

ILMU ALAMIAH DASAR IAD

Tim Penulis :
Drs. H. Nahrawi, M. AP.
Drs. H. Raihani, M.AP
Ramona Hadayani, S.Pd, MA

ILMU ALAMIAH DASAR

Tim Penulis

Drs. H. Nahrani, M. AP.

Drs. H. Raihani, M. AP

Ramona Hidayani, S. Pd, MA

Perancang Sampul : Faizal Amin

Diterbitkan oleh:

CV. HEMAT Publishing

Amuntai Kalimantan Selatan

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

ISBN 978-602-1685-28-0

Cetakan Kedua : Oktober 2018

Dicetak oleh:

Percetakan HEMAT

Jl. Pembalah Batung Paliwara Amuntai Hulu Sungai Utara

Kalimantan Selatan HP. 0852 4851 8739

email: hemat.faidzal@yahoo.co.id

KATALOG DALAM TERBITAN

Ilmu Alamiah Dasar

oleh : Drs. H. Nahrani, M. AP, Drs. H. Raihani, M. AP Ramona Hidayani, S. Pd, MA

Amuntai : CV. HEMAT, 2016 — Cetakan II,

viii + 237 hal ; 14 x 20

ISBN 978-602-1685-28-0

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang mengutip isi buku, tanpa seizin penerbit / pengarang.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadirat Allah SWT, atas berkat limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyusun buku ILMU ALAMIAH DASAR. Shalawat dan salam semoga tercurah kepada Nabi dan Rasul pilihan Muhammad SAW, sahabat dan kerabat serta pengikut beliau hingga akhir zaman yang telah mampu mengubah wajah dunia dari alam kegelapan, kejahilan dan kebodohan menuju alam yang terang benderang yang diliputi oleh Iman, Islam dan Ihsan.

Dalam rangka pembentukan manusia yang utuh dari lulusan Perguruan Tinggi, yaitu manusia yang ahli dalam bidangnya, berkembang pula segi-segi lainnya, maka bagi mereka yang belajar dalam kelompok Ilmu-Ilmu Sosial akan diberi Ilmu Budaya Dasar, sedangkan yang belajar dalam kelompok Ilmu Budaya akan diberi Ilmu Sosial Dasar dan Ilmu Alamiah Dasar. Sebaliknya, yang belajar dalam kelompok Ilmu-Ilmu Matematika dan Ilmu Alamiah akan diberi Ilmu Budaya Dasar dan Ilmu Sosial Dasar. Bagi Mereka yang belajar dalam Ilmu Budaya dan Ilmu Sosial diwajibkan mengambil mata kuliah Ilmu Alamiah Dasar agar memahami alam di mana kita hidup, memanfaatkan alam ini sesuai dengan hukum-hukum Alam.

Metode ilmiah dapat digunakan untuk memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari. Metode ilmiah adalah metode yang asal-usulnya dari Ilmu Alamiah sehingga dengan mempelajari Ilmu Alamiah akan lebih mudah menerapkan untuk masalah lain

yang bersifat empirik. Untuk membentuk sikap ilmiah, Ilmu Alamiah merupakan sarana yang baik karena mereka yang mempelajari Ilmu Alamiah akan terbiasa melakukan langkah-langkah yang pada akhirnya akan terbina pula sikap ilmiah.

Dan juga Ilmu alamiah/ilmu pengetahuan alam sangat penting untuk diketahui agar bisa terjalin hubungan yang baik antara manusia dengan alam. Mengetahui teknologi dan dapat memanfaatkan teknologi untuk masa depan berkaitan dengan kelangsungan hidup manusia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mohon maaf atas segenap kekurangannya dan berharap masukan buat perbaikan untuk penerbitan berikutnya nanti. Sebelumnya diucapkan terima kasih.

Semoga Allah SWT senantiasa membimbing kita ke arah kreativitas yang positif, agar kita bermanfaat sebesar-besarnya bagi orang lain.

Amuntai, 5 September 2014

Penulis

KATA PENGANTAR CETAKAN KE-2

Segala puja dan puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa karena dengan bimbingan dan perkenan-Nyalah, buku Ilmu Alamiah Dasar (IAD) ini kembali dapat diterbitkan untuk memenuhi permintaan para pengguna.

Dalam cetakan kedua ini, terdapat perubahan dalam perbaikan pada beberapa Bab I, sub bab manusia bersifat unik dan kuriositas atau rasa ingin tahu dan akal budi dan, Bab III, sub bab teori tentang terbentuknya tata surya serta Bab IV, sub bab Pluto dihilangkan sejak tahun 2006, karena tidak termasuk lagi tata surya.

Seperti halnya pada Kata Pengantar yang terdahulu, penulis selalu mengharapkan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan.

Semoga Allah SWT senantiasa membimbing kita ke arah kreativitas yang positif.

Amuntai, 4 Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	iii
Kata Pengantar Cetakan Ke-2	v
Daftar Isi	vi
I PENDAHULUAN	1
A. Manusia yang Bersifat Unik	1
B. Kuriositas atau Rasa Ingin Tahu dan Akal Budi	2
C. Perkembangan Alam Pikiran Manusia	4
D. Timbulnya Ilmu Pengetahuan Alam	12
II METODE ILMIAH DAN LANGKAH-LANGKAH OPERASIONALNYA	17
A. Metode Ilmiah	17
B. Langkah-langkah Operasional Metode Ilmiah	21
C. Keterbatasan dan Keunggulan Metode Ilmiah	23
D. Peranan Matematika Terhadap Ilmu Pengetahuan Alam	25
E. Ilmu Pengetahuan Alam Kualitatif dan Kuantitatif	28
III ALAM SEMESTA DAN TATA SURYA	28
A. Pengantar	28
B. Teori Tentang Terbentuknya Alam Semesta	29
C. Teori Terbentuknya Galaksi	31
D. Teori Tentang Terbentuknya Tata Surya	35
IV MENGENAL TATA SURYA	41
A. Pengantar	41
B. Matahari	42
C. Merkurius	44
D. Venus	45
E. Bumi	47

F. Bulan	48
G. Mars	49
H. Jupiter	51
I. Saturnus	52
J. Uranus	53
K. Neptunus	54
L. Benda-benda Langit lain dalam Tata Surya	54
V BUMI	57
A. Pengantar	57
B. Lithosfer dan Centrosfer	58
C. Hidrosfer	59
D. Atmosfer	61
VI ASAL MULA KEHIDUPAN DI BUMI	68
A. Pengantar	68
B. Kapan Mulai Ada Kehidupan di Bumi?	69
C. Dari Mana Asal Mula Kehidupan di Bumi?	69
D. Apa Bedanya Makhluk Hidup dengan Benda Mati?	74
E. Sel sebagai Suatu Unit Kehidupan	76
VII PERKEMBANGAN MAKHLUK HIDUP	
A. Reproduksi dan Perkembang-biakan	81
B. Evolusi	90
C. Keanekaragaman Makhluk Hidup	95
VIII GEOGRAFI KEHIDUPAN DI BUMI DAN MANUSIA SEBAGAI SALAH SATU MAKHLUK PENGHUNINYA	109
A. Geografi Kehidupan di Bumi	109
B. Sejarah Perkembangan Manusia	114
C. Beberapa Penemuan Manusia Purba Atau Pra manusia	117
IX PRINSIP-PRINSIP EKOLOGI	121
A. Pengantar	121

B. Populasi dan Komunitas	124
C. Ekosistem	126
X MANUSIA DAN LINGKUNGAN HIDUPNYA	132
A. Peranan Manusia terhadap Lingkungan	132
B. Pertumbuhan Penduduk dan Lingkungan Hidupnya	144
XI SUMBER DAYA ALAM DAN PELESTARIANNYA	147
A. Sumber Daya Alam	147
B. Konsep Kelestarian dan Pendayagunaan Sumber Daya	152
XII PERKEMBANGAN ILMU PENGETAHUAN MENJADI BERBAGAI DISIPLIN ILMU	158
A. Pengantar	158
B. Ilmu Pengetahuan Alam	159
C. Ilmu Biologi atau Ilmu Hayat	160
D. Ilmu Pengetahuan Sosial dan Ilmu Psikologi	161
XIII PERANAN ILMU PENGETAHUAN ALAM DAN TEKNOLOGINYA DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN HIDUP	165
A. Pengantar	165
B. Materi dan Energi	166
C. Komputer	168
D. Manfaat Nuklir untuk Kesejahteraan Manusia	169
E. Mesin-mesin	176
F. Komunikasi	177
XIV DAMPAK TEKNOLOGI ILMU PENGETAHUAN ALAM TERHADAP PERI KEHIDUPAN MANUSIA	183
A. Dampak Teknologi Ilmu Pengetahuan Alam terhadap Kebutuhan Pokok	183

B.	Dampak Teknologi Ilmu Pengetahuan Alam terhadap Sumber Daya Alam	187
C.	Dampak Teknologi Ilmu Pengetahuan Alam terhadap Industri	193
D.	Dampak Teknologi Ilmu Pengetahuan Alam terhadap Transportasi dan Komunikasi	198
XV	USAHA MANUSIA UNTUK MASA MENDATANG	202
A.	Usaha Mencari Sumber Daya Energi Nonkonvensional	202
B.	Usaha Manusia untuk Melestarikan Hidupnya	215
	Daftar Pustaka	220
	Penulis	222



I. PENDAHULUAN

Ilmu alamiah (I.A) sering disebut Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan akhir-akhir ini ada juga yang menyebut Ilmu Kealaman yang dalam bahasa Inggris disebut *Natural Science* atau disingkat *Science* dan dalam bahasa Indonesia sudah lazim digunakan istilah *Sains*.

I.A merupakan ilmu pengetahuan yang mengkaji gejala-gejala dalam alam semesta, termasuk bumi ini, sehingga terbentuk konsep dan prinsip. Ilmu Alamiah Dasar (*Basic Natural Science*) hanya mengkaji konsep-konsep dan prinsip-prinsip dasar yang esensial saja.

A. Manusia yang Bersifat Unik

Manusia sebagai makhluk hidup umumnya mempunyai ciri-ciri: (1) organ tubuhnya kompleks dan sangat khusus, terutama otaknya, (2) mengadakan metabolisme atau penyusunan dan pembongkaran zat, yakni ada zat yang masuk dan keluar, (3) memberikan tanggapan terhadap rangsangan dari dalam dan luar, (4) memiliki potensi untuk berkembang, (5)

tumbuh dan berkembang, (6) berinteraksi dengan lingkungannya, dan (7) bergerak.

Bila kita bandingkan tubuh manusia dengan tubuh hewan tingkat tinggi lainnya, maka tubuh manusia lemah, misalnya: gajah, harimau, burung, dan buaya. Gajah dapat mengangkat balok yang berat, harimau dapat berlari dengan cepat, burung dapat terbang, dan buaya dapat berenang cepat. Namun, rohani manusia, yaitu akal-budi dan kemauannya sangat kuat sehingga dengan akal-budi dan kemauannya itu manusia dapat mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan kedua alat itu, manusia dapat mengangkat puluhan ton, berlari dengan mobil lebih cepat, bergerak lebih cepat dengan kapal, terbang dengan pesawat terbang supersonik, dan sebagainya. Dengan kedua alat itu, manusia dapat menguasai dan mengungguli makhluk lain. Akal-budi dan kemauan kerasnya adalah sifat unik dari manusia, disamping dapat belajar dan mengajar anaknya. **Disamping itu manusia juga mempunyai potensi hidup berupa kebutuhan jasmani dan naluri. Kebutuhan jasmani manusia berupa makan, minum, buang air besar (BAB), buang air kecil (BAK) yang merupakan kebutuhan metabolisme tubuh dimana ada pemasukan zat makanan ke mulut berupa makan dan minum dan diproses lewat lambung menghasilkan zat makanan yang diserap oleh tubuh dan menghasilkan ampas yang dikeluarkan oleh tubuh melalui aktivitas BAB (feses/tinja),**

BAK (urine), dan keringat. Sedangkan naluri pada manusia terbagi 3, Pertama, naluri mempertahankan diri, memperkembang biakkan jenis keturunan, dan naluri beragama. Naluri mempertahankan diri tampak pada manusia saat dia marah, takut. serta adanya rasa ingin tahu. Naluri memperkembang biakkan jenis keturunan tampak pada saat manusia memiliki ketertarikan dengan lawan jenis, bisa memunculkan rasa sayang, cinta dan kagum. Sedangkan naluri beragama tampak pada manusia saat dia mengagungkan sesuatu. Misal pada masa Dinamisme manusia cenderung menyembah benda-benda yang dianggap memiliki kekuatan lebih dari dirinya. Sementara pada masa Animisme manusia cenderung menyembah pada roh-roh nenek moyang.

B. Kuriositas atau Rasa Ingin Tahu dan Akal budi

Telah disebutkan di atas bahwa semua makhluk hidup, termasuk manusia, memberikan tanggapan terhadap rangsangan dari lingkungan, misalnya tumbuhan yang berhijau daun memberikan reaksi terhadap sinar matahari. Cabang dan daun tumbuhan itu berusaha untuk memperoleh sinar matahari karena perlu untuk mengadakan fotosintesis (pembuatan zat makanan). Hewan tingkat tinggi memberikan reaksi terhadap lingkungan dengan mengadakan penjelajahan, ingin tahu daerah lain, misalnya harimau atau burung ingin tahu tempat lain untuk

memperoleh makanan dan sebagainya. Rasa ingin tahu atau curiositas pada hewan itu didorong oleh naluri (*instinct*) dan oleh Asimov (1972) disebut *idle curiosity*, naluri itu bertitik pusat pada mempertahankan kelestarian hidup dan sifatnya tetap sepanjang zaman.

Manusia mempunyai naluri seperti tumbuhan dan hewan, tetapi juga mempunyai akal budi sehingga rasa ingin tahu itu tidak tetap sepanjang zaman. Manusia mempunyai rasa ingin tahu yang berkembang. Rasa ingin tahu manusia tidak pernah dapat dipuaskan. Apabila suatu masalah dapat dipecahkan, akan timbul masalah lain yang menunggu pemecahannya. Manusia bertanya terus setelah tahu *apa*, maka ingin tahu *bagaimana* dan *mengapa*. **Disinilah buktinya bahwa manusia diberikan potensi berupa akal untuk melakukan aktivitas berfikir. Aktivitas berfikir manusia memenuhi 4 unsur. Pertama, adanya fakta, panca indera , otak dan informasi tentang fakta agar manusia dapat menyimpulkan fakta yang di cerap oleh kelima panca inderanya. Dengan kemampuan berfikir yang dimilikinya, manusia mampu menggunakan pengetahuan yang telah lama diperoleh untuk dikombinasikan dengan pengetahuan yang baru menjadi pengetahuan yang lebih baru lagi. Hal yang demikian berlangsung berabad-abad sehingga terjadi akumulasi pengetahuan. Manusia purba hidup dalam gua-gua, tetapi berkat pengetahuan yang bertambah terus, manusia modern bertempat**

tinggal dalam gedung-gedung yang kokoh dan indah seperti ini. Kecuali untuk memenuhi kepuasan manusia, ilmu pengetahuan juga berkembang untuk keperluan praktis agar hidupnya lebih mudah dan menyenangkan.

C. Perkembangan Alam Pikiran Manusia

Perkembangan selanjutnya adalah untuk memenuhi kebutuhan nonfisik atau kebutuhan alam pikirannya, jadi tidak semata-mata untuk memenuhi kebutuhan fisiknya. Rasa ingin tahu manusia ternyata tidak dapat terpuaskan atas dasar pengamatan maupun pengalamannya. Untuk memuaskan alam pikirannya, manusia mereka-reka sendiri jawabannya. Sebagai contoh : “Apakah pelangi itu?” karena tak dapat dijawab, semata mereka mereka-reka dengan jawaban bahwa pelangi adalah selendang bidadari. Jadi, muncul pengetahuan baru yaitu “bidadari”. Contoh lain: “Mengapa gunung meletus?” Karena tak tahu jawabannya maka direka-reka sendiri dengan jawaban “Yang berkuasa dari gunung itu sedang marah.” Maka, di sini muncul pengetahuan baru yang disebut “yang berkuasa”. Dengan menggunakan logika, muncullah pengetahuan “yang berkuasa” di dalam hutan lebat, sungai yang besar, pohon yang besar, matahari, bulan, kilat, atau adanya raksasa yang menelan bulan pada saat gerhana rembulan. Pengetahuan-pengetahuan baru yang bermunculan dan merupakan kombinasi dari

pengamatan, pengalaman dan kepercayaan itu kita sebut dengan “*mitos*”. Adapun cerita yang berdasarkan atas mitos ini disebut “*legenda*”. Mitos dapat diterima orang pada saat itu karena keterbatasan penginderaan dan penalaran serta hasrat ingin tahu yang perlu segera dipenuhi. Sehubungan dengan kemajuan zaman, lahirlah ilmu pengetahuan dan metode pemecahan masalah secara ilmiah yang selanjutnya dikenal dengan metode ilmiah (*Scientific method*).

Puncak pemikiran mitos adalah pada zaman Babylonia, yaitu kira-kira 700 – 600 SM. Orang Babylonia berpendapat bahwa bahwa alam semesta itu seperti suatu ruangan atau selungkup. Bumi itu datar sebagai lantainya sedangkan langit-langit dengan bintang merupakan atapnya. Di situ ada semacam jendela sehingga air hujan dapat sampai ke bumi.

Namun, yang menakjubkan adalah bahwa mereka telah mengenal ekliptika atau bidang edar matahari, dan telah menetapkan perhitungan satu tahun yaitu satu kali matahari beredar kembali ke tempat semula, sama dengan 365,25 hari.

Horoskop atau ramalan nasib manusia berdasarkan perbintangan juga berasal dari zaman Babylonia ini. Masyarakat waktu itu, bahkan mungkin masih ada juga pada masa kini, dapat menerimanya karena pengetahuan yang mereka peroleh dari kenyataan pengamatan dan pengalaman tidak dapat

digunakan untuk memecahkan masalah hidup sehari-hari yang mereka hadapi.

Contoh:

Suatu saat hasil pertanian mereka tidak memuaskan namun pada saat yang lain baik sekali. Mereka sendiri tidak memahami mengapa demikian. Pengetahuan mereka belum dapat menjawab mengapa hal itu terjadi maka mereka percaya kepada mitos, dan dikaitkannya dengan nasib itu pada bulan, matahari dan bintang-bintang.

Pengetahuan perbintangan pada masa itu memang sedang berkembang. Kelompok bintang atau rasi Scorpio, Virgo, Pisces, Leo dan sebagainya yang masih kita kenal pada zaman sekarang ini, berasal dari zaman Babylonia itu. Pengetahuan ajaran orang-orang Babylonia itu setengahnya memang berasal dari hasil pengamatan maupun pengalaman namun setengahnya berupa dugaan, imajinasi, kepercayaan atau mitos. Pengetahuan semacam ini dapat kita sebut sebagai "*pseudo science*". Artinya mirip sains tapi bukan sains.

Suatu pola berpikir yang satu langkah lebih maju daripada mitos ataupun "*pseudo science*" tersebut di atas ialah penggabungan antara pengamatan, pengalaman dan akal sehat atau rasional. Sebagai contoh adalah ajaran orang-orang Yunani pada 600-200 SM. Sebagai tonggak sejarah dapat disebutkan di sini seorang ahli pikir bangsa Yunani bernama *Thales* (624 – 546

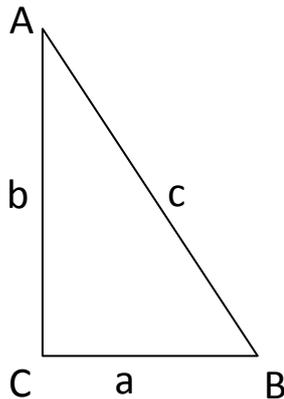
SM), seorang astronom yang juga ahli di bidang matematika dan teknik. Ialah yang pertama berpendapat bahwa bintang-bintang mengeluarkan sinarnya sendiri sedangkan bulan hanya sekedar memantulkan cahayanya dari matahari. Ia juga berpendapat bahwa bumi merupakan suatu piring yang datar yang terapung di atas air. Dialah orang pertama yang mempertanyakan asal usul dari semua benda yang kita lihat di alam raya ini. Ia berpendapat bahwa adanya beraneka ragam benda-benda di alam ini sebenarnya merupakan gejala alam saja bahan dasarnya amat sederhana dan sama. Unsur dasar tersebut membentuk benda-benda beraneka ragam itu melalui suatu proses, jadi tidak terbentuk begitu saja. Unsur dasar tersebut menurut Thales adalah air. Pendapat tersebut di atas sungguh merupakan perubahan besar dari alam pikiran manusia masa itu. Pada masa itu orang-orang beranggapan bahwa aneka ragam benda-benda di alam itu diciptakan oleh dewa-dewa seperti apa adanya.

Karena kemampuan berpikir manusia makin maju dan disertai pula oleh perlengkapan pengamatan, misalnya berupa teropong bintang yang makin sempurna, maka mitos dengan berbagai legendanya makin ditinggalkan orang. Mereka cenderung menggunakan akal sehatnya atau rasionya.

Berikut ini tokoh-tokoh Yunani dan lainnya yang telah memberikan sumbangan perubahan berpikir pada saat itu.

- a. *Anaximander* (610–546 SM), seorang pemikir yang sezaman dengan Thales berpendapat bahwa alam semesta yang kita lihat itu berbentuk seperti bola dan bumi sebagai pusatnya. Langit dengan segala isinya itu beredar mengelilingi bumi, pendapat ini bertahan hingga dua abad lamanya. Ia juga mengajarkan membuat “jam matahari” atau penunjuk waktu yaitu dengan sebuah tongkat yang tegak di atas bumi yang horizontal maka bayangan tongkat menjadi petunjuk waktu, dan juga untuk menentukan titik balik matahari.
- b. *Anaximenes* (560–520 SM), berpendapat bahwa unsur-unsur dasar pembentukan semua benda itu adalah air. Namun, air merupakan salah satu bentuk saja. Ia dapat merenggang menjadi api (gas) atau memadat menjadi tanah (padat). Inilah yang merupakan teori pertama tentang transmutasi unsur-unsur.
- c. *Herakleitos* (560–470 SM), seorang pengkoreksi pendapat *Anaximenes* bahwa justru apilah yang menjadi penyebab adanya transmutasi itu; tanpa api benda-benda akan tetap seperti apa adanya.
- d. *Pythagoras* (\pm 500 SM), berpendapat bahwa sebenarnya unsur dasar ada empat, bukan satu yang dapat berubah ke dalam tiga bentuk unsur lainnya seperti yang diungkapkan oleh orang-orang sebelumnya. Keempat unsur dasar itu adalah tanah, api, udara, dan air. Pythagoras juga terkenal di

bidang matematika. Salah satu penemuannya yang terpakai sampai sekarang adalah yang kita kenal sebagai “dalil Pythagoras” tentang segitiga siku-siku, yaitu:



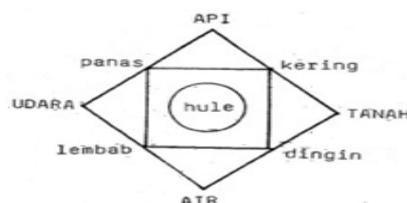
Kuadrat panjang sisi miring sebuah segitiga siku-siku sama dengan jumlah kuadrat panjang kedua sisi siku-sikunya.

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Tentang alam semesta, Pythagoras berpendapat bahwa bumi ini bulat dan berputar; karena berputar maka nampaknya seolah-olah alam berputar mengelilingi bumi.

- e. *Demokritos* (460 – 370 SM), berpendapat bahwa bila suatu benda dipecah atau dibagi terus-menerus pada suatu saat sampailah pada bagian yang terkecil dari benda itu. Bagian terkecil dari benda itu yang tak dapat dibagi-bagi lagi disebut atomos atau atom. Karena kecilnya, atom itu tidak tampak oleh mata. Kata atom inilah yang kita pakai sampai sekarang, tentunya dengan suatu konsep yang berbeda dengan konsep atomnya Demokritos.

- f. *Empedokles* (480 – 430 SM) menyempurnakan ajaran Pythagoras tentang empat unsur dasar tanah, air, udara, dan api, yaitu dengan memperkenalkan adanya tenaga penyekat atau tarik-menarik dan tenaga pemisah atau tolak-menolak. Kedua tenaga tadilah yang dapat mempersatukan atau memisahkan unsur-unsur tadi.
- g. *Plato* (427 – 347 SM) mempunyai titik tolak berfikir yang berbeda dengan orang-orang sebelumnya. Ia yang sastrawan itu menghindari pemikiran yang terlalu materialistik seperti Demokritos dan Empedokles. Menurut Plato, keanekaragaman yang nampak ini sebenarnya suatu duplikat saja dari sesuatu yang kekal dan immaterial.
- h. *Aristoteles* (348 – 322 SM). Ia merupakan pemikir terbesar pada zamannya. Ia membukukan intisari dari ajaran orang-orang sebelumnya. Ia membuang hal-hal yang tidak masuk di akalinya dan menambahkan pendapatnya sendiri. Bukunya merupakan ensiklopedia pengetahuan masa itu. Tentang unsur dasar itu ia menyebutkan adanya zat tunggal yang disebut “*Hule*”. Zat tunggal ini tergantung dari kondisinya, dapat berbentuk tanah, air, udara atau api. Adanya transmudasi ini disebabkan oleh keadaan dingin, lembab, panas dan, kering.



- ◆ Contoh: Bila “Hule” dalam kondisi lembab dan panas maka ia berbentuk udara. Bila dalam keadaan panas dan kering, ia berbentuk api dan bila kering dan dingin berbentuk tanah. Aristoteles tidak percaya adanya ruang hampa. Ia berpendapat bahwa bila di suatu tempat tidak ada apa-apa (benda) di situ ada sesuatu yang immaterial yaitu ether (bukan eter yang kita kenal sebagai senyawa kimia). Ajaran Aristoteles yang penting adalah suatu pola berpikir dalam memperoleh kebenaran berdasarkan logika. Disamping itu, ahli pikir ini juga memiliki pandangan tentang awal kehidupan, yaitu tentang paham abiogenesis (*generatio spontanea*). Teori ini dikemukakan oleh Aristoteles (384-322). Berdasarkan teori ini, makhluk hidup dianggap berasal dari benda mati dan terjadi secara spontan. Teori ini didukung oleh Antonie van Leeuwenhoek dan Needham (Ilmuwan Ielandia).
- ◆ Needham melakukan penelitian menggunakan air rebusan daging (kaldu) yang diletakkan di ruang terbuka. Setelah beberapa hari, air kaldu tersebut menjadi keruh yang diyakini karena adanya mikroorganisme. Needham kemudian menyimpulkan bahwa mikroorganisme tersebut terjadi dari benda mati, yaitu air kaldu.

- ◆ **Teori Biogenesis**

◆ Teori ini menyebutkan bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk hidup juga. Teori ini pertama kali dikemukakan oleh *Francesco Redi* (seorang ilmuwan Italia). Setelah Redi mengemukakan pendapatnya, banyak ilmuwan yang melakukan penelitian dan sepakat dengan Redi. Penelitian-penelitian tersebut antara lain: *Lazzaro Spallanzani* (1729-1799) dan *Louis Pasteur* (1822-1895).

- i. *Ptolomeus* (127-151). Pendapatnya yang patut dicatat ialah bahwa bumi adalah pusat dari jagad raya. Berbentuk bulat, diam seimbang tanpa tiang penyangga. Bintang-bintang menempel tetap pada langit dan berputar mengelilingi bumi sekali dalam 24 jam. Planet beredar melalui orbitnya sendiri terletak antara bumi dan bintang.

D. Timbulnya Ilmu Pengetahuan Alam

Berkat makin sempurnanya alat pengamat bintang berupa teleskop dan semakin meningkatnya kemampuan berpikir manusia, maka pada tahun 1500 – 1600 terjadi perubahan besar atas semua ajaran aristoteles maupun Ptolomeus. Sebagai tonggak sejarah dapat dicatat di sini adalah: *Nikolaus Copernicus* (1473 – 1543). Ia tidak saja astronom tetapi juga ahli matematika dan pengobatan. Tulisannya yang terkenal dan merombak pandangan astronom zaman Yunani berjudul “*De*

revolutionibus Orbium Caelestium". Artinya "Peredaran Alam Semesta". Buku itu ditulis pada tahun 1507 namun tidak segera diumumkan karena prinsip heliosentrisme (pusat matahari) bertentangan dengan kepercayaan penguasa pada saat itu. Pokok ajarannya antara lain:

- 1) Matahari adalah sistem pusat dari sistem solar. Di dalam sistem itu bumi adalah salah satu planet di antara planet-planet lain yang beredar mengelilingi matahari;
- 2) Bulan beredar mengelilingi bumi dan bersama bumi mengelilingi matahari;
- 3) Bumi berputar pada porosnya dari barat ke timur yang mengakibatkan adanya siang dan malam dan pandangan gerakan bintang-bintang.

Pengikut Copernicus yaitu *Bruno* (1548 – 1600) memperoleh kesimpulan lebih jauh lagi yaitu:

1. Jagad raya ini tak ada batasnya;
2. Bintang-bintang tersebar di seluruh jagad raya.

Karena keberaniannya mengungkapkan pendapat yang bertentangan dengan penguasa waktu itu, maka ia dianggap kemasukan setan lalu dibakar sampai mati pada tahun 1600.

Ahli Astronomi lain yang juga penting dicatat adalah *Johannes Kepler* (1571–1630). Ia mengungkapkan pendapatnya antara lain bahwa:

- 1) Planet-planet beredar mengelilingi matahari pada suatu garis edar yang berbentuk elips dengan suatu fokus.
- 2) Bila ditarik garis imajinasi dari planet ke matahari, dan sementara itu ia bergerak menurut garis edarnya, maka luas bidang yang ditempuh pada jangka waktu yang sama adalah sama.
- 3) Pangkat dua dari waktu yang dibutuhkan sebuah planet mengelilingi matahari secara penuh adalah sebanding dengan pangkat tiga dari jarak rata-rata planet itu terhadap matahari.

Perlu dicatat pula orang besar bernama *Galileo* (1564 – 1642). Orang Italia ini dengan berani mengumumkan penemuannya, dengan teleskopnya yang mutakhir pada saat itu, yang bertentangan dengan pandangan penguasa. Ia membenarkan teori Copernicus tentang heliosentrisme yang jelas bertentangan dengan ajaran agama saat itu yang homosentris atau geosentris. Lebih jauh ia menemukan bahwa ada empat buah bulan yang mengelilingi Yupiter, adanya gunung-gunung di bulan, dan suatu bintik hitam di matahari yang sangat penting untuk dapat menghitung kecepatan rotasi matahari. Kelompok taburan bintang yang ia sebut “*Milky Way*” atau Bima Sakti terdiri dari bermilyar bintang. Dan, yang sangat menakjubkan adalah ditemukannya cincin Saturnus.

Dari Copernicus sampai Galileo dapat kita anggap sebagai permulaan abad ilmu pengetahuan modern yang menetapkan suatu kebenaran berdasarkan induksi atau eksperimentasi.



II. METODE ILMIAH DAN LANGKAH-LANGKAH OPERASIONALNYA

A. Metode Ilmiah

Pada pembahasan yang lalu, kita telah mengetahui adanya perkembangan pola berfikir manusia dimulai dari zaman Babylonia (kurang lebih 650 SM) di mana orang percaya kepada mitos, ramalan nasib berdasarkan perbintangan, bahkan percaya adanya banyak dewa. Ada dewa angin, dewa matahari, dewa petir dan sebagainya. Pengetahuan itu mereka peroleh dengan berbagai cara, antara lain:

- (1) *Prasangka*, yaitu suatu anggapan benar padahal baru merupakan kemungkinan benar atau kadang-kadang malah tidak mungkin benar.

Contoh: Pada zaman babylonia, orang percaya bahwa hujan dapat turun dari surga sampai ke bumi melalui jendela-jendela yang ada di langit.

Dengan prasangka, orang sering mengambil keputusan yang keliru. Prasangka hanya berguna untuk mencari kemungkinan suatu kebenaran.

- (2) *Intuisi*, yaitu suatu pendapat seseorang yang di angkat dari perbendaharaan pengetahuannya terdahulu melalui suatu proses yang tak disadari. Jadi, seolah-olah begitu saja muncul pendapat itu tanpa dipikir.

Pengetahuan yang dicapai dengan cara demikian sukar di percaya, ungkapan-ungkapan sering juga masuk akal namun belum tentu cocok dengan kenyataan.

Contoh: Seorang astrolog di samping rumusnya sering menggunakan intuisinya dalam memberikan ramalan nasib seseorang.

- (3) *“Trial and Error”*, yaitu metode coba-coba atau untung-untungan. Cara ini dapat diibaratkan seperti seekor kera yang mencoba meraih pisang dalam sebuah kerangkeng dari percobaan Kohler, seorang psikolog Jerman. Kera itu dengan cara coba-coba akhirnya dapat juga meraih pisang dengan menggunakan tongkat.

Pengetahuan pada manusia yang diperoleh melalui cara ini banyak sekali, yaitu sejak zaman manusia purba sampai

sekarang. Banyak pula penemuan hasil “trial and error” sangat bermanfaat bagi manusia, misalnya, ditemukannya rendaman kulit kina untuk obat malaria. Penemuan dengan cara coba-coba ini jelas tidak efisien sebagai suatu cara untuk mencari kebenaran.

Pada zaman Yunani orang cenderung untuk mengikuti saja ajaran dari para ahli pikir ataupun para penguasa. Namun, ajaran-ajaran ini ternyata banyak yang keliru karena ahli-ahli pikir itu terlalu mengandalkan atas pemikiran atau akal sehat, dan kebenaran yang dianut itu adalah yang masuk akalnya. Contohnya, setiap hari kita lihat matahari terbit dari timur lalu terbenam di barat. Maka masuk akallah bila dikatakan bahwa matahari beredar mengelilingi bumi. Contoh lain, bila kayu dibakar maka berubah menjadi api, udara, dan abu (tanah). Maka menurut akal sehat unsur dasar pembentuk kayu itu adalah tanah, api, dan udara.

Pengetahuan yang didapat dengan cara-cara tersebut di atas termasuk pada golongan pengetahuan yang tidak ilmiah. Lalu bagaimanakah pengetahuan yang ilmiah atau yang disebut ilmu pengetahuan itu? Jawaban singkat dari pertanyaan tersebut di atas adalah sebagai berikut:

Metode Ilmiah adalah metode yang dipakai untuk menghasilkan kesimpulan secara ilmiah. Kesimpulan ilmiah diperoleh dari berfikir ilmiah yaitu metode spesifik dalam

melakukan analisa agar sampai pada pengetahuan tentang hakekat sesuatu yang dianalisisnya dengan jalan melakukan eksperimen terhadap sesuatu

Pengetahuan dapat dikatakan ilmiah bila pengetahuan itu memenuhi empat syarat, yaitu: objektif, metodik, sistematis, dan berlaku umum.

1) *Objektif*, artinya pengetahuan itu sesuai dengan objeknya. Maksudnya adalah bahwa kesesuaian atau dibuktikan dengan hasil penginderaan atau empiri.

Contoh: Galileo dapat dianggap tokoh perintis ilmu pengetahuan khususnya Ilmu Pengetahuan alam, karena ia berani menentang kepercayaan yang ada pada masa itu yang berlawanan dengan hasil pengamatannya. Ia mengajarkan kepada murid-muridnya untuk tidak begitu saja mempercayai ajaran aristoteles dan hendaknya melakukan eksperimen serta membuat kesimpulan atas hasil observasinya itu. Singkatnya, Galileo mendambakan kebenaran yang objektif atas dasar empiri.

2) *Metodik*, artinya pengetahuan itu diperoleh dengan menggunakan cara-cara tertentu yang teratur dan terkontrol.

3) *Sistematis*, artinya, pengetahuan ilmiah itu tersusun dalam suatu sistem, tidak berdiri sendiri; satu dengan yang lain

saling berkaitan, saling menjelaskan sehingga seluruhnya merupakan satu kesatuan yang utuh.

- 4) *Berlaku umum*, artinya pengetahuan itu tidak hanya berlaku atau dapat diamati oleh seseorang atau oleh beberapa orang saja, tetapi semua orang dengan cara eksperimentasi yang sama akan memperoleh hasil yang sama atau konsisten.

Contoh: melalui teropongnya Galileo menemukan adanya gunung-gunung di bulan. Pengetahuan ini tak hanya berlaku bagi Galileo, tetapi setiap orang bila menggunakan teropong yang sama dengan cara yang sama akan memperoleh pengetahuan yang sama, yaitu bahwa di bulan ada gunung-gunung.

B. Langkah-langkah Operasional Metode Ilmiah

Salah satu syarat ilmu pengetahuan ialah bahwa materi pengetahuan itu harus diperoleh melalui metode ilmiah. Ini berarti bahwa cara memperoleh pengetahuan itu menentukan apakah pengetahuan itu termasuk ilmiah atau tidak. Metode ilmiah tentu saja harus menjamin akan menghasilkan pengetahuan yang ilmiah, yaitu yang bercirikan objektivitas, konsisten, dan sistematis.

Langkah-langkah operasionalnya adalah sebagai berikut:

- 1) **Penginderaan; Langkah pertama yang dilakukan seseorang sebelum dia berfikir tentang sesuatu. Dalam hal ini seseorang akan mengidentifikasi sesuatu/fakta dengan menggunakan**

kelima panca inderanya. Penginderaan yang tepat bisa dilakukan dengan melakukan pengulangan maupun menggunakan instrumen standar

- 2) *Perumusan masalah*; yang dimaksud dengan masalah di sini adalah merupakan pertanyaan apa, mengapa, ataupun bagaimana tentang objek yang diteliti. Masalah itu harus jelas batas-batasnya serta dikenal faktor-faktor yang mempengaruhinya.
- 3) *Penyusunan hipotesis*; yang dimaksud dengan hipotesis adalah suatu pernyataan yang menunjukkan kemungkinan-kemungkinan jawaban untuk memecahkan masalah yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, hipotesis merupakan dugaan yang tentu saja didukung oleh pengetahuan yang ada. Hipotesis juga dapat dipandang sebagai jawaban sementara dari permasalahan yang harus diuji kebenarannya dalam suatu observasi atau eksperimentasi.
- 4) *Pengujian hipotesis dengan eksperimen* yaitu berbagai usaha pengumpulan fakta-fakta yang relevan dengan hipotesis yang telah diajukan untuk dapat memperlihatkan apakah terdapat fakta-fakta yang mendukung hipotesis tersebut atau tidak. Fakta-fakta ini dapat diperoleh melalui pengamatan langsung dengan mata atau melalui teleskop atau dapat juga melalui uji coba atau eksperimentasi,

kemudian fakta-fakta itu dikumpulkan melalui penginderaan.

- 5) *Penarikan kesimpulan yang bisa menghasilkan teori.* penarikan kesimpulan ini didasarkan atas penilaian melalui analisis dari fakta-fakta (data), untuk melihat apakah hipotesis yang diajukan itu diterima atau tidak. Hipotesis itu dapat diterima bila fakta-fakta yang terkumpul itu mendukung pernyataan hipotesis. Bila fakta-fakta tidak mendukung maka hipotesis itu ditolak. Hipotesis yang diterima merupakan suatu pengetahuan yang kebenarannya telah diuji secara ilmiah, dan merupakan bagian dari ilmu pengetahuan.

Keseluruhan langkah tersebut di atas harus ditempuh melalui urutan yang teratur, di mana langkah yang satu merupakan landasan bagi langkah berikutnya. Dari keterangan-keterangan tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa *ilmu pengetahuan merupakan pengetahuan yang disusun secara sistematis, berlaku umum dan kebenarannya telah diuji secara empiris.*

C. Keterbatasan dan Keunggulan Metode Ilmiah

1) Keterbatasan

Dengan metode ilmiah dapat dihasilkan pengetahuan yang ilmiah. Kita telah mengetahui bahwa data yang digunakan untuk mengambil kesimpulan ilmiah itu berasal dari pengamatan. Kita mengetahui pula bahwa pancaindera kita juga mempunyai keterbatasan kemampuan untuk menangkap suatu fakta, **karena panca indera manusia memiliki keterbatasan ketika fungsinya mengalami gangguan, misal di saat lidah terasa pahit maka akan sulit untuk membedakan rasa manis, asam dan asin. Ketika mata manusia mengalami gangguan (penglihatan kabur) akan sulit untuk mengindra jelas apa yang dilihat, ketika telinga manusia mengalami gangguan pendengaran akan sulit untuk membedakan bunyi-bunyi alat musik yang beragam.** sehingga tidak di sangsikan lagi bahwa fakta-fakta dikumpulkan adalah keliru sehingga kesimpulan yang diambil dari fakta-fakta yang keliru itu juga akan keliru. Jadi, kemungkinan keliru dari suatu kesimpulan ilmiah tetap ada. Oleh karena itu semua kesimpulan ilmiah atau dengan kata lain kebenaran ilmu pengetahuan termasuk Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) bersifat ***tentatif***. *Artinya, sebelum ada kebenaran ilmu yang dapat menolak kesimpulan itu, maka kesimpulan itu dianggap benar.* Sebaliknya, kesimpulan ilmiah yang dapat menolak kesimpulan ilmiah terdahulu menjadi kebenaran ilmu yang baru, sehingga tidak mustahil suatu kesimpulan ilmiah bisa saja berubah sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan itu sendiri. Tidak

demikian halnya dengan pengetahuan yang didapat dari wahyu ilahi. Kebenaran dari pengetahuan ini bersifat mutlak, artinya tidak akan berubah sepanjang masa.

Metode ilmiah memang tidak sanggup menjangkau untuk menguji adanya Tuhan; metode ilmiah juga tidak dapat menjangkau untuk membuat kesimpulan berkenaan dengan baik dan buruk atau sistem nilai, juga tidak dapat menjangkau tentang seni dan keindahan.

2) Keunggulan

Seperti telah dijelaskan di muka ciri khas ilmu pengetahuan (termasuk IPA) yang sifatnya objektif, metodik, sistematis dan berlaku umum itu akan membimbing kita pada sikap ilmiah yang terpuji sebagai berikut:

- a) Mencintai kebenaran yang objektif, bersikap adil, dan itu semua akan menjurus ke arah hidup yang bahagia.
- b) Menyadari bahwa kebenaran ilmu itu tidak absolut; hal ini dapat menjurus ke arah mencari kebenaran itu terus-menerus.
- c) Dengan ilmu pengetahuan, orang lalu tidak percaya pada takhyul, astrologi maupun untung-untungan karena segala sesuatu di alam semesta ini terjadi melalui suatu proses yang teratur.

