Maman, dkk.

Editor:
Fitri Damayanti
Acep Musliman



Merajut Sains dalam Kesatuan Ipa

INSIGHT
PUSTAKA

Maman, dkk.

Editor:
Fitri Damayanti
Acep Musliman

Merajut Sains dalam Kesatuan Ipa

INSIGHT
PUSTAKA

MERAJUT SAINS DALAM KESATUAN IPA

Penulis:

Maman, Ismiarti, Sastri Nilawati, Yanih Rusyanih, Sri Insani, Siti Kulsum, Nani Wartini, Ade Lina Permatasari, Mega Juliana Soleh, Ade Wintarsih, Asriyani Nurro Sidawati, Enok Nia Kurniasih, Iis Kurniawati, Dede Rohayati, Novi Sri Rahayu, Yuyun Yuliati, Yudi Barnas Komaruddyi, Yanti Rusdianti, Yuli Yulianti, Risma Afriani, Ari Susilowati, Shofina Hajar Birlanti, Aini Setiawati, Cristiana Dewi, Novita Vandrianur, Iwan Koerniawan, Thoif Marsam, Riana Puspita S, Rizky Nurul H, Dinia Ika, Puji Rahmiwati, Tri Budi Angantyo, Dina Astuty, Widyati, Nina Husna, Esti Ichtiarni, Yunita Sumarni, Tito Adi Dewanto, Eneng Fitri Windasari, Oktovia, Inne Wulan T, Eka Ratna Safitri, Dita Halleyna, Diah Fitriani, Siti Mardiana, Casidin, Fitri Damayanti

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh
PT Insight Pustaka Nusa Utama
Jl. Pare, Tejoagung. Metro Timur. Kota Metro.
Telp: 085150867290 | 087847074694
Email: insightpustaka@gmail.com
Web: www.insightpustaka.com
Anggota IKAPI No. 019/LPU/2025

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Cetakan I, Februari 2026

Editor: Fitri Damayanti dan Acep Musliman
Perancang sampul: Syuhada Creative
Penata letak: Syuhada Creative

ISBN: 978-634-7569-30-1
x + 226 hlm; 15,5x23 cm.

©Februari 2026

KATA PENGANTAR

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan hasil akumulasi pemikiran dan pengamatan manusia terhadap alam semesta beserta seluruh fenomena yang menyertainya. IPA tidak hadir sebagai kumpulan ilmu yang terpisah-pisah, melainkan sebagai satu kesatuan pengetahuan yang saling terhubung dalam menjelaskan gejala alam secara utuh dan holistik. Biologi, fisika, dan kimia saling berkelindan dalam memahami bagaimana alam bekerja sebagai sebuah sistem yang terpadu. Inilah semangat utama yang melandasi penyusunan buku *Merajut Sains dalam Kesatuan IPA*.

Buku ini disusun sebagai bagian dari tugas Mata Kuliah IPA Terpadu pada Program Studi Pendidikan MIPA, Fakultas Pascasarjana, Universitas Indraprasta PGRI. Penyusunan buku ini tidak semata-mata ditujukan untuk memenuhi tuntutan akademik perkuliahan, tetapi lebih jauh diarahkan sebagai wahana pembelajaran bagi mahasiswa untuk berlatih merajut konsep-konsep sains lintas disiplin ke dalam satu kesatuan pemahaman yang bermakna. Melalui proses ini, mahasiswa diharapkan mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan reflektif dalam menyusun materi IPA yang kontekstual dan aplikatif.

Materi yang disajikan dalam buku ini mencakup berbagai topik yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, mulai dari pemanfaatan bahan alam, energi panas bumi, konsep biologi molekuler dan rekayasa genetika, hingga eksplorasi luar angkasa. Setiap topik dirancang tidak hanya untuk menyampaikan muatan konseptual, tetapi juga untuk menunjukkan keterkaitan antarbidang ilmu dalam menjelaskan fenomena alam secara terpadu. Buku ini diharapkan dapat membantu pembaca melihat sains sebagai jejaring

pengetahuan yang saling terhubung, bukan sebagai fragmen-fragmen disiplin yang berdiri sendiri.

Sebagai dosen pengampu, saya meyakini bahwa pembelajaran IPA yang bermakna tidak hanya menekankan aspek kognitif, tetapi juga memberikan ruang bagi proses dialog ilmiah dan pengalaman belajar yang reflektif. Buku ini merupakan hasil dari proses tersebut, di mana kontribusi pemikiran, pertanyaan kritis, serta perspektif mahasiswa selama perkuliahan turut memperkaya substansi isi buku.

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada seluruh mahasiswa kelas XC Tahun 2025 Mata Kuliah IPA Terpadu atas partisipasi aktif dan kerja kolaboratif yang telah terjalin selama proses penyusunan buku ini. Apresiasi juga saya sampaikan kepada segenap civitas akademika Fakultas Pascasarjana Universitas Indraprasta PGRI atas dukungan moral dan akademik yang diberikan. Besar harapan saya, buku *Merajut Sains dalam Kesatuan IPA* ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi mahasiswa, pendidik, serta pengembang kurikulum dalam mengembangkan pembelajaran IPA yang integratif, kontekstual, dan relevan dengan tantangan zaman. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan buku ini di masa mendatang.

Penyusun dan Dosen Pengampu
Mata Kuliah IPA Terpadu

Prof. Dr. Fitri Damayanti, M.Si

DAFTAR ISI

Kata Pengantar iii
Daftar Isi v

BAB 1

KONSEP DASAR IPA TERPADU 1
Pendahuluan 1
Hakikat Ipa Terpadu 4
Ruang Lingkup IPA Terpadu 9
Kedudukan IPA dalam Iptek 14
Relevansi IPA TerpaduDalam Pendidikan 17
Kesimpulan 19
Referensi 20

BAB 2

ASPEK FISIKA DALAM BIOLOGI/MANUSIA 23
Pendahuluan 23
Mekanika Tubuh Manusia 25
Mekanika Tubuh Yang Tepat 28
Termodinamika Dalam Sistem Tubuh 34
Hidrodinamika 35
Biofisika 39

Gelombang dan Akustik Pada Sistem Pendengaran 40
Optik Pada Sistem Penglihatan 42
Aplikasi Teknologi Medis Berbasis Fisika 44
Simpulan 46
Referensi 46

BAB 3

ASPEK FISIKA DALAM KIMIA 49
Pendahuluan 49
Prinsip Dasar Fisika dalam Kimia 50
Kesimpulan 58
Referensi 58

BAB 4

MENGKAJI ASPEK FISIKA
DALAM BUMI DAN ANTARIKSA 61
Pendahuluan 61
Aspek Fisika Dalam Bumi 62
Aspek Fisika dalam Antariksa 69
Hubungan Fisika Bumi dan Antariksa 73
Simpulan 77
Referensi 78

BAB 5

STRUKTUR DAN DINAMIKA ALAM SEMESTA 81
Pendahuluan 81
Menganalisis Siklus Hidrologi Hubungannya Dengan Cuaca 82
Siklus Hidrologi 84

