pengertian kata-kata kunci tersebut dalam kamus yang Anda miliki.
3. Tangkaplah pengertian demi pengertian melalui pemahaman sendiri dan tukar pikiran dengan mahasiswa lain atau dengan tutor Anda.
4. untuk memperluas wawasan, baca dan pelajari sumber-sumber lain yang relevan. Anda dapat menemukan bacaan dari berbagai sumber, termasuk dari internet.

5. Mantapkan pemahaman Anda dengan mengerjakan latihan dan melalui kegiatan diskusi dalam kegiatan tutorial dengan mahasiswa lainnya atau teman sejawat.
6. Jangan dilewatkan untuk mencoba menjawab soal-soal yang dituliskan pada setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini berguna untuk mengetahui apakah Anda sudah memahami dengan benar kandungan bahan belajar Kegiatan Belajar

Selamat Belajar!

KEGIATAN BELAJAR-1

SUMBER DAYA ALAM

Dra. Yuyu Hendawati, M.Pd.

PENGANTAR

Apa yang Anda temukan jika Anda pergi ke hutan, laut, atau pegunungan? Anda pasti akan menjawab, baik di hutan, laut atau pegunungan akan menemukan kekayaan hutan berupa jenis – jenis tumbuhan dan jenis – jenis hewan, serta kekayaan lautan berupa jenis – jenis ikan, rumput laut dan sebagainya. Disamping itu kita akan menemukan kekayaan barang tambang seperti berbagai macam mineral dan minyak bumi. Semua kekayaan tersebut merupakan sumber kekayaan bumi baik biotik maupun abiotik.

Anda tentu sudah mengetahui bahwa sumber daya alam merupakan kekayaan yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan manusia. Karena semua kekayaan bumi baik biotik maupun abiotik dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan manusia yang disebut sumber daya alam (SDA). Kehidupan manusia di bumi ditunjang oleh tersedianya sumber daya alam. Dalam perkembangan ilmu dan teknologi yang paling canggih sekalipun, manusia tetap akan tergantung pada SDA.

Pemanfaatan SDA harus diikuti oleh pemeliharaan dan pelestariannya, karena SDA bersifat terbatas. Maka untuk kelangsungan hidup manusia perlu diadakan tindakan yang bijaksana dan disertai dengan kesadaran yang tinggi dalam pengelolaan SDA agar keseimbangan ekosistem tetap terjaga.

A. Klasifikasi Sumber Daya Alam

Dibawah ini Anda akan membahas tentang klasifikasi SDA, sebelum membahas tentang klasifikasi SDA sebaiknya Anda mengetahui definisi dari SDA terlebih dahulu. Menurut Slamet Riyadi (Darmodjo, 1991/1992) mendefinisikan Sumber Daya Alam sebagai segala isi yang terkandung dalam biosfer, sebagai sumber energi yang potensial, baik yang tersembunyi di dalam litosfer (tanah), hidrosfer (air) maupun atmosfer (udara) yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan manusia secara langsung maupun tidak langsung. Herman Haeruman Js (Kaligis, 1986) menyatakan bahwa: Sumber Daya Alam adalah sumber daya yang terbentuk karena kekuatan alami misalnya tanah, air dan perairan, biodata, udara dan ruang, mineral, bentang alam (landscape), panas bumi dan gas bumi, angin, pasang surut dan arus laut. Jadi sumber daya alam adalah segala sesuatu yang ada di sekeliling manusia yang bukan dibuat manusia, dan yang terdapat di permukaan bumi, baik itu berada di dalam tanah, laut ataupun air dan di udara, yang dapat dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan manusia maupun organisme lain secara langsung maupun tidak langsung.

Cara apa yang Anda lakukan untuk mengklasifikasikan SDA? Ada banyak cara untuk mengklasifikasikan SDA tergantung kepada tujuan klasifikasinya. Mengapa banyak cara untuk mengklasifikasikannya? Sebab antarapakar sendiri sering terjadi perbedaan – perbedaan dalam mengklasifikasikan.

SDA dapat digolongkan menjadi beberapa macam. Berikut ini akan disajikan beberapa penggolongan SDA berdasarkan pada sifat, potensi dan jenisnya (Pratiwi dkk, 2000).

1. Berdasarkan Sifat

Menurut sifatnya, sumber daya alam dapat dibagi 3, yaitu sebagai berikut :

- a. *Sumber daya alam yang dapat diperbaharui (renewable)*, misalnya : Hewan, tumbuhan, mikroba, air dan tanah. Disebut terbarukan karena dapat melakukan reproduksi dan memiliki daya regenerasi (pulih kembali).
- b. *Sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (non-renewable)*, misalnya: minyak bumi, gas bumi, batu bara, dan bahan tambang lainnya.
- c. *Sumber daya alam yang tidak habis*, misalnya udara, matahari, energi pasang surut, energi laut dan air dalam siklus hidrologi.

2. Berdasarkan Potensi

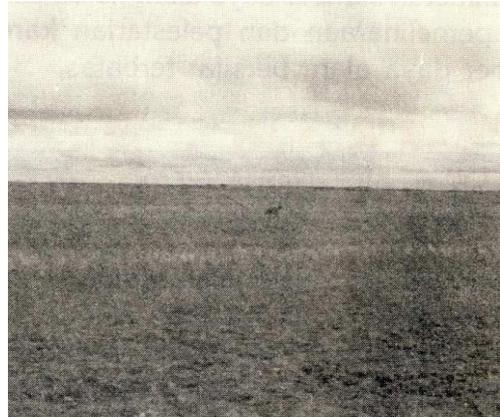
Menurut potensi penggunaannya, sumber daya alam dibagi beberapa macam, antara lain sebagai berikut.

- a. *Sumber daya alam materi*; merupakan sumber daya alam yang dimanfaatkan dalam bentuk fisiknya. Misalnya, batu, besi, emas, kayu, serat kapas, kaca, dan rosela.
- b. *Sumber daya alam energi*; merupakan sumber daya alam yang dimanfaatkan sebagai sumber energi. Misalnya batu bara, minyak bumi, gas bumi, air terjun, sinar matahari, energi pasang surut air laut, dan kincir angin. Contoh SDA yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi (air terjun) dapat Anda lihat pada Gambar 4.1.
- c. *Sumber daya alam ruang*; merupakan sumber daya alam yang berupa ruang atau tempat hidup, misalnya area tanah (daratan) dan angkasa. SDA ruang dapat Anda lihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1.

Air Terjun merupakan sumber daya energi potensial untuk pembangkit listrik ruang



Gambar 4.2.

Hamparan tanah merupakan sumber daya yang potensial untuk pembangkit listrik ruang

3. Berdasarkan Jenis

Menurut jenisnya, sumber daya alam dibagi dua sebagai berikut :

- a. *Sumber daya alam nonhayati (abiotik)*; disebut juga sumber daya alam fisik, yaitu sumber daya alam yang berupa benda-benda mati. Misalnya : bahan tambang, tanah, air, dan kincir angin.
- b. *Sumber daya alam hayati (biotik)*; disebut juga sumber daya alam yang berupa makhluk hidup. Misalnya : hewan, tumbuhan, mikroba, dan manusia.