- d) Ilmu pengetahuan membimbing kita untuk ingin tahu lebih banyak. Ilmu pengetahuan yang kita peroleh tentunya akan sangat membantu pola kehidupan kita.
- e) Ilmu pengetahuan membimbing kita untuk tidak berfikir secara prasangka, tetapi berfikir secara terbuka atau objektif, suka menerima pendapat orang lain atau bersikap toleran.
- f) Metode ilmiah membimbing kita untuk tidak percaya begitu saja pada suatu kesimpulan tanpa adanya bukti-bukti yang nyata.
- g) Metode ilmiah juga membimbing kita selalu bersikap optimis, teliti dan berani membuat suatu pernyataan yang menurut keyakinan ilmiah kita adalah benar.

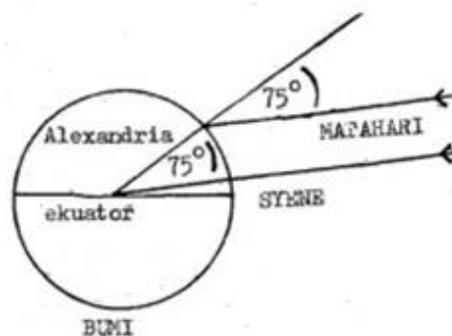
D. Peranan Matematika Terhadap Ilmu Pengetahuan Alam

Menurut dugaan sejarah, kemampuan manusia menulis sama tuanya dengan kemampuan manusia untuk dapat berhitung, yaitu kurang lebih 10.000 tahun sebelum Masehi. Tulisan itu pada hakikatnya simbol dari apa yang ia tulis.

Berhitung, pada awal mulanya berbentuk korespondensi persatuan dari objek yang dihitung. Misalnya seseorang ingin menghitung berapa jumlah ternaknya, maka ternak itu dimasukkan ke dalam kandang satu per satu. Tiap ekor diwakili oleh satu batu kecil, maka jumlah ternaknya adalah jumlah batu

kecil itu. Dengan sekantong batu-batu itu ia dapat mengontrol apakah ada ternak yang belum kembali atau hilang atau malah sudah bertambah karena beranak.

Jadi, sejak awal kehidupan manusia matematika itu merupakan alat bantu untuk mengatasi sebagian permasalahan menghadapi lingkungan hidupnya. Sumbangan matematika terhadap perkembangan IPA sudah jelas, bahkan boleh dikatakan bahwa tanpa matematika IPA tidak akan berkembang. Hal ini disebabkan karena IPA menggantungkan diri pada metode induksi. Dengan metode induksi semata tak mungkin orang mengetahui jarak antara bumi dengan bulan atau bumi dengan matahari, bahkan untuk menyatakan keliling bumi saja hampir tidak mungkin. Berkat bantuan matematikalah maka *Erathotenes* (240 SM) pada zaman Yunani dapat menghitung besarnya bumi dengan metode gabungan antara induksi dengan deduksi matematika sebagai berikut:



Pada tanggal 21 Juni di Syene (Mesir) pada tengah hari matahari berada tepat di atas kepala. Saat yang sama di kota

Alexandria yang jauhnya 500 mil tepat berada di sebelah Utara Syene, matahari jatuh dengan membentuk sudut $7,5^{\circ}$. Ini dapat diukur melalui bayang-bayang sebuah tongkat. Dengan asumsi bahwa bumi ini bulat, maka keliling bumi ataupun besarnya bumi dapat dihitung secara matematika. Erathotenes sampai kepada kesimpulan bahwa keliling bumi adalah 24.000 mil dan garis tengah bumi adalah 8.000 mil.

Hipparchus (150 SM) dapat menghitung jarak bumi ke bulan. Perhitungan di ilhami oleh ajaran Aristoteles yang menyatakan bahwa bulan terletak antara bumi dengan matahari, juga di ilhami oleh gerhana bulan di mana bayang-bayang bumi pada bulan ketika gerhana bulan dipergunakan untuk memperkirakan jarak bumi dengan bulan. Ia berkesimpulan bahwa jarak bumi ke bulan adalah 24.000 mil.

Aristarchus juga secara matematika mencoba menghitung jarak bumi ke matahari. Namun, karena kesalahan instrumen ia berkesimpulan bahwa jarak bumi ke matahari itu adalah 20 kali jarak bumi ke bulan, padahal jarak yang benar adalah 400 kali. Kesimpulan lain yang ia peroleh berdasarkan matematika adalah bahwa matahari itu tentunya jauh lebih besar dari bumi, ia perkirakan sedikitnya 7 kali lebih besar. Ia berpendapat tidak logis kalau matahari yang besar itu beredar mengelilingi bumi yang jauh lebih kecil, mestinya sebaliknya bumilah yang mengelilingi matahari. Namun, pendapatnya tak mendapat

tanggapan dari masyarakat, sampai pada zaman ketika Copernicus dengan bantuan teleskopnya serta perhitungan matematika mengumumkan prinsip heliosentris.

Ahli-ahli matematika yang banyak sumbangannya dalam Ilmu Pengetahuan Alam, antara lain adalah:

Pythagoras mengadakan perhitungan terhadap benda-benda berbentuk segi banyak. *Apollonius* mengadakan perhitungan pada benda-benda yang bergaris lengkung. *Kepler* (1609) berjasa dalam perhitungan jarak peredaran yang berbentuk elips dari planit-planit. *Galileo* (1642) berjasa dalam menetapkan hukum lintasan peluru, gerak dan percepatan, *Huygens* (1695) dapat memecahkan teka-teki adanya CINCIN SATURNUS, perhitungan tentang bandulan, dan terkenal dengan perhitungan tentang kecepatan cahaya, yaitu 600.000 kali kecepatan suara (pada masa itu orang beranggapan bahwa cahaya tak membutuhkan waktu untuk memancar). Ini semua adalah sekedar gambaran yang menunjukkan bahwa perkembangan Ilmu Pengetahuan Alam selalu ditunjang atau secara mutlak membutuhkan tunjangan matematika.

Bagaimana pada masa sekarang? Kiranya tak dapat diragukan lagi fungsi matematika itu dalam zaman modern sekarang ini. Pembuatan mesin-mesin, pabrik-pabrik, bendungan, jembatan bahkan perjalanan ke ruang angkasa tak akan mungkin berlangsung tanpa bantuan matematika.

E. Ilmu Pengetahuan Alam Kualitatif dan Kuantitatif

Pada pembahasan yang lalu telah diterangkan bahwa penemuan-penemuan yang didapat oleh Copernicus sampai Galileo pada awal abad ke-17 merupakan perintis ilmu pengetahuan. Artinya ialah bahwa penemuan-penemuan itu berdasarkan empiri dengan metode induksi yang objektif dan bukan atas dasar deduksi filosofik seperti pada zaman Yunani atau berdasarkan mitos seperti pada zaman Babylonia. Penemuan-penemuan itu misalnya saja bahwa di bulan terdapat gunung-gunung, Yupiter mempunyai 4 buah bulan, di matahari terdapat bercak hitam yang dapat digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi matahari dan sebagainya.

Penemuan-penemuan semacam ini kita sebut sebagai ilmu pengetahuan alam yang sifatnya kualitatif. *Ilmu pengetahuan alam yang kualitatif ini tidak dapat menjawab pertanyaan yang sifatnya kausal atau hubungan sebab-akibat, Ilmu Pengetahuan Alam kualitatif itu hanya mampu menjawab pertanyaan tentang hal-hal yang sifatnya faktual.*

Untuk memperoleh jawaban dari pertanyaan tentang hal-hal yang sifatnya kausal, diperlukan perhitungan secara kuantitatif.

Contoh: Misalnya, seseorang memelihara bebek dengan makanan tradisional biasa, bebek bertelur 15 butir dalam

sebulan. Kemudian orang itu menambahkan keong racun sebagai makanan tambahan bagi bebeknya, ternyata bebeknya bertelur lebih banyak, yaitu 20 butir sebulan. Dari kenyataan ini belum dapat ditarik kesimpulan adanya pengaruh penambahan makanan keong racun itu terhadap kenaikan jumlah telur bebek, karena masih bersifat kasus, artinya mungkin saja itu suatu kebetulan terjadi pada seekor bebek (KASUS).

Namun bila percobaan itu dilakukan terhadap 1000 ekor bebek dan 999 ekor bebek berkelakuan seperti kasus tersebut di atas, maka kemungkinan besar bahwa memang benar itu berlaku umum sehingga dapat disimpulkan bahwa memang ada pengaruhnya penambahan makanan keong racun terhadap jumlah telur yang dihasilkan.

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan induksi (eksperimentasi) dan deduksi (perhitungan matematik/statistik). *Jadi, Ilmu Pengetahuan Alam kuantitatif adalah Ilmu pengetahuan Alam yang dihasilkan oleh metode ilmiah yang didukung oleh data kuantitatif dengan menggunakan statistik.* Ilmu Pengetahuan Alam kuantitatif ini dapat disebut juga sebagai Ilmu pengetahuan Alam modern.



III. ALAM SEMESTA DAN TATA SURYA

A. Pengantar

Seperti telah kita ketahui dari pembahasan yang lalu, bahwa Ilmu Pengetahuan itu terbentuk dari hasil perpaduan antara pengamatan dengan penalaran. Kita juga telah mengetahui bahwa kebenaran ilmu itu adalah *relatif*, tidak mutlak dan selalu dapat diperbaiki atau disempurnakan oleh hasil penelitian yang lebih akurat.

Selain daripada itu kebenaran ilmu itu juga bertingkat. Yang tertinggi tingkatan kebenarannya disebut "*hukum*".

Contoh: Hukum Archimedes yang berkenaan dengan tekanan terhadap benda dalam zat cair atau Hukum Boyle tentang tekanan gas dalam ruang tertutup.

Setingkat lebih rendah daripada "*hukum*" adalah "*teori*".

Contoh: Teori tentang terbentuknya gunung berapi atau teori tentang terbentuknya tata surya.

Setingkat lebih rendah dari teori adalah "*hipotesis*". Bila hipotesis telah teruji kebenarannya maka ia menjadi "*teori*".

Berikut ini akan kami uraikan teori tentang terbentuknya alam semesta:

B. Teori Tentang Terbentuknya Alam Semesta

Dari pembahasan yang lalu kita telah mengetahui bahwa sejak lama manusia berusaha memahami alam semesta ini. Pada jaman kejayaan Yunani orang percaya bahwa bumi merupakan pusat dari alam semesta ini (*geosentrisme*). Namun, berkat pengamatan dan pemikiran yang lebih tajam, pandangan itu berubah sejak zaman abad pertengahan yang dipelopori oleh *Copernicus* menjadi heliosentrik yaitu mataharilah yang menjadi pusat beredarnya bumi bersama planet-planet lain. Pada pembahasan yang lalu telah disebutkan bahwa saat itu dianggap sebagai awal dari abad perkembangan ilmu pengetahuan alam. Pengamatan selanjutnya mengungkapkan bahwa matahari kita sebenarnya adalah salah satu dari beribu-ribu matahari yang lain yaitu bintang-bintang beredar mengikuti pusat dari bintang-bintang itu yang berupa suatu kabut gas pijar yang sangat besar, dikelilingi oleh kelompok-kelompok bintang yang sangat dekat satu dengan yang lain (*cluster*) dan juga dikelilingi oleh gumpalan-gumpalan kabut gas pijar yang lebih kecil dari pusatnya (*nebule*) dan tebaran ribuan bintang. Keseluruhannya itu, termasuk matahari kita ini, disebut galaksi. Galaksi itu ternyata tidak hanya satu tetapi beribu-ribu jumlahnya. Galaksi

di mana matahari kita berinduk diberi nama “*Milky Way*” atau “*Bhima Sakti*”. Apakah semua galaksi itu berpusat dari suatu induk galaksi? Beberapa teori mengungkapkan sebagai berikut:

1) *Teori Ledakan*

Teori ledakan ini bertolak dari asumsi adanya suatu massa yang sangat besar sekali dan mempunyai berat jenis yang sangat besar, meledak dengan hebat karena adanya reaksi inti. Massa itu kemudian berserak mengembang dengan sangat cepatnya menjauhi pusat ledakan. Setelah berjuta-juta tahun, massa yang berserak itu berbentuk kelompok-kelompok dengan berat jenis yang relatif lebih kecil. Itulah kelompok-kelompok galaksi yang ada sekarang. Mereka terus bergerak menjauhi titik pusatnya. Teori ini didukung oleh kenyataan dari pengamatan bahwa galaksi-galaksi itu memang bergerak menjauhi titik pusat yang sama.

2) *Teori Ekspansi dan Kontraksi*

Teori ini berlandaskan pemikiran bahwa ada suatu siklus dari alam semesta, yaitu “masa ekspansi” dan “masa kontraksi”. Diduga bahwa siklus ini berlangsung dalam waktu 30.000 juta tahun.

Dalam masa *ekspansi* terbentuklah galaksi-galaksi serta bintang-bintangnya. Ekspansi ini didukung oleh adanya tenaga yang bersumber dari reaksi inti hidrogen yang pada akhirnya akan membentuk berbagai unsur lain yang Kompleks. Pada

masa *kontraksi*, galaksi dan bintang-bintang yang terbentuk meredup dan unsur-unsur yang terbentuk menyusut dengan mengeluarkan tenaga berupa panas yang sangat tinggi.

Kedua teori ini (teori ledakan maupun teori ekspansi-kontraksi) mendukung suatu kebenaran bahwa partikel yang ada pada zaman sekarang ini berasal dari partikel yang ada pada zaman dahulu. Berdasarkan teori ekspansi dan kontraksi maka sebenarnya alam semesta ini tidak berawal dan tidak berakhir.

C. Teori Terbentuknya Galaksi

Hipotesis Fowler (1957)

Menurut *Fowler*, 12 ribu juta tahun yang lalu Galaksi kita ini tidaklah seperti dalam keadaan seperti sekarang ini. Ia masih berupa kabut gas hidrogen yang sangat besar sekali yang berada di ruang angkasa. Ia bergerak perlahan mengadakan rotasi sehingga keseluruhannya berbentuk bulat. Karena gaya beratnya maka ia mengadakan kontraksi. Massa bagian luar banyak yang tertinggal; pada bagian yang berkisar lambat dan mempunyai berat jenis yang besar terbentuklah bintang-bintang. Gumpalan kabut yang telah menjadi bintang itupun secara perlahan mengadakan kontraksi. Energi potensialnya mereka keluarkan dalam bentuk sinar dan panas radiasi dan bintang-bintang itupun makin turun temperaturnya. Setelah berpuluh ribu juta tahun ia mempunyai bentuknya yang boleh

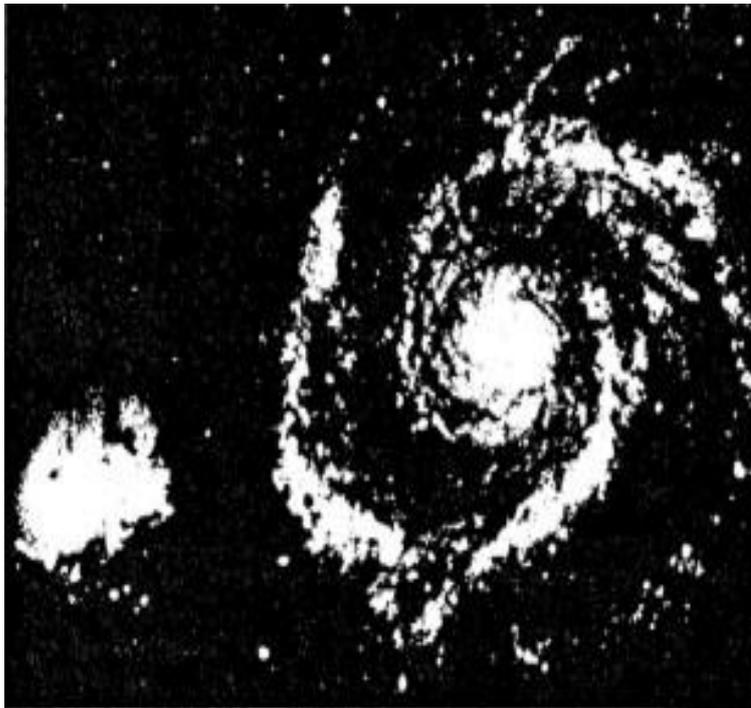
dikatakan tetap seperti halnya matahari kita. Hipotesis itu diyakinkan oleh suatu observasi yang ditujukan kepada pusat galaksi di mana selalu dilahirkan bintang baru baik secara perlahan-lahan maupun secara eksplosif.

1) Galaksi

Berdasarkan apa yang nampak dari hasil pengamatan, dapat kita bedakan adanya tiga macam galaksi, yaitu:

a) Galaksi berbentuk spiral

Lihat Gambar:



Suatu Galaksi berbentuk spiral dari Canes Venatici.

Keterangan: 80% galaksi berbentuk spiral seperti itu.

b) Galaksi berbentuk elips

Lihat Gambar:



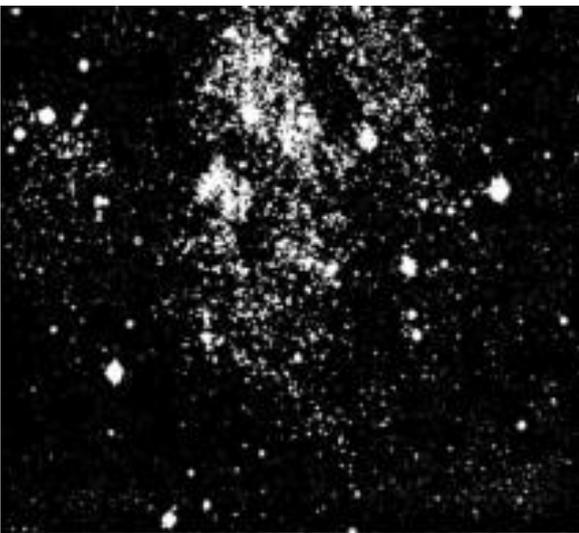
Galaksi yang berbentuk demikian ini ada sebanyak 17%.

Gambar ini adalah galaksi berbentuk elips yang terdekat dengan galaksi kita Bhima Sakti.

c) Galaksi berbentuk tak beraturan.

Yang tak beraturan bentuknya ini ada sebanyak 3%

Contoh: Lihat gambar:



Magellanic
yang bentuknya
tak beraturan.

2) Bhima Sakti

Induk dari matahari kita adalah galaksi Bhima Sakti atau *Milky Way*. Bhima Sakti mempunyai bentuk spiral. Tetangga terdekat dari Bhima Sakti adalah galaksi Andromeda yang juga berbentuk spiral dan jauhnya 870.000 tahun cahaya (cahaya bergerak dengan kecepatan 300.000 km/detik jadi 1 tahun cahaya berjarak: $300.000 \times 365 \frac{1}{4} \times 24 \times 60 \times 60 \text{ km} = 10^{13} \text{ km}$).

Bhima Sakti berbentuk bulat pipih seperti *kue cucur*. Model dari Bhima Sakti adalah seperti gambar berikut:



Letak matahari dan bumi tempat tinggal kitakira-kira adalah pada tanda (X), yang jauhnya kurang lebih $\frac{2}{3}$ dari pusat galaksi sampai batas tepian luarnya. Bulatan-bulatan yang terletak di bawah dan di atas pusat galaksi adalah kumpulan-kumpulan bintang (*globular*). Dalam satu galaksi ada yang mencapai 1000 kumpulan bintang seperti itu.

Galaksi kita ini mengadakan rotasi dengan arah yang berlawanan dengan jarum jam.

Bhima Sakti memiliki tidak kurang dari 100 ribu juta bintang. Selain itu masih terdapat gumpalan-gumpalan kabut gas maupun semacam galaksi kecil yang banyak jumlahnya.

D. Teori Tentang Terbentuknya Tata Surya

1) Teori Nebular

Teori ini dikemukakan pertama kali oleh *Laplace* pada tahun 1796. Ia yakin bahwa sistem tata surya terbentuk dari kondensasi awan panas atau kabut gas yang sangat panas. Pada proses kondensasi tersebut ada sebagian yang terpisah dan merupakan cincin yang mengelilingi pusat. Pusatnya itu menjadi sebuah bintang atau matahari. Bagian yang mengelilingi pusat itu dengan cara yang sama berkondensasi membentuk suatu formula yang serupa dengan terbentuknya matahari tadi. Setelah mendingin benda-benda ini akan menjadi planet-planet seperti bumi dengan benda-benda yang mengelilinginya berupa satelit atau bulan. Dapat dibayangkan bahwa berdasarkan teori ini, planet Saturnus yang dikelilingi oleh cincin Saturnus itulah merupakan bakal satelitnya. Salah satu keberatan dari hipotesis ini adalah ditemukannya dua buah bulan pada Jupiter dan sebuah bulan di Saturnus yang berputar berlawanan arah dengan rotasi planet-planet tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa satelit tersebut bukan merupakan bagian dari planetnya sesuai dengan hipotesis Laplace.

2) *Hipotesis Planetesimal*

Ditemukan pertama kali oleh *Chamberlin* dan *Moulton*. Hipotesis ini bertitik tolak dari pemikiran yang sama dengan teori nebular yaitu bahwa sistem tata surya ini terbentuk dari kabut gas yang sangat besar yang berkondensasi. Perbedaannya adalah terletak pada asumsi bahwa terbentuknya planet-planet itu tidak harus dari satu badan tetapi diasumsikan ada bintang besar lain yang kebetulan sedang lewat dekat bintang di mana tata surya kita merupakan bagiannya. Kabut gas dari bintang lain itu sebagian terpengaruh oleh daya tarik matahari kita dan setelah mendingin terbentuklah benda-benda yang disebut *planetesimal*. *Planetesimal* merupakan benda-benda kecil yang padat. Karena daya tarik menarik antarbenda itu sendiri, benda-benda kecil tersebut akan bergumpal menjadi panas. Hal ini disebabkan oleh tekanan akibat akumulasi dari massanya. Teori ini dapat menjawab pertanyaan mengapa ada satelit-satelit pada Jupiter maupun pada Saturnus yang mempunyai orbit berlawanan dengan rotasi planet-planet itu.

3) *Teori Tidal*

Teori ini diungkapkan pertama kali oleh *James Jeans* dan *Harold Jeffreys* pada tahun 1919. Menurut teori ini planet itu merupakan percikan dari matahari yaitu seperti percikan matahari yang sampai kini masih nampak ada. Percikan tersebut disebut "*tidal*". Tidal yang besar yang kemudian akan menjadi

planet itu disebabkan karena adanya dua buah matahari yang bergerak saling mendekat. Peristiwa ini tentu jarang sekali terjadi namun bila ada dua buah bintang yang bergerak mendekat satu dengan yang lain maka akan terbentuklah planet-planet baru seperti teori tersebut di atas.

Usaha para ilmuwan itu hanyalah sekedar menguji hipotesis. Setelah teruji, teori itu masih mungkin diperbaiki dengan teori yang lebih akurat. Namun demikian teori-teori tersebut di atas masih diyakini orang sampai sekarang.

Kapankah Bumi dan Tata Surya kita itu lahir atau terbentuk?

1) Teori Sedimen

Umur bumi dapat dihitung dengan berbagai cara. Salah satu cara adalah dengan menghitung tebal lapisan sedimen yang membentuk batuan. Dengan mengetahui berapa tebal lapisan sedimen rata-rata yang terbentuk tiap tahunnya dan memperbandingkan tebal batuan sedimen yang terdapat di bumi sekarang ini, maka dapat dihitung berapa umur lapisan tertua dari bumi ini. Dengan cara ini didapatkan bahwa bumi kita telah terbentuk sejak 500 juta tahun yang lalu.

2) Teori Kadar Garam

Cara lain adalah dengan memperhitungkan kenaikan kadar garam di laut. Diasumsikan bahwa mula-mula laut itu berair tawar. Oleh adanya sirkulasi, air membawa larutan garam melalui sungai-sungai ke laut. Hal ini berlangsung terus-

menerus sepanjang abad. Dengan mengetahui kenaikan kadar garam tiap tahun, lalu diperbandingkan dengan kadar garam di laut saat ini yaitu kurang lebih 3% maka didapatkan hasil perhitungan yang berkesimpulan bahwa bumi telah terbentuk 1000 juta tahun yang lalu.

3) *Teori Termal*

Teori lain yang melandasi perhitungannya dengan cara penurunan temperatur bumi. Diasumsikan bahwa bumi mula-mula merupakan bantuan yang sangat panas yang lama-kelamaan mendingin.

Dengan mengetahui massa dan temperatur bumi yang sekarang, ahli fisika Inggris bernama *Elfin* memperkirakan bahwa perubahan bumi menjadi batuan yang dingin seperti sekarang ini dari batuan leleh yang sangat panas pada permulaan, membutuhkan waktu 20.000 juta tahun.

4) *Teori Radioaktivitas*

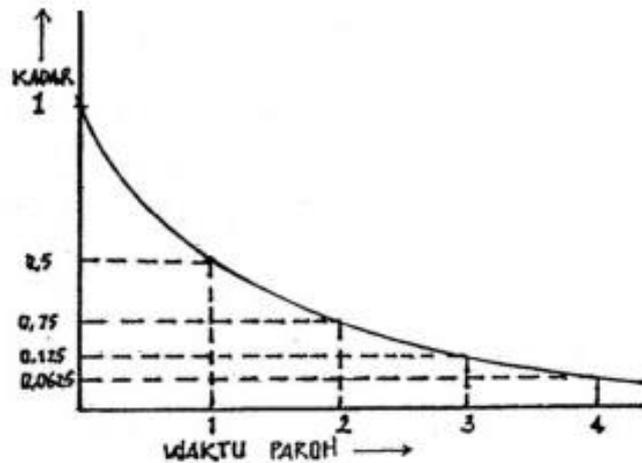
Teori yang dianggap paling benar yang diikuti sekarang ini adalah yang berlandaskan perhitungan waktu peluruhan zat-zat radioaktif. Prinsip perhitungan berdasarkan:

- a. Pengetahuan tentang waktu paroh dari unsur-unsur radioaktif. Waktu paroh adalah waktu yang dibutuhkan dari zat radioaktif untuk meluruh atau berurai sehingga massanya tinggal separohnya.

Contoh : n gram Pb radioaktif - - - $> \frac{1}{2}$ n gram Pb radioaktif +
Pb tak radioaktif + zat lain.

Reaksi ini membutuhkan waktu a tahun. Maka waktu paroh
Pb radioaktif itu = a tahun.

Dengan bentuk grafik dapat digambarkan sebagai berikut:



- b. Dengan mengetahui perbandingan kadar zat radioaktif dengan zat hasil peluruhannya dalam suatu bantuan dapat dihitung unsur dari bantuan tersebut.

Contoh: 1 gram U^{238} mempunyai waktu paroh $4,5 \times 10^9$ tahun, meluruh menjadi 0,5 gram U^{235} + 0,0674 gram helium dan 0,4326 gram Pb^{206} .

Bila dalam suatu bantuan kepadatan perbandingan berat antara U^{238} dan Pb^{206} seperti contoh tersebut di atas, maka ini berarti bahwa bantuan itu umurnya sama dengan waktu paroh U^{238} yaitu 4,5 ribu juta tahun.

Cara lain juga didapat dari perbandingan antara Pb^{207} dengan Pb^{206} . Hasil yang didapat kira-kira sama, yaitu antara 4,5 sampai 5 ribu juta tahun.

Atas perhitungan seperti tersebut di atas didapatkan kesimpulan bahwa umur bumi berkisar antara 5 sampai 7 ribu juta tahun.

Dari penelitian bantuan meteorit yang datang dari angkasa luar ke bumi juga dapat dihitung bahwa umur bantuan tersebut adalah antara 9 sampai 10 ribu juta tahun. Angka-angka tersebut di atas sampai sekarang menjadi pegangan menetapkan umur dari tata surya kita.

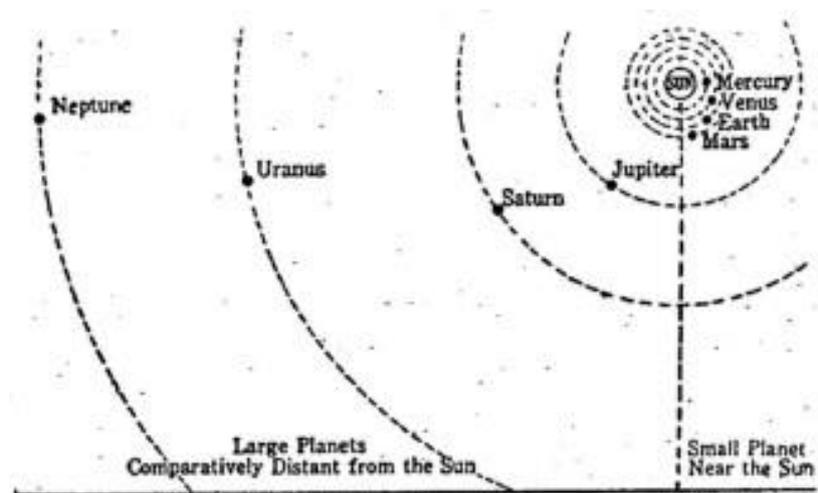


IV. MENGENAL TATA SURYA

A. Pengantar

Surya adalah kata lain dari Matahari. *Tata Surya* berarti adanya suatu organisasi yang teratur pada matahari itu. Seperti kita ketahui matahari kita ini dikelilingi oleh planet-planet, antara lain adalah bumi kita ini. Planet-planet juga dkitari oleh benda lain yaitu satelit. Satelit dari bumi adalah *Bulan*. Suatu sistem di mana benda-benda langit beredar mengelilingi Matahari sebagai pusat disebut *sistem tata surya*.

Gambar berikut ini menunjukkan susunan tata surya.



Dengan menyimak gambar di atas kita dapat mengelompokkan planet-planet tersebut menjadi dua kelompok

yaitu: (1) *kelompok planet dalam*, yaitu yang dekat dengan matahari terdiri dari planet-planet Merkurius, Venus, Bumi dan Mars. (2) *kelompok planet luar* terdiri dari: Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.

Planet merupakan suatu benda padat yang dingin. Sinarnya yang nampak kemilau dari bumi itu tidak lebih dari cahaya matahari yang dipantulkannya, jadi tidak ubahnya seperti bulan purnama.

Peredaran planet mengelilingi matahari disebut *gerak revolusi*. Di samping itu, planet-planet beredar mengelilingi sumbunya yang disebut *rotasi*. Adanya gerak rotasi pada bumi dan planet menyebabkan timbulnya peredaran siang dan malam pada bumi dan planet-planet. Dilihat dari selatan, gerak revolusi maupun gerak rotasi planet-planet berlawanan arah jarum jam, atau dari Timur ke Barat, ada beberapa yang searah jarum jam. Waktu untuk satu putaran revolusi disebut *kala revolusi*, sedangkan waktu satu putaran rotasi disebut *kala rotasi*.

Sebelum kita mengenal masing-masing planet tersebut secara lebih mendalam, sebaiknya kita bicarakan terlebih dahulu tentang matahari sebagai pusat tata surya kita.

B. Matahari

Matahari adalah suatu bola gas yang pijar dan ternyata ia tidak bulat betul. Ia mempunyai semacam ekuator dan kutub

karena gerak rotasinya. Garis tengah ekuatorialnya = 864.000 mil, sedangkan garis tengah antar kutubnya 43 mil lebih pendek.

Jarak matahari ke bumi adalah 93.000.000 mil. Jarak ini dipakai sebagai satuan astronomi. Satu satuan Astronomi (*Astronomical Unit* = AU = 93 juta mil = 149 juta km). Dibandingkan dengan bumi, diameter matahari kira-kira 100 kali diameter bumi. Gaya tarik matahari kira-kira 30 kali gaya tarik bumi.

Bagaimana dengan temperatur di matahari? Menurut perhitungan para ahli, temperatur di permukaan matahari sekitar 6000°C; jenis batuan atau logam apapun yang kita kenal di bumi ini akan lebur pada temperatur setinggi itu. Temperatur tertinggi terletak di bagian tengahnya yang diperkirakan tidak kurang dari 25 juta °C. Pada permukaannya tampak ada bercak hitam. Dengan adanya bercak hitam itulah orang bisa menghitung kecepatan matahari mengadakan *rotasi*, yaitu 27 hari. Namun semakin dekat ke kutubnya ternyata makin lambat, di dekat kutub kecepatan rotasi adalah 34 hari. Lapisan bola matahari bagian dalam disebut *photosfer*, tebalnya kira-kira 220 mil. Dari lapisan ini terdapat semburan api yang berasal dari suatu ledakan. Semburannya mencapai ketinggian 140.000 mil. Lapisan luar dari photosfer yang disebut *chromosfer*, berwarna kemerahan dan berasal dari hidrogen yang pijar. Lapisan ini mempunyai lidah-lidah api yang menjilat ke luar. Tebal

chromosfer kira-kira 9.000 mil. Lapisan lebih luar dari chromosfer adalah *korona*. Korona berupa sinar kemilau yang tebalnya kadang-kadang melebihi garis tengah matahari itu sendiri. Korona nampak jelas waktu gerhana matahari.

Matahari ini sangat penting bagi kehidupan di bumi karena

1. Merupakan sumber sinar dan sumber panas (energi) utama bagi bumi. Minyak bumi dan batu bara itu sebenarnya juga berasal dari energi matahari yang pada zaman dahulu diserap oleh tumbuhan atau binatang.
2. Matahari mengontrol stabilitas peredaran bumi yang berarti mengontrol terjadinya siang dan malam, bulan, tahun serta juga mengontrol peredaran planet lain.
3. Matahari adalah bintang yang terdekat, maka dengan mempelajari matahari kita tak langsung dapat memahami bintang-bintang lain.

C. Merkurius

Planet yang terdekat dengan matahari, terkecil dengan garis tengah 3.000 mil (hanya sedikit lebih besar dari Bulan yang bergaris tengah 2.160 mil). Karena letaknya yang begitu dekat dengan matahari maka bagian yang menghadap matahari panas sekali yaitu antara 550 sampai 770 derajat F. Sebaliknya pada bagian yang tak menghadap matahari menjadi dingin sekali (karena tak ada air maupun udara). Dengan demikian

maka Merkurius mempunyai temperatur yang tertinggi dan terendah bila dibandingkan dengan temperatur pada planet-planet yang lain. Diperkirakan tak ada kehidupan sama sekali di Merkurius. Planet ini sulit dilihat dari bumi karena letaknya dekat sekali dengan matahari, namun pada cuaca yang baik dapat dilihat pada saat matahari terbenam. Merkurius mengadakan *rotasi* (berputar pada sumbunya) dalam waktu 58,6 hari. Ini berarti panjang siang harinya 28 hari lebih, demikian juga malam harinya. (Temperatur minimum malam hari adalah -400°F). Merkurius beredar mengelilingi matahari (*revolusi*) dalam waktu 88 hari, tidak mempunyai bulan; dan berat jenisnya 5,13.

D. Venus

Venus menempati urutan kedua terdekat dengan matahari. Planet ini terkenal dengan nama *Bintang Kejora* yang bersinar terang pada waktu sore atau pada waktu pagi hari. Besarnya hampir sama dengan bumi. (Venus bergaris tengah 7.700 mil, sedangkan Bumi bergaris tengah 7.900 mil) (1 mil = 1,6 km).

Venus memiliki atmosfer (udara) yang cukup tebal, ia memantulkan cahaya matahari yang datang kepadanya sebanyak 59%, sedangkan bumi memantulkan kembali cahaya matahari sebanyak 44%, dan Merkurius hanya 7%. Dalam hal ini atmosfer bertindak selaku lapisan pelindung permukaan planet

dari sengatan cahaya matahari. Venus diselubungi penuh oleh awan sehingga sangat sulit mengamati permukaannya dan dengan demikian sangat sukar untuk menentukan kecepatan rotasinya. Dengan susah payah para ahli telah dapat menetapkan *rotasinya* yaitu 247 hari (dengan kesalahan kurang lebih 5 hari).

Ia beredar mengelilingi matahari (*revolusi*) selama 225 hari artinya satu tahun Venus adalah 225 hari; bandingkan dengan revolusi bumi kita yaitu selama $365 \frac{1}{4}$ hari.

Dengan analisis spektrum atas cahaya yang datang dari Venus, dapat diketahui bahwa di sana ada oksigen. Atas dasar analogi bahwa keberadaan gas oksigen yang tetap jumlahnya di udara disebabkan oleh tumbuhan yang mengadakan fotosintetis, maka dapat diperkirakan bahwa di Venus pun ada kehidupan. Venus tidak mempunyai bulan. Pada tahun 1967 Soviet Rusia telah menetapkan kapsulnya di permukaan planet ini, sedang Amerika dengan Mariner 5-nya telah pula mengadakan perlawatannya melewati planet tersebut. Berdasarkan data-data yang dikumpulkan oleh mereka ini para ilmuan berkesimpulan bahwa atmosfer Venus terdiri dari karbondioksida sebanyak sekitar 85 sampai 98%, sedangkan sisanya adalah uap air, oksigen yang sangat sedikit dan tidak ada nitrogen (bandingkan dengan atmosfer bumi yang terdiri dari 80% nitrogen, 19,8% oksigen dan sisanya adalah gas lain

termasuk karbondioksida yang sangat sedikit). Temperatur di Venus berdasarkan data dari kapsul Soviet berkisar antara 280°C atau 536°F , sedangkan menurut Mariner milik Amerika sekitar 316°C atau 800°F .

E. Bumi

Tentang Bumi ini akan dibahas secara lebih mendalam di bagian lain, namun sebagai bahan perbandingan dalam mempelajari planet-planet lain di sini akan diuraikan secara sangat singkat.

Bumi menempati urutan ke-3 terdekat dengan matahari, besarnya hampir sama dengan Venus dan berdiameter 7.900 mil, atau 12.640 km. Jarak antara bumi dengan matahari adalah 149 juta km. Jarak ini dijadikan satuan jarak Astronomis atau Astronomical Unit (AU).

Jadi $1 \text{ AU} = 149 \text{ juta km}$.

Contoh:

Jarak Venus ke Matahari = $0,72 \text{ AU}$ atau dalam km = $0,72 \times 149 \text{ juta km} = 107,28 \text{ juta km}$.

Jarak Merkurius ke Matahari = $0,39 \text{ AU}$ atau = $0,39 \times 149 \text{ juta km} = 58,11 \text{ juta km}$.

Bumi mengadakan *rotasi* 24 jam, berarti hari bumi = 24 jam. Bandingkan dengan Venus, satu hari Venus = 247 hari bumi atau $247 \times 24 \text{ jam bumi}$.

Bumi mempunyai atmosfir dan mempunyai sebuah satelit yaitu Bulan. Bumi mengadakan *revolusi* selama $365\frac{1}{4}$ hari. Sekali putar mengelilingi matahari ini disebut juga satu tahun. Bandingkanlah dengan 1 tahun Merkurius = 88 hari Bumi sedang 1 tahun Mars lamanya = 1,9 tahun bumi. Berat jenis bumi rata-rata = 5,52.

F. Bulan

Merupakan satelit atau benda angkasa yang berkisar mengelilingi bumi. Jaraknya dengan bumi adalah 240 ribu mil = 384 ribu km. Bulan berdiameter 2.160 mil atau 3.456 km. Bulan selalu menunjukkan permukaan yang sama dilihat dari bumi. Ini berarti bahwa ia mengadakan *rotasi* maupun *revolusi* mengelilingi bumi dengan kecepatan yang tepat sama (waktu yang dibutuhkan untuk mengadakan rotasi sama dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengadakan satu kali revolusi). Pada permukaan bulan terdapat gunung-gunung dan dataran rendah seperti di Bumi. Namun lubang-lubang kepundannya nampak besar-besar sampai ada yang bergaris tengah 8 km.

Berat jenis bulan kira-kira separoh dari berat jenis bumi. Besarnya Bulan hanya $\frac{1}{82}$, Bumi dan mempunyai gravitasi $\frac{1}{6}$ dari gravitasi Bumi. Di bulan tak ada atmosfer, oleh karena itu raut permukaan bulan tetap abadi sebab tak ada erosi. Tak adanya atmosfer ditunjukkan pula dengan kenyataan bahwa

sinar bintang yang datang dari belakang ke bumi sama sekali tak dibiaskan.

Gerhana Bulan

Manusia modern tak lagi percaya dengan legenda yang menceritakan bahwa gerhana bulan terjadi karena bulan ditelan raksasa. Para ilmuwan telah dapat memperhitungkan dengan sangat akurat kapan terjadi gerhana bulan; tidak saja pada tahun berapa tetapi hari tanggal jam bahwa sampai pada perhitungan detik. Gerhana bulan terjadi karena permukaan bulan terkena oleh bayang-bayang bumi; bila bumi yang terkena bayangan bulan maka terjadilah gerhana matahari.

G. Mars

Ada dugaan yang keras bahwa di planet Mars ini ada kehidupan. Dugaan ini bertolak pada kenyataan-kenyataan berikut ini:

- (1) Berdasarkan pengamatan melalui teropong dan foto, pada permukaan Mars terdapat semacam kanal (saluran atau dam air) yang sangat panjang dan lurus sekali. Kanal ini menghubungkan bagian Mars yang tertutup salju dengan bagian yang panas. Bila kanal ini buatan alam apakah mungkin selurus itu?

- (2) Mars nampaknya diselubungi oleh atmosfer. Dugaan ini bertolak dari kenyataan bahwa permukaan Mars dari waktu ke waktu selalu nampak adanya perubahan baik perubahan dalam bentuk/gambar maupun warnanya. Fenomena ini mengarah kepada adanya tumbuhan pada permukaannya dan adanya awan yang menyelubungi seperti layaknya di bumi.
- (3) Dari analisis spektra sinar yang datang dari Mars, ternyata memang ada oksigen meskipun jumlahnya relatif sedikit sehingga tidak mungkin manusia bumi bernafas secara bebas di sana.