Hubungan Antara Siklus Hidrologi Dan Cuaca 92
Daftar Pustaka 96

BAB 6

MENGENAL SUMBER PANAS DI DALAM BUMI, KARAKTERISTIK INTERIOR BUMI, DAN BUYONANSI 99

Pendahuluan 99
Pengantar Panas Bumi dan Sejarah Pemahaman 100
Sumber-Sumber Panas di dalam Bumi 101
Struktur Interior Bumi 103
Teori Tektonik Lempeng 105
Tipe Energi Panas Bumi 106
Pemanfaatan Sumber Panas Bumi di Indonesia 108
Buyonansi 111
Hukum Archimides 112
Proses Buyonansi dalam Geologi 113
Prinsip Buyonansi Dalam Kehidupan 113
Simpulan 115
Referensi 115

BAB 7

PRINSIP DASAR TEKNOLOGI DNA REKOMBINAN 119

Pendahuluan 119
Pengertian DNA Rekombinan 121
Komponen Utama dalam Teknologi DNA Rekombinan 122
Proses Pembuatan DNA Rekombinan 127
Prinsip Dasar DNA Rekombinan 129

Aplikasi (Penerapan) DNA Rekombinan 131
Tantangan dan Isu Etis dalam DNA Rekombinan 132
Kelebihan dan Kekurangan Teknologi DNA Rekombinan 132
Referensi..... 136

BAB 8

ENERGI DAN KEHIDUPAN 139
Pendahuluan..... 139
Analisis Siklus Energi..... 140
Sumber Energi..... 147
Simpulan 162
Referensi..... 163

BAB 9

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA BAHAN ALAM SERTA PEMANFAATANNYA UNTUK MENUNJANG KEHIDUPAN..... 167
Pendahuluan..... 167
Konsep Dasar Senyawa Bahan Alam..... 168
Senyawa Bahan Alam 169
Klasifikasi Senyawa Bahan Alam 172
Peran Senyawa Bahan Alam dalam Kehidupan..... 177
Tantangan dan Prospek Penelitian 179
Isolasi dan Identifikasi Senyawa Bahan Alam..... 180
Tahapan Isolasi Senyawa Bahan Alam 181
Referensi..... 182

BAB 10

DAMPAK MATERIAL BIODEGRADABLE
PADA SISTEM EKOSISTEM 185
Pendahuluan 185
Analisis Biodegradable dan Non-Biogradable 187
Perbedaan Biodegradable dan Non-Biogradable 193
Simpulan 194
Referensi 194

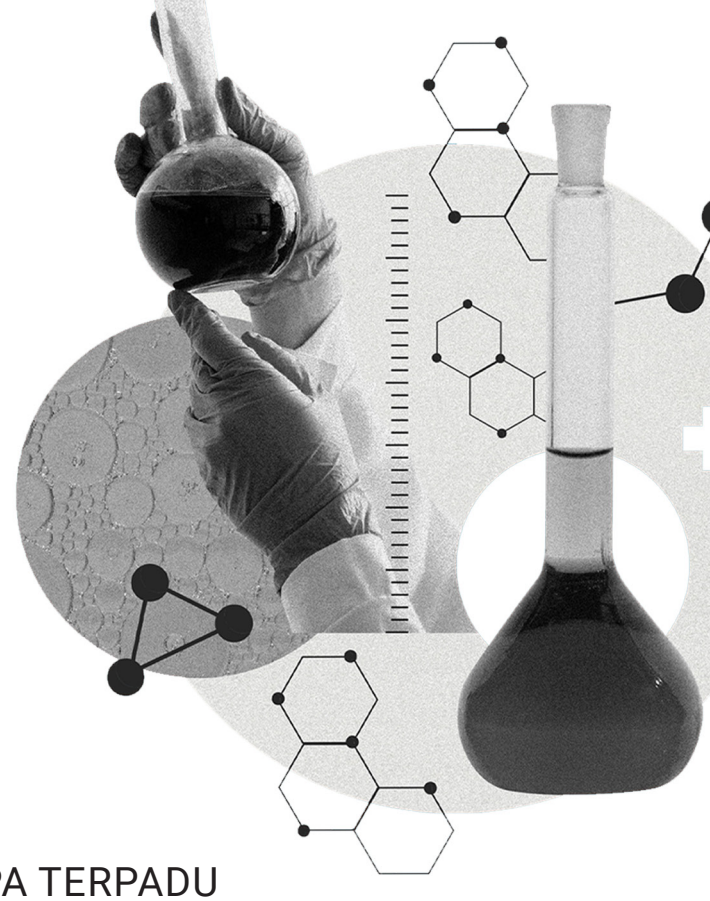
BAB 11

REKAYASA GENETIKA 197
Pendahuluan 197
Sejarah Rekayasa Genetik 199
Contoh Genetika 202
Manfaat Rekayasa Genetika 203
Dampak Rekayasa Genetika 205
Penyalahgunaan Rekayasa Genetika 207
Referensi 210

BAB 12

ANALISIS DAMPAK KECERDASAN BUATAN (AI)
PADA PENELITIAN SAINS 211
Pendahuluan 211
Dampak Umum AI pada Penelitian Sains 213
Dampak AI pada Sains Fisika 214
Dampak AI pada Kimia 217
Dampak AI pada Biologi 219
Dampak AI pada Sains Lingkungan 220

Contoh Nyata AI dalam Penelitian Sains 221
Manfaat AI untuk Peneliti 222
Risiko dan Tantangan AI 223
Studi Kasus Penggunaan AI dalam Sains 223
Kesimpulan 223
Referensi 224



BAB 1

KONSEP DASAR IPA TERPADU

Dede Rohayati, Novi Sri Rahayu, Yuyun Yuliati,
Siti Mardiana, Fitri Damayanti

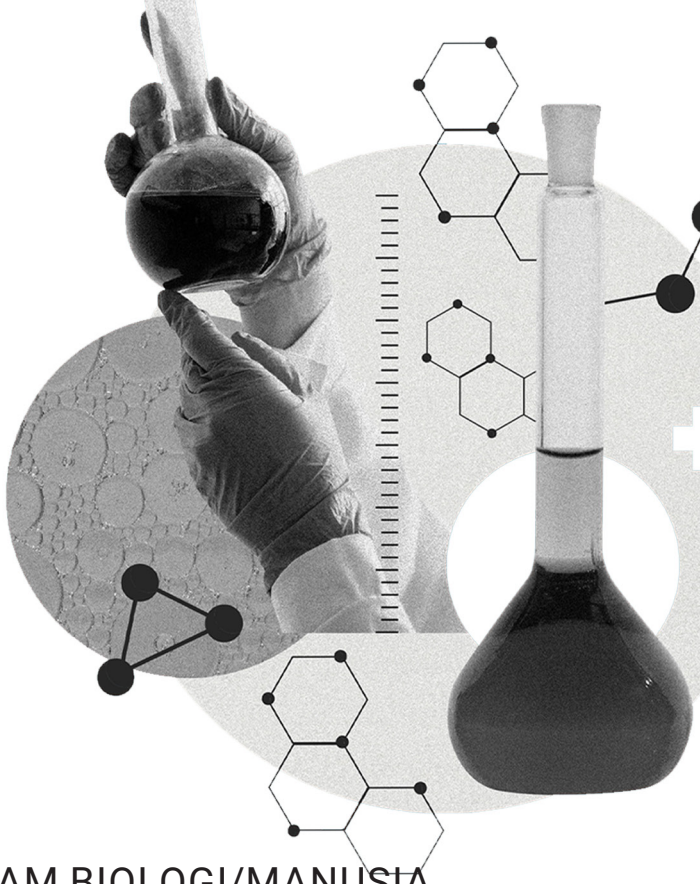
Pendahuluan

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) secara merupakan kumpulan pengetahuan yang diperoleh melalui proses sistematis, yaitu pengamatan, eksperimen, serta penalaran logis yang bertujuan untuk memahami berbagai fenomena alam di sekitar kita. IPA tidak hanya berisi sekumpulan fakta, konsep, atau hukum yang menjelaskan gejala alam, tetapi juga mencakup proses berpikir ilmiah dan sikap ilmiah yang mendasarinya. Melalui kegiatan ilmiah seperti observasi, eksperimen, dan analisis data, peserta didik dilatih untuk berpikir kritis, kreatif, objektif, serta mampu mengambil keputusan berdasarkan bukti empiris.

