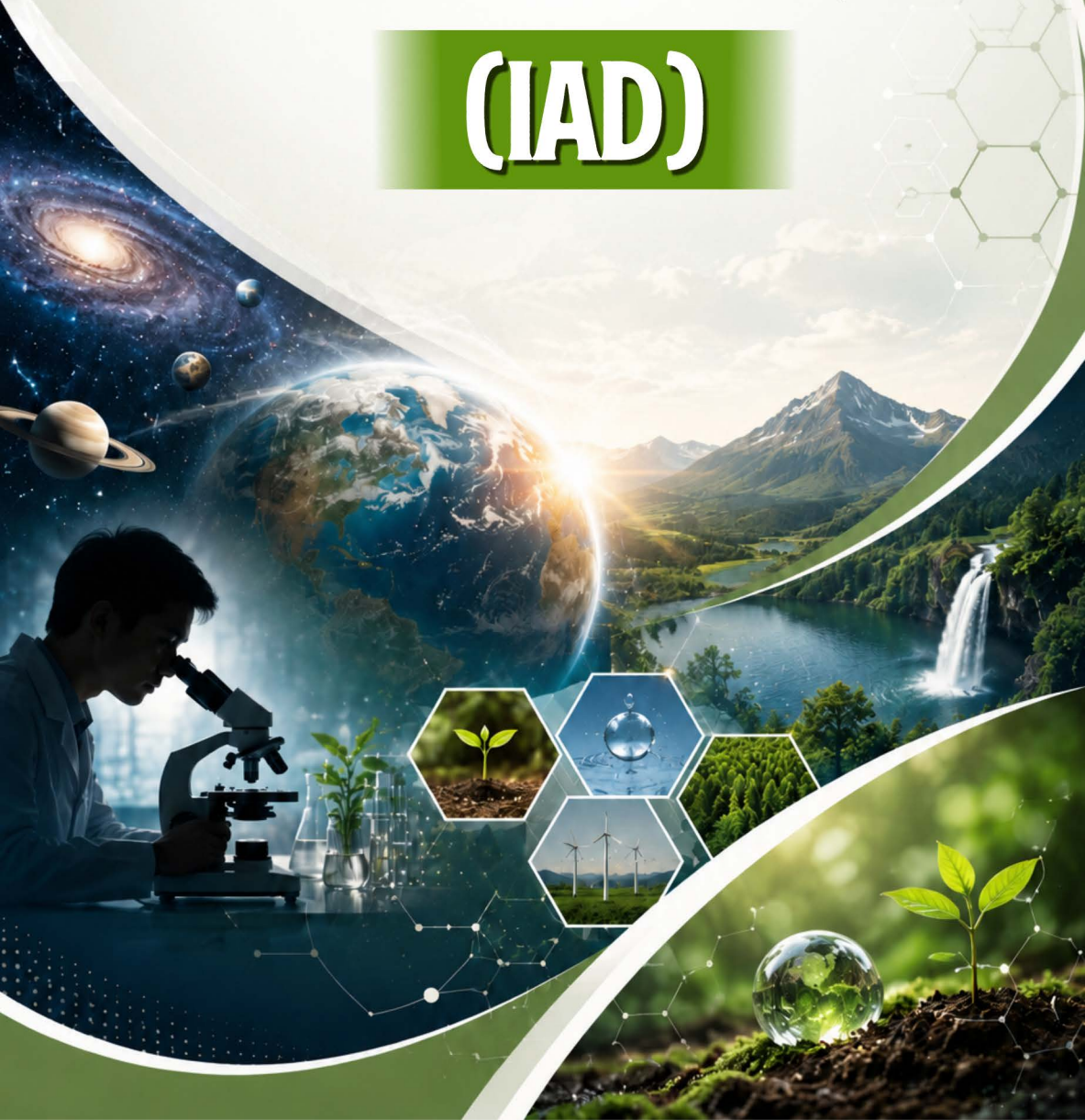


Dr. Agil Saeni, S.Hut., M.Si
Fajrianto Saeni, S.Hut., M.P



Ilmu **ALAMIAH DASAR** **(IAD)**



Ilmu **ALAMIAH DASAR** **(IAD)**

Dr. Agil Saeni, S.Hut., M.Si
Fajrianto Saeni, S.Hut., M.P

ILMU ALAMIAH DASAR (IAD)

Penulis:

Dr. Agil Saeni, S.Hut., M.Si
Fajrianto Saeni, S.Hut., M.P

Desain Cover:

Helmaria Ulfa

Sumber Ilustrasi:

www.freepik.com

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

Neneng Sri Wahyuni

ISBN:

978-634-317-352-6

Cetakan Pertama:

September, 2026

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. 519/JBA/2025

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)

Telepon (022) 87355370

PRAKATA

Buku ajar ini disusun sebagai respons atas kebutuhan mendesak untuk menjembatani pemahaman antara ilmu-ilmu alamiah dasar dengan disiplin ilmu sosial, khususnya Administrasi Publik. Di era kontemporer yang ditandai oleh krisis iklim, pandemi global, dan disrupsi teknologi, seorang administrator publik tidak lagi dapat memandang isu-isu kebijakan secara terisolasi dari fondasi ilmiahnya. Keputusan terkait pengelolaan sumber daya alam, kesehatan masyarakat, pembangunan infrastruktur, hingga transformasi digital menuntut pemahaman yang kuat tentang bagaimana alam semesta bekerja, dari skala partikel subatomik hingga dinamika ekosistem global. Buku ini dirancang untuk membekali mahasiswa dengan kerangka berpikir ilmiah yang sistematis, kritis, dan terstruktur. Tujuannya bukan untuk mencetak ilmuwan alam, melainkan untuk melahirkan para analis dan pengambil kebijakan yang mampu membuat keputusan berbasis bukti (evidence-based policy), memahami laporan teknis dari para ahli, dan merumuskan regulasi yang selaras dengan prinsip-prinsip keberlanjutan. Materi yang disajikan diadaptasi secara khusus untuk memberikan wawasan fundamental yang paling relevan bagi tantangan administrasi publik di abad ke-21.

KATA PENGANTAR

Kehadiran buku ajar Ilmu Alamiah Dasar (IAD) ini diharapkan dapat menjadi pemantik rasa ingin tahu dan pemikiran kritis bagi para mahasiswa. Penulis berharap buku ini tidak hanya menjadi bahan bacaan wajib untuk memenuhi kredit semester, melainkan menjadi kawan dalam perjalanan intelektual untuk memahami dunia secara lebih utuh. Semoga setiap bab yang tersaji mampu membuka cakrawala baru, menunjukkan betapa eratnya kaitan antara fenomena alam dengan struktur sosial dan kebijakan yang kita rancang. Penulis menyadari bahwa buku ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca, terutama dari rekan-rekan akademisi dan mahasiswa, sangat penulis harapkan untuk perbaikan di edisi mendatang. Ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril dan intelektual selama proses penyusunan buku ini, termasuk keluarga, kolega, dan para mahasiswa yang tanpa lelah menginspirasi melalui diskusi-diskusi di ruang kelas. Semoga buku ini membawa manfaat yang sebesar-besarnya bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan bangsa.

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
BAB 1: HAKIKAT DAN PENGERTIAN ILMU ALAMIAH DASAR	1
A. Pengantar Ilmu Alamiah Dasar	2
B. Tujuan dan Fungsi Pengajaran IAD	6
C. Sejarah Perkembangan Pola Pikir Manusia	10
BAB 2: PERKEMBANGAN PENALARAN DAN METODE ILMIAH.....	15
A. Hakikat Penalaran Manusia	16
B. Metode Ilmiah Sebagai Dasar Pengenalan IPA	19
C. Sikap Ilmiah dan Etika Keilmuan.....	24
BAB 3: TERBENTUKNYA ALAM SEMESTA DAN TATA SURYA	29
A. Teori Terbentuknya Alam Semesta	30
B. Struktur dan Teori Terbentuknya Tata Surya	34
C. Pengamatan Benda-Benda Antariksa	37
BAB 4: BUMI SEBAGAI PLANET DAN	
KELAYAKANNYA BAGI KEHIDUPAN	43
A. Karakteristik Fisik Bumi dan Struktur Lapisannya	44
B. Dinamika Gerak Bumi dan Bulan	47
C. Kondisi Lingkungan Bumi yang Mendukung Hidup	50
BAB 5: ENERGI DAN PERUBAHAN MATERI-ENERGI	55
A. Klasifikasi Bentuk-Bentuk Energi	56
B. Perubahan Materi dan Konversi Energi.....	59
C. Masalah Konsumsi Energi Fosil Konvensional	63
BAB 6: ASAL MULA KEHIDUPAN DI BUMI	67
A. Perkembangan Teori Asal Mula Kehidupan	67
1. Teori Generatio Spontanea (Abiogenesis) Klasik	69
2. Teori Biogenesis	
(Eksperimen Francesco Redi dan Louis Pasteur)	70
3. Teori Evolusi Kimia Modern (Hipotesis Oparin-Haldane)	71
BAB 7: STRUKTUR SEL DAN PERKEMBANGBIAKAN MAKHLUK HIDUP	73
A. Konsep Sel Sebagai Satuan Terkecil Kehidupan	74
B. Mekanisme Pembelahan Sel	79
C. Pola Perkembangbiakan Makhluk Hidup	83
BAB 8: GEOGRAFI KEHIDUPAN DAN BIODEVERSITAS	87
A. Faktor Persebaran Makhluk Hidup (Biogeografi)	88