Hal lain yang menarik di planet ini adalah bahwa ia mempunyai 2 buah bulan. Yang satu kecil dan dekat dengan planet hanya berjarak 3.700 mil (bandingkan dengan bulannya bumi kita yang berjarak 240 ribu mil). Satelit kecil ini dinamai *Phobos* dan berdiameter 10 mil (16 km). Ia mengadakan *revolusi* mengelilingi Mars dalam waktu 7 jam 39 menit, dan yang aneh ia terbit dari Barat terbenam di Timur.

Satelit kedua dinamai *Deimos*, ia terbit dari Timur dan terbenam di Barat setelah beberapa hari. Hal ini disebabkan karena revolusi satelit *Deimos* ini hanya beda sedikit lebih cepat daripada rotasi Mars. Adapun *Phobos* dalam satu hari Mars terbit dan terbenam sebanyak 3 kali.

Fakta lain yang perlu dicatat tentang Mars adalah sebagai berikut: Jarak dari matahari = 1,52 AU; garis tengah 3.920 mil (separoh dari Bumi). *Revolusi* 1,9 tahun; *rotasi* 24 jam 37 menit. Pada siang hari temperaturnya 50^o F, pada malam hari dingin, sampai -90^o F. Perlu pula diketahui bahwa menurut data yang dikirim oleh Mariner 4 di Mars tak ada oksigen, hampir tak ada air sedangkan kutub es yang diperkirakan mengandung banyak air itu tak lebih dari lapisan salju yang sangat tipis. Ini pula kiranya yang menjadi sebab mengapa pada waktu tertentu kutub yang berwarna putih itu lenyap dari pandangan mata.

H. Jupiter

Merupakan planet terbesar dalam tata surya kita. Ia bergaris tengah 86.600 mil. Mengadakan *rotasi* yang cepat, yaitu 10 jam (bandingkan 24 jam untuk Bumi dan 247 hari untuk Venus). Jupiter nampak sebagai “binatang” yang terang muncul pada tengah malam. Karena rotasinya cepat itu bagian ekuatornya menjadi sedikit mengembang dan membentuk sabuk.

Massa planet ini sangat besar, hampir tiga ratus kali massa bumi. Demikian pula gravitasinya 2,6 kali gravitasi bumi. Oleh karena itu ia mempunyai daya tarik yang sangat kuat, sehingga mampu merengkuh 12 buah bulan dan mempunyai atmosfer yang cukup tebal. Analisis spektroskopis menunjukkan bahwa

udaranya mengandung ammoniak dan gas metan dalam jumlah sangat banyak, serta mengandung gas hidrogen. Bercak kemerahan bergaris tengah 30.0000 mil di bagian selatan (telah diketahui sejak tahun 1831) diperkirakan adalah suatu kawah yang masih hidup (karena warnanya berubah-ubah).

Satelitnya besar-besar. Dua di antaranya lebih besar dari pada planet Merkurius. Tiga diantara 12 satelit itu beredar berlawanan arah dengan 9 lainnya.

I. Saturnus

Planet terbesar kedua setelah Jupiter adalah saturnus. Planet ini berdiameter 74.000 mil. Seperti jupiter *rotasinya* begitu cepat yaitu 10 jam. Persamaan yang lain adalah atmosfernya terdiri dari gas metan, amoniak dan hidrogen.

Temperatur pada permukaannya sangat rendah, yaitu -243° F. Ini berarti gas amoniaknya membeku. Berat jenisnya 0,7 (dibandingkan dengan BJ air = 1 atau BJ Bumi 5,3). Yang paling menarik dari planet ini adalah adanya sabuk putih yang melilit ekuatornya dan jaraknya dari permukaan planet sejauh 7.000 mil sampai kurang lebih 37.000 mil. Sabuk ini berbentuk pipih setebal 10 mil. Sabuk ini berupa debu dan ternyata berputar mengelilingi planet dengan kecepatan yang berbeda; sabuk bagian dalam jauh lebih cepat daripada bagian luarnya.

Di samping sabuk atau cincin raksasa itu, Saturnus juga memiliki 10 buah satelit. Sebuah diantaranya terbesar diberi nama *Titan* yang besarnya dua kali Bulan kita; sebuah yang lain diberi nama *Phoebe* yang bergerak berlawanan arah dengan 9 lainnya, yang menunjukkan bahwa *Phoebe* bukan “anak kandung” saturnus.

Baik keanehan *Phoebe* maupun adanya sabuk raksasa ini memperkuat teori *Tidal*.

Ternyata sabuk Saturnus ini mengembang dan merapat pada permukaan planet 15 tahun sekali.

J. Uranus

Planet ini ditemukan secara tak sengaja oleh *Herschel* dan *keluarganya* pada tahun 1781 ketika mereka sedang mengamati Saturnus. Pada waktu itu orang mengenal adanya planet yang lebih jauh dari Saturnus. Uranus ini besarnya tidak sampai separoh dari Saturnus, namun bila dibandingkan dengan bumi besar diameternya 4 kali lipat.

Jaraknya ke matahari adalah 19,2 AU. Ia mengelilingi matahari (*revolusi*) dalam waktu 84 tahun. *Rotasinya* adalah 10 jam 47 menit. Ia mempunyai 5 buah satelit.

K. Neptunus

Neptunus ditemukan dalam rangka para astronomi mengamati planet baru Uranus, yang orbitnya agak menyimpang dari perhitungan berdasarkan hukum Newton (gaya tarik menarik antara dua benda). Maka diperkirakan ada benda langit besar lain yang mempengaruhi orbitnya Uranus. Setelah dicari-cari maka ketemulah planet terbesar ketiga Neptunus ini pada tahun 1846. Planet ini mempunyai 2 buah satelit. Satu di antaranya bergerak berlawanan arah dengan perputaran planet itu sendiri. Jaraknya ke matahari 30,1 AU, diameternya 28.000 mil. Neptunus berputar mengelilingi matahari (*revolusi*) dalam 165 hari sekali putar.

L. Benda-benda Langit lain dalam Tata Surya

1) Asteroida atau planetoida

Pada tahun 1801, *Pazzi* seorang astronom Italia melalui pengamatan teleskopnya menemukan benda langit yang berdiameter 500 mil (bandingkan Bulan yang berdiameter 2.160 mil) beredar mengelilingi matahari. Dalam beberapa tahun kemudian ternyata ditemukan pula beberapa buah benda-benda semacam itu. Benda-benda itu mengorbit mengelilingi matahari pada jarak antara Mars dengan Jupiter. Sekarang benda semacam itu telah diketahui banyak yaitu tidak kurang

dari 2.000 buah, berbentuk bulat dan kecil-kecil; yang terkecil yang bisa diamati berlandaskan 1 mil. Kelompok benda langit disebut *planetoida* atau "*bukan planet*" untuk membedakan dengan 9 planet utama. Bila seluruh massa planetoida ini dikumpulkan, jumlahnya tidak lebih dari 2% dari massa bulan.

2) Komet

Dikenal pula dengan nama "*bintang berekor*". Komet ini ternyata datang secara periodik menghampiri matahari atau dengan kata lain ia beredar mengelilingi matahari, jadi merupakan bagian dari tata surya kita. Keistimewaan komet dengan anggota surya yang lain ialah bahwa ia mengeluarkan cahaya sendiri karena ia merupakan gas pijar seperti matahari atau bintang lain. Orbit-nya mengelilingi matahari pun eksentrik yaitu pada "*perihelion*" yaitu garis edar terdekat dengan matahari. Contohnya adalah komet Halley yang datang setiap 75 tahun sekali. Ia mempunyai perihelion (jarak terdekat dengan matahari) yang letaknya antara Bumi dan Venus, sedangkan *aphelion* (jarak terjauh dengan matahari) lebih jauh dari orbitnya Neptunus. Komet Halley ini pernah datang pada tahun 1835, 1910 dan 1985.

Keanehan lain dari komet adalah bahwa ekornya selalu menjauhi matahari.

3) Meteor

Berbeda dengan komet, meteor adalah benda angkasa yang tak mengeluarkan cahayanya sendiri. Jadi semacam benda-benda planetoida yang mungkin saja datang dari luar tata surya kita. Bila benda-benda itu beredar cukup dekat dengan bumi, ia akan mendapat pengaruh gaya tarik bumi (gravitasi). Akibatnya mereka akan masuk ke alam atmosfer bumi. Karena gesekan dengan atmosfer maka berpijarlah ia karena panas. Mungkin saja ia terbakar habis atau bila bendanya cukup besar, sisanya akan jatuh ke bumi yang kita kenal sebagai *bantuan meteorit*. Meteor ini kita kenal sehari-hari sebagai bintang pindah atau bintang jatuh.



V. BUMI

A. Pengantar

Dari pembahasan terdahulu kita telah mengetahui bahwa bumi merupakan salah satu planet dari tata surya kita, dan tak ada satu pun di antara planet-planet dalam tata surya itu yang mempunyai kondisi yang memungkinkan adanya kehidupan seperti di bumi.

Bumi ini bulat telah diketahui manusia 500 tahun yang lalu, meskipun sebelum itu orang mengira bahwa bumi ini datar. Bagaimana kita tahu bahwa bumi ini bulat? Pada zaman modern ini mudah saja, karena dengan pesawat ruang angkasa dapat dibuat photo yang jelas bahwa bumi memang bulat. Namun pengamatan yang teliti ternyata menunjukkan bahwa bumi agak pipih sedikit pada kutubnya. Garis tengah bumi dari kutub ke kutub = 7.900 mil, sedangkan bila dihitung secara ekuatorial = 7.923 mil. (1 mil = 1,6 km). Berat jenisnya 5,5 sedang beratnya $6,6 \times 10^{21}$ ton.

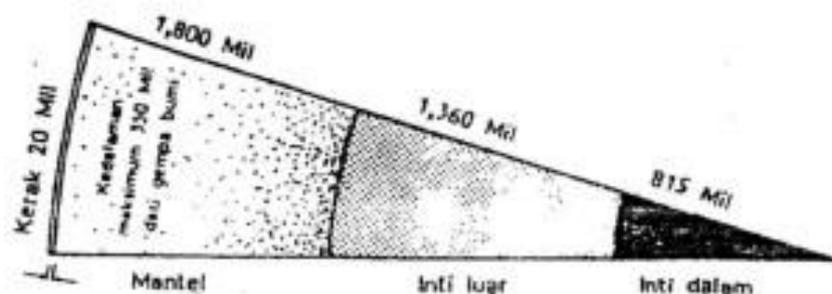
Bumi diselimuti oleh gas yang disebut *atmosfer*. Pada permukaan bumi ada lapisan air yang disebut *hidrosfer*. Bagian

bumi yang padat terdiri dari kulit atau *lithosfer* dan bagian inti disebut *centrosfer*.

B. Lithosfer dan Centrosfer

Lithosfer ini tebalnya hanya 20 mil atau kira-kira 30.000 meter. Namun inilah bagian yang vital bagi kehidupan manusia yaitu yang berupa benua dan pulau-pulau tempat tinggal kita. Tebalnya tak sama, dan terdiri dari dua lapisan. Bagian atas terdiri Silikon dan Alumunium dengan BJ rata-rata 2,65 sedangkan lapisan yang lebih dalam terdiri dari Silikon dan Magnesium, dengan BJ 2,9. Bagian yang tebal berupa benua setebal 2,2 mil, bagian yang tipis di bawah samudra, 5 mil. Di bawah lithosfer adalah centrosfer yang dapat dibagi menjadi bagian paling dalam (inti dalam), inti luar dan selanjutnya bagian mantel.

Bagannya adalah sebagai berikut:



Bila diingat bahwa BJ kulit bumi 2,6 sedangkan BJ bumi bumi 5,5 maka BJ inti bumi bagian dalam adalah besar sekali, dan diperkirakan = 10,7. Dari berat jenis itu orang lalu menduga

bahwa inti bumi terdiri dari campuran logam Nikel dan Besi. Inti inilah yang menentukan adanya sifat kemagnetan dari bumi. Seperti kita ketahui, bumi ini berupa magnet raksasa dengan kutub utaranya terletak di bagian selatan Bumi dan kutub selatannya terletak di bagian utara, meskipun ternyata tidak tepat pada kutub geografis tetapi menyimpang 17° dilihat dari pusat bumi.

Kandungan mineral:

Dari analisis kerak bumi, lithosfer mempunyai kandungan unsur sebagai berikut:

Oksigen	46,7 % (prosen berat)
Silikon	27,7
Aluminium	8,1
Besi	5
Calcium	3,6
Natrium	2,8
Magnesium	2,1
Titanium	0,6
Hidrogen	0,1
lainnya	0,7

C. Hidrosfer

Hidrosfer tidak sepenuhnya menyelimuti bumi, kira-kira hanya 71 % saja. Terdiri sebagian besar dari samudera dan lautan. Es pada kutub-kutub utara dan selatan bumi termasuk hidrosfer. Kedalaman laut rata-rata adalah 4.000 m. Laut

terdalam terdapat di dekat pulau Guam, yang dalamnya kira-kira 11.000 m.

Hidrosfer sangat berpengaruh terhadap keadaan atmosfer karena air yang menguap dari lautan itu membentuk awan dan hujan yang berlangsung sepanjang abad dan membentuk siklus air. Siklus ini pula yang menyebabkan air laut menjadi asin karena mineral yang mudah larut dalam kerak bumi terbawa oleh air ke laut. Air menguap lagi tetapi mineralnya tidak. Air laut pada saat sekarang ini rata-rata mempunyai kandungan mineral yang mudah larut sebanyak 3,5 % terdiri dari:

Ion	Simbol	Persen berat
Chlor	Cl ⁻	55,-
Natrium	Na ⁺	30,6
Sulfat	SO ⁻⁻	7,7
Magnesium	Mg ⁺⁺	3,7
Calsium	Ca ⁺⁺	1,2
Kalium	K ⁺	1,1
Bikarbonat	HCO ₃ ⁻	0,4

Dari daftar tersebut ternyata bahwa *garam dapur (NaCl)* merupakan bagian terbesar. Bagian terbesar kedua adalah "*garam Inggris*" (*MgSO₄*). Garam ini menyebabkan rasa air laut sedikit pahit. Perlu diketahui pula bahwa gas-gas yang ada di atmosfer juga terlarut dalam hidrosfer. Dari semua gas itu yang penting adalah terlarutnya gas oksigen dan karbondioksida

karena gas-gas tersebut sangat vital bagi peri kehidupan di laut.

D. Atmosfer

Bumi diselubungi oleh lapisan gas yang disebut *atmosfer*, atau yang dalam kehidupan sehari-hari disebut udara. Tebal atmosfer ini sampai setinggi 3.000 mil dihitung dari permukaan air laut. Berat jenisnya pada lapisan bagian bawah adalah 0,013, makin ke atas makin kecil sampai mendekati 0. Kira-kira separoh dari berat seluruh atmosfer berada pada lapisan bawah yang setebal 3,5 mil dari permukaan bumi. Hampir 90 % dari jumlah berat atmosfer terdapat pada lapisan bawah yang setebal 10 mil. Atmosfer dapat dibagi menjadi tiga lapisan yaitu bagian lapisan terbawah setebal 10 mil disebut *troposfer*, lapisan di atasnya sampai 50 mil disebut *stratosfer*, dan di atas 50 mil disebut *ionosfer*.

1) Troposfer

Lapisan udara pertama meliputi bumi setebal 10 mil pada khatulistiwa dan menipis sampai 5 mil pada kutub-kutub bumi. Hampir semua uap air yang terkandung di udara terdapat pada *troposfer* ini. Berkenaan dengan itu pula maka adanya hujan, angin, badai salju, awan dan sebagainya semua terdapat pada lapisan ini. Kapal terbang juga melakukan perjalanannya tidak lebih tinggi dari batas *troposfer*. Temperatur dari *troposfer* dihitung dari permukaan bumi ke atas ternyata turun secara

teratur, setiap kenaikan 1 mil turun 19°F ; pada ketinggian 10 mil temperaturnya turun secara drastik menjadi 0.

2) *Stratosfer*

Mulai dari 10 sampai 50 mil di atas bumi. Temperatur rata-rata adalah -67°F (-55°C). Kapal terbang sebenarnya masih bisa melakukan perjalanan pada batas terendah dari stratosfer ini asalkan semua pintu kabin dapat ditutup rapat dan udara di dalam diatur terutama konsentrasi oksigen sehingga serupa seperti di troposfer. Dalam stratosfer ini ada lapisan *Ozon* (yaitu oksigen yang mempunyai 3 atom O dalam satu molekul; oksigen biasa terdiri dari dua atom) lapisan ini sangat vital bagi kehidupan kita karena lapisan ini dapat menolak datangnya sinar ultra violet dari matahari dengan kadar yang tinggi yang dapat merusakkan semua jasad hidup.

3) *Ionosfer*

Lapisan di atas 50 mil disebut ionosfer karena pada lapisan ini tekanan udara sangat rendah sekali sehingga semua partikel yang ada disitu terurai menjadi ion-ionnya.

Keterangan: Molekul AB bermuatan listrik 0 atau netral. Bila AB terurai ia akan menjadi partikel A yang bermuatan listrik + dan partikel B yang bermuatan listrik - . Partikel yang bermuatan listrik seperti itu disebut ion.

Ionosfer sangat penting artinya bagi manusia terutama dalam komunikasi radio, karena lapisan ini dapat dipergunakan sebagai lapisan pemantul gelombang radio.

Keterangan: Gelombang radio tidak dapat dipancarkan langsung ke daerah sasaran yang relatif jauh karena dua alasan. Pertama karena muka bumi melengkung dan kedua karena gangguan cuaca pada troposfer.

Karena tipisnya lapisan ionosfer ini, batu meteor baru menyala setelah mencapai kerendahan 60 mil di atas bumi.

Orang juga dapat membagi atmosfer ini atas dasar temperaturnya yaitu: troposfer kemudian stratosfer, mesosfer lalu termosfer.

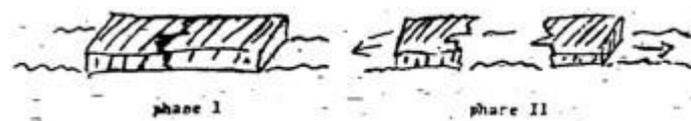
Terbentuknya benua dan samudera

Pada pembahasan yang lalu terdapat teori yang mengungkapkan bagaimana terbentuknya bumi beserta planet-planet yang lain. Dalam teori itu diungkapkan bahwa bumi itu masih sangat panas kemudian berkondensasi menjadi dingin seperti keadaan yang sekarang ini. Teori tentang terbentuknya benua dan samudera juga masih berlandaskan pada teori tersebut.

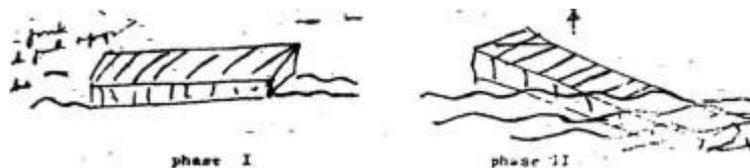
Pada saat bumi itu, mendingin yang dingin terlebih dahulu adalah bagian luarnya, maka terbentuklah kerak yang keras yang kita sebut sebagai kulit bumi atau *lithosfer*. Pada mulanya

lithosfer ini masih sangat labil, maksudnya dalam proses kondensasi yang terus berlangsung itu bumi juga bergerak mengadakan rotasi sehingga kulit yang baru terbentuk tadi retak-retak dan bergeser saling menjauhi karena seolah-olah kulit yang sudah keras itu mengapung pada bagian bumi sebelah dalamnya yang diperkirakan masih dalam keadaan lumer. Pergeseran itu bisa saja bersifat *horizontal* atau sejajar dengan permukaannya namun dapat pula *vertikal* seperti contoh pada gambar:

Pergeseran horizontal



Pergeseran vertikal



Teori Wegener

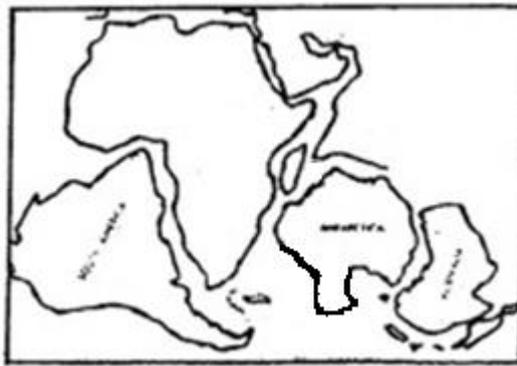
Wegener seorang ahli geofisika Jerman menuliskan teorinya (pada saat masih berupa hipotesis) pada tahun 1915. Teori itu singkatnya adalah sebagai berikut:

Pada 150 juta tahun yang lalu di bumi ini hanya terdapat satu benua yang sangat besar yang retak dan kemudian bergeser menjauhi satu terhadap yang lain. Akibat pergeseran itu maka

terbentuklah benua-benua Amerika, Afrika, Eropa-Asia, Australia dan Antartika. Adapun daerah yang ditinggalkan terisi oleh air dan terbentuklah Samudera Atlantik. Teori itu didukung oleh kenyataan-kenyataan sebagai berikut:

Sepanjang timur dari Amerika Selatan ternyata mempunyai bentuk dan besar yang kira-kira sama dengan lekukan pada benua Afrika sebelah timur.

Lihat gambar berikut:



Perhatikan pula pada gambar tersebut di atas bahwa lekukan bagian Selatan dari benua Australia cocok bentuk dan besarnya dengan tonjolan benua Antartika. Demikian pula semenanjung India dan pulau Madagaskar cocok dengan teluk yang terbentuk antara Afrika dengan Antartika. Sebenarnya tidak hanya cocok dipandang dari segi geografik, tetapi ternyata cocok pula ditinjau dari segi geologik yaitu jenis maupun umur bentuan kira-kira juga sama.

Para ahli geologi juga mengungkapkan bahwa peristiwa tersebut berlangsung berjuta tahun lamanya.

Contoh:

225 juta tahun yang lalu masih terdapat satu benua yang disebut sebagai "*supercontinental*".

200 juta tahun yang lalu, mulai pecah menjadi tiga bagian yaitu benua Eropa-Asia, benua Afrika, Amerika dan benua Antartika Australia.

135 juta tahun yang lalu Afrika dan Amerika mulai pisah.

65 juta tahun yang lalu Australia mulai pisah dengan Antartika. Sekarang pergeseran itu pun ternyata masih berlangsung terus.

Seperti telah diungkapkan dalam uraian terdahulu bahwa pergeseran itu dapat juga bersifat vertikal (*geoinklinal*).

Contoh dari peristiwa ini adalah terbentuknya gunung *Himalaya* yang menjulang tinggi dan bersamaan dengan itu terbentuk *Samudera Hindia* (Indonesia) yang dalam. Tentang Samudera Pasifik atau Lautan Teduh sedikit lain ceritanya. Samudera ini terbentuk karena massa bumi pada saat ia masih cair terlepas dari muka bumi. Terlepasnya itu mungkin dipengaruhi oleh dua hal, pertama karena rotasi menimbulkan gaya sentripetal (gaya menjauhi pusat) dan gaya tarik benda angkasa yang lain (ingat teori tidal). Teori terlepasnya bagian dari massa bumi ini lalu membentuk bulan, didukung oleh kenyataan bahwa membesarnya lekukan Pasifik di muka bumi

ini bila dihitung kira-kira sama dengan jumlah massa dari bulan. Lagi pula jenis batuan di bulan ternyata serupa dengan Silisium magnesium yang terdapat di dasar Samudera Pasifik. Lapisan bumi yang meliputi litosfer, hidrosfer dan troposfer yang kesemuanya itu dihuni oleh berbagai makhluk hidup itu kita beri nama Biosfer.



VI. ASAL MULA KEHIDUPAN DI BUMI

A. Pengantar

Pada pembahasann yang lalu kita telah mengetahui bahwa bumi ini dahulu kala terbentuk dalam keadaan sangat panas dan pijar. Secara perlahan-lahan bumi mengadakan kondensasi atau menjadi lebih dingin sehingga pada suatu saat terbentuklah kerak atau kulit bumi. Yang berbentuk cair membentuk samudra atau hidrosfer, yang berbentuk gas disebut atmosfer dan yang berbentuk padat disebut litosfer. Pada saat ini kulit bumi tersebut dihuni oleh berbagai jenis makhluk hidup yang beraneka ragam. Lapisan bumi yang dihuni oleh berbagai makhluk hidup itu kita sebut biosfer. Maka pertanyaan yang timbul adalah: dari mana dan kapankah makhluk-makhluk hidup itu datang atau timbul di bumi kita ini? Bagaimana pula ia dapat menjadi begitu banyak dan beraneka ragam? Bahkan pertanyaan sampai kepada asal usul manusia, benarkah manusia berasal dari monyet? Marilah kita kaji bagaimana pandangan ilmu pengetahuan alam atas masalah tersebut di atas.

B. Kapan Mulai Ada Kehidupan Di Bumi?

Seperti telah di uraikan pada pembahasan yang lalu bahwa umur dari suatu bantuan ditentukan dengan cara analisis perbandingan zat radioaktif dengan zat hasil luruhannya. Dengan metode tersebut dapat diperkirakan bahwa bumi telah membentuk bantuan sejak 5 ribu juta tahun yang lalu. Dari penelitian berbagai bantuan ternyata terdapat batuan yang berumur 3,5 ribu juta tahun yang menunjukkan tanda-tanda sisa kehidupan atau fosil. Ini berarti pada saat itu telah ada kehidupan di bumi.

C. Dari Mana Asal Mula Kehidupan Di Bumi?

Ada berbagai pendapat berupa hipotesisi ataupun teori untuk menjawab pertanyaan tersebut.

1) Generatio Spontanea

Sebelum abad 17 orang menganggap bahwa makhluk hidup itu terbentuk secara spontan atau terbentuk dengan sendirinya.

Contoh: Ulat timbul dengan sendirinya dari bangkai tikus.

Cacing timbul dengan sendirinya dari dalam lumpur.

Dari gudang padi, ternyata muncullah tikus.

Faham ini disebut juga *abiogenesis* artinya makhluk hidup dapat terbentuk dari bukan makhluk hidup, misalnya dari

lumpur timbul cacing. Faham ini antara lain dipelopori oleh *Aristoteles*.

2) Cosmozoa

Ada pendapat bahwa makhluk hidup di bumi ini asal usulnya dari luar bumi, mungkin dari planet lain. Benda hidup yang datang itu mungkin berbentuk *spora* yang aktif jatuh ke bumi lalu berkembang biak. Pendapat atau hipotesis ini terlalu lemah karena tidak didukung oleh fakta-fakta dan juga tidak menjawab asal mula kehidupan itu sendiri.

3) Omne Vivum Ex Ovo

Fransisco Redi (1626-1697) ahli biologi bangsa Italia dapat membuktikan bahwa ulat pada bangkai tikus berasal dari telur lalat yang meletakkan telurnya dengan sengaja di situ. Dari berbagai percobaannya yang serupa ia memperoleh kesimpulan yang serupa yaitu bahwa: asal mula kehidupan itu adalah *telur* atau *omne vivum ex ovo*.

4) Omne Ovo Ex Vivo

Lazzaro Spallanzani (1729-1799) juga ahli bangsa Italia dengan percobaannya terhadap kaldu, membuktikan bahwa jasad renik atau mikro-organisme yang mencemari kaldu dapat membusukkan kaldu itu. Bila kaldu ditutup rapat setelah mendidih maka tidak terjadi pembusukan. Ia mengambil kesimpulan bahwa untuk adanya telur harus ada jasad hidup

terlebih dahulu. Maka muncullah teorinya “*omne ovo ex vivo*” atau telur itu berasal dari makhluk hidup.

5) Omne Vivum Ex Vivo

Louis Pasteur (1822-1895) sarjana kimia Perancis melanjutkan percobaan Spallanzani dengan percobaan berbagai mikroorganisme. Akhirnya ia berkesimpulan bahwa harus ada kehidupan sebelumnya, agar tumbuh kehidupan yang baru atau disebut “*omne vivum ex vivo*”. Teori ini disebut juga teori *Biogenesis* dengan konsep dasar bahwa yang hidup itu tentu berasal dari yang hidup juga. Dengan teori biogenesis ini maka teori abiogenesis ditinggalkan orang. Akan tetapi dengan demikian asal mula kehidupan mulai kembali menjadi masalah yang belum terungkap, namun hampir semua para ahli sependapat bahwa asal mula kehidupan itu timbul di bumi kita ini, bukan dari angkasa luar.

6) Teori Urey

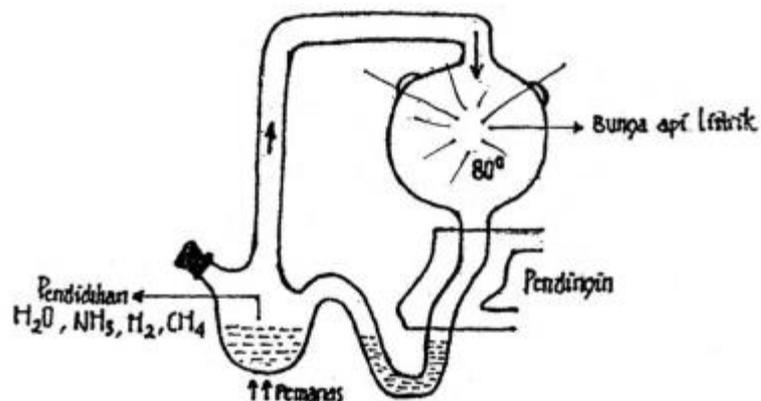
Harold Urey (1893) seorang ahli kimia dari Amerika Serikat mengemukakan bahwa atmosfer bumi pada awal mulanya kaya akan *gas-gas metana* (CH_4), *hidrogen* (NH_3) dan *air* (H_2O). Zat-zat itu merupakan unsur-unsur penting yang terdapat dalam tubuh makhluk hidup. Diduga karena adanya energi dari aliran listrik halilintar dan radiasi sinar kosmos unsur-unsur itu mengadakan reaksi-reaksi kimia membentuk zat-zat hidup. Zat hidup yang mula-mula terbentuk kira-kira sama dengan

keadaan virus yang kita kenal sekarang. Zat itu berjuta-juta tahun berkembang menjadi berbagai jenis organisme.

7) Teori Oparin-Haldane

A.I Oparin adalah ahli biologi bangsa Rusia; pada tahun 1924 mempublikasikan pendapatnya tentang “asal mula kehidupan” namun tak mendapat sambutan para ahli. Pendapat itu barulah ditanggapi secara serius ketika diterbitkan tahun 1936 dalam berbagai bahasa. *J.B.S. Haldane* ahli biologi bangsa Inggris secara terpisah juga mempunyai pendapat yang serupa dengan Oparin. Rangkuman dari pendapat itu singkatnya adalah sebagai berikut: Jasad hidup terbentuk dari senyawa kimiawi dalam laut pada masa di mana atmosfer bumi belum mengandung oksigen bebas. Senyawa organik ini antara lain adalah asam-asam amino yang sederhana, purine dan basa pirimidin, dan senyawa-senyawa golongan gula; kemudian terbentuk pula senyawa-senyawa polipeptida asam-asam polinukleat dan polisakarida, yang kesemuanya itu dapat terbentuk berkat bantuan sinar ultraviolet, kilatan listrik (petir), panas dan sinar radiasi. Jasad hidup pertama disebut “*protoblont*” diperkirakan hidup di dalam laut kira-kira 5 sampai 10 m di bawah permukaan laut, karena di tempat itulah mereka terlindung dari sinar ultraviolet intensitas tinggi dari matahari yang mematikan. Di daratan saat itu tak mungkin ada kehidupan karena sinar ultraviolet yang mematikan. Baru setelah jasad

hidup itu berkembang menjadi lebih sempurna dan mampu memproduksi oksigen, maka lama kelamaan terdapat lapisan pelindung berupa ozon di atmosfer bumi; lalu kehidupan merayap di pantai-pantai dan yang terakhir memenuhi daratan. Bila kita menengok pada teori-teori terdahulu maka nampaknya teori Oparin-Haldane ini kembali kepada "*generatio spontanea*" tetapi melalui proses evolusi ratusan juta tahun lamanya. Melengkapi teori ini, pada tahun 1953 *Stanley L. Miller*, seorang murid Urey, membuat percobaan yang sangat berhasil untuk menguji anggapan bahwa pada kondisi awal dari atmosfer bumi yang kaya akan metan, amoniak, hidrogen dan air, dengan bantuan kilatan listrik dan suhu yang cukup, maka dapat terbentuk senyawa-senyawa organik termasuk asam amino, purin, pirimidin, gula ribosa maupun 2 deoksiribosa, asam nukleat maupun nukleosida seperti ATP. Kita mengetahui bahwa kesemuanya itu adalah senyawa-senyawa dasar dari jasad hidup.



Percobaan Miller,

(berlangsung 7 hari, baru diteliti hasil reaksinya).

Catatan sejauh itu hingga masa kini IPA belum dapat membuktikan bahwa dari bahan-bahan dasar yang dihasilkan itu dapat menjadi makhluk hidup yang sanggup melakukan kegiatan hidup. Kegiatan hidup yang manakah itu? Marilah kita bahas lebih lanjut.

D. Apa Bedanya Makhluk Hidup dengan Benda Mati?

Pertanyaan ini nampaknya sederhana, apa sulitnya menetapkan bahwa batu itu benda mati dan kita ini makhluk hidup. Tetapi bila kita pertanyakan lebih lanjut, mengapa kita bisa mengatakan batu itu benda mati dan manusia itu benda hidup, maka terpaksa kita sedikit berpikir-pikir. Memang tentu ada tanda-tanda yang dapat dipakai untuk membedakan antara kedua itu. Sifat-sifat umum yang dapat dipakai untuk membedakan antara makhluk hidup dengan benda mati adalah:

1) Bentuk dan ukuran

Makhluk hidup mempunyai bentuk dan ukuran tertentu sedangkan benda mati tidak.

Contoh: Batu ada yang sebesar butir pasir ada yang sebesar gunung; sedangkan manusia misalnya bentuk dan ukurannya tertentu.

2) Komposisi kimia

Makhluk hidup mempunyai komposisi kimia tertentu yaitu terdiri dari unsur-unsur Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen

(O), Nitrogen (N), Belerang atau Sulfur (S), Fosfor (P) dan sedikit mineral. Benda mati komposisi kimianya tidak tertentu.

3) *Organisasi*

Setiap makhluk hidup terbentuk dari sel-sel. Sel-sel ini membentuk jaringan, sedang jaringan ini membentuk organ. Sedang jaringan ini membentuk organ. Sistem organ ini membentuk proses hidup. Pada benda mati misalnya batu, susunan sedemikian rupa adalah hasil dari unsur pokoknya.

4) *Metabolisme*

Pada makhluk hidup terjadi pengambilan dan penggunaan makanan, respirasi atau pernafasan, sekresi dan ekskresi. Benda mati tidak mengalami hal-hal tersebut.

5) *Iritabilitas*

Makhluk hidup dapat memberikan reaksi terhadap perubahan sekitarnya, misalnya cahaya, gerakan, kelembaban dan suhu. Besarnya reaksi tak seimbang besarnya aksi. Pada benda mati reaksinya seimbang dengan aksi. Contoh: besi yang kena panas akan memuai sesuai dengan panas yang datang.

6) *Reproduksi*

Pada makhluk hidup terdapat kemampuan untuk membuat makhluk itu menjadi banyak, sedangkan pada benda mati tidak.

7) *Tumbuh dan mempunyai daur hidup*

Setiap makhluk hidup mengalami proses pertumbuhan dan mempunyai daur hidup artinya melalui proses kelahiran, tumbuh dewasa dan mati. Benda mati membesar karena pengaruh luar seperti halnya pada kristal.

Ketujuh pasal tersebut di atas merupakan perbedaan yang umum terdapat antara makhluk hidup dan benda mati, bukan kriteria untuk menetapkan apakah sesuatu itu merupakan makhluk hidup atau bukan. Untuk menetapkan bahwa sesuatu itu adalah makhluk hidup hanya diperlukan 3 pasal saja yaitu:

- (a) Mampu mengadakan metabolisme termasuk respirasi (bernafas).
- (b) Mampu mengadakan reaksi terhadap rangsangan dengan tujuan defensi atau mempertahankan diri.
- (c) Mampu mengadakan pertumbuhan dan reproduksi.

E. Sel sebagai Suatu Unit Kehidupan

Kata sel sebagai istilah dalam dunia biologi diungkapkan pertama kali oleh *Robert Hooke* (1665). Dengan menggunakan mikroskopnya yang sederhana ia mengamati serpihan gabus dan kayu. Ia mendapatkan gambaran adanya deretan-deretan "*kamar-kamar kecil*" yang mengingatkan ia pada sel penjara kerajaan.

- 1) Teori tentang sel baru muncul pada tahun 1839 oleh *M. Schleiden* seorang ahli botani dan *T. Schwann* seorang ahli zoologi yang intinya adalah bahwa:

“semua jasad hidup terdiri dari sel”.

Adapun *Virchow* (1858) mengemukakan bahwa:

“semua sel berasal dari sel sebelumnya”.

Sel merupakan suatu unit kehidupan, sesuatu yang hidup yang memenuhi 3 kriteria yaitu mampu mengadakan metabolisme, mempertahankan diri dan reproduksi.

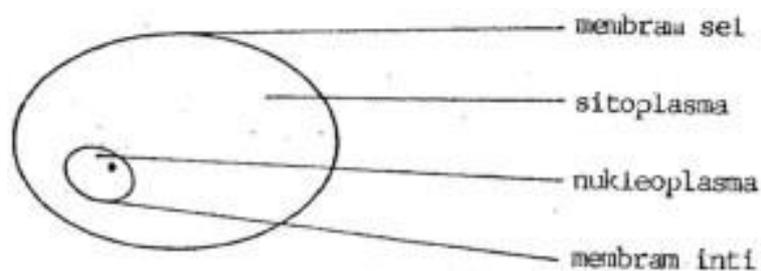
- 2) Bentuk dan ukuran sel

Bentuk dan ukuran sel sangat bervariasi karena bentuk sel itu tergantung dari fungsinya. Bentuk sel pada kulit adalah pipih, pada urat saraf bulat panjang, pada darah seperti diskusi (*piringan*). Namun ada kecenderungan umum dari bentuk sel sama yaitu bulat telur. Ukuran sel juga bervariasi. Sel sebagai bagian dari organ hewan atau manusia ukurannya sangat kecil yaitu kira-kira bergaris tengah 0,01 mm. Sebuah sel dari suatu bakteri jauh lebih kecil lagi yaitu + 0,0005 mm. Yang tentu saja tak dapat diamati dengan mata telanjang karena batas kemampuan mata kita hanya 0,1 mm. Namun ada sel yang dengan mudah dapat diamati dengan mata ialah telur, misalnya telur ayam. Sel yang berupa telur ini ada yang berisi 7 liter, yaitu telur burung *Aepyornis* dari Madagaskar.

3) Struktur sel

Pada hakekatnya sel terdiri dari protoplasma yang dilindungi oleh lapisan yang disebut membran. Protoplasma terdiri dari dua bagian yaitu bagian luar yang agak cair disebut *sitoplasma* dan bagian dalam yang agak padat disebut *nukleoplasma*.

Contoh: Sel hewan



Protoplasma terdiri dari unsur-unsur:

C (18%), H (10%), O (65%), N (3%), P (1%), dan sejumlah kecil unsur-unsur lain termasuk S, Ca, dan Fe. Protoplasma juga berisi 70% air, protein, gula, tepung, lemak dan macam-macam garam. Protoplasma sering disebut dasar hidup ragawi dan kimiawi. *Protoplasma* adalah jembatan antara hidup dan tidak hidup.

4) Bagian-bagian dari sel

(a) Inti Sel

Inti adalah badan yang bulat, biasanya terletak dekat pusat sel terpisah dari sitoplasma yang dibatasi oleh membran inti. Protoplasma dari inti lebih padat dari sitoplasma yang mengelilinginya. Ini dapat diperlihatkan dengan memberikan zat

warna pada sel di mana inti akan berwarna lebih terang. Di samping mengatur kegiatan dari sel, inti memegang peranan penting dalam proses pembelahan sel atau reproduksi sel. Di dalam inti terdapat material bergranula yang disebut khromatin, yang mengatur penyebaran sifat-sifat keturunan. Di dalam inti terdapat pula satu atau lebih badan yang disebut nukleolus. Fungsi nukleolus tidak diketahui. Ia hilang selama sel membelah.

(b) Sitoplasma

Sitoplasma adalah protoplasma yang menyertai selai terletak di luar inti, dan di sebelah dalam dari membran sel. Sitoplasma menjalankan semua kegiatan hidup kecuali reproduksi. Di dalam sitoplasma terdapat ruangan-ruangan berisi cairan yang disebut vakuola. Cairan itu disebut cairan sel yang terdiri atas makanan yang larut dan zat-zat yang cair.

Pada sel tanaman hijau terdapat badan-badan kecil yang disebut khloroplast. Khloroplast berisi khlorophil yang berguna untuk membuat makanan. Khlorophil adalah salah satu perbedaan dasar antara sel tanaman dan sel hewan. Karena sel hewan tidak mempunyai khlorophil, sel hewan tidak dapat membuat makanan. Beberapa sel tanaman mempunyai struktur yang kecil di dalam khloroplastnya yang disebut *pirenoid* yang ada hubungannya dengan pembentukan makanan dan penyimpanan tepung.

(c) Membran

Fungsi dari dinding sel ialah melindungi bagian dalam dari sel dan menetapkan bentuk dan kekakuan dari sel. Sebelah dalam dari dinding sel terdapat plasma atau membran sel. Membran sel mengatur jalannya material ke dalam dan ke luar sel.

5) Persamaan dan perbedaan antara sel hewan dan tumbuhan

Struktur dasar semua sel adalah sama yaitu terdiri dari membran, sitoplasma dan nukleoplasma.

Perbedaannya adalah:

- a) Membran pada tumbuhan berdinding kaku terbuat dari selulosa sedangkan pada hewan tidak berdinding sel.
- b) Dalam sitoplasma sel tumbuhan terdapat khloroplast.
- c) Sedangkan pada hewan terdapat sentrosoma yang berfungsi dalam pembelahan sel. Sentrosoma ini tak terdapat pada sel tumbuhan.

