



11

IAD

 class 1 -- No Repository 041

 class 2

 Rct.tech1222

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3270748269

Submission Date

Jun 7, 2025, 8:59 PM GMT+4:30

Download Date

Jun 7, 2025, 9:37 PM GMT+4:30

File Name

ILMU_ALAMIAH_DASAR-CETAK.pdf

File Size

2.8 MB

239 Pages




52,990 Words

346,799 Characters

12% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 12%  Internet sources
 - 0%  Publications
 - 2%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

- 12% Internet sources
- 0% Publications
- 2% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	
fst.walisongo.ac.id		3%
<hr/>		
2	Internet	
repository.penerbitwidina.com		2%
<hr/>		
3	Internet	
www.sampoernaacademy.sch.id		2%
<hr/>		
4	Internet	
berbagimanfaat2016.blogspot.com		2%
<hr/>		
5	Internet	
ujiansekolah.org		<1%
<hr/>		
6	Internet	
sains.sindonews.com		<1%
<hr/>		
7	Internet	
www.brainesia.com		<1%
<hr/>		
8	Internet	
id.scribd.com		<1%
<hr/>		
9	Internet	
ejournal.uluwiyah.ac.id		<1%

ILMU ALAMIAH

Dasar



Tim Penulis:

Kurroti A'yun, Johannes Johny Koynja, Heny Ekawati Haryono,
Angelina Rosmawati, Sarwendah Ratnawati Hermanto, Stormy Vertygo,
Eka Apriyanti, Rollis Juliaasyah & Asyraf Furqan, Susanti Br. Perangin Angin

ILMU ALAMIAH

Dasar

Tim Penulis:

**Kurroti A'yun, Johannes Johny Koynja, Heny Ekawati Haryono,
Angelina Rosmawati, Sarwendah Ratnawati Hermanto, Stormy Vertygo,
Eka Apriyanti, Rollis Juliansyah & Asyraf Furqan, Susanti Br. Perangin Angin**



ILMU ALAMIAH DASAR

Tim Penulis:

**Kurroti A'yun, Johannes Johny Koynja, Heny Ekawati Haryono, Angelina Rosmawati,
Sarwendah Ratnawati Hermanto, Stormy Vertygo, Eka Apriyanti,
Rollis Juliansyah & Asyraf Furqan, Susanti Br. Perangin-angin**

Desain Cover:

Septian Maulana

Sumber Ilustrasi:

www.freepik.com

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

Aas Masruroh

ISBN:

978-623-459-584-0

Cetakan Pertama:

Juli, 2023

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA MEDIA UTAMA

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 360/JBA/2020

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: @penerbitwidina

Telepon (022) 87355370

Kata Pengantar

Rasa syukur yang teramat dalam dan tiada kata lain yang patut kami ucapkan selain mengucap rasa syukur. Karena berkat rahmat dan karunia Tuhan Yang Maha Esa, buku yang berjudul Ilmu Alamiah Dasar Organizational telah selesai di susun dan berhasil diterbitkan, semoga buku ini dapat memberikan sumbangsih keilmuan dan penambah wawasan bagi siapa saja yang memiliki minat terhadap pembahasan Ilmu Alamiah Dasar.

Buku ini merupakan salah satu wujud perhatian penulis terhadap Ilmu Alamiah Dasar. Manusia memiliki kekhasan atau perbedaan yang sangat mencolok dari makhluk lainnya, terutama dalam dua hal, yaitu manusia diberi Sang Pencipta suatu kemampuan penalaran dalam kegiatan berpikir dengan memanfaatkan akalunya dan adanya kekhasan fisik yang dijadikannya paling sempurna di antara makhluk lainnya. Esensi dari Ilmu Alamiah Dasar yang merupakan bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam adalah mempelajari tentang fenomena alam semesta. Ruang lingkup ilmu alamiah dasar mencakup alam semesta dan sistem tata surya. Melalui Ilmu Alamiah Dasar, kita dapat mempelajari secara lebih luas mengenai alam semesta beserta isinya (tata surya dan bumi) yang saling berkaitan.

Perkembangan keilmuan saat ini tentunya didasari oleh metode keilmuan sebagai suatu cara di dalam memperoleh ilmu atau pengetahuan baru. Oleh karenanya, metode keilmuan dalam hal tertentu dipandang pula sebagai sebuah teori pengetahuan yang dipergunakan untuk memperoleh jawaban-jawaban tertentu mengenai suatu permasalahan atau pernyataan. Untuk itu pula, dalam upaya mendalami ilmu sebagai pengetahuan yang tersusun secara sistematis sehingga dapat dipahami bahwa pengetahuan merupakan isi substantif yang terkandung dalam ilmu, maka diperlukan prosedur keilmuan yang merupakan metode keilmuan yang tidak hanya mencakup aspek pengamatan (observasi) atau percobaan (eksperimen), namun terkait pula dengan aspek analisis, pemerian (uraian), penggolongan (klasifikasi), pengukuran, perbandingan, pengujian, dan survei.

Akan tetapi pada akhirnya kami mengakui bahwa tulisan ini terdapat beberapa kekurangan dan jauh dari kata sempurna, sebagaimana pepatah menyebutkan “tiada gading yang tidak retak” dan sejatinya kesempurnaan hanyalah milik Tuhan semata. Maka dari itu, kami dengan senang hati secara terbuka untuk menerima berbagai kritik dan saran dari para pembaca sekalian, hal tersebut tentu sangat diperlukan sebagai bagian dari upaya kami untuk terus melakukan perbaikan dan penyempurnaan karya selanjutnya di masa yang akan datang.

Terakhir, ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah mendukung dan turut andil dalam seluruh rangkaian proses penyusunan dan penerbitan buku ini, sehingga buku ini bisa hadir di hadapan sidang pembaca. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pihak dan dapat memberikan kontribusi bagi pembangunan ilmu pengetahuan di Indonesia.

Juli, 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 PERKEMBANGAN PENALARAN DAN FISIK MANUSIA	1
A. Pendahuluan.....	1
B. Kekhasan Manusia dan Proses Perkembangannya	2
C. Rangkuman Materi	18
BAB 2 ILMU DAN METODE KEILMUAN	23
A. Pendahuluan.....	23
B. Pengertian Ilmu	24
C. Prinsip (Kaidah) Ilmu.....	29
D. Tahapan Perkembangan Ilmu	30
E. Metode Keilmuan	34
F. Kritik Terhadap Metoda Keilmuan	44
G. Rangkuman Materi	47
BAB 3 RUANG LINGKUP DAN PERKEMBANGAN ILMU PENGETAHUAN ALAM	51
A. Pendahuluan.....	51
B. Teori Terbentuknya Alam Semesta	52
C. Meluasnya Alam Semesta	53
D. Teori-teori Pembentukan Alam	54
E. Galaksi.....	58
F. Bentuk Galaksi	59
G. Tata Surya	60
H. Terbentuknya Tata Surya.....	61
I. Jenis-jenis Planet Di Dalam Tata Surya Dan Penjelasananya	63
J. Struktur Matahari	72
K. Manfaat Dan Peran Matahari Sebagai Pusat Tata Surya.....	74
L. Rangkuman Materi	74
BAB 4 ALAM SEMESTA, TATA SURYA, DAN BUMI	77
A. Pendahuluan.....	77
B. Alam Semesta	77

C. Tata Surya	84
D. Bumi	93
E. Rangkuman Materi	96
BAB 5 BIOLOGI, FISIKA DAN KIMIA DALAM PERSPEKTIF IPA	101
A. Pendahuluan	101
B. Biologi Dalam Perspektif IPA	103
C. Fisika Dalam Perspektif IPA	105
D. Kimia Dalam Perspektif IPA	113
E. Rangkuman Materi	116
BAB 6 KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP DAN PERSEBARANNYA	121
A. Pendahuluan	121
B. Keanekaragaman Makhluk Hidup dan Signifikansinya	122
C. Tingkatan Keanekaragaman Hayati	123
D. Persebaran Makhluk Hidup	131
E. Status Biodiversitas Saat Ini	141
F. Rangkuman Materi	148
BAB 7 EKOSISTEM, SUMBER DAYA ALAM DAN LINGKUNGAN	159
A. Pendahuluan	159
B. Konsep Ekosistem	160
C. Energi dan Materi Dalam Ekosistem	161
D. Sumber Daya Alam	170
E. Permasalahan Lingkungan	170
F. Rangkuman Materi	175
BAB 8 SUMBERDAYA ALAM & LINGKUNGAN HIDUP	179
A. Latar Belakang	179
B. Tujuan dan Ruang Lingkup SDA & Lingkungan Hidup	181
C. Pembangunan dan Sumberdaya Lingkungan	183
D. Desentralisasi Dalam Pembangunan Lingkungan Lestari	187
E. Potensi dan Tantangan Lingkungan Hidup di Indonesia	189
F. Rangkuman Materi	193
BAB 9 ISU LINGKUNGAN	197
A. Pengertian Isu Lingkungan	197
B. Isu Lingkungan Global	198
C. Isu Lingkungan Nasional	212
D. Isu Lingkungan Lokal	214

E. Rangkuman Materi	215
GLOSARIUM	218
PROFIL PENULIS	224



PERKEMBANGAN PENALARAN DAN FISIK MANUSIA

Dr. Kurroti A'yun, S.T., M.Si.

**Sekolah Tinggi Ilmu Tarbiyah alUrwatul Wutsqo (STIT-UW)
Jombang**

A. PENDAHULUAN

Manusia unik dibanding makhluk lainnya, sebab manusia dibekali Sang Maha Pencipta dengan penalaran atau kemampuan untuk berpikir menggunakan nalarnya. Menurut Titus, Smith, dan Nolan (1984), ada lima ciri khas manusia, di antaranya: 1. manusia istimewa dengan akalinya, 2. manusia istimewa karena ciptaan Tuhan (Yahudi, Nasrani, Islam), 3. manusia akan pergi ke *nirvana* dan kekal di sana (Hindu, Budha), 4. manusia berbeda dengan hewan, sebab ada kontrak sosial berdasar hukum masyarakat (Hobbes dan Rousseau), dan 5. manusia merupakan bagian dari alam → peraturan pada materi. Hal ini sejalan dengan pernyataan Dewey yang diungkapkan oleh Sikandar (2015), bahwa manusia secara *humanism* memiliki kecenderungan bebas, termasuk dalam penalarannya, yang berarti semua manusia memiliki kebebasan yang setara dalam menalar. Selain itu, menurut Egbai (2016), manusia dengan penalarannya memikirkan penciptaan diri dan alam, yang salah

satunya seperti pemikiran tentang kejadian penciptaan yang terkenal dengan istilah “*Big Bang*”.

Penalaran sendiri menurut Suriasumantri (2005) merupakan kegiatan pemanfaatan akal pikiran manusia dalam membuat pilihan nilai logis, etis, dan estetis. Dalam hal ini, manusia yang hakikatnya dilengkapi dengan akal oleh Sang Maha Kuasa, pada dasarnya seharusnya mampu melakukan kegiatan penalaran dengan mengetahui indikator pilihan logis, etis, dan estetis. Proses penalaran ada dalam kegiatan berpikir memanfaatkan akal budi (*the mind*) dari manusia. Kegiatan tersebut, berdasar ahli logika formal bernama Maritian pada paparan Yunus (2013) terdiri dari tiga komponen, di antaranya: 1. *Conceptus*, 2. Proposisi, dan 3. Penalaran itu sendiri. Maka, setiap manusia seharusnya melakukan penalaran diawali dengan paparan *conceptus* dan pembuatan proposisi.

Berdasar penjelasan di paragraf 2, menunjukkan bahwa penalaran itu bersifat penyimpulan, sebab ada pada komponen terakhirnya kegiatan berpikir. Selain itu, secara keseluruhan manusia dicirikan berbeda dengan makhluk lainnya sebab adanya kegiatan berpikir dengan komponen terakhir penalaran tersebut, bukan sekedar berpikir untuk kemanfaatan diri, lalu bertindak, seperti ketika kucing ingin makan ikan.

B. KEKHASAN MANUSIA DAN PROSES PERKEMBANGANNYA

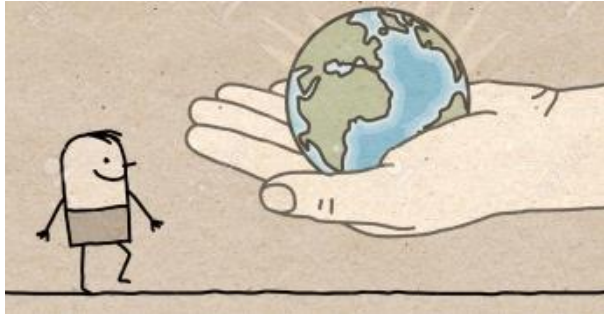
Manusia memiliki kekhasan atau perbedaan yang sangat mencolok dari makhluk lainnya, terutama dalam dua hal, yaitu manusia diberi Sang Pencipta suatu kemampuan penalaran dalam kegiatan berpikir dengan memanfaatkan akalnya dan adanya kekhasan fisik yang dijadikan-Nya paling sempurna di antara makhluk lainnya. Adapun penjelasan lebih rincinya dapat disimak dalam subbab-subbab di bawah.

1. Manusia Sebagai Makhluk Yang Sadar Diri

Kekhasan manusia yang pertama yaitu diciptakan Sang Pencipta sebagai makhluk yang sadar diri. Maksudnya, manusia yang diberi-Nya akal budi (*the mind*), diberi-Nya kemampuan untuk memanfaatkannya dalam kegiatannya berpikir. Kegiatan manusia berpikir berbeda dengan makhluk lainnya, sebab adanya kesadaran diri bahwa hidupnya manusia tidak sekedar untuk memenuhi kebutuhan fisiknya, tapi juga kebutuhan jiwanya. Hal ini berarti, manusia tidak hanya di Kehendaki-Nya berpikir

akan sesuatu yang berhubungan dengan kepentingan dirinya, tetapi juga untuk kepentingan selain dirinya, seperti kepentingan manusia lain maupun kepentingan makhluk lain. Selain itu, selama hidupnya, manusia tidak hanya diberi-Nya kemampuan, tetapi juga diberi-Nya tanggung jawab yang terstruktur yang disampaikan-Nya pada utusan-Nya. Sehingga, selama menggunakan akalNya, meskipun bebas, tapi tetap ada aturan mendasar dari Sang Penciptanya.

Menurut Titus, Smith, dan Nolan (1984), sebagai salah satu kelompok pakar, menyatakan bahwa manusia pada dasarnya memiliki kekhasan atau watak menguasai alam. Pernyataan tersebut sinkron dengan dasar paparan yang ada pada seluruh agama, baik agama Timur maupun Barat. Di mana agama Timur lebih mementingkan realitas yang jauh di belakang, yaitu mengambil esensi filsafat sebagai jalan hidup (contoh: agama Hindu dan Budha). Sedangkan agama Barat lebih condong pada dasar empiris, di mana persepsi inderawi dianggap penting dalam merumuskan pengetahuan (contoh: agama Islam, Kristen, dan Yahudi). Baik agama Timur maupun Barat, semuanya cenderung menunjukkan adanya paparan mengenai kekhasan manusia sebagai makhluk yang menguasai alam. Di mana khusus dalam agama Islam yang pedomannya Al-Quran menempatkan manusia sebagai khalifah atau pengganti atau pemimpin di muka bumi. Maka, sangat tepat jika dikatakan bahwa manusia di bumi posisi atau perannya sebagai penguasa, tetapi bukan Maha Penguasa. Manusia hanya diberi-Nya sebagian kecil karunia-Nya untuk berperan di bumi-Nya dengan memanfaatkan seluruh komponen yang ada di bumi-Nya untuk menjalankan roda kehidupannya. Hal ini didukung dengan penjelasan Tucker (2003), bahwa ada konsep kuasa atas diri manusia pada alam semesta, di mana Tucker merupakan seorang yang beragama Kristen. Penulis membuat ilustrasi mengenai pemberian karunia-Nya di bumi-Nya pada manusia sebagai khalifah-Nya di muka bumi pada Gambar 1.



Sumber: Nlshop1 (2023)

Gambar 1: Ilustrasi pemberian karunia alam sekaligus tanggung jawab menjaga alam oleh Tuhan pada manusia sebagai khalifah di bumi-Nya

Kekhasan manusia lain di luar fisiknya dari dasar adanya bekal dari Sang Maha Pencipta berupa akal secara lebih rinci jika dilihat dari segi psikologi, khususnya psikologi pendidikan berdasar pemaparan Slavin (2019) adalah adanya kemampuan kognisi, bahasa, dan kemelek-hurufan. Adapun Felicia (2022), menambahkan kekhasan manusia dengan adanya kemampuan otak, motorik, seksual, kognitif, juga sosioemosionalnya. Seluruh rincian kekhasan tersebut mendukung manusia dalam melakukan penalaran.

Penalaran pada diri manusia sebagai salah satu komponen dari kegiatan berpikirnya bersifat bebas namun terbatas. Hal ini disebabkan manusia hanyalah hamba, manusia bukan Sang Pencipta dan Sang Penguasa, meskipun Sang Pencipta mengaruniai manusia dengan watakNya, yaitu menjadi pencipta dan penguasa alam di bumiNya atas Kehendak dan KuasaNya. Selain itu, manusia juga dibatasi dengan umur hidupnya di dunia; tidak ada satupun manusia yang kekal meskipun ada yang dijadikanNya berumur panjang berbeda dengan kebanyakan manusia.

Adanya proses penalaran yang di dalamnya mengandalkan kemampuan dalam menalar pada diri manusia ini menyebabkan manusia berbeda dengan makhluk lain di bumiNya, terutama hewan. Hal ini disebabkan bahwa meskipun hewan juga dikehendakiNya dapat menalar, tetapi penalarannya hanya sebatas dalam kelangsungan hidupnya secara fisik (survival). Adapun manusia diberiNya kemampuan menalar yang

menghasilkan pengetahuan, tetapi pengetahuannya tidak sebatas memenuhi kebutuhan kelangsungan hidupnya, tetapi untuk hal lainnya dengan watak sebagai pemimpin atau penguasa di bumiNya. Maka dari itu, penalarannya lebih luas dalam menjalani hidupnya untuk dapat bermanfaat bagi yang lainya atau bagi alam atau lingkungan di sekitarnya, baik sesama manusia maupun selainnya, seperti hewan dan tumbuhan. Pernyataan tersebut sejalan dengan pendapat Idris dan Ramly (2016), bahwa perilaku manusia di bumiNya yang tidak hanya berkisar pada pemenuhan kebutuhan biologis itulah yang membedakannya dengan makhluk lainnya, terutama hewan. Dengan karunia dariNya berupa akal, manusia dijadikanNya mampu mengaplikasikan karunia tersebut untuk meningkatkan pengetahuannya untuk lebih beradab dan berbudaya.

Diri manusia diliputi dengan keraguan dan rasa ingin tahu (Suriasumantri, 2005; Gallagher, 2016). Hal inilah yang mendasari wataknya akal yang dijadikanNya *include* dalam diri manusia. Rasa ingin tahu jika terjawab akan menghasilkan pengetahuan, sedangkan keyakinan atau kepastian dihasilkan secara fisik duniawi dihasilkan dari adanya keraguan dalam diri manusia. Untuk mendapatkan jawaban dari keraguan dan keingintahuannya, manusia dijadikan Sang Pencipta melakukan penalaran. Di dalam penalaran diperlukan kemampuan berbahasa dan Sang Pencipta memberikan kemampuan itu pada manusia. Dengan adanya bahasa, manusia dapat mengomunikasikan informasi yang didapatnya pada manusia lain dengan pemikiran maupun perasaannya. Selain itu, dengan bahasa, manusia dijadikanNya mampu memaparkan latar belakang adanya informasi tersebut. Bahasa sendiri dalam penalaran menurut Loar (2006), dibedakan menjadi dua macam, yaitu bahasa umum atau bahasa sehari-hari yang biasa digunakan secara spontan dan bahasa rujukan atau referensi. Bahasa rujukan ini cenderung dianggap dapat dipercaya sebab telah digunakan untuk menyelesaikan masalah. Pada titik ini, dapat dipahami bahwa penalaran itu merupakan suatu proses yang memiliki alur dalam kerangka kegiatan berpikir, sehingga manusia dapat menjawab pertanyaan dasar dari informasi yang diberikannya menggunakan bahasa yang diberikan Sang Pencipta kepadanya. Menurut salah satu ahli filsafat ilmu dunia, yaitu Berkeley dalam penjelasan Gallagher (2016), jawaban yang pasti tanpa keraguan itu secara kualitatif

tidak mungkin dapat dicapai, kecuali sekedar berupa pemberian atau penerimaan atau sekedar kesepakatan atas alasan sehingga keraguan itu sirna digantikan dengan kepastian.

Tercapainya kepastian tersebut menjurus pada terwujudnya kebenaran atas informasi. Maksudnya bahwa kebenaran sulit ditemukan di dunia ini, kecuali kebenaran itu hanyalah dibentuk dari kesepakatan antar manusia. Hal ini agaknya bertolak belakang dengan konsep kebenaran yang diajarkan pada suatu agama yang paling cepat pertumbuhannya dilihat dari peningkatan jumlah pemeluknya, yakni Islam (Jenik, 2021). Di mana ajarannya bertumpu pada pedoman berupa al Quran yang disebut sebagai kitab petunjuk yang tiada keraguan di dalamnya. Dari situ dapat dipahami bahwa apabila manusia menghendaki adanya informasi yang benar, yang tiada keraguan di dalamnya, harus menggunakan acuan dasar petunjuk Tuhan Sang Maha Pencipta, yang tidak ada campur tangan manusia pada kalimat dalam petunjuk tersebut alias terjaga keasliannya. Meskipun, masih akan ada pertanyaan dari manusia, tetapi jika bertumpuan pada petunjuk dasar yang murni keasliannya, maka kebenaran itu akan didapatkan. Kebenaran yang ada di dalamnya dapat dirasakan dari terselesaikannya permasalahan hidup manusia tanpa menimbulkan masalah baru dan terpenuhinya ketenangan batin bagi yang ikut petunjuk dasar tersebut.

Pengambilan dasar kebenaran dapat diperoleh manusia dari sumber manapun sesuai dengan watak manusia yang disematkan pada diri manusia itu sendiri oleh Sang Maha Pencipta berupa adanya kebebasan. Namun, harus diingat bahwa kebebasan manusia selama hidup di bumiNya itu ada keterbatasan, minimal yang paling mudah diamati adalah dari adanya batasan hidup di bumiNya, juga batasan kemampuan baik fisik, maupun nonfisik. Fisik manusia sangatlah terbatas, seperti salah satunya mata manusia hanya mampu melihat dari jarak tertentu. Secara nonfisik, seperti kemampuan kognitif itu juga terbatas, meskipun dibantu teknologi AI (*artificial intelligence*). Kriteria kebenaran dibutuhkan dalam proses penalaran. Adapun penalaran di sini diperjelas bahwa prosesnya berhubungan dengan kegiatan berpikir, bukan berperasaan. Sehingga, yang lebih didahulukan dan diutamakan pada proses penalaran adalah penggunaan aturan logika dan analitika dengan sumber kebenaran berupa

rasio dan fakta yang mengandung sifat deduktif dan induktif. Yang selanjutnya, sering disebut dengan logika deduktif dan logika induktif. Menurut Suriasumantri (2005) yang sejalan dengan Roscoe dan Isle (2015) dan Hasse (2020), dari sumber yang telah dipelajarinya, dalam hal logika orang Yunani adalah bapak logika, sedang muslim (orang yang beragama Islam) adalah bapak angkatnya. Hal ini menunjukkan bahwa pedoman yang digunakan muslim mengarahkannya pada tindakan dengan aturan logika. Selain itu, di dalam kitabnya, kebanyakan menunjukkan kejadian yang tidak sekedar apriori tapi juga aposteriori atau tidak sekedar menjelaskan aturan dengan kondisi teoritis, tetapi dilengkapi juga dengan penjelasan empiris dengan bukti faktual.

Logika deduktif dan induktif dalam proses penalaran memiliki pengertian yang saling bertolak belakang, di mana logika deduktif dimulai dari pernyataan dari pemikiran (premis) yang khusus menjadi umum. Sedangkan logika induktif dimulai dari premis yang umum menjadi khusus. Baik dengan logika deduktif, induktif, maupun keduanya, tetap saja kebenaran dalam suatu penalaran masih perlu dipertanyakan atau diragukan. Sebab, manusia hanyalah hamba yang memiliki batasan, kemampuan manusia sangatlah terbatas, meskipun diberinya kebebasan dalam bertindak selama hidupnya di bumiNya. Berdasarkan hal itu, meskipun manusia telah berusaha semaksimal mungkin dalam memperoleh kebenaran selama hidup di bumiNya, tetap ada kesalahan di dalamnya, kecuali usahanya dibenarkan Sang Maha Pencipta dan Penguasa bumi dan segala yang meliputinya, baik yang ada di dalam maupun di luarnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Kierkegaard (1985) dan Kups (2022) yang terkenal dengan istilahnya, yaitu *de omnibus dubitandum* (segala sesuatu harus diragukan; kebenarannya). Pernyataan tersebut lebih terkenal diakui sebagai pernyataan filsuf Rene Descartes.

Pernyataan Rene Descartes dengan istilah *de omnibus dubitandum* tersebut hanya berlaku untuk kebenaran yang didapatkan dari upaya manusia mengamati kebenaran dengan bukti baik fisik maupun nonfisik. Adapun kebenaran yang asalnya dari kalam Illahi sebagai Penguasa jagat raya ini pada utusan yang ditunjukNya tentunya tak dapat dibantah atau diberi istilah bahasa Inggris *there is no doubt*. Jadi, ada kalanya segala yang berhubungan dengan kebenaran yang berasal dari pendapat manusia dan

yang meliputi manusia atau atas campur tangan manusia semuanya masih mengandung keraguan. Adapun kebenaran yang hakiki dari Sang Maha Pencipta itu tak dapat dibantah atau tidak ada keraguan di dalamnya. Maka, mau ataupun tidak mau, terpaksa atau tidak, semua kebenaran hasil karya manusia hanyalah mendekati kebenaran atau bahkan kebenarannya bersifat relatif dan sementara. Logika deduktif, induktif, maupun campuran keduanya jika itu hasil karya manusia, maka masih mengandung keraguan atau kesalahan. Supaya lebih dekat pada kebenaran, maka harus ada sandaran atau acuan yang tiada keraguan di dalamnya, yaitu beracuan pada kalam Illahi, yang tidak mengandung unsur menguntungkan beberapa kelompok, tetapi berdasar atas Kemaha SempurnaanNya, yaitu Maha Sayang pada seluruh hambaNya dan Kasih SayangNya khusus diberikanNya bagi yang terbaik perbuatannya, yaitu yang paling taat menjalankan perintahNya sesuai petunjukNya, tanpa melihat unsur fisiknya. Maka, dapat dipahami bahwa tidak semuanya harus diragukan dan tidak semuanya tanpa keraguan. Khusus yang tanpa keraguan itu jika sumbernya tanpa campur tangan manusia. Berarti juga, penalaran yang dilakukan manusia itu tidak selalu membuahkan hasil yang benar atau tanpa keraguan, meskipun probabilitas kesalahannya kecil.

2. Keunikan Fisik Manusia

Keunikan fisik manusia apabila dibandingkan dengan makhluk lainnya terutama hewan, dipaparkan sebagai berikut.

a. Manusia memiliki struktur fisik paling sempurna atau paling baik

Sub-subbab tersebut menjadi judul dengan dasar adanya penjelasan dari pedoman pada petunjuk dalam agama dengan penganut terbesar terutama di Indonesia dan agama yang peningkatan jumlah pemeluknya tertinggi di dunia menurut Jenik (2021), yaitu agama Islam. Di mana sesuai dengan petunjuk-Nya pada surat ke-17: 70 yang berbunyi: "Dan sesungguhnya telah kami muliakan anak-anak Adam, kami angkut mereka di daratan dan di lautan, kami beri mereka rezeki dari yang baik-baik dan kami lebihkan mereka dengan kelebihan yang sempurna atas kebanyakan makhluk yang telah kami ciptakan." Struktur fisik manusia dijadikan-Nya lebih baik dari makhluk lainnya, sehingga manusia dapat berkomunikasi dengan baik dan melakukan pekerjaan lebih detail dan jangkauannya lebih luas dari makhluk hidup lainnya di muka bumi. Hal

ini dapat diamati dari bentuk alat gerak manusia yang lebih fleksibel digunakan untuk pekerjaan yang lebih detail, otak yang dimiliki manusia juga proporsional dan efisien untuk digunakan dalam melakukan dan memikirkan sesuatu lebih dari yang dilakukan dan dilakukan oleh makhluk hidup lainnya di muka bumi.

b. Komponen fisik atau tubuh manusia

Komponen fisik manusia bila dihubungkan dengan susunan sistem organ yang ada pada tubuh manusia terdiri dari: 1. Sistem pernapasan yang terdiri dari organ-organ yang dijadikan-Nya berfungsi untuk menghirup dan membuang udara dari dalam ke luar tubuh, 2. Sistem pencernaan yang dijadikan-Nya berfungsi untuk mengolah makanan di dalam tubuh, hingga sisanya di dikeluarkan dari dalam tubuh, 3. Sistem peredaran darah berfungsi sesuai namanya yaitu mengedarkan darah ke seluruh tubuh, 4. Sistem urine berfungsi untuk mengeluarkan sisa makanan dan minuman yang berada di dalam tubuh dengan bentuk cairan dari lubang khusus yang dijadikan Sang Maha Pencipta yang dikenal dengan lubang kencing atau lubang kemih, 5. Sistem integumen berfungsi untuk sisa makanan dan minuman yang berada di dalam tubuh dengan bentuk cairan dari organ kulit, 6. Sistem rangka, 7. Sistem limfa berfungsi untuk membantu daya tahan tubuh (imunitas) dengan respon imun maupun membentuk sel darah putih, serta mengembalikan cairan pada aliran darah, 8. Sistem reproduksi berfungsi untuk menghasilkan sel-sel untuk perkembangbiakan. Adapun sistem organ selanjutnya dijelaskan sebagai prakata untuk proses perkembangan fisik manusia, di antaranya: 9. Sistem endokrin, 10. Sistem otot, dan 11. Sistem saraf. Selain sistem organ, manusia juga dilengkapi-Nya dengan sistem tubuh yang biasa disebut sistem ekskresi. Sistem ekskresi ini terbentuk dari dua sistem organ, yaitu sistem organ urine dan sistem integumen. Berdasarkan penjelasan singkat mengenai komponen fisik manusia yang terdiri dari sebelas sistem organ, maka dapat dipahami bahwa keunikan manusia apabila dibandingkan dengan makhluk lainnya, terutama hewan, adalah:

1) Manusia diberi-Nya kemampuan untuk bergerak lebih elastis dari makhluk lainnya, seperti dapat memegang benda dalam bentuk apa pun.

- 2) Manusia dijadikan-Nya ketahanannya di alam lebih tinggi dalam kondisi alam apa pun, baik panas maupun dingin, sebab manusia dilengkapinya dengan sistem saraf, otot, endokrin, dan rangka, yang berbeda dan strukturnya lebih sempurna.
- 3) Manusia dapat mencerna makanan baik hayati maupun hewani dengan mengolahnya terlebih dahulu, sehingga kekebalan tubuhnya lebih tinggi dengan kelengkapan khusus yang diberikan-Nya pada manusia dalam sistem pencernaan yang didukung sebelas komponen sistem organ lainnya.
- 4) Manusia dapat mengendalikan diri dan lingkungannya atau makhluk lainnya dengan sistem organ yang dimilikinya, khususnya sistem sarafnya yang didukung dengan sepuluh sistem organ lainnya, meskipun hewan ada yang dijadikannya memiliki kemampuan dari salah satu sistem organnya melebihi manusia, seperti anjing yang sistem pernapasannya lebih sensitif dari manusia sehingga mampu mengidentifikasi keberadaan sesuatu dengan mencocokkan baunya, dan lain-lain. Poin 4 ini dapat dikatakan dengan pernyataan lain, bahwa manusia dapat menjaga kelestarian alam maupun merusaknya dengan sistem sara dan sepuluh sistem organ lainnya yang diberikan-Nya pada diri manusia.

3. Proses Perkembangan Penalaran Dan Fisik Manusia

Proses perkembangan penalaran dan fisik manusia ada kaitannya, sehingga penulis menjadikan satu bahasannya, di mana penalaran berkaitan dengan adanya perkembangan otak, di mana otak merupakan aspek fisik dari perkembangan fisik manusia. Adapun secara struktural proses perkembangan penalaran dan fisik manusia dijelaskan sebagai berikut.

a. Proses perkembangan penalaran manusia

Proses perkembangan penalaran manusia berkaitan dengan perkembangan kognitif dan sosio-emosional manusia. Hal ini disebabkan penalaran itu berkaitan dengan kegiatan mengambil pilihan logis, etis, dan estetis. Logis berhubungan dengan benar atau salahnya informasi, sedang etis berkaitan dengan baik tidaknya suatu tindakan yang berhubungan dengan suatu informasi atau suatu kondisi, dan estetis berkaitan dengan indah atau buruknya sesuatu yang ditemui manusia, baik berupa benda

maupun non benda. Di sini dapat dikatakan bahwa perkembangan kognitif dapat berkaitan dengan pilihan logis dan estetis dalam penalaran, sedangkan perkembangan sosio-emosi termasuk ke dalam pilihan etis. Proses perkembangan kognitif dan sosio-emosi manusia dijelaskan terpisah beberapa tahap berikut.

1) Proses perkembangan kognitif

Proses perkembangan kognitif berkaitan dengan aktivitas kognitif yang terdiri dari aktivitas mengingat dan aktivitas berpikir. Di mana aktivitas atau kegiatan berpikir sendiri berkaitan dengan kegiatan penalaran, namun di sini dipisah pembahasannya seperti yang penulis telah jelaskan di paragraph sebelumnya di atas. Adapun tahap perkembangan kognitif yang berkaitan dengan proses perkembangan kognitif itu sendiri terdiri dari empat tahap yang beracuan pada penjelasan Jean Piaget yang diperjelas kembali oleh Slavin (2018) dan Felicia (2022), yaitu:

- a) Tahap sensorimotorik, yaitu tahapan perkembangan yang terjadi pada periode yang cukup singkat yang terjadi antara 18 bulan sampai 2 tahun. Sehingga dapat dikatakan bahwa tahap ini terjadi saat manusia baru dilahirkan (0 tahun) sampai berumur 2 tahun. Tahapan ini ditandai dengan adanya respon refleks atau otomatis atau di bawah sadar ketika manusia (bayi) dijadikan-Nya menggunakan organ saraf, rangka dan ototnya dalam aktivitas penginderaan dan motorik (Slavin, 2018; Felicia, 2022). Pada saat ini, manusia dijadikan Sang Maha Pencipta hanya mampu mengenali benda-benda atau objek yang bersifat permanen. Maka, jika ada objek yang sudah dikenainya berubah bentuk, manusia sudah tidak lagi mengenalinya atau dianggap objek yang baru.
- b) Tahap praoperasional, yaitu tahapan perkembangan yang terjadi pada periode 2 sampai 7 tahun. Tahapan ini ditandai dengan adanya pengenalan terhadap simbol-simbol yang terepresentasikan dari suatu objek di dunia dan manusia masih berada di dunianya sendiri (bersifat egosentrik) dan terpusat, sehingga apa pun diketahui dengan kekhasan yang terpusat pada dirinya sendiri. Ini semua terjadi atas Kekuasaan-Nya. Manusia pada tahap ini lebih memusatkan

perhatiannya pada kesenangan pribadinya, fokus pada perhatiannya sendiri, sulit beralih perhatian, jika tidak menarik menurut dirinya sendiri seperti yang tergambar dalam otaknya sendiri.

- c) Tahap operasional konkrit, yaitu tahapan perkembangan yang terjadi pada periode 7 sampai 11 tahun. Tahapan ini ditandai dengan kemampuan yang dikaruniakan-Nya berupa kemampuan improvisasi atau pengembangan dalam kemampuan yang sekedar kebiasaan menjadi kemampuan untuk menggunakan logika. Manusia pada tahap ini sudah tidak lagi bersifat egosentris, tapi lebih kepada desentris. Sehingga dapat dikatakan bahwa sifat egosentrisnya lambat laun semakin menurun, namun masih dikehendaki-Nya belum dapat berpikir menggunakan daya pikir abstrak.
- d) Tahap operasional formal, yaitu tahapan perkembangan yang terjadi pada periode usia 11 tahun sampai dewasa. Tahapan ini ditandai dengan manusia dikehendaki-Nya dapat berpikir menggunakan daya pikir abstrak, sehingga dapat menyusun penelitian yang sistematis atau berurutan, serta terkondisi dengan baik sesuai kaidah-kaidah yang ditentukan maupun dikembangkan dan diketahui kurang maupun lebihnya kaidah tersebut.

2) Proses perkembangan sosio-emosi

Proses perkembangan sosio-emosi yang dialami manusia atas Kehendak Sang Pencipta, dijelaskan oleh beberapa pakar terkenal, seperti Vygotsky, Bandura, dan Erikson (Santrock, 2018). Di sini, penulis akan menjelaskan mengenai proses perkembangan sosio-emosi dengan tahapan-tahapan berdasar paparan Erikson. Adapun paparan dari Vygotsky dan Bandura hanya tentang dasar perkembangan sosial. Vygotsky memaparkan bahwa informasi dari luar hasil dari interaksi sosial dapat mempengaruhi perkembangan kognitif individu manusia. Ciri khas teori perkembangan sosio-emosi yang dijadikan Sang Pencipta melalui Vygotsky adalah adanya konsep tentang zona perkembangan proksimal (*Zone of Proximal Development; ZPD*). ZPD adalah gabungan antara zona perkembangan aktual (*Zone of Actual Development; ZAD*; perkembangan yang tampak pada diri manusia) dan zona perkembangan potensial (*Zone of Potential Development; ZPoD*; zona perkembangan yang belum tampak pada diri manusia, namun dimiliki dalam diri). Menurut Vygotsky, semua

manusia dapat membangkitkan zona perkembangan proksimal atau zona perkembangan puncak tertingginya apabila ada interaksi sosial melalui adanya *Scaffolding*, yaitu adanya bantuan dari manusia lainnya yang memiliki kemampuan lebih tinggi atau telah mencapai ZPD. Selain interaksi sosial, yang mempengaruhi perkembangan manusia adalah budaya atau kebiasaan yang dilakukan selama diberinya kesempatan hidup.

Paparan Vygotsky mengenai perkembangan yang terjadi pada manusia yang berkaitan dengan kemampuan penalarannya agaknya sedikit berbeda dengan Bandura. Menurut Bandura, perkembangan penalaran pada manusia dialami manusia dengan cara mengamati dan meniru manusia lainnya. Adapun menurut Erikson, perkembangan sifat, kepribadian, dan sosial manusia beriringan dengan perkembangan fisik manusia tersebut. Pada Tabel 1 dapat dilihat secara singkat paparan tahapan perkembangan sosial yang lebih condong pada psikososial menurut Erikson berdasar penjelasan Slavin (2018).

Tabel 1
Tahap perkembangan psikososial Erikson

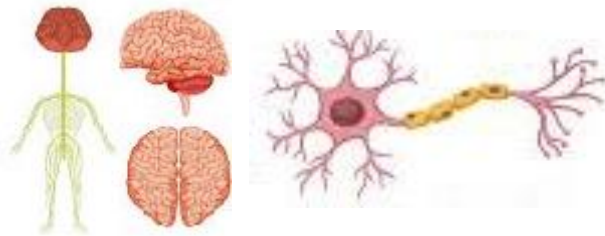
Tahap	Batasan usia (perkiraan)	Kondisi psikososial
I	0 – 18 bulan	Berada dalam kondisi antara percaya dan tidak percaya
II	18 bulan – 3 tahun	Berada dalam kondisi antara kemandirian dan keraguan
III	3 – 6 tahun	Berada dalam kondisi antara berinisiatif dan merasa bersalah
IV	6 – 12 tahun	Berada dalam kondisi antara ketekunan dan rasa rendah diri
V	12 – 18 tahun	Berada dalam kondisi antara mempertahankan identitas diri dengan munculnya kekacauan identitas
VI	Dewasa awal (\pm 18 – 40 tahun)	Berada dalam kondisi antara keintiman dengan isolasi
VII	Dewasa pertengahan (\pm 40 – 65 tahun)	Berada dalam kondisi antara produktif dengan stagnasi atau tidak lagi produktif
VIII	3 – 6 tahun (\pm 65 tahun ke atas)	Berada dalam kondisi antara penuh kepercayaan diri dengan keputusan

b. Proses perkembangan fisik manusia

Perlu diketahui terlebih dahulu beberapa aspek yang berkaitan dengan perkembangan fisik manusia yang paling utama sebelum dibahas proses perkembangan fisik manusia. Aspek-aspek yang ada di antaranya:

1) Sistem saraf

Sistem syaraf dalam proses perkembangan fisik manusia dijadikan-Nya sebagai pengendali aktivitas tubuh, termasuk juga sebagai perantara untuk merasakan dan memproses informasi. Untuk lebih jelasnya, diberikan ilustrasi mengenai sistem saraf pada Gambar 3.



Sumber: <https://www.vecteezy.com/free-vector/nervous-system>

Gambar 2 Ilustrasi sistem saraf

2) Sistem otot,

Sistem otot dalam proses perkembangan fisik manusia dijadikan-Nya untuk mempermudah pergerakan dan pemroduksi panas tubuh. Untuk lebih jelasnya, diberikan ilustrasi mengenai sistem otot pada Gambar 4.

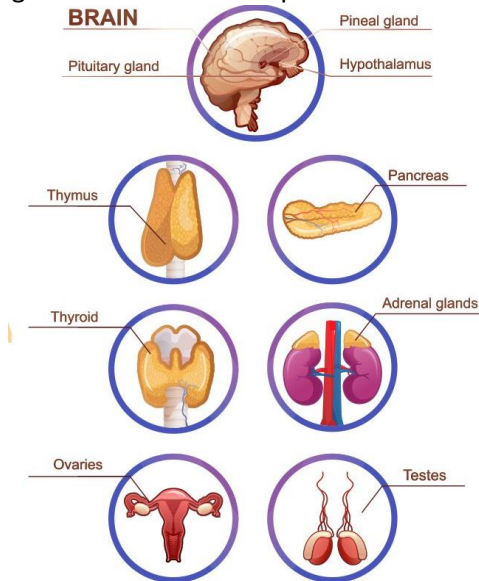


Sumber: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRGyQF_fsj3fSRHQnGd8XqWZheeqG_d_8D0uQ&usqp=CAU

Gambar 3 Sistem otot

3) Sistem endokrin

Sistem endokrin dalam proses perkembangan fisik manusia dijadikan-Nya sebagai pendukung kegiatan komunikasi internal tubuh melalui kelengkapan hormon yang disediakan-Nya dalam tubuh yang dibentuk oleh kelenjar endokrin. Untuk lebih jelasnya, diberikan ilustrasi mengenai sistem endokrin pada Gambar 5.

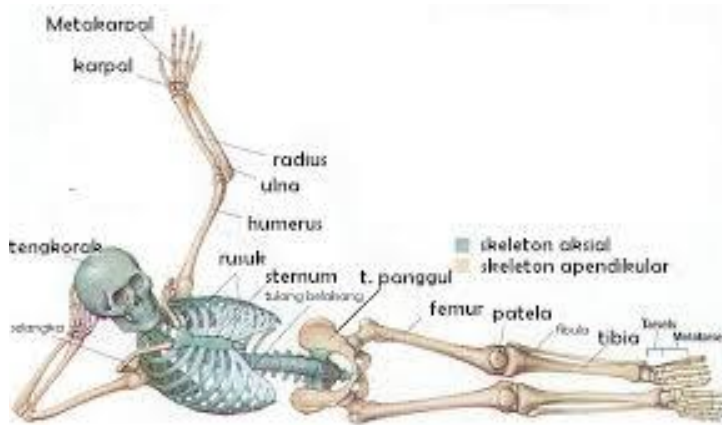


Sumber: Endocrine society (2023)

Gambar 4 Sistem endokrin

4. Sistem rangka

Sistem rangka dalam proses perkembangan fisik manusia dijadikan-Nya sebagai penyokong dan pelindung organ dalam dan pemproduksi sel darah. Untuk lebih jelasnya, diberikan ilustrasi mengenai sistem saraf pada Gambar 6.



Sumber: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR-Pg3hZ7TLxxFIAa8tTovVu1oQI7QsUgR3WA&usqp=CAU>

Gambar 5 Sistem endokrin

Proses perkembangan fisik manusia berkaitan erat dengan proses kematangan yang terjadi pada fungsi tubuh manusia yang bersifat kualitatif, meskipun ilustrasi yang sering diperlihatkan seolah berkaitan dengan sifat kuantitatif. Hal ini dapat dilihat dalam Gambar 7. Di mana dalam Gambar 6 tersebut tampak bentuk fisik manusia dilihat dari tingginya, padahal yang dimaksud perkembangan itu adalah kematangan fungsi tubuhnya, seperti yang dulunya tidak bisa merangkak, menjadi bisa merangkak, lalu meningkat lagi menjadi bisa berdiri, hingga dapat berlari. Selain itu, perkembangan fisik manusia dijadikan-Nya tanda dengan adanya perkembangbiakan, kemudian terjadi penurunan fungsi tubuh. Sehingga secara fisik manusia dijadikan-Nya semakin lemah dan pada akhirnya dicabut nyawa atau mengalami kondisi kematian atau lepasnya ruh dari tubuh fisik. Tahapan perkembangan fisik manusia di sini adalah:

Tabel 2
Tahapan perkembangan fisik manusia

No.	Tahapan (masa)	Kondisi fisik
1.	Prenatal (\pm 9 bulan)	Masih berada dalam kandungan ibu, di mana asupan gizi ibu dapat mempengaruhi perkembangannya
2.	Bayi (0 – 2 tahun)	Manusia masih dalam kondisi sangat lemah, sehingga sangat bergantung pada seorang pengasuh (ibu), lebih banyak komponen fisik yang mulai berkembang, seperti merangkak, duduk, berdiri, lari, dan lain-lain, bentuk tubuh semakin kuat dan tegak
3.	Anak-anak awal (2 – \pm 6 tahun)	Manusia mengalami perkembangan motorik yang dipengaruhi oleh perkembangan dari sistem saraf, rangka, dan otot yang semakin pesat bentuk tubuh semakin kuat dan tegak
4.	Anak-anak (6 – \pm 12 tahun)	Manusia mengalami perkembangan pada sistem saraf dan reproduksinya, sehingga organ-organ reproduksinya sudah mulai aktif dan sudah dapat bereproduksi, bentuk tubuh semakin kuat dan tegak
5.	Remaja (6 – \pm 18 tahun)	Manusia mengalami perkembangan sistem saraf, rangka, dan otot, di mana bentuk tubuh semakin kuat dan tegak dari sebelumnya
6.	Dewasa awal (\pm 18 – 40 tahun)	Manusia mengalami perkembangan sistem saraf, rangka, dan otot, namun kemudian mulai terjadi penurunan bentuk tubuh dari sebelumnya
7.	Dewasa pertengahan (40 – \pm 70 tahun)	Manusia mengalami perkembangan sistem sarafnya, namun semakin menurun kekuatan dan bentuk tubuh dari sebelumnya
8.	Dewasa akhir (di atas 70 tahun)	Manusia mengalami penurunan kekuatan dan bentuk tubuh dari sebelumnya, hingga kemudian mati (seluruh kekuatan tubuh hilang)

Sumber: Santrock (2012); Schell (2022)



Gambar 6 Proses perkembangan fisik manusia

C. RANGKUMAN MATERI

Beberapa hal yang dapat dijadikan catatan penting dalam bahasan perkembangan penalaran dan fisik manusia, di antaranya:

1. Manusia sebagai makhluk yang sadar diri merupakan kekhasan utama manusia yang membedakannya dengan makhluk lainnya, di mana terdapat kemampuan penalaran di dalamnya yang diberikan oleh Tuhan Pencipta.
2. Keunikan fisik manusia ada empat, yaitu: a. Manusia diberi-Nya kemampuan untuk bergerak lebih elastis dari makhluk lainnya, c. Manusia dapat mencerna makanan baik hayati maupun hewani dengan mengolahnya terlebih dahulu, sehingga kekebalan tubuhnya lebih tinggi dari makhluk lainnya, d. Manusia dapat mengendalikan diri dan lingkungannya atau makhluk lainnya.
3. Proses perkembangan penalaran dan fisik manusia menunjukkan bahwa manusia mengalami dua proses perkembangan. Dengan kata lain, tidak hanya proses perkembangan fisik saja yang terjadi pada manusia, tetapi juga ada proses perkembangan di luar fisik yang merupakan proses perkembangan terpenting (*urgent*) dalam diri manusia, sebab hal itu berpengaruh besar pada kualitas manusia dalam menjalani fungsinya sebagai makhluk yang sadar diri yang diberi-Nya akal.

TUGAS DAN EVALUASI

1. Jelaskan makna manusia yang sadar diri itu bagaimana! Cari jawaban dengan sumber dari buku ini maupun dari buku lainnya baik yang sejenis maupun yang tidak sejenis, tetapi berkaitan dengan pertanyaan.
2. Mengapa manusia memiliki peran pengganti Tuhan di bumi-Nya sebagai khalifah atau pemimpin ataupun penguasa di bumi-Nya?
3. Setujukah Anda bila dikatakan manusia itu sama saja dengan hewan, hanya saja manusia memiliki akal?
4. Kenaikan fisik mana saja yang Anda rasakan sebagai seorang manusia? Jelaskan mengapa seperti itu!
5. Proses perkembangan manakah yang lebih *urgent* pada diri manusia? Jelaskan mengapa Anda memilih proses tersebut!

DAFTAR PUSTAKA

- Egbai, U. O. (2016). *History and philosophy of science: origin of man and the universe*. Calabar, Nigeria: Ultimate Index Book Publishers Ltd.
- Endocrine society. (2023). *Endocrine system*. Washington: Endocrine society. Diunduh pada tanggal 20 Januari 2023, pukul 13.06 wib, dari: <https://www.endocrine.org/about-us/contacts-and-directions>.
- Felicia, N. (2022). *Perkembangan peserta didik* (cet. ke-2). Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Gallagher, K.T. (1986; 2018). *The philosophy of knowledge* (classic reprint). United Kingdom: Forgotten Books. Diunduh pada tanggal 16 Januari 2023, pukul 10.30 wib, dari: <https://www.walmart.com/ip/Philosophy-of-Knowledge-Classic-Reprint/869803481> atau <https://library.lol/main/C9BBFA91A62CB2329AD1F2660A9C4B4B>.
- Hasse, D.N. (Januari, 2020). *Influence of arabic and islamic philosophy on the latin west*. USA: [Stanford Encyclopedia of Philosophy](#). Diunduh pada tanggal 19 Januari 2023, pukul 10.30 wib, dari: <https://plato.stanford.edu/entries/arabic-islamic-influence/>.
- Idris, S. dan Ramly, F. (2016). *Dimensi filsafat ilmu dalam diskursus integrasi ilmu*. Yogyakarta: Darussalam Publishing.
- Jenik, C. (2021). *The world's largest religious groups over time*. Hamburg: Statista. Diunduh pada tanggal 17 Januari 2023, pukul 17.33 wib, dari: <https://www.statista.com/chart/25572/worlds-largest-religious-groups-over-time/>.
- Kierkegaard, S. (1985). *Kierkegaard's writings, vii: philosophical fragments, or aacus, or de omnibus dubitandum est* (two books in one volume). US: Princeton University Press. Diunduh pada tanggal 18 Januari 2023, pukul 08.56 wib, dari: <http://library.lol/main/6D9EB6EF61EA8DBAEBAA0A162C61221A0>.
- Loar, B. (2006). *The blackwell guide to philosophy of language: language, thought, and meaning*. USA: Backwell Publishing. Diunduh pada tanggal 18 Januari 2023, pukul 07.31 wib, dari: <http://www.libgen.is/book/index.php?md5=2F7D42CAEF16E9475770C43AC5E9BBBD>

- NIshop1. (Januari, 2023). *Big hand: earth and human*. Diunduh pada tanggal 16 Januari 2023, pukul 09.49 wib, dari: https://www.123rf.com/photo_59854249_big-hand-earth-and-human.html?vti=lfq4ywa016ltof36nx-1-47.
- Roscoe, K. dan Isle, M. (2015). *Aristotle: the father of logic (the greatest greek philosophers)*. US: Rosen Young Adult. Diunduh pada tanggal 16 Januari 2023, pukul 10.39 wib, dari: <https://www.amazon.com/Aristotle-Father-Logic-Greatest-Philosophers/dp/1499461267>.
- Santrock, J.W. (2018). *Educational psychology* (4th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Schell, L.M. (2022). *Human growth and development*. UK: Academic Press, Elsevier.
- Sikandar, A. (2015). John dewey and his philosophy of education. *Journal of Education and Educational Development. Vol. 2 No. 2 (December 2015) 191 – 201*. Diunduh pada tanggal 16 Januari 2023, pukul 09.49 wib, dari: <http://jmsnew.iobmresearch.com/index.php/joeed/article/view/214>.
- Slavin, Robert, E. (2018). *Educational psychology: Theory and Practice* (12th ed.). Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- Suriasumantri. J.S. (2005). *Filsafat ilmu: sebuah pengantar populer*. Jakarta: Sinar Harapan.
- Kups, T. (2022). *Kierkegaard on descartes: doubt as a prefiguration of existential despair*. Poland: Nicolaus Copernicus. Diunduh pada tanggal 18 Januari 2023, pukul 11.57 wib, dari: <https://omega.umk.pl/info/article/UMK14f36103d6184438b445d37b9d4c52db/>.
- Titus, H. H., Smith, M. S., Nolan, R.T. (1984). *Persoalan-persoalan filsafat* (edisi terjemah indonesia). Jakarta: Bulan Bintang.
- Tucker, M.E. (2003). *Worldviews and ecology: religion, philosophy, and the environment* (ed. terjemah). Diterjemahkan Hadi, P.H. Yogyakarta: Kanisius.



ILMU DAN METODE KEILMUAN

Johannes Johnny Kojnja, S.H., M.H
Universitas Mataram

A. PENDAHULUAN

Pembahasan pokok dalam Bab ini terkait korelasi antara Ilmu dan Metode Keilmuan. Kajian ini didasari oleh pandangan bahwa ilmu sebagai pengetahuan ilmiah memiliki posisi dan kedudukan yang sangat penting dalam menopang kesejahteraan umat manusia, karena dengan ilmu pengetahuan maka manusia selain dapat mensejahterakan hidupnya dan mencari nilai-nilai hakiki serta memaknai arti sebuah kehidupan dalam hidupnya. Hanya saja tidak semua pengetahuan dapat disebut ilmu yang melahirkan kebenaran ilmiah, karena kebenaran ilmiah hanya bisa didapat melalui metode ilmiah yang pengkajian dilakukan oleh seorang ilmuwan. Untuk itu, tanpa metode ilmiah maka pengetahuan hanyalah merupakan kebenaran yang masih bersifat “semu”.

Buku ini diproyeksikan untuk Mahasiswa yang merupakan komunitas akademis yang "secara aktual" sedang senangnya mencari jati diri dengan pikirannya untuk berusaha mencetak baginya sebuah identitas baru sebagai "kaum pemikir". Kesadaran diri selaku pemikir sejati, mendorong Anda selaku mahasiswa untuk mengembangkan diri sebagai ilmuwan sejati, dan calon professional yang sejati.

Manusia, khususnya mahasiswa tidak dapat membangun kehidupan, mengembangkan diri, serta kehidupan kemahasiswaannya tanpa berpikir. Mahasiswa, setiap saat seolah berada dalam sebuah kecemasan intelektual atau kegelisahan pemikiran, dalam mengamati keadaan di sekitarnya. Mereka terdorong untuk mengamati, menguji, mengkritisi, dan mengembangkan pemikiran-pemikiran baru yang lebih jelas atau tajam dalam memecahkan realitas dimaksud.

Apalagi jika kita melihat perkembangan keilmuan yang sangat spektakuler saat ini telah banyak memberikan kontribusi yang sangat besar pada umat manusia misalnya mempermudah manusia dalam melakukan mobilitas baik itu dengan menggunakan sarana transportasi dan komunikasi, ilmu kedokteran yang sangat pesat, dan penemuan baru yang paling mutakhir.

Perkembangan keilmuan di atas tentunya didasari oleh metode ilmu atau metode keilmuan sebagai suatu cara di dalam memperoleh ilmu atau pengetahuan baru. Disini, metode keilmuan, dalam hal tertentu dipandang pula sebagai sebuah teori pengetahuan yang dipergunakan untuk memperoleh jawaban-jawaban tertentu mengenai suatu permasalahan atau pernyataan.

Untuk mendalami ilmu sebagai pengetahuan yang tersusun secara sistematis, sehingga dapat dipahami bahwa pengetahuan merupakan isi substantif yang terkandung dalam ilmu. Disamping perlunya prosedur keilmuan yang merupakan metode keilmuan atau metode ilmiah yang tidak hanya mencakup aspek pengamatan (observasi) atau percobaan (eksperimen), namun terkait dengan aspek analisis, pemerian (uraian), penggolongan (klasifikasi), pengukuran, perbandingan, pengujian, dan survei. Untuk itu, bab ini akan diakhiri dengan tugas dan evaluasi terkait yang terdiri dari 5 (lima) pertanyaan yang bersifat tekstual dan kontekstual analisis.