B. Persebaran Flora dan Fauna Dunia (Bioma)	92
C. Keunikan Keanekaragaman Hayati (Biodiversitas) Indonesia	95
BAB 9: EKOLOGI DAN KESEIMBANGAN LINGKUNGAN ALAM	101
A. Ruang Lingkup dan Konsep Dasar Ekologi	102
B. Hubungan Saling Ketergantungan (Interaksi Ekosistem)	106
C. Siklus Biogeokimia dan Keseimbangan Alam	110
BAB 10: PERAN DAN POSISI MANUSIA DALAM LINGKUNGAN HIDUP	115
A. Manusia Sebagai Pengelola Lingkungan	116
B. Dampak Negatif Aktivitas Manusia terhadap Ekosistem	120
C. Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development)	123
BAB 11: DAMPAK PERKEMBANGAN	
TEKNOLOGI TERHADAP MANUSIA	129
A. Sinergi Antara Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)	130
B. Dampak IPTEK terhadap Pemenuhan Kebutuhan Hidup	135
C. Dampak IPTEK terhadap Aspek Sosial, Ekonomi, dan Budaya	138
BAB 12: SUMBER DAYA NON-KONVENSIONAL,	
GENETIKA, DAN BIOTEKNOLOGI	143
A. Sumber Daya Energi Non-Konvensional (Terbarukan)	144
B. Sumber Daya Manusia dan Genetika Modern	148
C. Penerapan Bioteknologi Tradisional dan Modern	151
BAB 13: RUANG LINGKUP DAN KONSEP DASAR ILMU FISIKA	157
A. Pengantar Ruang Lingkup Ilmu Fisika	158
B. Aplikasi Hukum Fisika dalam Kehidupan Sehari-Hari	162
REFERENSI	167
SINOPSIS	179

BAB 1:

HAKIKAT DAN PENGERTIAN ILMU ALAMIAH DASAR

Pendahuluan

Pernakah Anda mempertanyakan mengapa pelangi selalu muncul setelah hujan dengan urutan warna yang sama, atau bagaimana sebuah virus yang tak kasat mata mampu melumpuhkan tatanan ekonomi global? Pertanyaan-pertanyaan semacam ini, yang berakar dari rasa ingin tahu fundamental manusia terhadap lingkungannya, merupakan gerbang menuju pemahaman Ilmu Alamiah Dasar. Disiplin ilmu ini bukanlah sekadar kumpulan fakta tentang planet, hewan, atau reaksi kimia. Lebih dari itu, IAD adalah sebuah cara pandang, sebuah metodologi sistematis untuk mengurai kompleksitas alam semesta melalui observasi, eksperimen, dan penalaran logis. Bagi seorang mahasiswa administrasi publik, pemahaman ini menjadi krusial. Kebijakan mengenai pengelolaan sampah di perkotaan, misalnya, akan jauh lebih efektif jika didasari oleh pemahaman tentang dekomposisi materi dan siklus biogeokimia, bukan hanya analisis sosial atau ekonomi semata.

Ilmu Alamiah Dasar, atau yang sering disebut *Basic Natural Science*, berfungsi sebagai fondasi pengetahuan yang memberikan konteks bagi hampir seluruh aktivitas manusia. Ilmu ini mengajak kita untuk bergerak melampaui penjelasan yang bersifat supranatural atau dogmatis menuju penjelasan yang dapat diuji dan diverifikasi kebenarannya. Dalam konteks pendidikan tinggi di Indonesia, IAD diposisikan sebagai bagian dari Mata Kuliah Dasar Umum (MKDU). Penempatan ini bukanlah tanpa alasan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa setiap lulusan sarjana, terlepas dari bidang keahlian utamanya, memiliki literasi sains yang memadai untuk berfungsi sebagai warga negara dan profesional yang bertanggung jawab di era modern (Donley, 2024). Literasi sains ini mencakup kemampuan untuk memahami isu-isu publik yang berkaitan dengan sains, seperti perubahan

BAB 2:

PERKEMBANGAN PENALARAN DAN METODE ILMIAH

Pendahuluan

Jika Bab 1 telah memetakan "apa" itu Ilmu Alamiah Dasar, maka Bab 2 ini akan membawa kita lebih dalam untuk memahami "bagaimana" pengetahuan ilmiah itu dibangun. Fondasi dari seluruh bangunan sains bukanlah teleskop canggih atau laboratorium megah, melainkan sesuatu yang jauh lebih mendasar, yaitu kemampuan manusia untuk bernalar. Penalaran adalah proses mental yang memungkinkan kita untuk bergerak dari satu atau lebih pernyataan yang kita ketahui (premis) menuju sebuah kesimpulan baru. Proses inilah yang membedakan manusia dari makhluk lain dan menjadi mesin penggerak di balik setiap penemuan, inovasi, dan terobosan dalam sejarah peradaban manusia. Tanpa penalaran yang terstruktur, pengamatan terhadap alam hanya akan menjadi kumpulan pengalaman acak yang tidak bermakna.

Dalam bab ini, kita akan membedah dua moda penalaran utama yang menjadi pilar berpikir ilmiah, yaitu penalaran deduktif dan induktif. Penalaran deduktif, dengan alur logikanya yang bergerak dari umum ke khusus, memberikan kepastian dan rigor dalam pembuktian. Sementara itu, penalaran induktif, yang bergerak dari pengamatan-pengamatan khusus menuju generalisasi, membuka pintu bagi penemuan-penemuan baru dan perumusan teori. Memahami perbedaan, kekuatan, dan kelemahan keduanya adalah langkah pertama untuk mengapresiasi bagaimana ilmuwan merangkai argumen dan membangun hipotesis. Hubungan antara rasa ingin tahu yang tak terbatas dengan logika berpikir yang disiplin inilah yang menjadi inti dari semangat ilmiah.

Selanjutnya, pembahasan akan berfokus pada puncak dari evolusi penalaran terstruktur, yaitu metode ilmiah. Metode ilmiah bukanlah sekadar serangkaian langkah kaku yang harus diikuti, melainkan sebuah

BAB 3:

TERBENTUKNYA ALAM SEMESTA DAN TATA SURYA

Pendahuluan

Setiap budaya dalam sejarah peradaban manusia telah bergulat dengan pertanyaan-pertanyaan paling fundamental: dari mana kita berasal, dan apa posisi kita di alam semesta yang maha luas ini? Pertanyaan-pertanyaan ini mendorong kita untuk melihat ke langit malam, mencoba mencari makna dalam kerlipan bintang yang tak terhitung jumlahnya. Dahulu, jawaban atas pertanyaan ini dirangkai dalam bingkai mitos dan legenda. Kini, melalui penalaran dan metode ilmiah yang telah kita bahas di bab sebelumnya, umat manusia telah membangun sebuah narasi kosmologis yang jauh lebih menakjubkan dan didukung oleh bukti-bukti pengamatan yang kuat. Narasi ini adalah kisah tentang asal-usul ruang, waktu, dan materi itu sendiri.

Bab ini akan membawa Anda dalam sebuah perjalanan melintasi skala ruang dan waktu yang sulit terbayangkan, dari momen pertama kelahiran alam semesta hingga terbentuknya lingkungan kosmik lokal kita, yaitu Tata Surya. Kita akan memulai dengan menjelajahi teori-teori utama yang mencoba menjelaskan asal-usul alam semesta. Fokus utama akan diberikan pada Teori Ledakan Dahsyat (*Big Bang*), yang saat ini menjadi model standar kosmologi karena didukung oleh tiga pilar bukti pengamatan yang kokoh. Kita juga akan meninjau teori-teori alternatif seperti Teori Keadaan Tetap untuk memahami bagaimana ide-ide ilmiah saling bersaing dan diuji oleh bukti.