Pembelajaran IPA dirancang secara terpadu (integratif) agar peserta didik memahami keterkaitan antara berbagai cabang ilmu seperti fisika, kimia, biologi, dan ilmu bumi. Pendekatan terpadu ini menjadikan pembelajaran IPA lebih bermakna karena siswa tidak hanya mempelajari konsep secara terpisah, tetapi mampu melihat keterhubungan antarkonsep dalam menjelaskan fenomena kehidupan sehari-hari. Dengan cara ini, IPA menjadi sarana untuk membangun pemahaman holistik tentang alam dan keteraturannya. Sebagai contoh, peristiwa pelangi tidak hanya dijelaskan hanya melalui satu cabang ilmu. Fisika berperan dalam menjelaskan pembiasan dan pemantulan cahaya, geografi berperan dalam memahami kondisi atomesfer yang memungkinakn terjadinya pelangi, sedangkan kimia menjelaskan sifat optik dari partikel air di udara. Demikian pula proses fotosintesis merupakan contoh keterpaduan berbagai ilmu. Dalam proses ini, biologi menjelaskan peran klorofil dan organ tumbuhan, kimia menjelaskan reaksi kimia yang mengubah karbon dioksida dan air menjadi glukosa, sedangkan fisika menjelaskan peranana energi cahaya matahari sebagai sumber energi utama.

Keterpaduan ilmu dalam IPA juga tampak jelas ketika kita mempelajari fenomena global seperti perubahan iklim, pemanasan global, polusi udara, atau pengelolaan sumber daya alam. Permasalahan tersebut tidak dapat diselesaikan hanya dengan satu disiplin ilmu, melainkan melalui kolaborasi dari berbagai ilmu yang saling melengkapi. Oleh karena itu, IPA tidak hanya membekali siswa dengan pengetahuan teoritis, tetapi juga menumbuhkan kesadaran ekologis dan tanggung jawab terhadap keberlanjiutan lingkungan hidup.

Lebih jauh, perkembangan IPA telah menjadi pondasi utama kemajuan Ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Dari pemahaman mendasar tentang fenomena alam lahir berbagai penemuan besar seperti mesin, listrik, komputer, bioteknologi, hingga kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*). Semua inovasi tersebut berawal dari rasa ingin tahu terhadap alam dan penerapan prinsip-prinsip ilmiah dalam kehidupan nyata.



BAB 2

ASPEK FISIKA DALAM BIOLOGI/MANUSIA

Ade Wintarsih, Nani Wartini, Yudi Barnas Komaruddy,
Fitri Damayanti

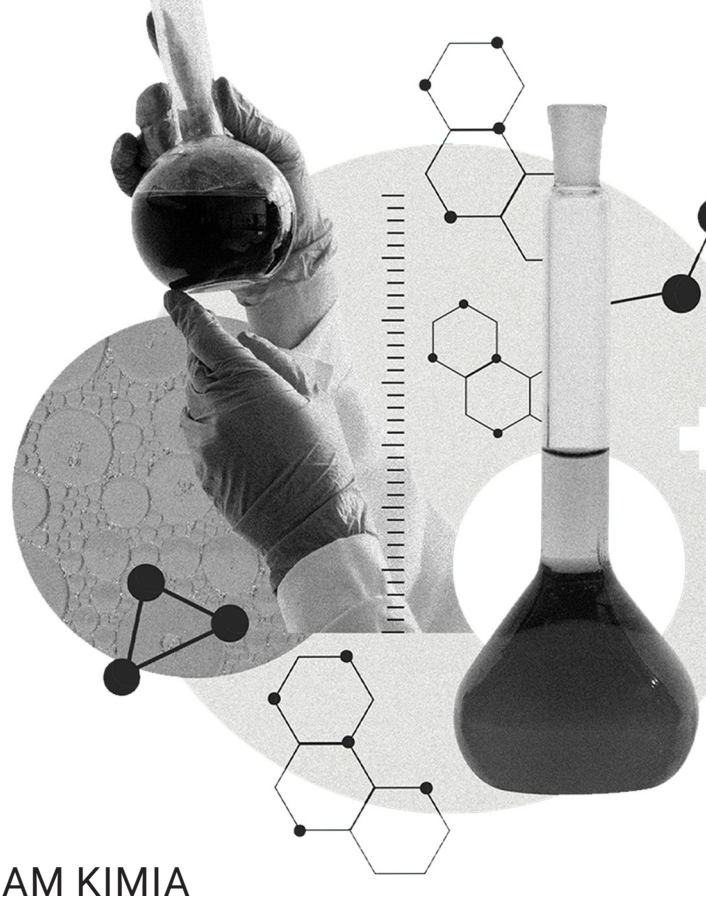
Pendahuluan

Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan yang memiliki jangkauan yang sangat luas, mempelajari perilaku dan struktur materi (Suryanto & Bakhri, 2021). Fisika bagaikan panah cahaya dalam menelusuri kedalaman atomik hingga partikel yang paling elementer, bahkan mengarungi samudera alam, melintas dari satu gugus bintang ke gugus bintang lain, dari satu gugus galaksi ke gugus galaksi lain, dan seterusnya hingga ke lapisan terluar jagad raya. Sedangkan biologi adalah ilmu yang mempelajari kehidupan (Dailami *et al*., 2020). Mempelajari biologi memberikan banyak manfaat dalam kehidupan kita. Dengan mempelajari biologi, kita bias lebih mengenal diri kita sebagai makhluk hidup dan mengenal lingkungan di sekitar kita dengan seksama. Fisika dan biologi merupakan dua disiplin ilmu

yang secara erat saling terkait dalam menjelaskan fenomena alam hidup. Fisika memegang peranan penting dalam menjelaskan fenomena biologis karena fenomena biologis tidak dapat dipahami secara mendalam tanpa prinsip-prinsip fisika. Aspek fisika dalam biologi membantu memahami proses biologis kompleks yang terjadi pada berbagai tingkat, mulai dari molekul hingga organisme manusia secara keseluruhan.

Tubuh manusia bekerja melalui mekanisme fisika. Tubuh manusia juga beroperasi sebagai sistem yang kompleks dengan memanfaatkan mekanika, listrik, gelombang, dan energi. Gerakan otot mengikuti hukum Newton, proses metabolisme dalam tubuh manusia mengikuti hukum-hukum termodinamika tentang energi, tubuh manusia mengubah energi kimia dari makanan menjadi panas dan energi mekanik untuk melakukan kerja sesuai dengan hukum kekekalan energi, pengukuran aliran darah dan tekanan darah menggunakan penerapan hidrodinamika pada tubuh manusia, sistem pendengaran bergantung pada gelombang dan akustik dan proses penglihatan bergantung pada optik yang memanfaatkan pembiasan cahaya, sistem saraf menghantarkan impuls listrik bahkan aktivitas seperti mendengar, bernafas, dan berfikir memerlukan interaksi energi dan materi yang dapat dijelaskan melalui konsep fisika.