Jenis bagian dari sel	Hewan	Tumbuhan
Membran sel/plasma	+	+
Dinding sel	-	+
Sitoplasma	+	+
Khloroplast	-	+
Butir-butir pati	-	+
Vakuola	+	+
Nukleoplasma dengan membran nukleusnya	+	+
Khromatin	+	+

Nekluolus	+	+
sentrosoma	+	-

6) Persamaan antara makhluk-makhluk hidup

(a) Dari pelajaran mengenai sel tampak adanya persamaan dasar pada semua makhluk hidup. Ahli-ahli ilmu pengetahuan percaya bahwa persamaannya adalah sebuah sel yang sederhana yang merupakan nenek moyang yang sama bagi macam-macam bentuk kehidupan yang ada sekarang.

(b) Seleksi alam

- Kira-kira 120 tahun yang lalu Charles Darwin seorang ahli ilmu pengetahuan bangsa Inggris mengemukakan suatu teori *evolusi* yang disebut "*teori seleksi alam*". Ia mengatakan bahwa adanya spesies baru berangsur-angsur berasal dari spesies sebelumnya, melalui proses seleksi alam. **Teori Seleksi alam juga dijelaskan oleh Darwin mengenai hasil penelitian Lamarck tentang jerapah. Bahwa adanya jerapah yang berleher panjang di sebabkan adanya kemampuan jerapah berleher pendek untuk menjangkau makanannya yang cukup tinggi di pepohonan. Kemampuan menjangkau makanan itulah yang membuat leher jerapah panjang dan menyebabkan jerapah yang tidak mampu menjangkau makanan (leher pendek) akhirnya musnah (seleksi alam), meskipun Lamarck berpendapat bahwa itu**

bukanlah seleksi alam tapi adaptasi sifat makhluk hidup terhadap lingkungannya.

(c) Persamaan antara embrio-embrio

Embrio adalah tanaman atau hewan muda pada tingkatan perkembangan sebelum mengecambahan, penetesan atau lahir. Sebagai hasil studi embrio-embrio dari macam-macam hewan pada umur yang berbeda, para ahli ilmu pengetahuan telah menemukan bahwa embrio dari macam-macam species pada tingkatan perkembangan awal mempunyai bentuk yang sama sehingga sulit untuk membedakan embrio dari ayam, kelinci atau manusia.



VII. PERKEMBANGAN MAKHLUK HIDUP

A. Reproduksi dan perkembang-biakan

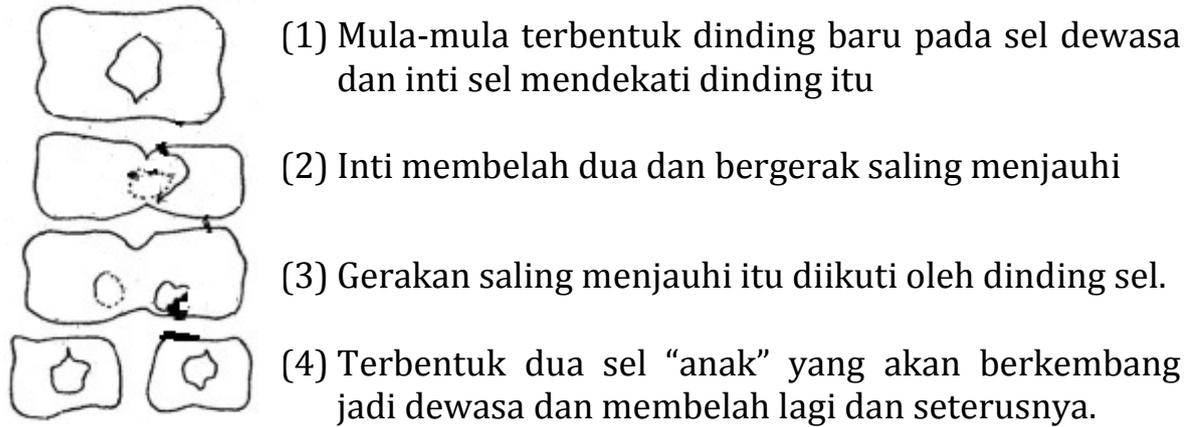
1. Reproduksi dari sel

Inti sel memegang peranan penting dalam proses pembelahan sel atau reproduksi sel. Adapun sitoplasma memegang peranan penting dalam metabolisme sedangkan

membran berperan antara lain dalam iritabilitas, namun ketiganya tak dapat berbuat sesuatu sendiri-sendiri. Mereka merupakan satu unit kehidupan yang utuh. Metabolisme menyebabkan protoplasma sel menjadi semakin banyak dan ini menyebabkan sel itu tumbuh menjadi besar sampai batas tertentu. Hal ini berlaku untuk semua sel baik itu berasal dari makhluk hidup bersel tunggal seperti amuba maupun dari makhluk hidup bersel banyak seperti manusia. Apabila sudah sampai batas maksimumnya, sel akan membelah menjadi dua sel yang baru atau akan mati. Kecambah akan menjadi pohon besar, kecebong akan menjadi katak atau janin tumbuh menjadi manusia dewasa, itu semua adalah akibat dari pembelahan sel. Makin besar makhluk hidup, makin banyak pula jumlah selnya. Dari hasil pengamatan melalui mikroskop terhadap berbagai jenis makhluk hidup ternyata terlihat adanya dua macam pembelahan sel yaitu tipe *mitosis* dan tipe *amitosis*. *Mitosis artinya proses pembelahan sel yang melalui tahapan-tahapan atau phase tertentu, sedangkan amitosis berarti suatu proses pembelahan sel yang terjadi tanpa melalui tahapan tertentu.* Jadi kata depan *a* dari amitosis berarti tidak atau tanpa.

a) Amitosis

Pembelahan sel tipe amitosis disebut juga pembelahan sel secara langsung karena memang tidak melalui phase-phase tertentu. Proses pembelahan itu adalah sebagai berikut:



Cara pembelahan yang sederhana ini memang hanya terjadi pada makhluk hidup yang sederhana misalnya bakteri dan ganggang (bluegreen algae); konon juga terdapat pada sel kanker. Pembelahan sel semua makhluk hidup yang lebih sempurna (baik tumbuhan maupun hewan) terjadi melalui cara mitosis.

b) Mitosis

Tipe pembelahan sel ini lebih kompleks dari pada amitosis, sering disebut juga pembelahan tak langsung. Sebelum dua sel anak terbentuk, terlebih dahulu terjadi perubahan-perubahan dalam inti sel. Perubahan itu melalui 5 tingkatan atau phase yaitu :

(1) Interphase

Suatu phase di mana sel dalam keadaan dewasa terdapat semua kegiatan hidup, kecuali pembelahan sel. Khromatin nampak sebagai butiran-butiran yang tersebar dalam inti sel; sentrosom tampak di luar inti.

(2) Prophase

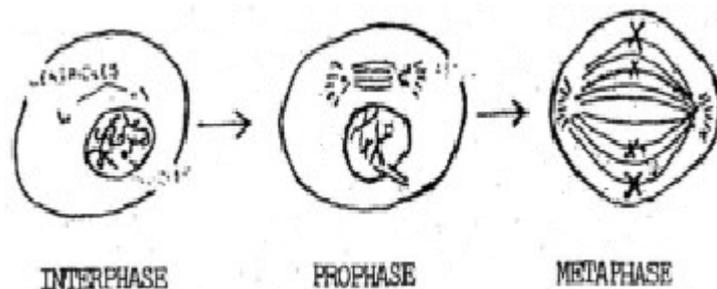
Sentrosom membelah jadi dua dan bergerak berlawanan arah. Pasangan ini disebut *sentriole*.

Khromatin berubah menjadi benang-benang yang nampak dengan jelas, disebut khromosom. Pada akhir prophase, khromosom ini membelah diri menjadi sepasang benang khromosom yang identik, disebut khromatida. Sedangkan pada sentriole terbentuk benang-benang protoplasma yang disebut aster.

(3) *Metaphase*

Pada phase ini butir nukleolus yang masih tampak pada phase prophase ternyata tak nampak lagi. Pasangan khromosom menjadi pendek, menempatkan diri dalam bidang ekuator dengan sentriole sebagai kutub-kutubnya.

Lihatlah gambar berikut:



(4) *Anaphase*

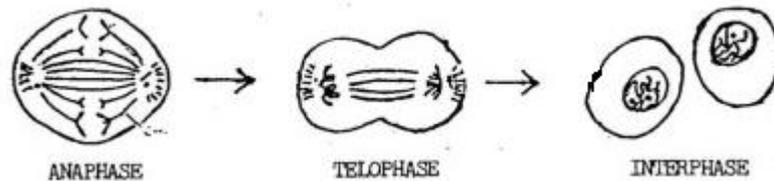
Pasangan khormatid mulai memisahkan diri masing-masing ke arah kutub yang berlawanan.

(5) *Telophase*

Pada phase ini masing-masing khromatid sudah benar-benar terpisah dari pasangannya, dan sel mulai membelah

diri menjadi dua buah sel yang identik. sementara itu khormatid yang sebenarnya suatu khromosom "anak" ini kemudian mengkerut menjadi butir-butir khromatin.

Nukleolus dan membran inti terbentuk kembali.



Maka kembalilah sel seperti pada interphase

Mitosis pada tumbuhan

Contoh pada uraian di atas adalah dari sel hewan. Proses mitosis pada sel tumbuhan pada hakekatnya sama, perbedaannya terletak pada:

- (1) Pada tumbuhan tidak terdapat sentrosom.
- (2) Pada tingkat telophase sel tumbuhan memperlihatkan terbentuknya dinding sel yang membagi sel menjadi dua sel anak. Pada tingkat itu sel hewan memperlihatkan pembentukan membran plasma kemudian membagi diri menjadi dua sel anak.

2. Perkembangbiakan makhluk hidup bersel banyak

Yang dimaksud dengan makhluk hidup bersel banyak di sini ialah tumbuhan, hewan dan manusia. Terdapat dua tipe perkembangbiakan yaitu

- (1) Aseksual, di mana terjadi pembentukan individu baru dari satu induk tanpa melalui hubungan atau perpaduan antara dua sel kelamin, dan
- (2) Seksual, di mana pembentukan individu baru terjadi melalui peleburan atau perpaduan antara dua sel kelamin. Berarti di sini diperlukan dua sel induk untuk menghasilkan satu keturunan atau lebih.

a) Perkembangan aseksual

Terdapat beberapa cara perkembangbiakan semacam ini namun semua akan menghasilkan individu baru yang identik dengan induknya karena berasal dari satu sel induk di mana protoplasma dengan unsur-unsur penentu keturunannya juga identik. Termasuk dalam perkembangbiakan aseksual antara lain adalah:

- (1) Pembelahan kembar,
- (2) Kuncupan,
- (3) Pembentukan spora,
- (4) Cara vegetatif.

Sekarang kita bahas satu-persatu

- (1) *Pembelahan kembar*

Sel membelah membentuk dua sel anak yang mempunyai jumlah sitoplasma yang sama. Hampir semua tumbuhan tingkat rendah dan hewan bersel satu berkembang biak dengan cara ini. Induknya tidak mati tetapi membentuk dua individu baru.

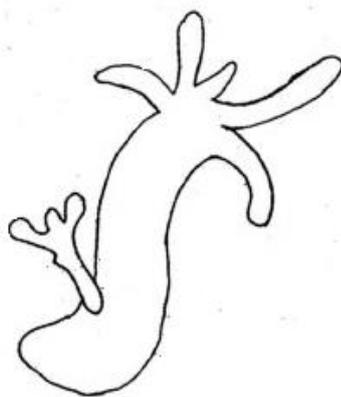
Contoh:

Amuba, yaitu binatang bersel satu penyebab penyakit disentri. Paramecium, Bakteri dan Spirogyra.

(2) Kuncupan

Cara ini terdapat baik pada tumbuhan maupun pada hewan. Inti menjadi dua belahan yang sama, tetapi sitoplasmanya membelah tidak sama besar. Bagian yang kecil disebut *kuncup*.

Contoh: Hydra, binatang bunga karang.



Gambar sebelah menunjukkan adanya Hydra muda tumbuh didekat pangkal batang tubuh hydra induknya. Pada suatu saat ia akan melepaskan diri dan menjadi individu baru.

(3) Pembentukan spora

Spora adalah sel yang kecil sekali, diliputi oleh dinding selulosa yang keras. Spora dibentuk dari inti makhluk hidup

bersel satu. Inti ini akan membelah menjadi banyak inti. Tiap inti dengan sedikit sitoplasma dan dikelilingi oleh dinding akan membentuk spora. Dengan menembus dinding sel dari sel induknya, spora dapat berkembang menjadi sel baru. Proses ini disebut *sporulasi*.

Contoh: Perkembangbiakan secara sporulasi terdapat pada jamur roti.

(4) Perkembangbiakan vegetatif

Perkembangbiakan vegetatif ialah perkembangbiakan melalui salah satu organ dari tubuh makhluk hidup itu yang diberi fungsi untuk reproduksi. Organ itu dapat akarnya, batangnya, daunnya ataupun umbinya. Sebagian besar tumbuhan mengikuti cara ini.

Contoh:

Kentang, pada "*mata*" dari umbi kentang dapat tumbuh pada pohon kentang yang baru. Pisang melalui umbi batang tumbuh "*anak*"nya; singkong dengan batang. Tumbuh-tumbuhan dapat juga berkembang atas bantuan manusia seperti cangkok, setek dan sebagainya pada pohon mangga, jeruk meskipun pada tumbuhan ini dapat secara alami melalui cara seksual atau dari buahnya. Keuntungan cara vegetatif buatan ini ialah akan mendapatkan individu baru yang identik dengan induknya, sedangkan pada seksual dapat berubah.

b) Perkembangbiakan melalui cara seksual

Cara ini berlaku baik untuk tumbuhan maupun hewan, dan terjadi bila ada dua sel kelamin bersatu. Selama proses berlangsung, kedua inti bersatu demikian pula sitoplasmanya. Dengan cara seksual maka dapat dihasilkan banyak variasi dari sifat-sifat pada individu baru.

Contoh:

Tumbuhan mempunyai sifat **AaBb**. Dengan cara vegetatif keturunannya tetap mempunyai sifat **AaBb** tetapi dengan seksual keturunannya dapat bervariasi menjadi AABB, AaBB, AAbb, aabb, dan seterusnya. Inilah salah satu sebab terjadinya variabilitas makhluk hidup atas dasar sifat keturunannya.

Dua sel kelamin yang menjadi satu disebut *gamet*. Hasil peleburan dari gamet disebut *zygot*.

Ada beberapa tipe dari perkembangbiakan seksual:

(1) *Konjugasi*

Apabila dua sel khusus mempunyai bentuk yang sama, disebut *isogamet*. Proses peleburan dua isogamet disebut *konjugasi*.

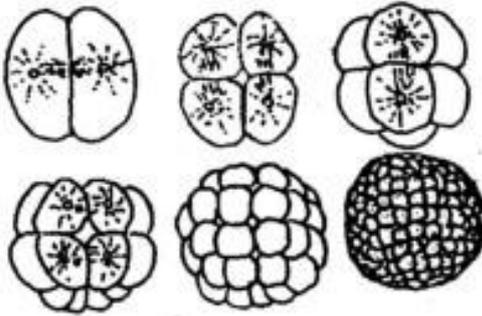
Contoh : tumbuhan dan hewan tingkat rendah.

(2) *Fertilasi*

Apabila dua sel khusus mempunyai bentuk yang tidak sama disebut *heterogamet*. Proses peleburan dua heterogamet disebut *fertilasi*, dan terbentuklah zygot.

Contoh: pada tumbuhan dan hewan tingkat tinggi.

Zygot kemudian membelah seperti individu bersel satu. Perbedaannya adalah bahwa semua sel berlekatan satu dengan lainnya dan merupakan awal dari pertumbuhan dan perkembangan individu. Setiap phase pertumbuhan mengikuti pola tertentu sampai menjadi organisme yang dewasa.



Gambar di samping ini menunjukkan perkembangan biakan cara fertilisasi dari sebuah sel telur.

Nampak pembelahan sel tanpa penambahan jumlah protoplasma sehingga besarnya tetap.

B. Evolusi

Dari penelitian terhadap umur batuan yang mengandung fosil atau sisa kehidupan masa lalu diperoleh suatu kenyataan bahwa pada batuan yang lebih tua terdapat fosil dari makhluk hidup yang sederhana; sedangkan pada batuan yang lebih muda terdapat fosil dari makhluk hidup yang lebih sempurna. Kenyataan ini menunjukkan adanya perubahan yang perlahan-lahan dan terus-menerus dari makhluk hidup di muka bumi ini. Perubahan itu ternyata tidak hanya perubahan akan kompleksitas susunan tubuhnya tetapi juga terbentuknya berbagai variasi atau keanekaragaman kehidupan. Perubahan itu semua terjadi secara perlahan dan terus-menerus dan kita sebut sebagai "*evolusi*".

Adanya evolusi tidak hanya dapat dilihat dari penelitian fosil-fosil tetapi juga dapat dilihat dan adanya persamaan dan perbedaan embrionya (embrio = janin) atau dengan perbandingan faal tubuhnya.

1) *Sejarah kehidupan di bumi* memang disusun berdasarkan temuan berbagai fosil yaitu sebagai berikut:

- a) *Zaman Azoikum*, yaitu zaman sebelum ada kehidupan kira-kira lebih dari 5 ribu juta tahun yang lalu.
- b) *Zaman Archeozoikum*, atau zaman purba, bumi dalam keadaan cukup dingin, ada benua, samudra, sungai dan gunung. Kira-kira 2 sampai 3.5 ribu juta tahun yang lalu.
- c) *Zaman Proterozoikum*, yaitu zaman di mana hidup berbagai binatang ber sel satu atau protozoa. Kira-kira seribu juta tahun yang lalu.
- d) *Zaman Paleozoikum*, disebut juga zaman Primer. Kira-kira 200-600 juta tahun yang lalu.

Terbagi dalam anak-anak jaman atau masa yaitu: (mulai dari yang tertua): Kambrium, Ordovisian, Silurian, Devonian, Karboniveros, dan Permian.

Pada jaman ini terdapat (mulai yang tertua) binatang laut tak bertulang belakang, ikan, tumbuhan daratan, amphibi, insekta, reptil, hutan lebat, dan reptil besar.

e) *Zaman Mezozoikum*, disebut juga jaman sekunder, kira-kira 230-135 juta tahun yang lalu. Terbagi dalam tiga anak jaman yaitu:

Trias, di mana terdapat reptil besar seperti dinosaurus.

Juras, mulai ada burung dan binatang mamalia (menyusui).

Kreta, mulai musnahnya dinosaurus dan ekspansi angiosperma.

f) *Zaman Kenozoikum*, atau Neozoikum atau jaman baru. Kira-kira dari 70 juta tahun yang lalu sampai sekarang. Terbagi dalam dua yaitu jaman tertier (70-10 juta tahun yang lalu) dan kuartar dari 6 juta tahun yang lalu sampai sekarang. Pada jaman tertier terdapat perkembangan binatang menyusui sampai ada hutan, dan buah-buahan serta kera.

Zaman kuartar terbagi dua yaitu:

(1) *Plaiosten atau Deluvium*, di mana hidup manusia purba.

(2) *Holocen atau Alluvium*, di mana hidup beraneka makhluk hidup seperti yang kita lihat sekarang.

2) *Teori Evolusi*

Sejarah bumi dengan fosil-fosilnya itu bukan teori tetapi fakta-fakta. Teori evolusi mencoba menjawab mengapa terjadi evolusi itu.

a) *Teori Lamarck*

Ilmuan Perancis inilah yang pertama membagi biologi menjadi Botani (ilmu tumbuhan) dan Zoologi (ilmu hewan). Ia mengakui adanya evolusi; menurut Lamarck evolusi itu disebabkan karena adaptasi. Sifat-sifat baru didapat atas pengaruh lingkungan kemudian diteruskan pada keturunannya.

Contoh:

Jerapah yang sekarang berleher panjang itu dulu berleher pendek. Karena suka makan pucuk-pucuk daun dan pucuk daun yang di bawah makin langka maka ia selalu menjulurkan lehernya untuk meraih pucuk daun yang di atas. Maka leher jerapah lambat laun menjadi panjang.

b) Teori Darwin

Berbeda dengan pandangan Lamarck, Darwin menganggap bahwa perubahan panjang leher jerapah tadi disebabkan oleh seleksi alam. Maksudnya hanya jerapah berleher panjang saja yang bertahan hidup; jerapah berleher pendek musnah, mungkin karena tak kebagian makanan.

Gagasannya tentang evolusi ini ditulis dalam buku yang berjudul "*The Origin of Species by means of Natural Selection*". Dalam buku ini Darwin mengemukakan dua teori pokok:

- (1) Species yang hidup sekarang berasal dari species yang hidup di masa lampau. Menurut teori evolusi tiap species hidup berasal dari satu nenek moyang. Species yg ada sebelumnya lambat-laun berubah menjadi species lain dan semua

spesies muncul dgn cara ini. Menurut teori tersebut perubahan ini berlangsung sedikit demi sedikit dalam waktu jutaan tahun. Dengan demikian seharusnya pernah terdapat sangat banyak spesies peralihan selama periode perubahan yg panjang ini. sedikit demi sedikit dalam waktu jutaan tahun. Sebagai contoh seharusnya terdapat beberapa jenis makhluk setengah ikan-setengah reptil di masa lampau dgn beberapa **ciri reptil** sebagai tambahan pada ciri ikan yg telah mereka miliki. Atau seharusnya terdapat beberapa jenis burung-reptil dgn beberapa ciri burung di samping **ciri reptil** yg telah mereka miliki. Evolusionis menyebut makhluk-makhluk imajiner yg mereka yakini hidup di masa lalu ini sebagai “bentuk transisi”. Jika binatang-binatang seperti ini memang pernah ada seharusnya mereka muncul dalam jumlah dan variasi sampai jutaan atau milyaran. Lebih penting lagi sisa-sisa makhluk-makhluk aneh ini seharusnya ada pada catatan fosil . Karena mempercayai ramalan Darwin kaum evolusionis telah berburu fosil dan melakukan penggalian mencari mata rantai yg hilang di seluruh penjuru dunia sejak pertengahan abad ke-19. Walaupun mereka telah bekerja keras tak satu pun bentuk transisi ditemukan. Bertentangan dgn kepercayaan evolusionis semua fosil yg ditemukan justru membuktikan bahwa kehidupan muncul di bumi secara tiba-tiba dan

dalam bentuk yg telah lengkap. Usaha mereka utk membuktikan teori evolusi justru tanpa sengaja telah meruntuhkan teori itu sendiri.

(2) Evolusi terjadi melalui seleksi alam.

Catatan:

Species adalah suatu jenis organisme yang mempunyai hubungan struktural fungsional sama. Hubungan seksual dari species yang sama dapat menghasilkan keturunan; bila lain speciesnya tidak menghasilkan keturunan.

Seleksi alam itu terjadi karena macam-macam sebab yang saling menunjang antara lain:

(1) *Adanya variasi*

Tidak ada dua individu yang mempunyai sifat-sifat yang benar-benar sama. Dalam suatu species pun terdapat berbagai variasi, yang berarti akan selalu terbentuk varian baru dari hasil keturunannya.

(2) *Over produksi*

Adanya kecenderungan berkembangbiak terus sehingga populasinya sangat besar.

(3) *Struggle for existence*

Adanya perjuangan species untuk mempertahankan hidupnya.

(4) *Enheritance of variations*

Individu-individu yang sesuai dengan lingkungannya saja yang akan dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya.

(5) *Survival of the fittest*

Individu yang kuatlah yang akan dapat bertahan hidup.

Pengikut Darwin yang paling ekstrim menjadi *Darwinisme* yang menganggap mekanisme Darwin sebagai acuan bahwa manusia adalah keturunan kera.

P. P. Grasse dalam bukunya *L'homme Accusation* (manusia sebagai tertuduh) berusaha mencari bukti kebenaran *Darwinisme* dan pengikut-pengikutnya, melalui penelitian. Berkesimpulan bahwa manusia dan kera berbeda.

Alquran telah menegaskan bahwa manusia pertama (Adam) diciptakan Allah dari tanah (Q.S. Al-Hijr: 28-29).

c) *Teori Darwin-Weismann*

Pada jaman Darwin belum diketahui tentang khromosom dan gen sebagai asal dari sifat keturunan. Weismann melengkapi teori Darwin dengan pertanyaan sebagai berikut:

- Evolusi merupakan masalah genetika, yaitu menyangkut masalah bagaimana diwariskannya gen-gen melalui sel-sel kelamin.
- Sel-sel tubuh tidak dipengaruhi oleh lingkungan. Jadi evolusi adalah gejala seleksi alam terhadap faktor genetika.

d) *Teori De Vries*

Botanikus Belanda ini mengungkapkan teorinya yaitu bahwa perubahan-perubahan pada evolusi itu disebabkan oleh *adanya mutasi dari gen*.

Mutasi adalah perubahan sempurna yang timbul dalam gen yang mengakibatkan perubahan sifat pada keturunannya. Ia memadukan teori mutasinya dengan teori Darwin menjadi sebagai berikut:

- (1) Organisme dengan ciri pembawaan yang baru tampak dengan segera (bukan perlahan-lahan). Ciri pembawaan yang baru ini merupakan hasil dari perubahan atau mutasi di dalam gen.
- (2) Mutasi dapat membuat organisme terpengaruh ataupun tidak terpengaruh oleh lingkungan.
- (3) Sebagai hasil dari seleksi alam, organisme-organisme dengan mutasi yang baik kebanyakan dapat hidup lebih lama.
- (4) Sejak hasil mutasi dapat diturunkan, perubahan-perubahan dapat diharapkan akan berlangsung terus dan species dengan sifat yang baru akan terus terbentuk.

C. Keanekaragaman Makhluk Hidup

Sebelum kita menjelaskan bentuk dan ukuran dari suatu organisme, biasanya kita membuat gambaran apakah ia

tumbuhan atau hewan. Umumnya orang sudah mengenal sifat-sifat umum dari tanaman dan hewan. Misalnya perkataan “*pohon*” orang sudah segera mengenalnya bahwa yang dimaksud adalah tanaman. Tetapi apabila terdapat banyak pohon, perkataan pohon saja kurang memberi gambaran yang jelas pohon yang mana yang dimaksud.

1) Sistem klasifikasi

Ahli ilmu pengetahuan memperkirakan bahwa di bumi ini terdapat jutaan organisme hidup. Untuk dapat mengklasifikasikan dengan seksama, harus dipikirkan adanya susunan sistematis. Caranya: setiap species (hewan atau tanaman) diberi nama 2 kata.

Kata pertama adalah nama *genus* di mana huruf pertamanya harus ditulis dengan huruf besar dan kata yang kedua adalah penunjuk species atau “*epitheton specificum*”. Misalnya “*Homo*” adalah nama genus dan “*sapiens*” adalah penunjuk species. Sedangkan “*Homo sapiens*” adalah nama species yang selalu terdiri atas dua kata.

Species adalah kumpulan tanaman atau hewan yang mempunyai banyak persamaan dan dapat mengadakan perkembangbiakan satu sama lain. Kumpulan dari species yang mempunyai banyak persamaan disebut familia dan seterusnya.

Sistem binominal dari Linnaeus ini dipakai oleh semua ahli Biologi.

2) Dunia tanaman dan hewan

Semua organisme hidup dibagi dalam 2 bagian besar, ialah dunia tanaman dan dunia hewan. Kemudian dibagi lagi dalam phylum (divisio pada tanaman), kelas, ordo, familia, genus, species, dan ras (varietas pada tanaman).

3) Dunia tanaman

Divisio 1: Thallophyta

Merupakan tanaman yang paling sederhana. Tidak mempunyai akar, batang dan daun yang sebenarnya. Ada yang uniseluler, ada pula yang multiseluler. Thallophyta dibagi dalam 2 subdivisio ialah Ganggang dan Jamur.

Subdivisio 1:

Ganggang dapat membuat makanan sendiri, karena mempunyai khlorophil. Dibagi dalam 4 kelas berdasarkan warna ialah ganggang biru hijau, ganggang hijau, ganggang coklat, dan ganggang merah.

Subdivisio 2:

Jamur merupakan tanaman tingkat rendah yang tidak mempunyai khorophil, tidak dapat membuat makanan sendiri, hidupnya tergantung dari organisme lain atau organisme yang mati. Bakteri termasuk jamur. Beberapa diantaranya ada yang hidup sebagai parasit, ada pula yang hidup pada organisme yang mati yang disebut saprofit. Ragi adalah jamur yang berguna

bagi manusia. Begitu tanaman ragi memperbanyak diri, ia mengeluarkan sekresi kimia yang dapat merubah gula menjadi alkohol dan CO₂(karbon dioksida). Proses ini disebut fermentasi.

Divisio 2: Briophyta

Divisio ini adalah tanaman dengan daun-daun yang sederhana dan bagian-bagian yang mempunyai akar dan batang. Bryophyta atau lumut dibagi dalam lumut hati, dan lumut daun. Mempunyai khorophil.

Divisio 3: Pterodophyta

Merupakan tingkatan yang lebih maju lagi. Sudah mempunyai daun, batang dan akar yang sebenarnya. Cara berkembangbiak belum menggunakan biji, tetapi masih dengan spora.

Divisio 4: Spermatophyta

Adalah tumbuhan yang paling maju tingkatnya. Antara lain yaitu rumput-rumputan dan tanaman potongan. Berkembangbiak dengan biji, mempunyai sistem perakaran yang luas, untuk menyerap air dan mineral-mineral.

Subdivisio 1: Gymnospermae

Adalah tanaman berbelahan biji terbuka. Salah satu ordo yang terpenting ialah Coniferae, suatu jenis tanaman yang menghasilkan conus. Belahan biji yang terbuka itu terdapat pada conus yang betina.

Subdivisio 2: Angiospermae

Angiospermae merupakan subdivisio yang paling tinggi tingkatnya. Kira-kira 140.000 species adalah dalam bentuk sebagai semak, perdu dan pohon, mempunyai organ reproduksi yang disebut bunga. Biji merupakan hasil perkembangbiakan seksual yang terdapat di dalam buah.

Kelas 1: Monokotil

Adalah tanaman berbelahan biji satu. Tulang daun panjang dan sejajar atau tersusun berdekatan satu sama lain. Termasuk tanaman monokotil ialah familia Liliaceae, Orchidaceae, Iridaceae, Palmae, dan Musaceae.

Kelas 2: Dikotil

Adalah tanaman berbelahan biji dua. Tulang daunnya menyirip atau menjari. Termasuk tanaman dikotil antara lain adalah familia Leguminosae, Compositae, Labiatae, dan Solanaceae.

4) Dunia hewan

Dunia hewan terdiri atas Avertebrata yaitu hewan yang tidak mempunyai tulang punggung belakang, dan Vertebrata yang mempunyai tulang belakang.

Phylum 1: Protozoa

Adalah hewan bersel satu yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Antony Van Leeuwenhoek adalah orang yang pertama-tama membuat deskripsi tentang protoplasma yang kita kenal sebagai bentuk yang sederhana

dari kehidupan hewan. Protozoa ditemukan di air yang menggenang, danau, dan laut.

Kelas 1: Sarcodina

Genus Amoeba adalah salah satu bentuk yang sederhana dari phylum protozoa. Merupakan massa protoplasma yang tidak mempunyai bentuk tertentu. Pada waktu mencari makanan, makanan segera dikelilinginya dan dicernakan oleh vakuola makanan.

Kelas 2: Infusoria

Genus Paramecium mempunyai rambut-rambut getar yang disebut cilia yang meliputi bagian luar sel yang digunakan untuk bergerak. Mempunyai dua vakuola yang kontraktil untuk mengeluarkan sisa cairan, dan vakuola makanan untuk mencernakan makanan.

Kelas 3: Mastigophora

Euglena mempunyai cambuk yang panjang disebut flagelum. Genus ini telah menimbulkan persoalan dalam klasifikasi, karena mempunyai khlorofil, jadi dapat membuat makanan sendiri, dan termasuk golongan tanaman. Tetapi karena mempunyai mulut bergerak dengan bantuan flagelum dan tidak mempunyai dinding sel, biasanya digolongkan dalam dunia hewan.

Kelas 4: Sporozoa

Ini adalah golongan parasit, ada yang hidup dalam tubuh manusia atau hewan. Kuman penyakit yang menyebabkan malaria termasuk dalam kelas ini.

Phylum 2: Porifera

Phylum ini termasuk hewan bunga karang. Spons yang biasa kita pakai untuk mandi adalah binatang sel-sel hidupnya sudah mati dan hanya tinggal skeletnya. Spons atau hewan bunga karang adalah hewan bersel banyak di mana masing-masing sel berhubungan atau tergantung sama lain. Kebanyakan dari spons hidup di lautan pada air garam yang panas, tetapi beberapa hidup di danau dan sungai dengan air tawar.

Phylum 3: Coelenterata

Hewan yang menarik ini sering disebut sebagai “bunga laut”. Misalnya “Jelly fish” (ubur-ubur) dapat memberikan sengatan yang parah. Di dalam air, Jelly fish tampaknya seperti mangkuk yang tembus cahaya.

Phylum 4: Platyhelminthes

Cacing gepeng seperti ini perkembangannya kurang maju dibandingkan dengan cacing-cacing lainnya karena saluran pencernaannya hanya mempunyai satu lubang, di mana pengambilan makanan dan pengeluaran zat-zat sisa terjadi melalui lubang tersebut.

Bila daging babi dimakan manusia dengan tidak dimasak terlebih dahulu, kita akan berkembang menjadi cacing pita yang dewasa di dalam usus halus.

Phylum 5: Nematelminthes

Cacing bundar ini pada umumnya adalah parasit. Saluran pencernaannya mempunyai dua lubang, ia tidak bersegmen. Tubuhnya terdiri dari tiga lapisan sel. Genus dari cacing ini adalah Cacing tambang. Larva dari cacing ini hidup dalam tanah yang lembab atau panas, dan masuk ke dalam tubuh manusia melalui bagian kulit kaki yang tipis atau bagian tubuh lain yang berhubungan dengan tanah.

Phylum 6: Annelida

Ia merupakan cacing yang kompleks dengan struktur tubuh yang sudah maju. Contohnya adalah cacing tanah. Sering melekat pada ikan di mana ikan digunakan sebagai tuan rumah (hospes).

Phylum 7: Echinodermata

Termasuk Echinodermata ialah binatang laut. Mempunyai kulit yang berduri. Tubuhnya tersusun seperti roda atau binatang yang radial simetris. Mempunyai jaringan syaraf, tetapi tidak mempunyai otak.

Phylum 8: Molluska

Adalah hewan yang bertubuh lunak. Terdapat di darat, laut dan di air tawar. Kira-kira 90.000 species telah diidentifikasi.

Hewan-hewan ini berbadan lunak dan tidak bersegmen. Kebanyakan mempunyai kulit pelindung. Kerang tiram dan remis adalah bivalvula (mempunyai dua katup).

Phylum 9: Arthropoda

Species dari phylum ini paling banyak sekitar 70.000 telah diidentifikasi. Merupakan Avertebrata yang paling kompleks. Sifat-sifat dari phylum ini adalah mempunyai 3 pasang atau lebih kaki tambahan. Kelas dari phylum ini adalah Crustacea, Myriapoda, Arachnoidea dan Insekta.

Kelas 1: Crustacea

Sering disebut udang karang. Kepala dan dadanya berhubungan menjadi satu. Bernafas dengan insang. Meliputi tubuhnya terdapat kulit yang keras. Mempunyai 5 pasang kaki dan 2 pasang antena atau alat peraba.

Kelas 2: Myriapoda

Berbentuk seperti cacing, berkaki banyak. Hewan yang kecil ini mempunyai eksoskelet yang lunak. Tiap-tiap segmen dari tubuh mempunyai 1 atau 2 pasang kaki.

Kelas 3: Arachnoidea

Tubuhnya terdiri atas 2 bagian. Bagian kepala dan dada yang menjadi satu dan bagian perut atau abdomen. Mempunyai 4 pasang kaki. Kalajengking, Laba-laba, Kutu, dan Kepiting termasuk kelas Arachnoidea.

Kelas 4: Insekta

Dari phylum Anthropoda, Insekta merupakan kelas yang terbesar. Termasuk kelas ini adalah lalat, nyamuk, kupu-kupu, belalang, semut dan kumbang.

Phylum 10: Chordata

Phylum yang terakhir dalam dunia hewan adalah Chordata. Semua hewan dari phylum ini mempunyai notocord atau tulang belakang. Chordata dapat dibagi dalam 4 sub phylum ialah: 1. Hemichordata, 2. Urochordata, 3. Cephalochordata, 4. Vertebrata.

Dari subphylum Cephalochordata terdapat genus *Amphioxus* yang berbentuk lancet, menyerupai ikan dan tidak mempunyai tulang punggung yang sebenarnya. Phylum Vertebrata atau Orniata merupakan subphylum yang paling dikenal dan paling dominan, mempunyai sistem syaraf yang sudah maju perkembangannya dengan otak yang besar diliputi oleh rongga tengkorak. Mempunyai endoskelet yang terdiri atas (1) Axial skelet termasuk tengkorak dan tulang belakang dan (2) Appendicular skelet termasuk gelang bahu. Pectoral dan gelang panggul (pelvic). Dengan tambahan-tambahannya, mempunyai jantung yang beruang-ruang dan sistem sirkulasi yang sudah maju beserta darah merahnya.

Terdapat sumsum tulang belakang (*medulla spinalis*). Terdapat rongga-rongga badan, satu berisi sistem syaraf, yang satu lagi berisi organ-organ lainnya. Pada semua vertebrata di

daerah kepalanya terdapat mata, telinga dan hidung. Vertebrata terdiri atas 5 kelas ialah:

1. Ikan (piscea)
2. Amfibi (amphibia)
3. Reptil (reptilia)
4. Burung (aves)
5. Hewan menyusui (mamalia)

Manusia termasuk dalam kelas mamalia. Pembagian vertebrata ini adalah atas dasar suhu badan, cara bernafas, mekanisme reproduksi dan alat pelindung tubuh.

Kelas 1: Pisces

Pisces hidup di air tawar atau laut. Merupakan hewan berdarah dingin dengan jantung beruang dua. Tubuhnya diliputi oleh sisik yang berlumpur dan mempunyai skelet dari tulang. Pada satu ketika ikan dapat menghasilkan telur beribu-ribu. Fertilisasi terjadi ekstern. Ikan bernafas dengan insang, menerima oksigen dari udara yang larut di dalam air. Ikan juga mempunyai gelembung udara. Gelembung ini berisi udara dan menolong ikan dalam mengapung dan menjaga keseimbangan.

Kelas 2: Amphibia

Nama ini diambil dari kenyataan bahwa hewan-hewan ini hidup dalam bentuk larva di dalam air, dan sesudah dewasa dapat hidup di darat. Amphibia berdarah dingin. Fertilisasi terjadi ekstern di mana telurnya diletakkan dalam air. Dari bentuk larva

kemudian berubah menjadi bentuk kecebong. Amphibia dewasa mempunyai jantung dengan tiga ruangan, dan kulit yang telanjang. Organ pernafasan berubah dari insang menjadi paru-paru. Amphibia dewasa masih dapat hidup di air atau sekitarnya, tetapi kemampuan untuk hidup di darat merupakan suatu kemajuan jika dibandingkan dengan ikan. Di samping kodok (rana), terdapat pula katak (bufo) dan Salamander. Amphibia dapat menolong manusia dengan memakan insekta. Oleh sebagian orang, kaki kodok sering dimakan.

Kelas 3: Reptilia

Reptil adalah hewan berdarah dingin. Proses perkembangannya tidak melalui tingkatan kecebong. Beberapa ada yang hidup di air, tetapi sebagian besar hidup di darat. Fertilisasi terjadi intern, berarti di dalam tubuh hewan betina. Dalam beberapa hal ada yang melahirkan, ada pula melalui telur yang diletakkan. Sepanjang hidup, reptil bernafas dengan paru-paru. Jantung beruang 3, kecuali buaya mempunyai 4 ruang. Kulit diliputi sisik. Reptil dapat menolong manusia dengan makanan insekta.

Kelas 4: Aves

Merupakan kelas pertama yang berdarah panas. Suhu badan tetap, berarti tidak dipengaruhi oleh keadaan luar. Bernafas dengan paru-paru. Jantung beruang 4. Kulitnya berbulu dan kakinya bersisik. Mempunyai sayap. Paruh tidak bergigi. Kebanyakan dapat terbang. Telur diliputi oleh kulit telur.

Kelas 5: Mamalia

Merupakan kelas yang paling maju dalam perkembangannya. Berdarah panas. Jantung beruang 4. Bernafas dengan paru-paru. Mempunyai rambut, dinding diaphragma dan 7 ruas tulang leher. Terdapat suatu ordo di Australia yang disebut Platypus yang bertelur di sungai.

Ordo-ordo yang lain:

Ordo 1: mamalia tidak bergigi misalnya Armadillo.

Ordo 2: Marsupialia misalnya Kanguru yang membawa anaknya yang masih muda di dalam kantong perutnya untuk beberapa waktu.

Ordo 3: Mamalia yang menyerupai ikan misalnya ikan paus dan ikan lumba-lumba.

Ordo 4: Rodentia. Adalah hewan pengerat misalnya tikus dan kelinci.

Ordo 5: Hewan pemakan serangga misalnya tikus mondok.

Ordo 6: Mamalia bersayap misalnya kelelawar.

Ordo 7: Carnivora. Adalah mamalia pemakan daging, yang mempunyai gigi taring untuk mencabik jaringan. Misalnya harimau, beruang, singa, anjing, anjing laut, serigala, dan kucing.

Ordo 8: Mamalia berkuku. Hewan ini mempunyai gigi molar yang kuat dengan permukaan yang lebar terutama berfungsi untuk menggiling. Kebanyakan adalah

pemakan tanaman (herbivora) misalnya onta, jerapah, sapi, kuda, zebra, rhinoceros, dan gajah.

Ordo 9: Mamalia yang berjalan tegak merupakan ordo yang paling maju dan disebut primata. Termasuk ordo ini ialah kera, orang utan, baboon, gorila, chimpanse, dan manusia. Perbedaan utama antara primata dan ordo-ordo lainnya dari mamalia adalah sistem syaraf yang sudah berkembang. Otak, terutama cerebrum sudah berkembang. Mempunyai 5 jari kaki dan tangan dengan ibu jarinya mempunyai kedudukan sedemikian rupa untuk memegang sesuatu bersama jari-jari yang lain.