B. Aneka Ragam Sumber Daya Alam dan Pemanfaatannya

Setelah Anda mempelajari klasifikasi SDA, Anda akan mengenal adanya aneka ragam SDA yang dapat dimanfaatkan. Pada uraian dibawah ini akan dibicarakan sebagian dari pemanfaatan sumber daya alam.

Contoh SDA yang dapat dimanfaatkan antara lain (Kaligis, 1986) :

1. Sumber Makanan dan Obat-obatan

Banyak SDA yang sudah Anda ketahui yang dapat dimanfaatkan oleh manusia, baik yang berasal dari SDA hayati maupun nabati. Misalnya SDA hayati dan nabati yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan hewan, contoh untuk sumber makanan antara lain hewan – hewan ternak, berbagai umbi – umbian, berbagai jenis biji – bijian dan sebagainya. Sedangkan untuk sumber

obat – obatan antara lain jahe, lempuyang, pasak bumi, laos, dan sebagainya. Coba Anda cari contoh lainnya untuk SDA yang dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai sumber makanan dan obat-obatan!

2. Sumber Energi

Energi dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari misalnya untuk memasak, menjemur pakaian, penerangan dan sebagainya. Energi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari berasal dari sumber energi. Sumber energi merupakan SDA yang dapat dimanfaatkan energinya, antara lain:

- a. Yang berasal dari tanah contohnya minyak bumi, gas bumi, batu bara;
- b. Yang berasal dari udara contohnya matahari, angin;
- c. Air dapat dipakai sebagai pembangkit tenaga listrik;
- d. Yang berasal dari biomas misalnya kayu, ranting, zat-zat pati, gula dan getah-getahan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan;
- e. Dan lain-lain. Coba carilah oleh Anda contoh sumber energi yang lainnya!

3. Sumber Devisa Negara

Seyogyanya Anda banyak mengetahui pemanfaatan SDA yang dapat dijadikan sebagai sumber devisa Negara. Coba anda amati hasil – hasil SDA! Apa yang dapat dihasilkan dari SDA untuk sumber devisa negara? Tidak sedikit devisa negara dapat diperoleh dari pemanfaatan sumber daya alam. Misalnya yang berasal dari :

- a. Sumber daya alam biotik seperti hasil-hasil perkebunan (teh, karet dan lain-lain), kehutanan (kayu, rotan, damar dan lain-lain);
- b. Sumber daya alam tanah seperti minyak bumi, gas bumi, batu bara, besi dan mineral lainnya, dan
- c. Sumber daya alam laut (air) misanya udang, beraneka ragam ikan, rumput laut dan lain-lain.

4. Sebagai Sumber Plasma Nutfah

Anda pasti mengetahui ada beberapa tumbuhan atau hewan yang dahulu tidak dimanfaatkan, tetapi sekarang dapat dimanfaatkan atau dibudidayakan, salah satunya buah pace (mengkudu). Di hutan atau dilingkungan kita masih terdapat tumbuhan dan hewan yang belum dibudidayakan. Nilai biologis yang penting adalah hutan sebagai gudang plasma nutfah. Plasma nutfah adalah sifat - sifat unggul yang diwariskan secara turun temurun. Dahulu ada beberapa tanaman yang masih belum memiliki peranan yang sangat penting, tapi pada saat ini diketahui memiliki manfaat yang bisa digunakan oleh manusia, contohnya buah pace (mengkudu) yang semula tidak dimanfaatkan sekarang memiliki khasiat meningkatkan kebugaran tubuh, mencegah dan mengobati penyakit tekanan darah tinggi, tanaman mamba (*Azadirakhta indica*) dahulu tanaman ini hanya merupakan tanaman pagar tetapi saat ini diketahui mengandung zat azadirakhtin yang memiliki peranan sebagai anti hama dan anti bakteri. Adapula jenis gangga yang memiliki kandungan protein tinggi, yang digunakan sebagai sumber makanan masa depan misalnya *Chlorella*.

(Syamsuri, 2002)

Sumber daya alam merupakan bagian tak terpisahkan dari suatu ekosistem, yaitu lingkungan tempat berlangsungnya hubungan timbal balik makhluk hidup dan faktor-faktor alam, antara makhluk hidup satu dengan yang lain dan antara faktor alam satu dengan yang lain. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber daya alam pada hakikatnya berarti melakukan perubahan-perubahan di dalam ekosistem alami yang telah atau belum diubah oleh tindakan manusia. Di dalam kesatuan ekosistem kedudukan manusia adalah sebagai bagian dari unsur-unsur lain yang tak mungkin terpisahkan. Oleh karena itu seperti halnya dengan organisme lainnya, kelangsungan hidup manusia tergantung pula pada kelestarian ekosistemnya. Untuk menjaga terjaminnya kelestarian ekosistem, faktor manusia adalah sangat dominan. manusia harus dapat menjaga keserasian hubungan timbal balik antara manusia dengan lingkungannya, sehingga keseimbangan ekosistem

tidak terganggu. Pengaruh manusia terhadap pemanfaatan sumber daya alam dapat mengakibatkan tiga kemungkinan kualitas sumber daya alam, yaitu merusak, tetap lestari, dan memperbaiki (Kaligis, 1986).

Demikianlah pengklasifikasian SDA berdasarkan pada berbagai kepentingan. Apabila anda membaca dimedia masa mungkin anda menemukan cara pengklasifikasian yang lain. Berikut ini akan dibahas tentang SDA yang tak dapat diperbaharui, SDA yang dapat diperbaharui dan SDA yang tidak akan habis.

1. SDA yang Tak Dapat Diperbaharui

SDA yang tak dapat diperbaharui di bumi ini jumlahnya terbatas; logam, mineral, minyak bumi dan batu bara merupakan contoh Sumber Daya Alam yang tak dapat diperbaharui atau tak terpulihkan. Jika diambil terus menerus sumber daya alam tersebut akan habis. Apa yang terjadi jika semua minyak bumi di sedot habis, sementara sumber energi lain belum mencukupi? Bagaimana dengan generasi yang akan datang, yang juga berhak atas tersedianya sumber energi tadi?