Kolaborasi antara fisika dan biologi melahirkan cabang ilmu baru bernama biofisika. Kajian biofisika yang memadukan metode fisika dan biologi telah melahirkan banyak kemajuan teknologi medis seperti MRI, CT-scan, USG, EKG, radioterapi, prostetik, dan rekayasa jaringan. Tanpa pemahaman fisika, kemajuan kedokteran modern tidak akan sepesat ini. Menelaah aspek fisika dalam biologi khususnya pada tubuh manusia tidak hanya penting untuk menambah pengetahuan tetapi juga bermanfaat bagi kemajuan kesehatan, teknologi, dan kesejahteraan manusia. Oleh karena itu, mengkaji fisika dalam konteks biologi dan manusia menjadi penting untuk memahami hakekat kehidupan secara ilmiah.



BAB 3

ASPEK FISIKA DALAM KIMIA

Kelompok 3 (Nina Husna, Yanih, Puji Rahmiwati, Widyati)

Pendahuluan

Ilmu pengetahuan alam, khususnya Fisika dan Kimia, pada dasarnya adalah upaya manusia untuk memahami materi dan energi di alam semesta. Kimia secara tradisional berfokus pada komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi. Sementara itu, Fisika berfokus pada energi, gaya, gerak, dan ruang-waktu.

Namun, ketika mengamati fenomena kimia pada skala yang sangat kecil (atom dan molekul) atau ketika menganalisis perubahan energi yang menyertai reaksi kimia, garis pemisah antara kedua disiplin ilmu ini menjadi kabur. Cabang ilmu Kimia Fisika (Physical Chemistry) hadir sebagai jembatan, yang secara khusus menerapkan hukum, prinsip, dan

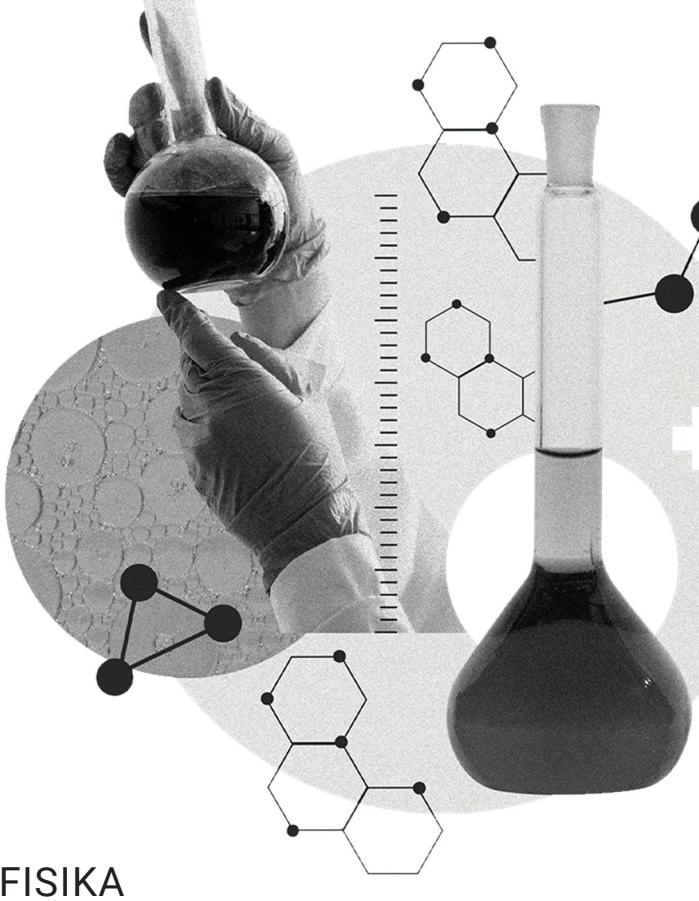
konsep-konsep fisika—seperti termodinamika, mekanika kuantum, dan kinetika—untuk menjelaskan, memprediksi, dan mengendalikan sistem dan proses kimia. Memahami aspek fisika dalam kimia sangat krusial karena ia memberikan landasan kuantitatif dan teoretis bagi seluruh ilmu kimia modern.

Maka dari itu semua prinsip-prinsip fisika sangat berperan penting dalam industri proses kimia. Bidang Kimia tidak hanya mempelajari disiplin kimia tetapi juga mempelajari ilmu fisika. Sebenarnya bisa dikatakan bahwa fisika lah ilmu yang banyak dipelajari dalam ilmu teknik kimia. Misalnya tentang besaran dan satuan. Besar-besaran yang ada dalam fisika juga dipakai dalam disiplin ilmu teknik kimia. Elektrolisa yang behubungan dengan arus listrik juga berkaitan dengan teknik kimia. Sehingga hubungan fisika dengan teknik kimia sangat erat sekali dalam penggunaan dan penganalisaan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan tentang penomena alam.(Sihombing, dkk, 2020). Namun sejalan dengan perkembangan zaman, perkembangan riset terkini menunjukkan adanya cabang interdisipliner baru seperti kimia material dan kimia lingkungan yang berperan penting dalam menghadapi krisis energi serta polusi (Nguyen & Vo, 2022).

Prinsip Dasar Fisika dalam Kimia

1. Definisi Kimia Fisika

   Secara bahasa kimia berasal dari bahasa arab "al – kimia" yang memiliki arti perubahan materi. Kimia juga berasal dari bahasa Yunan "khemia" dengan arti perubahan materi. Secara istilah pengertian ilmu kimia adalah sebagai berikut: Ilmu kimia adalah ilmu yang mempelajari tentang susunan, struktur, sifat, dari skala atom hingga molekul dan perubahan energi yang menyertai suatu perubahan materi atau zat.(Sihombing, dkk. 2020) sedangkan fisika Fisika adalah ilmu dalam sains yang mempelajari gejala-gejala alam dari segi materi dan energinya. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBB) daring, fisika juga diartikan sebagai ilmu tentang zat dan energi, seperti panas, cahaya, dan bunyi. Dilansir e-Jurnal milik uny.ac.id, fisika adalah suatu



BAB 4

MENGKAJI ASPEK FISIKA DALAM BUMI DAN ANTARIKSA

Ari Susilowati, Asriyani Nurro Sidawati, Ismiarti, Sastri Nilawati, Fitri Damayanti