B. PENGERTIAN ILMU

Secara umum, ilmu itu berarti “tahu”, sehingga ilmu itu dapat disebut sebagai “pengetahuan”. Ilmu merupakan cabang pengetahuan yang mempunyai ciri-ciri tertentu, yaitu obyektif, analitis, dan verifikatif (Jujun, 2009, p, 33). Ilmu merupakan kumpulan pengetahuan yang membedakan

dengan pengetahuan-pengetahuan lainnya, karena jawaban keilmuan didasarkan pada jawaban yang diberikan ilmu terhadap ketiga pernyataan pokok, yaitu ontology yang membahas tentang apa yang ingin diketahui (obyek), epistemologi yang membahas tentang bagaimana membahasnya secara mendalam (metode), dan aksiologi yang mengacu pada nilai atau manfaat (Jujun, 2001, p, 5).

Lebih lanjut, Nazir (2003) menyebutkan bahwa Ilmu adalah pengetahuan yang sudah dicoba dan diatur menurut urutan dan serta menyeluruh dan sistematis. Dalam Hal ini, Alfandi (2001) menjelaskan pula bahwa pengetahuan belum dapat digolongkan sebagai ilmu jika belum dapat menjelaskan pertanyaan “mengapa?”.

Ilmu dipahami sebagai proses penyelidikan yang berdisiplin dan bertujuan untuk meramalkan atau memahami gejala-gejala alam. Istilah Ilmu (sains) berasal dari bahasa Latin yaitu *scientia* yang berarti pengetahuan (knowledge). Hakikat Ilmu (sains) digunakan untuk menjawab pertanyaan “apakah sebenarnya sains itu?”

Mengingat objek sains sangat beragam, maka pengkajian dan pendalamannya pun memerlukan disiplin ilmu sains secara khusus dan sesuai dengan apa yang dikajinya. Untuk itu pula, maka sains dapat dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu Physical Sciences (fisik) yang terdiri dari:

1. Natural science atau Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yakni ilmu yang dipandang sebagai suatu cara atau metode sistematis untuk dapat mengamati fenomena alam semesta yang terdiri dari:
 - a. *Physical Sciences* (ilmu fisik) yaitu ilmu-ilmu Astronomy, Kimia, Geology, Mineralogy, Meteorology, dan Fisika.
 - b. *Life Sciences* (ilmu biologi) yaitu meliputi Biology (anatomy, physiology, zoology, sitology, embryology, dan microbiology).
2. Social science atau Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS) yakni ilmu yang membahas mengenai pemahaman dan pengamatan tentang manusia, budaya dan masyarakat yakni semua aspek kehidupan manusia termasuk hubungan atau interaksi sosial dan jalinan sosial sesama mereka.

Sosial science dikembangkan oleh para ahli falsafah Yunani, yaitu Plato, Aristoteles, Archimedes dan Socrates pada abad ketiga dan keempat Sebelum Masehi (Yusof, 2001). Disiplin ilmu yang termasuk ke dalam Sosial Science antara lain yaitu ilmu Sejarah, Sains Politik, Ekonomi, Psikologi, Undang-undang, Linguistik, Antropologi, dan Sosiologi.

Conant (dalam Usman, 2006, p, 1) mendefinisikan sains sebagai suatu deretan konsep serta skema konseptual yang berhubungan satu sama lain dan tumbuh sebagai hasil eksperimentasi dan observasi serta berguna untuk diamati dan di eksperimentasikan lebih lanjut. Carin & Sund (1985, p, 6) mendefinisikan sains adalah suatu sistem untuk memahami alam semesta melalui observasi dan eksperimen yang terkontrol. Selanjutnya, Carin & Sund mendasarkan pula 3 (tiga) elemen dasar sains yaitu:

1. Human attitude adalah suatu keyakinan, atau nilai-nilai, seperti membuat keputusan setelah memperoleh cukup data yang berkaitan dengan problemnya;
2. Science processes or methods adalah cara dalam penyelidikan untuk memecahkan masalah, yaitu seperti membuat hipotesis, merancang dalam melakukan atau melaksanakan eksperimen, mengumpulkan data, menyusun data, mengevaluasi data, mengukur dan sebagainya; dan
3. Science product adalah berupa fakta, prinsip, hukum, teori dan sebagainya.

Nash (Samatowa, 2006, p, 2) dalam bukunya *The Nature of Science* menyatakan bahwa "*Science is a way of looking at the world*" menyatakan bahwa sains adalah suatu cara atau metode untuk dapat mengamati sesuatu, dalam hal ini adalah dunia. Selanjutnya Nash mengemukakan pula bahwa cara memandang sains terhadap sesuatu itu berbeda dengan cara memandang biasa atau cara memandang filosof. Cara memandang sains bersifat analisis, melihat sesuatu secara lengkap, dan cermat serta menghubungkan antara satu fenomena dengan fenomena lain, sehingga keseluruhannya membentuk suatu perspektif yang baru tentang objek yang di amatinya.

Lebih lanjut, Nash menambahkan pula bahwa *“the whole science is nothing more than a refinement of everyday thinking”*. Kalimat tersebut maksudnya adalah metode berpikir atau pola pikir sains tidak sama dengan pola pikir sehari-hari, di mana berpikirnya harus menjalani *“refinement”* sehingga cermat dan lengkap.

The Liang Gie menjelaskan bahwa ilmu sebagai proses, metode ilmiah, dan pengetahuan yang sistematis (The Liang Gie, 2007, p, 85). Dalam hal ini, ilmu secara nyata dan khas adalah suatu aktivitas manusiawi yakni perbuatan melakukan sesuatu yang dilakukan oleh manusia. Ilmu tidak hanya satu aktivitas tunggal saja, melainkan suatu rangkaian aktivitas sehingga merupakan sebuah proses aktivitas yang bersifat rasional, kognitif, dan memiliki tujuan.

Ilmu dapat dipahami dari 3 (tiga) sudut, yakni: Pertama, ilmu dapat dipahami sebagai aktivitas ilmuwan; Kedua, dibahas dari segi metode; dan Ketiga, ilmu dipahami sebagai pengetahuan yang merupakan hasil kajian yang sudah sistematis. Pemahaman yang benar terhadap ilmu akan menghasilkan 3 (tiga) ciri pokok, yaitu: Pertama, sebagai rangkaian kegiatan manusia atau proses; Kedua, sebagai tata tertib tindakan pikiran atau prosedur, dan Ketiga, sebagai keseluruhan hasil yang dicapai atau produk yang semuanya bersifat dinamis, sehingga ilmu dapat dipahami sebagai aktivitas penelitian, metode kerja, dan hasil pengetahuan.

Setiap ilmu harus memiliki satu atau beberapa konsep kunci atau konsep tambahan yang bertalian. Beberapa contoh konsep ilmiah, misalnya: konsep bilangan di dalam Matematika, konsep gaya di dalam Fisika, konsep evolusi di dalam Biologi, stimulus di dalam Psikologi, kekuasaan atau strata sosial di dalam ilmu-ilmu Sosial, simbol di dalam Linguistik, keadilan dalam Ilmu Hukum, keselamatan dalam Ilmu Teologi, atau lingkungan di dalam ilmu-ilmu inter disiplinier.

Konsep-konsep ilmu atau konsep ilmiah tersebut sangat dibutuhkan agar suatu ilmu dapat menyusun berbagai azas, teori, hingga dalil-dalil. Oleh karenanya, sesuatu konsep ilmiah dapat merupakan semacam sarana untuk ilmuwan melakukan pemikiran dalam mengembangkan pengetahuan ilmiah.

Konsep ilmu agar dapat berguna secara ilmiah, maka ia harus memiliki 2 (dua) sifat dasar, yaitu Pertama, sifat operasional untuk kepentingan pengamatan (observasi). Dalam hal ini, setiap konsep ilmu mengandung pengertian-pengertian yang berkesesuaian dengan fakta atau situasi yang dapat diamati secara empiris yaitu mengandung pengertian bahwa pengetahuan yang diperoleh tersebut adalah berdasarkan pengamatan (observation) atau eksperimentasi (experimentation).

Kedua, sifat abstrak untuk kepentingan melakukan penyimpulan dan membuat keterangan-keterangan ilmiah yang berlaku secara umum (generalisasi). Namun, konsep-konsep ilmu yang bersifat abstrak, kadangkala sangat begitu abstrak sehingga hampir berupa dengan khayalan, misalnya: konsep ketakterhinggaan Matematika (mathematical infinity), dan manusia ekonomis (the economic man), atau negara ideal (the ideal state).

Dalam kamus Bahasa Indonesia, ilmu adalah pengetahuan tentang suatu bidang yang tersusun secara sistematis menurut metode-metode tertentu yang dapat digunakan untuk menerangkan gejala-gejala tertentu di bidang itu. Dari pengertian tersebut, maka dapat dipahami bahwa Ilmu merupakan kumpulan pengetahuan yang bersifat menjelaskan gejala alam yang memungkinkan manusia melakukan serangkaian tindakan untuk menguasai gejala tersebut berdasarkan penjelasan yang ada. Penjelasan keilmuan memungkinkan kita untuk meramalkan apa yang akan terjadi sehingga mampu mengontrol kenyataan atau kondisi empiris tersebut.

George J. Mouly menjelaskan bahwa permulaan ilmu dapat ditelusuri sampai pada permulaan manusia. Tak diragukan lagi bahwa manusia purba telah menemukan beberapa hubungan yang bersifat empiris yang memungkinkan mereka untuk mengerti keadaan dunia. Usaha mula-mula di bidang keilmuan yang tercatat dalam lembaran sejarah dilakukan oleh bangsa Mesir dimana banjir Sungai Nil terjadi tiap tahun ikut menyebabkan berkembangnya sistem almanak, geometri dan kegiatan survey (Jujun,1985, p,87).

Sasaran ilmu adalah pembentukan konsep (pengertian), baik untuk kepentingan pengembangan ilmu secara murni, misalnya untuk menyusun teori dan menghasilkan dalil-dalil, atau azas, maupun untuk kepentingan praktis bagi tindakan penerapan nyata. Dalam hal ini, konsep merupakan

ide umum yang mewakili sesuatu himpunan hal yang biasanya dibedakan dari pencerapan atau persepsi mengenai suatu hal khusus. Konsep juga merupakan alat penting untuk pemikiran terutama dalam hal penelitian ilmiah atau penelitian keilmuan.

C. PRINSIP (KAIDAH) ILMU

Perlu dipahami bahwa sasaran ilmu adalah pembentukan konsep (pengertian), baik untuk kepentingan pengembangan ilmu secara murni, misalnya untuk menyusun teori dan menghasilkan dalil-dalil, atau azas, maupun untuk kepentingan praktis bagi tindakan penerapan nyata.

Terkait pembentukan konsep yang merupakan alat penting untuk pemikiran, terutama dalam hal penelitian ilmiah atau penelitian keilmuan, maka sebagai ilmu, setidaknya memiliki 4 (empat) prinsip atau kaidah sebagai syarat dan karakteristik yang diperoleh dari penelitian ilmiah, antara lain yaitu:

1. Orde (keteraturan)

Orde (keteraturan) merupakan suatu fenomena atau gejala alam yang ditangkap pancaindera atau dengan alat bantu sebagai sesuatu yang teratur dan berjalan dalam pola tertentu, contoh gejala benda yang dipegang dan dilepas maka akan jatuh ke bawah, di sembarang tempat dan waktu di dunia ini benda akan jatuh ke bawah.

Pola tertentu yang teratur tersebut memungkinkan kita melakukan generalisasi yang berlaku umum. Orde dalam gejala alam memiliki keteraturan dalam space yang relatif absolut/tetap yang lebih dibandingkan gejala yang melibatkan manusia, manusia lebih mudah berubah bahkan dinamis, sehingga generalisasi gejala tentang manusia harus lebih hati-hati.

2. Determinisme (sebab-musabab)

Jika dikaji dari perspektif ilmu, percaya bahwa setiap peristiwa mempunyai sebab, determinan, atau anteseden (pendahulu) yang dapat diselidiki. Dapat dikemukakan tidak ada yang bersifat tunggal, suatu gejala akan senantiasa berkaitan dengan gejala yang lain. Apakah keterkaitan itu sebagai faktor-faktor pendorong sehingga menyebabkan adanya suatu gejala, apakah dari sebab-sebab tersebut akan timbul adanya akibat tertentu dan seterusnya.

3. Parsimoni (kesederhanaan)

Setiap ilmu pengetahuan harus dapat menggambarkan maupun menjelaskan gejala yang kompleks dalam bentuk yang sederhana-yang mudah dipahami. Sederhana disini bukan berarti kesederhanaan dalam kerangka pemikiran, justru semakin sistematis dan mudah dipahami gejala yang kompleks pemikiran yang luas tentu lebih baik.

4. Empirisme (pengalaman yang bisa diamati)

Dari prinsip-prinsip tersebut atas, maka terdapat banyak jalan untuk dapat menemukan kebenaran ilmu. Untuk itu, metode keilmuan adalah sebuah tata cara yang menentukan proses penelusuran apa yang ingin digunakan. Demikian juga bahwa kesimpulan yang berlaku umum tersebut harus didasarkan pengamatan (observasi) atau eksperimen, tidak didasarkan pada dugaan maupun pendapat spekulatif tetapi berdasarkan fakta atau data dari gejala yang diteliti.

5. Obyektif

Obyektif artinya bahwa temuan-temuan tersebut memungkinkan orang lain dapat menguji ulang generalisasi tersebut pada waktu, tempat, cara dan situasi yang lain. Demikian juga temuan-temuan tersebut disajikan "apa adanya" tanpa judgment subyektif Peneliti. Kerlinger (1973) mengemukakan bahwa proposisi ilmu harus memenuhi beberapa syarat, yaitu dapat diamati (*observable*), dapat diulang (*repeatable*), dapat diukur (*measurable*); dapat diuji (*testable*), dan dapat diramalkan (*predictable*).

D. TAHAPAN PERKEMBANGAN ILMU

Permulaan perkembangan ilmu dapat ditelusuri sampai pada permulaan manusia, yaitu mulai dari bangsa Mesir, Babylonia, Hindu, hingga Yunani.

Secara teoritis, sejarah mencatat bahwa bangsa Yunani yang pertama diakui oleh dunia sebagai perintis terbentuknya ilmu karena telah berhasil menyusunnya secara sistematis, sehingga perkembangan ilmu selalu mengacu kepada peradaban Yunani. Hal tersebut didukung oleh beberapa faktor, di antaranya adalah mitologi bangsa Yunani, kesusastraan Yunani, dan pengaruh ilmu pengetahuan pada waktu itu yang sudah sampai di Timur Kuno (*alt orientalische staaten*) yaitu: Mesopotamia (Iraq dan Timur

Laut Syria), Mesir Kuno, Iran Kuno (yang terdiri dari Elam, Media, Parthia dan Persia), Armenia, Anatolia (Turki) dan Levant (termasuk di dalamnya yaitu Syria, Lebanon, Israel, Palestine, Jordan, Cyprus, dan Kreta).

Terjadinya perkembangan ilmu di setiap periode dikarenakan pola pikir manusia yang juga mengalami perubahan dari mitos-mitos menjadi lebih rasional (Mouly, 1991, p, 87). Untuk itu pula, George J. Mouly membagi perkembangan ilmu menjadi tiga (3) tahap, antara lain yaitu:

1. Tahap animisme.

Pada tahap animism, manusia menjelaskan gejala yang ditemuinya dalam kehidupan sebagai perbuatan dewa-dewi, hantu dan berbagai makhluk halus yang memainkan peranan penting dalam kehidupan. Pada tahap animisme, pola pikir mitosentris masih sangat kental mewarnai pemikiran bangsa Yunani sebelum berubah menjadi logosentris, sebagai contoh yaitu peristiwa gempa bumi pada tahap animisme tidak dianggap fenomena alam biasa, tetapi Dewa Bumi yang sedang menggoyangkan kepalanya.

2. Tahap empiris.

Ketika filsafat diperkenalkan, maka fenomena alam gempa bumi yang sebelumnya pada tahap animisme dianggap sebagai aktivitas dewa karena didasarkan pada pola pikir mitosentris, akhirnya berkembang kepada pemikiran bahwa aktivitas atau gejala alam seperti gempa bumi yang terjadi adalah secara kualitas dan dapat diterangkan sebab-musababnya (Mouly, 1991, p, 87).

Implikasi dari hal tersebut, maka manusia akan mencoba merumuskan semua hal termasuk asal-muasal mitos-mitos karena mereka menyadari bahwa hal tersebut dapat dijelaskan asal-usulnya dan kondisi sebenarnya. Sehingga sesuatu hal yang tidak jelas yang hanya berupa tahu atau pengetahuan dapat dibuktikan kebenarannya dan dapat dipertanggungjawabkan pada saat itu. Dari sinilah awal kemenangan ilmu pengetahuan atas mitos-mitos dan kepercayaan tradisional yang berlaku di masyarakat.

Dari hal tersebut di atas, dapatlah diketahui bahwa proses berpikir manusia menuntut mereka untuk menemukan sebuah metode belajar dari pengalaman dan memunculkan keinginan untuk menyusun sesuatu hal

secara empiris serta dapat diukur. Pada saat itulah perkembangan ilmu memasuki tahap ilmu empiris. Ilmu empiris kemudian terbagi ke dalam 2 (dua) tahap, yaitu:

- a. Tahap empiris, dimana ilmu terdiri dari hubungan empiris yang ditemukan pada berbagai gejala dalam bentuk-bentuk “X menyebabkan Y” tanpa mengetahui mengapa hal itu terjadi.
- b. Tahap penjelasan (teoritis) yang merupakan tahap paling akhir dari ilmu yaitu “ilmu teoritis” yang mengembangkan suatu struktur teoritis yang tidak saja menerangkan hubungan-hubungan empiris yang terpisah-pisah, namun juga mengintegrasikannya menjadi suatu pola yang berarti.

Pada tahap teoritis, hubungan dan gejala yang ditemukan dalam ilmu empiris dijelaskan dengan dasar suatu kerangka pemikiran tentang sebab-musabab sebagai langkah untuk mengontrol kegiatan agar hasil yang diharapkan dapat dicapai (Jalaluddin, 2013, p, 17-21).

Dalam ilmu teoritis, hubungan dan gejala yang ditemukan dalam ilmu empiris kemudian diterangkan dengan dasar suatu kerangka pemikiran tentang sebab-musabab sebagai langkah untuk meramalkan dan menentukan cara untuk mengontrol kegiatan agar hasil yang diharapkan dapat tercapai. Keunggulan dari ilmu teoritis adalah dapat memperpendek proses pemecahan masalah.

Lebih lanjut, pengetahuan ini terus berkembang dan membentuk berbagai macam jenis ilmu pengetahuan yang ada di kehidupan seorang manusia. Untuk itu pula, penggolongan ilmu (Surajiyo, 2014, p, 1-8) terbagi menjadi beberapa bagian, antara lain yaitu:

1. Ilmu Formal dan Ilmu Nonformal

Suatu ilmu disebut Ilmu Formal karena ilmu tersebut dalam seluruh kegiatannya tidak bermaksud menyelidiki data-data inderawi yang konkret, misalnya matematika dan filsafat. Sedangkan suatu ilmu disebut Ilmu Nonformal karena di dalam ilmu ini pengalaman inderawi memainkan peranan utama. Ilmu Nonformal dalam seluruh kegiatannya berusaha menyelidiki secara sistematis data-data inderawi yang konkret, misalnya Ilmu Hayat, Ilmu Alam, dan Ilmu Manusia.

2. Ilmu Murni dan Ilmu Terapan

Ilmu murni adalah ilmu yang bertujuan meraih kebenaran demi kebenaran (teoretis), misalnya matematika dan metafisika. Sedangkan ilmu terapan adalah ilmu yang bertujuan untuk diaplikasikan atau diambil manfaatnya (praktis), misalnya Ilmu Kedokteran, Teknik, Hukum, Ekonomi, Psikologi, Sosiologi, Administrasi, dan Ekologi.

3. Ilmu Nomotetis dan Ilmu Idiografis

Ilmu Nomotetis adalah ilmu yang objek pembahasannya merupakan gejala pengalaman yang dapat diulangi terus-menerus dan hanya merupakan kasus-kasus yang mempunyai hubungan dengan suatu hukum alam. Termasuk dalam ilmu Nomotetis adalah ilmu-ilmu alam, yang objek pembahasannya adalah benda alam atau gejala alam yang didekati dengan cara menerangkan.

Ilmu Idiografis adalah ilmu yang objek pembahasannya merupakan objek yang bersifat individual, unik, yang hanya terjadi satu kali dan mencoba mengerti atau memahami objeknya menurut keunikannya itu. Termasuk dalam ilmu Idiografis adalah ilmu-ilmu budaya, yang objek pembahasannya adalah produk manusiawi yang didekati dengan cara mengerti atau memahami.

4. Ilmu Deduktif dan Ilmu Induktif

Suatu ilmu disebut ilmu deduktif karena semua pemecahan yang dihadapi dalam ilmu ini tidak didasarkan atas pengalaman inderawi (empiris), melainkan atas dasar deduksi atau penjabaran. Deduksi ialah proses pemikiran yang melibatkan akal budi manusia dari pengetahuan tentang hal-hal yang umum dan abstrak, menyimpulkan tentang hal-hal yang bersifat khusus dan individual, misalnya matematika.

Suatu ilmu disebut ilmu induktif apabila penyelesaian masalah-masalah dalam ilmu yang bersangkutan didasarkan atas pengalaman inderawi (empiris). Ilmu induktif selalu bekerja atas dasar induksi yaitu proses pemikiran yang melibatkan akal budi manusia dari pengetahuan tentang hal-hal yang bersifat khusus dan individual, menarik kesimpulan tentang hal-hal yang bersifat umum dan abstrak, misalnya Ilmu Alam.

E. METODE KEILMUAN

Metode (method), secara harfiah berarti cara. Metode menurut Peter R. Senn merupakan suatu poses atau cara mengetahui sesuatu yang memiliki langkah-langkah sistematis (Jujun, 2001, p, 199). Namun ternyata sering terjadi kekeliruan dimana pada umumnya orang sering menyamakan atau mencampuradukkan antara Metode Keilmuan dengan Pendekatan atau Teknik. Padahal metode, pendekatan, dan teknik merupakan hal yang berbeda, meskipun saling bertalian.

Istilah metodologi dan metode sering dianggap sama, sehingga digunakan secara terbalik-balik. Metode atau metodik berasal dari bahasa Greek, yaitu *metha* yang berarti melalui atau melewati, dan *hodos* yang berarti jalan atau cara. Jadi, metode bisa berarti jalan atau cara yang harus dilalui untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam hal ini, metode adalah cara atau prosedur yang ditempuh untuk mengetahui sesuatu atau mencapai tujuan tertentu yang mempunyai langkah-langkah yang sistematis.

Terdapat istilah lainnya yang berkaitan pula dengan kedua istilah (*metha* dan *hodos*) tersebut di atas, yaitu teknik yang merupakan cara yang spesifik dalam pemecahan masalah tertentu yang ditemukan dalam pelaksanaan prosedur. Disamping itu, terdapat pula istilah metodologi yang secara harfiah berasal dari bahasa Yunani yaitu "*metodos*" terdiri atas 2 (dua) suku kata yakni *metha* yang artinya melewati atau melalui, dan *hodos* yang berarti cara atau jalan, serta kata "*logos*" yang berarti ilmu. Jadi, metodologi adalah cara atau ilmu-ilmu yang dipakai untuk menemukan kebenaran menggunakan penelusuran dengan tata cara tertentu dalam menemukan kebenaran, tergantung dari realitas apa yang dikaji.

Berdasarkan sifatnya, metode bersifat khusus karena lebih berkaitan dengan teknis saja dari keseluruhan yang dibahas dalam metodologi. Sedangkan metodologi bersifat umum karena merupakan sistem panduan untuk memecahkan persoalan dengan komponen spesifiknya adalah bentuk, tugas, metode, teknik dan alat.

Dalam hal ini, metodologi merupakan suatu pengkajian dalam mempelajari peraturan-peraturan dalam metode tersebut. Jadi metodologi ilmiah merupakan pengkajian dari peraturan-peraturan yang terdapat dalam metode ilmiah. Metodologi ini secara filsafat termasuk

dalam apa yang disebut epistemologi. Epistemologi merupakan pembahasan mengenai bagaimana caranya kita mendapatkan pengetahuan.

Metode ilmu atau metode keilmuan adalah suatu cara atau prosedur di dalam memperoleh ilmu atau pengetahuan baru. Jadi, ilmu merupakan pengetahuan yang diperoleh melalui metode keilmuan. Mengingat tidak semua pengetahuan dapat disebut ilmu, sebab ilmu merupakan pengetahuan yang cara mendapatkannya harus memenuhi syarat-syarat tertentu yang harus dipenuhi agar suatu pengetahuan dapat disebut ilmu melalui metode keilmuan.

Oleh karenanya, metode keilmuan dalam hal tertentu dipandang pula sebagai sebuah teori pengetahuan yang dipergunakan untuk memperoleh jawaban-jawaban tertentu mengenai suatu permasalahan atau pernyataan. Untuk itu pula, metode keilmuan dapat dikatakan merupakan prosedur keilmuan yang mencakup berbagai tindakan pikiran, pola kerja, tata langkah, dan cara atau teknik untuk mengembangkan pengetahuan yang ada guna mencapai pengetahuan baru yang disebut ilmu.

Asumsinya, bahwa lewat pengorganisasian kegiatan keilmuan yang bersifat sistematis dan pengujian pengamatan serta penalaran-penalaran logis atasnya maka manusia mampu mengumpulkan pengetahuan secara kumulatif, walaupun hal itu terus-menerus bertumbuh dalam kritik, koreksi, serta penyempurnaan. Jadi, metode ilmu lebih merupakan prosedur keilmuan yang digunakan oleh ilmuwan dalam pencarian sistematis terhadap pengetahuan baru dan meninjau kembali pengetahuan yang telah ada.

Metode ilmu mengandung struktur-struktur rasional dari sebuah penyelidikan ilmiah (penyelidikan keilmuan) yang melaluinya disusun dengan berbagai dugaan, ramalan atau prediksi serta pengujian-pengujian-pengujian sah atasannya. Prosedur keilmuan yang merupakan metode ilmu atau metode ilmiah dimaksud tidak hanya mencakup aspek pengamatan (observasi) atau percobaan (eksperimen), namun terkait dengan aspek analisis, pemerian (uraian), penggolongan (klasifikasi), pengukuran, perbandingan, pengujian dan survei. Bahkan, prosedur keilmuan yang terkait dalam metode ilmu dimaksud meliputi pula

prosedur-prosedur logis, misalnya: induktif, deduktif, abstraksi, dan penalaran yang semuanya termasuk di dalam ruang lingkup metode ilmu.

Metode keilmuan adalah cara kerja atau prosedur keilmuan untuk mendapatkan data dan mempergunakan data. Sedangkan “pendekatan” adalah ukuran-ukuran baku untuk memilih masalah atau data yang bertalian, misalnya pendekatan berdasarkan tinjauan berbagai ilmu, seperti Ilmu Ekonomi, Ilmu Politik, atau Sosiologi.

Pendekatan ilmu ekonomi akan menggunakan ukuran-ukuran ekonomi untuk memilih masalah, pertanyaan, dan data yang digunakan untuk membahas hal atau obyek keilmuan dimaksud. Sedangkan pendekatan Sosiologi akan menggunakan titik tolak atau sudut pandang Sosiologi, misalnya ukuran-ukuran pranata sosial, interaksi antar manusia, atau sistem sosial dan sebagainya untuk menjadi kerangka atau dasar pembahasan.

Jenis pendekatan berdasarkan ukuran baku ilmu-ilmu tersebut di atas akan berbeda dengan metode keilmuan. Sehingga dalam hal ini, sesungguhnya tidak ada metode psikologi atau metode sosiologi, tetapi pendekatan psikologis atau pendekatan sosiologis. Mengingat bahwa metode merupakan jabaran dari pendekatan, karena satu pendekatan dapat dijabarkan ke dalam berbagai metode.

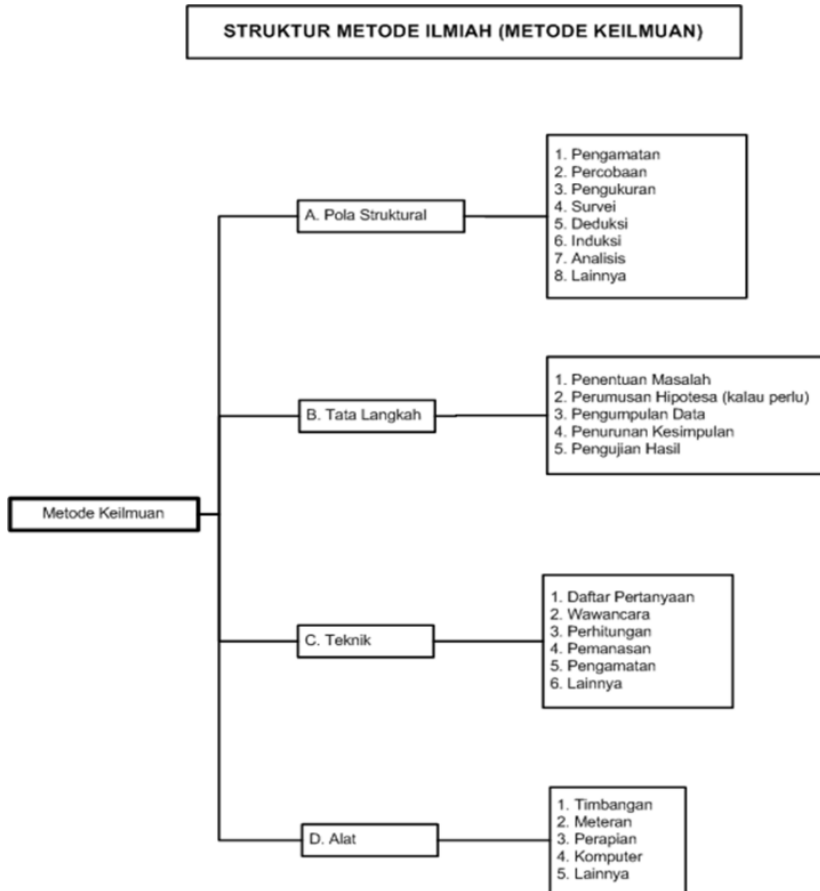
Teknik juga berbeda dengan metode keilmuan, karena teknik merupakan cara-cara operasional dalam arti yang lebih terinci dan bersifat rutin dan mekanis untuk memperoleh dan menangani data di dalam penelitian keilmuan, misalnya penelitian mengenai gejala-gejala dalam masyarakat dapat menggunakan metode survei dengan teknik penelitian lapangan (field work), teknik investigasi, daftar pertanyaan, atau wawancara. Ilmu-ilmu kealaman misalnya dapat menggunakan metode pengukuran dengan teknik pemanasan atau teknik tekanan dengan bantuan berbagai peralatan, seperti laboratoriu dan sebagainya.

Untuk itu pula, metode ilmu atau metode keilmuan meliputi suatu rangkaian langkah-langkah yang tertib berupa 11 (sebelas) langkah, antara lain yaitu:

1. Pengamatan (observasi) awal terhadap gejala-gejala atau hasil percobaan (eksperimentasi) yang ada.

2. Menganalisis dan merumuskan masalah untuk menetapkan apa yang dicari serta apa hipotesis (pangkal-pangkal dugaan) yang digunakan untuk memberi bentuk dan arah pada telaah penelitian.
3. Perumusan hipotesis, variabel, dan indikator yang melukiskan gejala atau hasil percobaan dimaksud.
4. Pengujian hipotesis untuk melihat apakah hipotesis tersebut memadai dalam hal meramalkan dan melukiskan gejala-gejala baru atau hasil percobaan yang baru.
5. Pengumpulan data sesuai indikator yang ditetapkan.
6. Pengolahan data dengan cara melakukan penggolongan (klasifikasi), interpretasi, dan pengaturan data guna menunjukkan kesamaan-kesamaan, urutan, dan hubungan-hubungan yang ada.
7. Membuat kesimpulan-kesimpulan umum dan khusus dari setiap langkah keilmuan.
8. Pengujian dan pemeriksaan terhadap kebenaran-kebenaran kesimpulan tersebut.
9. Pengembangan generalisasi-generalisasi.
10. Pengujian dan pemeriksaan terhadap kebenaran hasil generalisasi.
11. Penyempurnaan generalisasi.

Struktur Metode Keilmuan atau Metode Ilmiah dapat dilihat dalam skema di bawah ini:



Dari bagan struktur metode keilmuan yang digambarkan di atas, dapat dipahami pula bahwa sistematika keilmuan mempunyai dwifungsi, yaitu di satu pihak berupa hasil upaya penemuan asas pengaturan, sedangkan di lain pihak menjadi titik tolak untuk menggalakkan penemuan-penemuan baru. Perlu diingat, bahwa sistem yang mampu mewujudkan ilmu bukan yang semata-mata mempunyai kelengkapan struktur ilmu sebagai wahana fungsi proses deduksi dan proses induksi secara silih berganti, melainkan

yang telah dilengkapi oleh metode ilmiah yaitu sistem dan metode yang secara ketat mengatur pengetahuan tentang gejala alam dan gejala sosial.

Lebih lanjut, pengetahuan ilmiah pada hakikatnya mempunyai 3 (tiga) fungsi, yakni menjelaskan, meramalkan dan mengontrol. Penjelasan keilmuan memungkinkan kita meramalkan apa yang akan terjadi dan berdasarkan ramalan tersebut kita dapat mengontrol agar ramalan tersebut terjadi atau tidak (Aceng, 2011, p, 103). Secara garis besar, terdapat 4 (empat) jenis pola penjelasan keilmuan, antara lain yaitu

1. Deduktif.

Menggunakan cara berfikir deduktif dalam menjelaskan gejala yang dengan menarik kesimpulan secara logis dari premis-premis yang telah ditetapkan sebelumnya.

2. Probabilistik.

Probabilistik merupakan penjelasan yang ditarik secara induktif dari sejumlah kasus, tapi tidak memberikan kepastian seperti penjelasan deduktif, sehingga bersifat kemungkinan.

3. Fungsional.

Fungsional atau teologis merupakan penjelasan yang meletakkan sebuah unsur dalam kaitannya dengan sistem secara keseluruhan yang mempunyai karakteristik atau arah tertentu.

4. Genetik.

Penjelasan yang menggunakan faktor-faktor yang timbul sebelumnya dalam menjelaskan gejala yang muncul kemudian.

Suatu hal yang urgen ketika seseorang ingin mendapatkan pengetahuan yang benar adalah memahami secara komprehensif metodologinya. Hal ini penting untuk dilakukan agar tidak terjebak pada sebuah konklusi-konklusi yang salah. Terdapat 3 (tiga) metode pendekatan yang digunakan dalam mencari pengetahuan yang biasa dikenal sebagai sebuah metodologi dalam mencari pengetahuan, antara lain yaitu:

1. Rasionalisme.

Kaum rasionalis berpendapat bahwa dunia yang kita ketahui dengan metode intuisi rasional adalah dunia yang nyata. Kebenaran atau kesalahan terletak dalam ide dan bukan pada benda-benda tersebut. Kritik terhadap rasionalisme adalah adanya perbedaan yang nyata diantara

kaum rasionalis itu sendiri, memberikan abstraksi yang samar-samar, serta gagal menjelaskan perubahan dan penambahan pengetahuan manusia selama ini.

2. Empirisme.

Empirisme berasal dari bahasa Inggris empiricism dan experience yang berarti data-data atau kenyataan. Kaum empiris berpendapat bahwa pengetahuan manusia dapat diperoleh lewat pengalaman. Dalam konteks ini, yang dimaksud adalah paham yang berpendapat bahwa pengetahuan manusia itu bukan didapat melalui penalaran rasional yang abstrak namun lewat pengalaman yang kongkrit (Jujun, 2000, p. 51).

Aspek dalam teori empiris, yaitu Pertama, adanya perbedaan antara yang mengetahui dengan yang diketahui, dimana yang mengetahui adalah subyek dan benda yang diketahui adalah obyek; Kedua, kebenaran atau pengujian kebenaran dari fakta atau obyek didasarkan kepada pengalaman manusia.

Aspek lain dari empirisme adalah prinsip keteraturan dan prinsip keserupaan. Kritik terhadap empirisme ialah pengalaman tidak berhubungan langsung dengan kenyataan obyektif. Persepsi pancaindera dianggap terbatas dan tidak sempurna sehingga tidak dapat membedakan antara khayalan dan fakta, serta tidak memberikan kepastian.

3. Metode keilmuan.

Metode keilmuan adalah satu cara dalam memperoleh pengetahuan. Suatu rangkaian prosedur yang tertentu harus diikuti untuk mendapatkan jawaban yang tertentu dari pernyataan yang tertentu pula. Kerangka dasar prosedur ini dapat diuraikan dalam 6 (enam) langkah berikut, yaitu:

- a. sadar akan adanya masalah dan perumusan masalah.
- b. pengamatan dan pengumpulan data yang relevan.
- c. penyusunan dan klasifikasi data.
- d. perumusan hipotesis.
- e. deduksi dan hipotesis.
- f. tes dan pengujian kebenaran (verifikasi) dari hipotesa.

Para ahli, umumnya, memiliki perbedaan aksentuasi terhadap rangkaian langkah-langkah yang harus ditempuh dalam metode keilmuan dimaksud. Ada yang membatasi pada 8 (delapan) langkah, sementara ada pula yang membatasi pada 4 -5 langkah. Penekanan pada 8 (delapan) Langkah tersebut, antara lain meliputi:

1. Mengamati situasi permasalahan yang benar-benar tidak menentu sehingga perlu diteliti.
2. Nyatakan masalah tersebut dalam istilah yang spesifik.
3. Rumuskan suatu hipotesis kerja
4. Merancang model penelitian yang terkendali dengan jalan pengamatan, eksperimentasi, atau kedua-duanya.
5. Pengumpulan data atau bahan bukti, berupa “data kasar”.
6. Alihkan “data kasar” menjadi pernyataan yang mempunyai makna dan kepentingan.
7. Membuat penegasan atau kesimpulan, serta peramalan.
8. Menguji dan menyempurnakan kesimpulan tersebut untuk menjadi sebuah ilmu baru yang diintegrasikan ke dalam kumpulan ilmu atau pengetahuan yang telah mapan.

Terdapat 6 (enam) langkah baku yang biasanya ditempuh dalam sebuah metode keilmuan (Watloly, 2020), antara lain yaitu:

1. Sadar akan adanya masalah dan Perumusan Masalah.

Manusia dalam hidupnya selalu menghadapi masalah, baik yang bersifat jasmani atau material, psikologis, sosiologis, antropologis, tradisi budaya, agama, hukum, ekonomi, politik, interaksi, dan sebagainya.

Manusia dalam menyikapi masalah tersebut, pada umumnya menggunakan pikirannya untuk mengamati permasalahan tersebut, mengidentifikasikannya, dan mengajukan secara spesifik dalam sebuah rumusan atau definisi permasalahan yang jelas sebagai hal yang patut dipertanyakan dan dipecahkan atau dijawab.

Metode keilmuan pada tahapan awal ini seolah berusaha menempatkan realitas obyek tersebut dalam dunia fakta dengan struktur-struktur hubungan logisnya yang dapat dilakukan penalaran dan diamati secara empiris melalui rangsangan inderawi untuk dapat diberi arti atau

makna tertentu. Kesadaran atau kepekaan pikiran tersebut, pada tahap ini mengarah pada tahap penyelidikan atau penelitian.

2. Perumusan Hipotesis.

Hipotesis adalah suatu keterangan (pangkal-dugaan) yang bersifat sementara untuk keperluan pengujian kebenaran dan pangkal penyelidikan lanjut, guna diperoleh kepastian dan pembuktian yang lebih sempurna, misalnya, hipotesis bahwa “perindustrian yang tangguh hanya bisa dikembangkan dalam suatu masyarakat ilmiah”.

Suatu hipotesis bukanlah syarat mutlak yang harus dibuat dalam setiap penelitian. Alasannya adalah bahwa sesuatu Penelaahan atau penyelidikan ilmiah yang sudah jelas arahnya, namun terkadang tidak memerlukan hipotesis. Oleh karenanya, hipotesis diajukan dalam bentuk dugaan kerja atau teori yang merupakan dasar dalam memecahkan atau mencari pembuktian tentang berbagai kemungkinan mengenai obyek keilmuan yang diteliti.

Hipotesis hendaknya diajukan secara khas dengan dasar coba-coba (trial- and-error) karena hipotesis hanya merupakan dugaan beralasan, atau merupakan perluasan dari hipotesis sebelumnya yang telah teruji kebenarannya untuk diterapkan pada data terbaru. Hipotesis, dalam hal ini berfungsi mengikat data sedemikian rupa sehingga hubungan-hubungan yang diduga tersebut dapat digambarkan atau dijelaskan.

Sebuah hipotesis memiliki unsur empiris maupun rasional karena harus terdapat data empiris dalam bentuk fakta yang dapat diamati dan diukur, namun terdapat pula konsep-konsep yang bersifat logis-kategoris sehingga memberikan kemungkinan untuk dilakukan penjjakan.

Dalam hal ini, hipotesis bukan hanya berpegang teguh pada jalan pemikiran induktif yang melangkah secara langsung dari fakta ke penjelasan, namun justru hipotesis juga menyusun pernyataan-pernyataan logis yang menjadi dasar untuk penarikan kesimpulan (conclusion) dari proposisi (kalimat yang disampaikan) yang diambil dari beberapa premis (ide pemikiran) dengan aturan-aturan inferensi yang berlaku secara deduktif mengenai obyek yang diteliti, sekaligus membantu untuk memberikan ramalan atau prediksi, dan penemuan fakta baru.

3. Pengamatan, Eksperimentasi, dan Pengumpulan Data.

Tahap pengumpulan data ini merupakan unsur yang paling dikenal dalam metode keilmuan. Bahkan banyak orang cenderung menyamakan metode keilmuan dengan metode pengumpulan data.

4. Penyusunan dan Klasifikasi Data.

Tahap metode keilmuan ini mengarah pada kegiatan penyusunan data di dalam kelompok, jenis, dan kelas. Bagi semua cabang ilmu, usaha mengidentifikasi, menganalisis, membandingkan dan menafsirkan serta membedakan fakta yang relevan, sangat tergantung pada sistem klasifikasi yang disebut taksonomi, hal itu oleh ilmuwan modern terus berusaha menyempurnakan taksonomi keilmuannya masing-masing.

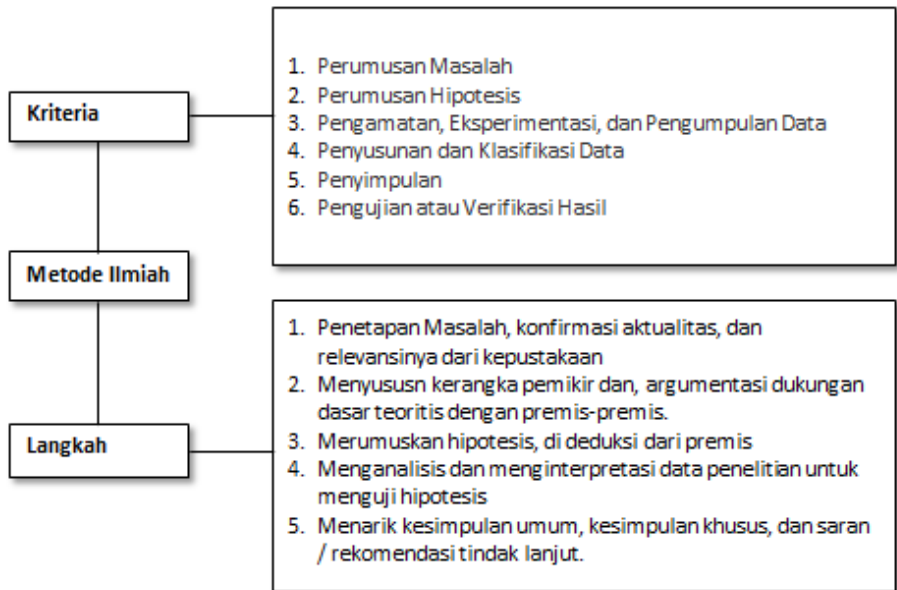
5. Penyimpulan.

Tahap penyimpulan dalam metode keilmuan merupakan tahap di mana diturunkan atau ditarik kesimpulan-kesimpulan tentang terbukti tidaknya hipotesis atau penegasan-penegasan serta peramalan-peramalan tertentu mengenai obyek penelitian dimaksud. Penyimpulan (inferensi) dapat dilakukan dengan menggunakan proses-proses penyimpulan berdasarkan bentuk penalaran (deduktif-induktif) yang logis.

6. Pengujian atau Verifikasi Hasil.

Pengujian kebenaran (verifikasi) bertujuan untuk menegaskan atau menyempurnakan alternatif-alternatif hipotesis berdasarkan kenyataan yang sebenarnya, baik melalui pengamatan atau percobaan-percobaan ulangan. Konsekuensinya, bila fakta yang diperoleh tidak mendukung hipotesis maka hipotesis tersebut harus diubah dengan hipotesis lain dan proses penelitian atau penyelidikannya diulangi kembali.

Kriteria dan langkah-langkah yang berlangsung dalam metode keilmuan dapat dilihat dalam skema di bawah ini:



F. KRITIK TERHADAP METODA KEILMUAN

Pada zaman Yunani hingga masa Renaissance muncul metode yang dianggap paling efektif yaitu menggunakan pendekatan silogistik. Pendekatan ini menitikberatkan kepada logika dengan mengabaikan peringatan Aristoteles tentang cara berpikir silogisme yang mengabaikan pengamatan dan pengalaman alam nyata. Cara berpikir Aristoteles ini disebut dengan pendekatan deduktif.

Pada abad 17 muncul pendekatan baru yaitu pendekatan induktif yang dipelopori oleh Francis Bacon (1561–1626) seorang negarawan dan filsuf Renaissance Inggris yang mengambil ide-ide Aristotelian, kemudian memperdebatkan pendekatan induktif empiris yang dikenal sebagai metode ilmiah yang merupakan dasar dari penyelidikan ilmiah modern.

Francis Bacon menolak cara berpikir deduktif yang menggunakan logika tanpa memperhitungkan fakta dan kebenaran. Pendekatan induktif lebih menekankan pada pengalaman dan bukti-bukti empiris. Untuk itu, logika dianggap sebagai hipotesis, bukan bukti atas kebenaran itu sendiri.



Gambar 1 Francis Bacon mengambil ide-ide Aristotelian, memperdebatkan pendekatan induktif empiris, yang dikenal sebagai metode ilmiah, yang merupakan dasar dari penyelidikan ilmiah modern
(Sumber: <https://www.biography.com/scholar/francis-bacon>)

Metode induktif dari Francis Bacon kemudian digantikan oleh metode induktif-deduktif dari Charles Darwin yang menggabungkan metode deduksi Aristoteles dengan induksi Bacon. Metode gabungan dari Charles Darwin merupakan kegiatan beranting antara induksi dan deduksi di mana mula-mula seorang penyelidik mempergunakan metode induksi dan deduksi dalam menghubungkan antara pengamatan dengan hipotesis. Kemudian secara deduktif hipotesis ini dihubungkan dengan pengetahuan yang ada untuk melihat kecocokan dan implikasinya. Setelah lewat berbagai perubahan yang dirasa perlu maka hipotesis ini kemudian diuji melalui serangkaian data yang dikumpulkan untuk mengetahui sah tidaknya hipotesis itu secara empiris.

Berpijak pada beberapa langkah baku yang umumnya ditempuh dalam sebuah metode keilmuan, namun terdapat beberapa “catatan kritis” terkait tahapan atau prosedur-prosedur metode keilmuan tersebut (Jujun, 1999, p, 110), antara lain yaitu:

1. Metode keilmuan adalah satu-satunya cara dalam rangka memperoleh pengetahuan secara sah dan obyektif, namun orang hendaknya tidak hanya mempertahankan dunia pengetahuan yang luas itu sebatas apa yang dapat diketahui lewat metode tersebut.
2. Tiap penalaran atau tafsiran terhadap suatu benda atau kejadian mungkin saja benar sejauh apa yang dikemukakan, namun hal tersebut tetap terbatas atau membatasi secara begitu saja mengenai apa yang dapat diketahui oleh manusia yang hanya berkisar pada sistem bahasa dan sistem klasifikasi terhadap benda-benda yang dapat dipelajari dengan alat dan teknik keilmuan yang digunakan, sementara konsistensi dari pengetahuan keilmuan atau pengetahuan ilmiah tidak se jelas apa yang diduga.
3. Pengujian kebenaran suatu ilmu dalam kerangka metode keilmuan dimaksud, pada dasarnya bersifat pragmatis dalam menjelaskan hakikat mekanistik bagaimana benda-benda berhubungan satu sama lain secara sebab akibat, apa dan bagaimana yang merupakan pertanyaan interrogative. Meskipun demikian, apakah hakekat benda itu, mengapa benda itu ada seperti itu, tujuan pengetahuan manusia ingin memahami kenyataan tersebut secara utuh, apa maknanya, serta alasan eksistensinya yang semuanya tidak dapat dijelaskan oleh metode keilmuan dimaksud.
4. Metode keilmuan meskipun sangat tepat, namun tidak dapat menyajikan sebuah kebenaran pengetahuan secara mutlak atau absolut, pasti, lengkap, abadi, dan tidak berubah. Sehingga tidaklah berarti bahwa hal ini merupakan keharusan universal maupun tanpa persyaratan tertentu. Justru metode keilmuan hanya menyajikan pengetahuan yang mungkin hanya bersifat hipotesis, dan secara terus menerus senantiasa berubah atau dinamis. Untuk itu pula, orang harus terbuka terhadap kemungkinan penggunaan metode-metode lain dalam mengisi pengetahuannya yang tidak dapat dijangkau oleh kegiatan keilmuan dimaksud.

Langkah-langkah Metode Keilmuan yang telah disebutkan secara singkat dan sederhana di atas hanyalah sebagai patokan utama. Meskipun demikian, bagi mereka yang sedang mendidik diri untuk menjadi seorang

ilmuwan, maka tema pokok dari Ilmu dan Metode Keilmuan haruslah dipahami dan dikuasai. Sebab tanpa kemampuan dasar ini, dikhawatirkan bahwa variasi yang dikembangkan itu mungkin saja tidak mencerminkan ciri yang seharusnya dipenuhi oleh suatu kegiatan keilmuan. Akhirnya Bab ini ditutup dengan ungkapan René Descartes seorang filsuf, ilmuwan, dan matematikawan Prancis yang disampaikannya dalam bahasa latin "*Cogito Engo Sum*" (saya berfikir, karena itu saya ada), atau dalam bahasa Prancis "*Je pense, donc je suis*".

G. RANGKUMAN MATERI

Tidak semua pengetahuan dapat disebut ilmu yang melahirkan kebenaran ilmiah, karena kebenaran ilmiah hanya bisa didapat melalui metode keilmuan yang pengkajiannya dilakukan oleh seorang ilmuwan. Untuk itu, tanpa metode keilmuan maka pengetahuan hanyalah merupakan kebenaran yang masih bersifat "semu".

Perkembangan keilmuan saat ini tentunya didasari oleh metode keilmuan sebagai suatu cara di dalam memperoleh ilmu atau pengetahuan baru. Oleh karenanya, metode keilmuan dalam hal tertentu dipandang pula sebagai sebuah teori pengetahuan yang dipergunakan untuk memperoleh jawaban-jawaban tertentu mengenai suatu permasalahan atau pernyataan.

Untuk itu pula, dalam upaya mendalami ilmu sebagai pengetahuan yang tersusun secara sistematis sehingga dapat dipahami bahwa pengetahuan merupakan isi substantif yang terkandung dalam ilmu, maka diperlukan prosedur keilmuan yang merupakan metode keilmuan yang tidak hanya mencakup aspek pengamatan (observasi) atau percobaan (eksperimen), namun terkait pula dengan aspek analisis, pemerian (uraian), penggolongan (klasifikasi), pengukuran, perbandingan, pengujian, dan survei.

TUGAS DAN EVALUASI

Jawablah lima pertanyaan di bawah ini dengan singkat dan jelas!

1. Terganggunya keseimbangan alam dapat disebabkan oleh kejadian alami seperti bencana alam dan kegiatan manusia.

Berikan beberapa contoh dengan menjelaskan terganggunya keseimbangan alam yang disebabkan oleh kegiatan aktivitas manusia!

2. Berpikir adalah upaya manusia untuk menyelesaikan masalah. Secara umum, berpikir dapat dibedakan antara berfikir alamiah dan berfikir ilmiah.

Kemukakan beberapa fungsi dari teori ilmu atau teori keilmuan dalam proses berpikir ilmiah!

3. Teori menurut Neuman (2003) adalah seperangkat konstruk (konsep), definisi, dan proposisi yang berfungsi untuk melihat fenomena secara sistematis, melalui spesifikasi hubungan antar variabel, sehingga dapat berguna untuk menjelaskan dan meramalkan fenomena.

Dari pendapat di atas, sebutkan dan jelaskan beberapa fungsi teori dalam tugas keilmuan!

4. Benar menurut keilmuan adalah kebenaran yg didukung oleh fakta-fakta empiris. Pengujian empiris-lah yang mensahkan apakah konsep, dan pernyataan yang di konstruksi secara rasional itu dapat diterima atau tidak.

Jelaskan arti metode ilmu dalam tugas keilmuan!

5. Metode ilmu merupakan prosedur dalam mendapatkan pengetahuan yang disebut ilmu. Jadi, ilmu merupakan pengetahuan yang diperoleh melalui metode ilmu. Tidak semua pengetahuan dapat disebut ilmu, sebab ilmu merupakan pengetahuan yang cara mendapatkannya harus memenuhi syarat dan prosedur tertentu.

Berikan penilaian Anda mengenai baik-buruknya metode ilmu dalam tugas keilmuan!

DAFTAR PUSTAKA

- Arthur Carin, Robert B. Sund. (1964). *Teaching Science Through Discovery*, Columbus, Ohio: [Charles E. Merrill Publishing Co](#)
Biography.com Editors, "Biografi Francis Bacon",
<https://www.biography.com/scholar/francis-bacon>, A&E Television Networks, Diakses pada tanggal 5 Juni 2020
- George J. Mouly dalam Jujun S. Suriasumantri. (1991). *Perkembangan Ilmu, dalam Ilmu dalam Perspektif: Sebuah Kumpulan Karangan Tentang Hakekat Ilmu*. Jakarta: Gramedia
- Jalaluddin. (2013). *Filsafat Ilmu Pengetahuan*. Edisi Pertama. Jakarta: Rajawali Pers.
- Kerlinger, F. N. (1973). *Founding Of Behaviour Research*, Holt. Rinchart and Winston Inc. New York
- Rahmat, Aceng. *et. a*), (2011), *Filsafat Ilmu Lanjutan*, Jakarta: Kencana Prenada Media Group
- Samatowa, Usman. (2006). *Bagaimana Membelajarkan IPA di Sekolah Dasar*. Jakarta: Depdiknas.
- Surajiyo. (2014). *Sejarah, Klasifikasi, dan Strategi Perkembangan Ilmu Pengetahuan*. Seminar Nasional Pendidikan Sains IV 2014
- Suriasumantri, Jujun (penyunting). (2001). *Ilmu dalam Perspektif: Sebuah Kumpulan Hakikat Ilmu*, Jakarta: Yayasan Obor Indonesia
- _____ (2009). *Filsafat Ilmu: Sebuah Pengantar Populer*, Jakarta: Pustaka Sinar Harapan
- The Liang Gie. (2007). *Pengantar Filsaat Ilmu*, Yogyakarta: Liberty Yogyakarta
- Watloly, *Teori dan Metode Keilmuan*, Bahan Ajar Pertemuan Ke-10 Filsafat Ilmu, <https://kuliah.unpatti.ac.id/mod/page/view.php?id=14>, Diakses pada 30 Maret 2020
- Widoyo, Alfandi. (2001). *Epistemologi Geografi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press



RUANG LINGKUP DAN PERKEMBANGAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Heny Ekawati Haryono, S.Pd., M.Pd
Universitas Islam Darul 'Ulum Lamongan

A. PENDAHULUAN

Terbentuknya alam semesta, tata surya, dan bumi sebagai planet serta benda luar angkasa lain yang termasuk sebagai anggota tata surya menurut beberapa teori oleh para ahli dibidangnya masing-masing.

Sudah sejak lama manusia berusaha memahami alam semesta ini. Alam semesta merupakan ruang yang sangat luas dimana tempat benda – benda langit berada termasuk bumi tempat hidup manusia. Di alam semesta inilah miliaran bintang berada, planet-planet, satelit, dan komet melakukan gerak rutinnnya, serta meteor-meteor melintas setiap saat. Selain itu, terdapat pula benda-benda angkasa seperti debu, kabut, dan gas.

Oleh karena itu, rasa ingin tahu (*curiosity*) selalu muncul ketika manusia dihadapkan pada alam semesta yang di dalamnya mengandung banyak sekali misteri yang belum terpecahkan. Rasa ingin tahu ini memunculkan pelbagai penelitian-penelitian ilmiah serta pengujian dari hipotesa akhir dan apabila hal tersebut terbukti maka akan terbentuk suatu bidang ilmu.

Curiosity tidak hanya tertanam dalam benak pikiran ilmuwan dan peneliti tetapi juga tertanam pada anak-anak. Mereka sering kali menanyakan sesuatu yang tidak disangka-sangka dan kita kadang belum mengetahui jawabannya. Oleh karena itu, perlu adanya pengetahuan dari para orang tua agar dapat memberikan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan tersebut. Dan yang perlu diingat adalah jangan sekali-sekali memberikan jawaban tanpa pengetahuan karena jawaban kita akan selalu diingat oleh anak.

Dalam Buku ini saya mencoba untuk meningkatkan *curiosity* yang tertanam dalam diri kita yakni tentang alam semesta, bagaimana terbentuknya serta benda – benda yang ada di dalamnya.