VIII. GEOGRAFI KEHIDUPAN DI BUMI DAN MANUSIA SEBAGAI SALAH SATU MAKHLUK PENGHUNINYA

A. Geografi Kehidupan di Bumi

1) Faktor lingkungan

Suatu faktor yang sangat menentukan adanya perbedaan-perbedaan jenis-jenis makhluk hidup yang tinggal di suatu tempat di permukaan bumi ini adalah lingkungan hidup dari tempat itu. Yang dimaksud dengan lingkungan hidup ini termasuk lingkungan abiotik misalnya tanah, air dan iklim di tempat itu. Iklim itu pada hakekatnya terdiri dari temperatur dan curah hujan. Sedangkan temperatur terutama tergantung dari banyaknya sinar matahari yang diterima. Selain lingkungan abiotik ada pula lingkungan biotik, yang juga sangat besar pengaruhnya. Contoh: suatu binatang tertentu memerlukan tumbuhan tertentu untuk hidupnya, sedangkan tumbuhan itu memerlukan kondisi lingkungan abiotik tertentu untuk bisa hidup. Jadi lingkungan dengan kondisi tertentu menentukan jenis tumbuhan maupun hewan yang mau hidup di tempat itu.

2) Faktor sejarah

Yang dimaksud sejarah di sini adalah sejarah geologi. Dahulu (200 juta tahun yang lalu) hanya ada satu benua; kemudian benua itu retak dan bergeser. Pergeseran itu berlangsung secara lambat dan akhirnya terjadilah 5 benua seperti yang kita alami sekarang ini yang berlangsung kira-kira dalam 135 juta tahun. Jadi pergeseran yang mulai pada zaman Mesozoikum sampai awal Cenozoikum mencapai bentuknya yang sekarang. Dari pembahasan yang lalu Anda mengetahui bahwa pada zaman itu bumi telah dihuni oleh berbagai jenis ikan, reptil, burung sampai binatang-binatang menyusui serta tumbuhan atau hewan di daratan. Pergeseran benua menjadi anak benua itu mengakibatkan makhluk hidup yang dibawanya mengalami perubahan lingkungan hidup misalnya iklimnya berbeda sehingga makhluk-makhluk yang tahan terhadap kondisi ini akan tetap jaya dan yang tak tahan akan musnah atau menyesuaikan diri.

Jadi sejarah geologi itu ikut menentukan geografi kehidupan di bumi baik ditinjau dari persamaan maupun perbedaan makhluk hidup.

3) Faktor hambatan penyebaran

Kita mengetahui semua bahwa makhluk hidup itu berkembangbiak. Dengan makhluk daratan, sebaliknya bagi makhluk air, daratan merupakan hambatan (*land barrier*).

Daratan yang sempit juga dapat menjadi hambatan misalnya *Costarica* dari Amerika Tengah merupakan hambatan berupa filter atau saringan penyebaran makhluk daratan Amerika Utara dan Amerika Selatan. *Selat Panama* merupakan filter makhluk hidup di Samudera Atlantik dan pasifik. Sebaliknya kepulauan dapat menjadi jembatan penyebaran antara *Eurasia* dan *Australia*.

Tiga faktor itulah yang sangat menentukan adanya variabilitas biogeografi, namun tentunya kita masih ingat bahwa ada faktor dalam yang menentukan variabilitas itu yaitu variasi genetik hasil perwakilan dan mutasi genetika.

4) Geografi tumbuhan

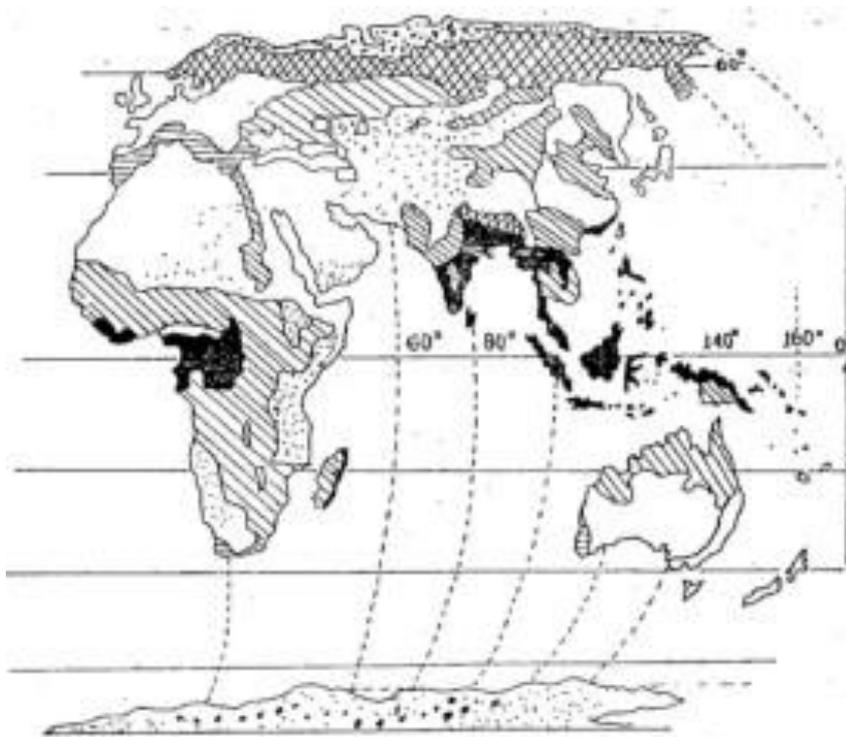
Tumbuhan memegang peran penting dalam menentukan geografi makhluk hidup karena ia merupakan titik awal dari rantai kehidupan. Tumbuhan sangat peka terhadap keadaan lingkungan fisik, oleh karena itu dapat dengan mudah mengamati adanya perbedaan jenis tumbuhan pada daerah dengan iklim yang berbeda dan sebaliknya adanya persamaan tumbuhan pada daerah dengan iklim yang sama.

Contoh: Daerah tropik ialah daerah antara 23⁰ Lintang Utara dan 23⁰Lintang Selatan sepanjang katulistiwa. Daerah ini ditandai oleh adanya hutan lebat yang ciri khas yaitu:

a) Pohon besar dan tinggi.

- b) Pada pohon itu terdapat banyak tumbuhan epifit (menempel pada dahan dan ranting).
- c) Banyak pohon merambat ke pohon lain misalnya rotan.
- d) Di bawah pohon besar masih terdapat pohon yang agak rendah dan di bawahnya lagi masih ada semak belukar.

Hal ini hanya dimungkinkan terdapat di daerah tropis karena adanya intensitas cahaya matahari yang cukup. Lihat gambar berikut:



Daerah subtropik (23 – 40 LU/LS). Daerah iklim ini ditandai dengan hutan yang terlalu lebat tanpa belukar, rotan dan epifit. Makin ke arah kutub makin jarang hutannya dan digantikan oleh padang rumput (40 – 60 LU/LS).

Daerah beriklim dingin (60 – 80 LU/LS) dihuni oleh padang Taiga dan Tundra. Taiga ialah hutan cemara atau pinus dan

pakis. Tundra adalah padang perdu dan paku yang pendek (rendah).

Daerah kutub: tidak ada yang hidup kecuali pada batas, ada lumut (80 – 90).

Bila kita selidiki jenis tumbuhan dari pantai tropik ke puncak gunung bersalju maka ternyata terdapat urutan susunan yang sama yaitu:

Ketinggian 0 - 4000 kaki = tumbuhan tropis

4000 - 8000 kaki = tumbuhan subtropik

8000 - 12000 kaki = tumbuhan iklim sedang

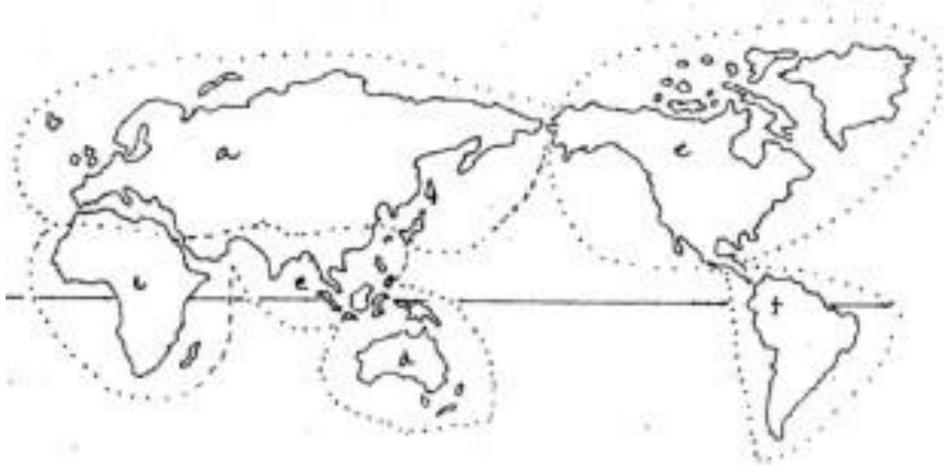
12000 - 16000 kaki = tumbuhan iklim dingin (kutub)

5) Geografi Hewan

Atas dasar faktor yang mempengaruhi variabilitas dan penyebaran terhadap makhluk hidup yang sudah diterangkan, maka dunia ini dapat dibagi menjadi 6 daerah (faunal regions) yaitu:

- a) Daerah Palaearctic (Eropa dan Asia Utara)
- b) Daerah Ethiopian (Afrika dan Semenanjung Arab)
- c) Daerah Oriental (Asia Selatan dan Indonesia)
- d) Daerah Australian (Australian dan sekitarnya)
- e) Daerah Nearctic (Amerika Utara dan Greenland)
- f) Daerah Neotropical (Amerika Selatan dan Tengah)

Daerah Holaristik



B. Sejarah Perkembangan Manusia

Manusia adalah makhluk hidup yang mempunyai derajat yang paling tinggi. Makhluk hidup yang berbudi dan berakal hanyalah manusia. Namun demikian ada ciri-ciri manusia yang juga dimiliki hewan, misalnya adanya rambut, menyusukan anak, mempunyai kelenjar keringat dimiliki oleh golongan mamalia.

Apabila kita ingin menyusun tentang asal mula manusia, jalan yang harus ditempuh adalah mempelajari fosil-fosil yang terdapat di bumi. Ketika Darwin mengemukakan beberapa teori evolusinya, Darwin sendiri belum menemukan fosil yang berhubungan dengan sejarah asal mula manusia. Pada tahun 1856, beberapa tahun sebelum buku Darwin tentang terjadinya species diterbitkan, di Jerman (*di lembah Neander*) secara kebetulan ditemukan fosil tengkorak manusia. Perbedaan dengan tengkorak manusia sekarang adalah terletak pada

struktur tulang atap tengkorak, susunan geligi dan tonjolan tulang keningnya. Oleh ahli-ahli biologi tengkorak tersebut dinyatakan sebagai manusia purba yang diberi nama manusia Neanderthal. Yang dimaksud *manusia modern* adalah manusia yang hampir menyerupai manusia sekarang. Misalnya manusia Neanderthal volume otaknya 1.450 cc, hidup sekitar 1.000 – 4.000 tahun yang lalu.

Pada tahun 1871 Darwin menerbitkan buku yang berjudul "*the Descent of Man*" tentang asal mula manusia. Pada masa Darwin fosil masih belum merupakan bahan penelitian yang menakutkan. Darwin mencari hubungan kekerabatan antara manusia dengan Primata. Di dalam klasifikasi, manusia sebagai *Homo sapiens* termasuk ordo Primata.

Persamaan ciri-ciri adalah sebagai berikut:

- 1) Mata frontal atau menghadap ke muka.
- 2) Ibu jari pada tangkai depan dapat digerakkan ke segala jurusan.
- 3) Letak kelenjar susu di dada.
- 4) Bentuk rahim simpleks.

Kaki manusia yang lebih panjang daripada lengannya merupakan suatu hal yang membedakannya dengan primata lainnya. Kaki manusia yang mempunyai lekukan besar dengan ibu jari yang sebidang letaknya dengan jari-jari lainnya sangat berbeda dengan kaki kera. Kaki manusia sesuai untuk berjalan

atau berlari, tetapi tidak sesuai untuk berpegangan pada dahan-dahan pohon.

Kepala manusia terletak pada tulang belakang sedemikian rupa sehingga untuk dapat melihat lurus ke depan jika berdiri tegak.

Otak manusia relatif besar, manusia sekarang mempunyai volume otak sebesar 1200 – 1500 cc, sedangkan pada simpanse hanya 350 – 450 cc. Tidak ada hubungan mutlak antara besarnya volume otak dan kecerdasan. Ciri-ciri kepala manusia lainnya adalah muka yang tegak lurus, rahang yang tidak begitu menonjol, hidung yang jelas dan mempunyai bibir yang mempunyai selaput lendir dan bagian luar.

Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa gorilla dan simpanse mempunyai hubungan kekerabatan yang erat dengan manusia. Hanya terdapat sedikit perbedaan dalam hal susunan haemoglobin antara kedua jenis primata tersebut dengan manusia. Atas dasar itu ahli-ahli biologi berpendapat bahwa manusia dan hewan-hewan dari golongan primata mempunyai nenek moyang yang sama.

Hewan pertama dari ordo primata diduga telah ada kira-kira 75 juta tahun yang lalu. Umumnya hidup di pohon-pohon; hanya manusialah yang menyimpang dalam evolusinya sehingga menjadi suatu makhluk yang dapat hidup di atas tanah dan berjalan di atas kedua kakinya. Tangan digunakan untuk

memegang dan mengatur benda-benda yang diperlukannya. Makin tinggi tingkat perkembangan hewan primata, makin tangkas hewan itu mempergunakan tangannya dan volume otak makin besar. Evolusi Primata dapat diikuti dari tingkatan yang paling primitif sampai manusia, yaitu familia Tup aiidae, Lemuridae, Pongidae sampai Hominidae.

C. Beberapa Penemuan Manusia Purba atau Pra Manusia

Pada tahun 1924 *Raymond Dart* seorang ahli anatomi di Afrika Selatan telah menemukan fosil yang kemudian diberi nama *Australopithecus Africanus*. Bentuk fosil tengkorak ini hampir menyerupai kepala simpanse muda, tetapi giginya menyerupai gigi manusia sekarang dan mungkin dapat berjalan tegak.

Di Afrika Selatan ditemukan pula fosil manusia purba yang diberi nama *Australopithecinae* yang diperkirakan tingginya 1,5 m. Volume otaknya kira-kira 600 cc sedikit lebih besar dari gorilla sekarang yang mempunyai volume otak kira-kira 510 cc. *Australopithecinae* hidupnya tidak lagi di pohon-pohon. Fosil-fosil Afrika ini termasuk famili Homonidae, akan tetapi bukan dari genus Homo. Hal ini berarti bahwa para ahli Antropologi berpendapat bahwa fosil Afrika lebih menyerupai manusia daripada menyerupai kera.

Seorang dokter Belanda *Eugene Dubois* pada tahun 1887 di daerah Trinil di tepi Bengawan Solo menemukan fosil berupa rahang, beberapa gigi dan sebagian dari tulang tengkorak serta tulang paha. Fosil ini diberi nama *Pithecantropus erectus* atau *Homo erectus*. Hidup kira-kira 500.000 – 300.000 tahun yang lalu pada jaman Pleistosen tengah. Mereka dianggap sudah dapat membuat alat untuk berburu, sudah dapat mempergunakan api dan diduga sudah dapat berbicara. Volume otaknya antar 770 – 1.000 cc.

Pada tahun 1929 *Davidson Black* dan *W.C. Pei* menemukan di Peking fosil manusia purba yang dinamakan *Sinanthropus pekinensis*. Volume otaknya antara 900 – 1200 cc, telah mempergunakan senjata dan alat yang terbuat dari tulang dan batu. Penggunaan api pun tampaknya sudah biasa. Dengan adanya tulang tengkorak kosong yang menunjukkan bekas dibelah dengan sengaja dari bawah ke atas, diduga bahwa *Sinanthropus* suka membunuh sesama manusia. Struktur tubuh serupa dengan *Pithecantropus* dan hidup kira-kira 500.000 tahun yang lalu.

Di Jerman (*di Heidelberg*) ditemukan pula fosil tulang dari jaman Pleistosen setingkat dengan *Pithecantropus* dan *Sinanthropus* disebut *Homo Heidelbergensis*.

Terdapat fosil manusia Cro Magnon dari Perancis yang timbul pada jaman yang lebih muda dari jaman Neanderthal.

Hidup kira-kira 30.000 tahun yang lalu, dinamakan manusia *Cro Magnon* atau disebut *Homo sapiens diluvialis*, berukuran tinggi tegak dan mempunyai volume otak yang sama besarnya dengan otak manusia sekarang (*Homo sapiens alluvialis*). Manusia ini rupa-rupanya telah pandai sekali membuat alat-alat dan juga ahli seni. Selain batu mereka menggunakan tulang, gading dan tanduk kijang untuk alat-alatnya. Beberapa dari alat ini diukir atau dipahat menjadi bentuk benda yang dapat dikenal.

Di Timur Tengah juga ditemukan fosil-fosil manusia dari jaman 100.000–300.000 tahun yang lalu, misalnya dari Palestina Gunung Carmel dan manusia Shanidar di gunung-gunung di Irak Utara. Ciri-ciri umum yang dimiliki oleh fosil-fosil itu menunjukkan persamaan dengan manusia Solo dan manusia Rhodesia.

Jadi manusia tipe Neanderthal mempunyai penyebaran yang sangat luas. Tetapi kebenarannya masih diragukan mengingat pada waktu itu belum ada alat-alat transportasi.

Manusia Neandertal, manusia gunung Carmel, manusia Cro Magnon dan manusia sekarang dapat dimasukkan dalam *Homo sapiens*, sebagai satu species.

Pithecanthropus erectus, *Lisianthropus pelonensus*, *Homo heidelbergensis* dianggap sebagai satu species saja yang disebut *Homo erectus* karena:

a) Mereka hidup dalam jaman yang sama.

- b) Berjalan tegak.
- c) Walaupun ada perbedaan antara mereka, perbedaan-perbedaan tersebut disebabkan karena lokasi yang berbeda.



IX. PRINSIP-PRINSIP EKOLOGI

A. Pengantar

Istilah *ekologi* mula-mula digunakan *Haeckel*, seorang ahli Biologi, dalam pertengahan dasawarsa 1860-an. Istilah ini berasal dari dua kata bahasa Yunani *oikos* yang berarti “rumah” dan *logos* yang berarti “ilmu”. Jadi, secara harfiah *ekologi* berarti ilmu mengenai rumah yaitu rumah makhluk hidup. Yang merupakan rumah makhluk hidup adalah lingkungan hidupnya. Di sinilah mereka saling berpengaruh antarsesamanya dan dengan komponen-komponen yang tidak hidup dalam usaha mempertahankan kelangsungan perkehidupan.

Bumi dengan atmosfer dapat dipandang sebagai suatu sistem yang terdiri dari subsistem-subsistem. Sistem dapat diartikan sebagai suatu kesatuan komponen-komponen yang saling berhubungan dan kait-mengait secara teratur. Setiap sistem merupakan suatu perangkat elemen atau satuan-satuan yang berada dalam berbagai keadaan dan setiap keadaan elemen dipengaruhi oleh keadaan elemen-elemen yang lain.

Pengaruh timbal balik antara elemen yang satu dan elemen yang lain merupakan suatu sengkeliit umpan balik.

Sistem yang terdiri dari komponen-komponen makhluk hidup disebut *biosistem*. Sifat-sifat suatu biosistem adalah:

- 1) Merupakan sistem terbuka;
- 2) Membutuhkan makanan atau bahan bakar untuk memperbaharui energi dan materi yang habis dipakai;
- 3) Mempunyai susunan yang rumit;
- 4) Terdiri terutama dari protoplasma;
- 5) Mengandung sejumlah subsistem;
- 6) Mempunyai hubungan simbiotik, parasitik atau komensalistik baik dengan biotik lainnya maupun dengan sistem abiotik; dan
- 7) Terdapat dalam lingkungan tertentu.

Perubahan drastis yang merusak salah satu faktor lingkungan dapat menjadi perusak biosistem.

Jadi ekologi mempelajari mekanisme serta interelasi komponen-komponen biotik dan abiotik dalam mengalirkan energi, dan dalam mengatur populasi dan struktur komunitas beserta dinamikanya.

Manusia memiliki sistem *homeostatik* yang dapat mengatur suhunya sendiri dalam batas-batas optimal bagi kelangsungan hidupnya. Dalam batas-batas tertentu ia dapat mengatur suhunya tetap meskipun suhu di luar tubuhnya lebih rendah

atau lebih tinggi dan berubah-ubah. Apabila suhu atmosfer meningkat, tubuh manusia akan melepaskan panas dengan lebih banyak berkeringat; apabila suhu atmosfer menurun, tubuh manusia akan memproduksi panas dengan cara menggigil, menghemat energi dengan menyempitkan pembuluh-pembuluh darah serta mengurangi proses berkeringat. Kemampuan suatu sistem yang dapat mengatur diri sendiri disebut *homeostatis*. Semua sistem yang dapat mengatur sendiri mempunyai *ambang* (batas) homeostatis. Batas-batas ini menentukan sejauh mana keadaan sistem itu dapat menyimpang dari titik keseimbangan dengan tidak menyebabkan perubahan tanpa balik (*irreversible*) atau merusak sistem itu. Mekanisme umpan balik negatif mengatur, memperlambat, serta menghentikan kecenderungan suatu sistem menyimpang terlalu jauh dari keadaan optimalnya. Namun, sering terjadi bahwa masukan dari lingkungan ke dalam sistem melebihi atau di bawah batas homeostatis. Dengan kata lain, fluktuasi keadaan yang harus dialami sistem itu terlalu besar. Akibatnya ialah bahwa keseimbangan sistem itu akan rusak. Jika manusia mendapat panas yang jauh melebihi batas homeostatis. Suhunya akan sangat meningkat sehingga manusia itu mati karena kepanasan. Sebaliknya, apabila manusia terkena suhu yang sangat rendah, yaitu jauh di bawah ambang toleransinya maka manusia itu akan mati kedinginan atau *hypothermia*.

B. Populasi dan Komunitas

Populasi merupakan masalah dasar dalam ekologi. *Populasi* adalah kumpulan individu sejenis yang terdapat di suatu daerah tertentu. Sebagai contoh dapat dikemukakan populasi ayam di kampung X, atau populasi gajah di Lebong Hitam, populasi rangrang di pohon cempaka, populasi ikan gabus di danau Tondano. Dalam contoh-contoh ini dapat dilihat bahwa individu-individu dalam populasi mempunyai kemungkinan untuk saling berinteraksi. Saling interaksi itu terlihat dalam bentuk kompetisi untuk mempertahankan diri atau kerja sama untuk mempertahankan jenis. Di dalam suatu daerah tertentu tidak hanya terdapat populasi sejenis makhluk hidup, melainkan beraneka ragam populasi. Cobalah perhatikan rumah dan halaman kita. Di dalamnya ditemukan populasi tikus, populasi mangga atau jenis buah-buahan lain, populasi kunyit atau jenis rempah-rempah lain, populasi kambing atau jenis ternak lain, dan sebagainya.

Kumpulan populasi berbagai jenis makhluk hidup yang saling berinteraksi ini disebut *komunitas*.

Dalam komunitas darat banyak ditemukan jenis-jenis populasi yang beradaptasi dengan lingkungan darat. Umumnya mempunyai sistem pernafasan paru-paru, sedang tumbuhannya umumnya mempunyai mulut daun pada permukaan bawah daun. Dalam komunitas hutan hujan tropik jenis-jenis hewan

yang hidup di dalamnya dapat dibedakan sesuai dengan stratifikasi yang terdapat dalam hutan itu.

Terpeliharanya suatu komunitas tergantung pada aliran energi melalui populasi-populasi itu. Dalam setiap komunitas setiap populasi dapat digolongkan ke dalam salah satu kelompok berikut ini.

- (1) *Produsen*, yaitu jenis makhluk hidup berhijau daun yang dapat mengubah energi surya menjadi energi kimia dalam jaringannya.
- (2) *Konsumen pertama*, biasa juga disebut herbivor, yaitu organisme yang memakan tumbuhan.
- (3) *Konsumen kedua*, karnivor, yaitu organisme yang memakan herbivor.
- (4) *Konsumen ketiga*, yaitu karnivor yang memakan karnivor lain. Namun, ada organisme, manusia misalnya, yang secara fungsional termasuk konsumen pertama, kedua, dan ketiga.
- (5) *Parasit*, yaitu organisme yang mendapat makanan yang telah dicernakan dari organisme lain tempat ia hidup.
- (6) *Pemakan bangkai*, yaitu hewan-hewan yang hidup dari kotoran (*faeces*) atau tubuh organisme mati atau yang sudah membusuk.
- (7) *Pengurai*, yaitu cendawan, bakteri, dan mikroba yang menguraikan organisme mati atau sampah organik dan

melepaskan zat kimia serta panas ke dalam lingkungannya untuk kemudian diserap kembali oleh tumbuhan hidup.

C. Ekosistem

Seperangkat komponen biotik dan abiotik yang memiliki hubungan kait-mengait disebut *ekosistem*. Antara ekosistem yang satu dan ekosistem yang lain tidak dapat ditarik garis pemisah yang jelas karena unsur-unsur dalam satu ekosistem mungkin merupakan unsur dari ekosistem yang lain.

Di dalam suatu ekosistem yang dapat berdiri sendiri harus memperbaiki:

- (a) Sumber energi serta sistem kehidupan yang sanggup mengolah energi ini untuk kebutuhan komponen-komponen dalam ekosistem;
- (b) Cukup persediaan zat-zat kimia yang dibutuhkan serta mekanisme yang mengatur keseimbangan zat-zat itu antara komponen-komponen hidup dan tak hidup dalam ekosistem ini.

Zat-zat kimia yang dibutuhkan suatu ekosistem terutama berupa H_2O , CO_2 , O_2 , serta zat-zat hara lainnya. Zat-zat ini harus berada dalam keseimbangan di antara komponen biotik dan komponen abiotik untuk memelihara keseimbangan ekosistem. Bagaimanakah keseimbangan zat-zat kimia ini dapat dipelihara?

Di dalam alam ini keseimbangan dipelihara melalui siklus zat-zat itu yang juga dikenal dengan siklus *biogeokimia*.

Organisme pengurai yang sangat berpengaruh serta berperan dalam mengembalikan zat-zat yang telah diserap oleh tumbuhan, kemudian pindah ke hewan dan manusia melalui proses makan-memakan ke dalam atmosfer dan tanah. Zat-zat ini dapat digunakan kembali oleh makhluk-makhluk hidup itu. Dalam siklus Nitrogen, selain bakteri nitrifikasi dan bakteri denitrifikasi berperan juga dalam mengusahakan penggunaan kembali zat Nitrogen oleh makhluk hidup.

Proses pengaliran zat-zat dalam ekosistem dapat dipengaruhi oleh manusia. Umpamanya, penggundulan suatu areal lahan akan mengakibatkan terjadinya erosi pada lahan itu. Bakteri pengurai akan ikut mengalir bersama tanah keluar dari daerah yang telah gundul itu. Proses penguraian bahan organik yang mati akan terganggu, kesuburan tanah berkurang, dan akhirnya tanah pun menjadi kritis.

Kebudayaan manusia yang menghargai saling ketergantungan secara seluruh komponen ekosistem dapat mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan dalam ekosistem. Dalam kebudayaan demikian, manusia dalam usaha pertaniannya akan menghindari teknik-teknik bertani yang merusak ekosistem pertanian serta berusaha mencari dan menggunakan teknik pengolahan lahan pertanian yang

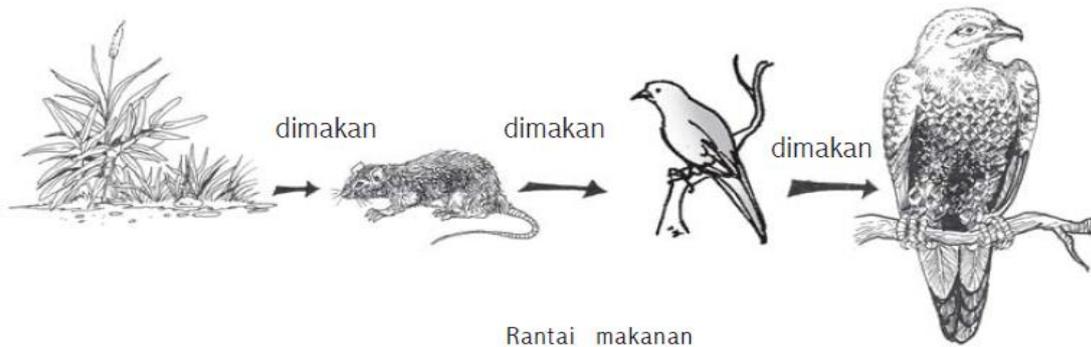
memelihara, memperbaiki atau memulihkan keseimbangan dalam ekosistem pertanian.

Kita dapat menyebutnya ekosistem apabila minimal di dalamnya terdapat:

- 1) Sumber energi ;
- 2) Organisme yang dapat mengolah sumber energi ini menjadi energi untuk organisme dalam ekosistem itu;
- 3) Persediaan zat-zat yang diperlukan organisme dalam ekosistem;
- 4) Sesuatu yang mengatur keseimbangan zat-zat itu antara lingkungan biotik dan abiotik; dan
- 5) Lingkungan fisik yang cocok untuk dapat berlangsungnya semua proses kehidupan.

Suatu hubungan kait-mengait dalam ekosistem terlihat juga dalam peristiwa makan-memakan. Untuk hidupnya, setiap organisme membutuhkan materi dan energi. Sumber energi bagi organisme dalam suatu komunitas adalah *matahari*. Energi diubah oleh tumbuhan menjadi energi kimia di dalam zat-zat organik tumbuhan-tumbuhan itu. Tumbuh-tumbuhan ini merupakan makanan hewan yang tidak dapat membuat makanannya sendiri, yaitu *herbivor* (hewan pemakan rumput). Herbivor merupakan makanan bagi pemangsanya, yaitu *karnivor* (pemakan daging). Tumbuh-tumbuhan, herbivor, dan karnivor yang mati diuraikan oleh organisme pembusuk.

Pembuatan makanan serta pengalirannya dari satu organisme ke organisme lainnya disebut *rantai makanan*. Melalui rantai makanan itu berlangsung aliran materi dan energi dalam ekosistem.

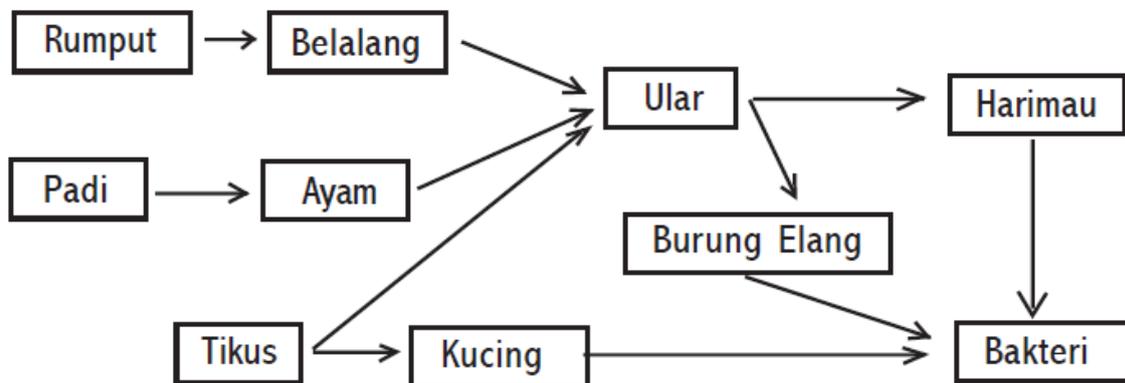


Ada tiga tipe rantai makanan dalam hampir semua komunitas. *Tipe pertama* dikenal sebagai tipe rantai makanan perumput yaitu materi tumbuhan yang berpindah dari kelompok konsumen yang satu ke kelompok konsumen berikutnya. *Tipe kedua* dikenal sebagai rantai makanan pembusuk yang di dalamnya organisme-organisme yang mati diuraikan oleh serangkaian organisme pembusuk. *Tipe ketiga* dikenal sebagai rantai makanan parasit yang di dalamnya organisme yang lebih kecil memangsa organisme yang besar.

Berdasarkan sumber makanannya, organisme digolongkan menjadi beberapa tingkat tropik sesuai dengan kedudukannya dalam aliran energi. Tetumbuhan hijau termasuk golongan *tingkat tropik pertama*; herbivor termasuk golongan *tingkat tropik kedua*; karnivor primer termasuk golongan *tingkat tropik ketiga* dan seterusnya. Ada organisme yang termasuk ke dalam

beberapa tingkat tropik, seperti manusia. Ia berfungsi baik sebagai herbivor maupun karnivor.

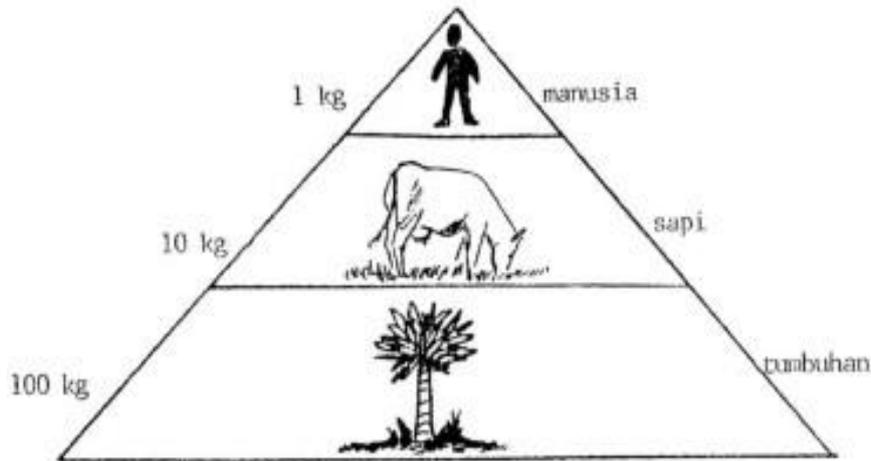
Dalam setiap ekosistem, rantai-rantai makanan digolongkan sebagai jaring-jaring makanan. Setiap organisme dalam rantai makanan itu merupakan makanan beberapa organisme. Dengan demikian, rantai-rantai makanan itu dapat dibayangkan sebagai saling silang membentuk jaring.



Jaring-jaring makanan

Dalam tumbuhan, zat hara beserta air dan energi diasimilasi membentuk bahan tubuh tumbuh-tumbuhan. Makanan yang dikonsumsi hewan dewasa terutama digunakan untuk memelihara kelangsungan hidupnya. Hanya sebagian kecil makanan itu yang diasimilasikan menjadi bahan tubuh hewan. Sebagai contoh, 100 kg rumput yang dimakan seekor sapi hanya ± 10 kg yang diubah menjadi bahan tubuh sapi. Sebagian besar energi yang diperoleh dari makanan itu digunakan untuk memelihara proses kehidupan sapi itu. Manusia yang memakan daging sapi yang 10 kg itu hanya ± 1 kg yang diasimilasikan

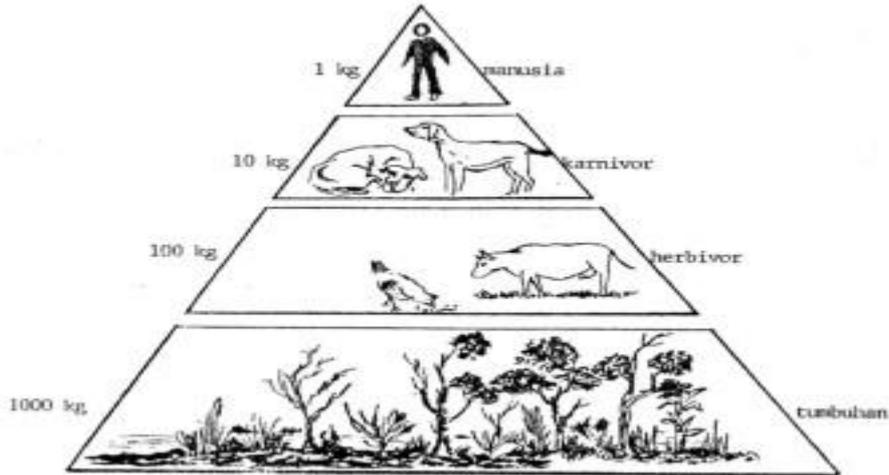
sebagai bahan tubuh manusia. Sebagian besar energi digunakan untuk proses kehidupan. Jadi, tingkat tropik pertama luas, tingkat tropik kedua lebih kecil, tingkat ketiga lebih kecil lagi, dan seterusnya.



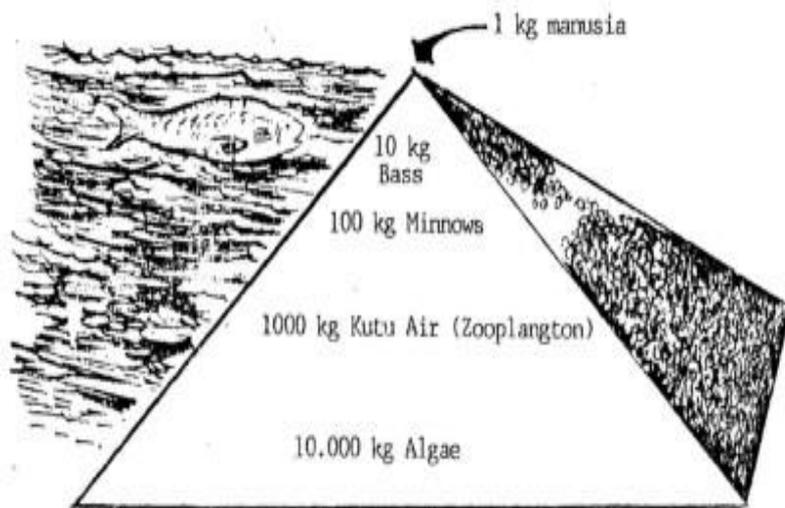
Piramida makanan

Keadaan ini tidak hanya berlaku pada ekosistem darat, tetapi juga pada ekosistem perairan. Sejumlah fitoplankton dimakan oleh zooplankton. Hanya sebagian energi dari fitoplankton yang diubah menjadi bagian tubuh zooplankton. Bila zooplankton dimangsa oleh ikan-ikan kecil, sebagian besar energinya digunakan untuk proses kehidupan ikan itu dan hanya sebagian kecil energi yang digunakan untuk menyusun tubuh ikan. Demikianlah seterusnya hingga ke tingkat tropik tertinggi. Oleh karena itu, dalam penghematan energi manusia hendaknya menempatkan diri pada tingkat tropik serendah mungkin. Dalam ekosistem darat, manusia terutama berfungsi pada tingkat tropik kedua. Dengan demikian lebih banyak energi yang dapat digunakan untuk membangun tubuh. Hal ini bukan

berarti bahwa makanan asal hewan tidak digunakan lagi. Manusia membutuhkan protein hewani untuk keseimbangan gizinya.



Piramida Makanan Di Darat



Piramida Makanan dalam Ekosistem Laut



X. MANUSIA DAN LINGKUNGAN HIDUPNYA

A. Peranan Manusia terhadap Lingkungan

Di bumi ini jumlah ekosistem yang belum dipengaruhi manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, hanya tinggal sedikit saja; malahan cukup banyak ekosistem yang merupakan ciptaan manusia. Manusia memang makhluk paling penting dalam biosfer. Dengan demikian, timbul pertanyaan mengapa manusia menjadi begitu penting? Apakah perbedaan dan persamaannya dengan makhluk hidup yang lain? Perbedaan itu dapat dilihat dari segi ekologi.

1) Manusia sebagai Organisme yang Dominan Secara Ekologi

Manusia penting karena mereka merupakan makhluk hidup yang dominan secara ekologi. Maksudnya, organisme dikatakan dominan secara ekologi jika 1) manusia dapat berkompetisi secara lebih baik untuk memenuhi kebutuhan hidupnya terutama dalam hal makanan jika dibandingkan dengan makhluk lain dalam suatu ekosistem, dan 2) manusia mampu memberikan pengaruh yang besar terhadap lingkungan tempat hidupnya, atau terhadap organisme yang lain.

Pengertian dominan secara ekologi lebih mudah diperlihatkan pada masyarakat tumbuh-tumbuhan. Umpamanya, di dalam hutan, jenis pohon merupakan tumbuhan-tumbuhan dominan meskipun jumlahnya tidak sebanyak tumbuhan yang lain. Sifat dominan pohon itu disebabkan oleh ukuran besarnya sehingga dapat berkompetisi lebih baik terhadap cahaya, air, dan mineral dibandingkan dengan tumbuh-tumbuhan kecil lainnya. Pohon juga mengubah kondisi cahaya, atmosfer, suhu, dan kelembaban dalam hutan. Pohon juga mengubah sifat fisik dan kimia tanah. Hanya jenis-jenis yang toleran terhadap kondisi hutanlah yang dapat hidup dalam lingkungan demikian. Hewan dapat menjadi dominan secara ekologis karena ukurannya atau jumlahnya, mobilitasnya, agresivitasnya, dan intelegensianya.

Manusia merupakan makhluk dominan secara ekologi karena sifat-sifat anatomi serta mentalnya. Sifat-sifat itulah yang menyebabkan manusia dapat berkompetisi dan berhasil dengan baik mendapatkan apa yang dibutuhkannya. Dengan demikian ia dapat memberi pengaruh besar terhadap lingkungannya beserta organisme lainnya dalam ekosistem. Manusia merupakan satu jenis mamalia yang dapat berkembang biak dengan sesama jenis, mempunyai sifat anatomi dan fisiologi yang hampir sama dengan hewan terutama primata seperti simpanse. Namun, ada sifat-sifat penting yang membedakannya dengan primata

lainnya, misalnya sikap tubuh tegak, bergerak di atas kedua kaki, ibu jari tangan berkembang sedemikian rupa sehingga dapat dipertemukan dengan jari lainnya. Dengan demikian, manusia dapat lebih mampu memegang sesuatu. Manusia, selain bersifat herbivor, juga bersifat karnivor dan predator. Otak manusia besar jika dibandingkan dengan ukuran tubuhnya. Otak bagian depan yang merupakan pusat pikiran lebih besar dan kompleks jika dibandingkan dengan primata lainnya.