Pendahuluan

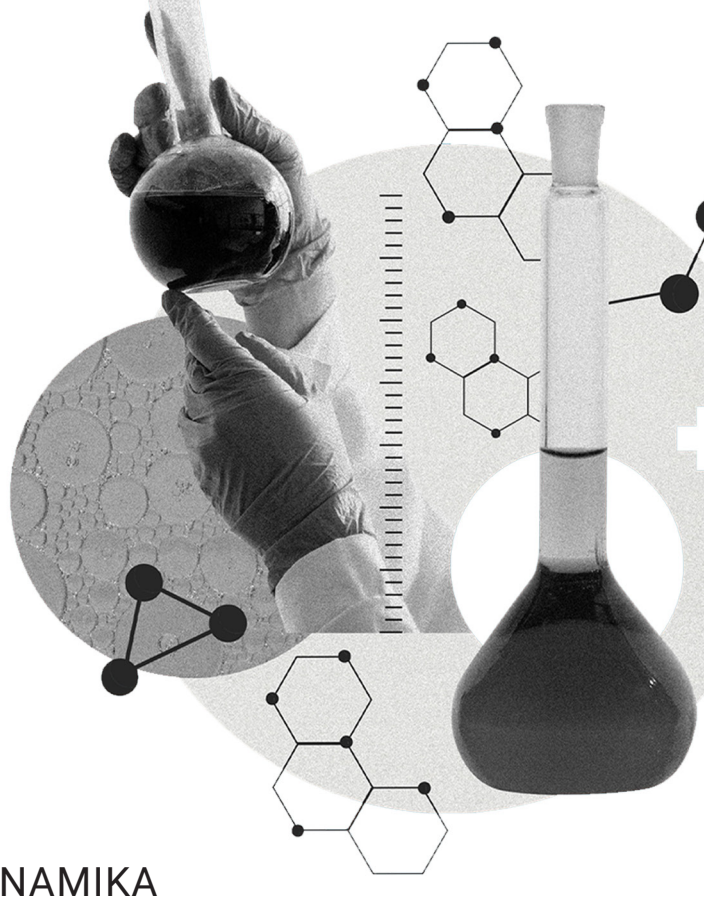
Fisika adalah ilmu dasar yang sangat penting untuk memahami fenomena alam baik di Bumi maupun di luar Bumi. Melalui kajian fisika, manusia dapat menjelaskan berbagai peristiwa seperti pergerakan planet, gaya gravitasi, energi dalam inti bumi, dan interaksi radiasi matahari dengan atmosfer. Kajian fisika di Bumi dan antariksa tidak hanya bersifat teoretis, tetapi juga memiliki manfaat praktis dalam pengembangan teknologi dan kehidupan sehari-hari.

Pemahaman tentang fisika bumi membantu manusia menjelaskan berbagai fenomena alam seperti gempa bumi, pasang surut laut, perubahan iklim, dan medan magnet bumi. Sementara itu, fisika antariksa berperan penting dalam memahami asal-usul tata surya, pergerakan benda langit, serta pengaruh radiasi kosmik terhadap kehidupan di bumi. Pemahaman hubungan antara keduanya dapat memanfaatkan pengetahuan tersebut untuk memprediksi dan mengantisipasi berbagai peristiwa alam yang dapat berdampak pada kehidupan.

Perkembangan ilmu fisika juga berkontribusi besar terhadap kemajuan teknologi antariksa, seperti pembuatan roket, satelit, dan wahana luar angkasa. Teknologi ini tidak hanya memungkinkan eksplorasi luar angkasa, tetapi juga membantu manusia dalam berbagai bidang, seperti komunikasi global, pemantauan cuaca, sistem navigasi (GPS), serta pengamatan lingkungan dari luar angkasa. Fisika bumi dan antariksa berperan penting dalam mendukung keberlanjutan kehidupan manusia dan pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan. Pemahaman tentang fisika bumi dan antariksa juga menumbuhkan kesadaran akan pentingnya menjaga keseimbangan lingkungan dan mengantisipasi dampak dari aktivitas manusia terhadap Bumi. Sebagi contoh, penggunaan satelit dapat membantu memantau deforestasi, polusi udara, dan perubahan suhu global. Oleh karena itu, pembelajaran fisika bumi dan antariksa menjadi landasan penting untuk mencetak generasi yang sadar lingkungan, kritis, dan inovatif dalam memanfaatkan ilmu pengetahuan untuk kemaslahatan umat manusia.

Aspek Fisika Dalam Bumi

Bumi sebagai planet tempat manusia hidup memiliki berbagai fenomena fisika yang saling berkaitan dan memengaruhi keseimbangan kehidupan. Bumi terdiri dari tiga komponen utama yaitu atmosfer, geosfer dah hidrosfer. Tiga komponen tersebut saling berinteraksi membentuk Sistem Bumi Terintegrasi, yang merupakan fondasi bagi Biosfer (kehidupan) dan Antroposfer (aktivitas manusia).



BAB 5

STRUKTUR DAN DINAMIKA ALAM SEMESTA

Shofina Hajar Birlanti, Sri Insani, Yunita Sumarni,
Tri Budi Angantyo

Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi keberlangsungan seluruh makhluk hidup di bumi. Keberadaan air di permukaan bumi senantiasa mengalami pergerakan dan perubahan bentuk melalui suatu sistem alami yang disebut siklus hidrologi. Siklus hidrologi menggambarkan proses peredaran air secara terus-menerus dari laut ke atmosfer, kemudian ke daratan, dan kembali lagi ke laut melalui proses evaporasi (penguapan), kondensasi (pengembunan), presipitasi (hujan), infiltrasi, dan aliran permukaan. Proses ini menjaga keseimbangan ketersediaan air di bumi dan menjadi dasar bagi berbagai fenomena cuaca yang terjadi setiap hari (Seyhan, 1990).

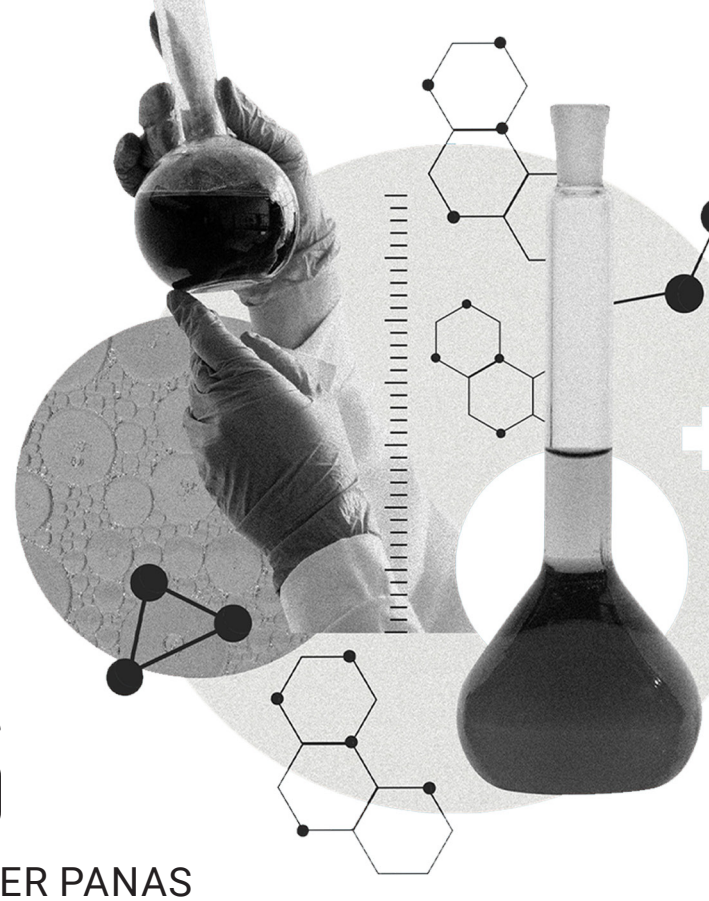
Cuaca, yaitu kondisi atmosfer pada waktu dan tempat tertentu, memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan berlangsungnya siklus hidrologi. Perubahan suhu, kelembapan udara, tekanan atmosfer, serta arah dan kecepatan angin akan memengaruhi intensitas serta distribusi proses-proses dalam siklus air tersebut (Hidajat, 2018). Misalnya, peningkatan suhu udara akibat radiasi matahari dapat mempercepat penguapan, sehingga berpotensi menambah jumlah uap air di atmosfer dan meningkatkan peluang terjadinya hujan. Sebaliknya, ketika suhu udara menurun, proses penguapan melambat dan curah hujan dapat berkurang, yang dapat berujung pada kekeringan.