5

B. TEORI TERBENTUKNYA ALAM SEMESTA

Sudah banyak ilmuwan yang memperdebatkan tentang kehadiran alam semesta. Kehadiran alam semesta yang dimaksud seperti dari mana alam semesta itu ada, kapan alam semesta ada, bagaimana alam semesta tercipta, dan lain-lain. Para ilmuwan berdebat dengan cara menyampaikan gagasannya. Salah satu gagasan yang diungkapkan pada abad ke-20 adalah gagasan ledakan dahsyat. Gagasan ledakan dahsyat mengungkapkan bahwa alam semesta memiliki ukuran yang tidak terbatas dan alam semesta ada karena terjadinya ledakan dahsyat.

Namun, bagi para ilmuwan yang berlatar belakang materialis tidak setuju dengan adanya Sang Pencipta dan masih yakin bahwa alam semesta itu terdiri dari sekumpulan zat yang konstan, stabil, dan tidak berubah. Para ilmuwan yang berlatar belakang materialis ini beranggapan bahwa zat adalah suatu makhluk yang benar-benar ada dan menolak segala keberadaan makhluk-makhluk lain, kecuali zat.

Berdasarkan pada gagasan yang menyatakan bahwa alam semesta mempunyai suatu awal atau bukan dari sesuatu yang tidak ada. Dengan kata lain, yakin bahwa alam semesta itu ada karena diciptakan dan melalui proses penciptaan. Karena keyakinan itu maka secara tidak langsung percaya akan adanya Sang Pencipta. Secara sederhana konsep “ada dari ketiadaan” merupakan sesuatu yang tidak bisa dimengerti oleh manusia atau secara sederhana dapat diartikan seperti manusia tidak dapat memahami sesuatu hal karena belum berkesempatan untuk

memahaminya. Hadirnya alam semesta dari ketiadaan merupakan salah satu bukti terbesar diciptakannya alam semesta. Dengan hal ini, akan membantu manusia mengerti dan memahami makna dari kehidupan.

C. MELUASNYA ALAM SEMESTA

Edwin Hubble adalah seorang astronom berkebangsaan Amerika. Ia telah menemukan penemuan bersejarah di bidang astronomi. Penemuan itu diungkapkan pada tahun 1929. Penemuan yang dilakukan Hubble terjadi ketika ia sedang melihat ujung spektrum dari cahaya bintang-bintang berubah menjadi merah dengan teleskop raksasa. Karena perubahan warna pada ujung bintang-bintang maka ia yakin bahwa bintang-bintang itu menjauh dari bumi. Jauh sebelum penemuan bintang-bintang menjauh dari bumi, Hubble sudah menemukan penemuan lain yaitu galaksi dan bintang saling menjauh bukan hanya dari bumi saja. Dari penemuan galaksi dan bintang yang saling menjauh dan bintang-bintang bergerak menjauh dari bumi dapat disimpulkan bahwa secara tetap alam semesta bertambah luas.

Perumpamaan yang sesuai agar penemuan ini lebih mudah untuk dipahami adalah alam semesta diibaratkan seperti permukaan balon yang meledak. Kemudian, setiap bagian yang ada di permukaan balon saling berpisah yang diakibatkan karena terjadinya penggelembungan. Perumpamaan ini berlaku untuk alam semesta yang semakin luas sehingga semua objek di ruang angkasa saling terpisah. Bertambah atau berkembangnya luas alam semesta membuktikan bahwa dalam hal waktu, alam semesta dapat bergerak mundur. Karena terbuktinya alam semesta bisa bergerak mundur maka dapat diartikan juga bahwa alam semesta berasal dari "titik tunggal".

Dari perhitungan yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa "titik tunggal" merupakan semua zat atau materi yang ada di alam semesta dan memiliki volume nol dan kerapatan yang tidak terbatas. Ledakan dahsyat terjadi karena adanya ledakan yang berasal dari ledakan "titik tunggal" dengan volume nol. Hasil dari ledakan inilah yang menyebabkan alam semesta terbentuk. Satuan teoretis yang dipakai untuk tujuan pemaparan adalah volume nol. Dalam ilmu pengetahuan ada yang namanya konsep ketiadaan. Konsep ketiadaan merupakan konsep yang hanya menyatakan suatu titik yang bervolume nol. Karena adanya

konsep ini maka dapat dikatakan bahwa alam semesta lahir dari konsep ketiadaan. Secara singkat alam semesta itu diciptakan. Meluasnya alam semesta menjadi bukti bahwa alam semesta itu diciptakan dari konsep ketiadaan. Namun, baru pada abad ke-20 alam ada teori ilmu pengetahuan yang menyatakan bahwa alam semesta itu berkembang atau bertambah luas.

D. TEORI-TEORI PEMBENTUKAN ALAM

6

Setelah berbagai penelitian telah dilakukan oleh para ahli yang bertujuan untuk mengetahui pembentukan alam semesta maka penelitian itu menghasilkan sebuah teori. Para ahli ini juga sudah menyampaikan pendapatnya dengan teori-teori pembentukan alam semesta. Ada berbagai macam teori pembentukan alam semesta. Berikut beberapa teori pembentukan alam semesta.

1) Teori Dentuman Besar (*Big Bang Theory*)

Ahli yang pertama kali mencetuskan atau menemukan teori ini adalah Alexandra Friedman pada tahun 1922. Ia merupakan ahli fisika yang berasal dari Rusia. Isi dari teori yang diungkapkan adalah struktur alam semesta selalu berubah (dinamis). Berdasarkan teori dentuman besar (Teori Big Bang), alam semesta terdiri dari massa yang sangat besar dan massa jenis yang sangat besar juga. Kemudian, adanya reaksi inti mengakibatkan massa tersebut meledak dan mengembang sangat cepat hingga menjauhi pusat ledakan. Ledakan dahsyat itu terjadi sekitar 13,7 miliar tahun yang lalu.

Dalam perkembangannya, teori ini dikembangkan oleh astronom dari Amerika Serikat yaitu Edwin Hubble. Menurut Hubble, pada awalnya bintang-bintang itu berkumpul di satu titik tunggal yang dikenal dengan volume nol. Namun, pada suatu waktu volume nol itu meledak dan mengembang. Setelah terjadi ledakan dahsyat di volume nol maka semua galaksi dan bintang-bintang mengalami pergeseran cahaya bintang-bintang yang mendekati spektrum merah. Dengan kata lain, pergeseran



yang terjadi akibat ledakan dahsyat mengakibatkan bintang-bintang menjauhi bumi dan perlahan-lahan saling menjauh satu sama lain.

Namun, teori mendapatkan menerima penolakan dari salah satu ahli yaitu Sir Fred Hoyle. Penolakan terhadap teori ini terjadi pada pertengahan abad ke-20 saat Hoyle mencetuskan teori keadaan tetap. Hoyle melalui teori keadaan tetap menyatakan bahwa ukuran alam semesta tidak terbatas dan alam semesta tidak memiliki batas waktu atau akan ada sepanjang masa. Karena perbedaan gagasan inilah yang menyebabkan teori ledakan atau dentuman dahsyat mendapatkan penolakan dari Sir Fred Hoyle.

2) Teori Keadaan Tetap (*Steady State Theory*)



Fred Hoyle, Thomas Gold, dan Hermann Bondi adalah tiga orang ahli autofisika yang menemukan teori keadaan tetap. Ketiga orang itu berasal dari Inggris dan ditemukan pada tahun 1948. Berdasarkan teori keadaan tetap, alam semesta tidak mempunyai awal dan alam semesta tidak akan berakhir atau akan ada sepanjang masa. Ketika alam semesta mengembang maka akan ada materi-materi baru yang muncul. Materi-materi akan muncul dalam jumlah yang sesuai agar alam semesta dalam keadaan stabil. Setelah materi-materi baru itu muncul maka galaksi-galaksi baru akan terbentuk dan alam semesta seperti tidak ada perubahan.

4

Teori keadaan tetap sangat terkenal pada awal abad ke-20. Namun, teori ini mendapatkan penolakan dari beberapa ahli kosmolog hingga para ilmuwan lainnya. Penolakan ini terjadi karena adanya sebuah kebenaran yang berhubungan dengan teori ledakan atau dentuman dahsyat (teori Big Bang) dan alam semesta memiliki batasan usia. Bukan hanya kedua hal itu yang menyebabkan teori ini mendapatkan penolakan, satu hal ini juga menyebabkan teori ini mendapatkan penolakan yaitu adanya radiasi gelombang mikro kosmis yang sudah diperkirakan oleh model yang bermula dari teori Big Bang.

3) Teori Mengembang dan Memampat (*The Oscillating Theory*)

Teori mengembang dan mengembang dirancang oleh Fred Hoyle. Ia berasal dari Inggris dan merupakan orang yang ahli dalam bidang astrofisika. Dalam teori ini, kita harus memahami bahwa galaksi-galaksi baru akan selalu muncul dan terbentuk untuk menggantikan galaksi-galaksi yang sudah tidak ada. Isi dari teori mengembang dan memampat adalah ada suatu siklus yang terjadi di alam semesta. Setiap satu siklus akan mengalami massa ekspansi (mengembang) dan satu massa kontraksi (memampat).

Setiap satu siklus membutuhkan waktu yang cukup lama yaitu sekitar 30 miliar tahun. Dalam teori ini, ekspansi tersebut terjadi karena adanya reaksi inti hidrogen yang pada akhirnya akan membangun unsur-unsur lain yang lebih kompleks. Cara kerja teori mengembang dan memampat adalah ketika proses ekspansi berjalan maka galaksi-galaksi dan bintang-bintang akan terbentuk. Setelah mengalami ekspansi, kemudian galaksi-galaksi dan bintang-bintang itu akan memampat yang dibarengi keluarnya cahaya panas yang sangat tinggi.

4) Teori Alam Semesta Kuantum



Pada tahun 1966 teori alam semesta kuantum diciptakan oleh William Lane Craig. Dalam teori ini, alam semesta dinyatakan sudah ada dari awal dan akan terus ada sepanjang masa. Teori ini juga menyatakan bahwa alam semesta tidak memiliki ruang hampa. Dengan kata lain, di dalam alam semesta hanya ada partikel-partikel subatomik.

5) Teori Berayun



Kelanjutan dari teori dentuman atau ledakan besar adalah teori berayun. Para ahli mengemukakan bahwa gerak galaksi dan bintang yang saling menjauh. Setelah menjauh, galaksi dan bintang itu akan menunjukkan gerakan yang semakin melambat dan berhenti hingga mengkerut akibat gaya gravitasi. Setelah melambat hingga mengkerut yang akan terjadi selanjutnya adalah materi-materi itu akan memadat dan

meledak. Semua proses yang terjadi tidak menyebabkan materi-materi rusak atau tercipta, tetapi materi-materi itu hanya berubah tatanan. Menurut teori ini, proses perlambatan yang terjadi memunculkan sebuah hipotesis yang menyatakan bahwa alam semesta ini tidak bertepi dan tidak ada batasannya.

E. GALAKSI

Kumpulan bintang yang membangun suatu sistem atau tatanan bintang disebut dengan galaksi. Bintang, meteor, planet, dan benda langit lainnya yang tersusun secara berkelompok merupakan bagian dari galaksi. Galaksi tersusun oleh beberapa benda langit, dan benda langit yang paling banyak menyusun galaksi adalah bintang. Dalam ruang angkasa galaksi dibagi menjadi beberapa jenis



yaitu. Galaksi Bima Sakti, Galaksi Ursa Mayor, Galaksi Andromeda, dan Galaksi Black Eye.

1. Galaksi Bima Sakti

Dalam bahasa Inggris Galaksi Bima Sakti disebut dengan Milky Way. Istilah ini diambil dari bahasa Yunani “galaxias” dan bahasa Latin “via lactea” yang artinya adalah susu. Rumah bagi tata surya adalah galaksi Bima Sakti karena di dalam galaksi Bima Sakti terdapat matahari dan planet bumi. Bentuk dari galaksi ini ialah spiral dengan diameter sekitar 100.000 tahun cahaya. Tetangga terdekat dari galaksi ini memiliki jarak 150.000 tahun cahaya yang berada di belahan langit selatan dan nama galaksi itu yaitu galaksi Magellan.

2. Galaksi Ursa Mayor

Jarak galaksi Ursa Mayor dengan galaksi Bima Sakti sekitar 10.000.000 tahun cahaya. Galaksi ini berbentuk elips elips dan memiliki ruang yang besar. Posisi atau letak dari galaksi ini berada di langit belahan utara dan galaksi ini sangat bermanfaat bagi nelayan karena bisa memberikan patokan pada kapal saat berlayar di malam hari. Bintang Dubhe merupakan bintang yang paling terang di galaksi Ursa Mayor.

3. Galaksi Andromeda

Galaksi Andromeda mempunyai nama lain yaitu Messier 31, M31, atau NGC 224. Saat malam hari cerah, galaksi ini bisa dilihat dengan mata telanjang atau tanpa alat bantu untuk melihatnya. Jika dilihat maka galaksi akan tampak seperti kabut tipis di langit utara. Bentuk dari galaksi ini adalah spiral. Galaksi ini memiliki isi sekitar 1 triliun bintang yang bergerak mendekati galaksi Bima Sakti dengan kecepatan 300 km/detik.

4. Galaksi Black Eye

Sebutan atau nama lain dari galaksi Black Eye yaitu putri tidur. Bagi beberapa astronom, galaksi ini bisa dilihat menggunakan teleskop dengan ukuran kecil. Ada saluran spektakuler berwarna gelap di dalam galaksi Black Eye. Saluran itu dapat menghisap debu dari depan inti galaksi.

F. BENTUK GALAKSI

Ada dua kategori besar dalam teori pembentukan galaksi yaitu “top down” dan “bottom up”. Teori “top down” adalah teori pembentukan galaksi yang berasal dari benda langit yang memiliki unsur protogalaxy (partikel benda langit), kemudian benda langit itu berkelompok dan membentuk galaksi. Sedangkan teori “bottom up” adalah pembentukan galaksi yang terjadi karena sejumlah bintang saling berdekatan dan menggabungkan diri menjadi satu. Pada umumnya, bentuk galaksi yang ada di ruang angkasa dibagi menjadi tiga jenis, yaitu elips, spiral, dan tidak beraturan.

1. Galaksi Dengan Bentuk Elips

Bentuk dari galaksi elips seperti bundar sampai bola gepat. Sedangkan struktur galaksi jenis elips jika dilihat bentuknya tidak begitu jelas. Hal yang terkandung di dalam galaksi jenis elips adalah materi antar bintang dan anggotanya terdiri dari bintang –bintang tua. Contoh galaksi jenis elips yaitu galaksi M87 (galaksi raksasa di rasi Virgo) dan galaksi Messiers.

2. Galaksi Dengan Bentuk Spiral

Galaksi dengan bentuk spiral adalah jenis galaksi yang paling sering didengar oleh banyak orang. Keindahan yang ada pada galaksi jenis

ini sangatlah luar biasa. Galaksi tipe spiral mempunyai beberapa bagian yaitu halo (bagian lengan galaksi) dan bulge (bagian pusat galaksi yang menonjol). Anggota yang dimiliki dari galaksi spiral hanyalah bintang-bintang muda dan tua.

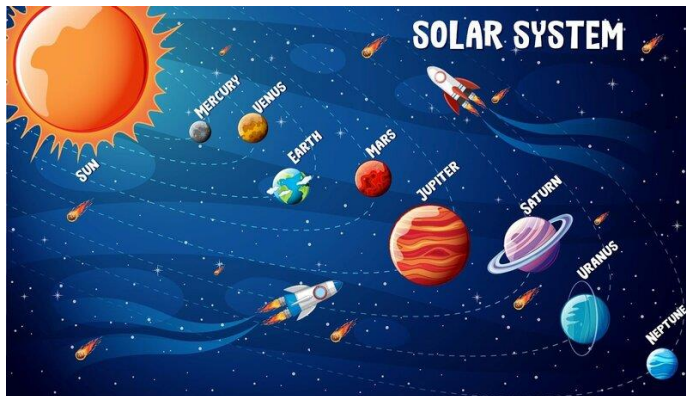
3. Galaksi Dengan Bentuk Tidak Beraturan

Galaksi dengan bentuk tidak beraturan memiliki banyak materi antarbintang yang terdiri dari gas dan debu. Anggota dari galaksi dengan bentuk tidak beraturan sama seperti galaksi spiral yang anggotanya berupa bintang-bintang tua dan muda. Contoh galaksi tidak beraturan yaitu Awan Magellan Besar Dan Awan Magellan Kecil.

G. TATA SURYA

Tata surya adalah bagian dari benda langit yang terdiri dari matahari, delapan planet yang terbagi menjadi dua yaitu planet dalam dan juga planet luar, komet, asteroid dan juga eteoroid. Tata surya juga bisa disebut sebagai sekumpulan benda-benda langit dan matahari sebagai pusatnya (Purnama, 2008).

Tata surya atau *solar system* merupakan sistem di antariksa dimana kita hidup di dalamnya. Di dalam evolusi tata surya terdapat planet. bintang dan benda-benda lainnya seperti meteor, komet, debu dan lain-lain.



Apa itu Tata Surya?

Tata surya adalah susunan benda-benda di angkasa yang bergerak mengelilingi matahari sebagai pusat tata surya di semesta.

Tata surya yang kita tempati diterjemahkan sebagai *solar system*. Diberi nama *solar* yang berasal dari bahasa latin yang berarti cahaya atau surya memiliki sebab di sistem tata surya kita mengorbit di bintang utama (induk) yaitu matahari. *Sol* diambil dari bahasa latin yang berarti matahari, singkatnya segala sesuatu yang memiliki keterkaitan dengan matahari dinamakan *solar*.

Dalam perjalanannya, tata surya mengelilingi orbitnya di dalam galaksi bimasakti memiliki kecepatan ± 515.000 mph, yaitu setara dengan 230 juta tahun yang dibutuhkan untuk mengelilingi penuh satu orbit galaksi. Selain memahami tentang tata surya, di dalam sebuah tata surya juga terdapat salah satu benda yang bernama planet. Planet adalah sebuah benda langit yang tidak memproduksi cahaya dan juga panas. Planet bergerak mengelilingi matahari dengan terus menerus. Benda-benda lain yang berada di dalam tata surya yaitu meteor, asteroid, komet, bintang, dan galaksi.

Menariknya, di dalam tata surya terdapat 8 (delapan) planet yang mengelilingi matahari. Proses orbit atau mengelilingi matahari dari ke delapan planet disebut revolusi. Setiap planet memiliki revolusi waktu yang berbeda-beda. Semakin si planet menjauh dari matahari, semakin lama juga waktu revolusi dari si planet tersebut. Planet-planet mengelilingi matahari sesuai dengan garis orbitnya.

H. TERBENTUKYA TATA SURYA

1. Teori Hipotesa Nebula Kant dan Laplace

Salah satu teori asal-muasal Tata Surya adalah hipotesa nebula (nebular hypothesys) yang diusulkan oleh Immanuel Kant yang pada tahun 1755 (Kartunnen, 2006: 197). Menurut teori ini Tata Surya terbentuk dari nebula yang berotasi. Pada tahun 1796, Simon de Laplace mengusulkan bahwa planet-planet terbentuk dari cincin gas yang disemburkan dari ekuator Matahari.

2. Teori hipotesis planetesimal

Pertama kali dikemukakan oleh Chamberlin dan Moulton. Sistem tata surya terbentuk dari kabut gas panas yang mengalami kondensasi. Perbedaannya dengan hipotesis nebular pada asumsi bahwa terbentuknya planet tidak hanya dari satu badan namun terdapat bintang besar lain yang kebetulan lewat dan berada di dekat bintang tata surya kita. Kabut gas dari bintang besar tersebut mengalami induksi oleh daya tarik matahari dan selanjutnya terlepas kabut-kabut kecil yang kemudian mendingin membentuk benda-benda kecil disebut planetesimal.

3. Teori Tidal

Dikemukakan oleh Sir James Jeans dan Harold Jeffrey pada tahun 1919. Teori menyatakan bahwa planet-planet berasal dari percikan matahari yang disebut "tidal". Tidal yang menjadi planet merupakan suatu tidal besar yang terbentuk akibat adanya dua buah bintang besar yang bergerak saling mendekat. Menurut teori ini apabila ada dua buah bintang yang bergerak mendekat satu sama lain maka akan terbentuk planet-planet baru.

Secara kelompok, planet di dalam tata surya dikelompokkan dalam dua golongan:

1. Planet kecil: Merkurius, Venus, Bumi, Mars. Golongan ini menempati lintasan yang dekat dengan matahari. Ciri umum: garis tengahnya kecil tetapi padat. Rapat massanya terletak antara $4,2 - 5,5 \text{ gram/cm}^3$.
2. Planet besar (raksasa): Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus. Golongan ini menempati lintasan yang jauh dengan matahari dan garis tengah planet-planet tersebut jauh lebih besar dibanding kelompok pertama.

3

I. JENIS-JENIS PLANET DI DALAM TATA SURYA DAN PENJELASANNYA

1. Merkurius



Gambar. Planet Merkurius

Merkurius adalah planet pertama yang terletak dekat dengan Matahari. Tidak mudah untuk mengamati Merkurius karena selalu dekat dengan Matahari. Planet terkecil dalam tata surya adalah Merkurius. Merkurius memiliki kecepatan mengelilingi Matahari sekali setiap 88 hari. Namun, Merkurius berputar pada porosnya dengan sangat lambat yakni setiap 58,6 hari sekali, tepat dua pertiga dari periode orbitnya.

Merkurius adalah sebuah planet kecil yang berbatu. Besarnya kira-kira hanya selebar Samudra Atlantik dan apabila dibandingkan dengan bumi, Merkurius memiliki 18 kali lebih kecil daripada planet bumi. Merkurius sangat mirip dengan Bulan. Permukaannya ditutupi dengan kawah tumbukan. Tidak memiliki atmosfer dan tidak ada air. Suhu siang hari di khatulistiwa bisa melonjak hingga 450 °C tetapi malam hari sangat dingin, di bawah -180 °C.

2. Venus



Gambar. Planet Venus

Venus adalah planet kedua dari Matahari dan selalu cukup dekat dengan Matahari di dalam orbitnya. planet terpanas dalam tata surya adalah Venus. Venus muncul sebagai “bintang” pagi atau sore yang bersinar indah di angkasa. Venus merupakan objek paling terang di langit malam selain Bulan. Dalam teleskop, kita dapat melihat Venus melalui fase, seperti Bulan. Venus begitu terang karena tertutup oleh awan yang memantulkan banyak sinar matahari yang masuk. Awan kekuningan terbuat dari belerang dan asam sulfat. Dalam beberapa hal, Venus adalah kembaran Bumi. Ukurannya hampir sama dan terbuat dari bahan berbatu yang sama. Namun, Venus diselubungi oleh atmosfer tebal karbon dioksida – gas yang kita hirup. Suasana tersebut mungkin begitu padat sehingga berjalan melalui akan seperti mengarungi air. Karbon dioksida memerangkap sebagian besar panas dari Matahari. Lapisan awan juga bertindak sebagai selimut. Hasilnya adalah “efek rumah kaca yang tak terkendali” yang menyebabkan suhu planet ini melonjak hingga 465 °C, cukup panas untuk melelehkan timah. Ini berarti Venus bahkan lebih panas dari Merkurius.

3. Bumi



Gambar. Planet Bumi

Semua orang di Bumi adalah seorang musafir yang berada diruang angkasa. Pertama, Bumi mengelilingi Matahari dengan kecepatan 30 Km/s yaitu 45 kali lebih cepat dari Concorde. Dibutuhkan 365 hari (satu tahun) untuk menyelesaikan satu orbit Matahari. Bumi juga berputar sangat cepat, seperti bagian atas yang condong ke satu sisi. Orang yang tinggal di ekuator melakukan perjalanan dari barat ke timur dengan kecepatan 1670 Km per jam. (Kecepatannya lebih lambat untuk orang yang tinggal di dekat kutub). Karena segala sesuatu di sekitar kita bergerak dengan cara yang sama, kita biasanya tidak menyadari perjalanan kecepatan tinggi kita.

Cara paling jelas untuk mengetahuinya adalah dengan mengamati Matahari, Bulan, dan bintang-bintang saat mereka tampak bergerak melintasi langit. Kemiringan sumbu yang menghubungkan kutub utara dan selatan menandakan bahwa bumi memiliki musim. Ketika kutub utara menunjuk ke arah Matahari, maka musim panas di negara-negara utara. Ketika kutub utara menjauhi Matahari, negara-negara ini mengalami musim dingin. Musim adalah kebalikan dari selatan khatulistiwa.

Bumi mempunyai sebutan lain yaitu benua biru karena jika dilihat dari luar angkasa, planet bumi mempunyai warna dominan biru. Warna biru tersebut adalah representasi dari dari laut yang memenuhi dua per tiga dari permukaan bumi. Bumi mempunyai bentuk bulat tak sempurna dan juga pepat (padat). Luas permukaan bumi sekitar 510.072.000 kilometer persegi dengan jari- jari rata-rata 6.371 kilometer. Planet bumi memiliki

gravitasi atau gaya tarik dengan percepatan sebesar $9,780327 \text{ m/s}^2$ yang dalam perhitungan matematis sering dibulatkan menjadi $9,81 \text{ m/s}^2$.

4. Mars



Gambar. Planet Mars

Mars sering disebut 'Planet Merah' karena muncul di langit sebagai bintang berwarna oranye-merah. Warna tersebut menyebabkan orang Yunani dan Romawi kuno menamainya dengan nama dewa perang mereka. berkat kunjungan pesawat ruang angkasa, kita tahu bahwa kemunculan warna merah di planet ini disebabkan oleh karat di bebatuan Mars.

Mars adalah planet keempat dari Matahari. Ia mengorbit Matahari pada jarak rata-rata 228 juta km, yaitu setengah jaraknya lagi dengan Bumi, sehingga jika kita Berkunjung kita akan merasa sangat dingin. Meskipun musim panas di dekat khatulistiwa bisa sangat hangat, suhu rata-rata adalah $63 \text{ }^\circ\text{C}$ di bawah nol – mirip dengan musim dingin di Antartika. Malam juga sangat dingin.

Manusia yang pertama kali tinggal di Mars akan menghadapi masalah lain. Udara 100 kali lebih tipis daripada di Bumi, dan sebagian besar terdiri dari karbon dioksida. Penjelajah manusia harus memakai masker oksigen dan pakaian khusus setiap kali mereka keluar dari rumah mereka yang tertutup rapat. Bagaimana, masih mau mencoba tinggal di Mars?

5. Jupiter

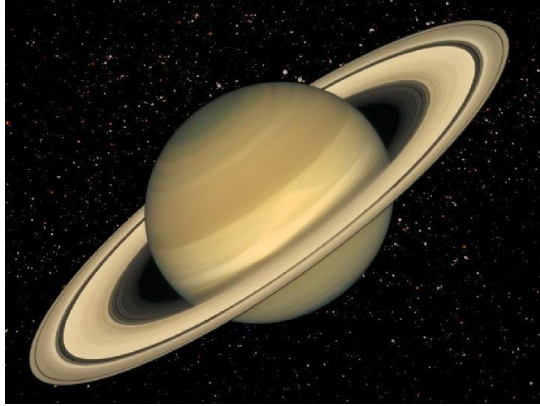


Gambar. Planet Jupiter

Jupiter adalah planet kelima dari Matahari. Planet terbesar dalam tata surya adalah Jupiter. Jupiter sangat besar sehingga dapat dengan mudah menelan semua planet lain (bentuknya lebih dari 1.300 Bumi). Beratnya juga lebih dari dua kali lipat semua planet lain. Meskipun ukurannya sangat besar, Jupiter adalah planet yang berputar paling cepat, berputar sekali dalam waktu kurang dari 10 jam.

Jupiter lima kali lebih jauh dari Matahari dari Bumi, sehingga suhu permukaannya rendah, sekitar -145°C . Setiap 13 bulan atau lebih itu datang lebih dekat kepada kita dan menjadi sangat cerah di langit malam. Jupiter adalah bola gas raksasa tanpa permukaan padat. Jupiter terbuat dari gas yang sangat ringan, hidrogen dan helium. Teleskop menunjukkan suasana berawan dengan sabuk dan bintik-bintik berwarna-warni. Fitur terbesar – disebut Bintik Merah Besar – adalah badai raksasa, beberapa kali ukuran Bumi. Telah bertiup tanpa henti selama lebih dari 300 tahun. Jupiter memiliki cincin debu tipis, lebarnya lebih dari 100.000 Km, yang ditemukan oleh pesawat ruang angkasa Voyager. Itu juga diorbit oleh keluarga satelit terbesar (63 pada hitungan terakhir).

6. Saturnus



Gambar. Planet Saturnus

Saturnus adalah planet keenam dari Matahari. Kedua setelah Jupiter, Saturnus terutama terbuat dari gas ringan hidrogen dan helium. 764 Bumi akan muat di dalam Saturnus, tetapi 'gas raksasa' itu hanya berbobot 95 kali lipat dari dunia berbatu kita. Jika Anda bisa memasukkan semua planet ke dalam genangan air, Saturnus adalah satu-satunya yang akan mengapung. Terlepas dari ukurannya, Saturnus berputar sekali dalam lebih dari 10 jam. Putarannya begitu cepat sehingga menonjol keluar di ekuator, membuatnya tampak seperti bola yang telah tergencet. Dalam teleskop, Saturnus tampak berwarna kuning pucat. Ia tidak memiliki permukaan padat, jadi yang kita lihat adalah awan yang tampak sebagai pita terang dan pita gelap. Awan ini tertiuap angin yang sangat kencang. Sebagian besar panas yang mendorong angin ini berasal dari dalam planet. Di atas puncak awan adalah sistem cincin datar berbentuk cakram.

7. Uranus

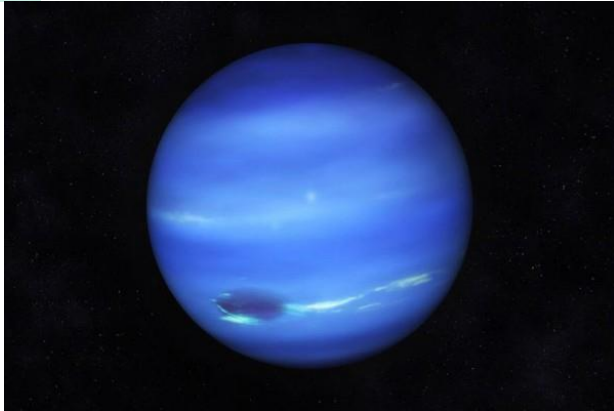


Gambar. Planet Uranus

Uranus adalah planet ketujuh dari Matahari. Ditemukan oleh William Herschel pada tahun 1781. Uranus terletak lebih dari 2.800 juta Km dari Matahari. Pada jarak ini, suhu puncak awannya adalah $-214\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uranus bergerak cukup lambat dan menempuh perjalanan yang panjang, sehingga setiap orbit berlangsung selama 84 tahun.

Uranus adalah dunia raksasa, planet terbesar ketiga di Tata Surya kita. 64 Bumi akan muat di dalamnya. Terlepas dari ukurannya, Uranus berputar dengan cepat. Sehari di Uranus hanya berlangsung 17 jam 14 menit. Uranus berputar seperti gasing yang terguling di sisinya. Ini berarti Matahari terkadang berada tepat di atas kepala di kutub. Setiap kutub memiliki musim panas dan musim dingin yang berlangsung selama 21 tahun, menjadikannya tempat terpanas dan terdingin di planet ini.

8. Neptunus



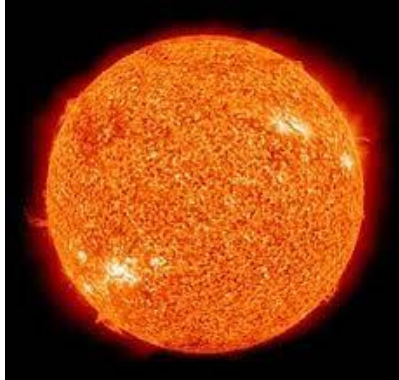
Gambar. Planet Neptunus

Neptunus ditemukan pada tahun 1846 oleh Johann Galle, seorang astronom di Observatorium Berlin. Neptunus ternyata merupakan kembaran Uranus yang hampir identik. Neptunus memiliki lebar 57 kali lebih besar dari Bumi, tetapi berputar cukup cepat yakni satu hari hanya berlangsung 16 jam 7 menit.

Jarak rata-ratanya dari Matahari adalah sekitar 4.500 juta Km, dan satu tahun di Neptunus berlangsung selama hampir 165 tahun Bumi. Seperti Uranus, ia memiliki atmosfer hidrogen, helium, dan metana. Interiornya terbuat dari es, dengan kemungkinan inti berbatu. Meskipun atmosfernya sangat dingin ($-220\text{ }^{\circ}\text{C}$), planet biru ini memiliki angin yang sangat kencang dan badai yang dahsyat. Voyager 2 mencitrakan tempat besar seukuran Bumi.

Neptunus memiliki 13 bulan seperti yang diketahui. Sejauh ini yang terbesar adalah Triton, dunia es yang lebih besar dari Pluto. Triton sangat dingin, sehingga atmosfer tipisnya telah membeku di permukaan. Namun, ia memiliki banyak gunung berapi es aktif yang menyemburkan gumpalan gas dan debu. Triton juga tidak biasa karena melakukan perjalanan “dengan cara yang salah” (timur ke barat) di sekitar Neptunus.

9. Matahari



Gambar 1. Matahari sebagai pusat tata surya

Matahari memiliki bentuknya hampir bulat dan terdiri dari plasma panas bercampur medan magnet. Senyawa penyusun utama matahari ini berupa gas hidrogen (74%) dan helium (25%) terionisasi. Senyawa penyusun lainnya terdiri dari besi, nikel, silikon, sulfur, magnesium, karbon, neon, kalsium, dan kromium (Basu & Antia, 2008, hal. 5-6). Diameternya sekitar 1.392.684 km, kira-kira 109 kali diameter Bumi, dan massanya (sekitar $1,989 \times 10^{30}$ kilogram, 330.000 kali massa Bumi) mewakili kurang lebih 99,86% massa total tata surya (Woolfson, 2000, hal. 41).

Dalam system tata surya kita, kita mengenal matahari sebagai pusat dari tata surya. Kenapa disebut sebagai pusat? Karena dalam tata surya Matahari adalah benda langit terbesar dan diam. Dalam tata surya kita, matahari dikelilingi oleh planet-planet sesuai dengan orbitnya. Matahari bisa di bilang bola api raksasa yang memiliki diameter ratusan kali lipat dari bumi dan memiliki suhu hingga ribuan derajat celcius sekitar 5505°C . Diameter matahari terhadap diameter bumi menurut Wikipedia sekitar 109 kali lipat. Untuk bentuknya, seperti yang kamu lihat sehari hari, hampir bulat sempurna.

Bagaimana bisa bercahaya ? Karena memang matahari terbungkus plasma yang sangat panas bercampur dengan medan magnet. Nah, medan magnet inilah yang menjadikan seluruh planet yang mengelilingi matahari tetap berada di lintasan orbitnya.

Membahas mengenai matahari, menurut ilmu pengetahuan dan sejarah terbentuknya matahari, matahari terbentuk 4,6 miliar tahun yang lalu. Matahari terbentuk akibat dari peluruhan gravitasi suatu wilayah di dalam sebuah awan molekul besar.

Peluruhan gravitasi dari molekul awan besar tadi terpecah menjadi sebagian seperti cakram yang nantinya menjadi system Tata Surya. Sebagian besar materi dari molekul awan besar tadi berkumpul di tengah.

Secara kimiawi, Matahari terbentuk dari sebagian besar hidrogen dan helium. Lalu bagaimana asal dari energy matahari tersebut ? Energi matahari tersebut berasal dari akibat fusi nuklir nucleus hydrogen ke dalam helium. Seperti yang saya kutip, Matahari memfusi 620 juta ton metric hydrogen setiap detiknya.

Sekarang mengenai Ciri – ciri matahari, Secara kasat mata tentunya kamu sudah tahu kan bagaimana bentuk dan warna sinar dari matahari ? Sebenarnya, cahaya matahari itu berwarna putih. Karena kita di bumi dan dilindungi atmosfer, otomatis cahaya matahari melewati atmosfer bumi sehingga mengalami pembauran cahaya. Oleh karena itu, matahari tampak berwarna kuning.

Jarak rata-rata Matahari ke Bumi sekitar 149.6 juta kilometer. Tergantung dari revolusi Bumi, karena memang bentuk orbit bumi mengelilingi matahari tidak lingkaran sempurna, jadi setiap jarak pada orbit tertentu mempengaruhi jarak matahari ke Bumi.

J. STRUKTUR MATAHARI

Matahari terdiri atas bagian inti dan lapisan kulit. Bagian kulit Matahari terdiri atas lapisan fotosfer dan atmosfer. Di atas fotosfer terdapat lapisan atmosfer yang terdiri dari lapisan kromosfer dan korona.

1. Inti matahari (Barisfer)

Inti matahari adalah bagian dari matahari yang letaknya paling dalam, berdiameter sekitar 500.000 km dengan tingkat temperatur sekitar $15.000.000^{\circ}$ C. Pada bagian ini berlangsung reaksi inti yang menyebabkan terjadinya sintesis hydrogen menjadi helium dengan karbon sebagai katalisatornya (Basu, 2009, hal. 699).

2. Fotosfer matahari

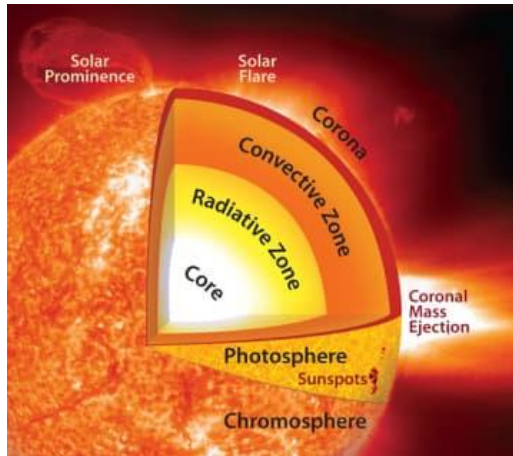
Fotosfer matahari adalah lapisan berupa bulatan berwarna perak kekuning-kuningan yang terdiri atas gas padat bersuhu tinggi. Sinar matahari yang kita lihat dari bumi berasal dari fotosfer matahari. Pada fotosfer matahari terlihat adanya bintik atau noda hitam berdiameter sekitar 300.000 km. Bahkan ada yang berdiameter lebih besar dari diameter bumi dengan kedalaman sekitar 800 km disebut umbra. Di sekeliling umbra, biasanya terdapat lingkaran lebih terang disebut penumbra. Noda-noda hitam pada matahari secara keseluruhan disebut sun spots (Rast, Nordlund, Stein, & Toomre, 2012).

3. Atmosfer matahari

Atmosfer matahari adalah lapisan paling luar dari matahari yang berbentuk gas, terdiri atas dua lapisan, yaitu kromosfer dan korona. Kromosfer dan korona matahari dalam keadaan normal tidak dapat terlihat dengan jelas karena tingkat terangnya lebih rendah dari fotosfer. Kromosfer dan korona matahari dapat terlihat di saat matahari tertutup oleh bulan atau sering disebut dengan gerhana matahari.

Kromosfer, yaitu lapisan atmosfer matahari bagian bawah yang terdiri atas gas yang renggang berwarna merah dengan ketebalan sekitar 10.000 KM. Lapisan gas ini merupakan lapisan yang paling dinamis karena seringkali muncul tonjolan cahaya berbentuk lidah api yang memancar sampai ketinggian lebih dari 200.000 km yang disebut prominensa (protuberans).

Korona adalah lapisan atmosfer matahari bagian atas yang terdiri atas gas yang sangat renggang dan berwarna putih atau kuning kebiruan, serta memiliki ketebalan mencapai ribuan kilometer (Abhyankar, 1977, hal. 40-44).



Gambar Lapisan-lapisan matahari

K. MANFAAT DAN PERAN MATAHARI SEBAGAI PUSAT TATA SURYA

Menurut Jasin (2015), matahari memiliki banyak manfaat dan peran yang sangat penting bagi kehidupan, di antaranya:

1. Panas matahari memberikan suhu yang sesuai untuk kelangsungan hidup organisme di bumi.
2. Cahaya matahari dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan berklorofil untuk melakukan fotosintesis.
3. Pergerakan rotasi bumi menyebabkan ada bagian yang menerima sinar matahari dan ada yang tidak.
4. Matahari menjadi penyatu planet-planet dan benda angkasa lain di sistem tata surya yang bergerak atau berotasi mengelilinginya.

L. RANGKUMAN MATERI

- Kumpulan bintang yang membangun suatu sistem atau tatanan bintang disebut dengan galaksi.
- Bintang, meteor, planet, dan benda langit lainnya yang tersusun secara berkelompok merupakan bagian dari galaksi.
- Galaksi tersusun oleh beberapa benda langit, dan benda langit yang paling banyak menyusun galaksi adalah bintang.
- Neptunus ternyata merupakan kembaran Uranus yang hampir identik

- Dalam ruang angkasa galaksi dibagi menjadi beberapa jenis yaitu. Galaksi Bima Sakti, Galaksi Ursa Mayor, Galaksi Andromeda, dan Galaksi Black Eye.
- Tata surya adalah bagian dari benda langit yang terdiri dari matahari, delapan planet yang terbagi menjadi dua yaitu planet dalam dan juga planet luar, komet, asteroid dan juga eteoroid.
- Tata surya juga bisa disebut sebagai sekumpulan benda-benda langit dan matahari sebagai pusatnya.
- Atmosfer matahari adalah lapisan paling luar dari matahari yang berbentuk gas, terdiri atas dua lapisan, yaitu kromosfer dan korona

TUGAS DAN EVALUASI

1. Mengapa dan bagaimana alam semesta bisa ada?
2. Seberapa besar dan panas Matahari itu?
3. Mengapa planet berbentuk bulat?
4. Mengapa massa dan berat sangat berbeda?
5. Apakah di luar angkasa itu gelap gulita?
6. Di mana pusat dari alam semesta itu?
7. Mengapa Matahari terbit di timur dan tenggelam di barat Bumi?
8. Apakah ada kehidupan lain selain di Bumi?
9. Apakah teori Big Bang itu nyata?

DAFTAR PUSTAKA

- Abhyankar, K. D. (1977). A Survey of the Solar Atmospheric Models. *Bull. Astr. Soc. India*, 40-44.
- Basu. (2009). Fresh Insights On The Structure of The Solar Core. *The Astrophysical Journal*, 699.
- Basu, S., & Antia, H. M. (2008). Helioseismology and Solar Abundances. *Physics Reports*, 5-6.
- Jasin, M. (2015). *Ilmu Alamiah Dasar*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Purnama, H. (2008). *Ilmu Alamiah Dasar*. Jakarta: PT Asdi Mahasatya.
- Rast, M., Nordlund, A., Stein, R. F., & Toomre, J. (2012). Ionization Effects in Three-Dimensional Solar Granulation Simulations. *The Astrophysical Journal*.
- Wolfson, M. (2000). *Astronomy and Geophysics - The Origin and Evolution of The Solar System*. New York: J. R. Astron. Soc.



ALAM SEMESTA, TATA SURYA, DAN BUMI

Angelina Rosmawati, S.Si., M.Si.
Universitas Brawijaya

A. PENDAHULUAN

Esensi dari Ilmu Alamiah Dasar yang merupakan bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam adalah mempelajari tentang fenomena alam semesta. Ruang lingkup ilmu alamiah dasar mencakup alam semesta dan sistem tata surya. Melalui Ilmu Alamiah Dasar, kita dapat mempelajari secara lebih luas mengenai alam semesta beserta isinya (tata surya dan bumi) yang saling berkaitan. Pada bab ini, akan dipelajari tentang alam semesta, teori-teori pembentukan alam semesta dan tata surya, sistem tata surya, pembentukan bumi, serta bagian-bagian dalam bumi.

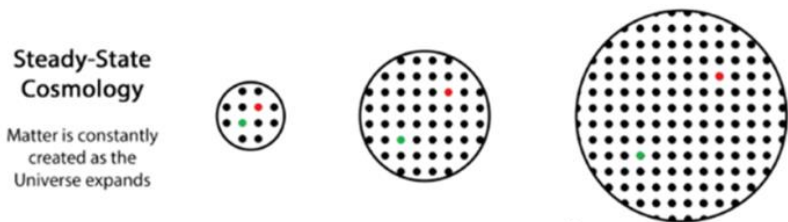
B. ALAM SEMESTA

Menurut Sujalu, dkk. (2021), alam semesta merupakan seluruh ruang dan waktu kontinu tempat manusia berada, beserta segala energi dan materi yang dimilikinya. Alam semesta merupakan ruangan yang meluas tak terhingga ke segala arah dan memiliki batasan yang belum dapat diketahui, sehingga disebut dengan jagat raya. Menurut Purnama (2008), alam semesta mencakup mikrokosmos dan makrokosmos. Mikrokosmos mempelajari berbagai benda yang memiliki ukuran sangat kecil, seperti:

proton, elektron, neutron, atom, sel, dan lain sebagainya. Sedangkan makrokosmos mempelajari benda-benda yang memiliki ukuran sangat besar, misalnya bintang, planet, galaksi dan lain sebagainya. Alam semesta terdiri atas semua materi termasuk energi dan radiasi.

Pada mulanya, para filsuf Yunani dan India kuno beranggapan model alam semesta bersifat geosentris (bumi sebagai pusat alam semesta). Berabad-abad kemudian, Nicolaus Copernicus melakukan pengamatan astronomi dan mengembangkan model heliosentris (matahari sebagai pusat tata surya). Karya Copernicus tersebut kemudian menjadi dasar bagi Isaac Newton dalam mengembangkan hukum gravitasi universal. Hukum gravitasi tersebut yang menjadi dasar beberapa teori pembentukan alam semesta. Adapun teori pembentukan alam semesta, antara lain:

1. Teori Keadaan Tetap (Steady State Theory)



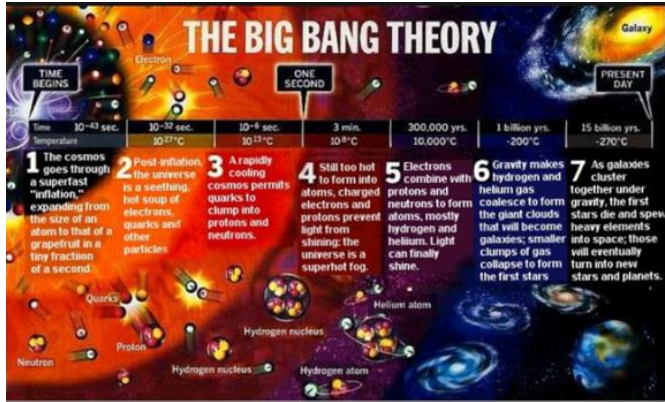
Gambar 1. Teori Keadaan Tetap ((Steady State Theory)

Teori keadaan tetap (steady state theory) ditemukan oleh tiga orang ahli astrofisika dari Inggris, yakni: Fred Hoyle, Thomas Gold, dan Hermann Bondi, pada tahun 1948. Teori Steady State menyebutkan bahwa alam semesta tetap ada sepanjang masa, tanpa ada awal penciptaan maupun akhir. Hal tersebut didasari oleh kenyataan bahwa setiap galaksi memiliki jumlah yang tetap sama, meski ada pada kurun waktu yang berbeda. Dalam teori ini tidak dikenal istilah penciptaan ataupun kiamat, sebab alam semesta akan tetap ada. Teori Steady State menganggap bahwa alam semesta telah mengembang selamanya dengan materi baru terus-menerus diciptakan untuk mempertahankan kerapatan yang konstan. Secara prinsip, teori keadaan tetap hampir mirip dengan teori creatio continua yang menyebutkan bahwa alam semesta tetap ada sepanjang masa. Bedanya, pada teori Creatio Continua disebutkan bahwa setiap saat

ada partikel alam semesta (baik berbentuk planet, satelit, dan lain sebagainya) yang lenyap dan lahir. Stephen Hawking, salah satu fisikawan teoretis terbesar di zaman modern, berargumen bahwa alam semesta dimulai dari titik yang sangat kecil dan sangat padat, yang disebut singularitas. Dalam tesisnya, beliau mengungkapkan bahwa teori Steady State bersifat kontradiktif secara matematis. Menurut beliau, singularitas lain seperti lubang hitam dapat terbentuk ketika sebuah bintang mengalami keruntuhan.

2. Teori Dentuman Besar (Big Bang Theory)

Hipotesis teori dentuman besar (Big-Bang) pertama kali dikemukakan oleh George Lemaitre, seorang Fisikawan Belgia pada tahun 1927. Teori Big Bang berlawanan dengan teori steady state. Pada teori Big Bang disebutkan bahwa alam semesta berasal dari sebuah primeval atom / atom yang sangat padat. Karena atom ini sangat padat dan memiliki energi kalor tinggi, akhirnya terjadilah ledakan, hingga semua materinya terlempar ke seluruh penjuru ruang hampa di sekitarnya. Sejak ledakan tersebut dimulai, semua partikel penyusun berekspansi hingga ribuan juta tahun. Dari ekspansi tersebut timbullah dua gaya yang saling berlawanan, yakni gaya gravitasi dan gaya repulsi. Teori Big Bang menyebutkan bahwa suatu saat nanti ekspansi pasti akan berhenti. Teori Big Bang dan Steady State menerima bahwa alam semesta mengembang, tetapi teori Big Bang menunjukkan bahwa semesta mengembang dari keadaan ultra-kompak, super padat pada waktu terbatas di masa lalu; sementara teori Steady State menganggap alam semesta telah mengembang selamanya dengan materi baru terus-menerus diciptakan untuk mempertahankan kerapatan yang konstan.



Gambar 2. Teori Dentuman Besar (Big Bang Theory)

Dari berbagai teori pembentukan alam semesta, penjelasan yang paling banyak diterima adalah Teori Big Bang. Menurut Big Bang, semesta awalnya berasal dari titik panas dan sangat padat. Lebarnya hanya beberapa milimeter dan mirip dengan lubang hitam supercharged. Sekitar 13,8 milyar tahun yang lalu, titik tunggal kecil ini meledak dengan kerasnya. Akibat ledakan tersebut, kemudian terbentuklah materi, energi, ruang, dan waktu. Era materi dan era radiasi terdefiniskan melalui peristiwa kunci yang membentuk alam semesta. Berikut penjelasan beberapa era pembentukan alam semesta menurut teori Big Bang.

a. Era radiasi: dominasi radiasi setelah terjadinya ledakan

Era ini terdiri atas beberapa bagian yang disebut dengan zaman atau Epochs, yang terjadi pada jarak 10.000 tahun awal.

1) Zaman Planck:

T: 1040 K

Terdiri atas energi dan merupakan induk dari 4 gaya yang terjadi di alam (*Superforce*), yakni: gaya gravitasi, gaya nuklir yang kuat, gaya elektromagnetik, gaya lemah. Zaman ini berakhir ketika gaya gravitasi terpisah dari gaya super.

2) Zaman penyatuan besar

T : 1036 K

Waktu setelah Big Bang: 10-43 detik

Grand Unified Theory (Teori kesatuan besar): nuklir kuat, lemah, elektromagnetik, gravitasi. Epoch ini berakhir ketika gaya nuklir kuat terpecah.

3) Zaman Inflasi

T : 1033 K

Waktu setelah Big Bang: 10-36 detik

Zaman inflasioner mulai terbentuk pada saat semesta memuai cepat atau berkembang pesat. Hampir secara instan, zaman/epoch ini bertumbuh dari ukuran sebuah atom menjadi seukuran jeruk bali. Alam semesta sangat panas serta bergejolak dengan elektron, quark, dan partikel lainnya.

4) Zaman Elektro lemah

T : 10^{20} K

Waktu setelah Big Bang: 10-32 detik

Gaya alami antara lain: electroweak: gaya nuklir lemah dan elektromagnetik akhirnya terpisah

5) Zaman Quark

T : 1016 K

Waktu setelah Big Bang: 10-12 detik

Semua bahan dasar semesta terbentuk, namun semesta masih terlalu panas dan padat untuk sebuah partikel sub atom dapat terbentuk

6) Zaman Hadron

T : 1010 K

Waktu setelah Big Bang: 10-6 detik

Suhu semesta menurun dan cukup bagi atom Quarks untuk berikatan, kemudian membentuk proton dan neutron

7) Zaman Lepton

T : 1012 K

Waktu setelah Big Bang: 1 detik

Zaman Nuklir

8) T : 109 K

Waktu setelah Big Bang: 100 detik

Proton dan neutron mengalami perubahan yang signifikan. Mereka menyatu dan kemudian membentuk inti atom, lalu menciptakan unsur kimia pertama di alam semesta, yakni Helium.

b. Era Materi

Kemampuan semesta untuk membentuk senyawa dan penyusunan materi kemudian mengawali era materi. Era materi didefinisikan sebagai kehadiran dan dominasi materi di semesta. Era materi menampilkan tiga zaman yang berlangsung miliaran tahun dari sebagian besar kehidupan alam semesta, termasuk periode kehidupan saat ini.

1) Zaman Atom

T : 3000 K

Waktu setelah Big Bang: 50.000 tahun

Dengan temperatur yang tidak terlalu panas, maka elektron dapat mendekat dan mengelilingi inti atom, membentuk rekombinasi, sehingga proses ini kemudian membentuk unsur kedua dari semesta, yakni unsur Hidrogen.

2) Zaman Galaksi

Waktu setelah Big Bang: 200 juta setahun

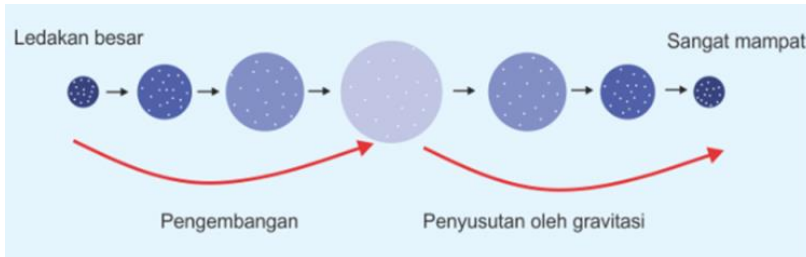
Unsur helium dan hidrogen menghiasi semesta dengan awan-awan atom. Dalam awan tersebut, kantong kecil gas yang terbentuk dengan gaya gravitasi yang cukup dapat menyatukan atom-atom yang terbentuk. Cluster atom ini terbentuk pada saat epoch galaksi menjadi bibit galaksi.

3) Zaman Bintang

Waktu setelah Big Bang: 3 milyar tahun

Terletak di dalam galaksi-galaksi tersebut, kemudian bintang-bintang mulai terbentuk hingga saat ini. Pembentukan bintang-bintang kemudian menyebabkan efek riak yang luar biasa dan membantu terbentuknya alam semesta seperti saat ini. Unsur-unsur ini menjadi unsur penyusun dari planet, bulan, kehidupan, dan segala sesuatu yang kita lihat hari ini

3. Teori Osilasi (*The Oscillating Theory*)



Gambar 3. Teori Osilasi (*The Oscillating Theory*)

Teori Osilasi yang dikenal juga dengan teori mengembang dan memampat dirancang oleh Fred Hoyle, seorang astrofisika dari Inggris. Dalam teori ini dijelaskan bahwa galaksi-galaksi baru akan selalu terbentuk untuk menggantikan galaksi-galaksi yang sudah tidak ada. Pada teori mengembang dan memampat disebutkan bahwa terdapat suatu siklus yang terjadi di alam semesta. Setiap satu siklus akan mengalami massa ekspansi (mengembang) dan satu massa kontraksi (memampat). Setiap satu siklus membutuhkan waktu yang cukup panjang, yakni sekitar 30 miliar tahun. Pada teori ini, ekspansi terjadi karena adanya reaksi inti hidrogen yang pada akhirnya akan membangun unsur-unsur lain yang lebih kompleks. Cara kerja teori mengembang dan memampat adalah ketika proses ekspansi berjalan, maka galaksi-galaksi dan bintang-bintang akan terbentuk. Setelah mengalami ekspansi, kemudian galaksi-galaksi dan bintang-bintang itu akan memampat bersamaan dengan keluarnya cahaya panas yang sangat tinggi.

4. Teori Alam Semesta Kuantum



Gambar 4. Quantum Universe Theory

Teori alam semesta kuantum diciptakan oleh William Lane Craig pada tahun 1996. Pada teori kuantum dijelaskan bahwa pada dasarnya alam semesta tidak memiliki ruang hampa, yang ada hanya partikel-partikel sub atomik. Dalam teori ini, alam semesta dinyatakan sudah ada dari awal dan akan terus ada sepanjang masa. Alam semesta yang sudah terbentuk tidak akan pernah hancur. Teori kuantum semesta ini didasarkan pada gagasan bahwa semua peristiwa memiliki kemungkinan terjadi, semua hal dapat memiliki probabilitas. Terdapat pergeseran kuantum pada keadaan baru ketika alam semesta tiba-tiba mengembang sangat besar.