Sebagai mamalia, jenis manusia mempunyai jumlah individu yang lebih besar jika dibandingkan dengan mamalia besar lainnya. Jenis hewan yang berjumlah besar lainnya hanya hewan-hewan kecil seperti ikan dan lalat. Manusia menempati tingkat tropik tertinggi dalam ekosistem dan ia pun tidak mempunyai predator. Namun, manusia mampu mengeksploitasi tingkat-tingkat tropik lainnya bahkan seluruh ekosistem untuk memenuhi kebutuhan baik untuk makanan maupun kebutuhan lainnya.

2) Manusia sebagai Makhluk Pembuat Alat

Jika dibandingkan dengan hewan besar lainnya, manusia tidak dapat bergerak cepat, pancaindera pencium dan pendengar kurang berkembang, kulit perlindungan tidak ada, anak-anaknya sangat lama tergantung pada pemeliharaan induk. Kekurangan itu diantaranya dengan sifat, penglihatan tiga dimensi, kemampuan penalaran besar, dan kemampuan

membuat alat atau perkakas. Hewan lain dapat menggunakan alat, seperti ranting kayu yang dipatah-patahkan. Hanya manusia yang dapat membuat dan menggunakan alat.

Kemampuan dapat membuat alat erat hubungannya dengan sikap tegak manusia yang memungkinkan ia dapat bebas menggunakan tangannya. Di samping itu, kemampuan itu erat pula hubungannya dengan kemampuan penglihatan serta kecekatan dan kemampuan penalaran berkat otaknya yang lebih tinggi. Jadi, dapat dikatakan bahwa manusia menjadi dominan dalam ekosistem berkat kemampuannya membuat dan menggunakan alat. Manusia jugalah yang pertama-tama menggunakan api sebagai alat. Selain untuk keperluan rumah tangga, api digunakan untuk membakar hutan atau belukar untuk membersihkannya, untuk mengusir hewan-hewan liar agar keluar dari sarangnya, untuk menghilangkan vegetasi yang tua dan kering supaya dapat tumbuh tunas-tunas muda untuk hewan-hewan peliharaan.

Penggunaan api memungkinkan manusia menguasai daerah yang lebih luas jika dibandingkan dengan jumlah populasi manusia. Dengan kata lain dominan mereka tidak tergantung dari jumlahnya.

Manusia juga merupakan organisme yang membudidayakan makanannya. Perubahan cara hidup dari pengumpul makanan menjadi penanaman serta pemetik hasil

tanaman merupakan suatu pencapaian yang mempunyai dampak ekologi yang luas. Alat-alat pertanian berkembang dari tingkat penanaman menjadi mesin-mesin modern yang dapat mengolah tanah yang jauh lebih luas. Dengan demikian terbentuklah ekosistem buatan manusia. Selain itu, makanan yang cukup mengakibatkan populasi manusia meningkat dengan segala akibat yang berantai.

3) Manusia sebagai Makhluk Perampok

Perkembangan dominasi manusia sejalan dengan perkembangan alat-alat yang digunakannya. Manusia dikenal sebagai makhluk mengeksploitasi ekosistem yang paling hebat. Ia dapat memanfaatkan baik ekosistem darat maupun ekosistem air. Hal ini terjadi karena sifatnya yang omnivor dan kebutuhannya yang beraneka ragam. Sejak semula manusia mengeksploitasi ekosistem tidak hanya untuk makanan tetapi juga untuk keperluan lain seperti pakaian dan rumah. Sejak itu kebutuhan akan bahan organik untuk obat-obatan, papan, serat, dan lain-lain meningkat.

Selain sebagai pembudidaya tumbuhan, manusia juga sebagai pembudidaya hewan mamalia, seperti kambing, biri-biri, dan sebagainya. Untuk memelihara hewan-hewan ini akhirnya manusia harus menanam makanan ternak juga. Sebagai salah satu mata rantai dari jaring-jaring manusia dapat memusnahkan organisme lain yang berkompetisi dengannya dalam

memperoleh makanan atau kebutuhan lain. Dalam sistem pertanian, misalnya, manusia berusaha menghilangkan atau mengurangi jumlah mata rantai dalam jaring-jaring makanan dari tanaman makanannya serta tanaman makanan ternaknya.

Manusia menanam dan mengambil rumput untuk makanan ternaknya. Pada hakikatnya, hewan pemakan rumput juga “menanam dan mengambil” rumput untuk dirinya sendiri. Namun, cara dan tujuan melakukan pekerjaan itu tentulah berbeda antara manusia dan hewan. Dalam ekosistem darat, hewan biasanya tidak melenyapkan seluruh persediaan makanannya. Hewan dalam setiap tingkat tropik lebih kecil massanya daripada massa makanan yang tersedia baginya. Sebagian zat hara juga di daur ulang melalui penguraian dalam tanah. Di lain pihak, manusia cenderung untuk mengadakan penanaman dan perumputan yang berlebihan. Manusia menanam hasil pertaniannya dengan mengangkut biomassa yang terdapat di atas permukaan bumi, tetapi sering juga biomassa di bawah permukaan tanah. Zat-zat hara dalam biomassa itu hilang dari ekosistem dan harus diganti dengan pupuk organik atau anorganik bila menghendaki hasil pertanian baik. Dalam berternak, manusia cenderung untuk memelihara ternak tertentu dengan jumlah yang meningkat. Hal ini mengakibatkan perumputan yang berlebihan.

Perumputan yang berlebihan dapat berlangsung melalui beberapa cara. Tanah yang ditanami makanan ternak sering dipanen dengan cara seperti tanaman manusia. Dengan demikian maka terjadi pengurangan zat hara dari dalam tanah itu. Perumputan yang insentif cenderung mengurangi species yang paling bergizi sehingga nilai padang rumput sebagai tempat perumputan menurun. Akhirnya, kepunahan akan terjadi bila jumlah ternak hewan besar meningkat sehingga kebutuhan makanan tidak seimbang dengan pertumbuhan makanan yang tersedia.

Manusia juga mengeksploitasi ekosistem untuk keperluan yang tidak konsumtif, misalnya untuk kepercayaannya seperti hewan korban, hewan untuk olah raga, untuk piaraan di rumah, untuk prestise sosial. Manusia juga menjadikan tumbuh-tumbuhan untuk estetika, seperti bunga-bunga dan hiasan.

4) *Manusia sebagai Penyebab Evolusi*

Perkembangan pengetahuan dan keterampilan teknis mengakibatkan manusia muncul sebagai makhluk hidup dominan secara ekologi. Selain itu, ia merupakan penyebab utama dalam proses *evolusi organik*. Evolusi alamiah berlangsung sangat lambat, tetapi perusakan alam oleh manusia, baik yang tidak disengaja maupun disengaja, telah mempercepat evolusi organik. Akibatnya, ada jenis-jenis organisme yang jumlahnya sudah sangat kurang sampai batas sukar untuk

dipulihkan kembali, bahkan ada yang telah punah. Di samping itu, ada jenis-jenis yang justru meningkat jumlahnya, ada jenis yang varietasnya bertambah. Semuanya itu disebabkan oleh intervensi manusia. *Cara manusia mempercepat evolusi organik* adalah melalui pembudidayaan hewan dan tumbuhan, penciptaan habitat baru serta penyebaran hewan dan tumbuh-tumbuhan. Hewan dan/atau tumbuhan yang dibudidayakan ternyata tidak banyak jumlahnya. Perkembangan hewan ataupun tumbuh-tumbuhan sejak mula-mula dipelihara manusia hingga sekarang ternyata menghasilkan jenis-jenis organisme yang tidak akan bertahan hidup tanpa campur tangan dengan manusia. Sebagai contoh adalah jagung, padi, dan sapi perah. Sampai sekarang manusia masih mengusahakan pengembangan varietas-varietas baru yang memenuhi selera dan kebutuhannya. Jenis padi varietas unggul tahan hama, umpamanya, dikembangkan untuk mempertahankan produktivitas padi sebaik mungkin. Di lain pihak, varietas hewan ternak yang dagingnya lebih banyak daripada tulangnya dikembangkan. Asal varietas-varietas organisme ini yang terdapat secara alamiah mungkin sekali sekarang ini sudah tidak ada karena sudah punah.

Organisme-organisme peliharaan ini hanya dapat hidup dalam habitat ciptaan manusia. Dengan demikian manusia mengubah habitat alamiah. Luas areal perubahan perubahan

habitat alamiah itu makin lama makin bertambah. Mula-mula perubahan hanya terdapat di sekitar tempat tinggal. Lama-kelamaan terciptalah kota atau hutan bangunan. Dalam habitat kota itu hanya jenis hewan pengganggu dan tumbuhan pengganggu yang dapat bertahan, misalnya nyamuk, dan lalat.

Selain pengubahan habitat yang diikuti penciptaan varietas organisme, manusia juga mempercepat proses evolusi organik dengan mengadakan distribusi hewan dan tumbuh-tumbuhan, baik disengaja maupun tidak disengaja ke bagian bumi yang sebelumnya tidak dihuni organisme tersebut. Kadar penyebaran ini lebih dipercepat lagi dengan perbaikan komunitas dari tempat yang satu ke tempat yang lain.

5) *Manusia sebagai Makhluk Pengotor*

Manusia merupakan satu-satunya makhluk yang mengotori lingkungannya. Hewan membuang kotoran berupa *faeces* yang dapat diuraikan untuk di daur ulang karena terdiri dari zat organik. Selain *faeces*, manusia juga membuang kotoran organik yang penguraiannya lambat sekali, kotoran bahan sintetik dan juga racun. Semua ini akan mencemari lingkungan. Sumber kotoran yang dibuang manusia berasal dari rumah, perkebunan, tempat kerja, transportasi dan kegiatan rekreasi. Bahan-bahan pencemar ini dapat berupa bahan padat, gas, dan cair.

Bahan buangan berbentuk padat ada yang dapat dihancurkan secara biologik, seperti makanan sisa; ada yang

tidak dapat dihancurkan secara biologik, seperti kertas, besi, gelas, dan plastik.

Bahan buangan berbentuk gas merupakan polutan yang paling banyak dihasilkan sebagai kotoran dari kawasan industri, misalnya senyawa-senyawa karbon (CO, CO₂, hidrokarbon), belerang dioksida. Sumbernya ialah pembakaran sampah rumah tangga, industri kimia, industri besi dan baja, industri mobil. Saat ini yang paling banyak menghasilkan polutan berupa gas adalah mobil dan industri kimia. Polutan cair pertama dihasilkan oleh rumah tangga. Terutama di daerah-daerah yang penduduknya padat, limbah rumah tangga ini merupakan masalah. Meskipun limbah ini dapat dihancurkan secara biologik, karena jumlahnya melebihi daya urai organisme-organisme pengurai/pembusuk, pembuatannya tidak dapat dihindarkan. Sekedar contoh, berikut ini disajikan sebuah ilustrasi.

Dalam suatu desa, manusia memanfaatkan lingkungannya dan dengan demikian mengubah lingkungannya itu dari bentuk-bentuk ekosistem hutan atau rawa menjadi ekosistem pembina yang di dalamnya manusia paling dominan. Tidak ada satu jenis organisme lain yang dapat mengubah suatu ekosistem yang cukup luas sedemikian hebatnya dalam waktu yang relatif singkat dan mempertahankan ekosistem buatannya ini untuk waktu yang lama. Di dalam daerah itu, untuk tetap membina

ekosistem ciptaannya manusia mempergunakan alat-alat yang dibuatnya dan mengusahakan peternakan; menjaga keamanan desa dari gangguan binatang buas dengan golok, kapak, perangkap, senjata api atau senjata tajam; membuat dan memelihara kebutuhan biologi dengan membangun rumah dengan alat-alat rumah tangga. Dapatlah dikatakan bahwa dalam hampir semua segi kehidupan manusia tidak terlepas dari alat-alat buatannya sendiri. Dengan penggunaan alat ini manusia mempengaruhi lingkungannya.

Untuk mempertahankan hidup yang diinginkannya, manusia memanfaatkan alam dengan mengambil kekayaan alam. Jika keinginan mengambil kekayaan itu tidak diikuti dengan keinginan memelihara, terjadilah pemanfaatan yang berlebihan. Hal ini menyebabkan tekanan-tekanan berlebihan terhadap lingkungan yang dapat menimbulkan kerusakan, seperti terbentuknya tanah-tanah kritis, erosi, dan banjir.

Dengan berkembangnya komunikasi antara berbagai tempat di permukaan bumi serta kekayaan teknologi, ternak serta tumbuhan dari suatu tempat dapat dibiarkan di tempat yang lain. Selain itu, untuk meningkatkan produksi ternak dan tanaman budidaya, diciptakan varietas ternak unggul dan tanaman unggul: sapi yang lebih banyak daging daripada tulang, padi yang tahan hama wereng, dan mangga yang enak dan berbuah banyak atau varietas-varietas lain. Namun, dalam

mengusahakan kehidupan yang baik baginya, manusia juga mengotori lingkungannya. Sampah bertumpuk, plastik yang dibuang karena tidak dapat dihancurkan secara biologik dimana-mana mengotori tanah dan/atau sungai, sungai-sungai yang digunakan sebagai sumber-sumber air untuk segala kebutuhan hidup dicemarkan.

Kegiatan manusialah yang menyebabkan lahan, hutan, dan rawa yang tadinya mempunyai keselarasan alamiah (setelah menjadi pemukiman manusia) menjadi sangat berubah. Pemeliharaan keseimbangan dan keselarasan di tempat itu dimungkinkan dengan subsidi materi dan energi serta kesadaran kemampuan keamanan seluruh masyarakat desa itu.

B. Pertumbuhan Penduduk dan Lingkungan Hidupnya

Untuk negara-negara yang sudah maju yang umumnya terletak di belahan bumi bagian utara, masalah kependudukan mungkin bukan merupakan masalah yang menonjol. Namun, masalah lingkungan tetap merupakan masalah dunia karena kita semua tinggal di permukaan bumi yang sama. Di negara kita Indonesia ini masalah baik kependudukan maupun lingkungan merupakan persoalan yang sangat menonjol. Permasalahan ini pada hakekatnya disebabkan oleh kurang adanya keseimbangan antara jumlah dan laju perkembangan penduduk dengan tingkat dan laju perkembangan ekonominya.

Penduduk bumi pada tahun 1975 diperkirakan berjumlah 3967 juta, tahun 1991 berjumlah 5 miliar, dan pada tahun 2000 diperkirakan mencapai 6253 juta jiwa. Pertambahan penduduk yang pesat tersebut sudah dapat dipastikan akan meningkatkan keperluan pangan, pemukiman, pendidikan, dan lain-lain kebutuhan hidup yang manusiawi.

Contoh:

Masalah pangan menjadi penting di samping masalah kehidupan lainnya pada saat ini. Para ahli di dunia masih berusaha agar pangan dapat mencukupi kebutuhan dunia, baik dengan cara ekstensifikasi, intensifikasi pertanian, maupun mencari sumber pangan baru. Laut dan kekayaannya pada saat ini menjadi objek penelitian dalam pencarian sumber makanan baru.

Akibat dari peledakan jumlah penduduk, telah menimbulkan krisis lingkungan manusia. Salah satu bentuknya ialah timbulnya polusi atau pencemaran lingkungan manusia dengan berbagai akibatnya.

Akibat dari krisis lingkungan jelas tampak berpengaruh pada kesehatan manusia. Penyebab polusi (*pollutant*) masuk ke tubuh kita melalui udara yang kita hirup, makanan yang kita makan sehari-hari, dan suara yang kita dengar. Semua polusi tersebut jelas mempunyai pengaruh langsung pada kehidupan manusia. Di samping itu, terus berpengaruh lokasi yang tidak langsung, yaitu pengaruh terhadap ekosistem yang sangat

kompleks. Pollutant dapat digolongkan ke dalam dua golongan, bersifat kuantitatif (*quantitative pollutant*) dan bersifat kualitatif (*qualitative pollutant*).

Substansi yang secara alamiah terdapat di alam lingkungan, tetapi jumlahnya menjadi meningkat karena adanya kegiatan manusia dinamakan polutan yang bersifat *kuantitatif*.

Contoh: Di alam kini sudah terdapat berbagai unsur seperti karbon, nitrogen, dan fosfor dalam siklus yang berlangsung terus-menerus. Namun karena kegiatan manusia, unsur tersebut menjadi bertambah sehingga kemungkinan besar siklusnya pun akan terganggu.

Sintesis yang dihasilkan oleh adanya kegiatan hidup manusia kita sebut polutan yang bersifat *kualitatif*.

Contoh: Adanya substansi sintesis buatan manusia, seperti pestisida, detergen, dan lain-lain yang masuk ke lingkungan hidup manusia.



XI. SUMBER DAYA ALAM DAN PELESTARIANNYA

A. Sumber Daya Alam

Sebelum konsep dasar pengelolaan sumber daya alam dibahas, terlebih dahulu perlu disusun sumber daya alam dimuka bumi ini dalam suatu klasifikasi. Gunanya ialah agar dapat menggambarkan wujud dari sumber daya alam ini secara menyeluruh, yang mudah dipahami, sebab sudah tersusun dalam suatu sistematika yang teratur. Lebih daripada itu suatu klasifikasi yang didasarkan pada persamaan dan perbedaan ciri dari sumber daya alam yang ada dimuka bumi akan sekaligus memberikan gambaran tentang cara bagaimana mengelola dengan sebaik-baiknya.

a) Tidak akan habis

(1) Tidak dapat diubah

Tidak akan habis, tetapi tidak dapat begitu banyak diubah melalui kegiatan manusia.

Contoh:

- a. Tenaga atom.

Banyak materi pecahan (atom) ini terkandung dalam batuan bumi.

- b. Tenaga angin sebagai akibat dari kondisi iklim.
- c. Curah hujan terdapat dalam jumlah yang melimpah. Manusia mungkin akan sanggup mengubah pola hujan dikemudian hari.
- d. Tenaga pasang surut, sebagai hasil dari hubungan antara matahari-bulan-bumi.

(2) Dapat salah guna

Memang tidak akan habis, tetapi kalau salah atau keliru cara pemanfaatannya, maka kualitas sumber daya alam itu akan menurun, bahkan rusak.

Contoh:

- a. Sinar matahari. Jumlah cahaya matahari yang diterima oleh tumbuhan bagi kepentingan fotosintesis banyak tergantung oleh pencemaran udara yang disebabkan oleh manusia.
- b. Atmosfer juga telah mengalami pencemaran oleh kegiatan manusia, baik secara lokal maupun global.
- c. Perairan di lautan, danau, sungai. Kegiatan manusia juga telah mengakibatkan timbulnya peristiwa pencemaran yang menurunkan kualitas lingkungan.

- d. Tenaga aliran air, sebagai reaksi air terhadap daya tarik bumi telah menurun juga di banyak tempat karena peristiwa kekeringan sebagai akibat penebangan hutan.
- e. Pemandangan alam dalam arti yang luas. Nilai estika ini pun dapat dipengaruhi oleh kegiatan manusia, misalnya kerusakan pemandangan indah dari gunung-gunung karena menjadi gundul.

b) Dapat habis

1) Dapat dipertahankan

Sumber daya alam yang kelestariannya bergantung kepada bagaimana cara manusia menggunakannya.

a. Dapat diperbaharui

Contoh:

Kelestarian sumber daya alam hewani dan nabati sangat bergantung kepada bagaimana manusia merencanakan dan mengelolanya. Kalau pengelolaannya salah atau keliru, sumber daya alam hewani dan nabati dapat habis dan memberikan pengaruh sosial-ekonomi yang makin berat terhadap manusia.

Air di berbagai tempat yang memiliki kuantitas dan kualitas tertentu dalam pemanfaatannya.

Kesuburan tanah, kemampuan tanah untuk dapat menghasilkan bahan tertentu sebagai produksi nabati/tanaman.

Produksi/hasil bumi yang bergantung kepada keadaan tanah, misalnya:

- (i) produksi pertanian: biji-bijian, sayuran, buah-buahan, serat;
- (ii) produksi hutan;
- (iii) produksi tanah; dan
- (iv) satwa liar.

Produksi kawasan perairan, seperti dari danau, sungai, kolam, lautan.

Tenaga manusia baik secara fisik maupun spiritual.

b. Tidak dapat diperbaharui

Sekali punah tidak dapat diperbaharui lagi dengan cara apapun.

Contoh:

- Jenis satwa liar
- Ekosistem alami

2) Tidak dapat dipertahankan

Sumber daya alam mineral (bahan galian). Kuantitasnya dialam memang statis. Bahan mineral ini dapat dianggap sebagai bahan terbuang yang sekali pakai tidak dapat diganti atau diperbaharui lagi.

a. Dapat digunakan lagi (*resiklus*)

Segi konsumtifnya kecil, tetapi potensi pemakaian-kembalinya tinggi yaitu permata dan mental nonkonsumtif.

b. Tidak dapat digunakan lagi

Memiliki daya konsumtif tinggi, tetapi yakin akan habis, yaitu:

- (i) Minyak bumi/gas bumi
- (ii) Mineral non metal; bahan gelas, gipsum, garam mineral, dan
- (iii) Metal yang mempunyai daya konsumtif tinggi; timah pada minyak bakar atau cat, timah putih sebagai tempat pasta gigi, besi pada "*Jerry can*" dan sebagainya.

Seluruh sumber daya alam ini dapat didaur ulang. Namun, waktu pendauran ini mungkin hanya membutuhkan waktu beberapa hari saja atau berjuta-juta tahun. Hanya sumber daya alam yang mempunyai waktu daur ulang pendek yang dapat dimanfaatkan kembali dalam suatu generasi manusia yang dapat digolongkan sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Sumber daya alam lain yang memerlukan waktu jutaan tahun untuk dapat didaurkan ulang diklasifikasikan ke dalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui.

Nilai suatu sumber daya alam ditentukan manusia berdasarkan dapat tidaknya sumber daya itu digunakan untuk memenuhi suatu kebutuhan. Namun, penilaian ini tergantung pada faktor-faktor yang saling berkaitan erat dan kompleks, seperti faktor ekonomi, teknik, dan sosial.

B. Konsep Kelestarian dan Pendayagunaan Sumber Daya

Secara umum konsep dasar pengelolaan sumber daya alam ditujukan kepada dua hal. *Pertama*, untuk menjamin kelestarian kualitas lingkungan, baik dalam arti kata yang produktif, rekreatif, maupun estetik. *Kedua*, untuk menjamin kelestarian adanya hasil dan pemanfaatan sumber daya alam, artinya dapat terus-menerus menghasilkan dalam jangka waktu yang relatif panjang. Jadi, maksud dari pengelolaan sumber daya alam disini ialah menjalin hubungan yang harmonis antar kebutuhan hidup manusia dengan sumber daya alam.

Tentu saja arti lestari dalam pengelolaan sumber daya alam bukan berarti lestari, karena tidak dimanfaatkan, tetapi justru pemanfaatan terus menerus diusahakan dengan memperhatikan dinamika populasi dan produktivitas dari sumber daya alam tersebut. Pengelolaan yang berhasil bukanlah berarti kita sudah berhasil melarang produk menebang kayu sehingga hutan dapat dipertahankan. Pengelolaan hutan yang berhasil ialah bila kita dapat mengambil berbagai manfaat dari hutan, termasuk kayunya, tetapi kita tetap berhasil mempertahankan wujud hutan itu sendiri.

Konsep ini dapat diperluas lagi dengan pengertian bahwa pemanfaatan itu tidak terbatas pada satu hal saja sebab pada dasarnya sumber daya alam bersifat serba guna. Misalnya, sebatang sungai dapat dianggap sebagai sumber air bagi petani,

sumber makanan bagi ikan, tempat menangkap ikan bagi nelayan sungai, sarana pengangkutan bagi penduduk yang tinggal di sepanjang sungai, dan bahkan dapat digunakan sebagai sumber tenaga hidroelektrik.

Yang patut dipertahankan tentu saja bahwa pendayagunaan sumber daya alam itu tidak dapat dilaksanakan dalam satu tempat tanpa menimbulkan konflik keperluan antara satu anggota masyarakat dengan anggota masyarakat lainnya. Kalau sebuah sungai dibendung bagi kepentingan penyediaan sumber tenaga listrik yang murah, mungkin saja dapat mempengaruhi hasil perikanan atau pertanian di hilir sungai. Konflik yang serupa ini mungkin saja terjadi tanpa pemecahan yang memuaskan bagi semua pihak dan disinilah perlu adanya penelaahan dan pengaturan yang dapat menentukan pemanfaatan sumber daya alam yang terbaik, tidak saja untuk masa kini, tetapi juga untuk generasi yang akan datang. Tujuan serbaguna saja memerlukan penelaahan, pengaturan dan pengolahan yang tidak boleh sektoral sifatnya. Pembangunan sebuah bendungan, misalnya, memerlukan pendekatan interdisiplin apabila bendungan tersebut ditujukan untuk maksud-maksud serba guna.

Pendekatan yang interdisiplin dalam penelaahan, pengaturan, dan pengolahan sumber daya alam diperlukan karena manusia tidak dapat memanfaatkan suatu bentuk

sumber daya alam tanpa mempengaruhi sumber daya alam yang lain. Dengan kata lain, sumber daya alam itu tidak saja beraneka ragam, tetapi sumber daya alam itu dapat menyebabkan:

- 1) Peningkatan erosi tanah;
- 2) Penurunan kesuburan tanah;
- 3) Pengendapan/pengerukan air sungai oleh lumpur;
- 4) Penurunan air permukaan dimusim kemarau dan pelimpahan air permukaan dimusim hujan yang dapat mengakibatkan timbulnya banjir;
- 5) Penurunan kadar air tanah;
- 6) Penurunan hasil hutan lainnya (selain kayu) bagi kepentingan masyarakat.

Daftar di atas itu dapat dilanjutkan bila mengingat bagaimana kesan yang timbul oleh erosi tanah, penurunan kesuburan tanah, dan sebagainya itu dapat mempengaruhi produksi pertanian, perikanan, peternakan, penyediaan air untuk tenaga hidroelektrik dan kegiatan hidup manusia lainnya. Bahkan, penebangan hutan dapat mempengaruhi iklim mikro suatu wilayah sehingga pengaruh dapat lebih luas lagi terhadap berbagai aspek pemanfaatan sumber daya alam lainnya.

Terutama dalam pengelolaan sumber alam hayati patut juga diperhatikan beberapa konsep atau prinsip yang jika tidak diperhatikan dapat menurunkan bahkan memusnahkan, sumber

alam tersebut. Sumber alam hayati dapat diperbaharui selama beberapa prinsip dibawah ini diperhatikan.

1) Prinsip Daya Toleransi

Tiap jenis sumber alam hayati dibatasi, baik secara geografis maupun secara ekologis, oleh daya toleransinya terhadap berbagai faktor lingkungan ekstrim belum dilampauai, maka selama itu pula kita masih dapat mengharapkan bahwa sumber alam hayati itu dapat memperbaharui diri. Seringkali terjadi bahwa perubahan lingkungan yang dilakukan oleh manusia itu sedemikian rupa drastis dan cepatnya sehingga daya toleransi sumber alam terhadap berbagai faktor lingkungan itu segera dilampauinya. Ini mengakibatkan tidak saja menurun produksinya tetapi bahkan punah sama sekali. Segi monitor perubahan lingkungan penting sekali dalam pengelolaan sumber alam hayati yang baik.

2) Prinsip Inoptimum

Tidak ada satu jenis sumber alam hayati manapun yang dapat berkembang dalam satu lingkungan yang optimum bagi semua faktor lingkungan yang mempengaruhinya. Akibatnya, memang manusia cenderung untuk mengubah lingkungan hidup suatu sumber alam hayati menuju ke arah optimasi suatu faktor lingkungan tertentu, demi memenuhi kebutuhan jangka pendeknya, tetapi biasanya tanpa memperhatikan akibat buruk jangka panjangnya. Lebih daripada itu, oleh karena lingkungan

hidup manusia di suatu wilayah tidak dapat memenuhi semua kebutuhan hidupnya akan sumber alam hayati, maka diambilnya beraneka ragam sumber alam hayati itu dari tempat lainnya sehingga mempengaruhi penyebaran berbagai materi, termasuk sampah.

3) Prinsip Faktor Pengontrol

Sungguhpun semua sumber alam hayati itu memberikan secara menyeluruh terhadap berbagai faktor lingkungan yang mempengaruhinya, seringkali terdapat juga suatu faktor lingkungan tertentu yang mempunyai daya pengontrol. Faktor pengontrol ini beroperasi, baik melalui ukurannya yang terlalu sedikit atau terlalu banyak, tetapi kesannya dapat menentukan dinamika populasi dari suatu jenis sumber alam hayati. Jadi, pencemaran udara, pestisida, pupuk, air lahan dapat menjadi faktor pengontrol terhadap dinamika populasi tanaman pertanian dalam bobotnya secara satu per satu. Bahkan banyak pula yang berpendapat bahwa ancaman ekokatastrofi terhadap lingkungan hidup manusia pun dapat disebabkan oleh adanya pengaruh faktor pengontrol ini.

4) Prinsip Ketanpabalikan

Beberapa sumber alam hayati tidak dapat memperbaharui diri lagi karena proses fisis dan biologis dalam suatu habitat atau ekosistem memang sudah tidak berlangsung lagi, atau sudah tidak berfungsi lagi. Akibatnya, sumber alam hayati ini dapat

menjadi sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui lagi secara tanpa balik, bahkan punah sama sekali.

5) Prinsip Pembudidayaan

Sumber alam hayati yang telah dibudidayakan oleh manusia untuk jangka waktu yang lama jarang dapat berkembang tanpa terus-menerus dipelihara dan dilindungi oleh manusia. Oleh karena itu, segala bentuk pembudidayaan sumber alam hayati, disamping membawa manfaat, juga membawa tanggung jawab yang berat kepada manusia. Malahan melalui peradabannya, secara sengaja atau tidak sengaja, manusia telah membudidayakan dirinya sendiri, dengan jalan menyediakan bentuk dan alat melawan lingkungannya. Kalau melihat bahwa lingkungan hidup manusia makin menurun kualitasnya, maka berapa lama lagi manusia sanggup memperlindungi diri ?



XII. PERKEMBANGAN ILMU PENGETAHUAN MENJADI BERBAGAI DISIPLIN ILMU

A. Pengantar

Pada abad pertengahan (1500-1600) boleh dikatakan merupakan suatu abad timbulnya ilmu pengetahuan alam. Pada saat itu orang dapat menjadi ahli beberapa bidang ilmu pengetahuan. Copernicus dan Galileo misalnya, tidak saja seorang astronom, tetapi juga ahli dalam bidang pengobatan dan ahli dalam bidang matematika.

Ilmu pengetahuan itu terus berkembang sedemikian pesatnya sehingga akhirnya orang tidak mungkin lagi mempelajarinya secara keseluruhan. Orang tidak mungkin lagi menjadi ahli dalam banyak hal karena masing-masing bidang ilmu sudah sedemikian luas dan mendalam. Oleh karena itu, kemudian ada kecenderungan orang untuk membagi ilmu pengetahuan itu menjadi tiga bidang, yaitu :

- 1) Bidang Ilmu Pengetahuan Alam (*Physical Sciences*), ilmu yang bidang sarannya benda-benda tak hidup.

- 2) Bidang Ilmu Biologi atau Ilmu Hayat, ilmu yang bidang sasarannya makhluk hidup.
- 3) Ilmu Psikologi dan Ilmu Pengetahuan Sosial, ilmu yang bidang sasarannya tingkah laku manusia.

Matematika yang sejak awal timbulnya ilmu pengetahuan selalu berperan serta, ternyata tidak dimasukan kedalam salah satu bidang ilmu. Hal ini terjadi karena matematika dianggap sebagai suatu alat untuk mencapai kebenaran ilmu belaka. Jadi tempatnya ada dalam setiap proses untuk mendapatkan ilmu pengetahuan dan suatu produk atau hasil.

B. Ilmu Pengetahuan Alam

Yang termasuk bidang Ilmu Pengetahuan Alam antara lain adalah:

- 1) Astronomi : cabang ilmu yang obyeknya adalah alam semesta di luar bumi.
- 2) Fisika : cabang ilmu yang sasaran utamanya adalah materi dan energi.
- 3) Kimia : cabang ilmu yang sasaran utamanya adalah komposisi dari materi.
- 4) Mineralogi : ilmu pengetahuan tentang mineral (bahan galian).
- 5) Geologi : cabang ilmu yang mempelajari tentang struktur bumi.

- 6) Geografi : cabang ilmu yang mempelajari permukaan bumi.
- 7) Meteorologi : cabang ilmu yang terutama mempelajari tentang iklim dan cuaca.

Dari ketujuh cabang Ilmu Pengetahuan Alam itu sebenarnya yang menjadi dasarnya adalah *Fisika* dan *Kimia*. Cabang-cabang ilmu yang lain itu pada dasarnya merupakan *aplikasi khusus* dari Ilmu Fisika atau Ilmu Kimia.

C. Ilmu Biologi atau Ilmu Hayat

Yang termasuk bidang Ilmu Biologi atau ilmu Hayat adalah:

- 1) Botani : cabang biologi yang sasarannya adalah tumbuh-tumbuhan.
- 2) Zoologi atau Ilmu Hewan : cabang ilmu yang sasarannya adalah hewan.
- 3) Paleontologi : cabang ilmu yang mempelajari tentang peri kehidupan berbagai makhluk hidup.
- 4) Bakteriologi : cabang ilmu yang mengkhususkan diri untuk mempelajari makhluk hidup yang sangat kecil yang disebut bakteri.
- 5) Fisiologi : cabang ilmuyang mempelajari tentang fungsi dari makhluk hidup.
- 6) Higiene : ilmu pengetahuan tentang kesehatan.

D. Ilmu Pengetahuan Sosial dan Ilmu Psikologi

Yang termasuk ilmu Pengetahuan Sosial dan ilmu Psikologi adalah:

- 1) Psikologi : yaitu ilmu jiwa yang sasarannya adalah otak atau pikiran.
- 2) Bahasa : cabang ilmu yang mempelajari tentang komunikasi verbal.
- 3) Ilmu Sejarah: cabang ilmu yang mempelajari peristiwa-peristiwa masa lalu.
- 4) Ilmu Antropologi : cabang ilmu yang mempelajari sejarah dan perkembangan kebudayaan manusia.
- 5) Etnologi : cabang ilmu yang sasarannya adalah manusia sebagai satuan-satuan suku bangsa.
- 6) Arkeologi : cabang ilmu yang mempelajari benda-benda antik/kuno.
- 7) Ilmu Perekonomian : cabang ilmu yang mempelajari tentang kesejahteraan dan media tukar-menukar.
- 8) Sosiologi : cabang ilmu yang mempelajari tentang kemasyarakatan.
- 9) Pendidikan : cabang ilmu yang mempelajari masalah pendidikan dan latihan.
- 10) Teologi : pengetahuan tentang keagamaan.
- 11) Filsafat naturalistik atau filsafat pengetahuan alam : ilmu yang mempelajari tentang gejala-gejala alam.

Pengelompokan cabang-cabang ilmu itu dilakukan atas dasar dekatnya objek yang dipelajarinya serta sejarah perkembangan ilmu-ilmu pengetahuan tersebut. Dewasa ini cabang-cabang ilmu pengetahuan telah menjadi beribu-ribu jumlahnya. Ilmu alamiah dasar ini cenderung termasuk ke dalam kelompok pertama, yaitu Ilmu Pengetahuan Alam, walaupun disana-sini terdapat juga bagian-bagian yang menyangkut bidang-bidang ilmu yang lain, misalnya biologi. Memang sekarang ini banyak cabang ilmu pengetahuan yang mempunyai multi dimensi artinya mencakup hampir semua cabang ilmu, misalnya Ekologi atau ilmu lingkungan dan kependudukan.

Oleh karena Ilmu Alamiah Dasar ini pada hakikatnya termasuk ke dalam kelompok ilmu pengetahuan alam maka ada baiknya kita bahas lebih lanjut tentang sasaran masing-masing cabang ilmu itu.

1. Fisika

Fisika merupakan dasar dari segala cabang ilmu pengetahuan alam karena di dalamnya terkandung unsur-unsur dasar untuk pengembangan segala ilmu, misalnya tentang metode ilmiah, bahwa untuk mengungkapkan data hasil observasi dan sebagainya. Fisika itu sendiri masih mempunyai banyak cabangnya, misalnya mekanika, panas, bunyi, cahaya dan listrik.

2. Kimia

Ilmu Alamiah Dasar

Ilmu kimia mempelajari tentang perubahan komposisi benda-benda, perbedaannya dengan fisika adalah bahwa fisika membatasi diri pada perubahan benda-benda yang tidak mengalami perubahan komposisi. Kimia mempunyai cabang-cabangnya, antara lain adalah kimia anorganik yang menyangkut benda-benda tak hidup; kimia organik yang menyangkut benda-benda dari senyawa karbon; kimia analitik yang berusaha mengetahui tentang komposisi dari benda-benda, baik jenis maupun jumlah atau kadarnya; kimia fisika merupakan studi lanjut yang menggunakan hukum-hukum fisika dan kimia secara terintegrasi. Dalam kimia fisika batas antara kimia dan fisika menjadi tidak jelas.

3. Geologi

Dengan menggunakan hukum-hukum kimia dan/fisika, ilmu geologi ini mempelajari bentuk, struktur, dan perubahan-perubahan yang terdapat pada bumi. Yang termasuk cabang geologi ini antara lain ;

- a. Petrologi atau perminyakan dan batuan
- b. Vulkanologi yang mempelajari tentang gunung berapi
- c. Seismologi yang khusus mempelajari tentang gempa bumi

4. Mineralogi

Dengan menggunakan hukum-hukum kimia dan/fisika, ilmu ini mendalami tentang mineral atau bahan galian. Suatu

cabang penting dari mineralogi adalah Kristalografi yang mengkhususkan diri pada bentuk-bentuk Kristal dari mineral.

5. *Astronomi*

Astronomi mempelajari tentang bintang-bintang, matahari, planet-planet dan benda-benda ruang angkasa yang lain. Cabang astronomi antara lain adalah Astronomi Navigasi, waktu dan kalender.

6. *Geografi*

Seperti telah kami sebutkan dimuka, geografi mempelajari tentang permukaan bumi dalam hubungannya dengan makhluk hidup yang tinggal di permukaannya. Cabang-cabangnya antara lain :

- a. Phisiografi yang mempelajari bagian-bagian bumi
- b. Biogeografi yang mempelajari tentang penyebaran serta kondisi-kondisi lingkungan hidup di atas permukaan bumi bagi tumbuhan, hewan dan manusia
- c. Geografi ekonomi yang merupakan cabang khusus dari Biogeografi yang mengkhususkan diripada usaha-usaha manusia dalam memenuhi kebutuhan-kebutuhannya.

7. *Meteorologi*

Meteorologi mempelajari tentang cuaca dan iklim. Dengan meteorologi dapat dibuat ramalan-ramalan tentang datangnya musim, hujan, badai dan sebagainya.



XIII. PERANAN ILMU PENGETAHUAN ALAM DAN TEKNOLOGINYA DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN MANUSIA

A. Pengantar

Kiranya perlu dijelaskan terlebih dahulu pengertian Ilmu Pengetahuan Alam dan teknologinya. Tentang Ilmu Pengetahuan Alam telah dibahas, sedangkan maksud *teknologinya* adalah teknologi Ilmu Pengetahuan alam atau penerapan Ilmu Pengetahuan Alam untuk memenuhi kebutuhan manusia.

Pada mulanya, antara ilmu pengetahuan dan teknologi itu tidak selalu ada kaitannya. Maksudnya, suatu pengetahuan tidak harus menjadi ilmu terlebih dahulu.

Contoh: Dahulu orang membuat perahu dengan metode coba-coba. Dengan kata lain, orang sudah membuat perahu untuk memenuhi kebutuhannya sebelum ada "*ilmu*" membuat perahu.

Pada jaman modern ini, kiranya tidak mungkin lagi ilmu dan teknologi dapat berdiri sendiri-sendiri. Sains dan teknologi selalu saling menunjang sehingga dapat maju dengan pesat.

B. Materi dan Energi

1) Materi

Seperti telah kita ketahui, sasaran Ilmu Pengetahuan Alam itu adalah alam semesta dengan segala isinya. Ilmu Fisika memandang kesemuanya itu sebagai materi dan energi.

Yang dimaksud dengan *materi* atau zat dalam fisika adalah apa saja yang mempunyai massa dan menempati ruang.

Contoh: meja, kursi, gunung, awan, udara (walaupun tidak tampak). Materi dapat berwujud padat, cair atau gas.

2) Energi

Dalam kehidupan manusia modern, penggunaan energi semakin meluas, kecuali dalam industri dan transportasi, juga menyangkut dalam rumah tangga, mulai dari kompor sampai penggunaan energi listrik untuk AC (*Air Conditioned*)

Energi terwujud dalam berbagai bentuknya. Energi dapat berbentuk panas, gerak, cahaya, tenaga kimia, tenaga atom dan sebagainya. Di samping itu, energi dapat berubah-ubah bentuknya.

Energi dalam bentuk *panas*, misalnya, dapat berubah menjadi energi bentuk lain, misalnya menjadi *energi mekanik*. Perubahan ini misalnya terjadi dengan jalan mengubah air menjadi uap. Uap panas menekan menggerakkan baling-baling suatu turbin sehingga turbin itu bergerak. Gerakan turbin ini dapat digunakan untuk bermacam-macam keperluan. Energi mekanik

juga dapat berubah menjadi energi bentuk lain, misalnya *energi listrik*: dengan gerakannya, energi mekanik memutar dinamo yang akan menghasilkan aliran listrik.

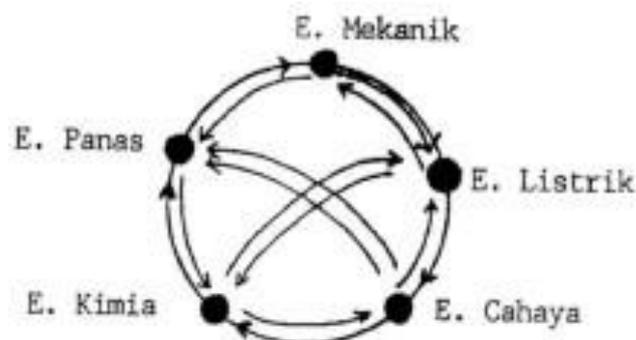
Energi listrik dapat pula berubah menjadi, antara lain, *energi cahaya*, atau dapat pula kembali menjadi energi mekanik dan dapat pula berubah menjadi *energi kimia*.