Agar generasi yang akan datang tidak kehilangan haknya, kita perlu melakukan konservasi SDA. Konservasi artinya memelihara dan mengelola. Misalnya dengan melakukan penghematan bahan, pendaurulangan (*recycle*), penggunaulangan (*reuse*), dan perawatan (*repair*).

a. Pendaurulangan (*recycle*)

Pendaurulangan yaitu dimana sampah yang dapat diuraikan dapat dimanfaatkan kembali setelah melalui daur ulang (*recycle*). Contoh: Sampah dan daun-daun dapat dijadikan kompos untuk pupuk tanaman. Coba carilah oleh Anda contoh yang lainnya yang dapat didaur ulang!

b. Penggunaulangan (*reuse*)

Penggunaulangan yaitu sampah yang tidak dapat diuraikan akan tetap sebagai sampah jika dibiarkan di lingkungan. Kita dapat menggunakan kembali sampah tersebut melalui penggunaulangan. Misalnya: kaleng bekas kue dapat

digunakan lagi untuk wadah makanan atau botol bekas dapat digunakan lagi untuk menyimpan minum dan sebagainya. Pemanfaatan ulang mempunyai keuntungan sebagai berikut:

1. Mengurangi sampah agar tidak semakin mengotori lingkungan
2. Menghemat SDA
3. Menghemat pengeluaran
4. Menumbuhkan kesadaran dan kepedulian lingkungan.

c. Perawatan (*repair*)

Perawatan yang biasa kita lakukan agar barang dapat bertahan lama, contohnya adalah:

1. Membersihkan sumbu kompor secara berkala.
2. Merawat mesin jahit, komputer dan peralatan lain.

d. Penghematan (*reduce*)

Penghematan menggunakan barang-barang yang sudah ada/barang bekas misalnya botol bekas selai dapat digunakan lagi untuk menyimpan gula dan sebagainya. Jadi tidak perlu membeli wadah baru.

Alasannya:

- a) Dapat menghemat SDA, terutama SDA tak terpulihkan.
- b) Mengurangi sampah, sehingga mencegah pencemaran.

Coba pikirkan bagaimana Anda merawat sepeda motor yang Anda pergunakan agar tidak boros bensin, mesinnya tetap bagus, tidak mudah karat? Pembuatan kompos tergolong pendaurulangan (*recycle*). Pernahkan Anda menggunakan kertas bekas untuk ditulisi di sebaliknya yang masih kosong? Kegiatan ini tergolong penggunaulangan (*reuse*). Menggunakan benda-benda bekas untuk menghemat bahan dan mengurangi sampah merupakan perbuatan yang beretika lingkungan tinggi. (Syamsuri; 2002) Anda pasti telah mengetahui SDA yang tak dapat diperbaharui misalnya: minyak bumi, gas dan batu bara. Dalam uraian di bawah ini Anda akan mempelajari terbentuknya minyak bumi, gas dan batu bara. Baik minyak bumi maupun batu bara di kenal sebagai bahan bakar fosil, karena berasal dari perombakan/ penguraian sisa-

sisa makhluk hidup. Terjadinya dapat bersamaan dan dapat pula secara terpisah dalam batuan endapan. Bahan bakar fosil adalah batuan endapan, bahan bakar fosil adalah sumber energi yang penting karena menghasilkan cahaya dan panas.

a. Terbentuknya Minyak Bumi dan Pengolahannya

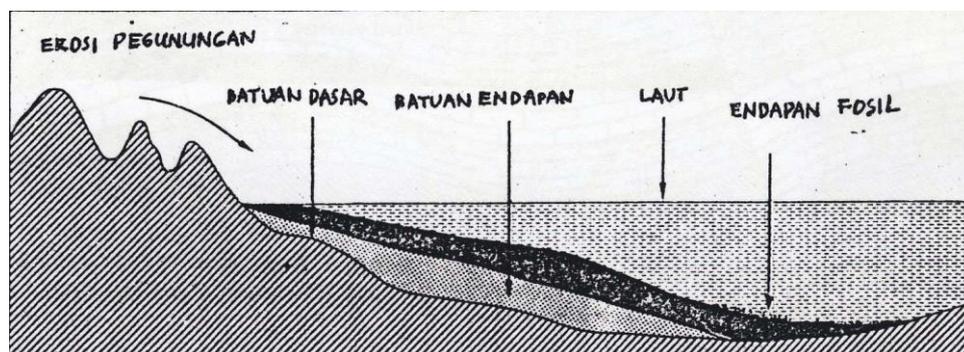
Apakah anda mengetahui istilah lain dari minyak bumi? Minyak bumi disebut juga bahan bakar fosil sebab terbentuk dari fosil hewan maupun tumbuhan laut. Dalam bahasa Inggris minyak bumi di sebut Petroleum (*Petro* = batu dan *oleum* = minyak), jadi maksudnya adalah minyak batuan.

Minyak bumi, terbentuk sebagai hasil akhir dari perombakan bahanbahan organik (sel-sel dan jaringan hewan/tumbuhan laut) yang tertimbun selama berjuta-juta tahun di dalam tanah, baik di daerah daratan ataupun di daerah lepas pantai.

Pada seri gambar berikut ini Anda dapat mengamati dan mempelajari proses pembentukan minyak bumi.

Proses pembentukan minyak bumi ini berlangsung dalam jangka waktu jutaan tahun.

Baik hewan maupun tumbuhan laut yang pada waktu itu tumbuh dan berkembang di dasar laut, zat organiknya tertutup oleh lapisan-lapisan rombakan batuan lain/endapan tanah yang berasal dari erosi di daratan atau pegunungan dapat dilihat pada gambar 4.3a. Sel-sel jaringan hewan/tumbuhan laut yang mengendap di dasar laut dapat dilihat pada gambar 4.3b.

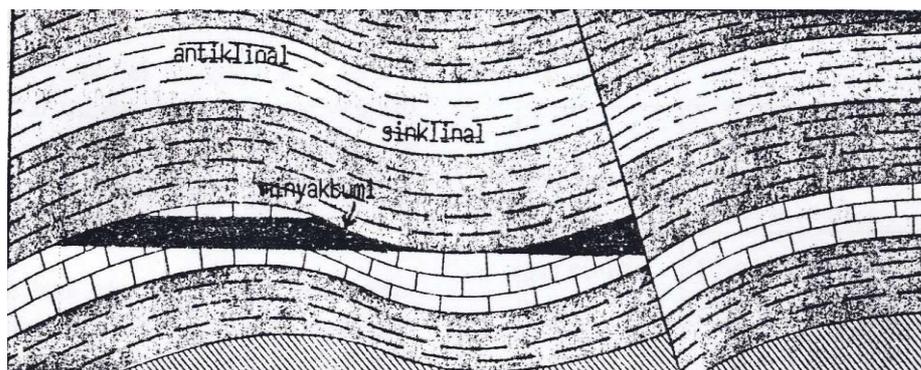


Gambar 4.3a: lapisan endapan fosil tertimbun lapisan endapan tanah yang berasal dari erosi



Gambar 4.3b: Sel-sel jaringan hewan/tumbuhan laut yang mengendap di dasar laut
Agus (1984: 199)

Lapisan penutup ini menghalangi terjadinya oksidasi dan penguraian sempurna zat-zat tersebut, sedangkan naiknya suhu dan tekanan menyebabkan terjadinya penyulingan bertingkat dari zat organik yang sebagiannya telah terurai itu, maka terpisahlah minyak bumi dan gas alam. Teori ini di dukung oleh fakta bahwa minyak bumi umumnya terdapat pada batuan endapan yang berpori (gambar 4.4)



Gambar 4.4 : Lapisan minyak bumi yang terperangkap didalam lapisan yang berpori
Agus (1984: 200)

Minyak dan gas terbentuk dalam jumlah yang relatif sedikit dan terpancar di daerah batuan endapan, yang kemudian mengumpul dalam tempat-tempat penyimpanan berabad-abad yang lalu. Tempat-tempat penyimpanan itu biasanya mengandung batu kapur atau batu pasir yang kedap, sedemikian sehingga gas dan minyak terperangkap di dalamnya. Biasanya batu kapur dan batu pasir tersebut pada bagian dalamnya cukup berpori, sehingga dapat dilalui cairan minyak untuk kemudian mengumpul membentuk sumur-sumur pada bagian yang kedap cairan. Pori-pori ini umumnya mengandung 3% batu kapur dan 35% batu pasir. Pada tempat-tempat penyimpanan minyak batuan tersebut, biasanya pada bagian atas terdapat gas, bagian tengah minyak bumi dan bagian bawah larutan garam, sesuai dengan perbedaan massa jenisnya.