Setelah memahami gambaran besar tentang alam semesta, kita akan memperkecil skala penjelajahan kita untuk fokus pada "halaman belakang" kosmik kita, Tata Surya. Bagaimana Matahari, planet-planet, dan benda-benda langit lainnya terbentuk dari awan gas dan debu raksasa? Kita akan mengkaji hipotesis-hipotesis dominan yang mencoba menjawab pertanyaan

BAB 4:

BUMI SEBAGAI PLANET DAN KELAYAKANNYA BAGI KEHIDUPAN

Pendahuluan

Setelah melakukan perjalanan ke masa lalu untuk menyaksikan kelahiran alam semesta dan Tata Surya, kini kita akan memusatkan lensa kita pada satu titik biru pucat di tengah keheningan kosmik, satu-satunya rumah yang kita kenal, yaitu planet Bumi. Mengapa di antara miliaran planet yang mungkin ada di galaksi kita, kehidupan yang kompleks dan berkesadaran sejauh ini hanya kita temukan di sini? Jawaban atas pertanyaan ini tidak terletak pada satu faktor tunggal, melainkan pada sebuah orkestrasi yang sangat rumit dari berbagai kondisi fisik, kimiawi, dan dinamis yang secara kebetulan berpadu secara sempurna. Memahami orkestrasi ini bukan lagi sekadar ranah keingintahuan para astronom, melainkan telah menjadi sebuah keharusan bagi para perencana dan administrator publik.

Bab ini akan membedah planet Bumi dari tiga perspektif fundamental. Pertama, kita akan menyelami struktur internal dan eksternal Bumi, memperlakukannya sebagai sebuah sistem yang terintegrasi. Kita akan mengupas lapisan-lapisan pelindung atmosfer yang menjaga kita dari ancaman angkasa luar, menjelajahi dinamika kerak bumi (litosfer) yang terus bergerak dan membentuk daratan, serta mengikuti siklus tanpa akhir dari air (hidrosfer) yang menjadi urat nadi kehidupan. Memahami cara kerja sistem-sistem ini adalah prasyarat untuk merumuskan kebijakan yang efektif dalam mitigasi bencana, pengelolaan sumber daya air, dan perencanaan tata ruang.

Selanjutnya, kita akan mundur sejenak untuk melihat Bumi sebagai sebuah benda langit yang dinamis, menari dalam tarian gravitasi bersama Bulan dan Matahari. Gerak rotasi Bumi pada porosnya yang menciptakan siklus siang dan malam, serta gerak revolusinya mengelilingi Matahari yang

BAB 5:

ENERGI DAN PERUBAHAN MATERI-ENERGI

Pendahuluan

Jika bab sebelumnya telah membedah "bahan" dasar penyusun alam semesta, yaitu materi, maka bab ini akan membahas konsep yang tak terpisahkan darinya, yaitu energi. Energi adalah konsep yang ada di mana-mana namun secara inheren abstrak. Kita tidak dapat menyentuh atau menimbang energi, tetapi kita dapat mengamati dan mengukur efeknya di mana-mana, mulai dari kehangatan sinar matahari di kulit kita, gerakan mobil di jalan raya, hingga proses berpikir yang terjadi di dalam otak kita. Energi adalah mata uang universal alam semesta; ia adalah penggerak di balik setiap perubahan dan setiap proses yang terjadi. Tanpa energi, materi hanyalah substansi yang diam dan inert.

Bagi seorang mahasiswa administrasi publik, energi bukanlah sekadar konsep fisika, melainkan pilar utama yang menopang seluruh struktur masyarakat modern. Kebijakan ekonomi, keamanan nasional, kesehatan masyarakat, dan stabilitas lingkungan semuanya sangat bergantung pada bagaimana kita memproduksi, mendistribusikan, dan mengonsumsi energi. Keputusan untuk membangun pembangkit listrik tenaga nuklir, memberikan subsidi untuk kendaraan listrik, atau menetapkan standar emisi industri adalah keputusan-keputusan kebijakan energi dengan implikasi yang sangat luas. Oleh karena itu, memahami prinsip-prinsip dasar energi bukan lagi sebuah kemewahan, melainkan sebuah kebutuhan fundamental bagi para perumus kebijakan yang kompeten.

Perjalanan kita dalam bab ini akan dimulai dengan mengurai konsep energi itu sendiri. Kita akan belajar mengklasifikasikan berbagai bentuknya yang tampak berbeda-beda, dari energi gerak (kinetik) hingga energi yang tersimpan dalam ikatan kimia (kimia). Kita akan menemukan sebuah prinsip yang sangat kuat dan universal yang mengatur semua interaksi energi, yaitu Hukum Kekekalan Energi, yang menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya dapat berubah bentuk. Prinsip ini

BAB 6:

ASAL MULA KEHIDUPAN DI BUMI

Pendahuluan

Kita telah menjelajahi asal-usul alam semesta, formasi Tata Surya, dan kondisi-kondisi unik yang menjadikan Bumi sebuah planet layak huni. Kini, kita tiba pada salah satu pertanyaan paling mendalam dan menantang dalam seluruh ilmu pengetahuan: bagaimana kehidupan itu sendiri bermula dari materi tak hidup? Pertanyaan ini telah memikat para filsuf, teolog, dan ilmuwan selama berabad-abad. Dahulu, kemunculan kehidupan dari benda mati dianggap sebagai peristiwa biasa yang dapat diamati sehari-hari. Kini, sains modern memandang asal mula kehidupan sebagai sebuah peristiwa transisi yang luar biasa kompleks.

Bab ini akan membawa kita menyelami topik yang menjadi fondasi dari seluruh ilmu biologi modern: asal mula kehidupan. Kita akan menelusuri perkembangan historis pemikiran tentang bagaimana kehidupan pertama kali muncul. Perjalanan ini akan membawa kita dari ide kuno tentang generasi spontan (*Generatio Spontanea*), di mana organisme diyakini dapat muncul begitu saja dari materi tak hidup, menuju pembuktian ilmiah yang elegan melalui eksperimen Redi dan Pasteur yang menetapkan prinsip Biogenesis, bahwa kehidupan hanya berasal dari kehidupan sebelumnya. Paradoks ini kemudian dijawab oleh hipotesis evolusi kimia modern, yang mengusulkan bahwa kehidupan pertama memang berasal dari materi tak hidup, tetapi bukan melalui proses sederhana, melainkan melalui serangkaian reaksi kimia kompleks selama jutaan tahun di kondisi Bumi purba.

A. PERKEMBANGAN TEORI ASAL MULA KEHIDUPAN

Pertanyaan tentang asal mula kehidupan, atau abiogenesis, telah menjadi pusat spekulasi dan penyelidikan ilmiah selama berabad-abad. Bagaimana transisi dari dunia non-biologis yang terdiri dari molekul-molekul sederhana menjadi dunia biologis yang dicirikan oleh sel-sel yang

BAB 7:

STRUKTUR SEL DAN PERKEMBANGBIAKAN MAKHLUK HIDUP

Pendahuluan

Setelah menelusuri narasi agung evolusi kehidupan dalam skala waktu geologis, kini saatnya kita memperbesar fokus kita ke unit fundamental yang menjadi dasar dari semua drama evolusioner tersebut, yaitu sel. Sel adalah unit struktural, fungsional, dan biologis terkecil dari semua organisme hidup yang diketahui. Ia adalah titik temu di mana dunia molekul-molekul tak hidup dari ilmu kimia bertransisi menjadi properti emergent yang kita sebut "kehidupan". Setiap organisme, dari bakteri bersel tunggal yang paling sederhana hingga manusia yang terdiri dari triliunan sel, beroperasi berdasarkan prinsip-prinsip yang diatur di dalam batas-batas mikroskopis ini.

Memahami sel adalah memahami mesin kehidupan itu sendiri. Di dalam membran sel yang tipis, berlangsung sebuah simfoni aktivitas yang sangat terorganisir. Informasi genetik yang menyandikan seluruh cetak biru organisme disimpan, ditranskripsi, dan diterjemahkan. Energi dari makanan diubah menjadi mata uang energi universal yang dapat digunakan. Protein-protein kompleks disintesis, dilipat, dan dikirim ke tujuan spesifiknya. Seluruh proses ini diatur oleh jaringan umpan balik dan mekanisme kontrol yang presisi, menjadikannya sistem otonom yang jauh lebih canggih daripada pabrik buatan manusia mana pun.

Bab ini akan memandu Anda masuk ke dalam dunia sel yang menakjubkan. Kita akan memulai dengan mengkaji konsep sel itu sendiri, menelusuri kembali momen penemuannya yang membuka era baru dalam biologi dan membedah postulat-postulat Teori Sel yang menjadi landasan ilmu hayat modern. Kita akan belajar tentang dua cetak biru sel yang fundamental, yaitu sel prokariotik yang lebih sederhana dan sel eukariotik yang lebih kompleks dan terkompartementalisasi, yang menjadi dasar bagi

BAB 8:

GEOGRAFI KEHIDUPAN DAN BIODEVERSITAS

Pendahuluan

Mengapa kanguru hanya ditemukan secara alami di Australia, sementara beruang kutub hanya menghuni wilayah Arktik? Mengapa pohon kelapa tumbuh subur di pesisir tropis tetapi tidak akan pernah ditemukan di puncak pegunungan Alpen? Pertanyaan-pertanyaan mengenai "siapa" tinggal di "mana" dan "mengapa" ini adalah inti dari biogeografi, sebuah cabang ilmu yang menjembatani biologi dan geografi. Setelah kita memahami bagaimana kehidupan berevolusi dan bagaimana organisme berinteraksi dalam skala lokal, kini saatnya kita memperluas pandangan kita untuk memahami pola-pola distribusi kehidupan dalam skala planet. Pola-pola ini bukanlah hasil dari kebetulan, melainkan cerminan dari interaksi yang kompleks antara sejarah evolusi suatu spesies dengan sejarah geologis dan iklim planet Bumi.