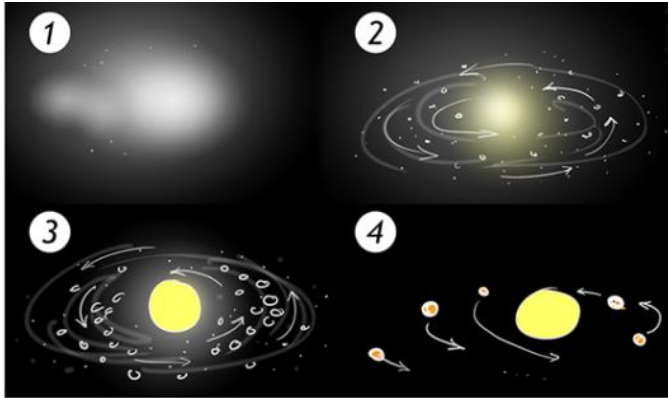
C. TATA SURYA

Tata surya merupakan sistem organisasi yang teratur dengan matahari sebagai pusat peredaran, yang dikelilingi oleh benda-benda langit (planet, asteroid, satelit, meteor, dan komet). Benda-benda langit tersebut beredar mengelilingi matahari secara konsentris pada lintasan masing-masing. Cabang ilmu astronomi yang khusus mempelajari asal usul terbentuknya Tata Surya adalah kosmogoni (cosmogony). Terdapat beberapa teori pembentukan tata surya, yakni sebagai berikut:

1. Teori Nebular

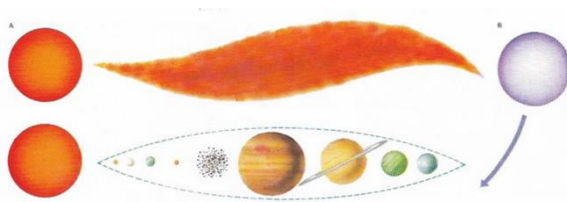
Hipotesis teori nebular ditemukan pertama kali oleh Immanuel Kant dan Laplace pada tahun 1796. Teori Nebula menyebutkan bahwa tata surya terbentuk dari kabut pekat dan besar yang berputar, berpilin, dan terpadatkan menjadi matahari beserta planet-planet. Kondensasi awan

membentuk bagian-bagian terpisah yang terus berputar. Di tengah kondensat, partikel memusat lalu memampat, hingga terbentuk matahari. Partikel lain yang berada di sekitar matahari juga berputar dan membentuk planet-planet. Sisa kondensat membentuk satelit, asteroid, meteor, dan benda langit lainnya.



Gambar 5. Hipotesis Teori Nebular

2. Teori Tidal atau Teori Pasang Surut



Gambar 6. Hipotesis Teori Tidal

Awal mula teori pasang surut atau teori tidal dikemukakan pertama kali oleh George Louis Leclerc de Buffon, seorang ahli alam dari Perancis, pada abad ke 18. Menurut hipotesis awal teori Tidal, planet terbuat dari hasil tabrakan antara matahari dengan komet raksasa. Hasil tabrakan tersebut menghasilkan puing-puing yang berubah menjadi beberapa planet yang berotasi dengan arah yang sama saat mengelilingi matahari. Teori pasang surut tersebut selanjutnya diperbaiki oleh Sir James

Hopwood Jeans dan Harold Jeffreys pada tahun 1919. Pada perbaikan teori tersebut disebutkan bahwa awal mula terbentuknya tata surya adalah sebuah matahari yang dilewati oleh bintang dengan jarak yang sangat dekat. Karena terdapat gaya gravitasi, maka sebagian massa yang dimiliki oleh matahari tertarik ke arah bintang. Massa matahari yang tertarik tersebut hampir menyerupai cerutu, yakni besar pada bagian tengah dan kecil di bagian ujung dan pangkal. Setelah bintang tersebut menjauhi matahari, massa tersebut terus berputar mengelilingi matahari yang akhirnya mendingin dan membentuk bulatan untuk kemudian berubah menjadi planet. Terbentuknya tata surya karena adanya efek pasang gas-gas yang dimiliki matahari, akibat dari gaya gravitasi yang berasal dari bintang saat melintasi matahari. Gas tersebut lambat laun berubah menjadi bola yang cair dan seiring berjalannya waktu perlahan mendingin membentuk planet dan satelit.

3. Teori Bintang Kembar

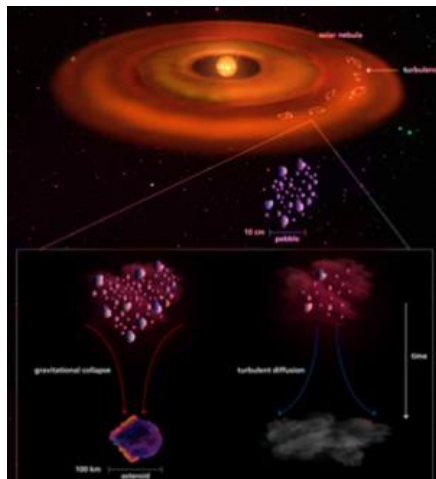
Teori bintang kembar dikemukakan oleh Raymond Arthur Lyttleton pada tahun 1956, yang menyatakan bahwa alam semesta terbentuk karena adanya dua matahari kembar atau disebut juga dengan dua 'bintang raksasa' kembar. Salah satu bintang meledak karena terlalu padat dan panas. Ledakan tersebut membentuk serpihan berupa batuan, debu, gas, dan berbagai material lain. Pecahan dari matahari yang meledak mengambang di angkasa dan perlahan mengorbit ke matahari yang masih utuh. Seiring berjalannya waktu, pecahan-pecahan matahari yang meledak tersebut kemudian menjadi planet. Karena adanya gaya gravitasi, planet-planet tersebut beredar mengelilingi bintangnya.



Gambar 7. Hipotesis teori Bintang Kembar

4. Teori Planetesimal

Teori planetesimal dikemukakan oleh seorang astronom Forest Ray Moulton dan seorang geolog Thomas C. Chamberlin dari Universitas Chicago pada tahun 1900. Menurut teori planetesimal, tata surya terbentuk ketika terdapat sebuah bintang yang melintas mendekati matahari dengan kecepatan yang tinggi. Keduanya memiliki jarak yang relatif dekat, sehingga daya tarik bintang yang tinggi menyebabkan daya pasang pada bagian gas matahari. Akibatnya, terdapat beberapa massa gas matahari yang terlempar dan mulai mengorbit kepadanya. Karena daya tarik matahari yang cukup besar, maka gas-gas tersebut tertahan dan mulai bergerak mengelilingi matahari. Seiring berjalannya waktu, massa gas tersebut menjadi dingin dan berubah menjadi cairan yang mulai memadat, hingga akhirnya gas yang memadat membentuk planetesimal yang mengelilingi matahari. Beberapa planetesimal yang terbentuk akan saling tarik-menarik dan bergabung menjadi satu hingga pada akhirnya membentuk planet.

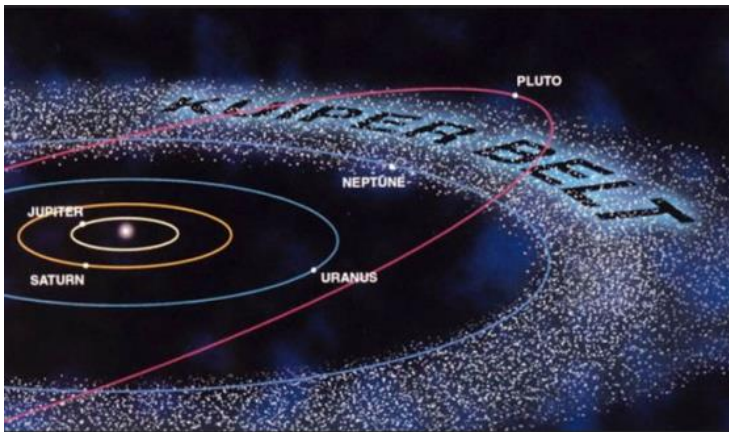


Gambar 8. Planetesimal (asteroid, komet, dan lain-lain) dibentuk oleh keruntuhan gravitasi awan kerikil yang terbuat dari es dan debu

5. Teori Gerard P. Kuiper

Teori Gerard P. Kuiper mengemukakan bahwa pada awal pembentukan tata surya terdapat nebula besar berbentuk piringan

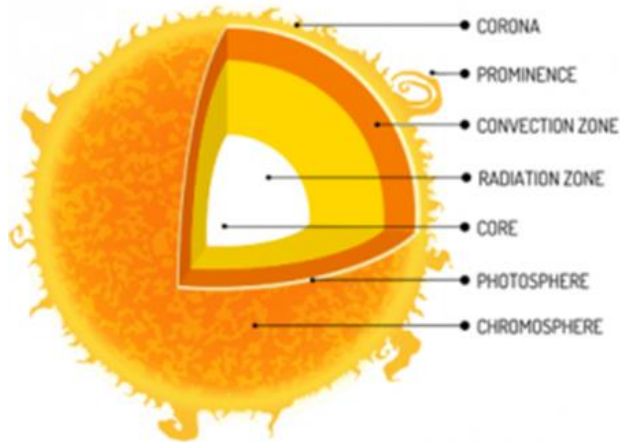
cakram. Pusat piringan tersebut dinamakan proto-matahari, sementara gas yang berputar mengelilingi proto-matahari adalah protoplanet. Lambat laun, pusat piringan yakni proto-matahari menjadi sangat panas, sementara protoplanet menjadi dingin. Unsur-unsur ringan (hidrogen dan helium) di sekitar proto-matahari terus menguap dan seiring berjalannya waktu, gas yang berputar mengelilingi proto-matahari mulai menggumpal membentuk planet-planet.



Gambar 9. Kuiper Belt yang kaya dengan asteroid, melintasi orbit Pluto dan di luar orbit Neptunus

Berikut beberapa benda langit yang merupakan bagian dari tata surya, yakni meliputi:

1. Matahari. Matahari merupakan bola gas pijar, dengan komposisi sebagian besar atom hidrogen (H) dan atom helium (He), serta campuran unsur-unsur karbon (C) dan atom lainnya. Matahari menjadi pusat tata surya dan memiliki gaya gravitasi yang cukup besar, sehingga menyebabkan anggota tata surya lainnya beredar mengelilingi matahari. Matahari memiliki diameter: 1.392.684 km, dengan massa sebesar 199×10^{30} kg (333.060 bumi) dan suhu permukaan sebesar: 5.500° C. Jarak antara matahari ke bumi, yakni: 149.600.000 km

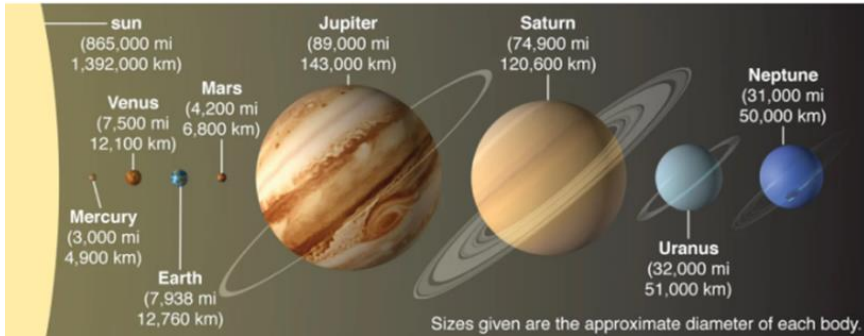


Gambar 10. Lapisan matahari

Lapisan matahari terdiri atas 72% hidrogen, 26% helium, dan 2% gas lainnya. Sebagaimana tersaji pada Gambar 4.10, berikut merupakan rincian suhu pada tiap lapisan matahari:

- Korona: 1.000.000 K hingga 2.000.000 K
- Kromosfer: 3.800 K hingga 35.000 K
- Fotosfer: 6.000 K
- Zona Konveksi: 5.700 K
- Zona Radiatif: 7.000.000 K hingga 2.000.000 K
- Inti: Lebih dari 15.000.000 K

2. Planet merupakan benda angkasa yang beredar mengelilingi matahari. Planet-planet yang beredar mengelilingi matahari antara lain: Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.



Gambar 11. Sistem Tata Surya

- 1) Merkurius. Merkurius merupakan planet yang paling dekat dengan matahari dengan jarak sekitar 58,5 juta kilometer dari matahari. Merkurius memiliki suhu permukaan pada siang hari adalah 450°C dan pada malam hari mencapai -180°C . Merkurius tidak memiliki satelit dan merupakan planet terkecil dalam tata surya dengan diameter 4.878 km. Periode revolusi merkurius adalah 88 hari dan periode rotasinya yakni 59 hari.
- 2) Venus. Venus merupakan planet terdekat kedua dengan matahari, di mana jarak antara Venus dengan matahari adalah 108 juta kilometer, dengan diameter planet Venus yakni 12.104 km. Permukaan planet Venus terdiri atas awan tebal CO_2 , sehingga memiliki efek rumah kaca, yang menjadikan Venus sebagai planet paling panas pada sistem tata surya, dengan suhu konstan, yakni 460°C . Periode revolusi Venus yakni 225 hari dan periode rotasinya 241 hari.
- 3) Bumi. Planet bumi memiliki diameter sebesar 12.760 km. Jarak antara bumi dengan Matahari adalah sekitar 150 juta kilometer dengan periode revolusi 365,3 hari dan periode rotasi 23 jam 56 menit. Bumi memiliki satu satelit yaitu bulan. Pada bumi terdapat atmosfer yang terdiri atas Nitrogen (N) dan Oksigen (O), sehingga tepat untuk melindungi Bumi dari bahaya radiasi Matahari. Hal ini menjadikan planet Bumi merupakan satu-satunya planet dalam anggota tata surya yang mendukung adanya kehidupan. Dua pertiga planet Bumi mencakup lautan.

- 4) Mars. Planet Mars memiliki diameter sebesar 6.787 km, dengan dua satelit, yakni Phobos dan Deimos. Jarak rata-rata planet Mars ke Matahari adalah 228 juta kilometer. Periode revolusi Mars 687 hari dan periode rotasi 24 jam 37 menit. Atmosfer planet Mars terdiri atas 95% karbondioksida (CO_2), dan selebihnya nitrogen (N_2) dan argon (Ar). Mars banyak mengandung besi oksida (FeO) membuat Mars tampak sebagai planet merah. Mars memiliki atmosfer yang tipis sehingga tidak bisa menyimpan banyak panas. Oleh karena itu, suhu di Mars berkisar antara -87°C pada musim dingin hingga maksimal -5°C pada musim panas.
- 5) Jupiter. Planet Jupiter berjarak 780 juta kilometer dari Matahari, dengan 4 satelit besar (Europa, Ganymede, Callisto, Io) dan 63 satelit kecil. Periode revolusi Jupiter adalah 11,86 tahun dan periode rotasi 9,8 jam. Planet Jupiter merupakan planet terbesar dalam sistem tata surya dengan diameter 139.822 km. Atmosfer Jupiter banyak mengandung 75% hidrogen (H_2) dan 24% helium (He). Jupiter memiliki gas berwarna merah yang akan berputar mengelilingi tengah-tengah planet Jupiter.
- 6) Saturnus. Planet Saturnus merupakan planet kedua terbesar setelah Jupiter dengan diameter 120.500 km, dengan 9 satelit yang mengorbit, yakni: Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea, Titan, Hyperion, Lapetus, dan Phoebe. Jarak rata-rata Saturnus dengan Matahari adalah 1.425 juta kilometer, dengan periode rotasi 10 jam 2 menit dan periode revolusi 29,5 tahun. Planet Saturnus dihiasi oleh gelang dan cincin yang tersusun atas es dan bantuan yang sangat besar. Planet Saturnus berisi banyak gas helium dan hidrogen, sehingga planet ini padat dan dapat mengapung di atas air.
- 7) Neptunus. Neptunus merupakan planet terjauh dari Matahari, dengan diameter 50.000 km dan memiliki dua satelit, yakni: Triton dan Nereid. Jarak Neptunus – Matahari adalah 4.510 juta kilometer dengan periode revolusi 164,8 tahun dan periode rotasi 19 jam. Neptunus merupakan planet yang paling berangin dalam tata surya. Planet Neptunus memiliki kesamaan dengan Uranus

memiliki atmosfer yang terdiri dari helium dan hidrogen, serta gas metana.

3. Benda-benda langit

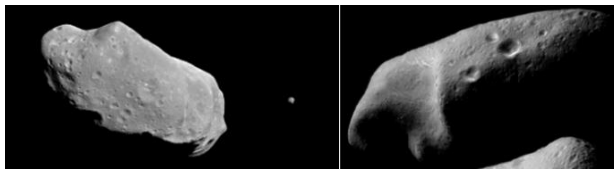
Benda-benda langit selain planet terdiri atas planet kerdil, asteroid, komet, satelit, dan meteor.

1) Planet Kerdil (Dwarf Planet)

Berdasarkan resolusi IAU (International Astronomical Union) tahun 2006, sebuah benda langit dikatakan planet kerdil apabila: mengorbit matahari, bentuk fisiknya cenderung bulat, orbitnya belum bersih dari keberadaan benda angkasa lain, serta bukan merupakan satelit. Contoh dari planet kerdil adalah Pluto dan Ceres.

2) Asteroid

Asteroid, juga disebut dengan planet minor atau planetoid, merupakan salah satu dari sekumpulan benda kecil di tata surya yang berdiameter sekitar 1.000 km (600 mil) atau kurang, yang mengorbit Matahari terutama di antara orbit Mars dan Jupiter, dalam cincin hampir datar (yang disebut sabuk asteroid). Karena ukurannya yang kecil dan jumlah yang relatif besar terhadap planet, maka asteroid juga disebut planet kecil. Asteroid-asteroid senantiasa berputar di antara planet Mars dan Jupiter.



Gambar 12. Asteroid Ida dan satelit (kiri). Asteroid Eros (kanan)

3) Komet

Komet atau bintang berekor merupakan benda langit yang garis edarnya/orbitnya sangat lonjong, sehingga jaraknya ke matahari kadang-kadang jauh sekali, namun suatu saat dapat dekat sekali. Wujud komet tersusun atas kristal-kristal es yang rapuh sehingga mudah terlepas dari badannya. Bagian yang terlepas inilah yang

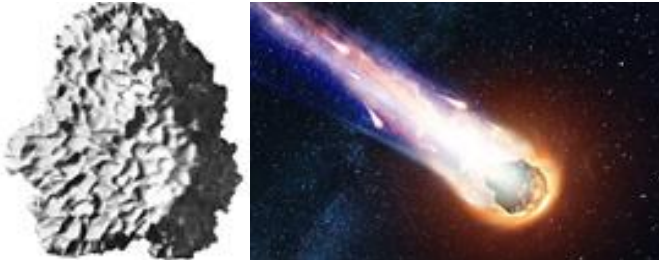
membentuk semburan cahaya ketika sebuah komet melintas di dekat Matahari.

4) Satelit

Satelit merupakan pengiring planet. Satelit beredar mengelilingi planet dan bersama-sama mengelilingi matahari. Peredaran satelit mengelilingi planet disebut revolusi satelit. Di samping itu, satelit juga melakukan gerak rotasi, yaitu beredar mengelilingi sumbuinya sendiri.

5) Meteor dan Meteoroid

Meteor adalah serpihan-serpihan benda padat yang beterbangan tidak beraturan yang berasal dari serpihan asteroid, ekor komet atau pecahan dari benda-benda langit lainnya yang disebabkan oleh pengaruh gaya gravitasi bumi sehingga membuat serpihan-serpihan benda langit tersebut melesat serta terbakar hingga sampai ke arah bumi. Meteoroid merupakan benda kecil apa pun di orbit mengelilingi Matahari, yang memiliki sifat yang sama dengan benda yang menghasilkan meteor.



Gambar 13. Cabin Creek Meteoroid (kiri) dan ilustrasi komet (kanan)

D. BUMI

Bumi merupakan salah satu planet di sistem tata surya yang terdapat dalam Galaksi Bima Sakti. Bumi berbentuk bulat, namun tidak bulat sempurna, melainkan pempadat pada kutub-kutubnya dan menggelembung pada equatornya (garis tengah bumi). Jari-jari di kutub bumi adalah 6.3568 km sedangkan jari-jari pada equator yakni 6.378,2 km. Bumi berputar pada porosnya yang disebut dengan rotasi bumi. Selain berotasi, bumi juga bergerak mengelilingi matahari atau disebut dengan revolusi

bumi. Waktu yang diperlukan bumi untuk berotasi satu kali mengitari porosnya adalah 1 hari atau 24 jam (tepatnya adalah 23 jam 56 menit 4,09 detik). Arah rotasi bumi adalah “arah timur” yaitu dari barat ke timur. Akibat dari rotasi bumi yakni:

1. Pergantian siang dan malam hari.
2. Gerak semu harian benda langit.
3. Peggembungan di khatulistiwa dan pemepatan di kedua kutub bumi.
4. Perbedaan waktu untuk tempat-tempat yang berbeda derajat bujurnya.

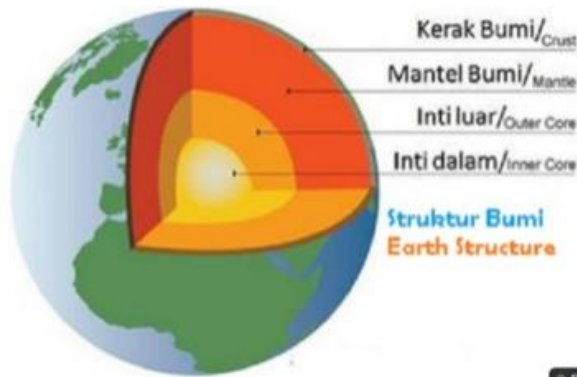
Arah revolusi sama dengan arah rotasi, yaitu berlawanan dengan arah jarum jam. Arah revolusi bumi ini diciptakan sebagai “arah timur”, yaitu gerak dari timur ke barat. Satu kali revolusi bumi (disebut periode revolusi bumi) memerlukan waktu 362,25 hari (tepatnya 365 hari 6 jam 9 menit 10 detik). Revolusi bumi menyebabkan:

1. Pergantian musim
2. Perubahan lamanya siang dan malam
3. Gerak semu tahunan matahari
4. Terlihatnya bintang yang berbeda dari bulan ke bulan

Secara garis besar, lapisan yang membentuk planet bumi terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu atmosfer, hidrosfer dan litosfer. Atmosfer adalah lapisan udara atau gas berlapis-lapis yang menyelubungi bumi. Hidrosfer adalah semua bentuk air yang ada diatas muka bumi, yang terbesar adalah samudra dan lautan. Litosfer adalah lapisan kerak bumi yang paling luar terdiri dari batuan.

Struktur luar bumi, yakni lapisan atmosfer bumi, terdiri atas beberapa lapisan yang dibagi menurut komponen penyusunnya dan letak atau ketinggiannya diatas permukaan laut (DPL), terdiri atas:

- Troposfer (lapisan terdekat dengan bumi) berada pada ketinggian 0 – 12 km dpl
- Stratosfer, ketinggian 12 – 50 km DPL
- Mesosfer, ketinggian 50 – 80 km DPL
- Thermosfer, ketinggian 80 – 700 km DPL
- Exosfere, ketinggian > 700 – 190.000 km DPL



Gambar 14. Struktur dalam bumi

Struktur dalam bumi terdiri atas beberapa bagian sebagaimana tersaji pada Gambar 4.14, yakni:

1. Kerak bumi, merupakan lapisan kulit bumi yang paling luar. Tebal lapisan kerak bumi mencapai 70 km dan tersusun atas batuan-batuan basa dan asam. Kerak bumi terdiri dari dua jenis, yaitu kerak benua dan kerak samudera. Kerak samudera berada di bawah samudera dan berumur lebih muda dibanding kerak benua (<200 juta tahun). Kerak samudra memiliki tebal antara 5–11 kilometer. Kepadatan kerak samudera mencapai 3.000 kg/m³. Kerak benua berada di bawah benua dengan ketebalan kira-kira 30–55 kilometer, dengan umur hingga 3,8 juta tahun dan kepadatan mencapai 2.700 kg/m³.
2. Selimut bumi bersifat padat, namun dapat mengalir saat diberi tekanan. Mantel atau selimut bumi memiliki ketebalan 3.555 kilometer dan kepadatan 3.250–5.000 kg/m³. Suhu mantel mencapai 3.000 °C. Lapisan ini berfungsi untuk melindungi bagian dalam bumi. Selimut bumi dibagi menjadi 3 bagian, yaitu litosfer, astenosfer, dan mesosfer.
3. Inti bumi, merupakan lapisan paling dalam dari struktur bumi. Lapisan inti dibedakan menjadi 2, yaitu lapisan inti luar (outer core) dan inti dalam (*inner core*). Inti luar tebalnya sekitar 2.000 km dan terdiri atas besi cair, dengan suhu mencapai 2.200 °C. Inti dalam merupakan pusat bumi berbentuk bola dengan diameter sekitar 2.700 km. Inti dalam terdiri dari nikel dan besi (NiFe), dengan suhu mencapai 4.500 OC.

E. RANGKUMAN MATERI

- Alam semesta merupakan seluruh ruang yang meluas tak terhingga dan waktu kontinu tempat manusia berada, beserta segala energi dan materi yang dimilikinya. Alam semesta mencakup mikrokosmos (benda-benda berukuran kecil, seperti: proton, elektron, neutron, atom, sel, dan lain sebagainya) dan makrokosmos (benda-benda berukuran sangat besar, misalnya: bintang, planet, galaksi dan lain sebagainya)
- Teori pembentukan alam semesta antara lain: Teori Keadaan Tetap (*Steady State Theory*); Teori Dentuman Besar (Big Bang Theory); Teori Osilasi (*The Oscillating Theory*); dan Teori Alam Semesta Kuantum. Dari berbagai teori pembentukan alam semesta, penjelasan yang paling banyak diterima adalah Teori Big Bang. Menurut Big Bang, semesta awalnya berasal dari titik panas dan sangat padat.
- Teori pembentukan tata surya, antara lain: Teori Nebular, Teori Tidal, Teori Bintang Kembar, Teori Planetesimal, dan Teori Gerard P. Kuiper.
- Benda langit yang membentuk sistem tata surya antara lain: matahari, planet (Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus), planet kerdil (Pluto dan Ceres), asteroid, komet, satelit, meteor, meteoroid.
- Bumi merupakan salah satu planet di sistem tata surya yang terdapat dalam Galaksi Bima Sakti. Bumi berbentuk bulat, namun tidak bulat sempurna, melainkan pepat pada kutub-kutubnya dan menggelembung pada equatornya (garis tengah bumi).
- Bumi berputar pada porosnya (berotasi) selama 23 jam 56 menit 4,09 detik. Selain berotasi, bumi juga bergerak mengelilingi matahari (berevolusi) selama 365 hari 6 jam 9 menit 10 detik.
- Struktur luar bumi, yakni lapisan atmosfer bumi, terdiri atas beberapa lapisan, yakni: troposfer, stratosfer, mesosfer, termosfer, dan eksosfer. Struktur dalam bumi yakni terdiri atas kerak bumi, selimut bumi, dan inti bumi.

TUGAS DAN EVALUASI

1. Apa yang dimaksud dengan alam semesta?
2. Sebut dan jelaskan teori pembentukan alam semesta!
3. Sebut dan jelaskan teori pembentukan tata surya!
4. Apa manfaat dari rotasi dan revolusi bumi?
5. Sebut dan jelaskan terkait: a. dwarf planet; b. Teori Kuiper; c. Struktur dalam bumi!

DAFTAR PUSTAKA

- Admin SMP. (2021). Tata Surya, Galaksi, dan Luasnya Alam Semesta. Dilansir dari <https://ditsmp.kemdikbud.go.id/tata-surya-galaksi-dan-luasnya-alam-semesta/>
- Borchardt, Glenn. (2007). Infinite Universe Theory. Proceedings of The NPA
- Darling, D. (2013). Jeans-Jeffreys Tidal Hypothesis. Diakses dari <https://www.daviddarling.info/encyclopedia/J/JeansJefftidal.html>
- Gramedia Blog. (2021). Sistem Tata Surya: Definisi, Teori, Hingga Sistem Penyusunnya. Dilansir dari <https://www.gramedia.com/literasi/sistem-tata-surya/>
- Greskho, M. (2017). Origins of The Universe 101. Diakses dari <https://www.nationalgeographic.com/science/article/origins-of-the-universe#:~:text=The%20best%2Dsupported%20theory%20of,by%20an%20ancient%20explosive%20force.>
- Hartono (2007). Geografi: Jelajah Bumi dan Alam Semesta untuk Kelas X SMA/MA halaman 28-29. Jakarta: CV.Citra Praya.
- Historical Geology (2020). Nebular theory and the formation of the solar system. Diakses dari <https://opengeology.org/historicalgeology/case-studies/nebular-theory-and-the-formation-of-the-solar-system/>
- Max Planck Institute for Astronomy (2021). Asteroids are born big – and here is why! Diakses dari https://www.mpia.de/5641119/news_publication_16668835_transferred
- May, Andrew (2021). 4 bizarre Stephen Hawking theories that turned out to be right (and 6 we're not sure about). Diakses dari <https://www.livescience.com/bizarre-stephen-hawking-theories.html>
- Owen, T. (2023). Solar System. Diakses dari <https://www.britannica.com/science/solar-system>
- Purnama, Heri. (2008). Ilmu Alamiyah Dasar. Jakarta : Rineka Cipta

- Sahlan. (2020). Ilmu Kealaman Dasar. Bandung : Mujahid Press
- Siswapedia (2012). Teori Big Bang dan Teori Osilasi. Diakses dari <https://www.siswapedia.com/jagat-raya-the-universe/> Teori Big Bang dan Teori Osilasi
- Suherman, U., Eliva S.C., Neneng S. (2022). Ilmu Alamiah Dasar. Bandung : Widina Bhakti Persada
- Sujalu, A.P., Ismail, Jumani, Heni E., Lisa A.M. (2021). Ilmu Alamiah Dasar. Yogyakarta: Zahir Publishing
- Widiastuti, N. L. G. K. (2017). Modul Ilmu Alamiah Dasar. Denpasar: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Dwijendra
- Williams, M (2015). Gerard Kuiper. Diakses dari <https://www.universetoday.com/91203/gerard-kuiper/>



BIOLOGI, FISIKA DAN KIMIA DALAM PERSPEKTIF IPA

Sarwendah Ratnawati Hermanto, S.Pd., M.Sc.
Politeknik Negeri Ketapang

A. PENDAHULUAN

Ilmu Pengetahuan Alam diperlukan dalam kehidupan sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan manusia melalui pemecahan masalah-masalah yang dapat diidentifikasi. Penerapan IPA perlu dilakukan secara bijaksana untuk menjaga dan memelihara kelestarian lingkungan. Ilmu Pengetahuan Alam dapat dilihat sebagai bangunan ilmu (body of knowledge), cara berpikir (way of thinking), dan cara penyelidikan (way of investigation). IPA sebagai bangunan ilmu pengetahuan, dapat berupa fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori. Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dibagi menjadi sains hayati (biologi) dan sains fisik (fisika dan kimia) yang kemudian berkembang menjadi berbagai disiplin bidang ilmu lainnya.

Menurut permendikbud No.58 tahun 2014 tentang kurikulum 2013 pembelajaran IPA adalah pembelajaran yang dikenal sebagai IPA terpadu. Mengintegrasikan semua konsep IPA dalam bidang biologi, fisika, kimia, ilmu pengetahuan bumi dan antariksa yang diajarkan dalam satu pokok bahasan dalam pembelajaran IPA. Cakupan materinya banyak, sehingga

diperlukan suatu model pembelajaran dan metode pembelajaran yang tepat agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara maksimal.

Dalam kajian ilmu pengetahuan, dikenal adanya tiga landasan yang menjadi pondasi sebuah ilmu. Ketiga landasan itu adalah ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Ontologi merupakan landasan yang mempersoalkan tentang hakikat objek kajian. Epistemologi menyoal tentang bagaimana cara yang benar untuk mendapatkan pengetahuan dan aksiologi berbicara tentang tujuan dan kegunaan ilmu. Dengan demikian, setiap jenis pengetahuan mempunyai ciri-ciri yang spesifik mengenai apa (ontologi), bagaimana (epistemologi), dan untuk apa (aksiologi) pengetahuan tersebut disusun. Dari sisi ontologi, ada 2 paradigma yang menjadi basis bagi pengetahuan untuk mengembangkan dirinya, yaitu paradigma naturalisme dan supernaturalisme (Suriasumantri, 2005).

Pada masa Yunani sebelum berkembangnya pengetahuan, mitos menjadi kepercayaan yang mendarah daging dan memengaruhi pola pikir dalam kehidupan sosial. Pada awal berkembangnya ilmu pengetahuan, manusia memperhatikan gejala-gejala alam kemudian mempelajarinya. Pengetahuan yang diperoleh mula-mula terbatas pada hasil pengamatan terhadap gejala alam yang ada, kemudian

berkembang menjadi pengetahuan berdasarkan hasil pemikirannya. Dengan meningkatnya daya pikir, manusia akhirnya dapat melakukan eksperimen untuk mencari kebenaran dari suatu pengetahuan. Setelah itu, manusia mampu untuk memadukan penalaran dengan eksperimen sehingga lahirlah IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) yang lebih ajeg dan reliable.

Ditinjau dari awal perkembangannya (klasik), Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) masih bersifat tradisional. Hal ini berarti bahwa IPA dipelajari masih berdasarkan dengan pengalaman, kebiasaan dan naluri. Interaksi antara komponen dan perkembangan pengamatan dalam IPA klasik masih belum sempurna meskipun sudah ada kreasi, namun hanya tiruan atau imitasi dari keadaan sekitarnya. Contoh dari IPA klasik ini antara lain penglihatan dengan teori cahaya, pendengaran dengan suara, dimana pengalaman/indera penglihatan digunakan untuk mengamati gerakan benda (mekanika).

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) modern mulai muncul seiring dengan perkembangan teknologi yang kian pesat berdasarkan hasil penelitian maupun pengujian eksperimen. Pengujian yang dimaksud, telah dilakukan secara berulang kali sehingga diperoleh ilmu pengetahuan yang ajeg, hasil yang reliabel dan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya. Pembaharuan dari IPA modern pun terus dilakukan secara terus-menerus untuk mengikuti kemajuan ilmu pengetahuan yang ada secara berkesinambungan. Salah satu contoh dari IPA modern yaitu solusi menciptakan lingkungan bersih dari polusi dapat dilakukan dengan cara memilah sampah. Sampah dapat dipisahkan menjadi sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik yang berupa sisa sayur, buah maupun kotoran hewan dapat diolah menjadi pupuk kompos dan pupuk kandang dengan bantuan mikroorganisme. Sedangkan sampah anorganik dapat diolah menjadi bahan daur ulang, seperti botol plastik yang bisa diubah menjadi kerajinan tangan dll.

B. BIOLOGI DALAM PERSPEKTIF IPA

Istilah Ilmu hayat atau biologi yang kita kenal saat ini telah mengalami beberapa proses pergantian istilah yaitu mulai dari kata science dalam bahasa Inggris, sains dalam bahasa Indonesia, ilmu pengetahuan alam sampai ilmu alamiah yang mana di dalam konsepnya sendiri membahas tentang proses-proses perkembangan ilmu dan kejadian-kejadian alam dari sudut pandang ilmu pengetahuan. Beberapa pendapat tentang definisi biologi atau disebut juga dengan ilmu pengetahuan alam, ada yang mendefinisikan bahwa IPA merupakan ilmu yang sistematis dan dirumuskan, yang berhubungan dengan gejala-gejala kebendaan dan didasarkan terutama atas pengamatan dan induksi (Ahmadi dan Supatmo, 1991, hal 5). Sedangkan Nokes di dalam bukunya "Science in Education" menyatakan bahwa IPA adalah pengetahuan teoritis yang diperoleh dengan metode khusus.

Dalam biologi tentu saja sangat banyak kajian ilmu lain yang terkait di dalamnya, seperti ekologi yaitu ilmu yang mengupas tentang interaksi antar makhluk hidup dalam habitatnya, taksonomi yaitu konsep dasar ilmu yang dijabarkan dalam tahap pengklasifikasian makhluk hidup, evolusi merupakan kajian tentang perubahan yang terjadi pada makhluk

hidup baik secara morfologi ataupun secara anatomi, genetika merupakan kajian-kajian ilmu yang akan mengupas bagaimana penurunan sifat yang akan disumbangkan atau diturunkan dari parental ke fenotipnya (Zen, MT, 1983, hal 83). Tidak hanya itu tetapi juga akan dibahas bagaimana proses dan kajian dengan ilmu-ilmu yang terangkum dalam kelompok physical science dan ilmu-ilmu kimia juga.

Kemajuan teknologi dan kemajuan ilmu pengetahuan akan selalu diiringi oleh dampak/akibat yang ditimbulkannya. Akibat tersebut bisa bermakna baik dan bisa berarti buruk, bagi manusia maupun lingkungan. Demikian halnya dengan perkembangan ilmu biologi yang saat ini berkembang dengan begitu pesatnya. Perkembangan ilmu biologi secara nyata telah menimbulkan berbagai dampak pada masa kini dan nanti, baik itu dampak positif maupun dampak negatif dalam ranah sains, lingkungan, teknologi dan masyarakat.

Beberapa dampak positif dari perkembangan bioteknologi hingga saat ini, antara lain:

- a. meningkatnya sifat resistensi tanaman terhadap hama dan penyakit tanaman, misalnya tanaman transgenik kebal hama.
- b. meningkatnya produk-produk (baik kualitas maupun kuantitas) pertanian, perkebunan, peternakan maupun perikanan, dengan temuan bibit unggul.
- c. meningkatnya nilai tambah bahan makanan. Pengolahan bahan makanan tertentu, seperti air susu menjadi yoghurt, mentega, keju.
- d. membantu proses pemurnian logam dari bijinya pada pertambangan logam (bio hidrometalurgi)
- e. membantu manusia mengatasi masalah-masalah pencemaran lingkungan, Seperti: bakteri pemakan plastik dan parafin, bakteri penghasil bahan plastik biodegradable,
- f. membantu manusia mengatasi masalah sumber daya energi. Misalnya: bioethanol, biogas.
- g. membantu dunia kedokteran dan medis mengatasi penyakit-penyakit tertentu. Misalnya: penyakit kelainan genetik dengan terapi gen, hormon insulin, antibiotik, antibodi monoklonal, vaksin.

- h. mengatasi masalah pelestarian species langka dan hampir punah. Dengan teknologi transplantasi nukleus, hewan/tumbuhan langka bisa dilestarikan.
- i. dan lain sebagainya.

Sedangkan dampak buruk yang bisa ditimbulkan oleh perkembangan bioteknologi ini, antara lain:

- a. munculnya pencemaran biologis, berupa penyebaran organisme transgenik yang tak terkendali
- b. gangguan keseimbangan ekosistem akibat perubahan dinamika populasi
- c. kerusakan tatanan sosial masyarakat, ketika cloning pada manusia tidak terkendali
- d. tersingkirnya berbagai plasma nutfah alami /lokal. Flora dan fauna lokal “terdesak” oleh kehadiran flora dan fauna transgenik.
- e. menimbulkan pertentangan berkepanjangan antara tokoh ilmuwan bioteknologi dengan tokoh-tokoh kemanusiaan dan agama
- f. timbulnya reaksi alergi pada manusia yang mengkonsumsi tanaman/hewan transgenik
- g. munculnya penyakit-penyakit baru dan kerentanan terhadap penyakit akibat pemanfaatan tanaman/hewan transgenik.

C. FISIKA DALAM PERSPEKTIF IPA

Fisika merupakan salah satu bidang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang mempelajari gejala-gejala alam secara sistematis untuk menguasai pengetahuan berupa fakta, konsep, prinsip, dan proses penemuan tentang interaksi gejala-gejala itu satu sama lain, sehingga fisika bukan hanya sebagai produk berupa pengetahuan tetapi juga sebagai proses dalam memperoleh pengetahuan tersebut. Fisika merupakan salah satu cabang IPA yang mendasari perkembangan teknologi maju dan konsep hidup harmonis dengan alam. Sebagai ilmu yang mempelajari fenomena alam, fisika juga memberikan pelajaran yang baik kepada manusia untuk hidup selaras berdasarkan hukum alam. Pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan serta pengurangan dampak bencana alam tidak akan berjalan secara optimal tanpa pemahaman yang baik tentang fisika (BNSP, 2006).

Hakikat fisika adalah bahwa fisika sebagai produk, fisika sebagai proses dan fisika sebagai sikap. Yang pertama fisika sebagai produk. Dalam rangka pemenuhan kebutuhan manusia, terjadi interaksi antara manusia dengan alam lingkungannya. Interaksi ini memberikan pembelajaran kepada manusia sehingga menemukan pengalaman yang menambah wawasan, pengetahuan dan kemampuannya yang ditandai dengan adanya perubahan perilaku. Dalam wacana ilmiah, hasil-hasil penemuan dari berbagai kegiatan penyelidikan yang kreatif dari para ilmuwan diinventarisir, dikumpulkan dan disusun secara sistematis menjadi sebuah kumpulan pengetahuan yang kemudian disebut sebagai produk atau "*body of knowledge*".

Pengelompokan hasil-hasil penemuan itu menurut bidang kajian yang sejenis menghasilkan ilmu pengetahuan yang kemudian disebut sebagai fisika, kimia dan biologi. Untuk fisika, kumpulan pengetahuan itu dapat berupa fakta, konsep, prinsip, hukum, rumus, teori, dan model. Yang kedua fisika sebagai proses. Menurut Sutrisno, pemahaman fisika sebagai proses sangat berkaitan dengan kata-kata kunci fenomena, dugaan, pengamatan, pengukuran, penyelidikan dan publikasi. Pembelajaran yang merupakan tugas dosen termasuk ke dalam bagian mempublikasikan itu. Dengan demikian pembelajaran fisika sebagai proses hendaknya berhasil mengembangkan keterampilan proses sains pada diri mahasiswa. Menurut Franz dalam Collette & Chiappetta (1994: 36), aspek yang dapat dikembangkan dalam hakikat the way of investigating yang biasa dikenal dengan Keterampilan Proses Sains (KPS) yaitu:

1. *observing,*
2. *collecting data,*
3. *developing a hypothesis,*
4. *experimenting,*
5. *concluding.*

Fisika pada awalnya berkembang dari dunia filosofi dimana manusia terus memperhatikan benda-benda di sekitarnya berinteraksi, kenapa benda yang tanpa disangka akan jatuh ke bawah, kenapa benda yang berlainan memiliki sifat yang berlainan juga, dan sebagainya. Sehingga

fisika berawal bukan dari eksperimen yang sistematis melainkan melalui pengamatan, pengalaman, dan pemikiran yang terbatas.

1

Perkembangan fisika menurut Richtmeyer dibagi menjadi empat periode, yaitu:

1. Periode pertama

Dimulai dari zaman prasejarah sampai tahun 1550an. Dalam periode pertama ini belum ada penelitian yang sistematis. Pada zaman ini manusia mulai mengembangkan ilmu pengetahuan menggunakan pola pikir. Ilmu pengetahuan berkembang dengan adanya pengamatan, pengalaman, dan pemikiran yang terbatas. Beberapa penemuan pada periode ini di antaranya:

a. 2400000 SM-599 SM

Dibidang astronomi orang-orang yang hidup pada zaman tersebut sudah menghasilkan Kalender Mesir dengan perhitungan 1 tahun = 365 hari, selain itu mereka dapat memprediksi gerhana, membuat jam matahari dan membuat katalog bintang. Dalam bidang teknologi mereka sudah mengenal peleburan berbagai logam, pembuatan roda, teknologi bangunan (piramid), standar berat, pengukuran, koin (mata uang).

b. 600 SM-530 M

Pada zaman ini perkembangan ilmu dan teknologi sangat terkait dengan perkembangan matematika. Dalam bidang Astronomi sudah ada pengamatan tentang gerak benda langit (termasuk bumi), jarak dan ukuran benda langit. Dalam bidang sains fisik, sudah ada hipotesis Democritus bahwa materi terdiri dari atom-atom. Archimides memulai tradisi "Fisika 3 Matematika" untuk menjelaskan tentang katrol, hukum-hukum hidrostatika dan lain-lain. Tradisi Fisika Matematika berlanjut sampai sekarang.

c. 530 M – 1450 M

Mundurinya tradisi sains di Eropa dan pesatnya perkembangan sains di Timur Tengah. Pada saat itu perkembangan teknologi di dunia islam semakin berkembang, diantaranya muncul tokoh-tokoh fisikawan muslim yaitu: Ibnu Al-Haitham (965 M- 1039 M) dalam karyanya bertajuk kitab Al-manazir (tentang optik) : Abu Nasr Mansur (960 M – 1036 M) yang menemukan hukum sains. Dalam kurun waktu ini juga

terjadi perkembangan ilmu kalkulus. Dalam bidang Astronomi ada "Almagest" karya Ptolemy yang menjadi teks standar untuk astronomi. Dalam sains fisik, Aristoteles berpendapat bahwa gerak bisa terjadi jika ada yang mendorong secara terus menerus; kemagnetan berkembang; eksperimen optika berkembang, ilmu kimia berkembang (Alchemy).

- d. 1450 M-1550 M Ada publikasi teori Heliosentris dari Copernicus yang tercetak dalam bukunya *De Revolutionibus Orbium Caelestium*. Dalam pendapatnya yang paling terkenal yaitu Heliosentris, ia mengganti posisi bumi sebagai pusat alam semesta dengan matahari. Dan ia juga menggambarkan gerakan benda-benda langit. Sehingga ilmu yang disumbangkan Copernicus menjadi titik penting dalam revolusi saintifik, yaitu ketika ilmu mulai memikirkan gaya-gaya yang menyebabkan gerakan benda langit.

2. Periode Kedua

Dimulai dari tahun 1550an sampai tahun 1800an. Pada periode kedua ini mulai dikembangkan metoda penelitian yang sistematis dengan Galileo dikenal sebagai pencetus metoda saintifik dalam penelitian. Galileo 4 memperbaiki teori-teori sebelumnya untuk menghasilkan mekanika. Dalam bukunya *Discourses Concerning Two New Sciences*, ia tidak lagi mencari penyebab gerakan (dinamika), tapi menerangkan dengan gejalanya (kinematika). Newton meneruskan kerja Galileo terutama dalam bidang mekanika menghasilkan hukum-hukum gerak yang sampai sekarang masih dipakai. Sehingga dari tulisan Galileo terhubunglah benang merah langsung ke mekanika Newton. Dalam mekanika selain hukum-hukum Newton dihasilkan pula persamaan Bernoulli, Teori Kinetik Gas, Vibrasi Transversal dari batang, kekekalan Momentum sudut, persamaan Lagrange. Dalam fisika panas ada penemuan termometer, Azas Black, dan Kalorimeter. Dalam gelombang cahaya ada penemuan aberasi dan pengukuran kelajuan cahaya. Dalam kelistrikan ada klasifikasi konduktor dan non konduktor, penemuan elektrostatik, pengembangan teori arus listrik yang serupa dengan teori penyaluran panas dan Hukum Coulomb.

3. Periode Ketiga

Dimulai dari Tahun 1800an sampai 1890an. Pada periode ini diformulasikan konsep-konsep fisika yang mendasar yang sekarang kita kenal dengan sebutan fisika klasik. Dalam periode ini fisika berkembang dengan pesat terutama dalam mendapatkan formulasi-formulasi umum dalam mekanika, Fisika panas, Listrik-Magnet dan gelombang, yang masih terpakai sampai saat ini. Dalam mekanika diformulasikan Hamiltonian (yang kemudian dipakai dalam fisika kuantum), persamaan gerak benda tegar, teori elastisitas, hidrodinamika. Dalam fisika panas diformulasikan hukum-hukum termodinamika, teori kinetik gas penjalaran panas dan lain-lain. Dalam Listrik-Magnet diformulasikan Hukum Ohm, Hukum Faraday, Teori Maxwell dan lain-lain. Dalam gelombang diformulasikan teori gelombang cahaya, prinsip interferensi, difraksi dan lain-lain.

4. Periode Keempat

Dimulai dari tahun 1890an sampai sekarang. Pada akhir abad ke-19 ditemukan beberapa fenomena yang tidak bisa dijelaskan melalui fisika klasik. Hal ini menuntut pengembangan konsep fisika yang lebih mendasar lagi yang sekarang disebut Fisika Modern. Dalam periode ini dikembangkan teori-teori yang lebih umum yang dapat mencakup masalah yang berkaitan dengan kecepatan yang sangat tinggi (relativitas) dan yang berkaitan dengan partikel yang sangat kecil (teori kuantum). Teori Relativitas yang dipelopori oleh Einstein, teori ini menjelaskan bahwa tidak mungkin untuk membedakan satu sistem dari yang lain jika dua-duanya bergerak dengan kecepatan tetap. Dari teori Relativitas itu menghasilkan beberapa hal diantaranya adalah kesetaraan massa dan energi $E=mc^2$ yang dipakai sebagai salah satu prinsip dasar dalam transformasi partikel. Teori kuantum, yang diawali oleh karya Planck dan Bohr dan kemudian dikembangkan oleh Schroedinger, Pauli, Heisenberg dan lainlain, melahirkan teori-teori tentang atom, inti, partikel subatomik, molekul, zat padat yang sangat besar perannya dalam pengembangan ilmu dan teknologi.

Perkembangan fisika menurut Jacoub dibagi ke dalam 5 periode [boer Jacoub, 1968], yaitu:

1. Periode pertama (Antara zaman purbakala s/d 1500)
Belum adanya eksperimen yang sistematis dan kebebasan dalam mengadakan percobaan. Dengan karakteristik sebagai berikut:
 - a. Hasil perkembangan pengetahuan dalam bidang fisika tidak memuaskan
 - b. Sifatnya spekulasi dan metafisik (sulap dan gaib)
 - c. Eksperimen tidak sistematis dan jauh dari ketelitian.
2. Periode kedua (sekitar 1550-1800)
Perkembangan fisika berdasarkan metode eksperimen yang dapat dipertanggungjawabkan, diakui, dan diterima sebagai persoalan yang ilmiah. Dengan karakteristik sebagai berikut:
 - a. Pertumbuhan penyelidikan berkembang pesat sekali dengan percobaan yang dipelopori oleh Galileo (1564-1642).
 - b. Galileo meletakkan pandangan modern dimana sains harus berdasarkan pengamatan dan percobaan. Hampir 2 abad Galileo menghadapi dogma dan intoleransi kaum agama.
 - c. Tokoh lain yang berperan Newton, Huygens, boyle, dll.
 - d. Prinsip yang berkembang:" ilmu dapat dikembangkan dan dimajukan sesuai dengan teorinya yang berdasarkan eksperimen; diterima atau ditolak apabila teori sesuai atau berlawanan dengan eksperimen yang diperlukan untuk menguji teori tersebut".
3. Periode Ketiga (periode singkat, 1800-1890)
Berkembangnya fisika klasik yang meletakkan dasar fisika kuantum. Dengan karakteristik sebagai berikut:
 - a. Kemajuan pesat dari pertumbuhan dan perkembangan fisika klasik yang meletakkan dasar fisika kuantum
 - b. Periode ini singkat, tapi kemajuan pesat, hampir semua fisikawan percaya semua hukum fisika telah ditemukan dan selesai, sehingga penelitian dialihkan untuk memperbaiki validitas alat ukur dan perbaikan metode pengukurannya.
 - c. Beberapa fenomena dapat dicatat antara lain:

- Eksperimen count Rumford dan Joule yang memberi dasar teori kinetik panas yang dikenal memberi dasar teori kinetik panas yang dikenal sekarang
 - Pengamatan dan percobaan Young telah membuktikan interferensi dua berkas cahaya, yang mengukuhkan teori gelombang Huygens dari teori Corpuscular Newton
 - Hasil Riset Faraday yang memberikan dasar kebenaran teori elektromagnetik maxwell.
 - Banyak teknologi hasil fisika dipakai dalam kegiatan industri.
4. Periode Keempat (Tahun 1887 s/d 1925)
- Adanya fenomena mikroskopis (elektron dll). Teori klasik semi modern, teori kuantum masih terkait fisika klasik (the old quantum mechanics). Dengan karakteristik sebagai berikut:
- a. Dimulai tahun 1887 dengan ditemukannya efek fotolistrik.
 - b. Sepuluh tahun kemudian ditemukan berturut-turut: sinar X (1895), Radioaktivitas (1896), dan elektron (1900)
 - c. Teori kuantum yang timbul masih dihubungkan dengan teori klasik semi modern, perkembangannya kurang pesat (the old quantum mechanics)
 - d. Adanya fenomena mikroskopis, yaitu fenomena yang tidak dapat dilihat langsung, seperti elektron dan neutron dimana fisika klasik tak dapat menerangkan fenomena tersebut sehingga dicari ilmu dan model-model baru lagi.
5. Periode Kelima (tahun 1925 s/d sekarang)
- Fenomena mikroskopis revolusioner, dibuat teori baru yang tidak terkait fisika klasik (the new quantum mechanics). Dengan karakteristik sebagai berikut:
- a. Dimulai perkembangan baru dengan dibuatnya teori-teori baru yang lebih revolusioner dengan tidak mengindahkan mekanika klasik (the new quantum mechanics)
 - b. Teori baru ini muncul berdasarkan uraian teoritis de Broglie, Heisenbergh, dan Schrodiger serta percobaan Davisson-Germer dan Thompson.

- c. Ditemukan prinsip mekanika matriks (Heisenbergh), mekanika gelombang (Schrodinger), dan mekanika gabungan keduanya yang lebih umum (Dirac-Tomonaga)
- d. Mekanika kuantum yang dikemukakan Dirac dinamakan symbolic method, sifatnya sangat abstrak dan sukar dimengerti, dikenal dengan nama Relativistic quantum mechanics.

Persamaan dan perbedaan pendapat dari kedua tokoh tersebut yaitu persamaan pendapat antara Richtmeyer dan Jacoub Periode pertama sampai dengan ketiga mempunyai kesamaan paradigma berfikir yang dijabarkan dalam penjelasan berikut ini:

- a. Periode pertama (pra sejarah s.d.1550 M)
Dari periode zaman purba sampai dengan 1500 M mempunyai kesamaan paradigma yaitu sifatnya tidak sistematis dan jauh dari ketelitian, spekulatif dan metafisik. Pengetahuan yang telah dibangun mencakup astronomi yang dihubungkan dengan astrologi, matematika dan teknologi sederhana.
- b. Periode kedua (1550M-1800M)
Dimulai ketika Galileo sebagai pencetus metode ilmiah dimana ilmu dikembangkan berdasarkan pengamatan dan percobaan. Pengembangan sains dititik beratkan pada teori baru gerak planet oleh Newton yang meneruskan kerja galileo terutama dalam bidang mekanika menghasilkan hukum-hukum gerak yang sampai sekarang masih dipakai, Fisika Panas, Gelombang Cahaya, dan Kelistrikan.
- c. Periode Ketiga (1800M-1890M)
Dimulai dari tahun 1800an. Kesamaan menurut keduanya bahwa pada periode ini diformulasikan konsep-konsep fisika yang mendasar yang sekarang kita kenal dengan sebutan Fisika Klasik. Dalam periode ini fisika berkembang dengan pesat terutama dalam mendapatkan formulasi-formulasi umum dalam mekanika, Fisika Panas, Listrik-Magnet dan gelombang, yang masih dipakai sampai saat ini.

Perbedaan pendapat antara Richtmeyer dan Jacoub dalam periode keempat (1890 M sampai sekarang) Jacoub membagi ke dalam 2 periode lagi yaitu 1890 M sampai 1925 M dan 1925 sd sekarang. Ia membagi

periode tersebut menjadi dua bagian, karena fenomena fisika modern yang berkembang masih terkait dengan fisika klasik dan juga perkembangan fisika modern di zaman ini kurang begitu pesat pada saat ini. Sedangkan Richtmeyer tidak membagi ke dalam 2 periode dalam perkembangan tersebut, karena dinilai keduanya sudah termasuk ke dalam era fisika modern. Berdasarkan buku Introduction to modern physics. Richtmeyer menjelaskan bahwa pada periode awal (pra sejarah sd 1550 M), ia membagi ke dalam 4 periode, yaitu:

- 2400000 SM-599 SM: dibidang astronomi sudah dihasilkan Kalender Mesir.
- 600 SM-530 M: perkembangan ilmu dan teknologi sangat terkait dengan perkembangan matematika.
- 530 M-1450 M: mundurnya tradisi sains di Eropa dan pesatnya perkembangan sains di Timur Tengah.
- 1450M-1550 M: ada publikasi teori Heliosentris dari copernicus yang menjadi titik penting dalam revolusi saintifik.

D. KIMIA DALAM PERSPEKTIF IPA

Sains mempunyai dua dimensi, yakni dimensi dinamik dan dimensi statis. Dimensi dinamik dari sains menggambarkan sains sebagai aktivitas (proses) riset dan pengkajian dengan menggunakan metode ilmiah yang mengandalkan keterampilan-keterampilan proses (observasi, berhipotesis, eksperimentasi, dan sebagainya). Hakikat sains sebagai proses ini yang melahirkan keterampilan proses sains yang menjadi keterampilan kunci atau keterampilan sentral pada penemuan ilmiah (ilmuwan atau peneliti) dan pembelajaran (dosen dan mahasiswa). Dimensi statik dari sains menggambarkan sains sebagai produk sistem ide-ide (konten sains), yang pada dasarnya merupakan produk dari aktivitas riset dan pengkajian dalam sains (Farmer dan Farrell, 1980).

Pengetahuan dapat menemukan kebenaran mutlak dan sebagian teori pengetahuan memang kebenaran mutlak, seperti diyakini Karl Popper. Hal ini karena teori pengetahuan dapat disalahkan. Teori baru yang lebih benar muncul dan memperbaiki. Tetapi, jika ia dapat disalahkan, berarti ia dapat pula dibenarkan. Paradigma dalam pengetahuan terus diperbaiki. Paradigma baru menjawab teka-teki yang tak terpecahkan paradigma

lama. Paradigma baru juga dapat membawa penerapan yang lebih luas atas jawabannya pada teka-teki. Tetapi paradigma lama tidak boleh semata dinyatakan salah. Proses pemerolehan pengetahuan itu sendiri mengubah sebagian fakta ilmiah yang diyakini benar seratus tahun lalu dan bukan tidak mungkin, fakta yang kita yakini sekarang akan berubah seratus tahun yang akan datang.