Contoh: Aliran listrik dapat memijarkan bola lampu listrik dan menghasilkan cahaya. Dari aliran listrik dapat pula diubah menjadi energi kimia, yaitu dengan cara mengalirkan arus listrik searah ke dalam zat-zat kimia, misalnya pembuatan Kalium Klorat. Suatu bahan peledak energi kimia dapat berubah menjadi energi listrik kembali atau berubah menjadi energi listrik kembali atau berubah menjadi energi cahaya atau menjadi energi panas.

Contoh: Energi kimia yang berasal dari batu batere kita alirkan pada bola lampu maka terbentuklah energi cahaya.

Contoh lain: Energi kimia dapat berubah menjadi energi panas dan cahaya, misalnya pada ledakan petasan.

Gambar berikut menunjukkan adanya sistem yang tertutup



dari perubahan bentuk energi. Sebenarnya, gambar itu tidak lengkap karena tidak semua bentuk energi digambarkan dalam bagan tersebut. Sebenarnya, energi adalah kekal atau tidak ada energi yang hilang, yang terjadi adalah perubahan bentuk-bentuk energi.

Listrik merupakan keperluan dalam kehidupan sehari-hari yang sangat vital pada zaman modern ini. Tanpa listrik kita tidak dapat melihat televisi, tidak ada rambu-rambu lalu lintas yang baik, tidak ada lemari es, mesin cuci, dan setrika listrik. Hampir semua alat-alat keperluan rumah tangga pada zaman modern ini memerlukan listrik

Listrik dapat dihasilkan dari antara lain:

1. Pembangkit listrik tenaga air
2. Pembangkit listrik tenaga diesel
3. Pembangkit listrik tenaga nuklir
4. Pembangkit listrik tenaga uap
5. Pembangkit listrik tenaga matahari
6. Pembangkit listrik tenaga angin

C. Komputer

Energi listrik dapat mengembangkan berbagai alat dan sarana lebih lanjut. Diantaranya ialah pengembangan alat elektronika yang secara luas digunakan dalam berbagai bidang, misalnya bidang komunikasi, informasi, transportasi, dan salah

satunya ialah komputer yang ternyata dapat dipergunakan untuk berbagai bidang.

Dari komputer, manusia dapat mengembangkan alat lainnya, berikut ini contohnya.

- a) Telepon ensiklopedia
- b) Robot pelayan rumah tangga
- c) Nasihat dokter melalui telepon
- d) Berbelanja melalui telepon/internet
- e) Pusat informatika
- f) Komputer simulasi
- g) Robot pekerja
- h) Robot untuk keperluan percobaan ilmiah
- i) Komputer analisis untuk berbagai keperluan

D. Manfaat Nuklir untuk Kesejahteraan Manusia

1) Pengaruh radiasi terhadap makhluk hidup

Sinar-sinar yang timbul dari suatu zat radioaktif, misalnya sinar gamma, dapat mengakibatkan:

- a) kematian

Sifat kematian ini dapat digunakan untuk pemberantasan hama serangga, misalnya serangga yang merusak tembakau dalam gudang, bahan-bahan dari kayu, bahan makanan, dan sebagainya.

Pembunuhan terhadap mikroba atau bakteri dapat

menjadi prinsip pengawetan bahan makanan seperti ikan, beras, gandum, dan sebagainya. Sifat membunuh hama ataupun jasad renik ini pun dapat digunakan untuk menyucihamakan alat-alat kedokteran. Cara ini ternyata paling praktis karena tidak perlu panas yang tinggi yang dapat merusak alat yang tak tahan panas. Cara ini juga tidak memerlukan zat kimia; lagi pula alat-alat dapat disterilkan dalam keadaan terbungkus rapi karena sinar gamma dapat menembus pembungkus itu dan membunuh kuman yang ada di dalam bungkus.

b) hambatan pertumbuhan

Sifat menghambat pertumbuhan dapat digunakan untuk menyimpan kentang, batang dan sebagainya dalam gudang.

c) perubahan sifat-sifat genetika

Sifat-sifat makhluk hidup itu bersumber dari khromosom atau gen yang terdapat dalam inti sel. Ini berarti perubahan/mutasi dari gen mengakibatkan adanya perubahan sifat-sifat keturunan makhluk hidup itu. Sinar zat radioaktif mempunyai sifat, dapat mengadakan mutasi dari gen. Sifat ini dapat dimanfaatkan dalam mencari bibit unggul misalnya pada padi.

2) Teknik nuklir untuk pemuliaan padi dan tanaman lain

Dengan menggunakan sifat sinar gamma yang mampu mengadakan mutasi gen dari biji-bijian, dapat dicari *mutant* yaitu variasi hasil mutasi gen, yang menguntungkan bagi kehidupan manusia.

Contoh: Padi yang umurnya lebih pendek, buahnya lebih banyak, tahan terhadap hama dan sebagainya. Atau dapat juga dicari *mutant* yang tahan terhadap kekeringan dengan tujuan untuk dapat ditanam pada tanah kering.

Dengan prinsip yang sama, mutasi gen terjadi pula pada tanaman pangan yang lain atas pengaruh gamma. Misalnya gandum, jagung, kacang kedele, dan sebagainya. Dengan teknik ini maka ada harapan manusia mendapatkan suatu variant yang sangat menguntungkan sehingga dapat memberi pangan terhadap penduduk dunia yang perkembangannya begitu pesat.

3) Teknik nuklir untuk industri

a) Industri kayu

Mutu kayu dapat ditingkatkan dengan jalan merendam ke dalam cairan bahan organik monomer (*bahan plastik*). Bahan ini bila kena radiasi akan menjadi

polinier (*seperti plastik*). Oleh karena itu bila kayu yang telah direndam dalam bahan itu kemudian dikenakan sinar radiasi, maka cairan itu menjadi plastik sehingga kayu menjadi jauh lebih keras dan sangat tahan terhadap cuaca, kelembaban dan tahan terhadap serangga

b) Serat-serat tekstil baik dari bahan alam seperti kapas maupun serat sintetik seperti poliester, dapat diubah sifat-sifatnya sehingga lebih menguntungkan bagi kesejahteraan manusia. Sebagai contoh, serat poliester sukar menyerap air sehingga pakaian yang terbuat dari bahan itu terasa panas. Dengan pertolongan radiasi, sifatnya dapat di rubah menjadi tidak saja dapat menyerap air tetapi juga menjadi mudah menyerap warna. Serat polipropilen dapat berubah sifatnya dari tak tahan panas menjadi tahan panas dan dapat menghisap air.

c) Kulit yang dimasak dengan proses radiasi, ternyata menghasilkan mutu lebih baik dari pada cara yang biasa, meskipun dapat terjadi kerusakan bila dosisnya terlalu tinggi.

d) Pengawetan makanan

Pada prinsipnya makanan diawetkan dengan cara membunuh kuman-kuman pembusuk dengan radiasi.

Keunggulan cara ini dengan cara-cara biasa adalah bahwa kita dapat bekerja tanpa pemanasan, tanpa pengasapan, dan tanpa bahan-bahan kimia sehingga tidak meninggalkan sisa-sisa bahan pengawet. Bahan makanan pun tidak rusak karena pemanasan, Keunggulan lain adalah pengawetan dapat dilakukan dalam keadaan sudah terbungkus, sehingga tidak terjadi pencemaran setelah proses pengawetan. Bahan-bahan makanan yang diawetkan dengan cara ini adalah: beras, kentang, gandum, daging ayam, bawang, buah pepaya, dan buah-buahan kering maupun sayuran atau biji-bijian.

4) Teknik nuklir untuk kesehatan

Dalam bidang kesehatan, teknik nuklir umumnya digunakan untuk mengadakan diagnosis dari suatu penyakit dalam. Penggunaan cara-cara yang biasa misalnya dengan sinar-X seringkali tidak memberikan hasil yang begitu memuaskan dan mempunyai efek samping. Penggunaan zat radioaktif berumur pendek dengan dosis yang kecil, dapat memberikan informasi yang lebih memuaskan tentang sesuatu yang ada di dalam tubuh pasien. Beberapa contoh penggunaannya adalah untuk menentukan lokasi tumor otak, kanker, adanya kelainan pada paru-paru, kelenjar

gondok, ginjal, dan lain-lain.

5) Teknik nuklir dalam industri radiografi

Mungkin kita telah pernah melihat foto hasil rontgen terhadap tulang yang patah atau paru-paru. Itulah suatu contoh gambaran hasil radiografi terhadap tulang maupun paru-paru dengan menggunakan sinar X. Prinsip yang sama digunakan terhadap industri konstruksi misalnya untuk memeriksa pipa-pipa baja lunas kapal dan sebagainya. Dengan menggunakan sinar gamma, dapat diperoleh gambar yang menunjukkan ada atau tidaknya kerusakan atau keretakan-keretakan yang terdapat di dalam bahan bangunan tersebut. Cara ini dapat juga digunakan untuk memeriksa sambungan-sambungan baja karena dilas. Di Indonesia teknik ini sudah digunakan, misalnya oleh PLN, Pertamina, PJKA, dan pabrik-pabrik semen.

6) Teknik nuklir dalam hidrologi

Umumnya zat-zat radioaktif dalam hidrologi (*ilmu tentang tata air*) digunakan sebagai perunut atau penelusur yaitu zat radioaktif itu dimasukkan ke dalam sistem misalnya aliran sungai kemudian tingkah lakunya dapat diikuti atau ditelusuri dengan alat-alat detektor misalnya Geiger Muller. Hasilnya dapat

memberikan informasi mengenai keadaan sistem Muller tersebut, misalnya kecepatan air mengalir, adanya air yang merembes dalam tanah, dan kemana rembesan itu mengalir. Contoh lain ialah zat-zat radioaktif dapat mendeteksi kebocoran pipa penyalur yang terbenam dalam tanah. Cara ini dapat juga digunakan misalnya untuk mengukur air tanah, tentang arah keceparan air dan debit air tanah.

7) Teknik nuklir untuk studi pencernaran lingkungan

Lingkungan yang tercemar, misalnya oleh buangan industri baik berupa gas maupun cairan, secara langsung maupun tak langsung dapat membahayakan kehidupan manusia, udara, air, tanaman, dan hewan, merupakan kebutuhan hidup manusia. Bila zat-zat atau barang-barang ini tercemar maka secara tak langsung manusia yang memakannya akan terkena pencemaran juga. Teknik nuklir dapat dimanfaatkan untuk menentukan tingkat pencemaran dengan menggunakan senyawa radioaktif sebagai perunut untuk mengetahui penyebaran, penumpukan, dan sifat-sifat zat pencemar itu dalam lingkungan. Contoh: menentukan jumlah unsur logam berat yang bersifat racun dalam bahan makanan, misalnya ikan bandeng dari pantai utara Teluk Jakarta. Teknik nuklir

telah banyak digunakan untuk mendeteksi sisa bahan obat-obatan pemberantas hama pertanian. Kemampuan pestisida untuk memberantas hama disebabkan karena ia bersifat racun. Teknik nuklir digunakan untuk mengetahui sifat-sifat peruraiannya, apakah hasil uraiannya masih bersifat racun atau tidak yaitu dengan menggunakan pestisida yang salah satu unsurnya misalnya karbon digunakan C^{14} yang radioaktif atau pestisida yang mengandung pospor P^{32} yang radioaktif. Dapat juga dipakai untuk mengetahui cepat atau lambatnya pestisida itu terurai setelah digunakan, dan apakah pestisida itu masuk dalam bahan makanan misalnya kentang. Bila ya, berapa tinggi tingkat residunya. Pengetahuan itu semua dapat menolong manusia untuk melindungi dirinya terhadap bahaya pencemaran tak langsung.

E. Mesin-mesin

Dalam industri dan transportasi digunakan berbagai mesin, dan mesin itu dapat dibedakan sehubungan dengan pemakaian bahan bakar atau energi yang dipakai.

- a) Mesin premium
- b) Mesin diesel
- c) Mesin uap

d) Mesin jet

F. Komunikasi

Salah satu keperluan hidup manusia adalah berkomunikasi antara sesamanya. Untuk itu Ilmu Pengetahuan Alam dengan teknologinya, telah menyumbangkan kepada kita semua, media cetak, telegrafi, telepon, radio dan televisi.

Pada tahun 1962 dunia dikejutkan oleh penemuan baru berupa siaran TV dan radio melalui angkasa luar, atau tegasnya melalui satelit buatan. Dengan komunikasi melalui satelit ini maka hubungan antara manusia seluruh dunia menjadi makin mudah.

Sebelum mendalami hal ini lebih lanjut, marilah kita ikuti perkembangan dunia komunikasi sebagai berikut:

1) Percetakan

Percetakan sebagai alat komunikasi antarmanusia, sangat penting artinya. Sejak awal abad ke-15 percetakan telah digunakan orang sebagai komunikasi massa yaitu dalam surat kabar, Dengan media massa cetak ini suatu berita diikuti oleh banyak orang dalam waktu yang singkat, meskipun penyebarannya masih tergantung pada alat transportasi yang ada saat itu.

2) *Telegrafi*

Suatu catatan sejarah menunjukkan bahwa telegrafi telah ditemukan orang sejak pertengahan abad ke-18. Lambat laun tekniknya menjadi makin sempurna sehingga pada pertengahan abad-19, jaringan telegrafi telah menjangkau dataran Eropa dan Amerika Utara. Keunggulan telegrafi ini ialah bahwa orang dapat berkomunikasi jarak jauh hingga ratusan ribu kilometer hanya dalam waktu satu dua menit saja.

3) *Telepon*

Telepon ditemukan orang tidak lama setelah telegrafi, tepatnya pada tahun 1876 oleh Bell. Keunggulan telepon daripada telegrafi ialah dengan telepon orang dapat berbicara langsung dan menerima pembicaraan atau jawaban sebagai layaknya orang berbicara satu dengan yang lainnya. Sedangkan dengan telegrafi orang hanya dapat mengirimkan tanda-tanda yang harus diterjemahkan terlebih dahulu.

4) *Radio*

Pada telegrafi dan telepon selalu digunakan kawat-kawat penghubung antartempat, maka radio dapat mengirim dan menerima pesan-pesan

tersebut tanpa menggunakan kawat. Pesan-pesan itu dipancarkan ke udara. Dengan demikian orang dapat berkomunikasi dengan kapal-kapal yang sedang berlayar di tengah samudera. Marconi (1896) dapat dianggap penemu radio telegrafi.

5) *Cinema atau Gambar Hidup*

Salah satu alat komunikasi massa yang sangat mengesankan dan penting artinya bagi kehidupan manusia adalah gambar hidup. Cinema tidak saja dapat menyajikan gambar tetapi gambar yang dapat bergerak atau "*hidup*" sekaligus dengan suaranya sehingga pesan yang dikomunikasikan menjadi lengkap.

6) *Televisi*

Temuan yang sangat menakjubkan pada abad ke-20 ini adalah televisi. Dengan televisi orang dapat mengirimkan suara maupun gambar hidup. Dikatakan menakjubkan karena sampai sekarang pun kiranya tidak banyak orang yang dapat memahami bagaimana gambaran hidup dapat dikirimkan melalui kabel listrik, bahkan dapat juga tanpa melalui kawat. Namun yang jelas dengan adanya televisi manusia mendapatkan keuntungan-keuntungan yang besar untuk kesejahteraan hidupnya. Dengan TV orang dapat

mengirim dan menerima berita dengan kesan yang lengkap (gambar hidup dan bersuara). Dengan TV orang dapat memperoleh hiburan yang bermutu, terkontrol, dan murah; dengan TV orang dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas pendidikan. Masih begitu banyak keuntungan yang bisa diperoleh dengan TV ini.

7) Satelit Komunikasi

Tentu kita sudah banyak mengetahui tentang satelit. Misalnya bulan adalah satelit bumi yang beredar mengelilingi bumi. Satelit komunikasi juga satelit (buatan manusia) yang beredar mengelilingi bumi. Mengapa ia dapat mengantung di awang-awang dan tidak jatuh ke bumi? Pada hakikatnya ada dua faktor yang menyebabkannya, yaitu gaya tarik-menarik dengan bumi dan yang kedua adalah gaya tolak-menolak dengan bumi. Kedua faktor itu berimbang besarnya. Gaya tarik-menarik itu tergantung dari besarnya massa dan jarak antara benda dan bumi. Berdasarkan hukum Newton, makin besar massanya makin besar pula gaya tariknya. Adapun mengenai jarak sebaliknya makin besar jaraknya (makin jauh) makin kecil gaya tariknya. Gaya tolak timbul dari kecepatan satelit

beredar mengelilingi bumi. Gaya ini disebut juga gaya *sentripetal* atau gaya menjauhi pusat edar. Gaya ini dapat diperagakan sebagai berikut. Ambillah seutas benang atau tali, ikatkanlah sebuah benda kecil misal karet penghapus, kemudian ayunkan sehingga berputar mengelilingi tubuh Anda. Kemudian lepaskan talinya. Benda itu akan melesat menjauhi Anda, atau menjauhi pusat edarnya. Itulah gaya sentripetal. Jadi keseimbangan antara kedua gaya itulah yang menyebabkan satelit tetap beredar di garis edarnya, dan tidak jauh ke bumi. Prinsip itulah yang digunakan untuk menempatkan satelit di suatu garis edar.

Namun untuk satelit komunikasi seperti Palapa, ada sedikit perbedaan. Palapa tidak sekedar dapat beredar seperti halnya bulan tetapi ia ditempatkan secara tetap di atas suatu wilayah tertentu, di atas Samudra Indonesia. Jadi tegasnya letak Palapa terhadap permukaan bumi tetap. Penempatan demikian itu disebut "*s inkron*".

Keistimewaan satelit komunikasi pada tahap pertama menimbulkan kejutan yang terjadi di tahun 1962 dengan adanya siaran radio dan televisi yang dapat diterima dalam waktu yang sama di dua benua, dipisahkan oleh Samudra Atlantik, yaitu di Eropa dan

Amerika Serikat. Penerimaan siaran radio dan televisi ke seluruh muka Bumi ini akan menimbulkan perubahan-perubahan besar dalam perkembangan masyarakat yang diakibatkan oleh adanya pertukaran kebudayaan yang cepat. Penyebaran ilmu pengetahuan yang cepat kita harapkan dapat menimbulkan saling pengertian antarmanusia di seluruh dunia menjadi lebih besar.

Untuk negara yang sedang berkembang seperti Indonesia, Satelit komunikasi mempunyai arti penting karena di samping keuntungan yang telah diutarakan di atas, mempunyai arti penting ditinjau dari Hankamnas dan pembangunan.



XIV. DAMPAK TEKNOLOGI ILMU PENGETAHUAN ALAM TERHADAP PERI KEHIDUPAN MANUSIA

A. Dampak Teknologi Ilmu Pengetahuan Alam terhadap Kebutuhan Pokok

1) Sandang

Ilmu Alamiah dan teknologi telah banyak sumbangannya dalam bidang sandang. Andaikata tidak, kita barangkali masih hidup dalam zaman purba di mana manusia masih menggunakan kulit kayu ataupun daun-daunan sebagai penutup tubuh kita. Baik pada abad yang lalu maupun masa kini, Ilmu Alamiah dan teknologi telah menolong manusia dalam pengadaan sandang berupa mesin-mesin tekstil. Bila pada yang lalu mesin-mesin itu dapat mempercepat proses pembuatan tekstil yang umumnya masih terbuat dari kapas, maka pada abad sekarang ini Ilmu Alamiah dan teknologi telah mampu menyumbangkan kepada manusia serat-serat sintesis, baik

yang terbuat dari pokok-pokok kayu yang diproses secara kimiawi menjadi benang maupun dari bahan galian, misalnya hasil samping sulingan batu bara dan minyak bumi menjadi serat-serat sintesis. Dengan teknologi itu, orang tidak perlu menunggu terlalu lama hasil serta tumbuhan kapas. Dengan serat-serat sintesis itu, orang dapat membuat serat tekstil secara besar-besaran dalam waktu yang singkat. Kelemahan-kelemahan tekstil sintesis dapat dikurangi dengan teknologi nuklir, sehingga hasilnya cukup nyaman sebagai bahan sandang. **Kain poliester tertentu digunakan dalam pakaian konsumen dan perlengkapan rumah seperti seprei ranjang, penutup tempat tidur, tirai dan korden. Poliester industri digunakan dalam pembuatan ban, tali, sabuk pengaman, kain berlapis dan penguatan plastik dengan tingkat penyerapan energi yang tinggi. Fiber fill dari poliester digunakan pula untuk mengisi bantal dan selimut penghangat.**

Dampak negatif dari segala penemuan Ilmu Alamiah dan teknologi ini sehubungan dengan polimer sintesis yaitu bahwa bahan-bahan berupa polimer sintesis itu yang dalam kata sehari-hari disebut "*plastik*", menimbulkan keuntungan dan kerugian. Keuntungannya sudah jelas kita dapat memproduksi serat tekstil untuk sandang, bahkan hampir semua kebutuhan sehari-hari yang berupa alat rumah tangga tidak luput dari penggunaan

plastik sebagai bahan dasarnya. Yang menjadi masalah sekarang adalah masalah sampah-sampah plastik itu tidak dapat dihancurkan oleh bakteri-bakteri pembusuk. Sampah-sampah lain yang berasal dari bahan alam dengan cepat dapat dihancurkan oleh bakteri pengurai. Untuk menjawab tantangan ini, kiranya perlu diciptakan cabang Ilmu Alamiah dan teknologi yang lebih maju lagi, misalnya dengan menciptakan jenis polimer yang dapat dihancurkan oleh bakteri pembusuk dengan jalan mencampur polimer itu dengan suatu bahan lain yang menjadi makanan bakteri pengurai. Cara lain ialah memusnahkan plastik itu dengan membakarnya atau mengelolanya kembali menjadi bahan plastik lagi.

2) Papan

Burung camar pandai membuat sarang yang begitu indah, tetapi setelah berabad-abad lamanya ternyata tidak terlihat adanya kemajuan sedikit pun. Burung itu membuat sarangnya secara naluriah. Berbeda dengan manusia yang oleh Tuhan diberi karunia keunggulan berupa akal dan budi. Dengan akal inilah manusia dapat menyempurnakan rumah tinggalnya dari gua-gua alami ke pohon-pohon, kemudian berkembang lagi menjadi rumah diatas tiang-tiang penyangga, dan lebih maju lagi pada masa kini kita telah mampu membuat rumah tembok dengan penuh kenyamanan. *Papan adalah kebutuhan manusia untuk membuat tempat tinggal.* Pada awalnya fungsi rumah

hanya untuk bertahan diri. Namun lama kelamaan berubah menjadi tempat tinggal keluarga. Karena itu kebutuhan akan memperindah rumah semakin ditingkatkan. Bahkan, manusia masa kini telah mampu membuat gedung-gedung pencakar langit yang menjulang tinggi ke angkasa. Untuk mencapai puncaknya, orang tidak perlu lagi meniti tangga langkah demi langkah, tetapi cukup menekan tombol dan beberapa detik kemudian sampai ke lantai 60 dan seterusnya. Uraian di atas menunjukkan dampak positif Ilmu Alamiah dan teknologi dalam bidang papan.

Teknologi selalu mempunyai kelemahan. Sebagai contoh, dengan alat modern, sekarang orang begitu mudah memabat hutan untuk bangunan atau perabot lainnya. Apalagi dengan prinsip ekonomi untuk memperoleh untung sebesar-besarnya, membuat orang menjadi lupa sehingga menimbulkan akibat sampingan daripenebangan hutan. Pohon-pohon yang relatif muda yang seharusnya tidak boleh dibabat sehingga menimbulkan akibat berantai, mulai dari erosi, pendangkalan sungai, kematian sumber air, kemerosotan kesuburan tanah, banjir, dan selanjutnya rantai itu sampai pada kesengsaraan manusia itu sendiri yang sebenarnya tidak ikut secara langsung menikmati hasil hutan tersebut. Ini merupakan suatu hal yang mulai terasa di beberapa bagian pulau kita.

3) Pangan

Ilmu Alamiah Dasar

⊙ *Pangan* adalah kebutuhan paling utama manusia. Pangan dibutuhkan manusia secara kuantitatif maupun secara kualitatif. Usaha mencukupi kebutuhan pangan di negara-negara berkembang dilakukan secara tradisional atau dengan cara memperluas lahan pertanian yang disebut ekstentifikasi, sedangkan di negara maju, sistem pertanian telah dilakukan dengan cara intensifikasi yaitu cara mengolah pertanian dengan lebih baik dan moderen. Hal itu menyebabkan produksi pertanian negara maju lebih banyak dibanding negara berkembang. Ekstensifikasi pertanian dilakukan dengan cara memperluas areal pertanian dengan membuka lahan-lahan baru,,,apakah hutan, semak belukar untuk diolah menjadi areal pertanian agar lahan tersebut produktif , sementara intensifikasi pertanian dilakukan dengan :

- ⊙ Teknik pengolahan lahan pertanian
- ⊙ Pengaturan irigasi
- ⊙ Pemupukan
- ⊙ Pemberantasan hama
- ⊙ Penggunaan bibit unggul

Disebut juga dengan panca usaha tani,,namun berubah lagi menjadi sapta usaha tani dengan penambahan cara yaitu pasca panen dan pemasaran.

Dampak positif teknologi Ilmu Pengetahuan Alam di bidang pangan, misalnya saja dalam memperoleh bibit unggul yang banyak produksinya dalam waktu yang relatif singkat melalui teknologi nuklir. Contoh-contoh lain adalah dengan mekanisasi pertanian, di mana orang mendapatkan hasil produksi yang lebih besar dengan menggunakan tenaga/tenaga manusia yang lebih sedikit. Sumbangan ilmu pengetahuan di bidang pangan pun telah banyak dimanfaatkan orang misalnya dengan cara pemupukan yang tepat guna atau penggunaan bakteri yang sanggup menunjang akar-akar tanaman mengambil bahan makanan dengan lebih baik sehingga produksi buah atau biji-bijian bertambah banyak. Penggunaan hormon tumbuhan yang dapat memacu tumbuhnya daun, bunga atau buah yang jauh lebih lebat dan sebagainya, juga banyak diterapkan.

Dampak negatif teknologi Ilmu Pengetahuan Alam juga ada. Pemakaian racun pemberantas hama tanaman misalnya, ternyata tidak saja dapat memberantas hama tetapi dapat membunuh hewan ternak penduduk, meracuni hasil panen ataupun meracuni manusia itu sendiri. Setiap penggunaan teknologi maju nampaknya selalu mempunyai dampak negatif. Oleh karena itu kesadaran dan tanggung jawab manusia itu sendiri juga perlu ikut ditingkatkan demi keselamatan generasi mendatang.

B. Dampak Teknologi Ilmu Pengetahuan Alam terhadap Sumber Daya Alam

1) Minyak bumi

Minyak bumi (bahasa Inggris: *petroleum*, dari bahasa Latin: *petrus*), dijuluki juga sebagai *emas hitam* adalah cairan kental, coklat gelap, atau kehijauan yang mudah terbakar, yang berada di lapisan atas dari beberapa area di kerak bumi. Minyak bumi dan gas alam berasal dari jasad renik lautan, tumbuhan dan hewan yang mati sekitar 150 juta tahun yang lalu. Sisa-sisa organisme tersebut mengendap di dasar lautan, kemudian ditutupi oleh lumpur. Lapisan lumpur tersebut lambat laun berubah menjadi batuan karena pengaruh tekanan lapisan di atasnya.

Pada saat sekarang ini minyak bumi masih merupakan sumber daya alam yang paling utama dalam memenuhi kebutuhan energi dunia. Hal ini dapat dengan mudah kita membayangkan mengingat segala mesin kendaraan misalnya mobil, bus, truk, kereta api, kapal laut, kapal terbang hampir semuanya menggunakan minyak bumi sebagai bahan bakarnya. **Minyak bumi selain digunakan untuk bahan bakar juga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai aplikasi, seperti polimer, karet sintetik, pupuk, detergen, pelarut, fiber, dan obat-obatan**

Namun kita juga mengetahui bahwa minyak bumi merupakan bahan galian yang tak dapat diperbaharui, artinya sekali pakai habislah dia. Kita mengetahui pula bahwa kita manusia ini tak dapat membuat minyak bumi. Minyak bumi itu berasal dari fosil yang terbentuk secara alami dalam proses jutaan tahun lamanya; jumlahnya pun terbatas. Jadi pada suatu saat pasti akan habis. Lalu apakah dunia akan berhenti bergerak? Maka demi kelestarian kehidupan di bumi orang harus segera mencari gantinya. Berbagai alternatif pengganti minyak bumi itu akan kami uraikan dalam pembelajaran berikutnya. Pada bagian pertama ini yang perlu diketahui adalah dampak negatifnya yaitu: hasil pembakaran minyak bumi itu gas-gas oksida, antara lain Carbondioksida yang berguna untuk fotosintesis (pembentukan zat gula atau pati pada daun hijau dengan bantuan matahari) dan gas carbon monoksida yang sangat bersifat racun. Gas CO ini dapat meracuni sel-sel darah merah sehingga sel-sel itu tidak dapat berfungsi lagi sebagai pengangkut oksigen dalam jaringan tubuh. Sisa gas berupa jelaga halus misalnya pada mesin diesel atau mesin bensin yang sudah kurang baik atau sudah tua akan dapat menjadikan orang sesak nafas. Namun yang sangat berbahaya adalah gas-gas yang mengandung Pb (timah hitam) atau Hg (air raksa) yang kesemuanya ini merupakan hasil ulah manusia juga yaitu sebagai campuran bensin menjadi mudah terbakar (sebagai

katalisator pembakaran). Keracunan gas-gas ini sukar diobati karena logam-logam tersebut mengendap dalam jaringan tubuh kita. Unsur-unsur lain yang juga sangat berbahaya yang merupakan hasil atau bawaan dari fosil itu sendiri antara lain adalah arsen, dan belerang.

Hal ini kalau kita tinjau dari sisa pembakarannya. Jika kita tinjau dari awal penggaliannya, pada penggalian minyak bumi tidak bisa dihindari adanya tumpahan di sekitar pemboran itu. Hal ini jelas akan merusak lingkungan, baik tumbuhan atau hewan yang hidup di sekitar daerah itu. Tentu saja dampaknya kepada manusianya juga ada.

2) Batu bara

Batubara adalah mineral organik yang dapat terbakar, terbentuk dari sisa tumbuhan purba yang mengendap yang selanjutnya berubah bentuk akibat proses fisika dan kimia yang berlangsung selama jutaan tahun. Oleh karena itu, batubara termasuk dalam kategori bahan bakar fosil. Adapun proses yang mengubah tumbuhan menjadi batubara tadi disebut dengan pembatubaraan (coalification). Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen.

Batubara telah banyak dimanfaatkan dalam bentuk energi listrik karena merupakan sumber yang sangat diandalkan dan sangat terjangkau untuk digunakan dalam pembangkitan listrik. Di Amerika, sekitar 50% energi listrik di sana dihasilkan dari

penggunaan batubara. Banyak keuntungan batubara selain untuk energi listrik; batubara juga digunakan dalam berbagai industri seperti bahan kimia, kertas, plastik, produk berbagai material logam, baja, keramik,, dan bahkan pupuk.

Penggunaan batubara juga dimanfaatkan sebagai sumber panas dan membantu dalam produksi batu bata dan semen. Batubara juga digunakan sebagai suplemen untuk gas alam ketika dibakar; menghasilkan bermacam gas

Namun penggunaan batu bara juga memiliki dampak negative. Lebih berbahaya lagi adalah penambangan batu bara. Kita kenal sejak lama adanya “cacing tambang” itu baru dari satu segi saja, segi lainnya banyak juga misalnya bagi manusia-manusia penambang itu sendiri sangat berbahaya, karena gas oksigen dalam tambang itu sangat terbatas, yang banyak adalah gas-gas bumi yang menyesakkan napas. Pengangkutan batu bara dari satu tempat ke tempat lain juga tidak luput dari kebocoran/tumpahan yang mengganggu lingkungan. Akhirnya gas-gas yang timbul dan hasil pembakaran hampir serupa dengan hasil pembakaran minyak bumi. Minyak bumi dan batu bara termasuk sumber daya alam yang tak dapat diperbaharui. Sumber daya alam lain yang juga tak dapat diperbaharui adalah semua jenis mineral misalnya seng, besi, tembaga dan

sebagainya. Meskipun demikian berkat teknologi maju bahan tersebut ada yang dapat dipakai ulang (recycling).

3) Air

Air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui, artinya setelah dipakai dapat dibersihkan kembali. Namun pembersihan itu tidak selalu dapat sempurna sehingga biar pun lambat, nampaknya air bersih ini makin hari makin menurun jumlah dan kualitasnya. Fungsi air dalam kehidupan manusia yaitu : 1. Membentuk sel-sel baru, memelihara dan mengganti sel-sel yang rusak, 2. Melarutkan dan membawa nutrisi-nutrisi, oksigen dan hormon ke seluruh sel tubuh yang membutuhkan ,3. Melarutkan dan mengeluarkan sampah-sampah dan racun dari dalam tubuh kita, 4. Katalisator dalam metabolisme tubuh, 5. Pelumas bagi sendi-sendi, 6. Menstabilkan suhu tubuh, 7. Meredam benturan bagi organ vital.

Namun jika air rusak, yang terjadi adalah :

- Menyebarkan penyakit: Minum air berpolusi dapat menyebabkan cholera
- Mempengaruhi organ tubuh: Menkonsumsi air yang terkontaminasi dapat menyebabkan kerusakan hati dan ginjal.

- Merugikan rantai makanan: Racun dalam air dapat merugikan organisme akuatik, sehingga merusak hubungan rantai makanan organisme akuatik.
- Menyebabkan alga di air: Urea, kotoran hewan, dan kulit makanan merupakan makanan untuk alga. Alga tumbuh berdasarkan berapa banyak sampah yang ada di sumber air.
- Banjir: Erosi tanah pada aliran air dapat menyebabkan banjir, terutama hujan lebat.
- Merugikan hewan: Burung yang terkena air terkontaminasi-minyak berakibat mati.

4) Hutan, hewan, dan ternak

▪ Sumber daya alam yang dapat diperbaharui atau memperbaharui diri antara lain adalah hutan dan hewan/ternak. Namun teknologi modern justru dapat mengakibatkan sumber daya tersebut menjadi tidak lagi berdaya atau tidak dapat diperbaharui. Contohnya telah kami sebutkan di atas yaitu penebangan hutan yang semena-mena. Belum lagi tumbuhan yang muda dan tanahnya sudah aus karena erosi misalnya, sehingga tunas muda itu pun akan mati dan takkan tumbuh lagi. Jadi biar pun sumber daya itu dapat diperbaharui tetapi ada batas toleransinya. Bila batas ini terlewati maka tidak lagi dapat diperbaharui. Hal ini berlaku

juga bagi hewan. Dengan pukat harimau misalnya, ikan yang besar sampai ke anak cucunya semua terangkut oleh pukat dan mati sehingga tunas-tunas mudanya tak dapat mengganti generasi tua. Pemanfaatan teknologi baru dalam menangkap ikan disungai ataupun dilautan ternyata menimbulkan banyak dampak negatif untuk hewan dan ternak, misalnya saja penggunaan pukat harimau atau pukat udang .

5) Tanah

Bagaimana dengan sumber daya alam tanah? Tanah pertanian sebagai sumber daya sebenarnya dapat diperbaharui. Tanah itu dapat dipergunakan terus-menerus bila dipelihara baik-baik misalnya kekurangan dapat ditambah dengan jalan pemupukan dan sebagainya. Namun seperti juga sumber daya lain yang dapat diperbaharui, bila pemakaiannya sembrono dapat juga menjadi rusak artinya tidak dapat lagi digunakan sebagai lahan pertanian. Misalnya saja tanah itu dibiarkan dalam keadaan kosong lalu terkena erosi terus-menerus maka bagian tanah yang subur hilang dan tinggalah batu-batu padas yang tak lagi dapat menjadi lahan pertanian.

6) Sumber daya zat radioaktif

Gejala keradioaktifan (radioaktifitas) pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh Henry Becquerel pada suatu garam uranium. Selanjutnya Pierre & Marry currie

menemukan zat-zat radioaktif lainnya yaitu polonium dan radium. Zat-zat radioaktif adalah suatu zat yang aktif memancarkan radiasi baik berupa partikel maupun berupa gelombang elektromagnetik.

Zat-zat radioaktif merupakan sumber daya alam yang sangat penting, karena zat ini dapat ikut menentukan nasib manusia di masa mendatang. Tentang manfaat teknologi nuklir telah kami uraikan pada pembelajaran yang lalu. Di sini akan kami uraikan terutama tentang dampak negatifnya.

Zat radioaktif memang zat yang sangat berbahaya. Sejak ditemukannya oleh *Madame Curie* telah nampak dampaknya yaitu orang-orang yang berkerja di laboratoriumnya bahkan ia sendiri terkena penyakit yang aneh yang belum diketahui sebab-sebabnya pada masa itu. Zat radioaktif mempunyai sifat khas yaitu selalu mengeluarkan sinar yang tak tampak oleh mata. Sinar yang timbul dari zat radioaktif itu ada tiga macam yaitu sinar (*alpha*) yang bermuatan listrik positif, sinar (*beta*) yang bermuatan listrik negatif dan sinar (*gamma*) yang tidak bermuatan listrik. Namun sinar gamma inilah yang sangat berbahaya karena dapat menebus apa saja yang menghalanginya. Molekul-molekul yang netral akan dapat berubah menjadi ion-ion yang bermuatan listrik bila terkena sinar ini. Sinar ini pulalah yang dapat merusak susunan gen atau

khromosom dalam inti sel sehingga keturunannya menjadi bervariasi; ada yang mati ada yang cacat ada yang mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan seperti buahnya lebat, umurnya singkat, dan sebagainya. Manusia memanfaatkan sifat ini untuk pertanian.

Kembali tentang sinar gamma, ternyata sinar ini mempunyai sifat-sifat yang identik dengan cahaya matahari atau secara umum “gelombang elektromagnetik”. Perbedaannya hanya terletak pada frekuensi getarnya. *Sinar gamma* adalah gelombang elektromagnetik yang paling tinggi frekuensinya. Lebih rendah dari itu adalah sinar-X atau sinar Rontgen. Lebih rendah lagi adalah sinar ultraviolet, barulah sinar yang tampak oleh mata kita yang tersusun dari berbagai warna. Warna-warna itu ternyata terjadi hanya karena adanya perbedaan frekuensi getar. Sinar tampak itu terdiri dari warna-warna berturut-turut dari frekuensi rendah ke paling tinggi sebagai berikut: merah, jingga, kuning, hijau, biru, violet. Lebih rendah frekuensinya dari sinar tampak adalah sinar infra merah atau disebut juga sinar panas yang tidak tampak oleh mata tetapi terasa panas di kulit. Gelombang-gelombang elektromagnetik yang lebih rendah lagi frekuensinya daripada infra merah adalah berturut-turut: gelombang radar, gelombang pemancar TV, gelombang pemancar radio FM, gelombang radio SW dan AM.

Gel. Radio	Gel. Radar	In.Red	Sinar	Ul.Violet	Sin.	Sin.
AM SW FM TV			Tampak		-X	Gamma

Apakah dampak negatif dari radioaktif/teknologi nuklir? Anda pasti sering mendengar melalui TV ataupun surat-surat kabar bahwa ada berbagai negara yang tak bersedia disinggahi kapal selam nuklir, atau ditempati rudal berkepala nuklir. Hal itu memanglah tidaklah tanpa alasan yang kuat, karena penolakan itu tidak saja atas dasar alasan politik tetapi juga alasan teknis. Kita mengetahui sifat sinar radioaktif itu dapat merusak lingkungan. Kapal-kapal nuklir bukannya tidak mungkin meninggalkan sampah-sampah nuklir yang bertemu tumbuhan maupun ikan yang hidup di sekitar tempat itu. Mungkin ikan itu akan kita makan, karena kita tidak mengetahui apakah sesuatu itu mengandung radioaktif atau tidak. Sulitnya lagi pengaruh negatif itu tidak segera dapat diketahui karena memang tidak terasa sakit. Tetapi bagaimana kalau anak yang dilahirkan ternyata cacat? Hal semacam itu bukannya tidak mungkin.

Uranium sebagai mineral radioaktif sudah mengandung bahaya semenjak ia diambil dari dalam tambang. Walaupun orang-orang yang bekerja dalam tambang Uranium itu diperlengkapi dengan baju “tak tembus sinar radioaktif”, namun manusia itu sendiri mempunyai sifat alpa dan dapat berakibat fatal.

Dari tambang zat radioaktif itu diangkut ke reaktor, tempatnya mungkin di dalam negeri atau sering pula di luar negeri. Maka masalah transportasi juga tetap mengundang bahaya. Dalam transportasi kebocoran tidak tampak seperti halnya kita mengangkut minyak bumi atau batubara yang akan jelas dapat dilihat oleh mata. Kebocoran radioaktif ini tidak tampak oleh mata. Masalah selanjutnya adalah masalah pengelolaan dan reaktor pembangkit tenaga. Bahayanya amat besar, meskipun manusia telah berusaha memperhitungkan dengan sangat teliti, tetapi bencana alam sering di luar perhitungan manusia misalnya kekuatan badai, banjir, gempa bumi dan sebagainya. Lagi pula reaktor itu tidak dapat bertahan sepanjang abad, dapat rusak atau bocor. Dan bagaimana pula kemungkinan kecelakaan dalam proses produksi? Semua itu taruhannya adalah keselamatan jiwa manusia, tidak hanya pekerjaannya tetapi masyarakat sekitarnya.

Bagaimana dengan teknologi bom atom? Jelas penguasaan dalam hal ini dapat alat bagi penguasa untuk memaksakan kehendaknya kepada orang atau bangsa lain.