Pemahaman mengenai hubungan antara siklus hidrologi dan cuaca sangat penting dalam konteks pembelajaran ilmu pengetahuan, pengelolaan sumber daya air, serta mitigasi bencana alam seperti banjir dan kekeringan. Analisis mendalam terhadap keterkaitan keduanya juga membantu dalam memahami dampak perubahan iklim global terhadap keseimbangan hidrologi di bumi (Ahrens, 2019). Dengan demikian, mempelajari siklus hidrologi tidak hanya memberikan wawasan tentang proses alami air, tetapi juga menumbuhkan kesadaran ekologis untuk menjaga keberlanjutan lingkungan hidup.

Menganalisis Siklus Hidrologi Hubungannya Dengan Cuaca

Hidrologi adalah Cabang ilmu geografi yang mempelajari seputar pergerakan, distribusi, dan kualitas air yang ada dibumi. Ilmu hidrologi dikenal sejak zaman 1608 M dan mengkaji kehadiran dan pergerakan air di Bumi. Menurut beberapa definisi, hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik air di Bumi, termasuk proses hidrologi, pergerakan, penyebaran, sirkulasi dan manajemen air.

Menurut Singh (1992), hidrologi adalah ilmu yang membahas karakteristik air di Bumi termasuk kuantitas dan kualitas air. Sementara itu, Marta dan Adidarma (1983) mendefinisikan hidrologi sebagai ilmu yang



BAB 6

MENGENAL SUMBER PANAS DI DALAM BUMI, KARAKTERISTIK INTERIOR BUMI, DAN BUYONANSI

Iis Krniawati, Enok Nia Kurniasih, Inne Wulan Trisnawati,
Fitri Damayanti

Pendahuluan

Bumi merupakan planet yang aktif secara geologis. Aktivitas tersebut tidak hanya terlihat dari permukaannya melalui gunung api, gempa bumi, dan pergerakan lempeng tektonik, tetapi juga berakar pada dinamika yang terjadi jauh di dalam interior bumi. Salah satu kunci untuk memahami dinamika ini adalah mengetahui sumber panas yang ada di dalam bumi

dan bagaimana panas tersebut menggerakkan proses-proses geofisika yang berlangsung secara terus-menerus selama miliaran tahun.

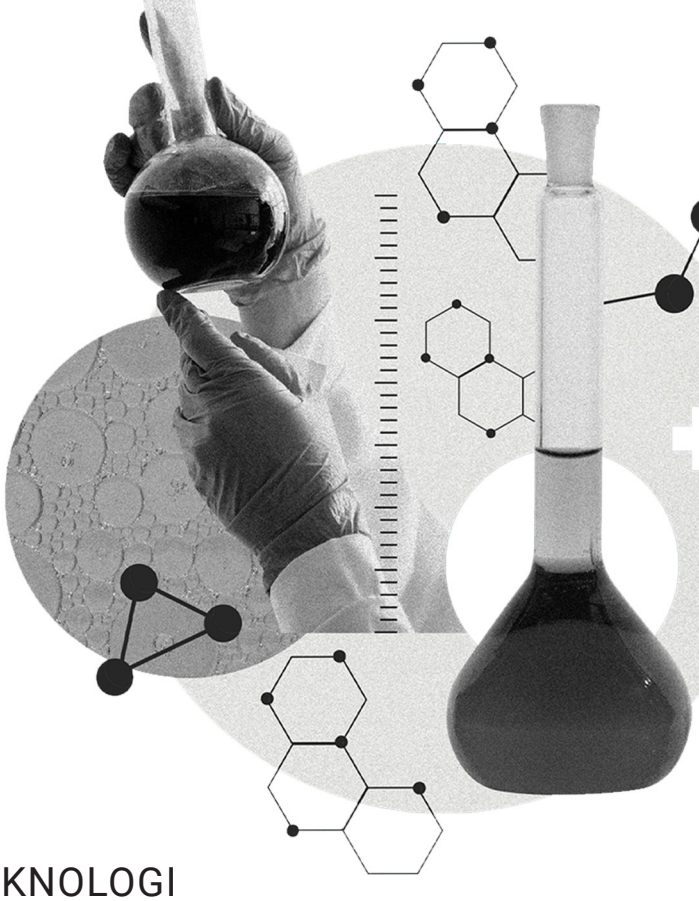
Panas internal bumi berperan penting dalam menjaga aktivitas geologi, menggerakkan konveksi mantel, dan memicu aktivitas vulkanik. Selain itu, panas bumi menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang potensial untuk dimanfaatkan oleh manusia. Oleh karena itu, pemahaman yang baik mengenai sumber panas, struktur interior bumi, dan proses-proses fisis seperti buyonansi (*buoyancy*) menjadi landasan penting dalam bidang geofisika dan ilmu kebumian.

Pengantar Panas Bumi dan Sejarah Pemahaman

Panas internal bumi telah menjadi perhatian para ilmuwan sejak berabad-abad lalu. Awalnya, panas di dalam bumi dijelaskan melalui teori-teori sederhana, seperti anggapan bahwa panas tersebut merupakan sisa dari "api pusat" atau hasil pembakaran bahan mineral. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, terutama sejak abad ke-19 dan 20, penjelasan mengenai asal panas internal semakin didukung oleh teori fisika dan data geofisika.

Pada pertengahan abad ke-19, Lord Kelvin pernah menghitung umur bumi berdasarkan waktu pendinginan benda panas tanpa mempertimbangkan sumber panas tambahan. Ia memperkirakan umur bumi hanya sekitar 20 juta tahun. Namun, perhitungan ini ternyata keliru karena Kelvin tidak mengetahui adanya peluruhan radioaktif yang dapat menghasilkan panas secara konstan. Penemuan radioaktivitas pada akhir abad ke-19 oleh Henri Becquerel serta penelitian Marie dan Pierre Curie mengubah cara pandang ilmuwan terhadap panas internal bumi.

Pada abad ke-20, teori peluruhan isotop radioaktif seperti Uranium-238, Thorium-232, dan Kalium-40 menjadi dasar utama dalam menjelaskan sumber panas jangka panjang di dalam bumi. Data seismik, pengukuran aliran panas, serta perkembangan teori tektonik lempeng memperkuat pemahaman bahwa panas internal merupakan penggerak utama dinamika geologi planet ini.