Ilmu kimia yang merupakan bagian dari ilmu pengetahuan yang sangat penting untuk dipelajari karena kajian di dalamnya mencakup berbagai topik, seperti sifat-sifat atom, cara membentuk ikatan kimia, interaksi beberapa zat melalui gaya antar molekul, serta mempelajari tentang struktur, sifat, komposisi, reaksi, serta perubahan energi yang menyertai reaksi sehingga pembelajarannya dapat memahami apa dan mengapa suatu fenomena bisa terjadi. Ilmu kimia memiliki konsep yang sifatnya abstrak, sehingga memerlukan pemahaman yang tinggi untuk memahaminya. Pada akhir abad ke-17 ilmu kimia berkembang sebagai ilmu pengetahuan setelah Antoine Lavoisier metode yang kini dikenal sebagai metode ilmiah dan kemajuan teknologi merupakan bukti nyata akan perkembangan ilmu kimia yang begitu pesat pada abad ke-18. Akan tetapi, jauh sebelum ilmu kimia ada peradaban Mesir kuno sudah mempraktikkan reaksi kimia yang dikenal dengan alkimia.

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan atau ilmu sains yang mempelajari mengenai komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi dari skala atom hingga molekul, serta perubahan atau transformasi, serta interaksi mereka untuk membentuk materi. Definisi kimia menurut para ahli:

1. Menurut KBBI: Ilmu tentang susunan, sifat, dan zat reaksi suatu unsur atau zat.
2. Brady 1994: Ilmu murni yang mempelajari bahan-bahan yang ada di alam semesta, interaksi diantaranya dan perubahan energi yang berhubungan karena adanya perubahan-perubahan alam.
3. Agung Nugroho Catur Saputro & Irwan Nugraha 2008: Ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang materi yang meliputi struktur, susunan, sifat, dan perubahan materi serta energi yang menyertainya

Ilmu kimia yang telah dinikmati saat ini, pernah melewati tahapan dimana teori- teori klasik yang dihasilkan dari olahan hasil karya ilmuwan muslim yang lampau. Dengan menggunakan metode ilmiah yang tidak terlepas hubungannya dengan matematika ilmu kimia menjadi sangat pesat, karena dapat memperoleh data dari eksperimen kuantitatif. Ilmu kimia banyak dimanfaatkan oleh masyarakat di zaman modern, dengan menggunakan cabang- cabang ilmu pengetahuan baru yang menghasilkan sebagai berikut:

- a. Dengan menggunakan teknik kimia, masyarakat dapat mendirikan industri kimia.
- b. Membuat reaktor nuklir dengan menggunakan teknik nuklir yang dapat menghasilkan zat-zat radioaktif.
- c. Penggunaan teknik mekanik yang dapat mempermudah masyarakat membuat desain dan pembuatan berbagai macam mesin.

Cabang-cabang ilmu kimia sebagai Ilmu Pengetahuan Alam

9 a. Kimia analitik

Kimia analitik adalah cabang ilmu kimia yang melibatkan bagaimana kita menganalisis komponen kimia dalam sampel. Kimia analitik dibagi menjadi 2, yaitu:

- Analisis kualitatif: menggunakan metode/pemastian untuk membantu menentukan komponen zat.
- Analisis kuantitatif: membantu untuk mengidentifikasi berapa banyak setiap komponen hadir dalam suatu zat. Materi kimia analitik: asam basa, hidrolisis garam, larutan penyangga, analisis kualitatif, analisis kuantitatif, kelarutan, dan pemisahan.

b. Kimia organik

Kimia organik adalah salah satu bidang ilmu kimia yang mempelajari struktur, sifat, dan komposisi suatu senyawa. Kimia organik juga sering disebut kimia karbon, karena unsur yang dipelajari dalam kimia organik adalah unsur yang mengandung karbon, hidrogen, oksigen, biasanya dengan tambahan nitrogen, belerang, dan fosfor. Contoh: trinitroluena yang digunakan sebagai bahan peledak, yang tersusun atas atom-atom karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Materi kimia

organik: alkana, alkena, alkuna, alkohol, eter, aldehida dan keton, asam karboksilat, struktur organik, reaksi organik, dan polimer

c. Kimia anorganik

Kimia anorganik mengkaji sifat-sifat dan reaksi senyawa anorganik. Kimia anorganik meliputi semua bahan anorganik dan disebut sebagai senyawa tak hidup, senyawa yang tidak mengandung ikatan karbon hidrogen. Kimia anorganik mencakup aspek yang luas dalam kehidupan, misalnya adalah dalam katalisis, sains material, surfaktan, pelapisan, bahan bakar, dan pertanian. Contoh: penggantian gas ketika dua garam yang dicampurkan dan ion-ionnya akan saling bertukar. Materi kimia anorganik: struktur atom, sistem periodik unsur, kimia unsur, ikatan kimia, asam dan basa, hidrolisis garam, reaksi reduksi dan oksidasi, dan senyawa kompleks

d. Biokimia

Biokimia adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari zat kimia serta reaksi kimia yang menyertai proses-proses biologi seperti proses metabolisme dalam tubuh, (reaksi enzimatik, penguraian atau hidrolisis protein, karbohidrat, dan lemak). Cabang biokimia: - Enzimologi (studi tentang enzim) - Endokrinologi (studi tentang hormon) - Biokimia klinik (studi tentang penyakit) - Biokimia molekuler (studi bio molekul dan fungsinya)

e. Kimia fisika

Kimia fisika adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari tentang seluruh fenomena kimia yang meliputi konteks sub atomik, atomik, dan makroskopik dalam sistem kimia pada kaitannya dengan hukum dan konsep fisika. Materi kimia fisika: koloid, termokimia, kesetimbangan kimia, termokimia, kinetika kimia, persamaan gas, elektrolit, permukaan, dan polimer

E. RANGKUMAN MATERI

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis, sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. IPA meliputi tiga bidang ilmu dasar, yaitu Biologi, Fisika dan Kimia. Bidang

Biologi mempelajari tentang makhluk hidup dan proses kehidupannya, Kimia mempelajari tentang materi dan sifatnya, serta Fisika mempelajari tentang energi dan perubahannya.

Biologi merupakan salah satu ilmu pengetahuan yang membahas tentang makhluk hidup dan ruang lingkup kehidupan yang ada di dalamnya, baik itu faktor biotik maupun faktor abiotik. Beberapa pendapat tentang definisi biologi atau disebut juga dengan ilmu pengetahuan alam, ada yang mendefinisikan bahwa IPA merupakan ilmu yang sistematis dan dirumuskan, yang berhubungan dengan gejala-gejala kebendaan dan didasarkan terutama atas pengamatan dan induksi. Dalam biologi terdapat beberapa kajian ilmu lain yang terkait di dalamnya, seperti ekologi, taksonomi, evolusi dan genetika.

Perkembangan fisika menurut Richtmeyer dibagi menjadi empat periode, yaitu: Periode Pertama (zaman prasejarah-1550an), Periode Kedua (tahun 1550an-1800an), Periode Ketiga (1800an-1890an), Periode Keempat (1890-sekarang). Sedangkan menurut Jacoub, perkembangan fisika dibagi menjadi 5 periode, yaitu: periode pertama (zaman prasejarah-1550an), periode kedua (1550an-1800an), periode ketiga (1800an-1890an), periode keempat (1887an-1925an), periode kelima (1925an-sekarang). Persamaan pendapat antara kedua tokoh tersebut terletak pada pembagian waktu dari periode pertama sampai ketiga. Sedangkan perbedaannya yaitu terletak pada periode keempat. Menurut Richtmyer periode keempat dimulai tahun 1890-sekarang, sedangkan menurut Jacoub periode tersebut masih dibagi lagi menjadi dua periode, yaitu periode keempat (1887an-1925an) yang masih dipengaruhi oleh fisika klasik, dan periode kelima (1925an-sekarang) yang tidak dipengaruhi oleh fisika klasik.

Ilmu kimia merupakan cabang ilmu teoritis yang sudah dikembangkan sejak dulu oleh ilmuwan-ilmuwan muslim. Ilmu kimia dan berbagai cabang ilmu kimia sempat dianggap pemikiran radikal, karena para ilmuwan menganggap atom dan model atom secara bebas dan belum terlihat wujudnya, sehingga hanya dinilai dugaan dan imajinasi semata. Namun seiring berkembangnya zaman dan adanya transformasi dan kemajuan ilmu pengetahuan dibarengi dengan rasa ingin tahu yang tinggi, manusia akhirnya mengenal atom dan model atom yang sangat tinggi. Kemudian

ditemukanlah berbagai pemikiran mengenai ilmu kimia dan cabang ilmu kimia yang mulai dipelajari, diteliti, dan dialami.

TUGAS DAN EVALUASI

1. Bagaimana keterkaitan antar bidang ilmu biologi, fisika, dan kimia dalam Ilmu Pengetahuan Alam?
2. Jelaskan hakikat Ilmu Pengetahuan Alam sebagai proses, produk dan sikap!
3. Jelaskan dampak positif dan negatif kemajuan teknologi terhadap perkembangan biologi sebagai Ilmu Pengetahuan Alam!
4. Jelaskan bagaimana ilmu kimia dipandang sebagai secara modern sesuai dengan perkembangan teknologi?
5. Bagaimana tanggapan Saudara terkait pembelajaran fisika yang dititikberatkan pada proses!

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi & Supatmo. 1991. Ilmu Alamiah Dasar. Jakarta : Rineka Cipta.
- Betti Ses Eka Polonia dan Ahmad Ravi. 2021. Pengantar Ilmu Alamiah. Bandung: CV. Semiotika
- Farmer. W. A., & Farrell, M. A. 1980. Systematic instruction in science for the middle and high school years. Reading, MA: Addison-Wesley
- Harper Collins. 2014. Collins English Dictionary. Glasgow: Harper Collins Publishers
- Maskoeri Yasin. 1985. Ilmu Alamiah Dasar. Surabaya: Bima Ilmu.
- Sodiq, M. 2014. *Ilmu Kealaman Dasar*. Jakarta: Penerbit Kencana
- Suriasumantri, Jujun S. 2005. Filsafat Ilmu; Sebuah Pengantar Populer. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan
- Sutrisno. 2006. Hakikat Fisika dan Pembelajarannya. Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI
- Zen, M.T. 1983. Dampak Perkembangan IPA dan Teknologi Terhadap Kehidupan Manusia. Solo : UNS.



KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP DAN PERSEBARANNYA

Stormy Vertygo, S. Si, M. Sc
Politeknik Pertanian Negeri Kupang

A. PENDAHULUAN

Keanekaragaman makhluk hidup (Bio diversitas) merupakan salah satu aspek utama yang tidak hanya mendukung keberlangsungan hidup manusia namun juga kemampuan planet ini (Biosfer) dalam mendukung kehidupan berbagai biota di dalamnya. Selama hidupnya, manusia tentunya selalu memanfaatkan berbagai sumber daya alam (termasuk flora dan fauna) yang ada di sekitar untuk memenuhi kebutuhan hidupnya baik secara langsung maupun tidak langsung. Sebaliknya, alam beserta bio diversitas di dalamnya dapat juga memerlukan upaya manusia untuk menjaga kestabilannya ataupun memberikan berbagai tindakan perbaikan dan pencegahan dari kerusakan. Akan tetapi, perlu dipahami bahwa pentingnya Bio diversitas untuk dijaga tidaklah semata-mata untuk kepentingan dan keselamatan manusia saja, namun perlu didukung juga dengan adanya suatu kesadaran bahwa manusia hanyalah salah satu bagian dari suatu organisasi biologis yang lebih luas dan demikian kompleksnya di mana makhluk hidup lain juga merupakan anggota penghuni dari Biosfer ini yang perlu dijaga pula kelestariannya.

Bio diversitas bumi saat ini telah jauh berbeda dengan kondisinya pada zaman dahulu, di mana terjadi penurunan tingkat bio diversitas dengan laju yang cukup tinggi. Faktor utama yang menyebabkannya berasal dari perubahan iklim dan juga karena aktivitas manusia baik secara langsung maupun tidak langsung (yang pada akhirnya juga berkontribusi terhadap terjadinya perubahan iklim). Bab ini membahas mengenai keanekaragaman makhluk hidup (Keanekaragaman Hayati atau Bio diversitas) serta persebarannya (distribusi) baik pada tingkat global (dunia) maupun nasional (Indonesia), faktor-faktor yang dapat mendorong terjadinya keanekaragaman tersebut sekaligus yang dapat mengancam kestabilannya. Selain itu, berbagai tindakan pencegahan dan perbaikan juga dibahas dalam Bab ini dalam upaya untuk menjaga dan meningkatkan Biodiversitas.

B. KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP DAN SIGNIFIKANSINYA

Dalam arti sempit, Keanekaragaman Makhluk Hidup (Keanekaragaman Hayati atau Bio diversitas) merujuk pada semua jenis organisme yang mendiami Bumi. Secara luas, istilah ini lebih menekankan bahwa semua organisme yang dimaksud tidak hanya terbatas pada flora (tumbuhan) dan fauna (hewan) saja namun juga semua jenis organisme dalam cakupan taksonomi mulai dari bakteri hingga animalia beserta berbagai proses evolusioner, ekologis dan budaya yang mempengaruhi keragamannya dari tingkat gen hingga ekosistem. Berdasarkan sistem klasifikasi menurut Robert H. Whittaker, makhluk hidup dibedakan ke dalam 5 kingdom, yaitu: Kingdom Monera (eubacteria, cyanobacteria dan archaeobacteria), Protista (Protozoa, ganggang/alga dan protista mirip jamur), Fungi (kapang, khamir), Plantae (tumbuhan) dan Animalia (hewan, manusia). Virus, meskipun memiliki sifat yang tidak hidup, namun tetap dapat dipertimbangkan ketika membahas mengenai Bio diversitas.

Keanekaragaman hayati (ke hati) memiliki signifikansi bagi manusia baik dari sisi ekologis, ekonomi dan juga budaya. Makanan, minuman, pakaian, tempat tinggal, obat-obatan, bahan bakar dan sumber daya lainnya kita dapatkan melalui pemanfaatan keanekaragaman hayati yang di sekitar kita. Sebaliknya, alam sekitar dengan segala keragamannya juga dapat turut mempengaruhi pola hidup dan budaya kita yang tercermin

misalnya dari gaya berpakaian, bentuk/model rumah bahkan hingga prinsip spiritual dan keagamaan. Secara ekologis, bio diversitas pada tingkat ekosistem juga memfasilitasi berbagai proses alam yang pada akhirnya juga akan berdampak pada kualitas hidup manusia seperti polinasi (penyerbukan), penyebaran benih, pengaturan iklim, pemurnian air, siklus nutrisi, dan pengendalian hama pertanian dan perkebunan. Bio diversitas juga dapat memiliki daya tarik dalam bentuk pariwisata alam sehingga akan menguntungkan secara ekonomis terhadap daerah tempat atraksi wisata tersebut terdapat. Oleh karena itu, sangatlah penting untuk memiliki pengetahuan dan pemahaman yang baik tentang keanekaragaman hayati untuk penghidupan yang berkelanjutan. Setidaknya, diperlukan adanya suatu kesadaran untuk menghargai nilai ke hati dengan mengakui bahwa alam di sekitar kita turut membentuk siapa diri kita serta hubungan sosial kita dengan orang lain. 'Nilai penghargaan' yang ditempatkan pada keanekaragaman hayati ini penting karena akan mempengaruhi segala keputusan dan kebijakan terkait upaya konservasi. Pada akhirnya, pentingnya Bio diversitas untuk selalu dijaga juga bertumpu pada kenyataan filosofis bahwa makhluk hidup lain juga merupakan bagian dari lapisan Biosfer sehingga memiliki haknya untuk hidup dan terkadang perlu campur tangan manusia untuk menjamin haknya tersebut.

C. TINGKATAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

Keanekaragaman hayati (Bio diversitas) dikategorikan ke dalam 3 tingkatan utama: genetik, spesies, dan ekosistem. Semua level ini saling berhubungan satu-sama lain namun cukup berbeda sehingga dapat dipelajari sebagai komponen habitat yang terpisah. Sebagian besar studi, baik teoretis maupun eksperimental, berfokus pada tingkat spesies, karena relatif paling mudah untuk dikerjakan baik secara konseptual maupun praktik.

Secara umum, semakin dekat suatu wilayah dengan Khatulistiwa, maka akan semakin besar keanekaragaman hayatinya. Setidaknya terdapat 40.000 spesies tumbuhan berbeda yang hidup di hutan hujan Amazon di Amerika Selatan, salah satu wilayah yang paling beragam secara biologis di planet ini. Hutan hujan tropis di pulau Kalimantan

merupakan habitat bagi setidaknya 15.000 spesies tumbuhan yang sekitar 5000 di antaranya bersifat endemik.

Untuk ekosistem perairan, perairan hangat Pasifik barat dan Samudra Hindia cenderung menjadi lingkungan laut yang paling beragam. Bentang Laut Kepala Burung (BLKB) di Indonesia merupakan habitat bagi lebih dari 1.200 spesies ikan dan 600 spesies hewan koral (hewan karang). Banyak koral membangun terumbu karang (coral reef), yang menjadi habitat bagi ratusan spesies akuatik lainnya, mulai dari rumput laut berukuran kecil hingga hiu yang berukuran besar.

1. Keanekaragaman Genetik

Dalam arti sempitnya, keanekaragaman (keragaman) genetik adalah keragaman yang berada pada tingkat gen. Gen, yang tersusun dari DNA, merupakan komponen penyusun (building blocks) yang menentukan bagaimana karakteristik suatu organisme selama pertumbuhan dan perkembangan dalam hidupnya. Tingkat keragaman ini dapat berbeda berdasarkan alel (varian berbeda dari gen yang sama, seperti warna mata biru atau coklat), seluruh gen (yang menentukan sifat, seperti kemampuan untuk memetabolisme zat tertentu), ataupun oleh organisasi herediter yang lebih besar dari gen yaitu struktur kromosom. Tingkat keanekaragaman ini sangat bervariasi tergantung pada jumlah spesies yang tersedia serta lintas spesies yang dapat dikaitkan pula dengan panjang usia hidupnya. Perlu dipahami bahwa konsep keanekaragaman tingkat gen berbeda dari variabilitas genetik, yang merupakan kecenderungan sifat keturunan suatu spesies untuk berubah.

Tingkatan organisasi biologis terendah yang menggambarkan adanya keanekaragaman hayati (ke hati) tingkat gen adalah pada tingkatan spesies. Beberapa individu yang termasuk dalam satu jenis atau spesies yang sama dapat memberikan karakter yang berbeda antar-sesamanya yang kemudian diistilahkan sebagai 'varietas', 'ras' ataupun 'varian'. Contohnya adalah keragaman warna mata, warna kulit dan bentuk hidung pada manusia (*Homo sapiens*), bentuk jengger ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*), berbagai pola pewarnaan rambut ('bulu') pada anjing (*Canis familiaris*), bentuk buah yang beragam pada tumbuhan pisang (*Musa paradisiaca*). Contoh lain dapat dilihat pada berbagai varietas jagung (*Zea mays*) dan juga apel (*Pyrus mallus*).

Keragaman genetik berasal paling utama dari terjadinya mutasi. Selama spesies melestarikan keturunannya, akan semakin besar proses mutasi yang terjadi dari generasi ke generasi sehingga berkontribusi pada tingkat keragaman genetiknya. Seringkali, bentuk mutasi ini ada yang sifatnya menguntungkan yang memperbesar kemampuannya untuk beradaptasi sehingga dapat tetap bertahan hidup dan melanjutkan keturunannya. Saat mengembangkan vaksin, keragaman genetik virus yang begitu tinggi perlu diperhitungkan. Variasi genetik yang tinggi mempersulit pembuatan vaksin yang ditargetkan secara khusus dan memungkinkan virus berevolusi dengan cepat menjadi kebal terhadap efek fatal vaksinasi. Misalnya, tingkat keragaman genetik yang tinggi dalam antigen protein mempengaruhi efektivitas imunisasi malaria, yang juga sama prinsip dasarnya pada pengembangan vaksin virus COVID-19 yang efektif yang selalu terbentur dengan laju mutasi virus ini yang saking tingginya. Selain itu, penerapan tes viral load dan resistensi saat ini dibatasi oleh keragaman genetik virus HIV-1.

Besarnya keragaman pada tingkat genetik sangat penting karena merupakan komponen esensial untuk mendorong terciptanya evolusi dan adaptasi. Semakin tinggi keragaman genetik dalam suatu spesies atau populasi maka akan semakin besar pula kemampuan individu di dalamnya untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan. Sebaliknya, keragaman yang rendah bermuara pada terjadinya keseragaman, yang untuk jangka panjang, akan menjadi perintang bagi individu dalam populasi untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berubah-ubah tersebut. Sebagai contohnya, praktik pertanian moderen menggunakan sistem monokultur. Hal ini dapat memberikan keuntungan dalam hal kepraktisan menanam dan memanen, akan tetapi, akan dapat menjadi masalah ketika hama atau parasit menyerang lahan, karena setiap tanaman di lahan akan menjadi rentan. Sistem Monokultur juga tidak akan mampu menghadapi perubahan kondisi lingkungan secara baik.

Di Indonesia, keragaman genetik ditunjukkan dari berbagai komoditi perikanan (ikan air laut dan air tawar) dan juga peternakan (termasuk berbagai ras sapi, kerbau, kuda, domba, babi, kelinci, dan unggas). Untuk tanaman pangan dengan varietas-varietas yang cukup umum dibudidayakan berasal dari spesies padi, jagung, jewawut, gandum, jali-jali,

kacang tanah dan kedelai. Untuk tanaman hortikultura, spesies-spesies dengan keragaman genetik yang cukup tinggi di Indonesia termasuk: cabai, bawang merah, kentang, mangga, jeruk, salak, durian, manggis dan pisang. Untuk tanaman perkebunan dan industri, spesies dengan varietas tinggi terdapat pada tebu, karet, cengkeh, kelapa sawit, kelapa, lada, kakao, kopi dan jambu mete. Tumbuhan berbiji (Spermatophyta) lainnya yang juga kaya akan keragaman genetiknya adalah cendana, ulin, kayu putih, araucaria, dan merbau.

2. Keanekaragaman Spesies

Apabila keragaman genetik merujuk pada komposisi gen yang berbeda dalam satu spesies yang sama, maka keanekaragaman spesies merujuk pada semua spesies yang berbeda yang terdapat dalam suatu lingkungan komunitas. Jumlah spesies berbeda di suatu lingkungan dan kelimpahan relatif masing-masing spesies adalah dua komponen utama yang membentuk keanekaragaman spesies. Wilayah yang dapat dikaji terkait tingkat keanekaragaman ini dapat berupa komunitas, ekosistem bioma, ataupun seluruh biosfer. Contohnya, suatu ekosistem pantai Mangrove dapat didiami oleh berbagai jenis ikan yang menjadikannya sebagai tempat berpijak, ataupun suatu ekosistem hutan hujan tropis yang ditumbuhi oleh beragam jenis tumbuhan.

Studi keanekaragaman hayati umumnya berfokus pada spesies karena lebih mudah untuk diidentifikasi secara kasat mata di lapangan, sedangkan keanekaragaman genetik untuk beberapa kasusnya, masih dapat memerlukan adanya kajian yang lebih mendalam hingga pada tingkat molekuler di dalam laboratorium. Selain itu, spesies juga lebih mudah untuk dikonseptualisasikan dan telah menjadi dasar dari banyak penelitian evolusioner dan ekologis terkait keanekaragaman hayati. Setiap spesies dapat dianggap memiliki 'peran' tertentu dalam ekosistem, sehingga penambahan atau hilangnya satu spesies dapat menimbulkan konsekuensi bagi keberlangsungan suatu lingkungan secara keseluruhan. Berbagai upaya konservasi seringkali dimulai dengan mendeterminasi bahwa suatu spesies terancam punah, dan perubahan jumlah spesies dalam suatu ekosistem merupakan ukuran yang mudah diperoleh dan mudah dipahami tentang seberapa sehat ekosistem tersebut.

Secara praktis, penentuan keanekaragaman tingkat spesies terletak pada kemampuan dalam membedakan antara satu spesies dengan spesies lainnya yang mendiami suatu lingkungan habitat. Sekelompok individu dikategorikan ke dalam jenis (*spesies*) yang sama apabila dapat saling kawin satu sama lain dan menghasilkan keturunan yang fertil. Secara taksonomi, kelompok individu tersebut juga akan memiliki penamaan biologis (*binomial nomenclature*) yang sama. Perkawinan silang antara anjing ras Dalmatian dan Golden Retriever tetap akan menghasilkan keturunan yang fertil karena meskipun keduanya memiliki bentuk tubuh dan pola pewarnaan bulu yang jauh berbeda, namun masih tetap termasuk ke dalam satu spesies, yaitu anjing (*Canis familiaris*). Keanekaragaman hayati tingkat spesies dapat berbeda dari tingkatan takson genus (marga) hingga kingdom (kerajaan). Semakin ke bawah tingkatan takson (semakin spesifik) maka umumnya akan semakin sulit untuk melakukan pembedaan spesies dikarenakan kemiripannya yang semakin banyak. Padi (*Oryza sativa*), Jagung (*Zea mays*) dan Sorghum (*Sorghum bicolor*) yang termasuk ke dalam suku rumput-rumputan (*Graminae*) dapat dengan mudah dikategorikan sebagai spesies yang berbeda karena perbedaan karakteristiknya yang signifikan yang karena itu jugalah kemudian diberikan tata penamaan yang berbeda pula. Akan tetapi, perlu juga diperhatikan bahwa perbedaan karakter fenotipik yang berbeda tidak selamanya menempatkan dua individu atau lebih sebagai spesies yang berbeda pula. Apabila kita berpatokan pada contoh berbagai ras anjing dengan warna bulu yang berbeda namun masih tetap dalam satu spesies yang sama, hal yang menarik akan terlihat pada contoh Bawang Merah (*Allium cepa*) dan Bawang Putih (*A. sativum*). Perbedaan warna umbi lapisnya dengan begitu sederhana menempatkannya ke dalam 2 spesies yang berbeda (yang terlihat dari tata penamaan biologisnya yang juga berbeda). Akan tetapi, apabila dibandingkan antara Bawang Merah dan Bawang Bombai, meskipun memiliki ukuran yang jauh berbeda, namun masih tergolong satu spesies yang sama (*Allium cepa*). Dengan kata lain, kedua tumbuhan ini termasuk ke dalam keanekaragaman tingkat genetik, dan bukan tingkat spesies. Dengan demikian, yang akan membedakan antara satu spesies dengan spesies lainnya secara pasti tidak dapat hanya berdasar pada karakteristik

fenotipik semata melainkan juga dari komposisi genetik yang menyusunnya.

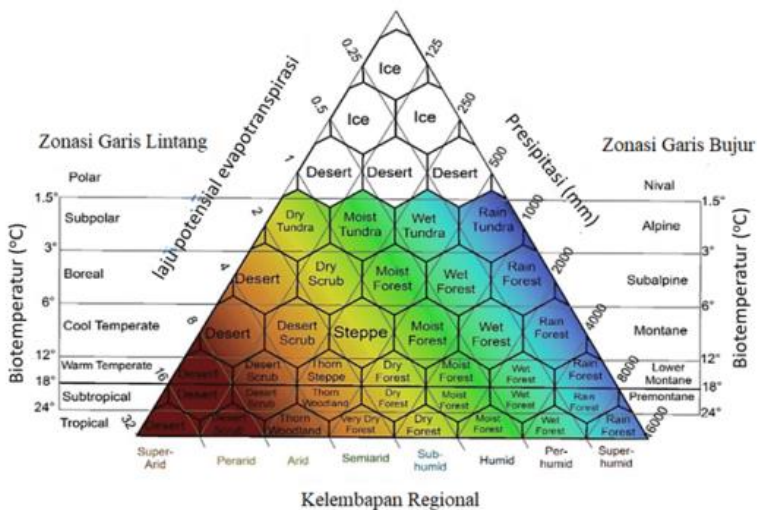
Di Indonesia, keanekaragaman spesies biota laut cukup tinggi dengan perincian sebagai berikut: Echinodermata sebanyak 557 spesies, Polychaeta 527 spesies, Crustaceae 309 spesies, Korall 450 spesies, Ikan 3.476 spesies dan mamalia laut 30 jenis. Untuk Alga dan tumbuhan tingkat tinggi, telah teridentifikasi masing-masing sebanyak 971 dan 143 yang ada di wilayah perairan laut Indonesia. Mikroba laut yang telah teridentifikasi adalah sebanyak 406 spesies. Untuk biota darat, keragaman spesies vertebrata sejauh ini memiliki perincian sebagai berikut: mamalia sebanyak 720 spesies, burung 1.605 spesies, amfibi 385 spesies, reptil 723 spesies, dan ikan air tawar sebanyak 1.248 spesies. Untuk invertebrata, sebanyak 5.170 spesies moluska, 90 spesies nematoda, dan setidaknya 7.500 spesies arthropoda telah teridentifikasi di Indonesia. Untuk tumbuhan darat, dari golongan kriptogam, setidaknya terdapat 86.000 spesies fungi, 595 spesies lumut kerak dan 949 spesies lumut, sedangkan dari golongan paku-pakuan telah teridentifikasi sekitar 2.190 spesies. Untuk tumbuhan Spermatophyta, terdapat setidaknya 120 jenis tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae) dan sekitar 40.000 spesies tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae) yang di antaranya, hanya sekitar 19.112 spesies saja yang telah teridentifikasi.

3. Keanekaragaman Ekosistem

Keanekaragaman pada tingkat ini (sering disebut juga keanekaragaman komunitas) merujuk pada semua keragaman yang teramati pada tingkat ekosistem sebagai hasil interaksi antara iklim, vegetasi serta topografi yang membentuk suatu habitat tertentu. Tingkat keragaman ini saling berhubungan dengan distribusi spesies dan pola komunitas, peran dan fungsi spesies kunci, serta fungsi dan interaksi antar-spesies. Istilah "ekosistem" di sini mewakili semua tingkatan yang lebih tinggi dari spesies: komunitas, ekosistem, bioma dan biosfer. Mencoba memahami semua spesies dalam suatu ekosistem dan bagaimana mereka mempengaruhi satu sama lain dan lingkungannya secara timbal-balik sangatlah kompleks. Salah satu hambatan dalam mengkaji suatu komunitas adalah karena batas di antaranya biasanya

tidak terlalu jelas. Sebuah danau (yang merupakan kawasan berair) mungkin memiliki batas yang sangat jelas dengan hutan gugur di sekitarnya. Akan tetapi, hutan gugur akan memiliki transisi yang jauh lebih bertahap menuju padang rumput ataupun menuju hutan konifer sehingga batas-batas di antaranya cenderung sulit untuk dibedakan. Kurangnya batas yang jelas ini dikenal sebagai "komunitas terbuka" (berlawanan dengan istilah "komunitas tertutup", yang memiliki transisi atau batas yang jelas) dan menyebabkan upaya mempelajari keragaman ekosistem menjadi lebih sulit.

Terdapat berbagai jenis keanekaragaman habitat ekosistem di bumi. Contoh habitat di suatu lingkungan termasuk terumbu karang, padang rumput, lahan basah, gurun, hutan bakau, dan hutan hujan tropis. Setiap spesies menyesuaikan diri dengan jenis lingkungan tertentu. Spesies-spesies yang paling beradaptasi dengan lingkungan yang berubah tersebut akan menjadi lebih umum mendiami habitat yang dimaksud. Akibatnya, fitur ekosistem mempengaruhi keragaman atau keragaman spesies yang ada yang sifatnya khas (Gambar 3.).



Gambar 1. Klasifikasi Ekosistem Darat Menurut Sistem Zona Kehidupan Holdridge (Tatli & Dalfes, 2021)

Untuk mempermudah dalam kajian mengenai keragaman ekosistem yang sangat luas ini, beberapa dasar dapat dilakukan misalnya menggunakan klasifikasi sistem zona kehidupan menurut Holdridge. Klasifikasi atau pembagian ekosistem ini dikhususkan untuk wilayah ekosistem darat dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan: curah hujan (precipitation), bio temperatur (bio temperature), laju potensial evapotranspirasi (potential evapotranspiration rate), zonasi garis lintang (latitudinal belts) dan garis bujur (altitudinal belts) serta tingkat kelembapan regional (humidity province). Interaksi antara faktor-faktor lingkungan ini kemudian akan menghasilkan suatu bentuk pemetaan berbagai jenis ekosistem dengan parameter lingkungan tadi yang sifatnya khas seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. di atas. Ekosistem yang memiliki keanekaragaman hayati terbanyak cenderung memiliki kondisi lingkungan yang ideal untuk pertumbuhan tanaman, seperti iklim hangat dan basah di daerah tropis. Ekosistem juga dapat berisi spesies yang terlalu kecil untuk dilihat secara kasat mata. Daerah yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang sangat tinggi disebut sebagai titik panas keanekaragaman hayati (hotspot). Spesies endemik, yang hanya ditemukan di satu lokasi tertentu, juga dapat ditemukan pada daerah hotspot.

Interaksi berbagai spesies organisme di dalam suatu komunitas atau ekosistem dapat dikaji secara kolektif sebagai diversitas alfa yang merujuk pada keanekaragaman hayati tingkat spesies yang terdapat dalam suatu lingkungan habitat tertentu. Diversitas beta melihat kekayaan spesies yang terdapat di antara 2 komunitas atau ekosistem yang dapat terpisah oleh berbagai perintang geografis seperti pegunungan, laut ataupun sungai. Pada skala yang lebih besar misalnya pada tingkat Bioma (yang tersusun oleh beberapa ekosistem), maka keanekaragaman hayati yang dikaji telah merujuk pada diversitas gamma.

Untuk Indonesia sendiri, keragaman pada tingkat ekosistem dapat berasal dari alam dan juga buatan. Keragaman ekosistem alami termasuk: ekosistem marin/air laut (mintafakat neritik, mintafakat oecania, terumbu karang dan padang lamun), ekosistem limnik/air tawar (sungai, danau), ekosistem semi-terrestrial (mangrove, riparian), ekosistem terrestrial/darat (ekosistem hutan pamah seperti hutan pantai, hutan dipterokarpa, hutan

keranggas, hutan rawa, hutan rawa gambut, endokarst-eksokarst, savana dan ekosistem pegunungan seperti hutan pegunungan basah, hutan pegunungan atas, hutan sub-alpin dan nival). Ekosistem buatan terdiri: pesawahan (sawah irigasi, sawah tadah-hujan, sawah surjan, sawah rawa, sawah pasang-surut), kebun campuran (talun, perkebunan, ladang berpindah, kebun), tegalan, pekarangan, kolam dan juga tambak.

D. PERSEBARAN MAKHLUK HIDUP

Keanekaragaman hayati yang demikian besar dan kompleksnya ini (seperti yang telah dijelaskan sebelumnya), tidaklah terdistribusi secara merata di sepanjang lapisan Biosfer Bumi. Beberapa spesies (termasuk manusia) dapat tersebar secara global di seluruh dunia. Spesies makhluk hidup yang demikian disebut organisme kosmopolitan. Akan tetapi, terdapat pula organisme-organisme lain yang hanya ditemukan pada area-area tertentu saja di Bumi. Organisme tersebut telah sangat teradaptasi dengan lingkungan habitatnya sehingga cenderung sulit bahkan tidak dapat hidup di daerah lain. Spesies makhluk hidup seperti ini disebut sebagai organisme endemik.

Seringkali, pola persebaran tumbuhan dan hewan dapat terjadi secara 'terfragmentasi' atau diskontinu, di mana spesies terdapat pada 2 daerah yang secara geografis terpisah dan tidak terdapat pada daerah-daerah lain di antara 2 daerah tersebut. Contoh penyebaran organisme seperti ini adalah pada hewan Tapir (*Tapirus*) yang terdapat di Amerika Selatan dan juga wilayah Asia Tenggara terutama Malaysia dan Indonesia. Tentunya akan menjadi peran seorang ahli biogeografi untuk mengetahui bagaimana jenis distribusi ini terjadi mengingat fakta bahwa jarak yang memisahkan begitu jauh sehingga tampaknya tidak mungkin bagi spesies tersebut untuk bermigrasi dari satu area ke area lain. Hal ini jugalah yang kemudian melahirkan berbagai teori yang mencoba menjawab pola distribusi seperti contoh di atas, di antaranya:

- Teori Pengapungan Benua (Continental Drift); dikemukakan oleh Alfred Wegener pada tahun 1912 yang menyatakan bahwa Bumi pada zaman dulu hanya memiliki 1 daratan benua yang luas yang disebut Pangaea yang dikelilingi oleh samudera yang disebut Panthalassa. Benua ini kemudian terpecah menjadi fragmen-fragmen benua yang

berukuran lebih kecil yang senantiasa mengapung di sepanjang samudera yang kemudian menghasilkan kondisi geografis berbagai benua seperti saat ini. Teori ini menjadi dasar bagi terbentuknya teori berikut, Tektonika Lempeng.

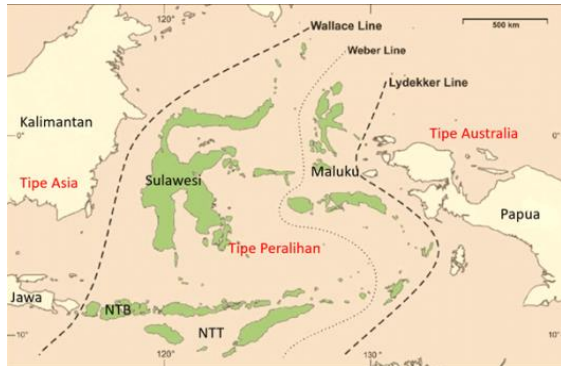
- Teori Tektonika Lempeng (Plate Tectonic); dikemukakan oleh W. J. Morgan pada tahun 1962 yang menyatakan bahwa bagian permukaan bumi (lithosfer) tersusun atas lempeng-lempeng tektonik yang senantiasa bergerak. Pergerakan lempeng ini akan menimbulkan berbagai peristiwa alam seperti gempa bumi, aktivitas vulkanik, serta pembentukan pegunungan dan juga palung laut.
- Teori Evolusi menurut Charles Darwin; yang menyatakan bahwa spesies yang ada sekarang berasal dari spesies yang telah hidup pada zaman sebelumnya sebagai nenek moyang mereka yang kemudian mengalami perubahan secara evolusioner. Perubahan ini terjadi karena organisme berusaha untuk beradaptasi dengan lingkungannya yang telah berubah. Meskipun menghasilkan spesies yang berbeda, namun spesies baru ini masih tetap memiliki 'jejak' atau 'sisa' karakteristik yang terdapat pada nenek moyangnya terdahulu.
- Teori Perubahan Iklim (Teori Karbon Dioksida); dikemukakan pertama kali oleh Gilbert N. Plass pada tahun 1956 yang menyatakan adanya tren peningkatan level karbon dioksida dari tahun ke tahun yang dapat menyebabkan terjadinya pergeseran iklim. Terkait dengan distribusi atau penyebaran makhluk hidup, tentunya iklim memainkan peran yang sangat penting terhadap pola pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi organisme. Perubahan iklim dapat mempengaruhi distribusi spesies secara langsung misalnya melalui bencana kekeringan, banjir, arah kecepatan angin maupun secara tidak langsung misalnya melalui perubahan suhu dan cuaca yang berdampak pada pola terjadinya kebakaran hutan (*wildfire*), serangan hama dan penyakit serta ketersediaan serangga pollinator.

Di alam, distribusi spesies secara umum yang teramati dapat terjadi melalui 3 pola: 1) secara global; di mana spesies organisme berbeda namun masih mirip karakteristiknya menempati berbagai daerah yang terpisah namun juga memiliki kemiripan karakteristik lingkungannya

(contoh: burung Unta, Rhea dan Emu), 2) secara lokal, di mana spesies organisme berbeda namun masih mirip karakteristiknya menempati berbagai habitat yang terdapat pada suatu area yang lebih kecil ('lokal')(contoh: burung Finch dan Kura-kura darat di kepulauan Galapagos), 3) secara temporal; di mana spesies mengalami perubahan secara bertahap menurut waktu yang dibuktikan dengan fosilnya yang memiliki kemiripan dengan spesies turunannya yang masih hidup hingga saat ini (contoh: perubahan spesies kuda selama sejarah munculnya di bumi hingga menjadi spesies Kuda yang ada saat ini).

1. Bio diversitas dan Penyebarannya di Indonesia

Keanekaragaman Hayati (Bio diversitas) di Indonesia menduduki urutan tertinggi kedua dari seluruh dunia dengan nilai indeks bio diversitas global sebesar 418.78. Faktor utama yang mempengaruhinya dapat dilihat dari posisi geologis Indonesia yang terletak di antara dua jalur pegunungan, yaitu pegunungan Sirkum Mediterania di bagian barat dan pegunungan Sirkum Pasifik di bagian timur yang menyebabkan negara ini memiliki aktivitas vulkanik yang tinggi. Selain itu, juga terletak di antara 3 lempeng tektonik: lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik yang menyebabkan daerah negara ini juga cukup rawan dengan gempa bumi. Untuk wilayah perairannya, terletak di antara 2 dangkalan, yaitu: dangkalan Sunda yang meliputi Jawa, Kalimantan dan Sumatera dan menghubungkan wilayah Indonesia bagian barat dengan Kawasan benua Asia. • Dangkalan Sahul yang meliputi Kawasan papua dan Maluku, menghubungkan wilayah Indonesia bagian timur dengan Kawasan benua Australia. Dengan demikian, tidaklah mengherankan bahwa spesies flora dan fauna yang ada di Indonesia memiliki kemiripan dengan kedua benua tersebut.



Gambar 2. Pembagian Daerah Biogeografi di Indonesia (Hennemann et al., 2015)

Karena begitu tingginya bio diversitas di Indonesia (Mega Biodiversity), maka telah dikategorikan wilayah bio geografinya menjadi 7 wilayah, yakni: 1) Sumatra, 2) Jawa dan Bali, 3) Kalimantan, 4) Sulawesi, 5) Kepulauan Sunda Kecil, 6) Maluku, dan 7) Papua. Pembagian yang lebih sederhana adalah berdasarkan garis khayal yang membedakan wilayah Indonesia berdasarkan karakteristik spesies terutama fauna yang mendiaminya. Garis khayal itu adalah: garis Wallace, garis Weber, dan garis Lydekker. Garis Wallace di konsepskan pertama kali oleh Alfred Russel Wallace pada tahun 1859, yang memisahkan wilayah biogeografi antara benua Asia dengan Australia. Garis ini membentang dari Selat Lombok, Selat Makasar, perairan Sulawesi, hingga ke daerah Kepulauan Sangihe. Garis Webber ditentukan oleh Max Webber pada tahun 1919, yang memisahkan wilayah biogeografi antara Kawasan peralihan dengan Australia. Garis ini membentang mulai dari perairan Laut Arafura, Laut Banda, dan kemudian berakhir di kawasan Laut Maluku. Garis Lydekker digambarkan oleh Richard Lydekker pada tahun 1896, yang memisahkan wilayah biogeografi antara daerah Wallace dengan bagian Indonesia Timur. Kawasan yang terletak di antara garis Wallace dan garis Lydekker disebut kawasan Wallacea yang di mana organisme-organisme yang menempati daerah ini merupakan peralihan antara yang terdapat di benua Asia dengan Australasia. meliputi daerah Maluku Utara, Sulawesi, Nusa Tenggara Barat (NTB), dan Nusa Tenggara Timur (NTT). Secara ringkas, pembagian daerah

biogeografi Indonesia berdasarkan garis-garis khayal ini dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 1. Pembagian Bio geografis Flora dan Fauna di Indonesia

Tipe Asia	Tipe Peralihan	Tipe Australis
Wilayah di sebelah barat garis Wallace.	Wilayah di antara Garis Wallace dan Weber.	Wilayah sebelah timur Garis Lydekker.
<p>Fauna:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mamalia berukuran lebih besar, misalnya: Gajah, Badak, Beruang, Tapir, Harimau, Banteng. • Ditemukan beragam spesies primate (kera), misalnya: Bekantan, Orang Utan, Tarsius, Siamang, Kedih. • Ditemukan beragam spesies burung yang berkicau namun dengan warna bulu yang tidak begitu mencolok atau menarik, misalnya: Jalak Bali, Burung Heron, Bebek Pohon, Elang Jawa, Kutilang. • Ditemukan beragam spesies reptil, misalnya: Bunglon Surai, Kadal <i>Tiliqua</i>, Biawak, Sanca Kembang, Ular Lycodon. • Ditemukan beragam spesies ikan air tawar, misalnya: Wader Cakul, Pujan, Ikan Sepadak, 	<p>Flora dan Fauna:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memiliki ciri-ciri campuran antara tipe Asia dan Australia. • Banyak terdapat spesies endemik. • Contoh Fauna: Komodo, Babi rusa, Burung Mandar, burung Maleo, Rangkong. Tarsius, Kuda Sumba, Rusa Timor. • Contoh Flora: Cendana, Kayu Eboni, Ampupu, Lontar, Ajang Kelicung, Cempaka Hutan Kasar, 	<p>Fauna:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mamalia berukuran lebih kecil, misalnya: Landak Papua. • Ditemukan banyak spesies mamalia berkantung (Marsupialia), misalnya: Kangguru Pohon, Walabi, Koala, Kuskus Waigeo, Dingiso. • Ditemukan beragam spesies burung dengan warna bulu yang mencolok dan menarik. Misalnya: Burung Cendrawasih, Kasuari, Kakatua Raja, Mambruk.

Putia, Ikan Tawes, Ikan Baung.		
Flora: <ul style="list-style-type: none"> • Didominasi vegetasi dengan spesies berdaun lebat, berukuran besar, dapat berkanopi luas serta selalu hijau sepanjang tahun: Kamper, Keruing, Mahoni, Meranti, Daun Sang, Raflesia, Bunga Bangkai. 		Flora: <ul style="list-style-type: none"> • Didominasi vegetasi dengan spesies berdaun memanjang (contohnya: Matoa), bertulang daun sejajar terutama yang berasal dari suku Palma-palmaan (Contohnya: Siwalan, Rumbia, Nipah).

Sumber: Aninsi, 2021; Ashari, 2020; Fajri, 2022; Fatma, 2016

Oleh karena kondisi geologi yang unik ini, tidaklah mengherankan bahwa ekosistem di Indonesia memberikan habitat bagi berbagai spesies organisme yang sifatnya endemis. Telah tercatat bahwa setidaknya terdapat 270 spesies fauna mamalia endemis yang hidup di Indonesia. Tidak hanya itu, juga terdapat ±380 spesies burung, ±320 spesies reptil, ±200 spesies amfibi, dan ±280 spesies ikan yang hanya ditemukan di negara ini. Untuk Bio diversitas secara umum, bila dibandingkan dengan negara-negara lainnya, Indonesia menempati urutan ke-1 dan ke-2, secara berturut-turut untuk jumlah spesies Mamalia dan Ikan, serta urutan ke-4 untuk spesies Reptil dan Burung (Aves). Ekosistem perairan lautnya juga memiliki bio diversitas yang tinggi dengan mengandung sekitar 18% dari total seluruh ekosistem terumbu karang di dunia dengan total spesies Koral, Crustaceae dan Moluska yang mendiami habitatnya secara berturut-turut mencapai masing-masing 500, 1500 dan 2500 spesies.

2. Bio diversitas dan Penyebarannya di Dunia

Studi tentang distribusi hewan dan tumbuhan mulai mendapatkan banyak perhatian pada abad ke-19, yang akhirnya melahirkan cabang ilmu yang secara khusus mengkaji mengenai penyebaran makhluk hidup di dunia yang disebut Biogeografi. Ilmu ini dijadikan sebagai sarana untuk memahami faktor-faktor penyebab yang mendorong terjadinya evolusi,

baik yang berasal dari peristiwa geologis maupun dinamika adaptasi biologis. Ilmu ini masih dapat dibagi lagi menjadi zoo geografi (untuk fauna) dan fitogeografi (untuk tumbuhan). Faktor geografis sangat berperan penting dalam setiap tingkat pembagian taksonomi. Populasi yang terisolasi melalui penghalang geografis akan cenderung memisah dari spesiesnya. Meskipun penghalang ini (yang dapat meliputi jalur laut, sungai, pegunungan, gurun, dan faktor lingkungan lainnya) dapat tampak sederhana, namun akan memiliki kecenderungan untuk menyebabkan takson-takson dalam hierarki taksonomi (spesies, genus, famili, ordo, dan seterusnya) terbagi (diverged) sehingga akan terpisah menjadi spesies yang baru yang beragam. Sebagai contoh, Sungai Kongo yang luas di Afrika Tengah menjadi perintang (barrier) antara banyak spesies primata kongenerik, seperti Simpanse biasa (*Pan troglodytes*) yang ditemukan di sebelah utara sungai dan simpanse kerdil atau Bonobo (*P. paniscus*) yang mendiami bagian selatan sungai. Pemisahan geografis yang lebih signifikan terjadi pada fauna dari famili yang sama tetapi dengan genus yang berbeda yang terdapat pada 2 benua yang berbeda, seperti yang terlihat pada gajah Afrika (*Loxodonta*) dan gajah Asia (*Elephas*).

Untuk Flora, telah dikategorikan ke dalam 6 Kingdom berdasarkan distribusi biogeografisnya di dunia, yang kemudian dapat dibagi lagi ke dalam subkingdom. Keenam Kingdom tersebut antara lain:

- Kingdom Boreal (Holarctic); tersebar di kawasan Eurasia dan Amerika Utara, contoh yang endemik untuk kingdom ini: *Adoxaceae*, *Aphyllanthaceae*, *Bretschneideraceae*, *Butomaceae*, *Cephalotaxaceae*, *Cercidiphyllaceae*, *Crossosomataceae*, *Cynomoriaceae*, *Davidiaceae* (*Davidia*), *Diapensiaceae*, *Dipentodontaceae*, *Eucommiaceae*, *Euptelaceae* (*Euptelea*), *Fouquieriaceae*, *Ginkgoaceae*, *Glaucidiaceae*, *Helwingiaceae*, *Hydrastidaceae* (*Hydrastis*), *Leitneriaceae*, *Paeoniaceae*, *Platanaceae*, *Penthoraceae*, *Trochodendraceae*, *Rhoipteleaceae*, *Scheuchzeriaceae*, *Simmondsiaceae*, *Stachyuraceae*, *Pterostemonaceae*, *Tetracentraceae*, *Limnanthaceae*, *Toricelliaceae*, *Theligonaceae*, *Trapellaceae* (*Trapella*). Untuk famili yang dominan di antaranya: *Aspleniaceae*, *Apiaceae*, *Araliaceae*, *Asteraceae*, *Berberidaceae*, *Betulaceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Campanulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cornaceae*,

Cupressaceae, Cyperaceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Fagaceae, Gentianaceae, Hamamelidaceae, Iridaceae, Juglandaceae, Juncaceae, Lauraceae, Lamiaceae, Liliaceae, Magnoliaceae, Malvaceae, Orchidaceae, Pinaceae, Poaceae, Polygonaceae, Polypodiaceae, Plumbaginaceae, Primulaceae, Ranunculaceae, Rhamnaceae, Rosaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae, Theaceae, Thymelaeaceae.

- Kingdom Paleotropikal; tersebar dari Afrika, peninsula Arab, India dan Asia Tenggara menuju Pasifik. Terdapat sekitar 40 famili yang endemik, antara lain: *Ancistrocladaceae, Crypteroniaceae, Degeneriaceae, Didiereaceae, Didymelaceae, Dioncophyllaceae, Dipteridaceae, Dirachmaceae, Duabangaceae, Flagellariaceae, Hoplestigmataceae (Hoplestigma), Huaceae, Lophopyxidaceae, Lowiaceae, Matoniaceae, Mastixiaceae (Mastixia), Medusandraceae, Medusagynaceae, Musaceae, Nepenthaceae, Pandanaceae, Pandaceae, Phellinaceae, Psiloxylaceae, Rafflesiaceae, Stangeriaceae, Scytopetalaceae (Scytopetalum), Scyphostegiaceae (Scyphostegia), Sarcolaenaceae, Sphaerosepalaceae, Strephonemataceae (Strephonema), Salvadoraceae dan Welwitschiaceae.*
- Kingdom Neotropikal; meliputi ujung paling selatan dan jalur barat daya Amerika Selatan, Amerika Tengah, Meksiko (tidak termasuk bagian utara dan tengah yang kering) dan seterusnya hingga ke Hindia Barat dan ujung selatan Florida. Vegetasi berkisar dari hutan hujan tropis di lembah Amazon dan Orinoco hingga sabana terbuka di Venezuela (Llanos) dan Argentina (Pampas). Sekitar 47 famili dan hampir 3.000 genera tumbuhan berbunga bersifat endemik dan subendemic dalam kerajaan ini, yang termasuk: *Bixaceae, Brunelliaceae, Calyceraceae], Cannaceae, Caryocaraceae, Columelliaceae, Cyclanthaceae, Cochlospermaceae, Desfontainiaceae, Dialypetalanthaceae (Dialypetalanthus), Dulongiaceae, Goupiaceae, Heliconiaceae, Hymenophyllopsiaceae, Julianiaceae, Lissocarpaceae (Lissocarpa), Marcgraviaceae, Nolanaceae (Nolana), Pellicieraceae, Peridiscaceae, Tovariaceae, Picrodendraceae, Plocospermataceae, Tropaeolaceae, Thurniaceae dan Quinaceae.*

- Kingdom Afrika Selatan; membentang dari ujung selatan dan barat daya Afrika, yang merupakan area di sekitar Tanjung Harapan. Kingdom ini memiliki wilayah fitogeografi yang sangat kecil namun sangat kaya akan tumbuhan di mana 11 famili dan 500 generanya bersifat endemik. Vegetasi utama berupa semak belukar (*maquis*). Di ujung tepi dari zona kecil yang terbatas ini, floranya menyatu dengan flora khas Afrika (*Paleotropis*). Famili yang sifatnya endemik untuk wilayah kingdom ini termasuk: *Bruniaceae*, *Geissolomataceae*, *Greyiaceae*, *Grubbiaceae*, *Penaeeaceae*, *Retziaceae* (*Retzia*), *Roridulaceae* dan *Stilbaceae*.
- Kingdom Australia; Benua Australia membentuk kerajaan yang sangat berbeda dari *Paleotropik* (Gambar 1). Bioma hutan hujan dari tropis di utara yang mencakup hutan musim hingga sedang di ujung selatan, terutama Tasmania terdapat di sepanjang pesisir timur. Kayu putih (*Eucalyptus*) menutupi sebagian besar wilayah timur benua, dan mosaik hutan beriklim sedang yang luar biasa dan padang rumput *Banksia* ditemukan di barat daya. Sekitar 19 famili dan 500 genera endemik. Hanya hutan hujan tropis di timur laut Queensland yang memiliki flora campuran, dengan unsur Malesia yang menonjol. Famili yang bersifat endemik antara lain: *Akaniaceae*, *Austrobaileyaceae*, *Baueraceae*, *Blandfordiaceae*, *Brunoniaceae*, *Cephalotaceae*, *Dasyopogonaceae*, *Davidsoniaceae*, *Doryanthaceae*, *Emblingiaceae*, *Eremosynaceae*, *Platydomataceae* (termasuk *Pteridaceae*), *Gyrostemonaceae*, *Idiospermaceae*, *Stylobasiaceae*, *Tremandraceae*, *Tetracarpaeaceae*, dan *Xanthorrhoeaceae*. Untuk famili yang dominan di antaranya: *Asteraceae*, *Cyperaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Myrtaceae* (khususnya *Leptospermoideae*), *Orchidaceae*, *Poaceae*, *Proteaceae* dan *Rutaceae*.
- Kingdom Antartika; yang mencakup ujung selatan Amerika Selatan, memanjang agak jauh ke utara sepanjang pantai Chili, Selandia Baru, Antartika dan sub antartika. Flora Antartika dan *Paleotropis* terjadi dalam pola yang menarik dan saling terkait di Pulau Selatan Selandia Baru, Tasmania, dan Pegunungan Alpen Australia. Sekitar 50 genera tersebar luas di kerajaan ini, yang bersifat endemik ataupun subendemik, di antaranya: *Aextoxicaceae*, *Alseuosmiaceae*,

Francoaceae, Gomortegaceae, Griseliniaceae, Halophytaceae, Hectorellaceae (Hectorella), Lactoridaceae, Malesherbiaceae, Misodendraceae, Thyrsopteridaceae, Tribelaceae, Vivianiaceae.

Untuk Fauna, daerah bio geografinya juga dibagi ke dalam 6 daerah atau wilayah penyebaran, diantaranya:

- Daerah Paleartik; membentang dari Eurasia di utara kaki pegunungan Himalaya hingga ke Afrika Utara. Famili Aves yang endemik untuk wilayah ini adalah: Alcidae, Bombycillidae, Gaviidae, Prunellidae dan Tetraoninae. Famili mamalia yang endemik termasuk: Ailuridae, Calomyscidae dan Prolagidae.
- Daerah Neartik; mencakup sebagian besar Amerika Utara, termasuk Greenland, Florida Tengah, dan dataran tinggi Meksiko. Famili Aves yang termasuk endemik adalah Timaliinae. Untuk mamalia, golongan Canidae (rubah, serigala, coyote) dan Camelidae (Unta dan Llama) termasuk famili yang berkembang pertama di wilayah ini. Famili Kumbang *Pleocomidae* and *Diphyllostomatidae*. Spesies lalat *Cynomya cadaverine* ditemukan dalam prevalensi yang tinggi di daerah Kawasan ini.
- Daerah Oriental (Indomalaya); kawasannya tersebar ke seluruh anak benua India dan Asia Tenggara hingga dataran rendah Cina selatan, dan melalui Indonesia di pulau Sumatera, Jawa, Bali, dan Kalimantan, lalu Filipina, dataran rendah Taiwan, dan Kepulauan Ryukyu Jepang. Famili Aves yang endemik adalah: Irenidae, Megalaimidae, Rhabdornithidae. Jenis burung lain yang juga khas terdapat di sini termasuk burung pegar, pitta, burung tepus, dan burung pelatuk. Orde mamalia yang endemik: Dermoptera dan Scandentia, sedangkan familinya yang endemik termasuk: Craseonycteridae, Diatomyidae, Hylobatidae, Platanthomyidae dan Tarsiidae. Fauna lain yang juga mendiami habitat kawasannya antara lain: macan tutul, harimau, kerbau, gajah asia, badak india, badak jawa, tapir malaya, orang utan, dan owa.
- Daerah Ethiopian (Afrotropikal); wilayahnya termasuk Afrika di selatan Gurun Sahara, sebagian besar Semenanjung Arab, pulau Madagaskar, Iran selatan dan Pakistan barat daya, dan pulau-pulau di Samudra

Hindia barat. Jenis burung yang endemik termasuk: burung unta (*Struthionidae*), cica matahari, burung sekretaris (*Sagittariidae*), ayam mutiara (*Numididae*), burung tikus (*Coliidae*), rock-jumpers (*Chaetopidae*) dan rockfowl (*Picathartidae*). Ordo mamalia yang endemik termasuk: Tubulidentata (babi tanah), *Afrosoricida* (tenrec dan tikus mole emas), dan *Macroscelidea* (celurut gajah). Empat spesies kera besar (*Hominidae*) endemik di Afrika Tengah: kedua spesies gorila (gorila barat, *Gorilla gorilla*, dan gorila timur, *Gorilla beringei*) dan kedua spesies simpanse (simpanse biasa, *Pan troglodytes*, dan bonobo, *Pan paniscus*).