Sumber utama produksi minyak yang terperangkap ini biasanya jauh di bawah permukaan tanah, dan ada tiga bentuk utama jebakan minyak ini, yaitu :

- 1) *Jebakan Antiklin*, berupa lengkungan yang terbentuk oleh dorongan gerakan lapisan batuan ke atas.
- 2) *Jebakan Patahan*, disebabkan oleh pergeseran dua lapisan batuan yang bergerak kedua arah yang berlawanan, yang satu bergerak ke atas yang lain bergerak ke bawah.
- 3) *Jebakan Ketidakselarasan (Stratigrafik)*, terjadi karena batuan yang berpori terjepit oleh lapisan batuan yang tak berpori.

Ada pula jebakan yang terbentuk di sekeliling endapan batuan garam, di bawah permukaan laut. Tinggi endapan garam itu dapat mencapai 8 km dan bergaris tengah 0,8 km, maka di sekeliling bukit garam tersebut akan terkumpul minyak bumi.

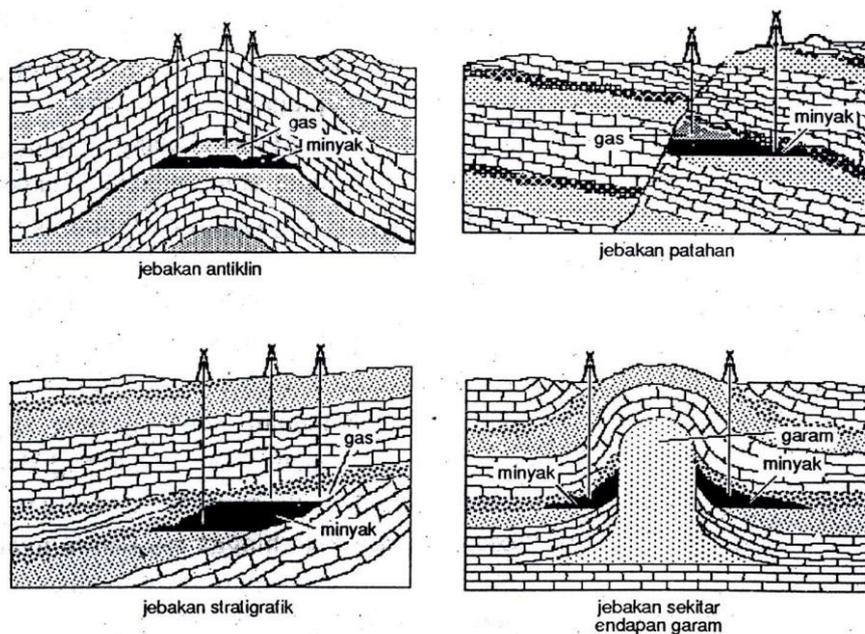
Macam-macam jebakan minyak dapat dilihat pada gambar 4.5.

Lebih dari setengah bagian dari jumlah minyak bumi di dunia berasal dari Era Cenozoicum (kira-kira 70 juta tahun yang lalu), pada Periode Tertier. Selanjutnya minyak bumi ada pula yang berasal dari Era Paleozoicum dengan jumlah yang paling sedikit, sedangkan jumlah yang paling kecil terjadi di Era

Mesozoicum. Minyak bumi yang terdapat di Indonesia paling banyak terbentuk pada masa Periode Tertier tersebut, yang terbanyak ditemukan di daerah Sumatera, Kalimantan dan Jawa.

Pengolahan Minyak Bumi.

Bahan utama yang terkandung di dalam minyak bumi adalah Hidrokarbon (Alifatik dan Siklik), yang sebagian besar adalah alkana dan siklo alkana. Campuran ini dapat dipisahkan menjadi komponen-komponennya secara penyulingan/destilasi bertingkat yang dilakukan berdasarkan adanya perbedaan titik didih setiap komponen-komponen campuran tersebut. Sesuai dengan banyaknya atom karbon (C) dari alkana yang bersangkutan. Makin besar jumlah atom karbon pada alkana tersebut, makin tinggi titik didihnya.



Gambar 4.5: Jebakan Minyak Bumi

Liliyasi (Dahar; 1990)

Destilasi Minyak Bumi.

Proses penyulingan minyak bumi sampai jadi komponen minyak yang siap dipakai untuk bahan bakar dan lain sebagainya meliputi tahapan proses sebagai berikut:

1) Penguapan

Minyak bumi dialirkan melalui pipa ke dalam dapur pemanas dan berubah menjadi uap.

2) Pemisahan Komponen Minyak

Uap minyak bumi dialirkan ke dalam menara fraksinasi. Menara fraksinasi ini tersusun dari puluhan tingkat bak pengembun uap. Uap naik ke atas tiap tingkat menara melalui tutup gelembung.

Uap dari komponen minyak bumi yang titik didihnya lebih tinggi akan mengembun pada bak pengembunan yang lebih rendah. Minyak bumi yang titik didihnya lebih rendah. Sedangkan uap dari komponen-komponen minyak bumi yang titik didihnya lebih rendah mengembun pada bak pengembunan yang lebih tinggi dari menara.