Bidang kajian ini memiliki relevansi yang sangat mendesak bagi para administrator publik. Kebijakan konservasi keanekaragaman hayati, misalnya, harus didasarkan pada pemahaman tentang jangkauan alami suatu spesies dan koridor-koridor geografis yang dibutuhkannya untuk migrasi. Perencanaan tata ruang dan analisis dampak lingkungan dari proyek-proyek pembangunan besar harus mempertimbangkan bagaimana proyek tersebut dapat menjadi penghalang bagi persebaran flora dan fauna. Bahkan kebijakan pertanian dan ketahanan pangan sangat bergantung pada pemahaman tentang faktor-faktor iklim dan tanah yang menentukan jenis tanaman apa yang dapat tumbuh subur di suatu wilayah.

Bab ini akan memandu Anda dalam menjelajahi geografi kehidupan di Bumi. Kita akan memulai dengan mengidentifikasi faktor-faktor abiotik dan biotik yang menjadi penentu utama dalam persebaran makhluk hidup. Kita akan mempelajari bagaimana iklim, jenis tanah, dan bentang alam seperti pegunungan atau lautan bertindak sebagai filter yang memungkinkan beberapa spesies untuk berkembang sementara menghalangi spesies lain.

BAB 9:

EKOLOGI DAN KESEIMBANGAN LINGKUNGAN ALAM

Pendahuluan

Tidak ada satu pun organisme di planet ini yang hidup dalam isolasi total. Setiap makhluk hidup, dari bakteri terkecil hingga pohon terbesar, adalah bagian dari sebuah jaringan interaksi yang sangat rumit dengan lingkungannya, baik dengan sesama makhluk hidup maupun dengan dunia fisik di sekitarnya. Studi tentang "rumah tangga alam" ini, yaitu tentang bagaimana organisme berinteraksi satu sama lain dan dengan lingkungan abiotiknya, adalah inti dari ilmu ekologi. Ekologi membawa kita keluar dari studi tentang individu organisme untuk melihat gambaran yang lebih besar, yaitu bagaimana sistem-sistem kehidupan diorganisir, berfungsi, dan mempertahankan diri.

Bagi seorang administrator publik, prinsip-prinsip ekologi bukanlah lagi sekadar pengetahuan tambahan, melainkan telah menjadi kerangka kerja yang esensial. Kebijakan pengelolaan sumber daya alam yang efektif harus didasarkan pada pemahaman tentang bagaimana ekosistem berfungsi, bukan pada eksploitasi komponen-komponennya secara terpisah. Keputusan untuk mengizinkan penebangan hutan, misalnya, tidak bisa hanya dilihat dari nilai ekonomis kayu; ia harus mempertimbangkan dampak hilangnya peran hutan tersebut dalam mengatur siklus air, mencegah erosi, dan menjadi rumah bagi ribuan spesies lain. Ekologi mengajarkan kita untuk berpikir secara sistemik, memahami bahwa setiap tindakan memiliki serangkaian konsekuensi yang menyebar melalui jaringan kehidupan.

Dalam bab ini, kita akan membedah prinsip-prinsip dasar ekologi. Perjalanan kita akan dimulai dengan mendefinisikan ruang lingkup ilmu ini dan mempelajari tingkatan-tingkatan organisasi di mana para ekolog bekerja, dari populasi satu spesies hingga keseluruhan biosfer. Kita akan

BAB 10:

PERAN DAN POSISI MANUSIA DALAM LINGKUNGAN HIDUP

Pendahuluan

Dalam seluruh narasi sejarah kehidupan di Bumi yang telah kita telusuri, tidak pernah ada satu spesies pun yang memiliki kapasitas untuk mengubah seluruh biosfer sebesar dan secepat *Homo sapiens*. Spesies kita, melalui kecerdasan, teknologi, dan organisasi sosialnya, telah bertransisi dari sekadar menjadi salah satu komponen dalam jaring-jaring makanan menjadi kekuatan geologis dominan di planet ini. Era saat ini bahkan telah diusulkan oleh banyak ilmuwan untuk disebut sebagai Antroposen, atau "Zaman Manusia", sebuah periode di mana aktivitas manusialah yang menjadi pendorong utama perubahan pada sistem-sistem fundamental Bumi, mulai dari iklim hingga siklus biogeokimia. Peran baru yang luar biasa ini membawa serta tanggung jawab yang juga luar biasa besarnya.

Bab ini akan membawa kita pada sebuah refleksi kritis mengenai peran dan posisi manusia dalam lingkungan hidup. Kita tidak lagi hanya menjadi pengamat sistem-sistem ekologi, tetapi telah menjadi manajer, pengelola, dan seringkali, perusak dari sistem-sistem tersebut. Perdebatan mengenai bagaimana kita seharusnya menjalankan peran ini adalah salah satu perdebatan paling penting di abad ke-21, yang merentang dari diskusi filosofis di ruang seminar hingga negosiasi tingkat tinggi dalam konferensi iklim PBB. Keputusan-keputusan yang kita ambil hari ini akan menentukan kondisi planet bagi generasi-generasi yang akan datang.

Perjalanan kita akan dimulai dengan mengkaji hubungan manusia dengan alam dari perspektif filosofis dan budaya. Kita akan melihat bagaimana manusia bukan hanya entitas yang memengaruhi alam, tetapi juga sangat bergantung padanya dalam sebuah hubungan timbal balik yang rumit. Kita akan membedah berbagai kerangka etika lingkungan yang memandu tindakan kita, mulai dari pandangan yang berpusat pada manusia

BAB 11:

DAMPAK PERKEMBANGAN TEKNOLOGI TERHADAP MANUSIA

Pendahuluan

Ilmu pengetahuan dan teknologi, atau yang lebih dikenal sebagai IPTEK, adalah dua kekuatan kembar yang telah menjadi mesin penggerak utama di balik perubahan peradaban manusia. Jika ilmu pengetahuan adalah upaya sistematis untuk memahami cara kerja alam semesta, maka teknologi adalah aplikasi dari pemahaman tersebut untuk menciptakan alat, teknik, dan sistem yang dapat memecahkan masalah atau memenuhi kebutuhan manusia. Hubungan keduanya tidaklah searah, melainkan sebuah jalinan sinergis yang saling memperkuat. Penemuan-penemuan ilmiah yang fundamental seringkali membuka jalan bagi teknologi-teknologi baru yang revolusioner, dan sebaliknya, pengembangan teknologi baru (seperti komputer atau teleskop antariksa) memungkinkan para ilmuwan untuk mengajukan pertanyaan dan menemukan jawaban yang sebelumnya tak terbayangkan.

Bab ini akan membawa kita untuk mengkaji dampak dari perkembangan IPTEK yang begitu pesat terhadap berbagai aspek kehidupan manusia. Perjalanan ini sangat relevan bagi mahasiswa administrasi publik, karena hampir tidak ada satu pun domain kebijakan yang tidak tersentuh oleh disrupsi teknologi. Regulasi *e-commerce*, transisi menuju energi terbarukan, pengelolaan data pribadi warga negara, hingga etika penggunaan kecerdasan buatan adalah beberapa contoh isu kebijakan kontemporer yang menuntut pemahaman mendalam tentang hubungan antara teknologi dan masyarakat. Mengelola dampak teknologi adalah salah satu tugas utama dari tata kelola pemerintahan di abad ke-21.

Kita akan memulai dengan membedah sinergi antara sains dan teknologi itu sendiri. Dengan melihat kembali sejarah lompatan besar dalam peradaban, terutama melalui lensa Revolusi Industri, kita akan

BAB 12:

SUMBER DAYA NON-KONVENSIONAL, GENETIKA, DAN BIOTEKNOLOGI

Pendahuluan

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan keterbatasan dan dampak negatif dari sumber daya konvensional yang telah kita bahas di bab-bab sebelumnya, umat manusia kini berada di tengah-tengah pencarian intensif terhadap solusi-solusi inovatif untuk menopang peradaban di masa depan. Pencarian ini berlangsung di dua fron utama yang akan menjadi fokus dari bab ini. Fron pertama adalah revolusi energi, yaitu pergeseran dari ketergantungan pada bahan bakar fosil menuju sumber-sumber daya energi non-konvensional yang lebih bersih dan berkelanjutan. Fron kedua adalah revolusi biologis, yang didorong oleh pemahaman kita yang semakin mendalam tentang kode genetik kehidupan, yang melahirkan bidang-bidang transformatif seperti genetika modern dan bioteknologi.