- Daerah Neotropikal; wilayahnya termasuk Amerika Selatan, Amerika Tengah, kepulauan Karibia, dan Amerika Utara bagian selatan. Di Meksiko, Semenanjung Yucatán dan dataran rendah selatan, dan sebagian besar garis pantai timur dan barat, termasuk ujung selatan Semenanjung Baja California. Jenis burung yang endemik termasuk tanager, rhea, tinamou, curassow, antbird, ovenbird, toucan, and seriema (burung sekretaris). Beberapa mamalia yang ditemukan di sini termasuk tikus, kelinci, tupai, tikus, kucing, kelelawar, beruang, rusa dan bovid. Spesies ikan yang endemik berasal dari *subfamili*, *Characidae*, *Cichlinae*, *Loricariidae*, *Gymnotiformes* dan *Poeciliinae*.
- Daerah Australia; meliputi Australia, Selandia Baru, pulau New Guinea (terdiri dari Papua Nugini dan provinsi Papua Indonesia), dan bagian timur kepulauan Indonesia, termasuk pulau Sulawesi, kepulauan Maluku pulau Lombok, Sumbawa, Sumba, Flores, dan Timor. Famili mamalia yang endemik termasuk dari golongan Marsupialia dan Monotremata, sedangkan jenis burung endemik tergolong dalam famili *Paradisaeidae* (Burung Cendrawasih) serta kelompok burung yang tidak terbang (*Ratite*) seperti Kasuari dan Kiwi.

E. STATUS BIODIVERSITAS SAAT INI

Diperkirakan terdapat sekitar 8,7 juta spesies tumbuhan dan hewan yang hidup di Bumi namun hanya sekitar 1,2 juta spesies saja yang telah diidentifikasi dan dideskripsikan sejauh ini. Spesies-spesies organisme tersebut meskipun dapat berasal dari nenek moyang yang sama, namun berkembang secara evolutif dari generasi ke generasi yang disesuaikan

dengan kondisi habitat tempatnya terdapat. Hal ini pada akhirnya memberikan karakteristik yang semakin jauh berbeda dengan nenek moyangnya terdahulu sehingga tidak dapat lagi dapat saling kawin. Dengan kata lain, organisme yang masih dapat saling kawin dan menghasilkan keturunan yang fertil termasuk ke dalam satu spesies yang sama.

Akan tetapi, sebagian besar keanekaragaman hayati Bumi berada dalam bahaya karena konsumsi manusia dan aktivitas lain yang mengganggu dan bahkan merusak ekosistem. Hampir semua ekosistem bumi telah berubah secara dramatis oleh karena tindakan manusia, misalnya, $\pm 35\%$ hutan bakau dan $\pm 20\%$ kawasan terumbu karang telah hilang. Kepunahan spesies memang merupakan suatu proses yang secara alamiah dapat terjadi. Namun, selama 1 abad terakhir manusia telah meningkatkan laju kepunahan spesies setidaknya 100 kali lipat dibandingkan dengan proses alami ini. Tingkat kepunahan saat ini jauh lebih besar daripada tingkat kemunculan spesies baru, yang mengakibatkan hilangnya keanekaragaman hayati.

Daftar Merah Uni Internasional untuk Konservasi Alam (IUCN Red List) mengemukakan bahwa hingga saat ini antara 12% hingga 52% spesies terancam punah dari kelompok yang telah dipelajari secara baik yaitu tumbuhan konifer dan sikas serta hewan amfibi, aves, dan mamalia, dengan ancaman terbesar terdapat pada spesies yang umumnya mendiami habitat perairan tawar. Namun secara umum, yang paling terancam punah adalah spesies yang lebih tinggi tingkatan tropiknya dalam rantai makanan, memiliki kepadatan populasi yang rendah, berumur panjang, berkembang biak dengan lambat, dan hidup dalam wilayah geografis yang terbatas. Dalam banyak kelompok spesies, seperti amfibi, mamalia Afrika, dan burung di lahan pertanian, mayoritas spesies menghadapi penurunan ukuran populasi dan/atau penyebaran geografis. Dari 14 total bioma di dunia, 9 di antaranya telah dikonversikan menjadi lahan kultivasi setidaknya sebesar 20% yang termasuk: Mangrove, Hutan Mediterania, Hutan Temperata, Hutan Konifer dan Padang Rumput. Ekosistem dengan tingkat biodiversitas tinggi tampak memiliki jumlah jenis spesiesnya yang lebih banyak terancam yang mencapai sekitar 2700 spesies ($\pm 65\%$).

Pada sistem budidaya, sejak tahun 1960 telah terjadi pergeseran mendasar dalam pola keanekaragaman intra-spesies di pertanian sebagai akibat dari Revolusi Hijau. Intensifikasi sistem pertanian ditambah dengan spesialisasi oleh pemulia tanaman telah menyebabkan pengurangan substansial dalam keragaman genetik tanaman budidaya dan hewan peliharaan. Hilangnya keragaman genetik tanaman di lahan sebagian telah diimbangi oleh pemeliharaan keragaman genetik di bank gen. Sepertiga dari 6.500 ras hewan peliharaan terancam punah karena ukuran populasinya yang sangat kecil. Kepunahan spesies dan hilangnya populasi unik yang terjadi telah mengakibatkan hilangnya keragaman genetik yang terdapat pada spesies dan populasi tersebut. Kehilangan ini mengurangi kemampuan adaptif dan kesintasan yang membatasi prospek pemulihan dan reproduksi spesies yang populasinya berkurang tersebut.

Polusi, perubahan iklim, dan pertumbuhan populasi merupakan ancaman terhadap keanekaragaman hayati. Daerah-daerah di dunia yang telah menunjukkan perubahan ekosistem secara drastis selama 2 dekade terakhir termasuk: Basin Amazon dan wilayah Asia tenggara (deforestasi dan perluasan lahan agrikultur), Asia (degradasi lahan di lahan kering) dan juga pada wilayah Bangladesh, lembah Indus, sebagian Timur Tengah dan Asia Tengah serta Danau-danau besar (Great Lakes) di bagian Afrika timur. Ancaman ini telah menyebabkan peningkatan tingkat kepunahan spesies yang belum pernah terjadi sebelumnya. Studi tentang amfibi secara global, mamalia Afrika, burung di lahan pertanian, kupu-kupu di Inggris, karang di kepulauan Karibia, burung air, dan spesies perikanan menunjukkan mayoritas jumlah spesies dan jumlah populasi tiap spesiesnya telah mengalami banyak penurunan. Beberapa ilmuwan memperkirakan bahwa apabila kondisi seperti ini tidak segera ditanggulangi, maka setengah dari semua spesies di Bumi akan musnah dalam satu abad mendatang.

1. Ancaman Terhadap Biodiversitas

Selama seabad terakhir, manusia telah mendominasi planet ini, yang kemudian menyebabkan berbagai perubahan ekosistem serta hilangnya keanekaragaman hayati secara besar-besaran. Kondisi lingkungan seperti ini dianggap telah mengarah ke sifat antroposen. Sementara Bumi memang selalu mengalami perubahan dan kepunahan spesies, akan tetapi, pada zaman sekarang ini, perubahan dan penurunan tingkat bio diversitas

terjadi dengan laju yang sangat tinggi dari sebelumnya dan tampak adanya kecenderungan untuk mengalami peningkatan di tahun-tahun mendatang bila tidak segera dilakukan tindakan koreksi mulai dari sekarang. Di Indonesia sendiri, sumber ancaman utama berupa pengambilan flora dan fauna untuk tujuan konsumsi maupun diperjualbelikan yang dilakukan secara eksploitatif dan illegal misalnya: perburuan liar (illegal hunting), penangkapan ikan illegal (illegal fishing) dan penebangan liar (illegal logging).

Secara umum, ancaman akan hilangnya Bio diversitas dapat berasal dari:

- Perubahan habitat; perubahan pada tempat hidup suatu organisme dengan luas area yang sifatnya terbatas (lokal) yang dapat terjadi oleh karena berbagai peristiwa atau bencana alam, seperti: kekeringan, banjir, aktivitas vulkanik, angin topan, tanah longsor, gempa bumi, kebakaran serta fluktuasi suhu dan curah hujan. Selain itu, juga terjadi secara signifikan oleh aktivitas manusia misalnya melalui proses kegiatan urbanisasi, pengembangan pertanian, jalur transportasi, tempat rekreasi, dan pemanufakturan. Seluruh kegiatan ini pada akhirnya akan menyebabkan perubahan fisik dan ketersediaan lahan (tanah) serta kondisi ketersediaan dan aliran air baik yang berada di permukaan maupun di bawah tanah.
- Perubahan iklim; dinamika makhluk hidup sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor klimatik, sehingga bila terjadi perubahan iklim, maka tentunya dinamika ini juga akan terganggu atau berubah. Kehilangan spesies akibat perubahan iklim akan termanifestasi dalam bentuk kurang optimalnya proses pertumbuhan, perkembangan dan reproduksinya. Hal ini akan mendorong kemampuan adaptasi dan migrasi makhluk hidup, namun seringkali usaha ini memiliki tingkat keberhasilan yang rendah untuk spesies-spesies organisme tertentu.
- Invasi spesies asing; introduksi spesies baru atau asing ke dalam suatu ekosistem dapat terjadi secara alami namun kebanyakan kasusnya karena diintroduksi oleh manusia. Hal ini kemudian berdampak pada penyebaran yang luas dan tidak terkontrol dari spesies baru tersebut yang kemudian mengubah kondisi ekosistem tempatnya menyebar sehingga berdampak pada terancamnya kesintasan (survival) spesies-

spesies organisme asli. Selama 20 tahun terakhir, invasi spesies asing telah menjadi faktor utama kepunahan spesies di habitat darat kepulauan dan faktor utama kedua di daerah perairan tawar, setelah pengrusakan habitat.

- Eksploitasi berlebihan; terjadi misalnya melalui pembalakan dan perburuan liar, konversi lahan hutan dalam skala besar, perdagangan flora-fauna liar (eksotis) beserta derivatnya, fragmentasi lanskap dan perluasan area pertambangan secara berlebihan. Pada habitat perairan, industri perikanan saat ini melakukan eksploitasi menggunakan teknik atau metode yang cenderung destruktif terhadap habitat biota laut yang turut berkontribusi terhadap fenomena baseline shifting.
- Pemasukan nutrisi (nutrien loading); introduksi nutrisi ke dalam ekosistem tentunya berperan positif namun hingga suatu batas tertentu, laju penambahan nutrisi tidak akan lagi berpengaruh sehingga produktivitas tanaman menjadi tetap namun sebaliknya semakin meningkatkan efek negatifnya. Selama 50 tahun terakhir, penggunaan nutrisi berupa nitrogen dan fosfor sintetis telah meningkat dan kemudian terakumulasi dalam tanah. Hal ini menjadi indikator potensi terjadinya eutrofikasi untuk danau air tawar dan muara estuaria. Konsekuensi lain termasuk hipoksia pada ekosistem laut pesisir dan emisi oksida nitrat yang berkontribusi terhadap perubahan iklim global. Terjadinya masalah-masalah ini sangat bervariasi di berbagai daerah.
- Terdapat pula faktor-faktor yang memberikan ancaman secara tidak langsung bagi keberlangsungan biodiversitas dengan cara mempengaruhi faktor-faktor ancaman langsung di atas, di antaranya faktor sosiopolitik (misalnya: perang), ekonomi (misalnya: konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian dan perkebunan), demografi (konversi lahan hutan menjadi tempat pemukiman) dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang di satu sisi dapat berdampak buruk bagi biodiversitas misalnya melalui konstruksi perangkat mesin yang lebih canggih yang semakin mengefektifkan eksploitasi sumber daya alam secara tidak ramah lingkungan yang akhirnya berdampak pada kerusakan habitat dalam ekosistem.

2. Upaya Pencegahan dan Konservasi

Manusia tentunya juga memiliki kekuatan dan pengaruh untuk mengubah tindakannya dalam membantu memastikan kelangsungan hidup spesies dan kesehatan serta integritas suatu sistem ekologi. Dengan memahami ancaman terhadap keanekaragaman hayati, dan bagaimana hal itu terjadi dalam konteksnya, kita dapat mempersiapkan diri dengan sebaik-baiknya untuk mengelola tantangan konservasi. Upaya konservasi beberapa dekade terakhir telah membuat perbedaan yang signifikan dalam keadaan keanekaragaman hayati saat ini. Lebih dari 100.000 kawasan lindung, termasuk taman nasional, suaka margasatwa, cagar alam, dan kawasan lindung laut, yang dikelola baik oleh pemerintah maupun masyarakat lokal telah menyediakan habitat bagi flora dan fauna liar yang membantu mengendalikan deforestasi. Pemilihan area terlindungi (protected areas) memegang peranan penting dalam konservasi keanekaragaman hayati yang harus diseleksi, didesain dan diawasi secara baik yang tidak hanya melibatkan pemerintah melainkan juga masyarakat lokal setempat. Berbagai wisata ekologis dapat dimanfaatkan dari sisi marketing untuk menarik insentif dari masyarakat pengunjung yang dapat dialokasikan sebagiannya untuk keperluan konservasi.

Terkait spesies invasif, pengendalian atau pemberantasan spesies invasif setelah terbentuk seringkali sangat sulit dan mahal, sementara pencegahan dan intervensi dini terbukti lebih berhasil dan hemat biaya. Faktor-faktor umum dalam kasus pemberantasan yang berhasil mencakup ciri-ciri biologis tertentu dari spesies target (misalnya, kemampuan penyebaran yang buruk), deteksi/respons dini, sumber daya ekonomi yang memadai yang dicurahkan untuk jangka waktu yang cukup, dan dukungan luas dari lembaga terkait dan masyarakat. Keberhasilan pencegahan juga membutuhkan adanya peningkatan upaya dalam pengendalian dan pengaturan pengangkutan spesies invasif akibat perdagangan internasional.

Agar dapat dilestarikan secara efektif dan dimanfaatkan secara berkelanjutan, keanekaragaman hayati juga harus menjadi bagian dari pengelolaan sektor produksi, seperti pertanian, perikanan, dan kehutanan. Beberapa praktik pertanian dapat berkontribusi secara efektif untuk

konservasi keanekaragaman hayati. Intensifikasi berkelanjutan, misalnya, membatasi luas lahan yang dibutuhkan untuk produksi pertanian, sambil menyisakan lahan yang lebih luas untuk konservasi keanekaragaman hayati. Praktik lain seperti pengelolaan hama terpadu, beberapa bentuk pertanian organik, dan perlindungan habitat tepi lapangan (field margin) dapat mendorong sinergi antara pertanian dan keanekaragaman hayati domestik dan liar. Penelitian lebih lanjut masih sangat diperlukan terkait interaksi ini. Kawasan kehutanan berkelanjutan yang memenuhi kebutuhan mata pencaharian penduduk lokal dapat menjadi pendekatan yang paling efektif untuk mengendalikan deforestasi hutan tropis. Pengelolaan seperti ini harus memusatkan kebijakan pada kepemilikan lahan yang ada di tingkat masyarakat dan menggunakan perangkat hukum yang relevan seperti mendesain ulang kepemilikan dan kontrol swasta dalam skala yang lebih kecil atas hutan, kemitraan publik-swasta, pengelolaan hutan langsung oleh masyarakat adat, dan perusahaan-kemitraan masyarakat. Jika ingin efektif, langkah-langkah tersebut perlu disertai dengan penegakan hukum yang tegas sambil juga dilakukan upaya edukasi. Hal yang hampir sama dapat dilakukan juga pada kawasan perairan untuk menghindari pengrusakan habitat laut termasuk terumbu karang. Bioprospeking juga dapat menjadi salah satu alternatif yang dilakukan. Melalui eksplorasi bio diversitas yang bermanfaat bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia yang berpeluang untuk dikomersialisasikan, diharapkan tindakan pembudidayaan yang sifatnya konservatif dapat dilakukan terhadap spesies-spesies tersebut.

Pada dasarnya, semua upaya tersebut di atas akan memberikan hasil yang efektif dan efisien apabila dilakukan secara bersinergi dari skala lokal hingga global yang melibatkan tidak hanya pemerintah, namun juga institusi pendidikan, pelaku industri terkait dan juga masyarakat. Meskipun kita mungkin tidak dapat mencegah semua dampak negatif manusia terhadap keanekaragaman hayati, namun dengan adanya suatu kesadaran, komitmen dan pengetahuan yang baik, kita dapat bekerja untuk mengubah arah dan bentuk pengaruh kita terhadap sisa kehidupan di Bumi.

F. RANGKUMAN MATERI

Keanekaragaman makhluk hidup (Bio diversitas) merupakan salah satu aspek utama yang tidak hanya mendukung keberlangsungan hidup manusia namun juga kemampuan planet ini (Biosfer) dalam mendukung kehidupan berbagai biota di dalamnya. Dalam arti sempit, Keanekaragaman Makhluk Hidup (Keanekaragaman Hayati atau Bio diversitas) merujuk pada semua jenis organisme yang mendiami Bumi. Secara luas, istilah ini lebih menekankan bahwa semua organisme yang dimaksud tidak hanya terbatas pada flora (tumbuhan) dan fauna (hewan) saja namun juga semua jenis organisme dalam cakupan taksonomi mulai dari bakteri hingga animalia beserta berbagai proses evolusioner, ekologis dan budaya yang mempengaruhi keragamannya dari tingkat gen hingga ekosistem. Keanekaragaman hayati (ke hati) memiliki signifikansi bagi manusia baik dari sisi ekologis, ekonomi dan juga budaya. Makanan, minuman, pakaian, tempat tinggal, obat-obatan, bahan bakar dan sumber daya lainnya kita dapatkan melalui pemanfaatan keanekaragaman hayati yang di sekitar kita. Keanekaragaman hayati (Bio diversitas) dikategorikan ke dalam 3 tingkatan utama: genetik, spesies, dan ekosistem. Keanekaragaman tingkat genetik terjadi pada organisme pada tingkat spesies yang sama namun dengan komposisi genetik yang berbeda. Keanekaragaman spesies merujuk pada organisme dengan jenis yang berbeda sehingga tidak dapat dilakukan perkawinan antar-sesamanya. Keanekaragaman tingkat ekosistem terjadi pada habitat atau lingkungan dengan faktor-faktor lingkungan tertentu sehingga memungkinkan didiaminya organisme-organisme tertentu pula. Pola distribusi dari suatu spesies pada dasarnya dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang kemudian akan menginisiasi perkembangan kemampuan adaptasi organisme tersebut untuk dapat menyesuaikan diri dengan habitat tempatnya terdapat.

Keanekaragaman Hayati (Bio diversitas) di Indonesia menduduki urutan tertinggi kedua dari seluruh dunia dengan nilai indeks bio diversitas global sebesar 418.78. Faktor utama yang mempengaruhinya dapat dilihat dari posisi geologis Indonesia yang terletak di antara dua jalur pegunungan, yaitu pegunungan Sirkum Mediterania di bagian barat dan pegunungan Sirkum Pasifik di bagian timur. Flora dan fauna di Indonesia dapat

dikategorikan ke dalam 3 tipe: tipe Australia, Peralihan dan Asiatis. Di dunia sendiri, flora dapat dikategorikan ke dalam 6 kerajaan berdasarkan persebaran biogeografinya: Boreal, Paleotropikal, Neotropikal, Afrika Selatan, Australia dan Antartika. Fauna dunia juga memiliki pembagiannya tersendiri yaitu: Paleartik, Neartik, Oriental, Afrotropikal, Neotropikal dan Australia.

Penurunan biodiversitas saat ini berlangsung dengan laju yang lebih tinggi dibandingkan dengan sebelumnya, yang terutama diakibatkan oleh aktivitas manusia. Akan tetapi, manusia tentunya juga memiliki kekuatan dan pengaruh untuk mengubah tindakannya dalam membantu memastikan kelangsungan hidup spesies dan kesehatan serta integritas suatu sistem ekologi. Pada dasarnya, semua upaya tersebut di atas akan memberikan hasil yang efektif dan efisien apabila dilakukan secara bersinergi dari skala lokal hingga global yang melibatkan tidak hanya pemerintah, namun juga institusi pendidikan, pelaku industri terkait dan juga masyarakat. Meskipun kita mungkin tidak dapat mencegah semua dampak negatif manusia terhadap keanekaragaman hayati, namun dengan adanya suatu kesadaran, komitmen dan pengetahuan yang baik, kita dapat bekerja untuk mengubah arah dan bentuk pengaruh kita terhadap sisa kehidupan di Bumi.

TUGAS DAN EVALUASI

TUGAS

1. Tentukan tingkat keanekaragaman hayati dari organisme-organisme berikut!
 - a. Kacang tanah, kacang hijau, kacang merah, kacang polong:
 - b. Beruang kutub dan beruang madu:
 - c. Ayam kampung, ayam broiler, ayam Cemani:
 - d. Pohon Kamboja, pohon Kamboja Jepang:
 - e. Jambu air, jambu biji, jambu mete, jambu keeling:
 - f. Kuda Sumba, Kuda Poni
2. Jelaskan pola distribusi makhluk hidup berdasarkan teori Tektonika Lempeng!
3. Jelaskan faktor-faktor yang dapat menjadi ancaman terhadap keberlangsungan keanekaragaman hayati!

4. Mengapa Bioprospekting dapat menjadi salah satu alternatif solusi dalam menjaga kelestarian keanekaragaman hayati?
5. Bagaimana mengintegrasikan sektor produksi seperti pertanian, perikanan dan kehutanan ke dalam upaya-upaya konservasi?

EVALUASI

1.
 - a. tingkat spesies
 - b. tingkat spesies
 - c. tingkat gen
 - d. tingkat spesies
 - e. tingkat spesies
 - f. tingkat gen
2. Teori Tektonika Lempeng (Plate Tectonic); dikemukakan oleh W. J. Morgan pada tahun 1962 yang menyatakan bahwa bagian permukaan bumi (lithosfer) tersusun atas lempeng-lempeng tektonik yang senantiasa bergerak. Pergerakan lempeng ini akan menimbulkan berbagai peristiwa alam seperti gempa bumi, aktivitas vulkanik, serta pembentukan pegunungan dan juga palung laut.
3. Ancaman terhadap keberlangsungan Biodiversitas dapat berasal dari:
 - Perubahan habitat; perubahan pada tempat hidup suatu organisme dengan luas area yang sifatnya terbatas (lokal) yang dapat terjadi oleh karena berbagai peristiwa atau bencana alam, seperti: kekeringan, banjir, aktivitas vulkanik, angin topan, tanah longsor, gempa bumi, kebakaran serta fluktuasi suhu dan curah hujan. Selain itu, juga terjadi secara signifikan oleh aktivitas manusia misalnya melalui proses kegiatan urbanisasi, pengembangan pertanian, jalur transportasi, tempat rekreasi, dan pemanufakturan. Seluruh kegiatan ini pada akhirnya akan menyebabkan perubahan fisik dan ketersediaan lahan (tanah) serta kondisi ketersediaan dan aliran air baik yang berada di permukaan maupun di bawah tanah.
 - Perubahan iklim; dinamika makhluk hidup sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor klimatik, sehingga bila terjadi perubahan iklim, maka tentunya dinamika ini juga akan terganggu atau berubah. Kehilangan spesies akibat perubahan iklim akan termanifestasi

dalam bentuk kurang optimalnya proses pertumbuhan, perkembangan dan reproduksinya. Hal ini akan mendorong kemampuan adaptasi dan migrasi makhluk hidup, namun seringkali usaha ini memiliki tingkat keberhasilan yang rendah untuk spesies-spesies organisme tertentu.

- Invasi spesies asing; introduksi spesies baru atau asing ke dalam suatu ekosistem dapat terjadi secara alami namun kebanyakan kasusnya karena diintroduksi oleh manusia. Hal ini kemudian berdampak pada penyebaran yang luas dan tidak terkontrol dari spesies baru tersebut yang kemudian mengubah kondisi ekosistem tempatnya menyebar sehingga berdampak pada terancamnya kesintasan (survival) spesies-spesies organisme asli. Selama 20 tahun terakhir, invasi spesies asing telah menjadi faktor utama kepunahan spesies di habitat darat kepulauan dan faktor utama kedua di daerah perairan tawar, setelah pengrusakan habitat.
- Eksploitasi berlebihan; terjadi misalnya melalui pembalakan dan perburuan liar, konversi lahan hutan dalam skala besar, perdagangan flora-fauna liar (eksotis) beserta derivatnya, fragmentasi lanskap dan perluasan area pertambangan secara berlebihan. Pada habitat perairan, industri perikanan saat ini melakukan eksploitasi menggunakan teknik atau metode yang cenderung destruktif terhadap habitat biota laut yang turut berkontribusi terhadap fenomena baseline shifting.
- Pemasukan nutrisi (nutrien loading); introduksi nutrisi ke dalam ekosistem tentunya berperan positif namun hingga suatu batas tertentu, laju penambahan nutrisi tidak akan lagi berpengaruh sehingga produktivitas tanaman menjadi tetap namun sebaliknya semakin meningkatkan efek negatifnya. Selama 50 tahun terakhir, penggunaan nutrisi berupa nitrogen dan fosfor sintetik telah meningkat dan kemudian terakumulasi dalam tanah. Hal ini menjadi indikator potensi terjadinya eutrofikasi untuk danau air tawar dan muara estuaria. Konsekuensi lain termasuk hipoksia pada ekosistem laut pesisir dan emisi oksida nitrat yang

berkontribusi terhadap perubahan iklim global. Terjadinya masalah-masalah ini sangat bervariasi di berbagai daerah.

- Terdapat pula faktor-faktor yang memberikan ancaman secara tidak langsung bagi keberlangsungan bio diversitas dengan cara mempengaruhi faktor-faktor ancaman langsung di atas, di antaranya faktor sosiopolitik (misalnya: perang), ekonomi (misalnya: konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian dan perkebunan), demografi (konversi lahan hutan menjadi tempat pemukiman) dan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang di satu sisi dapat berdampak buruk bagi bio diversitas misalnya melalui konstruksi perangkat mesin yang lebih canggih yang semakin mengefektifkan eksploitasi sumber daya alam secara tidak ramah lingkungan yang akhirnya berdampak pada kerusakan habitat dalam ekosistem.
4. Melalui aktivitas Bioprospektting, kegunaan atau manfaat dari berbagai spesies organisme dapat diketahui. Hal ini tentunya akan menginisiasi adanya upaya untuk membudidayakannya agar dapat tetap dimanfaatkan secara berkelanjutan. Dengan demikian, secara tidak langsung hal ini akan berkontribusi terhadap pencegahan kehilangan keanekaragaman hayati.
 5. Agar dapat dilestarikan secara efektif dan dimanfaatkan secara berkelanjutan, keanekaragaman hayati juga harus menjadi bagian dari pengelolaan sektor produksi, seperti pertanian, perikanan, dan kehutanan. Beberapa praktik pertanian dapat berkontribusi secara efektif untuk konservasi keanekaragaman hayati. Intensifikasi berkelanjutan, misalnya, membatasi luas lahan yang dibutuhkan untuk produksi pertanian, sambil menyisakan lahan yang lebih luas untuk konservasi keanekaragaman hayati. Praktik lain seperti pengelolaan hama terpadu, beberapa bentuk pertanian organik, dan perlindungan habitat tepi lapangan (field margin) dapat mendorong sinergi antara pertanian dan keanekaragaman hayati domestik dan liar. Penelitian lebih lanjut masih sangat diperlukan terkait interaksi ini. Kawasan kehutanan berkelanjutan yang memenuhi kebutuhan mata pencaharian penduduk lokal dapat menjadi pendekatan yang paling efektif untuk mengendalikan deforestasi hutan tropis. Pengelolaan

seperti ini harus memusatkan kebijakan pada kepemilikan lahan yang ada di tingkat masyarakat dan menggunakan perangkat hukum yang relevan seperti mendesain ulang kepemilikan dan kontrol swasta dalam skala yang lebih kecil atas hutan, kemitraan publik-swasta, pengelolaan hutan langsung oleh masyarakat adat, dan perusahaan-kemitraan masyarakat. Jika ingin efektif, langkah-langkah tersebut perlu disertai dengan penegakan hukum yang tegas sambil juga dilakukan upaya edukasi. Hal yang hampir sama dapat dilakukan juga pada kawasan perairan untuk menghindari pengrusakan habitat laut termasuk terumbu karang

DAFTAR PUSTAKA

- Aninsi, N. (2021, December 29). *Persebaran Flora dan Fauna di Indonesia—Nasional*. *Katadata.co.id*.
<https://katadata.co.id/safrezi/berita/61cc2ed801659/persebaran-flora-dan-fauna-di-indonesia>
- Ashari, A. (2020). *3 Jenis Pembagian Fauna di Indonesia Beserta Wilayahnya: Asiatis, Peralihan, dan Australis - Bobo*.
<https://bobo.grid.id/read/082439620/3-jenis-pembagian-fauna-di-indonesia-beserta-wilayahnya-asiatis-peralihan-dan-australis>
- Bernhardt, T. (n.d.). *Canadian Biodiversity: Theory: Three Levels of Biodiversity*. Retrieved January 5, 2023, from <http://canadianbiodiversity.mcgill.ca/english/theory/threelevels.htm>
- Bioclimate—Biodiversity and Climate Change—Perubahan Iklim di Indonesia*. (n.d.). Retrieved January 7, 2023, from <http://forclime.org/bioclimate/bioclimate.org/index.php/id/perubahan-iklim-dan-biodiversitas/perubahan-iklim-di-indonesia.html>
- Biodiversity & Human Well-being*. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.greenfacts.org/en/biodiversity/index.htm>
- Borneo plants*. (n.d.). Retrieved January 5, 2023, from https://wwf.panda.org/discover/knowledge_hub/where_we_work/borneo_forests/about_borneo_forests/borneo_animals/borneo_plants.cfm
- Divisekera, W., Samarasekera, J., Hettiarachchi, C., Gooneratne, J., Choudhary, M., & Gopalakrishnan, S. (2019). Isolation and identification of lactic acid bacteria with probiotic potential from fermented flour of selected banana varieties grown in Sri Lanka. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 47, 3–16.
<https://doi.org/10.4038/jnsfsr.v47i1.8922>
- Dremann, S. (2015). *Deserts, Forests, and Grasslands Biomes*. Prezi.Com.
<https://prezi.com/b68kv3kzbqpb/deserts-forests-and-grasslands-biomes/>

- Fajri, D. L. (2022, October 4). *Fauna Asiatis adalah Hewan di Bagian Barat, Ini Ciri dan Contohnya—Lifestyle* *Katadata.co.id*.
<https://katadata.co.id/intan/berita/633be78f08886/fauna-asiatis-adalah-hewan-di-bagian-barat-ini-ciri-dan-contohnya>
- Fatma, D. (2016, August 22). 4 Ciri-ciri Flora Peralihan beserta Contohnya. *IlmuGeografi.com*. <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/hutan/ciri-ciri-flora-peralihan>
- Freshpoint. (2018). What's the difference between a shallot and an onion? *FreshPoint*. <https://www.freshpoint.com/news/whats-the-difference-between-a-shallot-and-an-onion/>
- Global Biodiversity | National Geographic Society*. (n.d.). Retrieved January 5, 2023, from <https://education.nationalgeographic.org/resource/global-biodiversity>
- Grover, N. (2022). *Levels of Biodiversity—Environment Notes*. <https://prepp.in/news/e-492-levels-of-biodiversity-environment-notes>
- Groves, C. P. (n.d.). *Biogeographic region | Definition, Features, Locations, & Facts | Britannica*. Retrieved January 6, 2023, from <https://www.britannica.com/science/biogeographic-region>
- Hennemann, F., Conle, O., & Suzuki, S. (2015). Hennemann, F.H., Conle, O.C. & Suzuki, S. (2015): A study of the members of the tribe Phasmatini Gray, 1835, that occur within the boundaries of Wallacea (Phasmatodea: Phasmatidae: Phasmatinae: "Lanceocercata"). *Zootaxa*, 4008(1), 1-74. *Zootaxa*, 4008, 1–74. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4008.1.1>
- Holdridge, L. R. (1964). *Life Zone Ecology*. Tropical Science Center.
- Ikan Endemik Indonesia yang Dapat Dikonsumsi!* (2021, July 22). <https://www.deheus.id/cari/berita-dan-artikel/ikan-endemik-indonesia-yang-dapat-dikonsumsi>

- Ikhtisar Kehati Indonesia. (2018, June 27). *Balai Kliring Keanekaragaman Hayati Indonesia | CHM* |. <https://balaikliringkehati.menlhk.go.id/kehati-indonesia/ikhtisar-kehati-indonesia/>
- LotusArise. (2021, January 6). *Factors Influencing World Distribution Of Plants And Animals—UPSC*. <https://lotusarise.com/factors-influencing-world-distribution-of-plants-and-animals-upsc/>
- Mawardi, R. A. (2022). *Apa Pengertian Garis Wallace, Garis Weber, dan Garis Lydekker? Ini Jawabannya*. detikedu. <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-6251276/apa-pengertian-garis-wallace-garis-weber-dan-garis-lydekker-ini-jawabannya>
- Mezzoudj, S., Ali, B., & Seghir, R. (2019). Towards large-scale face-based race classification on spark framework. *Multimedia Tools and Applications*, 78. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-7672-7>
- Miller, K. R., & Levine, J. S. (2017). *Miller & Levine Biology*. Pearson.
- Nash, M. H. (2022, July 28). The 200 Most (& Least) Biodiverse Countries (2022). *The Swiftest*. <https://theswiftest.com/biodiversity-index/>
- Plass, G. N. (1956). The Carbon Dioxide Theory of Climatic Change. *Tellus*, 8(2), 140–154. <https://doi.org/10.1111/j.2153-3490.1956.tb01206.x>
- Setiawan, A.-. (2022). Keanekaragaman Hayati Indonesia: Masalah dan Upaya Konservasinya. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.15294/ijc.v11i1.34532>
- Sumber Belajar*. (n.d.). Retrieved January 5, 2023, from https://konten.smpn2ppu.sch.id/ips/letak-wilayah-indonesia/MP_files/konten5.html
- Tatli, H., & Dalfes, N. (2021). Analysis of temporal diversity of precipitation along with biodiversity of Holdridge life zones. *Theoretical and Applied Climatology*, 144, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03551-x>
- Vets, D. (2021, January 4). *How Many Dog Breeds Are There In The World 2021—Dog Breed Facts*. <https://dogsvets.com/how-many-dog-breeds-are-there/>

What is Biodiversity? Why Is It Important? | AMNH. (n.d.). American Museum of Natural History. Retrieved January 6, 2023, from <https://www.amnh.org/research/center-for-biodiversity-conservation/what-is-biodiversity>

Wikiwand—Boreal Kingdom. (n.d.). Wikiwand. Retrieved January 6, 2023, from https://wikiwand.com/en/Holarctic_Kingdom



EKOSISTEM, SUMBER DAYA ALAM DAN LINGKUNGAN

Dr. Eka Apriyanti, M.Pd.
Universitas Patempo Makassar

A. PENDAHULUAN

Di alam terdapat organisme hidup (makhluk hidup) dengan lingkungan fisik yang saling berinteraksi dan saling bergantung satu dengan lainnya yang merupakan suatu sistem. Di dalam sistem tersebut terdapat dua aspek penting yaitu aliran energi dan daur materi. Energi dan materi mengalir melalui berbagai komponen sistem. Energi mengalir di dalam sistem berasal dari luar (matahari), lalu ke produsen, konsumen primer, konsumen tingkat tinggi, sampai ke saproba di dalam tanah. Daur materi mengalir dari komponen abiotik ke biotik dan kembali lagi ke komponen abiotik. Sistem tersebut disebut ekosistem.

Sumber Daya Alam merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari ekosistem yaitu lingkungan tempat berlangsungnya hubungan timbal balik makhluk hidup dan faktor-faktor alam. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber daya alam pada hakikatnya berarti melakukan perubahan-perubahan di dalam ekosistem alami yang telah atau belum diubah oleh tindakan manusia. Di dalam kesatuan ekosistem kedudukan manusia adalah sebagai bagian dari unsur-unsur lain yang tak mungkin terpisahkan.

Oleh karena itu seperti halnya dengan organisme lainnya, kelangsungan hidup manusia tergantung pula pada kelestarian ekosistemnya. Untuk menjaga terjaminnya kelestarian ekosistem, faktor manusia adalah sangat dominan. Manusia harus dapat menjaga keserasian hubungan timbal balik antara manusia dengan lingkungannya.

B. KONSEP EKOSISTEM

Ekosistem secara sederhana adalah komunitas atau kelompok organisme hidup yang hidup dan berinteraksi satu sama lain dalam lingkungan tertentu. Ekosistem adalah inti dari kajian ekologi. Menurut disiplin ilmu ini, ekosistem adalah lingkungan yang didefinisikan secara fisik, terdiri dari dua komponen yang tidak dapat dipisahkan yaitu komponen biotik dan abiotik. Komponen-komponen ini berkerja secara teratur sebagai suatu kesatuan (Soemarwoto 1995). Biotope (abiotik) adalah lingkungan fisik tertentu dengan karakteristik fisik tertentu seperti iklim, suhu, kelembaban, konsentrasi nutrisi atau pH. Biocenosis (biotik) merupakan sekumpulan organisme hidup seperti hewan, tumbuhan atau mikro-organisme. Setiap faktor dalam ekosistem bergantung pada setiap faktor lainnya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Perubahan suhu suatu ekosistem sering kali akan mempengaruhi tanaman apa yang akan tumbuh di sana. Hewan yang bergantung pada tanaman untuk makanan dan tempat tinggal harus beradaptasi dengan perubahan, pindah ke ekosistem lain atau binasa.

Ekosistem alami adalah sistem yang "seimbang", yang berarti interaksi antara berbagai organisme yang berbeda yang membentuk ekosistem berkontribusi pada stabilitas tertentu. Misalnya, dalam ekosistem padang rumput, herbivora mengkonsumsi rumput, tetapi juga memberi makan tanah dengan kotorannya, yang memungkinkan rumput untuk tumbuh kembali dan memungkinkan semacam keseimbangan. Namun, ini tidak berarti ekosistem, bahkan yang sehat sekalipun, bersifat statis. Pada kenyataannya, ekosistem terus berkembang karena didasarkan pada proses dinamis yang terus berubah. Ekosistem selalu mencari stabilitas, ekosistem tidak pernah berhasil dengan sempurna. Berbagai ketidakseimbangan alami cenderung saling mengimbangi secara permanen. Beberapa ekosistem berevolusi sangat lambat sementara yang

lain dapat berubah dengan sangat cepat. Terkadang, dalam kasus yang ekstrim, ekosistem bahkan bisa menghilang.

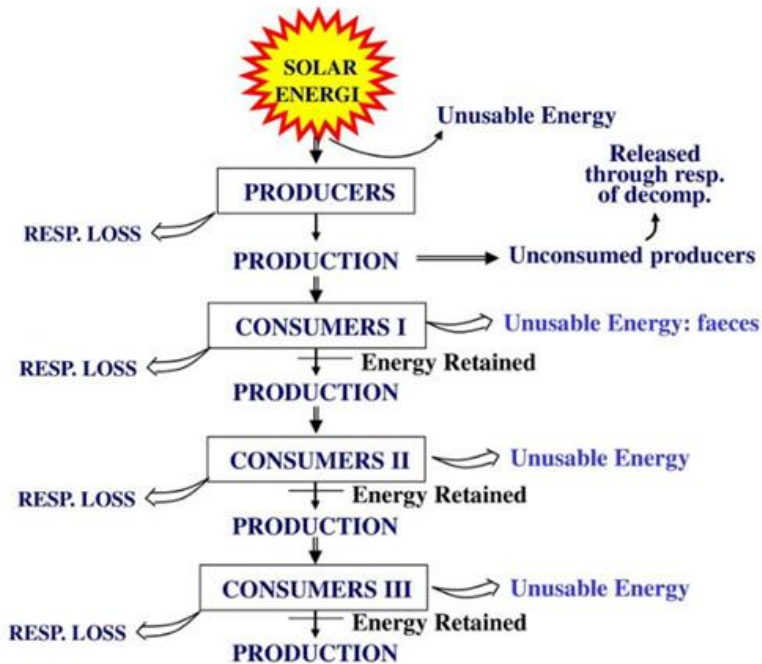
Menurut Smith dalam Putrawan (2014), ekosistem sebagai suatu pemenuhan diri sendiri (self-contained) secara bagian atau secara lengkap dari masa organisme, sebagai suatu bentuk keberadaan organisme dalam suatu area dengan lingkungan fisiknya dan semua interaksi energetik serta siklus materi yang mengaitkan organisme-organisme satu dengan lainnya dan dengan lingkungannya. Awalan 'eco' menunjukkan lingkungan, dan 'system' mengacu pada suatu koordinasi unit-unit yang kompleks. Jadi pada hakikatnya ekosistem adalah suatu sistem pemrosesan energi yang mana komponen-komponennya telah muncul bersama-sama sejak bertahun-tahun lalu. Batas dari sistem tersebut ditentukan oleh lingkungan yakni oleh kondisi lingkungan yang membentuk "bentuk kehidupan" untuk daerah tertentu. Tanaman atau hewan dalam sebuah sistem merupakan objek yang menyebabkan sistem tersebut berfungsi. Masukan ke dalam sistem adalah unsur-unsur biotik dan abiotik.

Ekosistem sangat beragam, tidak hanya dapat bervariasi dalam ukuran, tetapi juga berbeda dalam hampir setiap fitur biotik dan abiotiknya. Ekosistem lautan merupakan ekosistem yang paling luas di Bumi, karena lautan dan organisme hidup yang dikandungnya mencakup 75% dari permukaan Bumi. Ekosistem air tawar adalah yang paling sedikit, hanya mencakup 1,8% dari permukaan Bumi. Ekosistem terestrial atau daratan mencakup sisa Bumi. Ekosistem terestrial dapat dikelompokkan lebih lanjut ke dalam kategori luas yang disebut bioma, sebagian besar didasarkan pada iklim. Contoh bioma terestrial termasuk hutan hujan tropis, sabana, gurun, hutan konifer, hutan gugur, dan tundra.

C. ENERGI DAN MATERI DALAM EKOSISTEM

Energi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja (Odum 1993). Energi diperoleh organisme dari makanan yang dikonsumsi dan dipergunakan untuk aktivitas hidupnya. Cahaya matahari merupakan sumber energi utama kehidupan. Di dalam ekosistem, energi mengalir dari matahari ke pengurai. Dalam memanfaatkan energi tersebut, makhluk hidup mengubahnya ke dalam bentuk makanan.

Menurut hukum kekekalan energi (hukum termodinamika I), energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Bahkan, energi hanya dapat ditransformasikan atau ditransfer dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Hukum termodinamika II berbunyi setiap terjadi perubahan bentuk energi, pasti terjadi degradasi energi dari bentuk energi yang terpusat menjadi bentuk energi yang terpancar, dan di dalam proses transformasi energi selalu melepaskan panas dalam bentuk energi yang tidak dapat digunakan. Walaupun jumlah total energi yang terlibat dalam reaksi tidak bertambah atau berkurang. Kebanyakan energi potensial diubah menjadi suatu bentuk yang tidak sanggup melakukan kerja selanjutnya. Berakhir pada panas dan tidak berguna pada transfer berikutnya.



Gambar 1. Aliran energi (Putman & Wratten, 1984)

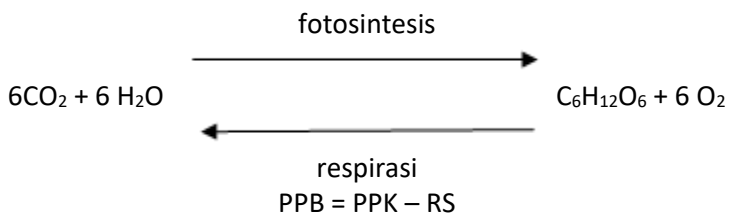
Energi dan materi mengalir melalui berbagai komponen ekosistem. Perbedaan utama antara aliran energi dengan aliran materi dimana energi mengalir di dalam ekosistem berasal dari luar (matahari), sedangkan materi berasal dari lingkungan abiotik. Aliran energi dapat mengalami reduksi di sepanjang lintasannya, sedangkan aliran materi berjalan membentuk suatu daur materi.

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama kehidupan. Tumbuhan berklorofil memanfaatkan cahaya matahari untuk berfotosintesis. Golongan organisme autotrof merupakan makanan penting bagi organisme heterotrof.

1. Aliran energi

Merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, konsumen primer, konsumen tingkat tinggi, sampai ke saproba di dalam tanah. Siklus ini berlangsung dalam ekosistem.

Produsen merupakan makhluk hidup yang mampu menangkap energi matahari untuk kegiatan fotosintesis sehingga dapat menghasilkan materi organik yang berasal dari materi anorganik. Bumi mendapatkan pasokan energi dari matahari sebanyak 1022 Joule tetapi hanya sekitar 1 % yang dapat diperoleh produsen dan diubah menjadi energi kimia melalui fotosintesis. Reaksi keseimbangan antara fotosintesis dengan respirasi:



Konsumen merupakan makhluk hidup yang memperoleh energi dalam bentuk materi organik. Berdasarkan tingkat trofiknya (dalam hal pemenuhan kebutuhan makanan), konsumen dibedakan atas konsumen primer atau herbivor, konsumen sekunder atau karnivor, konsumen tersier atau karnivor puncak, omnivor (pengecualian).

Dekomposer merupakan makhluk hidup yang memperoleh makanannya dengan cara menguraikan senyawa-senyawa organik yang berasal dari makhluk hidup yang sudah mati. Dekomposer berperan mengembalikan materi ke lingkungan abiotik dan digunakan kembali oleh tumbuhan hijau.

2. Rantai Makanan dan jaring-jaring makanan

Dalam ekologi, rantai makanan adalah serangkaian organisme yang memakan satu sama lain sehingga energi dan nutrisi mengalir dari satu ke yang berikutnya. Contohnya, jika Anda makan hamburger untuk makan siang, Anda mungkin menjadi bagian dari rantai makanan yang terlihat seperti ini: rumput → sapi → manusia. Bila Anda menambahkan selada, Anda juga merupakan bagian dari rantai makanan: selada → manusia. Seperti yang diilustrasikan dalam contoh ini, kita tidak selalu dapat sepenuhnya menggambarkan apa yang dimakan oleh organisme seperti manusia-dengan satu jalur linear. Untuk situasi seperti di atas, kita mungkin ingin menggunakan jaring-jaring makanan yang terdiri dari banyak rantai makanan yang saling berpotongan dan mewakili berbagai hal yang bisa dimakan dan dimakan oleh organisme.

Di dasar rantai makanan terdapat produsen primer. Produsen primer adalah autotrof dan paling sering merupakan organisme fotosintetik seperti tanaman, ganggang, atau cyanobacteria. Organisme yang memakan produsen primer disebut konsumen primer. Konsumen primer biasanya herbivora, pemakan tumbuhan, meskipun mereka mungkin pemakan ganggang atau pemakan bakteri. Organisme yang memakan konsumen primer disebut konsumen sekunder. Konsumen sekunder umumnya adalah pemakan daging (karnivora). Organisme yang memakan konsumen sekunder disebut konsumen tersier. Dikelompokkan sebagai hewan karnivora pemakan daging, seperti elang atau ikan besar. Beberapa rantai makanan memiliki tingkat tambahan, seperti konsumen kuartar yaitu karnivora yang memakan konsumen tersier. Organisme di bagian paling atas dari rantai makanan disebut konsumen puncak.

Ada dua jenis dasar autotrof yaitu fotoautotrof, seperti tanaman, menggunakan energi dari sinar matahari untuk membuat senyawa organik dari karbondioksida dalam fotosintesis. Contoh lain dari fotoautotrof

termasuk ganggang dan cyanobacteria. Kemoautotrof menggunakan energi dari bahan kimia untuk membuat senyawa organik dari karbon dioksida atau molekul serupa. Ini disebut kemosintesis. Misalnya, ada bakteri kemoautotrof pengoksidasi hidrogen sulfida yang ditemukan di komunitas ventilasi bawah laut di mana tidak ada cahaya yang bisa mencapai.

Autotrof adalah fondasi dari setiap ekosistem di planet ini. Autotrof membentuk dasar rantai makanan dan jaring-jaring makanan, dan energi yang mereka tangkap dari cahaya atau bahan kimia menopang semua organisme lain dalam komunitas. Berdasarkan perannya dalam rantai makanan, autotrof disebut juga sebagai produsen.

Heterotrof, juga dikenal sebagai pemakan lainnya, tidak dapat menangkap energi cahaya atau kimia untuk membuat makanan mereka sendiri dari karbon dioksida. Manusia adalah heterotrof. Sebaliknya, heterotrof mendapatkan molekul organik dengan memakan organisme lain atau produk sampingannya. Hewan, jamur, dan banyak bakteri adalah heterotrof. Berdasarkan peran heterotrof dalam rantai makanan, heterotrof disebut juga sebagai konsumen.

8

3. Piramida Ekologi

Aliran energi dalam ekosistem dapat diperlihatkan melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan, tetapi untuk mengetahui jumlah energi dari berbagai tingkat trofik dapat diperlihatkan melalui piramida ekologi. Terdiri atas:

- a. Piramida energi
- b. Piramida jumlah
- c. Piramida biomassa

Piramida energi dapat diartikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Energi diperoleh organisme dari makanan yang dikonsumsinya dan dipergunakan untuk aktivitas hidupnya. Keseluruhan energi dalam sebuah ekosistem dapat diukur dengan beberapa cara, yaitu:

- 1) Energi total pada tingkat trofik produser dapat diukur dengan cara membakarnya (kalori atau energi panas dari pembakaran sama dengan energi yang terkandung pada materi organik produser

- 2) Menentukan presentase energi (dengan mengukur rata-rata fotosintesis dengan respirasi serta menghitung jumlah energi yang terperangkap di dalam materi hidup produser).

Sekitar 90 % energi hilang selama mengalir dari satu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya yang lebih tinggi dan hanya 10 % yang dapat dimanfaatkan. Hal ini karena:

- 1) Hanya sejumlah makanan tertentu yang ditangkap dan dimakan oleh tingkat trofik selanjutnya.
- 2) Beberapa makanan yang dimakan tidak bisa dicernakan dan dikeluarkan sebagai sampah
- 3) Hanya sebagian makanan yang dicerna menjadi bagian dari tubuh organisme, sedangkan sisanya digunakan sebagai sumber energi.

Piramida jumlah diperoleh dengan cara menghitung jumlah makhluk hidup pada setiap tingkat trofik. Dalam kenyataannya, pengukuran jumlah energi dengan cara menghitung jumlah makhluk hidup mempunyai kelemahan, hal ini disebabkan perbedaan ukuran makhluk hidup.

Piramida biomassa adalah ukuran berat materi hidup di waktu tertentu. Biomassa adalah ukuran berat materi hidup di waktu tertentu. Untuk mengukur biomassa di tiap tingkat trofik maka rata-rata berat organisme di tiap tingkat harus diukur kemudian barulah jumlah organisme di tiap tingkat diperkirakan.

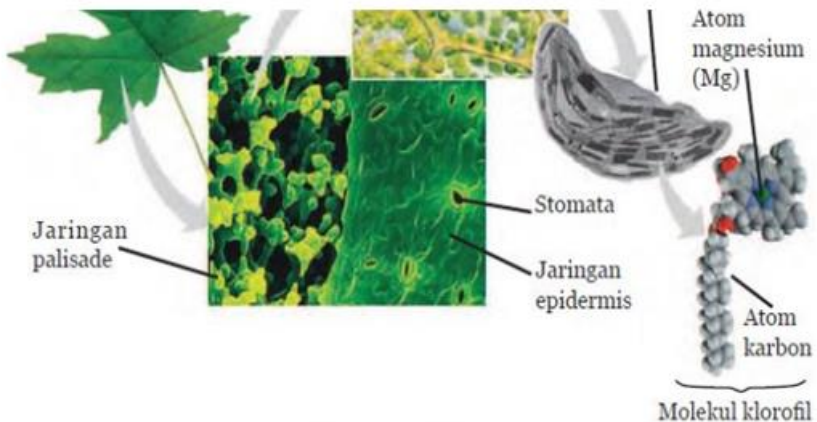
- 1) Piramida biomassa berfungsi menggambarkan perpaduan massa seluruh organisme di habitat tertentu, dan diukur dalam gram.
- 2) Piramida biomassa masih memiliki beberapa kelemahan, yaitu beberapa makhluk hidup memiliki kecenderungan untuk mengumpulkan biomassa pada periode waktu lebih panjang, sedangkan yang lainnya tidak.

4. Daur Materi

Daur materi adalah rantai makanan yang disambung oleh mikrobia yang menguraikan organisme yang sudah mati menjadi mineral yg menjadi bagian dari penyusun tumbuhan. Dalam siklus materi atau nutrisi peranan penting dipegang oleh tumbuhan hijau yang mengolah nutrisi

menjadi bahan yang bermanfaat, oleh organisme dekomposer yang mengembalikan bahan-bahan tersebut ke unsur-unsur yang lebih sederhana, dan oleh udara dan air yang mengangkut nutrisi antara abiotik dengan komponen hidup dalam suatu ekosistem (Putrawan, 2014)

Organisme hidup memerlukan unsur-unsur untuk tumbuh, berkembang, dan reproduksi. Unsur-unsur berikatan satu sama lain membentuk senyawa yang tersusun sedemikian rupa sehingga menjadi suatu bentuk tertentu. Misalnya rambut kita yang tersusun dari molekul-molekul yang mengandung unsur atom karbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), dan sulfur (S), serta tulang kita antara lain mengandung unsur kalsium (Ca), fosfor (P), dan oksigen (O).



Gambar 2. Molekul Penyusun Tubuh Makhluk Hidup (Campbell, 2008)

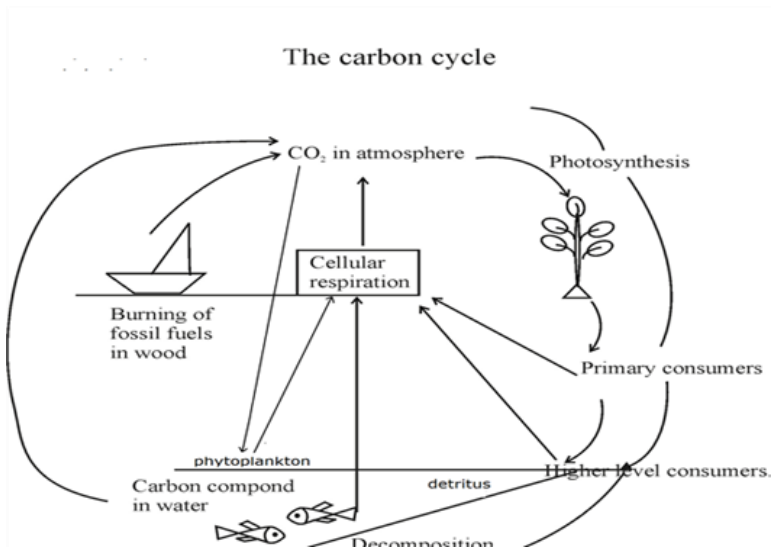
Enam elemen paling umum dalam molekul organik yaitu karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, fosfor, dan belerang mengambil berbagai bentuk kimia seperti CO₂, NH₃, SO₂, PO₄. Unsur-unsur ini dapat disimpan untuk jangka waktu yang lama atau pendek di atmosfer, di darat, di dalam air, atau di bawah permukaan bumi, serta di dalam tubuh organisme hidup. Proses geologi seperti pelapukan batuan, erosi, drainase air, dan subduksi lempeng benua, semuanya berperan dalam daur ulang bahan ini, begitu juga interaksi di antara organisme.

Cara-cara di mana suatu unsur atau senyawa seperti air bergerak di antara berbagai bentuk dan lokasi yang hidup dan tidak hidup disebut siklus bio geokimia. Nama ini mencerminkan pentingnya kimia, biologi serta geologi dalam membantu kita memahami siklus ini. Siklus bio geokimia meliputi siklus hidrosfer, siklus nitrogen, siklus karbon oksigen, siklus fosfor, dan siklus belerang.