Dari pemisahan di menara fraksinasi ini diperoleh beberapa komponen. Pada umumnya komponen-komponen yang dihasilkan minyak bumi dari satu tempat ke tempat lainnya tidak banyak berbeda. Yang berbeda biasanya hanya perbandingan komponen-komponen yang dihasilkan. Fraksi-fraksi minyak bumi dapat Anda lihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Fraksi-fraksi Minyak Bumi

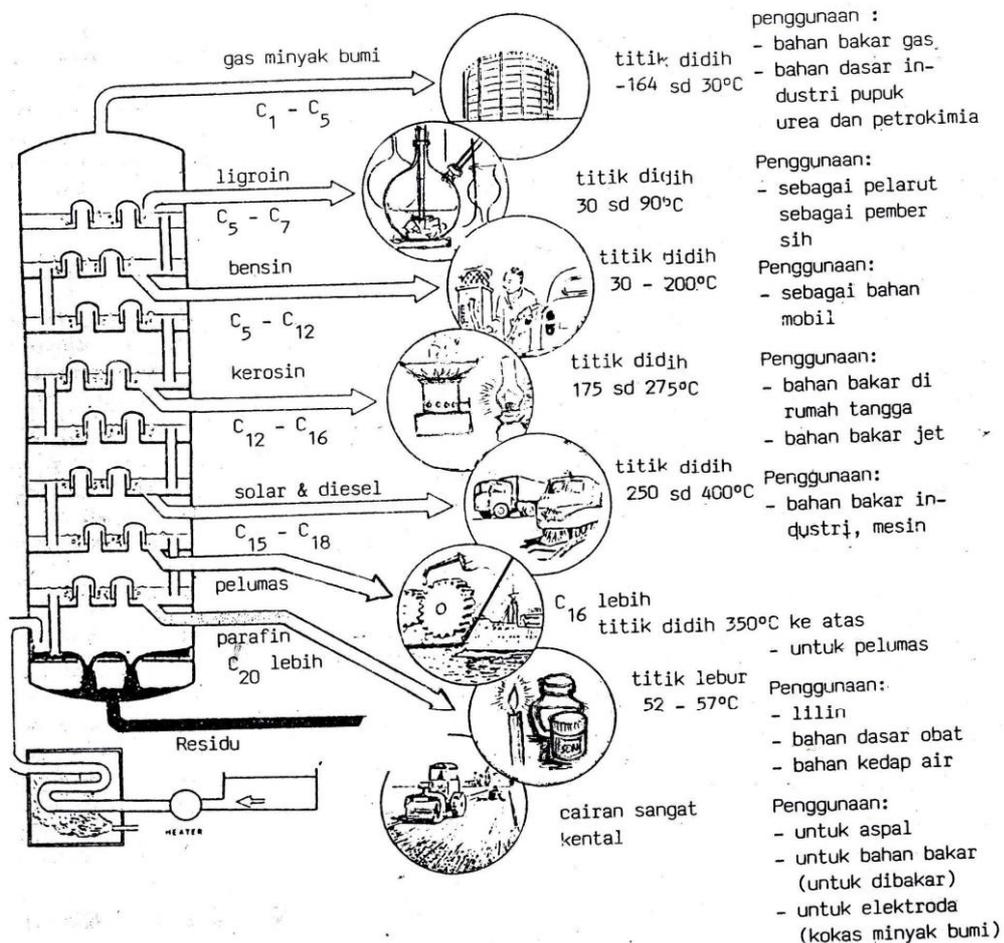
Fraksi	Jumlah Rantai Atom C dalam Molekul	Titik Didih
Gas Minyak Bumi	C ₁ sd C ₅	-164 sd 30 ⁰ C
Ligroin (petroleum eter)	C ₅ sd C ₇	30 sd 90 ⁰ C
Bensin	C ₅ sd C ₁₂	30 sd 200 ⁰ C
Kerosin (Minyak Tanah)	C ₁₂ sd C ₁₆	175 sd 275 ⁰ C

Solar dan Diesel	C ₁₅ sd C ₁₈	250 sd 400 ⁰ C
Pelumas	C ₁₆ lebih	350 ⁰ C lebih
Paraffin	C ₂₀ lebih	Titik lebur 52 sd 57 ⁰ C
Residu	C ₂₅ lebih	Cairan sangat kental

Sumber: Mengerti Kimia Kelas I SMA (Agus, A; 1984: 201)

Kolom penyulingan bertingkat minyak bumi yang dikenal dengan nama kolom fraksinasi, merupakan suatu silinder baja yang tingginya kira-kira 37 m dan di dalamnya mempunyai bilik-bilik dengan katup-katup baja pula sebagai tempat pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi tersebut. (Liliyasi dalam Dahar, RW, 1990: 393)

Bagan kolom fraksinasi dan zat-zat yang terpisah di dalamnya serta kegunaan tiap fraksi dapat Anda lihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Hasil-hasil sulingan bertingkat dari Minyak Bumi Sumber: Mengerti Kimia Kelas I SMA (Agus, A. 1984: 203)

b. Terbentuknya Batu Bara dan Pengolahannya

Anda perlu mengetahui proses terbentuknya batu bara dan pengolahannya. Apa itu batu bara? Batu bara adalah mineral hitam yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan purba. Pada periode karbon (300 juta tahun yang lalu) dan pada periode Creta (100 juta tahun yang lalu), iklim bumi dan komposisi atmosfer sangat cocok untuk melimpahkannya pertumbuhan tanaman. Di daratan yang sangat luas, di daratan yang berpayapaya ataupun di air dangkal tumbuh-tumbuhan pada saat itu tumbuh dengan subur.

Ketika tumbuhan mati, tumbuhan tersebut terbenam ke dalam rawa. Tidak adanya oksigen di dalam rawa menyebabkan tumbuhan tersebut tidak

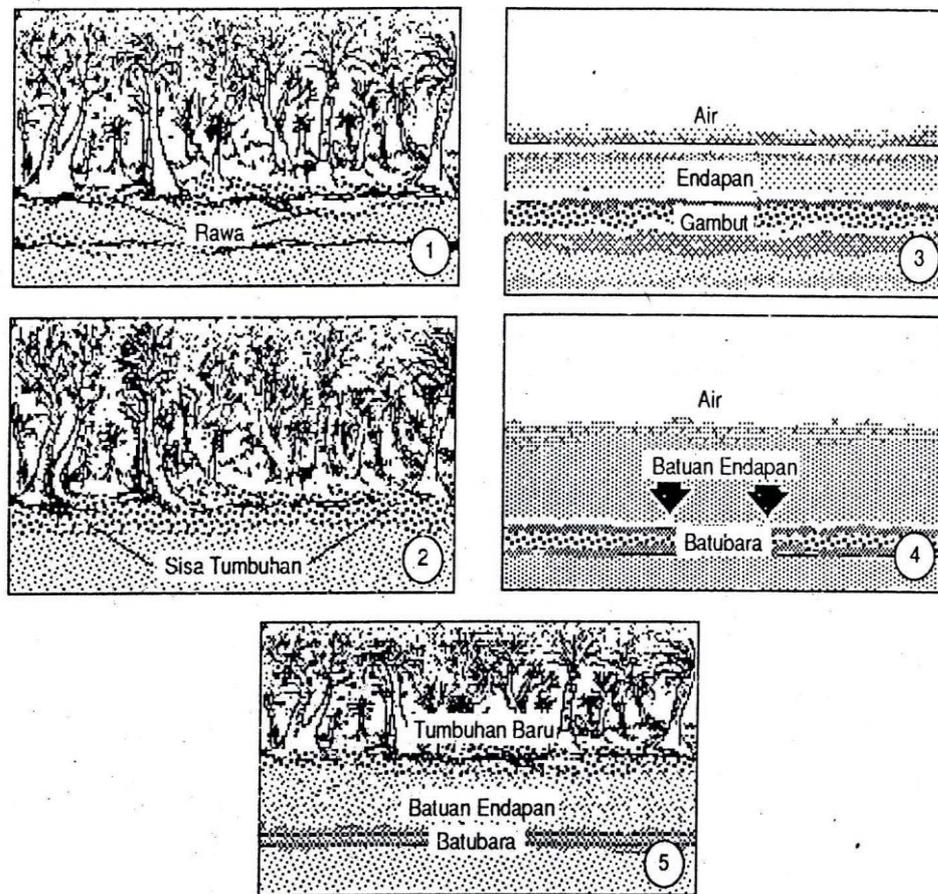
membusuk, melainkan berubah menjadi bahan serata yang di sebut gambut. Ketika lapisan gambut yang saling bertumpuk mendapat tekanan yang sangat besar dari permukaan, maka lapisan itu berubah menjadi batu bara lunak (*lignit*), tekanan yang lebih besar mengubah batu bara lignit menjadi batu bara muda (*bituminus*) yang kadang-kadang berubah menjadi batu bara yang keras dan mengkilap (*antrasit*). Kedua jenis batu bara tersebut di tambang untuk dimanfaatkan.