C. Dampak Teknologi Ilmu Pengetahuan Alam terhadap Industri

Untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia membutuhkan berbagai macam barang. Pada mulanya barang-

barang itu dibuat dengan tangan. Kemudian dengan kemampuan berpikir manusia dapat menciptakan mesin-mesin untuk membuat barang-barang itu. Dengan mesin-mesin itu baik jumlah maupun kualitas barang dapat ditingkatkan. Jadi singkatnya, mesin-mesin hasil teknologi Ilmu Pengetahuan Alam itu telah banyak membantu manusia dalam memperoleh barang kebutuhannya. Namun setiap kali ada keuntungan selalu ada kerugiannya bagi manusia bila tidak berhati-hati menggunakan mesin-mesin industri itu. Berikut ini adalah beberapa contohnya. Kita lihat industri itu dalam tiga komponen yaitu masukan (*input*), proses, dan hasil-hasil (*output*). Dari segi masukan, industri mempunyai dampak negatif misalnya, suatu industri pembuatan kayu lapis membutuhkan bahan baku berupa kayu gelondongan sebesar satu ton setiap hari, maka si penguasa selalu berfikir akan adanya persediaan kayu sebanyak itu setiap hari agar supaya perusahaannya memperoleh keuntungan. Yang sering terjadi adalah bahwa bahan baku itu tidak atau kurang memperhatikan batas toleransi dari sumber daya hutan di mana kayu itu berasal sehingga yang terjadi adalah kerusakan lingkungan khususnya sumber daya hutan tersebut.

Pada proses terjadi kebisingan-kebisingan di dalam penggergajian maupun pemotongan-pemotongan kayu, yang sering terjadi adalah bahwa pihak perusahaan lupa akan adanya

pengaruh burtukdari kebisingan itu terhadap manusia-manusia yang bekerja dalam pabrik maupun manusia sekitarnya. Kebisingan itu dapat menimbulkan kurang pekanya pendengaran maupun daya tangkap otak manusia.

Dalam segi proses ini pun terjadi hasil-hasil sampingan maupun buangan pabrik yang pada umumnya kurang begitu dihiraukan pembuangannya. Hasil buangan ini ditumpuk begitu saja di luar pabrik sehingga membusuk atau dibakar. Keduanya adalah merupakan sumber polusi baik polusi terhadap tanah, air maupun udara.

Pada komponen hasil dampak teknologi Ilmu Pengetahuan Alam pada umumnya adalah positif meskipun bukannya tidak mungkin mempunyai dampak sosial yang negatif. Sebagai misalnya adanya kecenderungan penggunaan hasil industri itu secara tidak efesien karena harga relatif murah.

Pada industri-industri selain industri kayu seperti pada contoh tersebut keadaannya mungkin jauh lebih berbahaya, misalnya pada industri-industri yang banyak menggunakan bahan-bahan kimia. Seperti industri penyamakan kulit, industri kertas, industri tekstil, industri- industri kimia seperti asam sulfat, soda, dan sebagainya, industri- industri tersebut di atas mengeluarkan limbah industri yang mengandung bahan-bahan kimia yang sangat berbahaya bagi lingkungan sekelilingnya bilamana limbah industri itu dibuang tanpa mengindahkan

peraturan-peraturan yang berlaku. Di negara-negara maju telah ada peraturan perundang-undangan yang menetapkan syarat-syarat limbah industri tersebut yang dapat dibuang di sungai, di laut maupun di udara. Kita bersyukur bahwa di negara berkembang seperti Indonesia ini telah pula ada peraturan semacam itu. Dengan demikian kita dapat berharap agar pembangunan industri yang nampaknya makin meningkat pada masa pembangunan sekarang ini tidak akan membawa pengaruh negatif khususnya berkenaan dengan buangan industri yang sangat berbahaya itu.

D. Dampak Teknologi Ilmu Pengetahuan Alam Terhadap Transportasi dan Komunikasi

1) Transportasi

Sumbangan teknologi Ilmu Pengetahuan Alam dalam bidang transportasi sanga besar. Barangkali akan menjadi lebih jelas apabila kita bayangkan betapa kahidupan kita bila tidak ada mobil, kereta api, kapal laut, kapal udara dan sebagainya sebagai alat transportasi. Barangkali untuk mengunjungi saudara kita yang berada di kota lain diperlukan waktu yang tidak sedikit. Dari Jakarta ke Ujung Pandang misalnya, dengan

kapal layar memerlukan waktu satu bulan, tetapi dengan menggunakan kapal terbang hasil teknologi Ilmu Pengetahuan Alam, hanya memerlukan waktu dua jam saja. Dari Surabaya ke Jakarta bila ditempuh dengan naik kuda bisa memerlukan waktu satu bulan tetapi berkat teknologi Ilmu Pengetahuan Alam dengan naik kereta api hanya memerlukan waktu 20 jam. Pada zaman dahulu orang memerlukan waktu tahunan untuk dapat mengelilingi dunia, sekarang dengan kapal terbang cukup beberapa hari saja. Bahkan pada abad ke-20 ini orang telah berhasil menciptakan pesawat ruang angkasa ulang-alik, dan bukannya tak mungkin pada awal abad ke-21 nanti manusia akan dapat naik kendaraan untuk bertamasya ke bulan atau planet-planet tetangga bumi.

Namun kemudahan-kemudahan itu tidak selamanya membawa keberuntungan bagi umat manusia. Sebagai contoh, berkat adanya kapal-kapal laut yang tangguh maka bangsa Indian di benua Amerika kehilangan tanah airnya, bangsa Aborigin di Australia mengalami nasib yang sama. Bangsa-bangsa Asia termasuk Indonesia pernah menderita tiga setengah abad lamanya dalam belenggu penjajahan bangsa asing. Maka pada akhirnya terserah pada manusia itu sendiri untuk dapat memanfaatkan keunggulan teknologi Ilmu Pengetahuan Alam, apakah untuk maksud-maksud negatif atau positif.

2) *Komunikasi*

Beduk dan kentongan merupakan alat komunikasi tradisional yang nampaknya masih dipergunakan orang pada zaman modern sekarang ini. Untuk menghormati jasa-jasanya benda-benda budaya bangsa itu memang perlu dilestarikan. Alat-alat komunikasi tradisional semacam itu memang sangat terbatas kemampuannya karena jangkauan pesan yang dibawanya tidak terlampau jauh. Sebagai contoh kita tidak mungkin rasanya mengirimkan berita dari Jakarta ke Medan melalui beduk atau kentongan. Keterbatasan semacam itu selalu mendorong manusia untuk menciptakan alat-alat komunikasi yang lebih ampuh. Telegram misalnya ternyata mampu menyampaikan pesan sampai ribuan kilometer dalam waktu beberapa menit saja. Telepon tidak hanya mampu mengirimkan pesan berupa tanda-tanda (signal) tetapi suara pembicara dapat didengar oleh lawan bicaranya yang berada ribuan kilometer dari si pembicara. Radio berkemampuan mengirim suara tanpa kawat, sehingga dari darat kita dapat berbicara dengan orang yang berada di atas kapal di tengah lautan. Teknologi komunikasi yang paling mutakhir adalah telekomunikasi satelit yang dikombinasikan dengan radio dan televisi. Dengan alat ini orang dapat berbicara dengan nun jauh di seberang samudera di balik benua, dan tidak saja dapat mendengar suaranya tetapi juga dapat melihat gambarnya di layar TV sehingga seolah-olah kedua insan itu sedang berbicara berhadapan muka.

Apakah keunggulan teknologi Ilmu Pengetahuan Alam dalam bidang komunikasi ini selalu menguntungkan bagi umat manusia? Hal ini sebenarnya tergantung dari manusia itu sendiri yang berada atau yang menguasai alat itu. Betapa tidak, bila dengan satelit buatan itu orang dapat menyalahgunakan untuk maksud-maksud jahat. Dengan satelit orang dapat menempatkan alat-alat pengindera jarak jauh, sehingga orang dapat melongok dalam rumah tangga negara lain. Yang dapat dilihat tidak hanya segala sesuatu yang berada di atas bumi, misalnya adanya pabrik-pabrik senjata, reaktor-reaktor atom, sampai kendaraan-kendaraan yang bergerak di muka bumi dapat dilihat dari seberang lautan lewat satelit ini. Namun lebih daripada itu dengan alat pengindera jarak jauh itu dapat dilihat segala sesuatu yang berada di dalam perut bumi, misalnya adanya cadangan minyak, uranium dan sebagainya. Jadi yang penting adalah moral manusia itu sendiri, apakah kita akan dibawa ke jurang kesengsaraan atau ke lembah kemakmuran yang damai. Beberapa penemuan terbaru dibidang komunikasi seperti:

a. Smartwatch

Jam tangan pintar ini dijuluki sebagai mini tablet dan mini PDA.

b. Cermin Layar Sentuh

Cermin pintar bernama Cybertecture Mirror ini dilengkapi teknologi super canggih. Cermin ini diproduksi oleh sebuah perusahaan di Hongkong.

Cermin ini bisa digunakan dalam dua mode, yakni mode aktif dan pasif. Cybertecture Mirror ini dapat dikendalikan melalui remote control atau ponsel pintar. Cermin ajaib ini bisa disambungkan dengan ponsel pintar milik kita.

c. Display Media Oled

Alat ini ditempelkan pada lengan tentara dengan metal foil yang membuat lebih fleksibel sehingga alat tersebut dapat menempel dengan baik pada lengan bahkan tidak terpengaruh tangan penggunanya. Layar display ini merupakan pemanfaatan teknologi komunikasi terbaru.

d. Komputer tanpa keyboard dan mouse

Perangkat ini memanfaatkan sebuah teknologi baru yang disebut Touch mat yang dikombinasikan dengan kamera RealSense 3D dari Intel. Touch Mat pun berperan sebagai pengganti keyboard serta mouse yang biasa dijumpai pada komputer.

e. Komputer Kontak Lensa

Komputer kontak lensa adalah computer yang berukuran sangat kecil dan berbentuk seperti lensa kontak mata manusia sehingga bisa dipakai seperti memakai lensa kontak biasa. Lensa ini dilengkapi dengan diode pancaran cahaya (LED)

yaitu komponen elektronik yang dibuat dari bahan semi konduktor jenis diode yang mampu memancarkan cahaya. Komputer kontak lensa merupakan teknologi nirkabel, jika kontak lensa berfungsi untuk memperbaiki pandangan mata, komputer kontak lensa akan menampilkan ke dalam pandangan mata pengguna apa yang biasa ditampilkan komputer.

f. Internet

Internet diperkenalkan dalam sebuah paper mengenai TCP/IP kemudian dilakukan pengembangan sebuah protocol jaringan yang kemudian dikenal dengan nama TCP/IP yang dikembangkan oleh grup dari DARPA. Pada tahun 1981 National Science Foundation mengembangkan backbone yang disebut CSNET dengan kapasitas 56 Kbps untuk setiap institusi dalam pemerintahan. Pada tahun 1992 pembentukan komunitas internet dan dikenalkannya istilah World Wide Web oleh Cern. Pada tahun 1993 NSF membentuk InterNIC untuk menyediakan jasa pelayanan internet menyangkut direktori dan penyimpanan data serta database (oleh AT&T), jasa registrasi (oleh Network Solution Inc), dan jasa informasi (oleh General Atomics/CERFnet).



XV. USAHA MANUSIA UNTUK MASA MENDATANG

A. Usaha Mencari Sumber Daya Energi Nonkonvensional

Ada banyak kemungkinan menggunakan sumber daya yang lain selain minyak bumi ataupun air terjun yang konvensional itu. Namun dalam pembahasan ini hanya akan dibahas beberapa hal saja yaitu: *pertama*, energi matahari yang pada masa sekarang ini menjadi sangat populer karena teknologi itu Ilmu Pengetahuan Alam telah mendekati taraf efisiensi penggunaannya. *Kedua*, energi panas bumi yaitu panas yang terdapat dalam magma seperti halnya magma dalam gunung api yang aktif. *Ketiga*, energi angin yang sebenarnya telah pernah digunakan oleh nenek moyang kita. *Keempat*, energi pasang surut. *Kelima*, energi biogas yaitu energi yang timbul dari pembakaran gas hasil penguraian sisa-sisa bahan organik dengan menggunakan bakteri pengurai. *Keenam*, energi biomassa yaitu segala jasad hidup berupa sampah-sampah organik misalnya sisa-sisa produksi pertanian dapat digunakan sebagai bahan bakar.

Pemilihan sumber energi tersebut tentu saja dengan alasan yang kuat yaitu mempunyai harapan dapat digunakan dalam skala besar, karena dimaksudkan untuk dapat mengganti minyak bumi. Tentu saja sumber energi yang dipakai tidak boleh mengeluarkan polutan terlalu banyak, bahkan bilamana mungkin tidak mengeluarkan polutan sama sekali.

1) Energi Matahari

Matahari merupakan sumber energi yang tak habis-habisnya. Sebenarnya kita hidup di dunia ini hampir sepenuhnya berkat energi matahari karena apa yang kita makan itu sebenarnya energi matahari yang tersimpan dalam tumbuhan maupun hewan. Namun manusia membutuhkan energi tidak sekedar untuk makan tetapi untuk memenuhi kebutuhan hidup yang lain, misalnya transportasi dan industri yang memproduksi sandang, pangan, papan, dan barang-barang kebutuhan hidup yang lain.

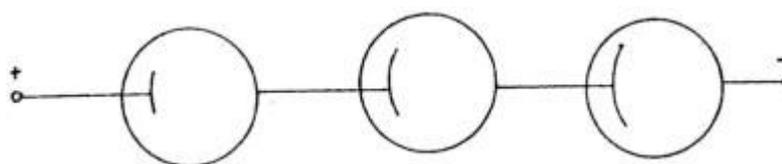
Apakah anda pernah menjemur pakaian? Apakah anda pernah melihat orang menjemur padi, ikan, kedele, jagung, atau dendeng? Tentu kita semua pernah mengalaminya. Hal ini berarti bahwa kita sebenarnya sudah menggunakan energi matahari. Tetapi masalah yang kita hadapi ialah mencari energi pengganti minyak bumi. Maka yang harus dipikirkan adalah bagaimana memanfaatkan energi matahari itu sedemikian rupa hingga dapat menggerakkan mesin di pabrik-pabrik,

menggerakkan kereta api, mobil, dan sebagainya. Untuk itu pilihan kita adalah mencari teknik merubah energi cahaya (matahari) itu menjadi energi listrik atau energi panas.

Listrik dari Cahaya Matahari

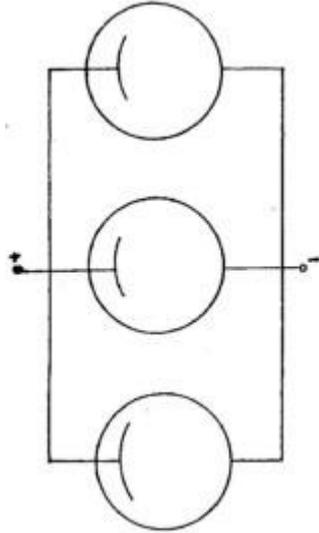
Dalam pembahasan yang lalu telah diketahui bahwa atom itu terdiri dari inti atom dan kulit atom. Inti atom terdiri dari proton yang bermuatan listrik positif dan neutron yang tak bermuatan, sedangkan kulit atom terdiri dari elektron yang bermuatan listrik negatif dan bergerak mengelilingi inti atom itu. Perlu dilanjutkan teori atom itu menjadi sebagai berikut: Jumlah elektron dalam sebuah atom, sama dengan jumlah protonnya, sehingga atom itu muatan listriknya netral. Dalam keadaan demikian, atom itu stabil. Namun bila ada energi tambahan maka akan terganggu kestabilannya, karena elektron-elektronnya menjadi kelebihan energi. Dalam keadaan kurang stabil ada kecenderungan atom untuk mengeluarkan elektron sehingga jumlah muatan negatifnya berkurang, maka ia menjadi bermuatan positif. Tetapi banyak juga atom yang justru cenderung untuk menangkap elektron lebih banyak sehingga ia bermuatan negatif. Bila kedua unsur yang cenderung positif (A) dan cenderung negatif (B) ini kita dekatkan kemudian dipanaskan maka akan terjadi aliran elektron dari unsur A ke B. Aliran elektron itu dinamakan listrik. Prinsip inilah yang digunakan untuk membuat fotosel atau sel pembangkit listrik

dengan bersumber dari foto atau cahaya. Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa unsur silikon ternyata sangat efektif untuk digunakan sebagai lempengan fotosel. Silikon yang merupakan unsur utama pembuat gelas/kaca untuk dijadikan sebagai lempengan fotosel harus dibuat dalam bentuk Kristal yang murni, kemudian dipotong-potong dan digosok sehingga tipis ($\pm 0,3$ mm); kemudian pada kedua sisinya dilapis dengan unsur Boron pada satu sisi dan Arsen pada sisi yang lain. Boron bersifat cenderung melepaskan elektron bila kena sinar sedangkan Arsen cenderung untuk menerima elektron lebih banyak. Adapun silikonnya bersifat sebagai semi konduktor, artinya hanya dapat menghantarkan arus listrik ke satu arah saja. Jadi sekeping silikon berlapis Boron dan Arsen itu merupakan sebuah fotosel yang bila kena cahaya akan menyebabkan terjadinya aliran elektron dari Boron mengarah ke Arsen. Sebuah fotosel tentu saja hanya dapat menghasilkan aliran Listrik yang sangat kecil. Untuk memperbesar voltasenya (tegangannya), fotosel itu harus dirangkai secara seri. Bila ada n buah fotosel dihubungkan secara seri maka akan menghasilkan voltase n kali pula.



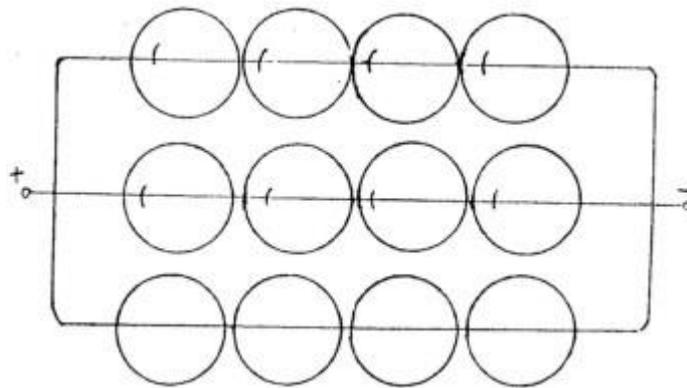
Gambar 1. Hubungan seri; voltase menjadi n kali lipat

Untuk mendapatkan arus listrik yang lebih besar (ampere), fotosel itu harus dihubungkan secara paralel. Bila ada n buah fotosel dihubungkan secara paralel maka akan dihasilkan kuat arus n kali pula.



Gambar 2. Hubungan Paralel

Untuk mendapatkan arus listrik yang besar maka beribu-ribu fotosel harus dihubungkan secara seri maupun paralel.



Gambar 3. Dua belas fotosel disusun secara seri (empat-empat) paralel (tiga) sehingga voltasenya naik 4 kali dan kuat arusnya naik tiga kali lipat.

Untuk mempertinggi efektivitasnya, fotosel itu dihubungkan satu dengan yang lain dengan menggunakan logam yang mempunyai daya hantar listrik yang tinggi. Rangkaiannya disusun sedemikian rupa sehingga merupakan alur-alur seolah-olah seperti lorong-lorong kecil yang kemudian bergabung di jalan raya seperti sistem lalu lintas, sehingga di “jalan raya” tersebut aliran listriknya sudah menjadi besar.

Teknik penggunaan sinar matahari untuk mendapatkan arus listrik seperti tersebut diatas telah digunakan orang misalnya pada satelit Palapa atau satelit komunikasi yang lain. Pengubahan energi cahaya menjadi energi listrik ini mempunyai harapan yang baik di hari depan karena energi listrik itu dengan mudah dapat diubah menjadi segala bentuk energi menurut keperluan kita. Energi listrik dapat disimpan di dalam akumulator, yang setiap saat dapat digunakan kembali tenaganya. Sekarang ini telah dirintis orang kendaraan (mobil) yang menggunakan energi listrik yang tersimpan di dalam akumulator. Mobil ini tentu saja tidak menimbulkan polusi suara maupun gas racun seperti mobil biasa kita lihat.

Sesuai dengan keperluan, energi matahari dapat diubah menjadi energi panas. Untuk keperluan-keperluan yang kecil, dapat dibuat kompor matahari.

2) Energi Panas Bumi

Energi panas bumi disebut juga *energi geothermal*. Seperti telah Anda pahami, bumi kita ini hanya keras dibagian kulitnya saja yaitu hanya setebal 15 km, sedangkan jari-jari bumi 6000 km. selebihnya dari yang 15 km itu diperkirakan orang masih berupa zat setengah cair atau cair yang temperaturnya tinggi sekali. Bayangkan, bahwa semua jenis logam maupun batu berupa bubur atau cair! Bila teknologi Ilmu Pengetahuan Alam telah demikian maju, maka panas bumi itu akan dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kemakmuran umat manusia.

Energi geothermal yang dapat kita manfaatkan sekarang ini adalah panas bumi yang berasal dari magma. *Magma* adalah batuan cair/panas yang terdapat dalam kulit/kerak bumi. Rupa-rupanya pada saat bumi mendingin, kulitnya mengeras tidak begitu merata. Maksudnya masih ada bagian-bagian batuan bumi yang cair terkurung oleh batuan yang menjadi beku, berupa kantong-kantong berisi batuan panas/cairan yang kita sebut magma. Magma ada yang besar ada yang kecil. Magma yang kecil lama-kelamaan menjadi padat juga tanpa ada pengaruhnya yang berarti; tetapi magma yang besar dapat merembes ke permukaan karena pengaruh pergeseran kulit bumi atau karena tekanan. Bila magma sampai ke permukaan bumi, maka ia disebut lava. Lava inilah yang membentuk gunung-gunung di permukaan bumi. Gunung-gunung itu ada

yang aktif, ada yang tidak aktif. Gunung yang aktif (gunung berapi) artinya masih ada hubungan yang aktif antara magma dengan mulut gunung. Hal ini ditandai dengan adanya asap atau semburan-semburan gas yang mengandung mineral, uap air atau belerang; lava, bahkan sering juga mengadakan letusan yang mengeluarkan massa yang menutup puncak gunung itu. Jadi, adanya gunung berapi merupakan tanda bahwa disitu ada magma, meskipun kita tidak bisa mengambil energi langsung dari magma. Energi yang kita ambil adalah melalui air atau uap air yang terkena panas magma tadi.

Di suatu dataran tinggi yang mempunyai gunung berapi biasanya terdapat sumber-sumber air panas atau bahkan mungkin ada semburan-semburan ke atas permukaan bumi yang disebut geyser. Hal itu menunjukkan bahwa di dalamnya ada kubangan air yang terkena panas. Kubangan air di dalam tanah itu titik didihnya tinggi karena tekanan gas di atas air itu tinggi. Bila dilakukan pemboran maka akan terjadi perbedaan yang besar antara tekanan udara luar yang hanya 1 atmosfer itu, sehingga terjadilah semburan yang kuat sekali. Tergantung pada letak pemboran itu, yang keluar dapat berupa gas/uap air panas, atau air panas.

Yang paling menguntungkan adalah bila yang menyembur keluar itu uap air panas, karena dapat langsung dimanfaatkan untuk memutar turbin uap. Turbin ini dikaitkan dengan

generator pembangkit listrik. Dengan demikian kita akan mendapatkan energi listrik yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan.

Bila yang keluar adalah air panas, maka dapat pula digunakan untuk pembangkit listrik tetapi tidak secara langsung. Air panas itu digunakan untuk menguapkan amoniak. Gas amoniak inilah yang digunakan untuk memutar turbin. Kemudian amoniaknya dapat diperoleh kembali dengan jalan kompresi dan proses pendinginan. Air panas juga dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain misalnya untuk pengeringan lumbung padi atau disalurkan kerumah tangga.

3) Energi Angin

Angin adalah udara yang bergerak. Udara itu dapat bergerak karena adanya perbedaan tekanan. Udara bergerak dari tekanan yang tinggi menuju ke tempat yang tekanan udaranya lebih rendah. Perbedaan tekanan ini disebabkan karena adanya perbedaan temperatur. Panas itu datangnya dari matahari. Perbedaan temperatur itu disebabkan karena adanya perbedaan daya serap panas dari permukaan bumi. Jadi, selama matahari masih setia memancarkan sinarnya ke bumi dan di bumi ini masih ada laut dan darat yang membuat perbedaan temperature di muka bumi, selama itu pula angin akan tetap bertiup sehingga mempunyai hari depan yang baik sebagai

sumbangan terhadap penghematan energi yang bersumber dari minyak bumi.

Sebenarnya nenek moyang kita telah menggunakan energi angin itu misalnya saja untuk menggerakkan perahu-perahu layar sehingga konon bangsa Indonesia pernah sampai ke Madagaskar. Juga orang-orang Eropa dapat sampai ke Indonesia berkat menggunakan energi angin. Di daratan Eropa misalnya negeri Belanda dahulu terkenal dengan penggunaan kincir-kincir angin untuk menggiling gandum. Pada saat sekarang ini di Jakarta pun energi angin dimanfaatkan untuk menggerakkan pompa-pompa air untuk mendapatkan air bersih di beberapa kampung.

Memanfaatkan energi angin untuk diubah menjadi energi listrik, baru muncul dibelakang hari. Sebenarnya prinsipnya sangat sederhana yaitu angin “ditangkap” oleh baling-baling atau katakanlah rotor bersayap. Perputarannya diteruskan untuk memutar suatu generator pembangkit listrik. Besar kecilnya generator yang dipasang tentu saja disesuaikan dengan kapasitas angin dan rotornya. Ubahan energi angin menjadi energi listrik ini sangat menguntungkan bagi tempat-tempat yang memang banyak angin. Memang tidak semua tempat menguntungkan untuk dibangun PLTA ini. Namun karena sumber energi ini tersedia secara gratis dan angin akan tetap

bertiup sepanjang zaman, maka energi angin merupakan salah satu potensi penting sebagai pengganti minyak bumi.

4) Energi Pasang Surut

Salah satu bentuk energi alami yang terdapat di bumi yang tidak bersumber dari cahaya matahari adalah energi pasang surut. Energi pasang surut ini bersumber dari tenaga yang ditimbulkan oleh daya tarik antara bumi dengan bulan. Karena adanya gaya tarik-menarik tersebut maka bagian bumi yang berhadapan dengan bulan akan tertarik. Hal ini akan terasa akibatnya pada air laut yang menjadi pasang. Karena bumi mengadakan rotasi selama 24 jam sekali putar maka waktu pasang itu datangnya juga 24 jam sekali.

Bagaimana memanfaatkan pasang surut ini untuk memperoleh energi dapat diterangkan sebagai berikut.

Di daerah pasang surut yaitu daerah pantai, dipasang semacam dam atau bendungan air. Air laut yang pasang akan masuk ke dalam danau buatan itu melalui pintu-pintu air yang dapat diatur pembukaannya. Demikian pula pada saat air surut; air dari danau buatan itu mengalir kembali ke laut melalui pintu-pintu itu lagi. Pada pintu-pintu air itulah dipasang turbin air untuk menggerakkan generator pembangkit listrik. Jadi baik pada saat pasang maupun pada saat surut arus air itu dimanfaatkan untuk menggerakkan generator listrik.

Jelas energi pasang tidak ada batasnya, selama bulan masih setia menjadi satelit bumi.

5) *Energi Biogas*

Yang dimaksud dengan biogas di sini adalah gas yang dihasilkan dari sisa-sisa jasad hidup yang diuraikan oleh bakteri pengurai melalui proses pembusukan/penguraian. Sebagai bahan dasar proses pembusukan atau penguraian adalah sisa-sisa jasad hidup misalnya sampah pertanian seperti batang pohon jagung, jerami, sisa ampas kelapa atau dapat juga tumbuhan yang cepat tumbuhnya seperti enceng gondok, akasia, dan sebagainya. Sebagai bahan yang mengandung bakteri pengurai digunakan kotoran kerbau atau sapi. Kemudian kedua bahan itu diaduk bersama air. Supaya proses penguraian itu berjalan cepat maka sampah organik itu dapat dicacah-cacah terlebih dahulu. Proses penguraian berjalan optimal pada temperature 35-37°C. Adonan itu tidak boleh terlalu asam sifatnya, tetapi harus netral. Prosesnya harus dilakukan dalam keadaan tertutup rapat, tak boleh kemasukan udara, karena bakteri itu sangat peka terhadap oksigen. Lagi pula bila terbuka dan terkena cahaya matahari bakteri itu akan mati, sehingga proses tidak berjalan.

Adonan tadi ditaruh dalam suatu bejana dan diletakkan dalam tanah. Dapat juga terbuat dari beton atau drum. Gas yang timbul dari hasil penguraian itu sebagian besar adalah metan

(CH₄) yang sangat mudah terbakar. Gas lainnya adalah karbondioksida (CO₂) yang merupakan kira-kira seperempat bagian. Gas lain yang ditimbulkan jumlahnya sangat sedikit, antara lain karbonmonoksida (CO) yang mudah terbakar dan bersifat racun, Nitrogen, yang sama sekali tidak berbahaya tetapi tidak berguna karena tidak dapat dibakar dengan udara, dan gas Hidrogen Sulfida (H₂S) yang juga dapat dibakar dan berbau seperti telur busuk.

Untuk menghilangkan bau gas dan untuk menaikkan mutu gas, maka biogas dicuci dengan jalan mengalirkannya melalui air yang dibubuhi sedikit kapur. Dengan pencucian ini bau gas yang tak enak menjadi hilang, dan gas CO₂ yang tak berguna untuk bahan bakar terserap oleh air sehingga biogas yang diperoleh akhirnya dapat dibakar dengan hasil panas yang tinggi. Biogas kemudian ditampung dalam tangki penampung gas dan dapat dialirkan kerumah untuk memasak, untuk pabrik tahu atau untuk keperluan lain. Teknik pembuatan maupun penggunaan biogas ini masih dalam taraf penelitian.

6) *Energi Biomassa*

Yang dimaksud biomassa di sini adalah segala jasad hidup. Dalam kaitannya dengan energi pengganti ini, biomassa yang dapat digunakan ialah yang berupa sampah-sampah organik misalnya sisa-sisa produksi pertanian. Pada hakikatnya biomassa dapat digunakan sebagai bahan bakar. Oleh karena itu

yang paling ekonomis ialah kalau biomassa itu berupa sampah atau sisa-sisa yang tak berharga. Biomassa dapat digunakan sebagai sumber energi karena ia masih menyimpan energi matahari. Jadi sayangnya kalau dibuang begitu saja. Namun yang dapat dipakai sebagai bahan bakar itu belum tentu berupa sampah. Seringkali tanaman yang cepat tumbuhnya seperti angkana, akasia dan sebagainya dapat digunakan sebagai bahan bakar secara ekonomis.

Prinsip penggunaan atau pengambilan energi dari biomassa ini adalah sebagai berikut. Biomassa dimasukkan dalam tungku pembakar. Panas yang timbul digunakan untuk mendidihkan air. Uap air yang terbentuk kemudian digunakan untuk menggunakan turbin uap. Turbin uap inilah yang dapat menggerakkan generator listrik. Energi listrik dapat didistribusikan untuk berbagai macam keperluan.

B. Usaha Manusia untuk Melestarikan Hidupnya

Usaha manusia untuk mencari energi pengganti minyak bumi seperti yang baru saja kita pelajari itu hanyalah merupakan salah satu cara saja dari manusia untuk dapat mempertahankan eksistensinya di dunia. Kita mengetahui bahwa minyak bumi merupakan sumber daya yang sangat penting bagi perikehidupan kita sehari-hari. Namun kita mengetahui pula bahwa sumber daya itu tak dapat diperbaharui

dan jumlahnya pun terbatas sehingga mau tak mau manusia harus berusaha mencari sumber energi yang lain bila ingin tetap dapat mempertahankan kehidupannya di masa mendatang.

Masalah lain yang juga sangat vital adalah masalah penggunaan teknologi maju yang baru saja kita bicarakan pada pelajaran yang lalu. Sebagai contoh adalah tenaga nuklir yang maha dahsyat itu. Keuntungannya memang banyak juga tetapi bahaya nuklir terutama dari bom atom maupun bom hidrogen yang dapat memusnahkan umat manusia beserta isi permukaan bumi ini bukannya dihapuskan tetapi justru malah sebaliknya. Setiap kali jumlahnya bertambah dan bahkan sekarang telah semakin menyebar di berbagai Negara. Bila terjadi perang nuklir, mungkin kita tidak lagi dapat merasakan nikmatnya hidup di dunia; kita semua mungkin berada di alam lain.

Dengan teknologi maju, orang juga telah dan sedang terus berusaha mengadakan eksplorasi ke antariksa untuk antara lain mencari kemungkinan kalau-kalau kita dapat melakukan migrasi ke planet lain. Namun sepanjang penyelidikan yang ada informasi atau pun data menunjukkan harapan yang justru makin tipis dibandingkan dengan dugaan-dugaan semula. Misalnya saja di planet Mars yang semula orang menduga ada kehidupan, ternyata data yang ada sungguh berlainan. Perkiraan adanya air dan salju yang tebal ternyata keliru karena yang ada hanyalah selapis tipis butiran salju yang tak ada artinya bagi

kehidupan sepertinya halnya di bumi. Demikian pula kadar oksigennya jauh lebih sedikit dari dugaan semua, bahkan ada data yang menunjukkan bahwa tak ada sama sekali oksigen. Maka hanya bumi kita inilah satu-satunya harapan hidup anak cucu kita di masa mendatang. Oleh karena itu, kiranya kita semua ikut bertanggung jawab atas pelestariannya yang berarti suatu harapan pelestarian umat manusia itu sendiri.

Masalah yang juga vital, karena ikut menentukan kelestarian kehidupan manusia di muka bumi ini adalah masalah kependudukan. Betapa tidak; bumi kita hanya satu dan tidak bertambah besar, malah jumlah lahan untuk penghidupan nampaknya makin sempit. Lihat saja sebagai contoh pulau Jawa atau Bali. Lahan makin terbatas sedangkan jumlah penduduknya makin bertambah saja. Pada suatu saat tentu daya tahan atau batas toleransi sumber daya alam yang mendukung kelestarian kehidupan di tempat itu akan terlampaui walaupun telah dirusakkan intensifikasi. Untuk sementara mungkin masih dapat dicarikan jalan keluar misalnya dengan jalan transmigrasi atau mengubah cara hidup bertani menjadi cara hidup industri. Hal semacam ini juga terjadi pada skala yang lebih besar, misalnya dunia kita ini. Pada suatu saat dunia ini tak akan lagi dapat menampung penduduk dunia yang makin padat itu, sedangkan untuk bertransmigrasi ke planet lain nampaknya belum mungkin atau bahkan tidak mungkin. Jalan keluar untuk

sementara mungkin kita harus dapat hidup di dasar samudera. Katakanlah hal itu dapat dilaksanakan; tetapi, kalau pertumbuhan penduduk terus melaju, pada suatu saat akan sampai juga kepada titik mati. Di saat itu mungkin terjadi kanibalisme atau yang lain; yang jelas, kehidupan yang layak akan punah.

Lalu apa yang dapat kita perbuat supaya keadaan semacam itu supaya tidak terjadi. Kami yakin, Anda semua telah mengenal KB. Itulah salah satu cara yang paling ampuh untuk membatasi laju pertumbuhan penduduk. Keikutsertaan kita semua dalam program KB merupakan iuran kita semua untuk kelestarian manusia di muka bumi yang hanya satu ini.

Masalah berikut yang sejajar pentingnya dengan masalah kependudukan adalah masalah kelestarian lingkungan hidup. Bahkan beberapa ahli memandang kedua masalah ini sebenarnya satu, yaitu lingkungan hidup itu termasuk kependudukan atau sebaliknya. Namun hal itu tidak kami permasalahan. Yang penting semua tindakan ditujukan untuk kepentingan kesejahteraan umat manusia pada masa sekarang maupun pada masa mendatang.

Lingkungan hidup itu termasuk hubungan manusia dengan lingkungannya, baik biotik maupun abiotik. Jadi termasuk hubungan antar manusia itu sendiri.

Kunci pokok untuk memahami permasalahan lingkungan hidup adalah pemahaman akan konsep-konsep ekosistem. hukum timbal balik dalam ekosistem yaitu; bila kita berperilaku baik terhadap lingkungan, maka lingkungan itu akan membalas dengan kebaikan pula. Sebaliknya bila kita berperilaku buruk terhadap lingkungan, maka lingkungan itu akan membalas dengan keburukan. Hal itu tidak hanya berlaku bagi hubungan antara manusia dengan lingkungan fisiknya, tetapi berlaku juga bagi hubungan antara manusia dengan masyarakat lingkungannya.

Atas dasar hukum tersebut marilah kita meninjau manusia sebagai manusia diseluruh dunia ini dan lingkungan fisiknya adalah bumi kita ini. Maka kita akan dapat menarik kesimpulan bahwa sebenarnya kelestarian manusia di muka bumi ini tergantung kepada perilaku manusia itu sendiri, baik terhadap lingkungan fisiknya maupun lingkungan masyarakat/bangsa-bangsa di dunia.

Kita dapat memberi iuran untuk mencapai kelestarian lingkungan itu mulai dari diri kita sendiri, lingkungan keluarga, lingkungan sekitar, dan lingkungan yang lebih luas. Bila hal ini dapat dilakukan oleh manusia di seluruh dunia, kami yakin kita tak perlu cemas akan kelestarian umat manusia di masa mendatang. Itulah yang kita harapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Asimov, Isaac, 1992. *Guide To Science*, New York: Basic Books Inc, Publishers.

Arthur Talbot Bawden, 1997. *Man's Physical Universe*, New York: The Macmillan Company.

Bernal, J.D., 1989. *Science in History vol I The Emergence of Science*, England: Penguin Book Ltd.

BATAN, 1977. *Laporan Visual Kegiatan Badan Tenaga Atom Nasional*, di Bina Graha, Jakarta: Badan Tenaga Atom Nasional.

Barbara Ward & Rene Dubos, 1994. *Hanya Satu Bumi, Perawatan dan Pemeliharaan Sebuah Planet Kecil (terjemahan)*, Jakarta: PT Gramedia.

Bergamini, David, dan kawan-kawan., 1983, *Alam Semesta (terjemahan)*, Jakarta: Tiara Pustaka.

Darmodjo, Hendro; Kaligis Yeni, 1985. *Ilmu Alamiah Dasar*, Jakarta: Penerbit Karunika Jakarta Universitas Terbuka.

Depdikbud, 1982/1983. *Materi Dasar pendidikan Program Akta Mengajar V Buku IA, Filsafat Ilmu*, Jakarta: Ditjen Penti Proyek Pengembangan Institusi Pendidikan Tinggi.

Egan Larsen, 1999. *Kisah Penemuan dari Masa ke Masa, Komunikasi (terjemahan)*, Jakarta: Penerbit Djambatan.

| Herabudin . 2013. *Ilmu Alamiah Dasar*, Bandung :
| CV.Pustaka Setia |

Jasin, Maskoeri, 2013. *Ilmu Alamiah Dasar*, Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.

Moore, Ruth, dan kawan-kawan., 1994. *Evolusi (terjemahan)*, Jakarta: Tiara Pustaka.

Robert E Lynch & John R Rice, 1988. *Computer, Their Impact and Use*, New York: Holt Rinehart and Winston.

Santosa, Slamet Iman, 1997. *Sejarah Perkembangan Ilmu Pengetahuan*, Jakarta: PT Sinar Hudaaya.

Vaden W. Miles. et. al, 1989. *College Physikal Science*, New York: Harper & Row, Publ.Lshers.

William Lee Stokes, 1986. *Essentials of Earth History*, London: The Prentic Hall International.

Internet :

<http://www.informatika.lipi.go.id>.

<http://www.elista.akprind.ac.id/>

<http://www.cdinpolince.org>

<http://www.bex.co.id><http://www.gksoft.com>

www.unram.ac.id

<http://cakkaku.blogspot.co.id/2016/09/artikel-5-teknologi-terbaru-dan> html

<http://tech.dbagus.com/inilah-penemuan-penting-dalam-teknologi-komunikasi-terbaru>

<http://id.wikipedia.org/wiki/Teknologi> Komunikasi Dalam Masyarakat

<http://syahdamusthafa.blogspot.co.id/2013/05/sejarah-teknologi-komunikasi-everett-m.html>

Penulis



Drs. H. Nahrawi, M.AP., anak dari H. Tapsi (alm) (seorang petani dan pedagang) dan Hj. Norhayati (alm) (seorang ibu rumah tangga dan pedagang) lahir 15 Juni 1967 di desa Banua Hanyar Kecamatan Sungai Tabukan, Kabupaten Hulu Sungai Utara, Provinsi Kalimantan Selatan.

Guru Matematika sejak tahun 1992 dan pernah mengajar pada MAN, SMAN, SMP, dan Sekarang mengajar pada MTs. Mu'allimin Muhammadiyah Alabio sekaligus sebagai dosen tidak tetap pada STIA Amuntai sejak tahun 1998. Ia meraih peringkat 2 **Guru Berprestasi** tahun 2004 dan peringkat 3 **Guru Berprestasi** tahun 2010 tingkat Kabupaten Hulu Sungai Utara.

Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Program Studi Matematika di FKIP UNLAM Banjarmasin tahun 1992 dan S2 Program Studi Administrasi Publik UNLAM Banjarmasin tahun 2012. Membuat buku Pengantar Statistik Sosial tahun 2014, Ilmu Alamiah Dasar tahun 2014 dan Buku Matematika UN untuk SMP/MTs tahun 2015

Ilmu Alamiah Dasar

Penulis

Ramona Handayani, S.Pd, MA. Anak ketujuh dari tujuh bersaudara. Anak dari H.Abdullah (alm) seorang guru dengan Hj Idariah (almh) seorang guru. Lahir tanggal 15 agustus 1982 di Desa Palampitan Hulu Kecamatan Amuntai Tengah, Kabupaten Hulu Sungai Utara, Provinsi Kalimantan Selatan.

Pernah mengajar di Pondok Pesantren Rasyidiyah Khalidiyah (RAKHA) Amuntai sejak tahun 2007 sampai 2011. Sekarang mengajar di STIA Amuntai dan menjadi dosen tetap sejak tahun 2012 sampai sekarang. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris di FKIP UNLAM Banjarmasin tahun 2006 dan S2 Program Studi Administrasi Publik kekhususan MSDM di STIA BINA BANUA Banjarmasin tahun 2011.

PENULIS

Drs H.Raihani, M.AP , beliau bekerja sebagai Dosen STIA Amuntai ,
Bapak dari 1 putera dan 1 Puteri.