Air mengandung hidrogen dan oksigen, sangat penting bagi organisme hidup. Hidrosfer sekumpulan tempat di mana air dapat ditemukan karena siklusnya di bumi sangat besar dan beragam. Air hadir sebagai cairan di permukaan Bumi dan di bawah tanah, sebagai es di lapisan es kutub dan gletser, dan sebagai uap air di atmosfer. Air membentuk lebih dari separuh tubuh kita, tetapi manusia tidak dapat hidup hanya dengan air. Sebaliknya, ada beberapa elemen kunci lainnya yang membuat tubuh kita tetap berjalan dan merupakan bagian dari siklus bio geokimia.

Karbon ditemukan di semua makromolekul organik dan juga merupakan komponen kunci bahan bakar fosil (Gambar 8.3). Nitrogen dibutuhkan untuk pembentukan protein DNA, dan RNA. Fosfor adalah komponen kunci dari DNA dan merupakan salah satu bahan utama bersama dengan nitrogen dalam pupuk buatan yang digunakan dalam pertanian. Sulfur adalah kunci struktur protein dan dilepaskan ke atmosfer oleh pembakaran bahan bakar fosil.

Siklus-siklus ini tidak terjadi secara terpisah, dan siklus air adalah pendorong yang sangat penting dari siklus bio geokimia lainnya. Misalnya, pergerakan air sangat penting untuk pencucian nitrogen dan fosfat ke sungai, danau, dan lautan. Lautan juga merupakan reservoir utama atau tangki penampung untuk karbon. Meskipun setiap unsur atau senyawa mengambil rutennya sendiri, semua nutrisi kimiawi utama ini bersiklus melalui biosfer, bergerak di antara dunia biotik (hidup) dan abiotik (tidak hidup) dan dari satu organisme hidup ke organisme hidup lainnya.



Gambar 3 Daur Nitrogen (Campbell, 2008)

Saat ini, aktivitas manusia memiliki dampak yang begitu besar pada ekosistem sehingga kita sekarang berbicara tentang garis waktu Antroposen. Ini adalah periode yang mendefinisikan dampak signifikan aktivitas manusia terhadap sistem atmosfer, biosfer, geologi, dan hidrologi Bumi. Periode waktu ini juga mempertimbangkan perubahan yang terjadi akibat peristiwa perubahan iklim, yang juga terutama disebabkan oleh aktivitas manusia. Kita bisa melihat semua perubahan ini di mana-mana. Ketika pohon-pohon ditebang di hutan Kalimantan dan Sumatera, ekosistem berubah karena spesies berjuang untuk bertahan hidup dan kelembaban lokal serta iklim keduanya berubah. Selain itu, membangun bendungan juga mengubah distribusi air dan mempengaruhi spesies yang hidup di sepanjang aliran sungai. Sebagai contoh penebangan hutan menyebabkan kelangkaan berbagai spesies seperti owa, dan burung enggang. Hilangnya salah satu populasi mempengaruhi semua ekosistem dalam jangka panjang.

Seperti semua makhluk hidup lainnya, manusia bergantung pada jasa ekosistem alami untuk bertahan hidup. Manusia membutuhkannya untuk mendapatkan makanan, air, dan untuk mengubah bahan mentah menjadi

produk sehari-hari. Jadi untuk menjaga kondisi kehidupan manusia, sangat penting untuk melestarikan ekosistem alami.

D. SUMBER DAYA ALAM

Sumber daya alam adalah sumber daya yang ditemukan di lingkungan dan dikembangkan tanpa campur tangan manusia. Contoh sumber daya alam termasuk udara, sinar matahari, air, tanah, batu, tanaman, hewan dan bahan bakar fosil.

Berdasarkan ketersediaannya, sumber daya alam dibedakan menjadi dua yaitu sumber daya yang dapat diperbarui dan tidak dapat diperbaharui (Soegianto, 2005). Sumber daya yang tersedia dalam jumlah tak terbatas dan dapat digunakan berulang kali disebut sumber daya yang dapat diperbarui. Contoh: Hutan, angin, air. Sedangkan sumber daya yang jumlahnya terbatas karena sifatnya yang tidak dapat diperbaharui dan ketersediaannya dapat habis di masa depan disebut sumber daya yang tidak dapat diperbaharui. Contohnya termasuk bahan bakar fosil, mineral. Lima sumber daya alam terpenting adalah:

1. Udara: Udara bersih penting bagi semua tumbuhan, hewan dan manusia untuk bertahan hidup di planet ini. Jadi, perlu dilakukan tindakan untuk mengurangi polusi udara.
2. Air: 70% dari Bumi tertutup air dan hanya 2% dari itu adalah air tawar. Inisiatif untuk mengatur penggunaan air harus diambil.
3. Tanah: Tanah terdiri dari berbagai partikel dan nutrisi. Tanah membantu tanaman tumbuh.
4. Besi: Ditemukan sebagai mineral silika dan digunakan untuk membangun senjata, transportasi dan bangunan yang kuat
5. Hutan: Hutan menyediakan udara bersih dan melestarikan ekologi dunia. Pohon-pohon ditebang untuk proyek perumahan dan konstruksi

E. PERMASALAHAN LINGKUNGAN

Semakin berkembangnya kehidupan manusia mewujudkan semakin modern tingkat kehidupan manusia, semakin besar kerusakan lingkungan hidup yang ditimbulkan. Disamping itu perkembangan kehidupan tersebut

juga menyebabkan makin menipisnya sumber daya alam yang ada di bumi ini.

Masalah lingkungan timbul karena aktivitas manusia yang menyebabkan lingkungan tidak atau kurang sesuai lagi untuk mendukung kehidupan manusia. Perubahan lingkungan karena campur tangan manusia contohnya penebangan hutan, pembangunan pemukiman, penerapan intensifikasi pertanian dan teknologi. Berikut berbagai permasalahan lingkungan hidup:

1. Kerusakan atmosfer yang berakibat pada perubahan iklim

Kerusakan atmosfer yang menyebabkan menurunnya fungsi kapasitasnya dalam mengatur kondisi iklim merupakan salah satu masalah penting dari lingkungan global. Fungsinya yang sangat vital sebagai pendukung kehidupan makhluk hidup di dunia ini menjadi terganggu akibat kerusakan tadi. Meskipun masih belum ada kesepakatan tentang seberapa besar dampak dari kerusakan atmosfer ini, semua negara sepakat untuk bersama-sama memikirkan dan menanggulangi hal tersebut. Kerusakan atmosfer terjadi karena meningkatnya konsentrasi karbon dioksida (CO₂), metan (CH₄), klorofluorokarbon (CFC) dan oksida nitrogen (N₂O). Kerusakan tersebut menyebabkan terganggunya keseimbangan suhu di bumi. Berdasarkan prediksi mengenai dampaknya terhadap kondisi lingkungan di bumi, kerusakan tersebut dapat menyebabkan naiknya permukaan air laut disamping perubahan kondisi cuaca setempat seperti temperatur dan pola pergantian musim kemarau dan hujan.

2. Kerusakan Lapisan Ozon

Kerusakan ozon disebabkan oleh Ozone Depleting Substances (ODS) yaitu bahan-bahan yang menyebabkan menipisnya lapisan ozon. Penggunaan bahan-bahan ODS tersebut terdiri dari CFC-11, CFC-12, CFC-13, CFC-15, halon, trichloroethane (TCE) dan karbon tetraklorida (CCl₄). Penggunaan ODS tersebar adalah industri refrigerator (lemari pendingin) dan air conditioning (AC). Pada kondisi yang membahayakan, penipisan lapisan ozon menyebabkan terjadinya lubang-lubang ozon di beberapa tempat, di atas sekitar kutub bumi. Sejak tahun 1987, ketebalan lapisan ozon ditempat-tempat terjadinya penipisan tadi tinggal setengahnya saja. Dari pengukuran yang dicatat oleh satelit NIMBUS-7 sejak tahun 1979,

terlihat bahwa daerah penipisan tersebut telah mencapai luasan sebesar luas Amerika Serikat. Bahkan pada saat terjadinya letusan gunung Pinatubo, luasan daerah penipisan itu menjadi tiga kali lipat. Dengan adanya penipisan dan di beberapa tempat lubang-lubang, fungsi lapisan ozon sebagai penahan radiasi ultra Violet (UV) langsung dari sinar matahari menjadi berkurang. Radiasi UV sinar matahari dapat langsung menerobos melalui lubang tersebut. Dampak kerusakan ozon yang akan banyak dialami oleh Indonesia seperti rusaknya terumbu karang yang terbentang luas di perairan Indonesia.

3. Kerusakan dan Menipisnya Sumber Daya Hutan

Hutan mempunyai fungsi majemuk dalam menjaga keberlanjutan proses alami sekaligus juga menjadi pendukung kehidupan di bumi. Hutan juga merupakan sumber dari bahan kayu dan berbagai jenis kehidupan yang menyediakan makanan, obat, bahan bakar serta bahan untuk industri. Hutan merupakan sumber dari keanekaragaman genetik yang dapat membantu memperbaiki jenis tumbuhan dan ternak serta mendukung kegiatan penelitian di berbagai bidang. Hutan juga melindungi daerah aliran sungai (DAS) dari kerusakan seperti erosi dan banjir. Kondisi iklim, baik lokal maupun global juga dipengaruhi oleh keberadaan hutan.

Disamping itu, hutan juga menyerap CO yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor dan industri. Kerusakan hutan tropis akibat eksploitasi yang berlebihan tanpa diimbangi proses reklamasi yang baik telah mencapai tingkat yang mengkhawatirkan. Di bumi ini luas hutan tropis berkisar antara 1,79 milyar hektar. Data tahun 80-an menunjukkan bahwa tiap tahunnya luas hutan tropis berkurang 15,4 juta ha. Di negara berkembang saja diperkirakan pada tahun 2010 dibutuhkan sekitar 100 juta ha hutan untuk memenuhi kebutuhan mereka. Dari segi keuangan, berkurangnya area hutan di Indonesia saja mencapai US \$ 3 milyar tiap tahunnya. Akibatnya, selain rusak akibat kurangnya pemeliharaan kembali, adalah terus berkurangnya luas area hutan. Hal ini akan menimbulkan dampak negatif seperti banjir, tanah longsor dan erosi. Kerusakan hutan ini berkontribusi pula pada perubahan iklim global disamping menurunnya kemampuan menyerap CO₂ di atmosfer. Diperkirakan tambahan karbon tiap tahunnya adalah 1,6 gigaton. Dengan berkurangnya area hutan,

ditambah tidak efektifnya kegiatan reklamasi, maka keanekaragaman hayati yang di hutan menjadi semakin berkurang. Sumber daya yang diharapkan berasal dari hutan pun menjadi semakin berkurang. Diperkirakan bahwa 80 % dari spesies terestrial yang ada di bumi ini dan di hutan, terutama hutan tropis. Dapat dibayangkan ancaman akan berkurangnya spesies tersebut mengingat cepatnya penyusutan area hutan tropis.

4. Menipisnya keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman dari jenis spesies dan ekosistem yang ada di darat, laut maupun ekosistem perairan lain. Dapat dikatakan bahwa keanekaragaman hayati menyangkut keanekaragaman organisme yang ada di bumi ini baik dalam tingkatan jenis spesies maupun ekosistem. Keanekaragaman hayati merupakan pendukung utama dan sistem kehidupan manusia. Manusia tergantung kepadanya untuk makanan, obat-obatan, energi dan bahan bakar. Kira-kira 3000 spesies secara reguler dimanfaatkan untuk produksi pangan. Pengobatan tradisional bahkan lebih banyak lagi pemanfaatannya. Antara 25.000 sampai dengan 50.000 spesies digunakan untuk kegiatan pembuatan obat tradisional tersebut. Di Amerika Serikat, 80 % dari 129 jenis obat yang terkenal yang memanfaatkan keanekaragaman hayati sebagai bahan ramuannya. Para petani memanfaatkan tumbuh-tumbuhan liar menjadi tanaman pertanian yang berguna bagi produksi pangan. Demikian juga beberapa jenis binatang liar dijadikan ternak domestik untuk sumber bahan makanan dan sumber tenaga bagi kegiatan pertanian. Selain dipergunakan untuk keperluan produksi pangan dan obat-obatan, keanekaragaman hayati juga sangat menarik untuk dimanfaatkan bagi kegiatan yang bersifat non konsumtif seperti pengembangan ilmu pengetahuan, pendidikan dan kepariwisataan. Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya pelestarian keanekaragaman hayati sehingga dapat dinikmati oleh generasi-generasi yang akan datang. Kelestariannya juga akan menjamin dukungan terhadap upaya produksi pangan, obat-obatan dan berbagai jenis energi. Berbagai proses kegiatan manusia menyebabkan menipisnya keanekaragaman yang ada. Ekosistem alami diubah menjadi lingkungan binaan seperti daerah

hunian, pertanian dan industri. Eksploitasi yang berlebihan juga mengurangi kualitas keanekaragaman. Demikian juga proses digantikannya keanekaragaman monokultur seperti dalam pengembangan bidang pertanian dapat mengurangi keanekaragaman tersebut. Karena antar spesies terjalin hubungan yang bersifat sinergis, maka hilangnya spesies tertentu akan berpengaruh terhadap kestabilan hubungan yang ada. Sistem hubungan yang telah terjalin menjadi kacau sehingga keberlanjutannya terancam. Pada akhirnya hal tersebut akan berpengaruh negatif terhadap keberlanjutan dari spesies yang ada.

Ditingkat global, Indonesia dianggap sebagai salah satu dari pusat mega bio diversitas di dunia dengan 47 jenis ekosistem. Kira-kira 17 % dari seluruh spesies yang ada di dunia berada di Indonesia. Indonesia juga merupakan pusat dari keanekaragaman jenis dari berbagai produk makanan penting disamping berbagai jenis komoditas ekonomi lain seperti bambu, rotan, anggrek, rempah-rempah dan buah-buahan. Disamping itu masih banyak spesies yang belum diketahui kegunaannya sehingga potensinya belum tergarap.

5. Pencemaran dan Menipisnya Sumber Daya Kelautan

Potensi kelautan sebagai salah satu pendukung kehidupan diketahui sangat besar. Dengan luasan lebih dari 70 % permukaan bumi, laut menjadi komponen utama dari sistem global pendukung kehidupan. Dinamika dari kelautan itu sendiri menyebabkan pergerakan sumber daya kelautan dari satu tempat ke tempat yang lain. Sebaliknya pergerakan itu pun menyebabkan hal yang merugikan berupa tersebarnya pencemaran dari satu wilayah kelautan ke wilayah lain. Dengan demikian permasalahan tidak terbatas pada wilayah tertentu tetapi sudah merupakan masalah antar wilayah atau global.

Eksploitasi sumber daya kelautan yang di beberapa tempat sudah berlebihan, tidak hanya menyebabkan menipisnya sumber daya kelautan di tempat tersebut, tetapi juga di tempat lain. Karena dinamika kelautan membawa sumber daya dari satu tempat ke tempat lain, maka eksploitasi yang kurang bijaksana di suatu tempat akan berpengaruh buruk di tempat lain yang mengandalkan pada sumber daya laut yang sama yang bergerak mengikuti dinamika laut tadi. Selain itu kerusakan sumber kehidupan

kelautan seperti terumbu karang dan hutan bakau yang merupakan tempat berkembang biaknya biota laut tidak hanya berpengaruh di sekitar tempat tersebut. Dampaknya dapat terasa jauh melewati batas-batas negara, yang banyak tergantung dari sumber daya laut berasal dari pusat perkebangbiakan biota laut tadi. Tidak terkecuali dengan isu pencemaran laut. Pencemaran laut yang dihasilkan oleh suatu kegiatan di daerah pesisir tertentu akan berpengaruh jauh di daerah pesisir yang lain. Laut mediterania merupakan contoh tempat buangan limbah yang berasal dari negara-negara di Afrika dan Eropa yang melingkari laut tersebut. Limbah tersebut bergerak dari satu negara yang lain mengikuti dinamika kelautan. Dalam skala nasional Jawa yang dikelilingi oleh Pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa, Madura, Bali dan Sulawesi merupakan tempat pembuangan limbah dari berbagai kegiatan di daerah pesisir pulau-pulau tersebut. Pencemaran tersebut meracuni dan merusak sumber daya laut yang ada sehingga mengurangi sistem pendukung kehidupan manusia.

Sebagai negara maritim, hal-hal yang terjadi di laut Indonesia juga berpengaruh terhadap kelestarian laut secara global. Kerusakan sumber daya laut yang ada di Indonesia akan berpengaruh jauh di luar batas negara. Untuk mencegah timbulnya berbagai hal negatif maka Indonesia telah merencanakan program proteksi dan pengelolaan daerah pesisir dan kelautan. Hal ini dilakukan dengan cara ikut serta dalam berbagai persetujuan internasional tentang proteksi kelautan.

F. RANGKUMAN MATERI

Ekosistem didefinisikan sebagai suatu pemenuhan diri sendiri (self-contained) secara bagian atau secara lengkap dari masa organisme, sebagai suatu bentuk keberadaan organisme dalam suatu area dengan lingkungan fisiknya dan semua interaksi energetik serta siklus materi yang mengaitkan organisme-organisme satu dengan lainnya dan dengan lingkungannya. Di dalam ekosistem terdapat dua aspek penting yaitu aliran energi dan daur materi.

Aliran energi merupakan rangkaian urutan pemindahan bentuk energi satu ke bentuk energi yang lain dimulai dari sinar matahari lalu ke produsen, konsumen primer, konsumen tingkat tinggi, sampai ke saproba di dalam tanah. Pada ekosistem, aliran energi terjadi pada peristiwa rantai

makanan, jaring-jaring makanan, dan piramida ekologi. Daur materi adalah rantai makanan yang disambung oleh mikrobia yang menguraikan organisme yang sudah mati menjadi mineral yg menjadi bagian dari penyusun tumbuhan. Daur Bio geokimia adalah sebagai siklus materi yang mengembalikan semua unsur-unsur kimia yang sudah terpakai oleh semua yang ada di bumi baik komponen biotik maupun komponen abiotik, sehingga kelangsungan hidup di bumi dapat terjaga. Siklus bio geokimia meliputi siklus hidrosfer, siklus nitrogen, siklus karbon oksigen, siklus fosfor, dan siklus belerang.

Sumber Daya Alam merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari ekosistem yaitu lingkungan tempat berlangsungnya hubungan timbal balik makhluk hidup dan faktor-faktor alam. Sumber daya alam adalah sumber daya yang ditemukan di lingkungan dan dikembangkan tanpa campur tangan manusia. Contoh sumber daya alam termasuk udara, sinar matahari, air, tanah, batu, tanaman, hewan dan bahan bakar fosil. Berdasarkan ketersediaannya, sumber daya alam dibedakan menjadi dua yaitu sumber daya yang dapat diperbarui dan tidak dapat diperbaharui. Dinamika perkembangan kehidupan manusia mewujudkan semakin modern tingkat kehidupan manusia, semakin besar kerusakan lingkungan hidup yang ditimbulkan. Disamping itu perkembangan kehidupan tersebut juga menyebabkan makin menipisnya sumber daya alam yang ada di bumi ini sebagai dampak dari semakin meningkatnya kebutuhan manusia.

TUGAS DAN EVALUASI

1. Jelaskan komponen-komponen dalam ekosistem
2. Uraikan tentang aliran energi dan daur materi
3. Jelaskan tentang daur bio geokimia dan manfaatnya
4. Jelaskan tentang sumber daya alam dan manfaatnya bagi manusia
5. Jelaskan pengaruh sumber daya alam terhadap lingkungan dihubungkan dengan eksploitasi sumber daya alam

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N. A. & J. B. Reece. (2008). *Biologi, Edisi Kedelapan Jilid 3*. Terjemahan: Damaring Tyas Wulandari. Jakarta: Erlangga.
- Djamal, Zoer'aini. 2014. *Prinsip-Prinsip Ekologi:Ekosistem, Lingkungan dan Pelaksanannya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Diterjemahkan dari Fundamental of Ecology oleh T. Samingan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pomolinga, N. dkk. 2003. Pengetahuan Lingkungan. Makassar: Konsorsium Perguruan Tinggi Kawasan Timur Indonesia.
- Putman R, Wratten, S. 1984. *Principles of Ecology*. University of California Press.
- Putrawan, I Made. 2014. *Konsep-konsep Dasar Ekologi dalam Berbagai Aktivitas Lingkungan*. Bandung: Alfabeta.
- Soegianto, Agus. 2005. *Ilmu Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.



SUMBERDAYA ALAM & LINGKUNGAN HIDUP

Rollis Juliansyah, S.E., M.Si¹ & Asyraf Furqan²

Univeristas Teuku Umar¹ & Universitas Syiah Kuala. Mahasiswa Prodi Kehutanan²

A. PENDAHULUAN

Sumberdaya alam dan lingkungan hidup merupakan suatu kesatuan yang tak bisa dipisahkan di dunia ini. Ketersediaan SDA (sumberdaya alam) merupakan hasil alam yang dianugerahi oleh Tuhan Yang Maha Esa, hal ini disebut dengan SDA Alami yang sudah disediakan didukung oleh lingkungan hidup berupa potensi yang bermacam-macam. SDA ini terdapat dalam sebuah kesatuan lingkungan hidup yang terstruktur disebut dengan ekosistem. Mengacu pada UU/32/2009 dimana SDA merupakan unsur yang terdapat pada lingkungan hidup, yang terdiri dari SDA hayati (alami) dan Non hayati (non alami/buatan). Jika dilihat pada ketersediaan SDA ini tentu cukup beragam dalam lingkungan hidup, sehingga membentuk suatu ekosistem, yakni berupa kesatuan yang saling mempengaruhi produktivitas dan kualitas lingkungan hidup itu sendiri.

Pesatnya perkembangan pembangunan baik skala mikro hingga makro (global) kerap ditengarai menjadi faktor utama dalam determinasi penentu kualitas lingkungan hidup. Hal ini terjadi akibat eksploitasi

terhadap SDA dan kegiatan produksi untuk proses pembangunan guna ketercapaian pembangunan. *Social welfare* menjadi target dan keberlanjutan pembangunan tentu menjadi cita-cita di setiap negara.

Sumberdaya alam merupakan hasil alam yang bersifat alamiah dan tak dapat diperbaharui (unrewable). Sumber daya alam sendiri merupakan hasil alam yang merupakan dijadikan sumberdaya produksi bagi banyak sektor yang bersifat bahan baku (primer). Sumberdaya alam ini sendiri memiliki keterkaitan yang erat dengan lingkungan hidup, bilamana ketersediaannya sumberdaya alam ini sendiri merupakan dalam lingkungan hidup itu sendiri. Terkadang sulit membedakan dan memisahkan antara sumberdaya alam dan lingkungan hidup itu sendiri. Fenomena eksploitasi berlebihan terhadap sumberdaya alam sebagai bentuk pola konsumsi dan permintaan berlebih terhadap sumberdaya alam mengakibatkan degradasi lingkungan dan keseimbangan alam itu sendiri menjadi terganggu, ditambah lagi dengan kegagalan pasar melalui gagalnya kebijakan dalam mengelola sumberdaya alam yang berdampak bagi lingkungan hidup. Degradasi lingkungan bukan hanya akan berdampak pada perubahan kualitas lingkungan itu sendiri, namun juga akan memberikan umpan balik yang negatif terhadap pembangunan ekonomi secara makro

Pembangunan berkelanjutan adalah penyesuaian pembangunan dengan perlindungan lingkungan, dan sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara pembangunan sosial-ekonomi dan perlindungan lingkungan pada saat yang sama (Kulińska & Gruszka, 2019) ; (Mäler, 2013). Sumber daya alam dan lingkungan mengacu pada dunia alami, yang unsur-unsurnya dianggap sebagai sumber kekayaan materi, energi, dan produk berguna lainnya. Istilah ini dapat merujuk secara khusus pada studi sumber daya alam dalam ekonomi, tetapi juga mencakup dampak lingkungannya. Sumber daya alam dan lingkungan berfokus pada isu-isu yang berkaitan dengan pengelolaan sumber daya terbarukan, tidak terbarukan, dan berbahaya. Berfokus secara khusus pada isu-isu lingkungan, mata kuliah ini mencakup konsep-konsep ilmu sumber daya alam dan pengelolaan ekosistem, konservasi keanekaragaman hayati dan pembangunan berkelanjutan.

Sumber daya alam dan lingkungan adalah studi tentang sumber, distribusi, dan konsumsi sumber daya alam. Sumber daya alam dapat dibagi menjadi sumber daya yang dapat diperbarui dan tidak dapat diperbarui. Sumber daya yang dapat diperbarui secara alamiah dapat diperbaharui dan tingkat pengisiannya biasanya konstan setidaknya selama beberapa jangka waktu, sedangkan sumber daya yang tidak dapat diperbarui tidak dapat diperbaharui baik secara alamiah maupun buatan. Sumber Daya Alam dan Lingkungan terjadi di seluruh dunia. Konservasi dan pelestarian satwa liar, pencegahan polusi, operasi pencarian dan penyelamatan, masalah kesehatan lingkungan, dan mitigasi perubahan iklim, semuanya merupakan bagian dari sumber daya alam. Pengelolaan sumber daya alam bisa menjadi tantangan, karena setiap hari jutaan keputusan harus dibuat tentang berapa banyak tanah yang harus dibeli, berapa banyak air yang harus diairi, dan berapa banyak yang harus dikeluarkan untuk jaring pengaman bagi orang-orang yang berpotensi dirugikan oleh perencanaan yang buruk.

B. TUJUAN DAN RUANG LINGKUP SDA & LINGKUNGAN HIDUP

Ke pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan memfasilitasi landasan yang kuat dalam praktik pembangunan berkelanjutan dan penggunaan metode ilmiah yang diterapkan pada masalah lingkungan dunia nyata. Keilmuan dan studi yang membahas lingkungan hidup akan mengajarkan Anda cakupan penuh dari isu-isu seputar sumber daya alam dan pengelolaan lingkungan. Anda akan belajar bagaimana menganalisis masalah dan mengusulkan solusi, bagaimana mengkomunikasikan temuan Anda, dan bagaimana mengelola masalah di berbagai bidang.

Sumber daya alam dan lingkungan. Mata kuliah ini memberikan pemahaman kepada mahasiswa/pembaca tentang sumber daya alam dan bagaimana mengintegrasikan keanekaragaman hayati ke dalam pengelolaan sumber daya tersebut dalam organisasi. Mahasiswa belajar tentang asal-usul, tujuan, dan klasifikasi ekosistem alam. Mereka kemudian mempelajari ekonomi sumber daya alam. Akhirnya, mereka akan belajar bagaimana manusia menggunakan sumber daya untuk menopang kehidupan, masyarakat, dan ekonomi kita. Mata kuliah ini

memberikan pengantar untuk pemantauan dan analisis lingkungan serta strategi yang efektif untuk pengembangan kebijakan lingkungan.

Tujuan ke pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan diarahkan juga untuk memberikan pemahaman kepada mahasiswa/pembaca tentang peran mereka dalam melindungi dan mengelola sumber daya alam, termasuk dampak positif dan negatifnya. Pun, mempersiapkan dan membentuk pemahaman dasar untuk menjadi pemecah masalah yang mampu memperoleh keterampilan yang dibutuhkan untuk melestarikan lingkungan, serta implikasi maupun eksternalitas terhadap ekonomi dan politik yang kompleks yang timbul dari pengelolaan sumber daya alam, terutama dampaknya terhadap masyarakat.

Sumber daya alam, lingkungan alam dan pengelolaan lingkungan: blok bangunan pembangunan berkelanjutan. Pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan adalah proses, di mana sumber daya alam suatu wilayah tertentu dilestarikan dan dikelola untuk menjamin ketersediaannya bagi kebutuhan ekonomi dan sosial. Tujuannya termasuk konservasi keanekaragaman spesies, menggunakan sumber daya hidup secara berkelanjutan untuk kebutuhan manusia, melestarikan sumber daya air, pangan, mempertahankan ruang terbuka dan ekosistem, memulihkan habitat yang terdegradasi dan mencegah polusi dari sumber buatan manusia.

Sumber daya alam adalah bahan mentah yang perlu dijaga saat melakukan segala jenis bisnis atau menanganinya. Begitu banyak sumber daya yang sangat diminati dan yang perlu dikelola dengan hati-hati. Ketika menangani Sumber Daya Alam, baik itu bahan mentah atau produk jadi buatan manusia, penting untuk memperhatikan detail dan menerapkan kebijakan yang masuk akal sesuai dengan jenis bisnis. Sumber daya alam adalah aset yang harus dipelihara dan dilestarikan. Sebagai perusahaan yang menangani Sumber Daya Alam, penting untuk mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan ketika berhadapan dengan aset-aset ini. Seiring berjalannya waktu, Sumber Daya Alam menjadi semakin langka. Diperlukan perhatian khusus untuk menangani Sumber Daya Alam, baik itu bahan mentah maupun produk jadi buatan manusia.

C. PEMBANGUNAN DAN SUMBERDAYA LINGKUNGAN

Kebijakan yang masuk akal diterapkan agar bersifat ekonomis dan produktif. Tanah tempat bisnis berada harus diperiksa secara menyeluruh sebelum pekerjaan dimulai. Sebagian besar sumber daya alam dijual di pasar terbuka, tetapi hambatan yang signifikan telah menghambat pertumbuhan kebijakan transnasional global yang kuat. Keberlanjutan sumber daya alam dunia merupakan hal yang paling penting bagi bisnis apa pun yang berniat menggunakannya atau mengekstraknya dalam proses pembuatan atau pendistribusian produk. Keberlanjutan lingkungan merupakan prioritas secara global, karena para pemimpin bisnis menyadari pentingnya melindungi planet ini. Hal ini harus dimiliki oleh bisnis yang mengandalkan sumber daya alam. Perlindungan lingkungan merupakan prioritas secara global, karena para pemimpin bisnis menyadari pentingnya melindungi ekosistemnya. Hal ini harus dimiliki oleh bisnis yang mengandalkan sumber daya alam. Bisnis yang bertanggung jawab berinvestasi dalam prakarsa ramah lingkungan. Mereka tidak hanya melestarikan sumber daya lingkungan, tetapi mereka juga membangun komunitas yang peduli akan dampaknya terhadap lingkungan.

Pembangunan lestari atau pembangunan hijau merupakan pembangunan yang tak meninggalkan dan mengabaikan keberlanjutan dan status kualitas lingkungan hidup dalam proses pembangunan. United Nations atau dikenal dengan Perserikatan Bangsa-Bangsa melakukan klasifikasi ke dalam 4 pilar pembangunan yang berkelanjutan; 1. Pilar Pembangunan Sosial, 2. Ekonomi, Lingkungan, 3. Hukum dan Kelembagaan dan 4. Lingkungan Hidup. Seperti halnya metadata yang diklasifikasikan oleh Bappenas (2020) pada pilar pembangunan lingkungan hidup, yang mengacu pada 17 sektor yang disepakati dunia seperti pada SDG's (*Sustainable Development Goal's*) di atas, pilar pada pembangunan lingkungan hidup tersebut terdiri dari:

- Air bersih dan sanitasi yang layak
- Kota dan pemukiman berkelanjutan
- Konsumsi yang bertanggung jawab
- Perubahan iklim
- Ekosistem laut
- Ekosistem darat

Di era modern, keberlanjutan telah menjadi nilai inti pada pembangunan. Saat ini, tidak hanya penting untuk mengurangi biaya operasional, tetapi juga untuk merencanakan masa depan yang berkelanjutan untuk bisnis dan dunia. Bisnis saat ini tidak bisa lagi mengabaikan keberlanjutan. Mereka harus mengembangkan masa depan berkelanjutan yang membantu planet ini sekaligus meningkatkan keuntungan. Keberlanjutan adalah nilai inti di antara bisnis. Tidak hanya penting untuk merencanakan masa depan yang berkelanjutan bagi bisnis, tetapi juga untuk merencanakan masa depan yang berkelanjutan bagi dunia. Semua bisnis memiliki tanggung jawab untuk memastikan bahwa sumber daya planet ini tidak habis karena penggunaan yang berkelanjutan. Produk yang berkelanjutan adalah produk yang memiliki limbah minimal dan penggunaan yang optimal. Keberlanjutan sumber daya lingkungan merupakan salah satu faktor terpenting yang harus dipertimbangkan oleh setiap perusahaan agar tetap kompetitif. Faktor terpenting bagi semua perusahaan yang perlu dipertimbangkan jika ingin tetap kompetitif adalah keberlanjutan sumber daya lingkungan. Keberlanjutan penting bagi semua perusahaan, karena dapat membantu mereka tetap kompetitif. Tantangan nyata bagi perusahaan, dan dampaknya terhadap lingkungan, adalah keberlanjutan.

Mulai dari konservasi air, produk yang dapat terurai secara hayati, hingga program daur ulang, keberlanjutan adalah masa depan. Kita hidup di masa di mana tantangan terbesar bagi perusahaan bukan untuk menjamin keuntungan, tetapi untuk menciptakan strategi berkelanjutan mereka sendiri dan bertanggung jawab secara sosial. Tujuan perusahaan adalah untuk mendukung pelanggan mereka sehingga mereka bisa berkelanjutan; meningkatkan keuntungan dan meningkatkan citra mereka.

Pembangunan berkelanjutan adalah penyesuaian pembangunan dengan perlindungan lingkungan, dan sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara pembangunan sosial-ekonomi dan perlindungan lingkungan pada saat yang sama (Juliansyah, 2022). Agar tetap menguntungkan, bisnis harus beroperasi secara etis dan bertanggung jawab. Setiap bisnis harus mematuhi standar tertentu agar tetap menguntungkan, jujur, dan berkelanjutan. Industri bisnis sangat kompetitif dan melakukan bisnis secara etis sangat penting. Itulah mengapa penting

untuk bermitra dengan perusahaan asuransi yang dapat Anda percaya untuk melindungi Anda dan bisnis Anda. Lakukan hal yang benar. Agar berhasil dalam bisnis, penting bagi Anda untuk mematuhi praktik-praktik etis. Perusahaan harus menyadari bahwa keuntungan mereka sebagian berasal dari penggunaan sumber daya alam yang berharga dan sering kali terbatas. Komunitas global telah menyadari potensi konsekuensi dari praktik bisnis yang tidak berkelanjutan.

Perusahaan harus mempertimbangkan praktik bisnis yang berkelanjutan agar tetap kompetitif di dunia yang terus berubah saat ini. Keberlanjutan lingkungan kita adalah topik hangat yang harus dipertimbangkan oleh setiap negara, itulah sebabnya mengapa bisnis bertanggung jawab atas semua polusi yang mereka timbulkan. Saat ini, keberlanjutan sumber daya lingkungan merupakan isu hangat yang harus dipertimbangkan oleh setiap perusahaan. Keberlanjutan adalah komponen penting dari rencana bisnis kami. Hal ini bermanfaat bagi lingkungan dan komunitas kita secara keseluruhan. Baik untuk lini produk baru atau untuk pengembangan teknologi inovatif, penting bagi perusahaan untuk memprioritaskan pembangunan berkelanjutan agar dapat memenuhi kebutuhan warga negara dan mempertahankan posisi mereka di pasar. Dengan menjadi lebih sadar tentang bagaimana bisnis akan memengaruhi lingkungan, kita bisa lebih efisien dan memberikan dampak positif pada planet ini. Penggunaan sumber daya alam merupakan bagian integral dari bisnis apa pun yang berencana untuk menggunakannya atau mengekstraknya dalam proses pembuatan atau pendistribusian produk.

Sumber daya alam merupakan faktor utama yang berkontribusi pada bagaimana produk dapat dibuat dan didistribusikan. Sumber daya alam bisa menjadi aset atau lialibilitas yang berharga bagi bisnis apa pun. Sumber daya alam, seperti air dan minyak, sangat penting bagi perekonomian kita. Mereka juga merupakan bencana alam yang menunggu untuk terjadi.

Mengelola sumber daya alam bagi perusahaan bisa menjadi tantangan nyata. Jika perusahaan tidak mengelola aset-aset ini dengan baik, ada dua hal yang bisa terjadi: keuntungan bisa hilang dan kerusakan lingkungan bisa terjadi. Sumber daya alam adalah sumber daya yang terbatas dan tidak terbarukan. Sumber daya alam adalah sumber daya hidup bumi yang

dapat diperbarui dalam bentuk materi organik dan tidak hanya mencakup sumber daya "tradisional" seperti batu bara, bijih logam dan hasil hutan, tetapi juga spesies hidup (seperti ikan dan pohon) atau produk yang dapat diekstraksi dari organisme hidup (seperti gas alam atau minyak).

Sumber daya alam adalah sumber yang tidak dapat diperbarui dan terbatas di bumi. Sumber daya yang dapat diperbarui dapat diisi ulang oleh proses alami. Sumber daya terbatas tidak dapat digunakan lagi setelah habis atau dikonsumsi. Ada beberapa manfaat dari sumber daya alam, seperti memiliki produk yang terbuat dari logam dan batu permata yang berharga. Hal positifnya bisa lebih besar daripada hal negatifnya. Sumber daya alam tidak dapat diperbarui dan terbatas, penting bagi kita untuk melestarikan sumber daya kita untuk generasi mendatang. Sumber daya alam terbatas dan menipis. Sumber daya alam dieksploitasi untuk bahan bakar produksi barang seperti logam, batu permata, dan makanan tertentu. Sumber daya alam sangat penting untuk tujuan industri, pertanian, dan komersial. Sumber daya alam memainkan peran penting dalam mempertahankan kehidupan di planet ini dan memengaruhi kehidupan kita sehari-hari. Meskipun jumlah sumber daya alam yang terbukti terbatas, namun setiap tahun, biaya produk ini terus meningkat.

Di antara tantangan terbesar di zaman kita adalah semakin langka nya sumber daya alam. Dengan meningkatnya permintaan, kita harus berinovasi solusi untuk melestarikannya bagi generasi mendatang. Populasi dunia semakin bertambah dan sumber daya alam kita semakin berkurang (Juliansyah, 2022). Kita harus mengumpulkan para pemikir paling cemerlang untuk mengatasi masalah global ini dan melestarikan sumber daya kita untuk generasi mendatang. Untuk memastikan bahwa meningkatnya permintaan tidak mengarah pada masa depan tanpa sumber daya, organisasi harus bekerja secara kreatif untuk mempertahankannya. Pendekatan kami membantu perusahaan membangun sistem yang melindungi dari dampak lingkungan yang berbahaya seperti perubahan iklim dan hilangnya habitat. Pemanasan global, hilangnya keanekaragaman hayati, dan menipisnya sumber daya alam adalah beberapa masalah paling mendesak yang mempengaruhi dunia saat ini.

Seperti tercermin dalam namanya, "sumber daya alam" tidak memerlukan campur tangan manusia untuk dieksploitasi. Meskipun beberapa sumber daya alam mungkin dapat diperbarui dan oleh karena itu mampu diisi ulang, namun sebagian besar tidak. Pasokan sumber daya alam terbarukan di dunia diperkirakan cukup untuk menopang populasi global pada tingkat konsumsi saat ini selama antara 50 dan 100 tahun. Namun demikian, kekhawatiran utama sehubungan dengan ketersediaan sumber daya alam berkaitan dengan sifatnya yang tidak terbarukan, jumlahnya yang terbatas, dan fakta bahwa sumber daya alam tersebut tidak terdistribusi secara merata di seluruh bumi. Contohnya termasuk bahan bakar fosil seperti minyak, gas alam dan batu bara; sumber daya air seperti gletser, danau dan sungai; logam seperti tembaga, emas dan besi; mineral non-logam seperti batu kapur dan garam; area tanah yang dipenuhi dengan uranium atau magnesium; bahan tanaman seperti kayu atau tanaman yang biji atau buahnya (misalnya karet) dapat digunakan untuk makanan atau obat-obatan; sumber daya hewan seperti ikan (termasuk udang), ikan paus dan tiram; materi genetik; molekul DNA dll.

Sumber daya alam adalah bahan alami dan kekuatan vital di dalam lingkungan Bumi. Sumber daya alam dapat ditemukan di dalam biosfer, litosfer, dan di dalam hidrosfer di lautan dan danau. Dengan cara ini, sumber daya alam sangat berbeda dari aset buatan manusia yang disimulasikan, ditingkatkan atau hanya terjadi "di atas kertas".

D. DESENTRALISASI DALAM PEMBANGUNAN LINGKUNGAN LESTARI

Desentralisasi itu sendiri dapat diartikan secara umum adalah pemberian wewenang atau pendelegasian pelaksanaan kegiatan pemerintah kepada pemerintah daerah, hal ini bertujuan agar terlaksananya kebijakan otonomi daerah sebagai salah satu instrumen pembangunan daerah. Dalam Undang-Undang Pemerintah daerah disebutkan adanya Dana Perimbangan sebagai pendanaan untuk daerah dalam melaksanakan kegiatannya. Adapun Dana perimbangan ini berupa:

- Dana Alokasi Khusus: diprioritaskan untuk sektor infrastruktur fisik dan nonfisik
- Dana Bagi hasil: bersumber dari Pajak barang tambang dan mineral dan untuk perbaikan lingkungan
- Dana Alokasi Umum: diperuntukkan guna belanja rutin pemerintah

Sehingga secara otonomi pemerintah daerah mengelola secara mandiri lingkungan hidup wilayahnya masing-masing. Jika kita merujuk pada urusan pemerintah, selain melaksanakan dan menyusun APBD (Anggaran Pendapatan Belanja Pemerintah Daerah) ada Urusan pilihan dan wajib.



Adapun urusan pilihan tersebut memuat sektor lingkungan hidup yang juga pariwisata. Selanjutnya dalam UU no 32 tahun 2014 tentang pemerintah daerah, yang menyebutkan bahwa pentingnya pelaksanaan desentralisasi guna ketercapaian pembangunan sosial, ekonomi dan kelembagaan hingga hasil akhir tercapainya *social welfare* atau ketercapaian hidup bernegara.

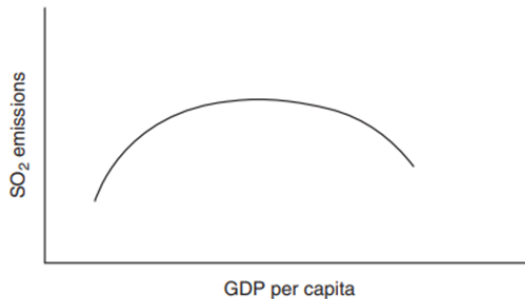
Peranan desentralisasi untuk pembangunan wilayah ini sangat penting sebagai penggerak dalam daya saing keberlanjutan lingkungan baik dari sumberdaya alamnya seperti hutan, minyak dan gas, mineral dan barang tambang lainnya, serta pertanian yang melimpah sebagai sektor-sektor strategis yang penting untuk dilihat dimensi keberlanjutan dan tata kelolanya yang inklusif, maupun secara kualitas lingkungan hidup yang merupakan hak azasi manusia.

Pembangunan daerah berbasis lingkungan hidup yang baik, merupakan proses pembangunan yang dilakukan dengan tidak mengabaikan aspek kualitas lingkungan dan keberlanjutannya serta dampak yang ditimbulkan seperti kebencanaan. Lingkungan yang berkelanjutan merupakan bagian tata kelola SDALH (Sumberdaya Alam dan Lingkungan Hidup) sebagai unsur hayati yang memiliki batasan jumlah dan jangka waktu. Menurut laporan KKPOD (Komite Pemantauan dan Pelaksanaan Otonomi Daerah) melalui DSBD (Daya Saing Berkelanjutan Daerah) pembangunan daerah berkelanjutan dapat dipengaruhi oleh banyak dimensi yang saling berkaitan;

- Dimensi Lingkungan hidup yang lestari
- Dimensi Kondisi Ekonomi
- Dimensi Sosial
- Dimensi Kelembagaan dan Tatakelola

E. POTENSI DAN TANTANGAN LINGKUNGAN HIDUP DI INDONESIA

Sejak tahun 1990an para ekonomi dan para peneliti maupun kajian lingkungan hubungan secara empiris yang menganalisis Pertumbuhan ekonomi yang memiliki keterkaitan dengan Degradasi lingkungan maupun kualitas lingkungan hidup.



Sumber: Mäler (2013)

Hasil menggunakan Kurva Kuznet menunjukkan dari banyak kajian berupa awal mula ketika proses pertumbuhan tingkat pendapatan rendah, daya tampung maupun lingkungan hidup masih sanggup meredupsi eksternalitas dari kegiatan proses industrialisasi maupun proses lainnya, Ketika negara atau suatu wilayah tersebut memulai proses pertumbuhan yang memadai kerusakan lingkungan akan meningkat, hal ini seiring dengan naiknya pendapatan perkapita. Namun dalam hal ini permintaan atau kebutuhan akan lingkungan lebih baik, udara yang bersih, air yang tidak tercemar mercury, regulasi lingkungan hidup sangat diharapkan. Meskipun banyak asumsi dari teori-teori pembangunan dan lingkungan hidup melihat hal ini justru akan membaik, dimana adanya perbaikan akan kualitas lingkungan yang lebih baik. Meskipun demikian hilangnya kualitas lingkungan hidup yang baik digantikan dengan peningkatan pendapatan per kapita dan PDB perkapita secara agregad yang tinggi bukanlah peraturan yang berimbang.

Indonesia sendiri jika ditinjau dari permasalahan lingkungan hidup tak kalah penting untuk diamati dan tak kunjung habisnya untuk didiskusikan. Permasalahan lingkungan ini sendiri merupakan permasalahan yang bersifat multidimensi, sehingga banyak pihak yang berkontribusi dalam terjadinya pengrusakan lingkungan hidup. Meski demikian pentingnya kerjasama dari berbagai pihak dalam melakukan perbaikan dan pencegahan dalam pengurangan sejumlah kerusakan lingkungan.

Sektor darat	Sektor Kelautan dan pesisir
Gambut	Sumberdaya pesisir
Hutan dan komoditas kehutanan	Perikanan tangkap
Sumberdaya air	Minerba
Minerba	Komoditas pesisir dan kelautan lainnya
Pariwisata dan jasa lingkungan lainnya	Pariwisata dan jasa lingkungan lainnya

Sumber: Juliansyah (2022)

Jenis potensi sumberdaya alam Indonesia secara umum diklasifikasikan secara umum seperti dalam tabulasi di atas sebagai gambaran, yang akan lebih banyak jika diuraikan sehingga mencerminkan negeri Indonesia kaya akan sumberdaya alam. Hal ini memiliki tantangan dalam pengelolaan sehingga agar menjadi peluang dalam pembangunan dan tidak menimbulkan dampak berupa kebencanaan akibat tersediaannya potensi tersebut.

Kaitan antara manusia dan lingkungan sudah cukup lama dan banyak dibahas, sehingga masih relevan dan menarik dibahas hingga saat ini, (Holdren & Ehrlich, 1974) kerusakan lingkungan akan menghancurkan peradaban melalui ketahanan pangan, hal ini dapat berupa indikator dalam melihat suatu keberlanjutan lingkungan hidup, dan keterkaitan yang erat dengan keberlanjutan kehidupan manusia. Menurut Greenpeace dan Cifor yang dirangkum dalam beberapa poin, dimana kerusakan lingkungan hidup yang ada di Indonesia ada beberapa macam, mulai dari kerusakan di darat, lahan gambut hingga sektor kelautan. Adapun permasalahan tersebut:

- **Kerusakan ekosistem laut**
Kerusakan ekosistem laut ini kerap dibicarakan untuk keberlanjutan pangan dan ketahanan pangan dari sektor potensi perikanan dan biota laut lainnya. Hal ini selain diakibatkan oleh cara penangkapan ikan menggunakan bom dan pukat trawl, serta akibat peningkatan suhu air laut akibat pemanasan global. Selain dari pada itu pencemaran akibat tumpahan minyak, batu bara, serta perburuan satwa laut lainnya yang dapat mengganggu mata rantai ekosistem di lautan kerap masih terjadi.

- **Pencemaran sampah plastik**
Pengelolaan sampah memang kerap hangat dibahas dan tak ada habisnya. Mulai dari pengolahan sampah hingga ada program bank sampah teretus dari beberapa permasalahan ini. Adapun sampah plastik ini menjadikan beberapa dampak bagi beberapa sektor seperti di laut, membuat banyak peneliti dan aktivis mengambil peranan dalam kegiatan bersih pantai, sosialisasi penggunaan bijak kantong plastik juga dilakukan, dan kegiatan lainnya yang berkaitan dengan dampak dan keberlanjutan aktivitas manusia bagi lingkungan. Sampah plastik yang ada di dalam tanah sangat sulit diurai. Sehingga ke pengelolaan dan peranan manusia dalam menggunakan kantong plastik sangat penting diperhatikan.
- **Pengurangan jumlah luas hutan**
Deforestasi merupakan kegiatan yang dapat diartikan dengan pengurangan jumlah luas hutan, dan tingginya jumlah perambahan hutan, memiliki dampak bagi keberlangsungan hutan. Hal ini seiring dengan ketersediaan air bersih dan kebencanaan serta
- **Pengeringan lahan gambut**
Lahan gambut sering dikaitkan dengan bank cadangan air. Menurut laporan CIFOR (2022) kerusakan lingkungan seperti kebakaran hutan dan lahan gambut menyebabkan emisi gas rumah kaca dalam jumlah besar, kerugian ekonomi yang signifikan, dan berdampak buruk pada kesehatan dan sektor lainnya. Serta pengalihfungsian lahan gambut menjadi kawasan non gambut mengakibatkan menurunnya kelembapan tanah hingga berujung pada kebakaran dan krisis air, yang dipergunakan dibidang pertanian dan rumah tangga.
- **Pencemaran udara**
Kualitas udara merupakan sangat berdampak bagi kesehatan manusia. Kualitas udara yang buruk memperpendek usia manusia, berupa penelitian dari beberapa sumber menyebutkan, selain beban kerja, tingkat stres udara yang bersih dapat menunda penuaan dan menekan angka kematian. Tingkat peranan pemerintah dalam upaya pengawasan kualitas udara sangat diharapkan sebagai eksekutor dan pengambil kebijakan, adanya penurunan angka subsidi terhadap energi fosil yang berdampak bagi kualitas udara akhir-akhir ini kerap

menjadi sorotan dan perbincangan publik. Kebijakan ini diambil sebagai upaya pengurangan emisi CO₂ dari energi fosil menjadi berbasis listrik atau sumberdaya listrik. Namun sumber energi pembangkit listrik masih menggunakan fosil untuk mengoperasikan kelistrikan. Hal ini cenderung memiliki perdebatan tak ada henti.

Adanya kausalitas ditunjukkan dari beberapa pengujian dalam penelitian Pandey dan Rastogi yang dipublikasi tahun 2019, yakni berupa dalam jangka pendek seperti Konsumsi listrik terhadap pertumbuhan ekonomi dan emisi CO₂. Sehingga diperlukannya pemerhatian dalam konsumsi yang bijak dalam mencapai kelestarian lingkungan maupun kualitas udara sebagai public goods yang dinikmati secara masal. Lee dan Yue (2017) menganalisis tentang hubungan antara nilai tukar Dolar terhadap lingkungan. Adanya transaksi penggunaan dolar yang tinggi terhadap perdagangan internasional melalui perdagangan energi seperti minyak berdampak baik bagi nilai tukar dan pertumbuhan ekonomi Amerika, sementara disamping itu naiknya CO₂ yang signifikan.

F. RANGKUMAN MATERI

Lingkungan Hidup merupakan suatu ruang tempat yang kita tempati, sehingga sudah semestinya kita jaga bersama akan kelestariannya. Banyak yang menyebutkan untuk keberlanjutan, namun secara harfiah hal tersebut merupakan hal yang berbeda. Namun meskipun demikian tujuan akhirnya adalah terjaganya kualitas lingkungan hidup dan rendahnya degradasi lingkungan, sehingga kebencanaan yang memiliki dampak bagi masyarakat banyak menjadi minim. Perkembangan ilmu pengetahuan membuat para akademisi dan peneliti tak henti-hentinya menuangkan pikiran dalam mencapai kondisi yang ideal guna tercapainya kesejahteraan melalui terpenuhinya hajat hidup orang banyak. Eksploitasi sumberdaya alam cenderung dikesampingkan dampaknya dalam mengejar dan mengoptimalkan proses pembangunan. Alasan dasarnya adalah ekonomi dan pemenuhan kebutuhan pasar (Zulham, dkk; Juliansyah, 2022). Banyak dari praktik ini cenderung mengabaikan nilai-nilai keberlanjutan lingkungan, kendati demikian apapun yang dilakukan manusia akan berdampak bagi lingkungan hidup, baik dalam jangka pendek maupun

panjang. Kebijakan dalam mengalokasikan dan pemanfaatan sumberdaya seperti konsumsi yang sewajarnya terhadap sumberdaya alam adalah pilihan yang tepat. Lingkungan hidup yang baik adalah hak dari semua orang.

TUGAS DAN EVALUASI

1. Bagaimana kondisi lingkungan hidup di sekitar anda? Jelaskan upaya untuk memperbaiki/menjaga hal tersebut?
2. Uraikan sebab akibat jika adanya kerusakan pada lingkungan hutan dan gambut?
3. Apa upaya yang harus dilakukan dalam menyelamatkan lingkungan hidup di Indonesia?
4. Manakah yang lebih penting bagi anda, lingkungan hidup yang sehat (udara bersih, air yang tak tercemar, dll) atautkah kesejahteraan anda secara finansial/materi? Jelaskan!

DAFTAR PUSTAKA

- Indek Daya Saing Daerah Berkelanjutan. (2022). *Daerah Berkelanjutan*. <http://idsdb.id/>
- KPODD. <https://www.kppod.org/>
- Kulińska, E., & Gruszka, M. D. (2019). Green cities - problems and solutions in Turkey. *Transportation Research Procedia*. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.026>
- Mäler, K. G. (2013). Economic Growth and the Environment. In *Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00433-0>
- Kementerian PPN/BAPPENAS. (2020). Pilar Pembangunan Lingkungan. <https://sdgs.bappenas.go.id>.
https://sdgs.bappenas.go.id/website/wp-content/uploads/2021/02/Metadata-Pilar-Lingkungan-Edisi-II_REV3.pdf
- Pearce, D. and Atkinson, G. (1993) Capital theory and the measurement of sustainable development: An indicator of weak sustainability. *Ecological Economics*. Volume 8 No 2 (p.103–108)
- CIFOR (2022). Perluasan Upaya Pencegahan Karhutla dan Restorasi Gambut Berbasis Masyarakat. [CBFPR-Flyer-ID.pdf \(cifor.org\)](https://www.cifor.org/indonesia/berita/cbfpr-flyer-id)
- Holdren, J. P., & Ehrlich, P. R. (1974). Human population and the global environment. *American Scientist*. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511617089>
- Lee, J., & Yue, C. (2017). Impacts of the US dollar (USD) exchange rate on economic growth and the environment in the United States. *Energy Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.03.006>
- Zulham, T., Ningsih, Y. E., Ilhamudin, T., & Juliansyah, R. (2022). Demografi: Faktor Penting Dalam Meningkatkan Kesejahteraan Pekerja Miskin. Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Juliansyah, R. (2022). Ekonomi Pembangunan Sebuah Tinjauan Teori dan Praktis. Dalam Septiani (Ed). Struktur Perekonomian Negara Maju dan Berkembang. (Halaman 111-122). Bandung: Widina Bhakti Persada

_____.(2022). Pengantar Ekonomi Mikro. Dalam Mukthadi [Ed].
Teori Produksi. (Halaman 59-70). Bandung: Widina Bhakti Persada

_____. (2022). Perencanaan Pariwisata. Dalam Masruroh [Ed].
Perencanaan Pariwisata. (Halaman 20-30). Bandung: Widina Bhakti
Persada.



ISU LINGKUNGAN

Susanti Br Perangin-angin, SKM., M.Kes

Poltekkes Kemenkes Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan

A. PENGERTIAN ISU LINGKUNGAN

Pada akhir-akhir ini Isu permasalahan lingkungan mulai mendapat banyak perhatian oleh dunia internasional. Negara Indonesia sendiri, masih banyak persoalan lingkungan yang membutuhkan penyelesaian. Kita ketahui bahwa permasalahan lingkungan merupakan permasalahan multidimensional yang melibatkan berbagai kalangan dan pemerintah tetap menjadi sektor yang berperan penting untuk menyelesaikan permasalahan lingkungan karena pemerintah memiliki wewenang untuk mengeluarkan regulasi atau kebijakan. Meskipun begitu, Isu permasalahan lingkungan menjadi penting karena kualitas lingkungan akan memengaruhi kualitas hidup manusia secara langsung dan kualitas lingkungan juga memengaruhi kualitas hidup manusia di masa mendatang.

Pengertian Pencemaran Lingkungan adalah adanya suatu organisme atau unsur lain dalam suatu sumber daya, misalnya air atau udara, dalam kadar yang mengganggu peruntukan sumbernya itu. Kontaminasi atau pengotoran ialah perubahan kualitas sumber daya itu akibat tercampurnya dengan bahan lain, tanpa mengganggu pertukaran menurut

Otto Soemarwoto sebagaimana dikutip oleh M. Arief Nurdu dan Nursyam B. Sudharsono.

Pengertian Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (Undang-Undang Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 1982).

Masalah Isu lingkungan sesungguhnya merupakan isu yang sangat luas karena kompleksitas permasalahannya menyangkut aspek-aspek krusial dan beraneka ragam dari multidisiplin misalnya kelompok ilmu-ilmu eksakta yang berkaitan langsung dengan studi physical environment itu sendiri, seperti: biology, chemistry, geology, forestry dan sebagainya dan juga dari ilmu ekonomi, politik, social dan budaya. Permasalahan lingkungan dapat dikategorikan seperti berikut:

B. ISU LINGKUNGAN GLOBAL

Isu lingkungan global mulai muncul beberapa decade belakangan ini. Kesadaran maka manusia akan lingkungannya yang telah rusak membuat isu lingkungan ini mencuat. Masalah lingkungan global merupakan permasalahan lingkungan dan dampak yang ditimbulkan dari permasalahan lingkungan tersebut mengakibatkan dampak yang luas dan serius bagi dunia serta menyeluruh.