Bab ini akan membawa kita ke garis depan ilmu pengetahuan dan teknologi, menjelajahi inovasi-inovasi yang memiliki potensi untuk secara fundamental mengubah cara kita memberi daya pada masyarakat dan memanipulasi dunia biologis. Bagi seorang mahasiswa administrasi publik, topik-topik ini bukanlah fiksi ilmiah, melainkan realitas kebijakan yang semakin mendesak. Merancang grid listrik yang dapat mengintegrasikan sumber energi terbarukan yang intermiten, menetapkan kerangka regulasi untuk keamanan pembangkit listrik tenaga nuklir, menyusun aturan pelabelan untuk makanan hasil rekayasa genetika, dan mengatur batasan-batasan etis untuk terapi gen adalah tantangan-tantangan nyata yang dihadapi oleh pemerintah di seluruh dunia saat ini.

Perjalanan kita akan dimulai dengan mengeksplorasi lanskap sumber daya energi non-konvensional. Kita akan mempelajari bagaimana kita dapat memanfaatkan kekuatan Matahari, angin, panas dari inti Bumi, dan bahan-

BAB 13:

RUANG LINGKUP DAN KONSEP DASAR ILMU FISIKA

Pendahuluan

Sejauh ini, perjalanan kita telah menjelajahi asal-usul kosmos, planet yang kita huni, serta kerumitan dunia kehidupan dari tingkat sel hingga ekosistem. Sekarang, kita akan mengambil langkah mundur untuk mempelajari "aturan-aturan main" paling fundamental yang mengatur semua interaksi tersebut. Aturan-aturan inilah yang menjadi ranah kajian ilmu fisika. Fisika adalah upaya manusia untuk memahami prinsip-prinsip dasar yang mengatur materi, energi, ruang, dan waktu. Dari gerakan sebuah planet di orbitnya hingga interaksi partikel di dalam sebuah *chip* komputer, semuanya beroperasi di bawah yurisdiksi hukum-hukum fisika.

Bagi seorang mahasiswa administrasi publik, mempelajari fisika mungkin terasa seperti sebuah lompatan konseptual yang jauh. Namun, relevansinya tersembunyi di depan mata, terjalin dalam struktur masyarakat modern yang kita kelola. Mengapa standar keselamatan mobil mewajibkan adanya sabuk pengaman dan kantong udara? Jawabannya ada pada Hukum Newton tentang inersia. Bagaimana sebuah bendungan raksasa dapat menahan tekanan air yang luar biasa besar? Prinsip-prinsip hidrostatis memberikan jawabannya. Bagaimana data dalam jumlah masif dapat dikirimkan melintasi samudra dalam sekejap mata? Keajaiban serat optik, yang beroperasi berdasarkan prinsip-prinsip optika, adalah kuncinya.

Bab ini akan berfungsi sebagai pengantar yang ringkas namun fundamental ke dalam dunia fisika. Kita tidak akan menyelami matematika yang rumit, melainkan berfokus pada pemahaman konseptual dari prinsip-prinsip utamanya. Kita akan memulai dengan mendefinisikan ruang lingkup fisika itu sendiri, melihatnya sebagai fondasi di mana ilmu-ilmu lain seperti kimia dan biologi dibangun. Memahami posisi fundamental ini membantu

REFERENSI

- Abas, N., Kalair, A., & Khan, N. (2022). Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, 137, 102919. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.102919>
- Adli, M. (2018). The CRISPR tool kit for genome editing and beyond. *Nature Communications*, 9(1), 1911. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04252-2>
- Alarcon, D. A. U., Talavera-Mendoza, F., Paucar, F. H. R., Caceres, K. S. C., & Viza, R. M. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: a systematic review. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1170487>
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2022). *Molecular biology of the cell* (7th ed.). W. W. Norton & Company.
- Alloway, B. J. (2021). *Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability* (3rd ed., Reprint). Springer.
- Araya, D. (2022). *Augmented humanity: How technology is shaping the new reality*. Emerald Group Publishing.
- Archibald, S. (2022). The ecology of savanna ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 53, 473-496. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102220-101416>
- Atkins, P., de Paula, J., & Keeler, J. (2018). *Atkins' Physical Chemistry* (11th ed.). Oxford University Press.
- Ball, P. (2021). *The ingredients: A guided tour of the elements*. Oxford University Press.
- Barnum, K. J., & O'Connell, M. J. (2022). The control of the cell cycle. *Methods in Molecular Biology*, 2415, 1-27. https://doi.org/10.1007/978-1-0716-1901-3_1
- Baum, D. A., Peng, Z., Dolson, E. L., Smith, E., Plum, A. M., & Gagrani, P. (2023). The ecology–evolution continuum and the origin of life. *Journal of the Royal Society Interface*, 20(202), 20230346. <https://doi.org/10.1098/rsif.2023.0346>
- Begon, M., Howarth, R. W., & Townsend, C. R. (2020). *Ecology: From individuals to ecosystems* (5th ed.). Wiley-Blackwell.
- Berche, P. (2022). Louis Pasteur: A visionary of science and medicine. *Microbes and Infection*, 24(1), 104883. <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2021.104883>

- Berg, J. M., Tymoczko, J. L., & Gatto Jr, G. J. (2019). *Stryer's Biochemistry* (9th ed.). W. H. Freeman.
- Berkes, F. (2021). *Sacred ecology: Traditional ecological knowledge and resource management* (4th ed.). Routledge.
- BIPM. (2019). *The International System of Units (SI)* (9th ed.). Bureau International des Poids et Mesures. <https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/>
- Bohr, N. (2021). On the constitution of atoms and molecules. In *Niels Bohr: A Centenary Volume* (pp. 161-198). Harvard University Press.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils* (15th ed.). Pearson.
- Breeze, P. (2019). *Energy conversion and storage*. Academic Press.
- Bridge, G., & Le Billon, P. (2021). *Oil* (3rd ed.). Polity Press.
- Bronstein, J. L. (Ed.). (2015). *Mutualism*. Oxford University Press.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., & Stoltzfus, M. E. (2021). *Chemistry: The central science* (14th ed.). Pearson.
- Brusatte, S. L. (2018). *The rise and fall of the dinosaurs: A new history of a lost world*. William Morrow.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W. W. Norton & Company.
- Bunn, M. (2021). Rethinking nuclear energy. *Daedalus*, 150(1), 146-159. https://doi.org/10.1162/daed_a_01838
- Cai, Y. F., Cattoën, C., & Ravanpak, A. (2023). Big Bang theory. *Scholarpedia*, 18(2), 55581. <https://doi.org/10.4249/scholarpedia.55581>
- Cairney, P. (2021). *The politics of evidence-based policymaking*. Palgrave Macmillan.
- Callaghan, T. V., Cazzolla Gatti, R., & Phoenix, G. K. (2021). The tundra biome. In *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00091-6>
- Callicott, J. B. (2020). *Thinking like a planet: The land ethic and the Earth ethic*. Oxford University Press.
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2021). *Campbell Biology* (12th ed.). Pearson.
- Carroll, S. M. (2019). *Something deeply hidden: Quantum worlds and the emergence of spacetime*. Dutton.

- Castells, M. (2011). *The rise of the network society* (2nd ed., with a new preface). Wiley-Blackwell.
- Cengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2018). *Fluid mechanics: Fundamentals and applications* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2019). *Thermodynamics: An engineering approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Chapin III, F. S., Matson, P. A., & Vitousek, P. M. (2012). *Principles of terrestrial ecosystem ecology* (2nd ed.). Springer.
- Cheeseman, I. M. (2022). The kinetochore: A finely tuned force-generating machine. *Journal of Cell Biology*, 221(7), e202204121. <https://doi.org/10.1083/jcb.202204121>
- Collins, F. S., & Gottlieb, S. (2023). The next 70 years of DNA: A conversation. *The New England Journal of Medicine*, 388(16), 1453-1455. <https://doi.org/10.1056/NEJMp2302826>
- Corlett, R. T., & Primack, R. B. (2021). *Tropical rain forests: An ecological and biogeographical comparison* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Coyne, J. A., & Orr, H. A. (2021). *Speciation* (2nd ed.). Sinauer Associates.
- Daily, G. C., Söderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P. R., ... & Walker, B. (2022). The value of nature and the nature of value. *Science*, 297(5583), 940-944.
- Dalton, J. (2021). *A new system of chemical philosophy*. Cambridge University Press.
- Darwin, C. (2020). *On the origin of species* (Annotated ed.). Harvard University Press.
- Desch, S. J. (2023). The Solar Nebula. *Elements*, 19(2), 85-90. <https://doi.org/10.2138/gselements.19.2.85>
- DiPippo, R. (2022). *Geothermal power plants: Principles, applications, case studies and environmental impact* (5th ed.). Elsevier.
- Donley, D. W. (2024). Teaching the Nature of Science Improves Scientific Literacy Among Students Not Majoring in STEM. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 22(2), A152–A157. <https://doi.org/10.59390/hrwl6927>
- Doudna, J. A., & Sternberg, S. H. (2017). *A crack in creation: Gene editing and the unthinkable power to control evolution*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Douglas, H. (2021). The social responsibilities of scientists. In S. O. Hansson & G. H. von Wright (Eds.), *The Cambridge Handbook of the Ethics of Science* (pp. 373-390). Cambridge University Press.