Berlangsungnya proses perubahan ini disebabkan oleh kurangnya konsentrasi oksigen dalam rawa-rawa, sehingga dengan bantuan panas yang timbul oleh tekanan batuan di atas gambut keluarlah gas-gas nitrogen, hydrogen dan oksigen dari senyawa karbon kompleks yang merupakan sisa-sisa tumbuhan tadi, yang akhirnya akan menyebabkan kadar karbon pada zat-zat sisa tersebut makin tinggi. Zat-zat lain yang dibebaskan pula selama proses pembentukan batu bara ini diantaranya CO_2 , H_2O , dan CH_4 .

Proses pembentukan batu bara di kenal sebagai proses karbonisasi, karena makin tua umur batu bara, makin tinggi kadar karbonnya. Apabila diurutkan, maka pembentukan batubara dimulai dengan tahap pembentukan gambut, kemudian batu bara muda atau lignit, selanjutnya baru terbentuk batu bara. Batu bara itu dapat mengalami perubahan lebih lanjut karena pertambahan tekanan serta naiknya suhu menjadi antrasit, yang kadar karbonnya tertinggi.

Terjadinya batu bara ini dilakukan secara singkat pada gambar 4.7.

Macam-macam zat yang terjadi selama pembentukan batu bara menunjukkan perbedaan kadar karbon yang dikandungnya. Makin tinggi kadar karbon tersebut, makin tinggi pula kualitas batu bara tersebut, yang ditunjukkan pula oleh nilai kalori yang dihasilkannya pada pembakaran. Hasil analisis dari bermacam-macam batu bara dapat dirangkum seperti terdapat pada Tabel 4.2



**Gambar 4.6: Terbentuknya Batubara
(nomor menyatakan urutan kejadian)
Liliasari (Dahar; 1990: 390)**

Cara lain untuk menunjukkan jenis-jenis batubara adalah dengan cara melihat lapisan-lapisan batu bara yang tampak secara langsung, tanpa menggunakan mikroskop, seperti yang diusulkan oleh Marie Stopes dan di kenal sebagai sistem Stopes; yaitu *Vitrain* yang sifatnya hitam mengkilat seperti kaca; *Fusain* yang disebut juga mineral batu bara yang bersifat mudah pecah dan berdebu; *Durain* yang bersifat keras dan seringkali berbentuk; *Clarain* yang bersifat lapisan-lapisan yang berkilauan (Liliasari dalam Dahar, RW,1990).

Tabel 4.2 Hasil Analisis Berbagai Batubara

Jenis	Persentase / Kadar				
	% C	% O	% H	% N	% S
Lignit	72,4	20,5	5,3	1,1	0,7
Sub-bituminus B	77,7	15,0	5,2	1,6	0,5
Bituminus C	79,2	10,5	5,9	1,5	2,9
Bituminus B	82,4	8,8	5,7	1,5	1,6
Bituminus A	85,0	6,9	5,7	1,6	0,8
Bituminus (penguapan rendah)	89,5	3,5	4,9	1,7	0,4
Bituminus	91,4	2,1	4,6	1,2	0,7
Antrasit	94,9	1,8	1,8	0,7	0,8

Sumber : Liliyasi (Dahar,R W,1990)

Pengolahan Batu Bara

Batu bara hasil penambangan. Sebelum dipergunakan perlu pengolahan terlebih dahulu, seperti harus dilakukan pemurnian batu bara dari zat pencemaran dan pemotongan menjadi bentuk-bentuk dan ukuran yang sesuai dengan permintaan konsumen.

Banyak produk kimia diturunkan dari batu bara. Dari batu bara dapat diperoleh Kokas yang selanjutnya akan di dapat berbagai macam zat, seperti: Ter, yaitu hasil penguraian yang mudah menguap terdiri atas zat cair dan mengembun langsung, gas (CH_4 dan H_2) untuk bahan bakar dan minyakminyak ringan (Zat cair yang mudah menguap). Bila minyak-minyak ringan ini dimurnikan melalui destilasi bertingkat akan terpisah menjadi Benzena (C_6H_6), Toluena (C_7H_8), dan campuran dari tiga macam Silena

(C_8H_{10}). Zat-zat ini bermanfaat sebagai pelarut dan pereaksi untuk membuat zat-zat kimia yang lain.

Ter didestilasi untuk menghilangkan bagian yang mendidih antara $350^0 - 400^0C$, menghasilkan residu ter yang digunakan sebagai bahan bakar. Senyawa-senyawa penting yang dapat diisolasi dari hasil destilasi dengan metode ekstraksi diantaranya: Naftalen ($C_{10}H_8$), Antrasen ($C_{14}H_{10}$), Fenol atau disebut juga Karbol (C_6H_5OH), dan Piridin (C_5H_5N).

Dalam kehidupan sekarang ini banyak bahan yang dibuat melalui industri kimia berasal dari batu bara diantaranya obat-obatan, cat, bahan peledak, pestisida dan plastik.

Sebagai contoh dapat diubah menjadi asam salisilat, yang dipergunakan sebagai bahan dasar aspirin ataupun minyak gandapura sebagai obat.

2. Sumber Daya Alam yang Dapat Diperbaharui

Anda tentu mengetahui alasan mengapa tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme merupakan SDA yang dapat diperbarui. Karena tumbuhan, hewan dan mikroorganisme dapat berkembang biak. Kita dapat menanam tumbuhan atau memelihara hewan kemudian mengembangbiakkannya. SDA tersebut dapat dipanen, dimanfaatkan dan diperbaharui.

Sebenarnya air termasuk SDA terpulihkan, meskipun yang memulihkannya adalah alam melalui daur hidrologi. Alam menyediakan energi untuk menguapkan air laut, menghembus awan hingga jatuh menjadi air hujan, meresap ke tanah, dan muncul lagi sebagai mata air. Agar proses pemulihannya berlangsung baik, maka semua lintasan daur air tersebut harus kita jaga kelestariannya. Misalnya hutan harus ada. Pencemaran sungai dikurangi dan penggunaan air harus dihemat.