BAB 7

PRINSIP DASAR TEKNOLOGI DNA REKOMBINAN

Thoif Marsam, Mega Juliana Soleh, Casidin, Yuli Yulianti, Fitri Damayanti

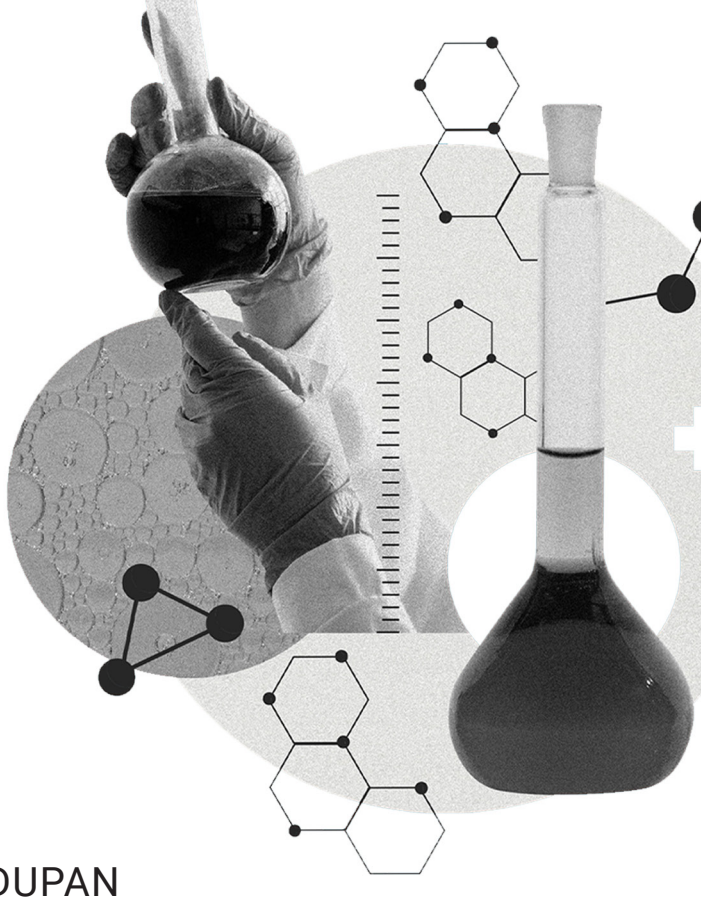
Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan di bidang bioteknologi sudah sangat pesat terutama di bidang pangan dengan menggunakan teknologi DNA rekombinan menghasilkan tanaman dan produk unggul karena mengandung zat gizi yang berkualitas tinggi dibandingkan tanaman biasa, serta lebih tahan terhadap hama penyakit dan tekanan lingkungan. Pencapaian tersebut telah mengubah aspek kehidupan manusia. Bioteknologi merupakan perpaduan antara ilmu biologi dan teknologi yang memanfaatkan prinsip-prinsip biologi molekuler, genetika, dan teknologi rekayasa

genetika. Teknologi DNA rekombinan adalah teknik rekayasa genetika yang digunakan untuk menggabungkan DNA dari dua atau lebih sumber yang berbeda sehingga terbentuk urutan DNA baru dengan sifat-sifat yang diinginkan, teknik ini sangat penting dalam bioteknologi karena memungkinkan produksi proteins terapeutik seperti insulin dan pengembangan tanaman yang lebih tahan terhadap penyakit. Teknologi ini membuka kemungkinan baru di berbagai bidang.

Teknologi DNA rekombinan mempunyai dua manfaat, yaitu: 1) mengisolasi dan mempelajari masing-masing gen akan diperoleh pengetahuan tentang fungsi dan mekanisme kontrolnya dan 2) teknologi ini memungkinkan diperolehnya produk gen tertentu dalam waktu lebih cepat dan jumlah lebih besar daripada produksi secara konvensional. Pada dasarnya upaya untuk mendapatkan suatu produk yang diinginkan melalui teknologi DNA rekombinan melibatkan beberapa tahapan tertentu. Tahapan-tahapan tersebut adalah isolasi DNA genomik yang akan diklon, pemotongan molekul DNA menjadi sejumlah fragmen dengan berbagai ukuran, isolasi DNA vektor, penyisipan fragmen DNA ke dalam vektor untuk menghasilkan DNA rekombinan, transformasi sel inang menggunakan molekul DNA rekombinan, isolasi molekul DNA rekombinan dari sel inang, dan analisis DNA rekombinan.

Perkembangan Teknologi DNA rekombinan berawal dari penemuan penting dalam bidang genetika dan biokimia dengan penemuan struktur DNA oleh Watson dan Crick pada tahun 1953 menjadi landasan penting bagi teknologi DNA rekombinan yang berhasil menjelaskan struktur double helix DNA berdasarkan data difraksi sinar-X dari Rosalind Franklin. Penemuan ini menjadi tonggak utama dalam memahami bagaimana informasi genetik disimpan, disalin, dan diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Setelah struktur DNA ditemukan, para ilmuwan mulai memahami bagaimana gen mengatur sintesis protein melalui proses transkripsi dan translasi. Pada dekade ini juga ditemukan berbagai enzim restriksi yaitu enzim yang mampu memotong DNA pada urutan tertentu, yang kelak menjadi alat penting dalam rekayasa genetika.



BAB 8

ENERGI DAN KEHIDUPAN

Dina Astuty, Dinia Ika R., Eka Ratna, Esti Ichtiarni,
Fitri Damayanti

Pendahuluan

Energi adalah denyut nadi kehidupan itu sendiri. Sejak awal peradaban hingga detik ini, eksistensi manusia mulai dari proses biologis paling sederhana dalam sel kita hingga beroperasinya kota-kota metropolitan yang paling kompleks sepenuhnya bergantung pada ketersediaan dan kemampuannya untuk dikonversi. Kita tidak hanya memanfaatkan energy namun, kita adalah energy itu sendiri. Hubungan fundamental antara "Energi dan Kehidupan" telah menjadi pendorong utama kemajuan, sekaligus sumber tantangan terbesar yang kita hadapi saat ini.

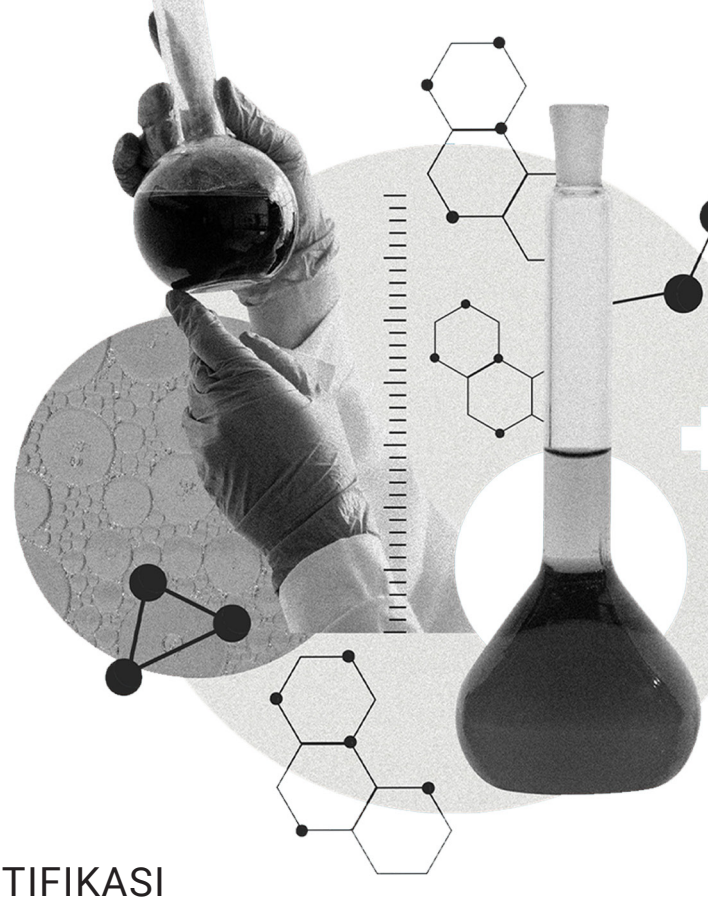
Ketergantungan absolut ini memaksa manusia untuk terus-menerus mengeksplorasi dan mengeksploitasi berbagai sumber energi yang ada di bumi. Selama lebih dari satu abad, peradaban modern kita dibangun di atas fondasi energi fosil yang padat dan murah seperti batu bara, minyak, dan gas alam. Sumber tersebut memberi kekuatan yang belum pernah terbayangkan sebelumnya, memicu revolusi industri dan teknologi. Namun, kini kita memahami bahwa ada harga mahal yang harus dibayar yaitu menipisnya cadangan, ketidakstabilan geopolitik, dan dampak lingkungan berupa perubahan iklim.