- Duckworth, A. L. (2016). *Grit: The power of passion and perseverance*. Scribner.
- Emden, M. (2021). Reintroducing “the” Scientific Method to Introduce Scientific Inquiry in Schools?. *Science & Education*, 30, 1037-1073. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00235-w>
- Emsley, J. (2019). *The elements of murder: A history of poison*. Oxford University Press.
- Erwin, D. H. (2021). The Great Dying: The end-Permian mass extinction. In *The Princeton Guide to Evolution* (pp. 209-214). Princeton University Press.
- Estes, J. A., Terborgh, J., Brashares, J. S., Power, M. E., Berger, J., Bond, W. J., ... & Wardle, D. A. (2011). Trophic downgrading of planet Earth. *Science*, 333(6040), 301-306.
- Falkowski, P., Quigg, A., Fenchel, T., & Raven, J. (2020). The microbial engines that drive Earth’s biogeochemical cycles. *Science*, 320(5879), 1034-1039.
- FAO & UNEP. (2020). *The State of the World’s Forests 2020. Forests, biodiversity and people*. Food and Agriculture Organization of the United Nations & United Nations Environment Programme. <https://doi.org/10.4060/ca8642en>
- Fletcher, K., & Tham, M. (2019). *Earth logic: Fashion, action, research*. Ilex Press.
- Folke, C. (2021). From social-ecological systems to the Anthropocene. *Ambio*, 50(10), 1801-1808. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01601-2>
- Ford, M. (2015). *Rise of the robots: Technology and the threat of a jobless future*. Basic Books.
- Fowler, C. M. R. (2020). *The solid earth: An introduction to global geophysics* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Fry, I. (2019). *The emergence of life on Earth: A historical and scientific overview*. CRC Press.
- Futuyma, D. J., & Kirkpatrick, M. (2017). *Evolution* (4th ed.). Sinauer Associates.
- Galloway, J. N., Leach, A. M., & Bleeker, A. (2021). The reactive nitrogen challenge. *Earth's Future*, 9(3), e2020EF001676. <https://doi.org/10.1029/2020EF001676>
- García-Carmona, A. (2023). Scientific Thinking and Critical Thinking in Science Education. *Science & Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s11191-023-00460-5>

- Gardner, J. P., Mather, J. C., Clampin, M., Doyon, R., Greenhouse, M. A., Hammel, H. B., ... & Wright, G. S. (2023). The James Webb Space Telescope. *Space Science Reviews*, 219(1), 4. <https://doi.org/10.1007/s11214-022-00958-2>
- Garnett, S. T., Burgess, N. D., Fa, J. E., Fernández-Llamazares, Á., Molnár, Z., Robinson, C. J., ... & Collier, N. (2018). A spatial overview of the global importance of Indigenous lands for conservation. *Nature Sustainability*, 1(7), 369-374. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0100-6>
- Gauthier, S., Bernier, P., Kuuluvainen, T., Shvidenko, A. Z., & Schepaschenko, D. G. (2015). Boreal forest health and global change. *Science*, 349(6250), 819-822. <https://doi.org/10.1126/science.aaa9092>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Giancoli, D. C. (2022). *Physics: Principles with applications* (8th ed.). Pearson.
- Gibson, D. J. (2019). *Grasses and grassland ecology*. Oxford University Press.
- Gilbert, S. F. (2022). *Developmental biology* (12th ed.). Sinauer Associates.
- Ginsburg, G. S., & Willard, H. F. (2021). *Genomic and personalized medicine* (3rd ed.). Elsevier.
- Gómez-Márquez, J. (2025). The Origin of Life and Cellular Systems: A Continuum from Prebiotic Chemistry to Biodiversity. *Life*, 15. <https://doi.org/10.3390/life15111745>
- Goosse, H., Berger, A., & Yin, Q. (2021). Modeling the climate of the last millennia. *Past Global Changes Magazine*, 29(1), 12-13. <https://doi.org/10.22498/pages.29.1.12>
- Gopnik, A. (2020). Childhood as a solution to explore-exploit tensions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375(1803), 20190502. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0502>
- Green, M. A. (2022). The future of solar cells. *Nature Energy*, 7(6), 468-469. <https://doi.org/10.1038/s41560-022-01046-2>
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., ... & Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1(2), e1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>

- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2020). *Fundamentals of physics* (11th ed.). Wiley.
- Harari, Y. N. (2018). *Sapiens: A brief history of humankind*. Vintage.
- Hau, E. (2021). *Wind turbines: Fundamentals, technologies, application, economics* (3rd ed.). Springer.
- Hecht, E. (2017). *Optics* (5th ed.). Pearson.
- Heinsohn, T. (2022). *The new natural history of a bird-of-paradise*. Princeton University Press.
- Hibbeler, R. C. (2021). *Engineering mechanics: Dynamics* (15th ed.). Pearson.
- Hilbeck, A., Binimelis, R., Defarge, N., Steinbrecher, R., Székács, A., Wickson, F., & Wynne, B. (2015). No scientific consensus on GMO safety. *Environmental Sciences Europe*, 27(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s12302-014-0034-1>
- Hobbie, R. K., & Roth, B. J. (2015). *Intermediate physics for medicine and biology* (5th ed.). Springer.
- Hutkins, R. W. (2018). *Microbiology and technology of fermented foods* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- IEA. (2023). *World Energy Outlook 2023*. International Energy Agency. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- IPES-Food. (2022). *Food-PRICE: A new framework for the political economy of food systems*. International Panel of Experts on Sustainable Food Systems.
- IRENA. (2023). *World Energy Transitions Outlook 2023*. International Renewable Energy Agency.
- Johansen, A., Pignatale, F. C., & Triaud, A. H. M. J. (2021). Planetsimal formation. In *From Dust to Planets* (pp. 55-88). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57182-1_3
- Kareiva, P. M. (2011). *Trophic cascades: The ecology of fear*. In *The Princeton Guide to Ecology* (pp. 281-287). Princeton University Press.
- Knight, R. D. (2021). *Physics for scientists and engineers: A strategic approach* (5th ed.). Pearson.
- Knoll, A. H. (2015). *Life on a young planet: The first three billion years of evolution on Earth* (2nd ed.). Princeton University Press.

- Kopparapu, R., Wolf, E. T., Arney, G., Batalha, N. E., Haqq-Misra, J., & Young, P. A. (2023). Habitable zones: A brief review. *Journal of the British Interplanetary Society*, 76, 186-198.
- Kriebel, D., Tickner, J., Epstein, P., Lemons, J., Levins, R., Loechler, E. L., ... & Stoto, M. (2021). The precautionary principle in environmental science. *Environmental Health Perspectives*, 109(9), 871-876.
- Lamarck, J. B. (2021). *Philosophie zoologique* (Classic Reprint). Forgotten Books.
- Lamarsh, J. R., & Baratta, A. J. (2018). *Introduction to nuclear engineering* (4th ed.). Pearson.
- Lane, N. (2021). Transformer: The deep chemistry of life and death. *Nature*, 597(7877), 475-476.
- Lanza, R., Langer, R., & Vacanti, J. P. (Eds.). (2020). *Principles of tissue engineering* (5th ed.). Academic Press.
- Lawson, A. E. (2022). *The development of scientific reasoning*. Springer.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2020). Nature of science and scientific inquiry. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. 3, pp. 287-308). Routledge.
- Liddle, A. (2020). *An introduction to modern cosmology* (3rd ed.). Wiley.
- Lindeman, R. L. (2022). The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 103(5), e3638.
- Lindberg, D. C. (2020). *The beginnings of Western science: The European scientific tradition in philosophical, religious, and institutional context, prehistory to A.D. 1450* (2nd ed.). University of Chicago Press.
- Lipovetsky, G. (2020). *Hypermodern times*. Polity Press.
- Lohman, D. J., de Bruyn, M., Page, T., von Rintelen, K., Hall, R., Ng, P. K., ... & Trewick, S. A. (2011). Biogeography of the Indo-Australian archipelago. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 42, 205-226.
- Lomolino, M. V., Riddle, B. R., Whittaker, R. J., & Brown, J. H. (2017). *Biogeography* (5th ed.). Sinauer Associates.
- Lundvall, B. Å. (Ed.). (2022). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning* (Classic Reprint). Anthem Press.
- Lutgens, F. K., Tarbuck, E. J., & Tasa, D. G. (2021). *Foundations of earth science* (9th ed.). Pearson.
- Lyons, T. W., Reinhard, C. T., & Planavsky, N. J. (2014). The rise of oxygen in Earth's early ocean and atmosphere. *Nature*, 506(7488), 307-315.