Meskipun tumbuhan, hewan dan mikroorganisme (SDA Hayati = SDAH) dapat diperbaharui, tetapi dalam pemanfaatannya harus diikuti dengan pemeliharaan dan pelestariannya. Apabila tumbuhan di panen atau dimanfaatkan

terus menerus tetapi tidak dirawat maka SDAH tersebut juga akan terancam kelestariannya, bahkan kemungkinan akhirnya akan punah.

(Syamsuri; 2002)

Air yang merupakan SDA terpulihkan juga harus digunakan secara bijaksana.

a. Air

Air adalah suatu zat kimia yang penting bagi semua bentuk kehidupan di muka bumi. Hampir 71% permukaan bumi tertutupi oleh air. Terdapat 1,4 triliun kilometre kubik (330 juta mil^3) tersedia di bumi.

Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, air tawar, danau, uap air, dan lautan es. Air dalam obyek-obyek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (*runoff*, meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Air bersih penting bagi kehidupan manusia.

Air dapat berwujud padat (es), cair (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut.

Air (H_2O) dalam keadaan murni merupakan benda alami yang cair, tidak berwarna, tembus cahaya, tidak ada rasanya, bisa membeku pada suhu 0°C dan mendidih/menguap pada suhu 100°C , bentuknya selalu berubah sesuai bentuk tempat ia berada, dapat melarutkan dan melapukkan bendabenda keras tertentu dan dapat melepaskan kembali zat yang larut di dalamnya.

Air terus mengalir melalui sistem distribusi alam di dalam suatu siklus, yang disebut siklus air (daur hidrologi).

Siklus Air

Siklus air ini digerakkan oleh energi cahaya matahari, yang menguapkan air dari permukaan laut dan tanah yang di sebut evaporasi.

Uap air bergerak naik, di atmosfer, suhu udara lebih rendah, sehingga uap air berubah kembali menjadi titik-titik air. Hal itu disebut kondensasi. Air yang terkondensasi membentuk awan. Air jatuh dari awan sebagai hujan ke bumi dan melengkapi siklus air. Jumlah air di permukaan bumi tetap sama sebab air mengalami siklus terus jadi dapat dikatakan bahwa air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Siklus air dapat Anda lihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 : Siklus Air

(Malam; 2005: 84)

Air Sebagai Pelarut

Air di alam tidak pernah terdapat dalam keadaan murni, karena ketika mengalir di dalam siklus air melarutkan kembali gas, mineral, kotoran, mikroba dan lain sebagainya.

Air mempunyai kemampuan melarutkan berbagai zat sehingga disebut pelarut universal. Air hujan yang dapat kita anggap murni ternyata tidak sepenuhnya murni karena masih melarutkan gas-gas dari udara sewaktu bersinggungan dengan udara.

Air laut mengapung semua mineral yang dibawa air sungai, sehingga air laut mengandung kadar sampai 3,5 % (terutama terdiri dari garam NaCl).

Air Sadah

Tahukah Anda, apa yang dimaksud dengan air sadah? Air sadah ialah air yang banyak mengandung garam-garam terlarut didalamnya. air apa sajakah yang termasuk air sadah? Air sungai, Air sumber (mata air), dan Air laut yang banyak mengandung garam-garam, seperti: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaCl_2 , CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , dan lain sebagainya. Berdasarkan sifat dari garam yang terlarut dari air sadah, anda dapat membedakan air sadah atas:

- a. Air sadah sementara/ kesadahan sementara.

Air sadah sementara banyak mengandung garam-garam asam seperti: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Bila air sadah sementara ini dipanaskan maka garam-garam asam ini berubah menjadi garam normalnya yang sukar larut. Hal ini dapat Anda lihat pada dasar panci tempat memasak air terbentuk kerak yang tebal.

- b. Air sadah tetap/ kesadahan tetap.

Air sadah tetap ialah air sadah yang mengandung garam-garam CaCl_2 , CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 . Air yang mengandung banyak garam-garam kalsium dan magnesium ini di sebut air sadah tetap. Air sadah tetap jika dipanaskan tetap sadah. Karena garam-garam yang terlarut pada pemanasan tidak berubah.

Air sadah kurang baik digunakan untuk mencuci dengan sabun, karena sabun sukar membuih di dalamnya, yang disebabkan oleh reaksi ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan sabun. (Surakiti; 1989).

Anomali Air

Apabila air panas didinginkan, volumenya berkurang dengan teratur sampai 4°C . Jika terus didinginkan, volumenya tidak terus berkurang bahkan bertambah besar lagi sampai 0°C , kemudian air membeku. Pada pembekuan ini volumenya bertambah besar. Oleh karena itu, kepadatan (massa jenis) air pada temperatur di bawah 4°C lebih kecil dibandingkan dengan kepadatan

pada temperatur di atas 4⁰C. karena kepadatannya berkurang maka es akan mengapung. Karena es mempunyai massa jenis 0,92 sedangkan massa jenis air adalah 1.

Karena air pada 4⁰C mempunyai volume yang kecil, maka massa jenis ditentukan pada 4⁰C, yaitu = 1 sehingga massa 1 cm³ air pada 4⁰C = 1 gram.

Anomali air sangat penting bagi kehidupan ikan dan binatang lain yang hidup di dalam air. Pada musim dingin permukaan sungai tertutup dengan lapisan es, tetapi di dasar sungai, masih terdapat air dari 4⁰C, sehingga ikan-ikan masih dapat tetap hidup di bawah lapisan es itu.

b. Sumber Daya Tumbuhan, Hewan dan Mikroba 1) Sumber Daya Tumbuhan

Sumber daya hayati Indonesia, baik yang berupa tumbuhan maupun hewan sangat beraneka ragam. Dalam membicarakan sumber daya alam tumbuhan maupun hewan kita tidak dapat menyebutkan jenis tumbuhan maupun jenis hewan, melainkan kegunaannya. Misalnya untuk tumbuhan berguna untuk pangan, sandang, papan, dan rekreasi, akan tetapi untuk bunga-bunga tertentu, seperti melati, anggrek bulan, dan *Rafflesia arnoldi* merupakan pengecualian karena ketiga tanaman bunga tersebut sejak tanggal 9 Januari 1993 telah ditetapkan dalam Kepres No. 4 tahun 1993 sebagai bunga nasional dengan gelar masing-masing sebagai berikut:

- a) Melati sebagai bunga bangsa
- b) Anggrek bulan sebagai bunga pesona
- c) *Rafflesia arnoldi* sebagai bunga langka

Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menghasilkan oksigen dan karbohidrat melalui proses fotosintesis. Oleh karena itu, tumbuhan merupakan produsen atau penyusun dasar rantai makanan.

Eksplorasi memiliki kemampuan untuk menghasilkan oksigen dan karbohidrat melalui proses fotosintesis. Oleh karena itu, tumbuhan merupakan produsen atau penyusun dasar rantai makanan.