Selama ini orang banyak menduga masalah lingkungan global lebih banyak dipengaruhi faktor alam, seperti iklim, yang mencakup temperatur, curah hujan, kelembaban, tekanan udara dll. Belakangan orang mulai menyadari bahwa aktifitas manusia pun mempengaruhi iklim dan lingkungan secara signifikan. Contohnya penebangan hutan, mempengaruhi perubahan suhu dan curah hujan secara local sehingga ketika area hutan yang hilang semakin luas, maka akibat yang ditimbulkan bukan lagi lokal tapi sudah berskala regional.

Ada beberapa alasan mengapa hutan ditebang, misalnya ada motivasi-motivasi manusia yang membuat mereka menebang hutan, misalnya motivasi ekonomi. Jika kita melihat untuk skala negara, maka negara

membutuhkan devisa untuk menjalankan roda pembangunan. Karena industri negara belum mapan dan kuat, maka yang bisa diekspor untuk menambah devisa adalah menjual kayu. Modal dan keahlian yang dibutuhkan untuk menebang pohon relatif kecil dan sederhana, bukan?

Pertumbuhan penduduk dunia yang amat pesat juga adalah permasalahan global yang mempengaruhi lingkungan juga misalnya arti pertumbuhan penduduk adalah pertumbuhan kawasan urban dan juga kebutuhan tambahan produksi pangan dan peningkatan kebutuhan energi. Pada masing-masing kebutuhan ini ada implikasi pada lingkungan.

Mari kita perhatikan contoh dari kebutuhan lahan urban dan lahan pertanian. Kita ketahui bahwa pemenuhan kebutuhan ini akan meminta konversi lahan hutan maka semakin lama daerah-daerah resapan air makin berkurang, akibatnya terjadi krisis air tanah. Dan pada beberapa kawasan berkemiringan cukup tajam menjadi rawan longsor, karena pepohonan yang tadinya menyangga sistem kekuatan tanah semakin berkurang. Kemudian karena resapan air ke tanah berkurang maka terjadilah over-flow pada air permukaan. Jika kondisi ini beresonansi dengan sistem drainase yang buruk di perkotaan terjadilah banjir dan kita ketahui bahwa banjir akan membawa berbagai penderitaan. Kerugiannya tidak hanya korban jiwa dan harta juga akan timbul berbagai penyakit seperti demam berdarah, malaria, diare, dan lain-lain.

Masalah eksploitasi energy dimana Indonesia masih sangat bergantung pada sumber energi minyak bumi. Hal ini yang menyebabkan pemerintah dan masyarakat kena dampak akibat masalah minyak. Kita ketahui bahwa pemerintah sampai bingung menutupi anggaran belanja negara, karena besarnya pengeluaran untuk impor minyak dan masyarakat bingung sebab kenaikan harga minyak memiliki efek berantai pada kenaikan harga barang-barang di lapangan. Jadi kita ketahui bahwa penggunaan minyak dari sisi lingkungan, dan lebih spesifiknya sisi komposisi udara di atmosfer, berarti peningkatan gas carbon dioksida (CO₂). Gas CO₂ ini bersama lima jenis gas lain akan menjadi penyebab terjadinya efek pemanasan global (global warming). Sehingga diperhitungkan bahwa diantara tahun 1990-2100 akan terjadi kenaikan rata-rata suhu global sekitar 1,4 sampai 5,8 derajat Celsius yang mengakibatkan akan terjadi kenaikan rata-rata permukaan air laut, disebabkan mencair nya gunung-

gunung es di kutub. Diperkirakan bahwa banyak kawasan di dunia akan terendam air laut. Diperkirakan juga akan terjadi perubahan iklim global. Kejadian hujan dan banjir akan meningkat. Kejadian wabah beberapa penyakit akan meningkat pula. Produksi tumbuhan pangan pun terganggu. Jadi akan terjadi pengaruh besar bagi kelangsungan hidup manusia.

Yang jadi masalah, kesadaran akan permasalahan lingkungan ini belum merata di tengah umat manusia. Para peneliti dan ilmuwan yang bergerak di bidang lingkungan sudah sangat ngeri membayangkan bencana besar yang akan melanda umat manusia. Ini akan lebih jelas lagi kalau melihat tingkat kesadaran masyarakat di negara berkembang. Jangankan masyarakat umum, di kalangan pemimpin pun kesadaran masalah lingkungan ini masih belum merata.

Di tengah keadaan-keadaan di atas, di mulailah prakarsa-prakarsa pro-lingkungan pada tingkat global. Kyoto Protokol adalah konvensi yang masih cukup hangat dan masih akan diberlakukan secara efektif mulai tahun 2007. Isi utama Protokol ini adalah upaya pengurangan emisi enam gas yang mengakibatkan kenaikan suhu global. Pada tahun 2008-2012 akan diadakan pengukuran sistematis balance pengeluaran dan penyerapan gas-gas ini pada semua negara yang telah menandatangani Protokol ini.

Contoh, Penyebab dan Dampak Lingkungan Global

1. Pemanasan Global

Global Warming/Pemanasan Global pada dasarnya merupakan fenomena peningkatan temperature global dari tahun ke tahun karena terjadinya efek rumah kaca. Yang disebabkan oleh meningkatnya emisi gas karbondioksida, metana, di nitrooksida, dan CFC sehingga energy matahari tertangkap dalam atmosfer bumi.

Global warming terjadi akibat meningkatnya gas sulfur dioksida dan gas-gas rumah kaca, seperti CO₂ akibat dari pembakaran bahan bakar fosil. Proses pemanasan global ini terjadi ketika radiasi dari sinar matahari akan masuk ke bumi. Radiasi dari sinar matahari tersebut akan sampai bumi dan menghangatkan bumi. Sebagian dari radiasi matahari akan diserap oleh bumi, dan sebagian bumi akan memantulkan kembali ke angkasa. Jika

atmosfer bumi penuh dengan gas-gas rumah kaca maka panas dari bumi tidak dapat diteruskan ke angkasa. Akibatnya, panas kembali ke bumi.

Adanya global warming menyebabkan banyak pengaruh pada kehidupan yang ada di bumi. Beberapa akibat dari pemanasan global adalah sebagai berikut:

a. Iklim Mulai Tidak Stabil

Para ilmuwan memperkirakan bahwa selama global warming, daerah bagian Utara dari belahan Bumi Utara (*Northern Hemisphere*) akan memanas lebih dari daerah-daerah lain di Bumi. Akibatnya, gunung-gunung es akan mencair dan daratan akan mengecil. Akan lebih sedikit es yang terapung di perairan Utara tersebut. Daerah-daerah yang sebelumnya mengalami salju ringan, mungkin tidak akan mengalaminya lagi. Pada pegunungan di daerah subtropis, bagian yang ditutupi salju akan semakin sedikit serta akan lebih cepat mencair. Musim tanam akan lebih panjang di beberapa area. Suhu pada musim dingin dan malam hari akan cenderung untuk meningkat.

Kondisi daerah hangat akan menjadi lebih lembab karena lebih banyak air yang menguap dari lautan. Para ilmuwan juga belum begitu yakin apakah kelembaban tersebut malah akan meningkatkan atau menurunkan pemanasan yang lebih jauh lagi. Hal ini disebabkan karena uap air merupakan gas rumah kaca. Jadi keberadaannya akan meningkatkan efek insulasi pada atmosfer. Uap air yang lebih banyak juga akan membentuk awan yang lebih banyak, akibatnya akan memantulkan cahaya matahari kembali ke angkasa luar, di mana hal ini akan menurunkan proses pemanasan. Kelembapan yang tinggi akan meningkatkan curah hujan, secara rata-rata, sekitar 1 persen untuk setiap derajat Fahrenheit pemanasan. Kondisi curah hujan di seluruh dunia telah meningkat sebesar 1 persen dalam seratus tahun terakhir ini. Peristiwa badai akan menjadi lebih sering. Air juga akan lebih cepat menguap dari tanah. Sehingga beberapa daerah akan menjadi lebih kering dari sebelumnya. Peristiwa angin akan bertiup lebih kencang dan mungkin dengan pola yang berbeda. Kejadian topan badai (hurricane) yang memperoleh kekuatannya dari penguapan air, akan menjadi lebih besar. Akibatnya, Berlawanan dengan pemanasan yang terjadi, beberapa periode yang sangat dingin mungkin akan terjadi. Pola cuaca menjadi tidak terprediksi dan lebih ekstrim.

b. Akan terjadi Peningkatan Permukaan Laut

Keadaan perubahan tinggi rata-rata muka laut diukur dari daerah dengan lingkungan yang stabil secara geologi. Ketika atmosfer menghangat, lapisan permukaan lautan juga akan menghangat, sehingga volumenya akan membesar dan menaikkan tinggi permukaan laut. Pemanasan juga akan mencairkan banyak es di kutub, terutama sekitar Greenland, yang lebih memperbanyak volume air di laut. Tinggi muka laut di seluruh dunia telah meningkat 10 – 25 cm (4 - 10 inchi) selama abad ke-20, dan para ilmuwan IPCC memprediksi peningkatan lebih lanjut 9 – 88 cm (4 - 35 inchi) pada abad ke-21.

Keadaan Perubahan tinggi muka laut akan sangat memengaruhi kehidupan di daerah pantai. Kenaikan 100 cm (40 inchi) akan menenggelamkan 6 persen daerah Belanda, 17,5 persen daerah Bangladesh, dan banyak pulau-pulau. Erosi dari tebing, pantai, dan bukit pasir akan meningkat. Ketika tinggi lautan mencapai muara sungai, banjir akibat air pasang akan meningkat di daratan. Negara-negara kaya akan menghabiskan dana yang sangat besar untuk melindungi daerah pantainya, sedangkan negara-negara miskin mungkin hanya dapat melakukan evakuasi dari daerah pantai.

Jika terjadi sedikit kenaikan tinggi muka laut akan sangat memengaruhi ekosistem pantai. Kenaikan 50 cm (20 inchi) akan menenggelamkan separuh dari rawa-rawa pantai di Amerika Serikat. Rawa-rawa baru juga akan terbentuk, tetapi tidak di area perkotaan dan daerah yang sudah dibangun. Kenaikan muka laut ini akan menutupi sebagian besar dari Florida Everglades.

c. Suhu Global Cenderung Meningkat

Ada orang mungkin beranggapan bahwa Bumi yang hangat akan menghasilkan lebih banyak makanan dari sebelumnya, tetapi hal ini sebenarnya tidak sama di beberapa tempat. Negara Bagian Selatan Kanada, sebagai contoh, mungkin akan mendapat keuntungan dari lebih tingginya curah hujan dan lebih lamanya masa tanam. Di lain pihak, lahan pertanian tropis semi kering di beberapa bagian Afrika mungkin tidak dapat tumbuh. Daerah pertanian gurun yang menggunakan air irigasi dari gunung-gunung yang jauh dapat menderita jika snowpack (kumpulan salju)

musim dingin, yang berfungsi sebagai reservoir alami, akan mencair sebelum puncak bulan-bulan masa tanam. Tanaman pangan dan hutan dapat mengalami serangan serangga dan penyakit yang lebih hebat.

d. Terjadinya Gangguan ekologis

Kita ketahui bahwa Hewan dan tumbuhan menjadi makhluk hidup yang sulit menghindari dari efek pemanasan ini karena sebagian besar lahan telah dikuasai manusia. Dalam global warming, hewan cenderung untuk bermigrasi ke arah kutub atau ke atas pegunungan. Tumbuhan akan mengubah arah pertumbuhannya, mencari daerah baru karena habitat lamanya menjadi terlalu hangat. Akan tetapi, pembangunan manusia akan menghalangi perpindahan ini. Spesies-spesies yang bermigrasi ke utara atau selatan yang terhalangi oleh kota-kota atau lahan-lahan pertanian mungkin akan mati. Beberapa tipe spesies yang tidak mampu secara cepat berpindah menuju kutub mungkin juga akan musnah.

e. Adanya Dampak sosial dan politik

Kejadian perubahan cuaca dan lautan dapat mengakibatkan munculnya penyakit-penyakit yang berhubungan dengan panas (heat stroke) dan kematian. Apabila temperatur yang panas juga dapat menyebabkan gagal panen sehingga akan muncul kelaparan dan malnutrisi. Keadaan perubahan cuaca yang ekstrem dan peningkatan permukaan air laut akibat mencairnya es di kutub utara dapat menyebabkan penyakit-penyakit yang berhubungan dengan bencana alam (banjir, badai dan kebakaran) dan kematian akibat trauma. Timbulnya bencana alam biasanya disertai dengan perpindahan penduduk ke tempat-tempat pengungsian dimana sering muncul penyakit, seperti diare, malnutrisi, defisiensi mikronutrien, trauma psikologis, penyakit kulit, dan lain-lain.

f. Adanya Dampak Terhadap Kesehatan Manusia

Adanya pergeseran ekosistem dapat memberi dampak pada penyebaran penyakit melalui air (Waterborne diseases) maupun penyebaran penyakit melalui vektor (vector-borne diseases). Seperti meningkatnya kejadian Demam Berdarah karena munculnya ruang

(ekosistem) baru untuk nyamuk ini berkembang biak. Dengan adanya perubahan iklim ini, maka ada beberapa spesies vektor penyakit (eq *Aedes aegypti*), Virus, bakteri, plasmodium menjadi lebih resisten terhadap obat tertentu yang targetnya adalah organisme tersebut. Bahkan, bisa diprediksikan bahwa ada beberapa spesies yang secara alamiah akan terseleksi ataupun punah dikarenakan perubahan ekosistem yang ekstrem ini. Hal ini juga akan berdampak perubahan iklim (Climate change) yang bisa berdampak kepada peningkatan kasus penyakit tertentu seperti ISPA (kemarau panjang/kebakaran hutan, DBD Kaitan dengan musim hujan tidak menentu).

Gradasi Lingkungan yang disebabkan oleh pencemaran limbah pada sungai juga berkontribusi pada waterborne diseases dan vector-borne disease. Ditambah pula dengan polusi udara hasil emisi gas-gas pabrik yang tidak terkontrol selanjutnya akan berkontribusi terhadap penyakit-penyakit saluran pernapasan seperti asma, alergi, *coccidioidomycosis*, penyakit jantung dan paru kronis, dan lain-lain.

g. Adanya Perdebatan tentang Pemanasan Global

Diketahui bahwa tidak semua ilmuwan setuju tentang keadaan dan akibat dari pemanasan global. Beberapa pengamat masih mempertanyakan apakah suhu benar-benar meningkat. Yang lainnya mengakui perubahan yang telah terjadi tetapi tetap membantah bahwa masih terlalu dini untuk membuat prediksi tentang keadaan pada masa depan. Kritikan seperti ini juga dapat membantah bukti-bukti yang menunjukkan kontribusi manusia terhadap pemanasan global dengan berargumen bahwa siklus alami dapat juga meningkatkan suhu. Mereka juga menunjukkan fakta-fakta bahwa pemanasan berkelanjutan dapat menguntungkan di beberapa daerah.

Para ilmuwan yang mempertanyakan global warming cenderung menunjukkan tiga perbedaan yang masih dipertanyakan antara prediksi model global warming dengan perilaku sebenarnya yang terjadi pada iklim. Pertama, pemanasan cenderung berhenti selama tiga dekade pada pertengahan abad ke-20, bahkan ada masa pendinginan sebelum naik kembali pada tahun 1970-an. Kedua, jumlah total pemanasan selama abad ke-20 hanya separuh dari yang diprediksi oleh model. Ketiga, troposfer,

lapisan atmosfer terendah, tidak memanas secepat prediksi model. Akan tetapi, pendukung adanya pemanasan global yakin dapat menjawab dua dari tiga pertanyaan tersebut.

Kejadian dimana kurangnya pemanasan pada pertengahan abad disebabkan oleh besarnya polusi udara yang menyebarkan partikular-partikular, terutama sulfat, ke atmosfer. Partikular ini, juga dikenal sebagai aerosol, memantulkan sebagian sinar Matahari kembali ke angkasa luar. Pemanasan berkelanjutan akhirnya mengatasi efek ini, sebagian lagi karena adanya kontrol terhadap polusi yang menyebabkan udara menjadi lebih bersih. Keadaan pemanasan global sejak 1900 yang ternyata tidak seperti yang diprediksi disebabkan penyerapan panas secara besar oleh lautan. Para ilmuwan telah lama memprediksi hal ini tetapi tidak memiliki cukup data untuk membuktikannya. Pada tahun 2000, U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) memberikan hasil analisis baru tentang suhu air yang diukur oleh para pengamat di seluruh dunia selama 50 tahun terakhir. Hasil pengukuran tersebut memperlihatkan adanya kecenderungan pemanasan. Suhu laut dunia pada tahun 1998 lebih tinggi 0,2 derajat Celsius (0,3 derajat Fahrenheit) daripada suhu rata-rata 50 tahun terakhir, ada sedikit perubahan tetapi cukup berarti.

Satelit mendeteksi lebih sedikit pemanasan di troposfer dibandingkan prediksi model. Menurut beberapa kritikus, pembacaan atmosfer tersebut benar, sedangkan pengukuran atmosfer dari permukaan Bumi tidak dapat dipercaya. Pada bulan Januari 2000, sebuah panel yang ditunjuk oleh National Academy of Sciences untuk membahas masalah ini mengakui bahwa pemanasan permukaan Bumi tidak dapat diragukan lagi. Akan tetapi, pengukuran troposfer yang lebih rendah dari prediksi model tidak dapat dijelaskan secara jelas.

Upaya untuk mengurangi global warming, antara lain:

- 1) Menanam pohon, karena pohon berperan besar dalam mengurangi global warming karena pohon dalam foto sintesis pada siang hari menyerap CO₂ dan menghasilkan O₂. Sehingga dapat mengurangi kandungan karbondioksida di udara yang dapat memicu menipisnya ozon dan terjadi pemanasan global.

- 2) Penghijauan hutan yang telah gundul, karena sekarang ini banyak pembalakan liar yang menyebabkan penggundulan hutan.
- 3) Melaksanakan efisiensi pada penggunaan bahan bakar fosil. Selain dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global, eksploitasi yang berlebihan pada bahan bakar fosil juga akan menyebabkan kelangkaan pada bahan bakar fosil tersebut, karena bahan bakar fosil tidak dapat diperbarui.
- 4) Dan Mencari energy tive energy lain yang lebih ramah lingkungan dan harganya terjangkau oleh masyarakat luas

2. Penipisan Lapisan Ozon

Kita ketahui bahwa ozon merupakan gas yang secara alami terdapat di dalam atmosfer. seorang ilmuwan dari Jerman, Christian Friedrich Schonbein pada tahun 1839 yang pertama mengenal lapisan ozon. Pengertian Ozon adalah hasil reaksi antara oksigen dengan sinar ultraviolet dari matahari. Ozon di udara berfungsi menahan radiasi sinar ultraviolet dari matahari pada tingkat yang aman untuk kesehatan kita semua.

Penyebab Penipisan Lapisan Ozon

- a. Kloroflorocarbon/CFC. Ancaman yang diketahui terhadap keseimbangan ozon adalah CFC yang mengakibatkan menipisnya lapisan ozon.
- b. Karbon monoksida/CO yang dihasilkan oleh kendaraan dapat merusak lapisan ozon
- c. Penggundulan hutan sangat berakibat buruk pada kualitas udara yang ada di bumi.
- d. Adanya asap yang dihasilkan oleh pabrik juga amat sangat berpengaruh dalam memperparah kerusakan lapisan ozon.

Dampak Penipisan Lapisan Ozon

Dampak negatif akibat penipisan lapisan ozon yang utama adalah meningkatnya radiasi sinar ultra violet, Sinar ultra violet bersifat merusak jaringan sehingga dapat menimbulkan:

- a. Timbul Penyakit kanker kulit,
- b. Katarak
- c. Terjadinya kerusakan genetic
- d. Adanya penurunan sistem kekebalan hewan, tumbuhan dan organisme yang hidup di air
- e. Mengurangi hasil pertanian dan hutan
- f. Mematikan anak-anak ikan, kepiting dan udang di lautan, serta mengurangi jumlah plankton yang menjadi salah satu sumber makanan kebanyakan hewan-hewan laut
- g. Keadaan Sinar matahari menjadi terasa panas membakar
- h. Terjadi peningkatan suhu atmosfer bumi
- i. Mencairkan es di kutub
- j. Mengubah pola iklim di bumi

3. Hujan Asam

Kita ketahui bahwa hujan asam diartikan sebagai segala macam hujan dengan pH di bawah 5,6. Hujan secara alami bersifat asam (pH sedikit di bawah 6) karena karbondioksida (CO_2) di udara yang larut dengan air hujan memiliki bentuk sebagai asam lemah. Jenis asam dalam hujan ini sangat bermanfaat karena membantu melarutkan mineral dalam tanah yang dibutuhkan oleh tumbuhan dan binatang. Hujan asam disebabkan oleh belerang (sulfur) yang merupakan pengotor dalam bahan bakar fosil serta nitrogen di udara yang bereaksi dengan oksigen membentuk sulfur dioksida dan nitrogen oksida. Zat-zat ini berdifusi ke atmosfer dan bereaksi dengan air untuk membentuk asam sulfat dan asam nitrat yang mudah larut sehingga jatuh bersama air hujan. Air hujan yang asam tersebut akan meningkatkan kadar keasaman tanah dan air permukaan yang terbukti berbahaya bagi kehidupan ikan dan tanaman. Usaha untuk mengatasi hal ini saat ini sedang gencar dilaksanakan.

Dampak Hujan Asam

- a. Menyebabkan gangguan pernapasan pada manusia dengan hujan asam dengan kadar keasaman tinggi Kabut yang mengandung asam sulfat bersama-sama dengan udara terhisap dan masuk ke dalam

saluran pernapasan manusia dapat merusak paru-paru. iritasi pada kulit.

- b. Dapat menyebabkan korosi dan merusak bangunan
- c. Terjadinya pengasaman pada tanah sehingga tumbuhan menjadi layu, kering dan mati
- d. Dapat merusak ekosistem perairan

Penanggulangan Hujan Asam

- a. Dengan menggunakan bahan bakar dengan kandungan belerang rendah
- b. Desulfurisasi adalah proses penghilangan unsur belerang
- c. Dapat mengaplikasikan prinsip 3R (*Reuse, Recycle, Reduce*)
- d. Dengan meminimalisasi penggunaan bahan bakar fosil dalam kegiatan industri, terutama bahan bakar yang menghasilkan sulfur oksida (SO₂) dan Nox

4. Efek Rumah Kaca

Penyebab Efek Rumah Kaca

Penyebab efek rumah kaca adalah karena meningkatnya konsentrasi gas karbon dioksida (CO₂) dan gas-gas lainnya di atmosfer. Meningkatnya konsentrasi gas CO₂. ini disebabkan oleh banyaknya pembakaran bahan bakar minyak, batu bara dan bahan bakar organik lainnya yang melebihi kemampuan tumbuhan-tumbuhan dan laut untuk menyerapnya.

Kita ketahui bahwa Energi yang masuk ke Bumi: 25% dipantulkan oleh awan atau partikel lain di atmosfer, 25% diserap awan, 45% diserap permukaan bumi, 10% dipantulkan kembali oleh permukaan bumi Energi yang diserap dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi inframerah oleh awan dan permukaan bumi. Namun sebagian besar inframerah yang dipancarkan bumi tertahan oleh awan dan gas CO₂ dan gas lainnya, untuk dikembalikan ke permukaan bumi. Dalam keadaan normal, efek rumah kaca diperlukan, dengan adanya efek rumah kaca perbedaan suhu antara siang dan malam di bumi tidak terlalu jauh berbeda.

Bahwa selain gas CO₂, yang dapat menimbulkan efek rumah kaca adalah belerang dioksida, nitrogen monoksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO₂) serta beberapa senyawa organik sepertiga metana dan

klorofluorokarbon (CFC). Gas-gas tersebut memegang peranan penting dalam meningkatkan efek rumah kaca.

Dampak Efek Rumah Kaca

Dengan meningkatnya suhu permukaan bumi akan mengakibatkan adanya perubahan iklim yang sangat ekstrem di bumi. Hal ini dapat mengakibatkan terganggunya hutan dan ekosistem lainnya, sehingga mengurangi kemampuannya untuk menyerap karbon dioksida di atmosfer. Global warming mengakibatkan mencairnya gunung-gunung es di daerah kutub yang dapat menimbulkan naiknya permukaan air laut. Kejadian Efek rumah kaca juga akan mengakibatkan meningkatnya suhu air laut sehingga berakibat kepada beberapa pulau kecil tenggelam di negara kepulauan yang membawa dampak perubahan yang sangat besar. Menurut perhitungan simulasi, efek rumah kaca telah meningkatkan suhu rata-rata bumi 1-5 °C. Bila kecenderungan peningkatan gas rumah kaca tetap seperti sekarang akan menyebabkan peningkatan pemanasan global antara 1,5-4,5 °C sekitar tahun 2030. Dengan meningkatnya konsentrasi gas CO₂ di atmosfer, maka akan semakin banyak gelombang panas yang dipantulkan dari permukaan bumi diserap atmosfer. Hal ini akan mengakibatkan suhu permukaan bumi menjadi meningkat.

Penanggulangan Efek Rumah Kaca

- a. Dengan cara tidak membakar sampah plastik maupun daun
- b. Dengan mengurangi emisi gas polutan seperti CO₂ yang muncul akibat pembakaran
- c. Dan membudayakan jalan kaki untuk mengurangi emisi gas kendaraan

5. Pertumbuhan populasi

Dengan bertambahnya penduduk dunia yang mengikuti pertumbuhan secara eksponensial merupakan permasalahan lingkungan. Dampaknya: terjadinya pertumbuhan penduduk akan menyebabkan meningkatnya kebutuhan sumber daya alam dan ruang.

6. Desertifikasi

Pengertian Desertifikasi adalah proses di mana terjadi degradasi ekosistem dan lahan kering secara konstan, yang merupakan bagian besar dari kerak bumi melalui perubahan iklim yang berbeda dan oleh aktivitas manusia.

Desertifikasi merupakan proses yang terjadi di hampir semua benua kecuali Antartika. Ini adalah proses yang mempengaruhi lahan kering di seluruh dunia yang mencakup lahan yang kekurangan air.

Desertifikasi terdiri dari proses degradasi lahan terutama di daerah kering melalui proses iklim dan aktivitas manusia yang berbeda. Ini adalah masalah lingkungan yang serius yang mempengaruhi bagian sosial-ekonomi masyarakat karena mempengaruhi sumber daya alam, air dan tumbuh-tumbuhan, merusak planet ini.

Proses Desertifikasi

Desertifikasi adalah proses degradasi ekologis yang terjadi di tanah. Dalam proses ini, kesuburan mereka hilang dan sebagian besar terjadi sebagai akibat dari penggundulan hutan. Erosi, irigasi berlebihan, dan eksploitasi berlebihan sumber daya alam adalah proses yang memulai perubahan berbeda dalam hal penggurunan karena menyebabkan tanah mengering dan tetap tidak terlindungi sama sekali. Efek iklim kemudian mengintervensi menyebabkan tanah menjadi gurun, mengubah karakteristik fisik dan produktivitasnya. Ini kemudian terdiri dari mengubah bioma yang semula subur menjadi bioma dengan karakteristik gurun.

Penyebab Desertifikasi

Penyebab desertifikasi beragam dan meliputi yang berikut ini:

- **Penyebab manusia:** adanya penyalahgunaan air dan tanah terutama untuk pertanian menghasilkan alkalisasi tanah yang menyebabkan tanaman mati dan tidak tumbuh di tempat, yang menyebabkan tanah mengering. Penggembalaan berlebihan menyebabkan hilangnya vegetasi, menyebabkan tanah terkena air dan angin. Penebangan pohon yang tidak terkendali dan penambangan terbuka merupakan kegiatan yang dilakukan manusia tanpa terkendali. Penggunaan alat

berat menyebabkan tanah menjadi sangat padat, menghilangkan kemungkinan tumbuh-tumbuhan, pembakaran dan penebangan juga disebabkan oleh manusia.

- **Penyebab alami:** dimana penyebab alami diberikan hanya oleh proses biologis dan alami. Erosi adalah salah satu proses yang paling sering terjadi dan menghasilkan keausan serta perubahan fisik dan kimiawi di alam dan batuan. Kekeringan yang terjadi di beberapa bagian planet ini menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh, menyebabkan tanah terpapar angin. Hujan deras menyapu tanah, terutama saat turun di daerah yang sudah kering, menyebabkan terseretnya sedimen dalam jumlah besar dan menghilangkan hampir semua tutupan vegetasi yang memberikan perlindungan pada tanah.

Dampak Desertifikasi

Kejadian Desertifikasi menghasilkan penurunan kesuburan tanah yang berarti penurunan produksi yang menyebabkan kemiskinan dan kerusakan lingkungan. Degradasi tanah ini terutama mempengaruhi masyarakat pedesaan, yang menghasilkan lebih sedikit makanan, kesehatan dan penurunan harapan hidup. Terjadi degradasi besar pada kehidupan tumbuhan dan keanekaragaman hayati hilang yang menyebabkan kepunahan spesies. Proses erosi juga dipercepat dengan menghasilkan badai dan pusaran angin, percepatan erosi oleh air menghasilkan tanah longsor yang besar dan degradasi aliran normal perairan. Peningkatan salinisasi perairan terjadi yang menyebabkan kematian dan mutasi berbagai spesies ikan.

Bagaimana menghindari Desertifikasi

Cara untuk mencegah dan menghindari desertifikasi, diperlukan serangkaian tindakan dan model pengelolaan, yang harus dipraktikkan di seluruh dunia. Tindakan pemerintah untuk melindungi tanah sangat penting untuk mencegah masalah yang ditimbulkannya. Saat ini, teknologi bahkan memungkinkan untuk memicu hujan di daerah yang sangat kering dengan membombardir awan dengan iodida perak. Namun, perlu diperhatikan bahwa faktor iklim, ekologi, dan ekonomi harus diperbaiki untuk menghilangkan akar masalah.

Contoh Desertifikasi

Di Negara Meksiko, desertifikasi adalah masalah yang mempengaruhi sebagian besar ladang, menyebabkan kemiskinan dan kekurangan pangan, mempengaruhi produksi pertanian karena penggembalaan berlebihan dan penggundulan hutan. Di Argentina, misalnya, ada sejumlah besar daerah kering dan sub-lembab yang menghasilkan penggurunan besar-besaran yang terutama disebabkan oleh kekeringan, di negara ini undang-undang telah ditetapkan untuk melindungi tanah.

7. Penurunan keanekaragaman hayati:

keanekaragaman jenis spesies makhluk hidup. Tidak hanya mewakili jumlah atau sepsis di suatu wilayah, meliputi keunikan spesies, gen serta ekosistem yang merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui.

Dampaknya: karena keanekaragaman hayati ini memiliki potensi yang besar bagi manusia baik dalam kesehatan, pangan maupun ekonomi

8. Pencemaran limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

Bahan yang diidentifikasi memiliki bahan kimia satu atau lebih dari karakteristik mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, beracun, penyebab infeksi, bersifat korosif.

Dampak: dulunya hanya bersifat local namun sekarang antar negara pun melakukan proses pertukaran dan limbahnya di buang di laut lepas. Dan jika itu semua terjadi maka limbah bahan berbahaya dan racun dapat bersifat akut sampai kematian makhluk hidup.

C. ISU LINGKUNGAN NASIONAL

Di negara Indonesia banyak terjadi perusakan lingkungan yang mengakibatkan tidak seimbang ekosistem di alam. ada beberapa isu lingkungan nasional, diantaranya:

1. Banjir

Peristiwa Banjir merupakan suatu peristiwa terbenamnya daratan (yang pada keadaan normal kering) karena meningkatnya volume air. Banjir dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya akibat pemanasan global, yaitu dapat meningkatkan tinggi permukaan air laut, sehingga beberapa daerah di pesisir pantai akan terkena luapan

air tersebut. Selain itu banjir juga disebabkan karena meningkatnya curah hujan dan tidak adanya saluran air yang baik dan cukup untuk menampung air hujan. Banjir juga dapat disebabkan karena peluapan air sungai akibat meningkatnya curah hujan atau karena sebab lain, seperti pecahnya bendungan sungai. Banjir yang banyak melanda kota-kota besar biasanya disebabkan karena kurangnya kesadaran masyarakat yang membuang sampah ke sungai atau saluran air lain. Banjir juga disebabkan oleh kurangnya resapan air karena tanah telah tertutup bangunan. Banjir menyebabkan kerugian pada segi perekonomian, kesehatan, dan lingkungan.

2. Kerusakan hutan di Indonesia

Kita ketahui bahwa hutan di Indonesia banyak berkurang dan yang masih ada banyak mengalami kerusakan. Penyebab kerusakan hutan paling besar karena ulah manusia. Manusia melakukan eksploitasi dari hutan secara berlebihan dan mengabaikan segi ekologisnya. Faktor alam yang merusak hutan salah satunya adalah kebakaran hutan. Kebakaran hutan ini dipicu oleh musim kemarau yang panjang maupun pemanasan global.

3. Sampah

Kita ketahui bahwa manusia sebagai konsumen setiap harinya menghasilkan sampah/limbah. Limbah yang dihasilkan berupa organik dan anorganik. Sampah anorganik dihasilkan dari rumah tangga maupun industri. Sampah merupakan masalah sosial yang dapat menyebabkan konflik. Di Indonesia masalah sampah kurang mendapat penanganan yang baik.

4. Banjir lumpur panas

Kejadian Banjir lumpur panas di Sidoarjo merupakan peristiwa menyemburnya lumpur panas di lokasi pengeboran PT Lapindo Brantas sejak tanggal 27 Mei 2006. Banjir lumpur panas tersebut terus meningkat dan penyebab utama semburan tersebut belum jelas. Semburan tersebut menyebabkan tergenangnya kawasan pemukiman, pertanian, dan perindustrian. Masalah banjir lumpur panas ini telah menjadi masalah nasional, yang memaksa pemerintah pusat turut campur dalam upaya penanggulannya.

D. ISU LINGKUNGAN LOKAL

Kita ketahui bahwa saat ini masalah lingkungan cukup sering diperbincangkan. Sebagaimana telah diketahui bersama bahwa lapisan ozon kini semakin menipis. Dengan terus menipisnya lapisan itu, sangat dikhawatirkan bila lapisan itu tidak ada atau menghilang sama sekali dari alam semesta ini. Tanpa lapisan ozon sangat banyak akibat negatif yang akan menimpa makhluk hidup di muka bumi ini, antara lain: penyakit-penyakit akan menyebar secara menjadi-jadi, cuaca tidak menentu, pemanasan global, bahkan hilangnya suatu daerah karena akan mencairnya es yang ada di kutub Utara dan Selatan. Jagat raya hanya tinggal menunggu masa kehancurannya saja.

Banyak cara yang harus dipilih untuk mengatasi masalah ini. Para ilmuwan memberikan berbagai masukan untuk mengatasi masalah ini sesuai dengan latar belakang keilmuannya. Para sastrawan pun tak ketinggalan untuk berperan serta dalam menanggulangi masalah yang telah santer belakangan ini.

Contoh, Penyebab dan Dampak Lingkungan Lokal

1. **Kekeringan:** kekeringan adalah terjadinya kekurangan air yang terjadi akibat sumber air tidak dapat menyediakan kebutuhan air bagi manusia dan makhluk hidup yang lainnya.
Dampak: menyebabkan gangguan kesehatan, keterancaman pangan.
2. **Banjir:** merupakan suatu fenomena alam ketika sungai tidak dapat menampung limpahan air hujan karena proses influasi mengalami penurunan. Itu semua dapat terjadi karena hijauan penahan air larian berkurang.
Dampak: gangguan kesehatan, penyakit kulit, aktivitas manusia terhambat, penurunan produktifitas pangan, dll.
3. **Longsor:** adalah keadaan terkikisnya daratan oleh air larian karena penahan air berkurang.
Dampaknya: terjadi kerusakan tempat tinggal, ladang, sawah, mengganggu perekonomian dan kegiatan transportasi
4. **Erosi pantai:** adalah suatu keadaan terkikisnya lahan daratan pantai akibat gelombang air laut.

Dampak: menyebabkan kerusakan tempat tinggal dan hilangnya potensi ekonomi seperti kegiatan pariwisata.

5. **Instruksi Air Laut:** air laut (asin) mengisi ruang bawah tanah telah banyak digunakan oleh manusia dan tidak adanya tahanan intrusi air laut seperti kawasan mangrove.

Dampaknya: terjadinya kekurangan stok air tawar, dan mengganggu kesehatan.

E. RANGKUMAN MATERI

1. Isu Lingkungan adalah dampak negative dari aktivitas manusia terhadap lingkungan biofisik. Factor terpenting permasalahannya adalah besarnya populasi manusia
2. Isu permasalahan menjadi penting karena kualitas lingkungan akan memengaruhi kualitas hidup manusia secara langsung. Selain itu, kualitas lingkungan juga memengaruhi kualitas hidup manusia di masa mendatang
3. Kualitas lingkungan dapat berubah karena terdapat pengaruh dari aktivitas manusia yang menyebabkan pencemaran lingkungan.
4. Beberapa penyebab pencemaran lingkungan adalah pembuangan sampah di sembarang tempat, penggunaan racun dan bahan peledak untuk menangkap ikan, penebangan pohon secara liar, pencemaran polusi udara, asap rokok, pencemaran tanah, asap pembakaran sampah, pencemaran suara dan lain-lain.
5. Pencemaran merusak berbagai ekosistem di air, tanah serta udara. Pencemaran udara dapat menyebabkan menipisnya lubang ozon. Saat lubang ozon menipis, sinar ultraviolet akan menyinari bumi secara langsung. Dampaknya adalah menimbulkan penyakit kulit serta membinasakan hewan laut.

TUGAS DAN EVALUASI

1. Bagaimana cara mengatasi isu lingkungan global?
2. Mengapa isu lingkungan hidup menjadi isu penting dalam masalah global?
3. Apa saja isu lingkungan nasional?

4. Bagaimana pembangunan dapat menimbulkan permasalahan lingkungan?
5. Sebutkan dan jelaskan isu lingkungan lokal?

DAFTAR PUSTAKA

Kurniawan, Irwan. 2006. *Lingkungan Hidup dan Polusi*. Bandung: Penerbit Jember.

Maskoeri, Jasin.1994. *Ilmu Alamiah Dasar*. Jakarta: PT Raja Gafindo Persada.

<http://laylafiyyy.blogspot.com/2013/06/makalah-isu-lingkungan.html>

<http://materiilmugeografi.blogspot.com/2015/12/pengertian-isu-lingkungan.html>

<http://kumpulanmakalah94.blogspot.com/2016/01/makalah-isu-lingkungan.html?m=1>

https://id.m.wikipedia.org/wiki/penipisan_ozon

<http://repository.ut.ac.id/4658/2/PEKI4312-M1.pdf>

<http://waroeng-alam.blogspot.com/2017/01/masalah-lingkungan-global.html?m=1>

<http://ruttangmau.blogspot.com/2016/01/makalah-isu-lingkungan-global.html>

GLOSARIUM

A

Antroposen: suatu periode atau masa waktu di mana aktivitas manusia telah dianggap berkontribusi signifikan terhadap perubahan ekologis dan geologis di Bumi termasuk juga iklimnya.

Abiotik : unsur yang tidak hidup dalam ekosistem

Antroposen: era dimana aktivitas manusia mulai memiliki pengaruh global terhadap ekosistem Bumi

B

Baseline Shifting: perubahan bertahap suatu kondisi lingkungan alam yang dianggap sebagai suatu hal biasa atau 'normal', oleh karena kurangnya informasi masa lalu atau kurangnya pengalaman kondisi masa lalu.

Bioprospektng: eksplorasi keanekaragaman hayati untuk sumber daya baru yang bernilai sosial dan komersial

Biosfer: Semua daerah atau lapisan di Bumi yang dapat didiami oleh makhluk hidup, apapun jenisnya.

Biotemperatur: rata-rata dari rentangan suhu harian sepanjang tahun di mana tumbuhan dapat tumbuh (0-30°C).

Biocenosis: sekumpulan komponen kehidupan

Bioma : wilayah yang memiliki sifat geografis atau iklim yang sama

Biotik : komponen lingkungan yang terdiri atas makhluk hidup

Biotope: lingkungan fisik tempat makhluk hidup

C

Conceptus: adalah pemahaman yang berisi definisi akan suatu istilah

D

De omnibus dubitandum: istilah yang berarti segala sesuatu harus diragukan

Deforestasi: penebangan hutan atau tegakan pohon dari lahan yang kemudian dikonversi untuk penggunaan bukan-hutan (*non-forest*).

E

Estetis: adalah melihat keindahan dalam segala sesuatu

Etis: adalah melihat kriteria baik atau tidaknya tindakan dalam segala sesuatu

F

Fenotipik: karakteristik yang dapat teramati atau di inderai dari suatu individu organisme sebagai bentuk hasil ekspresi dari gen-gen penyusunnya.

G

H

I

Isu: adalah masalah, perubahan, peristiwa, situasi, kebijakan atau nilai yang tengah berlangsung dalam kehidupan masyarakat.

Isu lingkungan global: adalah permasalahan lingkungan dan dampak yang ditimbulkan dari permasalahan lingkungan tersebut mengakibatkan dampak yang luas dan serius bagi dunia serta menyeluruh.

Isu lingkungan lokal: adalah efek dari kegiatan yang ada di permukaan bumi baik alami maupun akibat perbuatan manusia

J

K

Kongenerik: berasal dari genus yang sama

Kriptogam: tumbuhan yang berkembang biak dengan spora (lumut dan paku).

L

Logis: adalah melihat kriteria benar atau tidaknya tindakan dalam segala sesuatu

Laju potensial evapotranspirasi: laju kehilangan air yang mungkin terjadi yang berasal dari tumbuhan (transpirasi) maupun badan air yang terdapat di permukaan bumi (evaporasi).

M

Mutasi: perubahan yang terjadi pada gen dan/atau kromosom suatu organisme.

Monokultur: sistem pertanian dengan hanya membudidayakan satu jenis tumbuhan saja di dalam suatu areal lahan.

N

O

P

Proposisi: adalah pernyataan yang memiliki makna yang utuh

Pollinator: organisme yang memfasilitasi proses penyerbukan pada tumbuhan berbunga, misalnya serangga dan burung.

Polusi udara: adalah salah satu masalah lingkungan terbesar di dunia.

Q

R

S

Sistem organ: adalah kumpulan organ yang dikaruniakan Sang Pencipta untuk melakukan fungsi-fungsi yang ada di dalam tubuh makhluk; terutama di sini adalah manusia

Subendemik: spesies organisme yang hanya ditemukan pada suatu area bio geografis namun masih relatif lebih luas (bila dibandingkan dengan spesies endemik yang ditemukan pada area bio geografis yang lebih sempit).

Sapropa: makhluk hidup (bakteri dan jamur) yang hidup pada sisa-sisa makhluk hidup yang sudah mati

T

Trofik: posisi suatu organisme dalam rantai makanan.

Terrestrial: terkait dengan permukaan tanah/daratan

U

V

W

X

Y

Z

2

PROFIL PENULIS

Dr. Kurroti A'yun, S.T., M.Si.

Penulis berdomisili di Jombang, Jawa Timur yang berprofesi formal sebagai dosen. Mata kuliah yang pernah dan sedang diampu penulis sebagai dosen di STIT-UW Jombang hingga kini adalah Statistik Pendidikan, Metode Penelitian, Psikologi Pendidikan, Integrasi Iman-Taqwa (IMTAQ) dan Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Sains (IPTEKS), Filsafat Ilmu, dan Bedah Proposal dan Skripsi. Riwayat pendidikan penulis mulai Sarjana diraih dengan gelar S.T. (Sarjana Teknik) atau yang dulu disebut Insinyur di ITS, kemudian dilanjutkan dengan Magister dengan gelar M.Si. (Master Sains) juga di ITS. Adapun pendidikan S3 dijalani penulis di UNESA dengan gelar Doktor di bidang Kependidikan (Dr.). Penulis tidak hanya berprofesi sebagai dosen di STIT-UW Jombang, tetapi juga menjadi Wakil Ketua III bidang kemahasiswaan dan menjadi tutor tutorial *online* (tuton) di Universitas Terbuka (UT) sejak tahun 2021. Selain itu, di sela waktu, penulis menjalani tugas sebagai salah satu pengasuh Pondok Pesantren al Urwatul Wutsqo (PPUW) Jombang di bawah naungan Yayasan Muhammad Ya'qub (YMY) Jombang. Selain itu, penulis juga menyibukkan diri menjalankan tugas memberi kajian tafsir alQur'an di PPUW Jombang dan di daerah asal penulis, yaitu Surabaya. Kajian yang diberikan penulis tersebut berdasar binaan Ulama Thoriqoh Syadzilyah al Mas'udiyah Jombang yang telah dibukukan secara khusus untuk kalangan sendiri di lingkungan lembaga pendidikan di bawah naungan YMY Jombang. Sebagai dosen yang berkewajiban menjalankan tridharma perguruan tinggi, penulis memiliki kegiatan mempublikasikan beberapa kajian ilmiah di jurnal, seminar, serta kajian teoritis yang berkaitan dengan permasalahan pendidikan, masing-masing dilakukan tiap beberapa selang waktu. Penulis sangat bersyukur atas segala KehendakNya dengan berkegiatan seperti yang telah dipaparkan di atas.

2

Johannes Johny Koynja, S.H., M.H

Penulis merupakan Dosen Tetap dibidang Hukum Tata Negara (HTN) pada Program Studi Ilmu Hukum Fakultas Hukum Universitas Mataram sejak tahun 2008, serta Peneliti dibidang Pajak dan Retribusi berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Mataram. Penulis juga adalah pengajar Ilmu Alamiah Dasar (IAD) pada Kelas Pertama Bersama yang Mahasiswanya terdiri dari berbagai Fakultas dan Program Studi. Saat ini, Penulis juga merupakan pengajar mata kuliah Aspek Hukum Dalam Perpajakan pada Program Studi D-III Perpajakan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Mataram. Disamping sebagai seorang Dosen dan Peneliti, Penulis juga adalah anggota Divisi Penelitian dan Pengembangan (Litbang) pada Asosiasi Pengajar HTN - HAN Provinsi NTB, dan anggota Asosiasi Pengajar Hukum Acara Mahkamah Konstitusi (APHAMK). Penulis juga mengikuti berbagai kegiatan pelatihan untuk meningkatkan kinerja dosen, salah satunya adalah Pelatihan *Legal Drafting* yang diadakan oleh Asosiasi Pengajar Mata Kuliah Hukum Acara Mahkamah Konstitusi (APHAMK) bekerjasama dengan Mahkamah Konstitusi Republik Indonesia. Pengalaman sebagai Redaktur Pelaksana "Jurnal Konstitusi" Fakultas Hukum Universitas Mataram bekerjasama dengan Mahkamah Konstitusi RI telah menempekan Penulis untuk terus berkarya melalui tulisan. Untuk kontak Penulis, dapat menghubungi ke Nomor WhatsApp 081907558735, atau Email: johnykoynja@unram.ac.id

Angelina Rosmawati, S.Si., M.Si.

Latar belakang pendidikan penulis adalah Magister Sains dari Universitas Brawijaya. Penulis memiliki pengalaman bekerja di bidang perbankan dan industri FMCG pada departemen *Factory Management*. Saat ini penulis telah menerbitkan 2 buku solo dan 4 buku kolaborasi. Beberapa buku yang telah diterbitkan antara lain: "Keajaiban *Eco-Enzyme*, dari Sampah Menjadi Berkah"; "Kimia Organik", "Kewirausahaan," dan "Pengantar Kesehatan Lingkungan." Pengalaman penulis mengajar sebagai dosen

praktisi di Universitas Brawijaya dan Universitas Bakti Indonesia, serta sebagai pemakalah dalam *The 9th Basic Science International Conference 2019*. Penulis juga aktif sebagai trainer dan narasumber pada seminar tertentu. Email: angelina.rosmawati@gmail.com.

Sarwendah Ratnawati Hermanto, S.Pd., M.Sc.



Penulis lahir di Surakarta, Jawa Tengah, 9 Januari 1990. Menempuh pendidikan dasar hingga Sarjana di Kota Surakarta. Sekolah Dasar Negeri Tirtoyoso 111 (2002), SMP Negeri 4 (2005), SMA Negeri 1 (2008) dan pendidikan sarjana di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Program Studi Pendidikan Kimia di Universitas Sebelas Maret (2012). Penulis melanjutkan pendidikan master di Universitas Gadjah Mada melalui seleksi jalur masuk beasiswa BPPDN Calon Dosen di Fakultas MIPA, program studi ilmu kimia dengan konsentrasi di bidang kimia analitik. Penulis adalah seorang dosen di Politeknik Negeri Ketapang, sejak Desember 2015 sampai sekarang. Beberapa penelitian yang telah dilakukan antara lain di bidang pendidikan, kimia analisa pangan dan juga kimia pertanian. Beberapa buku yang sudah penulis terbitkan antara lain antologi “Buku untuk Ibu” (2019), antologi puisi akronim “APRIL” (2020), antologi puisi “RAWA KATA” (2021) dan buku ajar berjudul “Kimia Pangan” (2020) serta “Teknik Pemisahan dalam Kimia Analisis” (2021).

Stormy Vertygo, S.Si., M.Sc



Penulis lahir di kota Kupang, Nusa Tenggara Timur (NTT) pada tanggal 21 Juni 1988. Pendidikan sarjananya ditempuh di Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Kupang. Tahun 2013, ia memulai studi magisternya di *Illinois Institute of Technology*, Chicago, Amerika Serikat dengan konsentrasi di bidang Mikrobiologi. Pengalaman bekerjanya termasuk pernah menjadi guru Biologi di *Nusa Cendana International Plus School* (NCIPS) Kupang, dan staf pengajar di beberapa institusi antara lain: Universitas Nusa Cendana, Universitas Kristen Artha

2

Wacana dan Universitas San Pedro. Saat ini beliau telah menjadi staf pengajar tetap di Program Studi Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang dengan fokus mata kuliah yang diajarkan adalah Biologi Dasar dan mata kuliah lainnya yang berbasis Mikrobiologi. Selama pandemi COVID-19, beliau pernah diperbantukan sebagai salah satu laboran di Laboratorium Biomolekuler Kesehatan Masyarakat Provinsi NTT yang menangani analisis qPCR sampel COVID-19 menggunakan metode *pooled-test*, yang diberikan kepada masyarakat secara gratis.

Dr. Eka Apriyanti, M.Pd.



Penulis di Mataram tahun 1985. Menempuh Pendidikan S1 di Universitas Negeri Makassar Program Studi Pendidikan Biologi, lulus tahun 2007, kemudian melanjutkan pendidikan S2 di universitas yang sama mengambil Program Studi Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup (PKLH). Setelah lulus Pendidikan magister, penulis memulai karir mengajar di Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Pembangunan Indonesia (STKIP-PI) Makassar, sekarang menjadi Universitas Patempo Makassar, pada program studi Pendidikan Biologi mengampu matakuliah Biologi Umum, Pengetahuan Lingkungan, dan Ekologi. Tahun 2016, penulis mendapatkan beasiswa untuk melanjutkan studi S3 di Universitas Negeri Jakarta mengambil Program Studi Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup (PKLH), lulus tahun 2019. Saat ini selain mengajar, penulis juga menulis buku, menjadi editor dan reviewer di beberapa jurnal nasional.

Rollis Juliansyah, S.E., M.Si



Penulis menyelesaikan S1 dan S2 di Ekonomi Pembangunan Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh dengan konsentrasi keilmuan Ekonomi Regional dengan menganalisis permasalahan kemiskinan dan isu lingkungan. Aktif mengajar di Program Studi Ekonomi Pembangunan Fakultas Ekonomi Universitas Teuku Umar Aceh Barat dari 2019 hingga sekarang ini. Selain

aktif mengajar pada matakuliah Pembangunan Wilayah, Ekonomi Pesisir, Kebijakan, dan Keuangan Daerah, juga tertarik dengan isu lingkungan hidup dan pembangunan pada daerah 3T (terdepan-terluar-terpencil). Hingga saat ini penulis diberikan-Nya kemudahan dalam menyelesaikan kepenulisan beberapa buku seperti, Ekonomi Pembangunan; Mikroekonomi; Pariwisata, Kemiskinan Wilayah. Selain menjadi editorial board di beberapa jurnal, penulis aktif menulis di beberapa jurnal nasional dan Internasional.

Asyraf Furqan



Penulis Menamatkan pendidikan Menengah Atas tahun 2017 dan melanjutkan S1 di Universitas Syiah Kuala, saat ini sedang duduk di bangku perkuliahan tepatnya pada program studi Kehutanan. Selain kuliah penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan penelitian bersama di Prodi Kehutanan dan juga aktif di keorganisasian

Susanti Br Perangin-angin, SKM., M.Kes



Penulis lahir di Kabanjahe, Sumatera Utara, 16 Agustus 1973. Tamatan SMA Negeri 1 Kabanjahe tahun 1992 dan masuk PAMSKL Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Tahun 2004 mendapat beasiswa melanjutkan ke S1 ke Fakultas Kesehatan Masyarakat Jurusan Epidemiologi USU dan pada tahun 2010 juga mendapat beasiswa sehingga penulis melanjutkan Pendidikan ke FKM Universitas Sumatera Utara dan selesai pada tahun 2012. Pekerjaan sebagai PNS pada tahun 1999 dan mengajar sejak tahun 2006 sampai sekarang dan bekerja di Poltekkes Kemenkes Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan sampai sekarang dan pernah menjabat sebagai pengelola akademik dan pengelola yang lain dan diangkat sebagai Kaprodi Sarjana Terapan Sanitasi Lingkungan selain sebagai dosen tetap (2018-2022). Jabatan sekarang sebagai dosen tetap dan Pengelola Kemahasiswaan dan Penjaminan Mutu. Aktif melakukan kegiatan

penelitian dan kegiatan pengabdian masyarakat dan terbit di berbagai jurnal baik nasional maupun internasional. Mengikuti beberapa organisasi seperti organisasi HAKLI (Himpunan Ahli Kesehatan Lingkungan Indonesia), FOPI (Federasi Olahraga Petanque Indonesia) dll. Pernah mengikuti lebih dari 50 seminar baik online maupun luring dan pertemuan ilmiah di dalam negeri dan menulis beberapa tulisan di beberapa buku. Dan mendapatkan beberapa HAKI baik penelitian dan buku.

Heny Ekawati Haryono, S.Pd., M.Pd



Penulis lahir di Lamongan pada 22 Januari 1991. Prestasi yang telah di dapat antara lain: Asesor BANPAUD dan PNF, Fasilitator Sekolah Penggerak, Pengajar Diklat LPD, Dosen terbaik. Penelitian yang telah dilakukan antara lain: 1) Penelitian Dosen Pemula Tahun 2018 “Pengembangan LKS IPA Dengan Strategi Konflik Kognitif Untuk Mereduksi Miskonsepsi Kalor Siswa SMP. 2) Penelitian Kerjasama Perguruan Tinggi Tahun 2020 “Pengembangan Dan Implementasi Bahan Ajar Komprehensif Melalui Model Pembelajaran Kooperatif TGT Dengan Strategi Konflik Kognitif Untuk Mereduksi Miskonsepsi Kalor Bagi Siswa-Siswi Di SMP Sekabupaten Lamongan”. 3) Penelitian Kerjasama Perguruan Tinggi Tahun 2021 “Pengembangan Dan Implementasi Bahan Ajar Komprehensif Melalui Model Pembelajaran Kooperatif TGT Dengan Strategi Konflik Kognitif Untuk Mereduksi Miskonsepsi Kalor Bagi Siswa-Siswi Di SMP Sekabupaten Lamongan”. 4) Penelitian Kerjasama – Dalam Negeri Tahun 2023 “Pengembangan Dan Implementasi Pembelajaran Kolaborasi Berbasis E-Learning (KABEL) Untuk Mereduksi Miskonsepsi Kalor Siswa SMA Di Jawa Timur Pada Era Merdeka Belajar”. Buku yang sudah diterbitkan antara lain : 1) Kimia Dasar, 2) Kalor.

ILMU ALAMIAH

Dasar

Manusia memiliki kekhasan atau perbedaan yang sangat mencolok dari makhluk lainnya, terutama dalam dua hal, yaitu manusia diberi Sang Pencipta suatu kemampuan penalaran dalam kegiatan berpikir dengan memanfaatkan akalNya dan adanya kekhasan fisik yang dijadikanNya paling sempurna di antara makhluk lainnya. Esensi dari Ilmu Alamiah Dasar yang merupakan bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam adalah mempelajari tentang fenomena alam semesta. Ruang lingkup ilmu alamiah dasar mencakup alam semesta dan sistem tata surya. Melalui Ilmu Alamiah Dasar, kita dapat mempelajari secara lebih luas mengenai alam semesta beserta isinya (tata surya dan bumi) yang saling berkaitan. Perkembangan keilmuan saat ini tentunya didasari oleh metode keilmuan sebagai suatu cara di dalam memperoleh ilmu atau pengetahuan baru.

Oleh karenanya, metode keilmuan dalam hal tertentu dipandang pula sebagai sebuah teori pengetahuan yang dipergunakan untuk memperoleh jawaban-jawaban tertentu mengenai suatu permasalahan atau pernyataan. Untuk itu pula, dalam upaya mendalami ilmu sebagai pengetahuan yang tersusun secara sistematis sehingga dapat dipahami bahwa pengetahuan merupakan isi substantif yang terkandung dalam ilmu, maka diperlukan prosedur keilmuan yang merupakan metode keilmuan yang tidak hanya mencakup aspek pengamatan (observasi) atau percobaan (eksperimen), namun terkait pula dengan aspek analisis, pemerian (uraian), penggolongan (klasifikasi), pengukuran, perbandingan, pengujian, dan survei.

ISBN 978-623-459-584-0



9 786234 595840