- Mackenzie, F. T., Lerman, A., & Andersson, A. J. (2021). *The earth system: Physical and chemical dimensions of global environmental change*. Jones & Bartlett Learning.
- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2021). *Brock biology of microorganisms* (16th ed.). Pearson.
- Marshall, J., & Plumb, R. A. (2017). *Atmosphere, ocean and climate dynamics: An introductory text*. Academic Press.
- Mazzarello, P. (2019). A unifying concept: The history of cell theory. *Nature Cell Biology*, 1(1), E13-E15.
- McKendry, P. (2022). Energy production from biomass (part 1): Overview of biomass. *Bioresource Technology*, 83(1), 37-46.
- McMurtry, J., Fay, R. C., & Robinson, J. K. (2020). *Chemistry* (8th ed.). Pearson.
- Merali, Z., Skinner, J., & Slezak, M. (2023). *A scheme for the future: How fundamental physics is shaping the 21st century*. Oxford University Press.
- Miller, S. L. (2020). A production of amino acids under possible primitive earth conditions. *Science*, 117(3046), 528-529.
- Mokyr, J. (2018). *A culture of growth: The origins of the modern economy*. Princeton University Press.
- Molles, M. C., & Sher, A. A. (2019). *Ecology: Concepts and applications* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Moran, M. J., Shapiro, H. N., Boettner, D. D., & Bailey, M. B. (2018). *Fundamentals of engineering thermodynamics* (9th ed.). Wiley.
- Narlikar, J. V. (2019). The steady state theory. In *The Philosophy of Cosmology* (pp. 165-177). Cambridge University Press.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Genetically engineered crops: Experiences and prospects*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/23395>
- Nur'ariyani, S., Jumyati, J., Yuliyanti, Y., Nulhakim, L., & Leksono, S. M. (2023). Scientific Approach to Learning Science in Elementary Schools. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.3680>
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2021). *Fundamentals of ecology* (5th ed., Classic Reprint). Cengage Learning.
- Ohkura, H. (2021). Meiosis: An overview. *Essays in Biochemistry*, 65(6), 847-858. <https://doi.org/10.1042/EBC20210011>
- Otto, S. P. (2021). The advantages of sexual reproduction. *Journal of Heredity*, 112(1), 1-10. <https://doi.org/10.1093/jhered/esaa045>

- Palmer, C. (2017). *Environmental ethics*. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2017 ed.). <https://plato.stanford.edu/archives/win2017/entries/ethics-environmental/>
- Peebles, P. J. E. (2020). How physical cosmology became a science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(23), 12562-12564. <https://doi.org/10.1073/pnas.2005619117>
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). *General chemistry: Principles and modern applications* (11th ed.). Pearson.
- Pingali, P. L. (2012). Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(31), 12302-12308.
- Planck Collaboration, Aghanim, N., Akrami, Y., Ashdown, M., Aumont, J., Baccigalupi, C., ... & Zonca, A. (2020). Planck 2018 results-VI. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 641, A6.
- Pollard, T. D., Earnshaw, W. C., Lippincott-Schwartz, J., & Johnson, G. T. (2017). *Cell biology* (3rd ed.). Elsevier.
- Popper, K. (2020). *The logic of scientific discovery*. Routledge.
- Pray, L. (2018). Discovery of DNA structure and function: Watson and Crick. *Nature Education*, 1(1), 100.
- Prihatin, T. (2019). Peran Mata Kuliah Dasar Umum (MKDU) dalam Membentuk Karakter Mahasiswa di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Civics: Media Kajian Kewarganegaraan*, 16(2), 176-186.
- Prinn, R. G., Zaelke, D., & Weiss, R. F. (2023). The Montreal Protocol at 35: A model for our planet's future. *Science*, 379(6637), 1076-1077.
- Prothero, D. R. (2017). *Evolution: What the fossils say and why it matters*. Columbia University Press.
- Pugh, D., & Woodworth, P. (2014). *Sea-level science: Understanding tides, surges, tsunamis and mean sea-level changes*. Cambridge University Press.
- Putnam, R. D. (2020). *The upswing: How America came together a century ago and how we can do it again*. Simon & Schuster.
- Rockström, J., Gupta, J., Lade, S. J., & Steffen, W. (2020). Planetary boundaries: The scientific basis for a safe and just space for humanity. *The Lancet Planetary Health*, 4(10), e472-e475.
- Rose, K. D. (2022). *The beginning of the age of mammals*. Johns Hopkins University Press.

- Rutherford, E. (2022). The scattering of α and β particles by matter and the structure of the atom. *Philosophical Magazine, Series 6*, 21(125), 669-688.
- Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.
- Scerri, E. R. (2020). *The periodic table: Its story and its significance* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Schaible, M. J., Todd, Z. R., Cangi, E., Harman, C. E., Hughson, K., & Stelmach, K. (2024). Chapter 3: The Origins and Evolution of Planetary Systems. *Astrobiology*, 24, S-57 - S-75.
- Schlesinger, W. H., & Bernhardt, E. S. (2020). *Biogeochemistry: An analysis of global change* (4th ed.). Academic Press.
- Schlosberg, D. (2021). *Defining environmental justice: Theories, movements, and nature*. Oxford University Press.
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Business.
- Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016). *Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2018). *Physics for scientists and engineers* (10th ed.). Cengage Learning.
- Sinatra, G. M., & Hofer, B. K. (2021). *Science denial: Why it happens and what to do about it*. Oxford University Press.
- Sismondo, S. (2021). *An introduction to science and technology studies* (3rd ed.). Wiley-Blackwell.
- Smith, T. M., & Smith, R. L. (2015). *Elements of ecology* (9th ed.). Pearson.
- Solomon, S. (2019). The discovery of the Antarctic ozone hole. *Nature*, 575(7781), 46-47.
- Spector, D. L. (2021). The nucleus: A multi-compartmentalized, dynamic organelle. *Current Opinion in Cell Biology*, 70, 111-118.
- Speight, J. G. (2020). *Handbook of petroleum refining*. CRC press.
- Steinhardt, P. J., & Turok, N. (2021). The cyclic universe. In *Cycles of Time* (pp. 1-24). Princeton University Press.
- Stiglitz, J. E., & Rosengard, J. K. (2015). *Economics of the public sector* (4th ed.). W. W. Norton & Company.
- Stock, M. (2019). The revision of the SI, a new system of units based on constants of nature. *Journal of Physics: Conference Series*, 1380, 012002.
- Stokes, D. E. (2011). *Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation*. Brookings Institution Press.

- Strevens, M. (2020). *The knowledge machine: How irrationality created modern science*. Liveright Publishing.
- Sultana, N. (Ed.). (2020). *Smart textiles: Wearable and assistive technology*. CRC Press.
- Supriatna, J. (2022). *Field guide to the mammals of Indonesia*. Springer.
- Supriatna, J., & Taufiq, A. (2020). Extinction risk and conservation of Indonesian primates. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(6).
- Susskind, L. (2022). *The theoretical minimum: What you need to know to start doing physics*. Penguin Books.
- Tanaka, E. M., & Reddien, P. W. (2021). The cellular basis for animal regeneration. *Developmental Cell*, 21(1), 172-185.
- Thomas, L. (2019). *Coal geology* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Thomson, J. J. (2019). Cathode rays. In *The History of the Electron* (pp. 207-238). CRC Press.
- Turns, S. R. (2021). *An introduction to combustion: Concepts and applications* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Twidell, J., & Weir, T. (2021). *Renewable energy resources* (4th ed.). Routledge.
- Twenge, J. M. (2019). *iGen: Why today's super-connected kids are growing up less rebellious, more tolerant, less happy, and completely unprepared for adulthood*. Atria Books.
- UNEP. (2021). *2021 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector*. United Nations Environment Programme.
- Vaesen, K., & Houkes, W. (2021). A new framework for teaching scientific reasoning to students from application-oriented sciences. *European Journal for Philosophy of Science*, 11. <https://doi.org/10.1007/s13194-021-00379-0>
- Vázquez-Villegas, P., Mejía-Manzano, L., Sánchez-Rangel, J. C., & Membrillo-Hernández, J. (2023). Scientific Method's Application Contexts for the Development and Evaluation of Research Skills in Higher-Education Learners. *Education Sciences*, 13(1).
- Virchow, R. (2019). Cellular pathology as based upon physiological and pathological histology. *Journal of the American Medical Association*, 321(2), 209-210.
- Walker, L. R., & del Moral, R. (2021). *Primary succession and ecosystem rehabilitation*. Cambridge University Press.