Eksplorasi tumbuhan yang berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan dan kepunahan, dan hal ini akan berkaitan dengan rusaknya rantai makanan.

2) Sumber Daya Hewan

Anda tentu sudah mengetahui bahwa Sumber Daya hewan dapat berupa hewan liar maupun hewan yang sudah dibudidayakan. Seperti pada ketiga macam bunga nasional, pada tanggal 9 Januari 1993 ditetapkan pula tiga satwa nasional.

Tiga satwa nasional adalah sebagai berikut:

- a) Komodo (*Varanus Kodoensis*) sebagai satwa nasional darat.
- b) Ikan Solera Merah sebagai satwa nasional air.
- c) Elang Jawa sebagai satwa nasional.

Selain ketiga satwa nasional di atas, masih banyak satwa Indonesia yang langka dan hampir punah. Misalnya Cendrawasih, Maleo, dan badak bercula satu.

Untuk mencegah kepunahan satwa langka, diusahakan pelestarian secara *in situ* dan *ex situ*. Pelestarian *In Situ* adalah pelestarian yang dilakukan di habitat asalnya, sedangkan pelestarian *ex situ* adalah pelestarian satwa langka dengan memindahkan satwa langka dari habitatnya ke tempat lain.

3) Sumber Daya Mikroba

Di samping sumber daya alam hewan dan tumbuhan terdapat sumber daya alam hayati yang bersifat mikroskopis yaitu mikroba. Selain berperan sebagai dekomposer (pengurai) di dalam ekosistem, mikroba sangat penting artinya dalam beberapa hal seperti berikut ini:

- a) Sebagai bahan pangan atau mengolah bahan pangan menjadi bentuk lain seperti tape, sake, tempe, dan oncom.
- b) Penghasil obat-obatan (Antibiotik), misalnya penisilin.

- c) Membantu penyelesaian masalah pencemaran, misalnya pembuatan biogas dan daur ulang sampah.
- d) Membantu membasmi hama tanaman, misalnya *Bacillus Thuringiensis*.
- e) Untuk rekayasa genetika, misalnya pencangkakan gen virus dengan gen sel hewan untuk menghasilkan interferon yang dapat melawan penyakit karena virus.

Rekayasa genetika dimulai tahun 1970 oleh Paul Berg (Pratiwi; 2000). Rekayasa Genetika adalah penganekaragaman genetic dengan memanfaatkan fungsi genetik dari suatu organisme.

Cara-cara rekayasa genetika tersebut antara lain: kultur jaringan, mutasi buatan, persilangan, dan pencangkakan gen. rekayasa genetika dapat dimanfaatkan untuk tujuan sebagai berikut ini:

- 1) Mendapatkan produk pertanian baru, seperti “potato”, merupakan persilangan dari *potato* (kentang) dan *tomato* (tomat).
- 2) Mendapatkan ternak yang berkadar protein tinggi.
- 3) Mendapatkan ternak atau tanaman yang tahan hama.
- 4) Mendapatkan tanaman yang mampu menghasilkan insektisida sendiri.

3. Sumber Daya Alam yang Tidak Habis a. Tak dapat Diubah

Yaitu sumber daya alam yang tidak akan habis, tetapi tidak dapat banyak di ubah oleh kegiatan manusia, misalnya: Tenaga Atom, tenaga angin, tenaga pasang surut.

b. Bisa salah guna

Yaitu SDA yang tak akan habis, tetapi jika salah cara pemanfaatannya, maka kualitas dari SDA akan menurun bahkan rusak.

Misalnya; udara, air dan pemandangan alam.

Udara sebagai Sumber Daya Alam

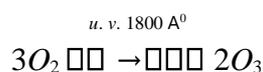
Bumi dikelilingi oleh lapisan udara yang tebal. Lapisan udara ini disebut atmosfer. Atmosfer sangat penting bagi kehidupan di bumi karena tanpa atmosfer, maka manusia, hewan dan tumbuhan tidak dapat hidup. Atmosfer juga bertindak sebagai pelindung kehidupan di bumi dan radiasi matahari yang kuat pada siang hari dan mencegah hilangnya panas ke ruang angkasa pada malam hari.

Atmosfer dapat menyebabkan hambatan bagi benda yang bergerak melaluinya, sehingga sebagian meteor yang melalui atmosfer akan menjadi panas dan hancur sebelum mencapai permukaan bumi. Atmosfer bersifat dapat dimanfaatkan sehingga lapisan atmosfer bawah lebih rapat dibandingkan lapisan di atasnya, akibatnya tekanan udara berkurang sesuai ketinggian.

Atmosfer bumi sangat unik dan hanya terdapat di bumi, maka kehidupan di bumi dapat berlangsung. Lapisan atmosfer merupakan campuran dari gas yang tidak tampak dan tidak berwarna, yaitu gas nitrogen (N_2), oksigen (O_2), Argon (Ar) dan Karbondioksida (CO_2) meliputi hampir seratus persen dari volume udara kering. Lihat Tabel 4.10. Gas lain yang stabil adalah neon (Ne) helium (He), krypton (Kr), hydrogen (H) dan xeon (Xe). Sedangkan ozon (O_3) dan radon (Rd) terdapat di atmosfer dalam jumlah sangat kecil dan kurang stabil.

Ozon (O_3) adalah gas yang sangat aktif dan merupakan bentuk lain dari oksigen. Gas ini terdapat terutama pada ketinggian antara 20 – 30 km yaitu merupakan ketinggian dari lapisan atmosfer.

Pada lapisan stratosfer ini terjadi suatu reaksi fotokimia (reaksi yang berlangsung dengan bantuan sinar). pada reaksi fotokimia ini, oksigen di ubah menjadi ozon (O_3) dengan bantuan sinar ultraviolet dari sinar matahari (panjang gelombang sekitar 1800 \AA).



Adanya lapisan ozon di Stratosfer menahan radiasi ultraviolet, sehingga makhluk hidup terlindung dari bahaya radiasi ultraviolet (uv) ini, karena sinar UV bisa merusak sel-sel tubuh dan dapat menimbulkan kanker.

Selain udara kering, lapisan atmosfer mengandung air dalam ketiga fasanya dan aerosol atmosfer. Oleh karena itu, udara kering yang murni di alam tidak pernah dijumpai karena; 1) adanya uap air yang jumlahnya berubah-ubah dan 2) ada injeksi zat ke dalam udara, seperti asap dan partikel debu. Udara ini disebut udara alam.

Uap air yang jumlahnya relatif sedikit, terdapat pada lapisan bawah atmosfer, berasal dari penguapan perairan di bumi dan transpirasi tanaman. Gas utama dalam udara kering dapat Anda lihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Gas Utama dalam Udara Kering

MACAM GAS	VOLUME %	MASSA %
Nitrogen (N ₂)	78,088	75,527
Oksigen (O ₂)	20,949	23,143
Argon (Ar)	0,930	1,282
Karbon dioksida (CO ₂)	0,030	0,045
Jumlah	99,997	99,997

Sumber: Tjasyono; 2006