- Wallace, A. R. (2022). *The Malay Archipelago: The land of the orang-utan, and the bird of paradise* (Annotated ed.). Cambridge University Press.
- Ward, D. (2017). *The biology of deserts* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Watson, J. D., & Crick, F. H. C. (2020). Molecular structure of nucleic acids: A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 171(4356), 737-738.
- Wilmut, I., Bai, Y., & Taylor, J. (2015). Dolly: The age of biological control. *Nature*, 525(7570), 454-456.
- Wolpert, L., Tickle, C., & Martínez Arias, A. (2019). *Principles of development* (6th ed.). Oxford University Press.
- Wootton, D. (2019). *The invention of science: A new history of the scientific revolution*. Penguin UK.
- World Commission on Environment and Development. (2019). *Our common future* (Classic Reprint). Oxford University Press.
- World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. WHO.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2020). *Sears and Zemansky's university physics with modern physics* (15th ed.). Pearson.
- Zhan, Z., & Wang, J. (2021). A review of the statistical study of exoplanets. *Frontiers in Astronomy and Space Sciences*, 8, 753826.
- Zimmer, C. (2019). *She has her mother's laugh: The powers, perversions, and potential of heredity*. Dutton.
- Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. PublicAffairs.
- Zumdahl, S. S., & DeCoste, D. J. (2019). *Chemical principles* (8th ed.). Cengage Learning.

SINOPSIS

Buku ini merupakan Pengantar Ilmu Alamiah Dasar menjelaskan tentang Definisi Ilmu Alamiah Dasar Ruang Lingkup, Tujuan dan Fungsi Pengajaran IAD. Dimana memantik pengembangan Sikap Ilmiah Mahasiswa, Memberikan Wawasan Komprehensif tentang Fenomena Alam , Sejarah Perkembangan Pola Pikir Manusia, Tahap Mitos dan Legenda (Keterbatasan Indra Manusia) hingga Tahap Filsafat Alam (Yunani Kuno) serta Tahap Metode Ilmiah (Kelahiran Sains Modern)

Hakikat Penalaran Manusia Karakteristik Penalaran Hubungan Rasa Ingin Tahu dengan Logika Berpikir, Karakteristik Metode Ilmiah, Langkah-Langkah Operasional Metode Ilmiah Kelebihan dan Keterbatasan Metode Ilmiah, Sikap Ilmiah dan Etika Keilmuan.

Menjelaskan Teori Terbentuknya Alam Semesta terdiri dari Teori Ledakan Dahsyat (Big Bang Theory), Teori Keadaan Tetap (Steady State Theory) dan Teori Mengembang dan Memampat (Oscillating Theory) serta Struktur dan Teori Terbentuknya Tata Surya.

Bumi sebagai planet dan kelayakan bagi kehidupan Karakteristik Fisik Bumi dan Struktur Lapisannya Lapisan atmosfer Bumi dan Perannya bagi Kehidupan, Dinamika Gerak Bumi dan Bulan, Rotasi Bumi dan Dampak Fenomenanya dalam Keseharian revolusi Bumi dan Perubahan Musim, Interaksi Bumi-Bulan (Pasang Surut Air Laut dan Gerhana) dan Kondisi Lingkungan Bumi yang Mendukung Hidup serta Keberadaan Oksigen Bebas dan Lapisan Ozon.

Memahami tentang Energi dan perubahannya Klasifikasi Bentuk-Bentuk Energi , Konsep Energi Kinetik dan Energi Potensial Energi Kalor, Kimia, Listrik, dan Mekanik, Hukum Kekekalan Energi (Termodinamika I), Perubahan Materi dan Konversi Energi.

Penjelasan tentang Perkembangan Teori Asal Mula Kehidupan terdiri dari Teori Generatio Spontanea (Abiogenesis) Klasik, Teori Biogenesis (Eksperimen Francesco Redi dan Louis Pasteur) Teori Evolusi Kimia Modern (Hipotesis Oparin-Haldane).

Geografi kehidupan dan biodiversitas terdiri dari Faktor Persebaran Makhluk Hidup (Biogeografi) Pengaruh Faktor Klimatik (Suhu, Kelembaban, Curah Hujan), Pengaruh Faktor Edafik (Jenis Tanah dan Nutrisi), Pengaruh Faktor Fisiografis dan Hambatan Geografis, Persebaran Flora dan Fauna Dunia (Bioma) serta Keunikan Keanekaragaman Hayati (Biodiversitas) Indonesia.

Menyajikan informasi tentang ekologi dan keseimbangan lingkungan alam berisi Ruang Lingkup dan Konsep Dasar Ekologi, Pengertian Ekologi dan Tingkatan Organisasi (Individu hingga Biosfer), Komponen Biotik (Produsen, Konsumen, Pengurai), Komponen Abiotik (Suhu, Cahaya, Air, Mineral), Hubungan Saling Ketergantungan (Interaksi Ekosistem), Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan di Alam sekitar serta Macam-Macam Hubungan Simbiosis (Mutualisme, Parasitisme, Komensalisme).

Menjelaskan posisi Manusia sebagai Pengelola Lingkungan, Hubungan Timbal Balik Manusia dan Alam (Siklus Ekologi), Pandangan Etika Lingkungan (Antroposentrisme, Biosentrisme, Ekosentrisme) termasuk Peran Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Ekologi Tradisional serta Dampak Negatif Aktivitas Manusia terhadap Ekosistem dan Fenomena Pencemaran Lingkungan (Air, Tanah, dan Udara).

Buku ini merupakan Pengantar Ilmu Alamiah Dasar menjelaskan tentang Definisi Ilmu Alamiah Dasar Ruang Lingkup, Tujuan dan Fungsi Pengajaran IAD. Dimana memantik pengembangan Sikap Ilmiah Mahasiswa, Memberikan Wawasan Komprehensif tentang Fenomena Alam, Sejarah Perkembangan Pola Pikir Manusia, Tahap Mitos dan Legenda (Keterbatasan Indra Manusia) hingga Tahap Filsafat Alam (Yunani Kuno) serta Tahap Metode Ilmiah (Kelahiran Sains Modern) Hakikat Penalaran Manusia Karakteristik Penalaran Hubungan Rasa Ingin Tahu dengan Logika Berpikir, Karakteristik Metode Ilmiah, Langkah-Langkah Operasional Metode Ilmiah Kelebihan dan Keterbatasan Metode Ilmiah, Sikap Ilmiah dan Etika Keilmuan.

Menjelaskan Teori Terbentuknya Alam Semesta terdiri dari Teori Ledakan Dahsyat (*Big Bang Theory*), Teori Keadaan Tetap (*Steady State Theory*) dan Teori Mengembang dan Memampat (*Oscillating Theory*) serta Struktur dan Teori Terbentuknya Tata Surya. Bumi sebagai planet dan kelayakan bagi kehidupan Karakteristik Fisik Bumi dan Struktur Lapisannya. Lapisan atmosfer Bumi dan Perannya bagi Kehidupan, Dinamika Gerak Bumi dan Bulan, Rotasi Bumi dan Dampak Fenomenanya dalam Keseharian revolusi Bumi dan Perubahan Musim, Interaksi Bumi-Bulan (Pasang Surut Air Laut dan Gerhana) dan Kondisi Lingkungan Bumi yang Mendukung Hidup serta Keberadaan Oksigen Bebas dan Lapisan Ozon. Memahami tentang Energi dan perubahannya Klasifikasi Bentuk-Bentuk Energi, Konsep Energi Kinetik dan Energi Potensial Energi Kalor, Kimia, Listrik, dan Mekanik, Hukum Kekekalan Energi (Termodinamika I), Perubahan Materi dan Konversi Energi.

Penjelasan tentang Perkembangan Teori Asal Mula Kehidupan terdiri dari Teori Generatio Spontanea (Abiogenesis) Klasik, Teori Biogenesis (Eksperimen Francesco Redi dan Louis Pasteur), Teori Evolusi Kimia Modern (Hipotesis Oparin-Haldane). Geografi kehidupan dan biodiversitas terdiri dari Faktor Persebaran Makhluk Hidup (Biogeografi) Pengaruh Faktor Klimatik (Suhu, Kelembaban, Curah Hujan), Pengaruh Faktor Edafik (Jenis Tanah dan Nutrisi), Pengaruh Faktor Fisiografis dan Hambatan Geografis, Persebaran Flora dan Fauna Dunia (Bioma) serta Keunikan Keanekaragaman Hayati (Biodiversitas) Indonesia.

Menyajikan informasi tentang ekologi dan keseimbangan lingkungan alam berisi Ruang Lingkup dan Konsep Dasar Ekologi, Pengertian Ekologi dan Tingkatan Organisasi (Individu hingga Biosfer), Komponen Biotik (Produsen, Konsumen, Pengurai), Komponen Abiotik (Suhu, Cahaya, Air, Mineral), Hubungan Saling Ketergantungan (Interaksi Ekosistem), Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan di Alam sekitar serta Macam-Macam Hubungan Simbiosis (Mutualisme, Parasitisme, Komensalisme). Menjelaskan posisi Manusia sebagai Pengelola Lingkungan, Hubungan Timbal Balik Manusia dan Alam (Siklus Ekologi), Pandangan Etika Lingkungan (Antroposentrisme, Biosentrisme, Ekosentrisme) termasuk Peran Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Ekologi Tradisional serta Dampak Negatif Aktivitas Manusia terhadap Ekosistem dan Fenomena Pencemaran Lingkungan (Air, Tanah, dan Udara).