Memahami dampak tersebut tidak bisa dilakukan hanya dengan melihat apa yang keluar dari cerobong asap atau knalpot. Di sinilah analisis siklus energi menjadi krusial. Perihal tersebut memaksa kita untuk berpikir secara holistic dengan melihat jejak energy. Kita harus menghitung energi yang dihabiskan untuk mengekstraksi bahan baku, membangun infrastruktur (seperti panel surya atau turbin angin), memprosesnya, mendistribusikannya, hingga mengelola limbah yang dihasilkannya.

Wawasan yang diperoleh dari analisis siklus inilah yang menjadi landasan ilmiah terkuat bagi urgensi transisi global menuju energi terbarukan. Matahari, angin, air, dan panas bumi bukan lagi sekadar alternative namun sebuah keniscayaan teknis dan ekonomis. Pembahasan ini akan mengurai bagaimana sumber-sumber energi terbarukan bekerja, apa tantangan dalam integrasinya, dan mengapa energy terbarukan menjadi satu-satunya jalan untuk menyelaraskan kembali kebutuhan energi dengan keberlanjutan kehidupan di Bumi.

Analisis Siklus Energi

Siklus energi merujuk pada pergerakan dan transformasi energi melalui sistem ekologi dan geologis. Siklus ini didominasi oleh dua proses utama, yaitu: fotosintesis dan respirasi.



BAB 9

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA BAHAN ALAM SERTA PEMANFAATANNYA UNTUK MENUNJANG KEHIDUPAN

Siti Kulsum, Yanti Rusdianti, Novita Vandrianur, Eneng Fitri Windasari, Fitri Damayanti

Pendahuluan

Alam menyediakan beragam senyawa kimia yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia, mulai dari obat-obatan, bahan kosmetik, makanan, hingga energi alternatif. Pemanfaatan senyawa-senyawa tersebut tidak dapat dilakukan secara sembarangan, melainkan memerlukan proses ilmiah untuk mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa aktif agar

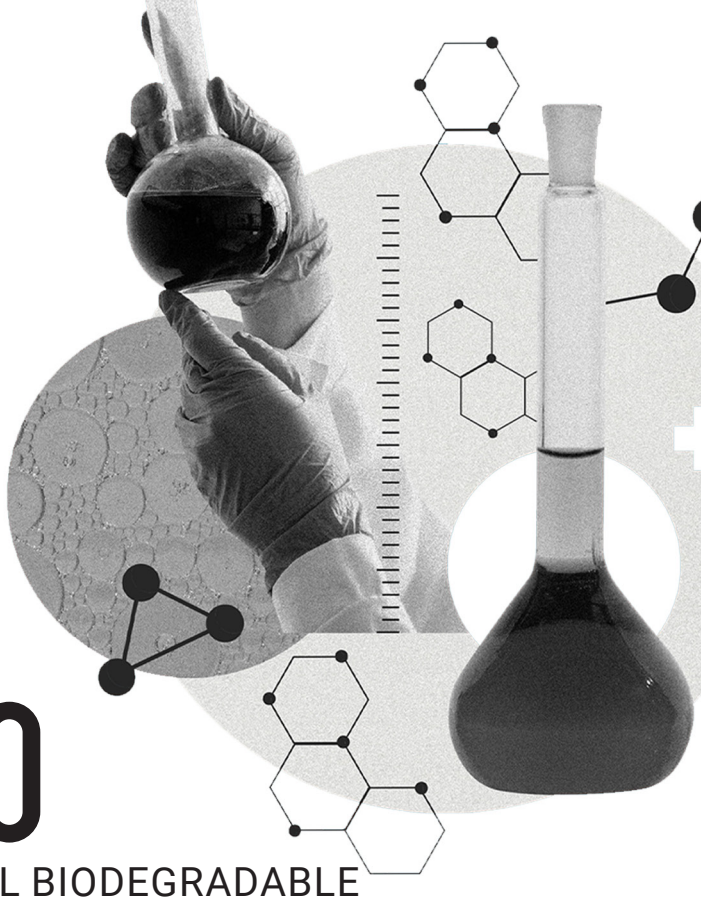
manfaatnya diketahui dengan jelas serta aman digunakan (Firdaus et al., 2020).

Indonesia dikenal sebagai negara megabiodiversitas dengan kekayaan sumber daya alam yang melimpah, terutama bahan alam yang berasal dari tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme (Handayani & Putra, 2019). Kekayaan hayati tersebut menjadikan Indonesia memiliki peluang besar dalam pengembangan produk berbasis bahan alam. Bahan alam mengandung berbagai senyawa metabolit primer dan sekunder yang berpotensi dikembangkan dalam bidang kesehatan, pangan, kosmetik, hingga industri bioteknologi (Rahmawati et al., 2022).

Untuk dapat dimanfaatkan secara optimal, senyawa-senyawa tersebut perlu melalui proses isolasi dan identifikasi guna menentukan struktur kimia serta aktivitas biologinya. Tahapan ini menjadi aspek krusial dalam penemuan senyawa baru yang berpotensi sebagai kandidat obat, antioksidan alami, pengawet bahan pangan, pestisida nabati, dan berbagai produk lain yang mendukung peningkatan kualitas hidup manusia (Newman & Cragg, 2020). Selain itu, pengembangan senyawa bahan alam juga berperan dalam mengurangi ketergantungan terhadap bahan kimia sintetis, sehingga mendukung konsep keberlanjutan dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian mengenai isolasi dan identifikasi senyawa bahan alam tidak hanya memiliki nilai ilmiah, tetapi juga nilai strategis bagi pengembangan industri dan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Konsep Dasar Senyawa Bahan Alam

Senyawa bahan alam adalah molekul organik yang secara alami dihasilkan oleh organisme hidup termasuk tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme melalui jalur metabolisme primer dan sekunder. Metabolit primer terlibat dalam fungsi fisiologis dasar seperti respirasi dan pertumbuhan, sedangkan metabolit sekunder berperan dalam adaptasi ekologis, misalnya pertahanan terhadap herbivora dan patogen, perlindungan terhadap stres lingkungan, serta komunikasi antarorganisme (Xiao, Sarker, & Asakawa, 2020). Kelompok senyawa ini sangat beragam secara struktural dan meliputi



BAB 10

DAMPAK MATERIAL BIODEGRADABLE PADA SISTEM EKOSISTEM

Oktovia, Riana Puspita, Risma Afriani, Rizky Nurul, Fitri Damayanti

Pendahuluan

Plastik merupakan salah satu material yang sangat umum ditemukan di kalangan masyarakat Indonesia. Bahan ini pada umumnya dimanfaatkan sebagai wadah karena plastik memiliki berbagai kelebihan antara lain fleksibel, kuat, ringan, transparan, dapat dikombinasikan dengan produk lain dan tidak korosif (Mukhlisien dkk., 2021). Selain itu plastik dapat diperoleh dengan harga yang murah, terutama kantong plastik sekali pakai.

Plastik yang banyak beredar di masyarakat pada umumnya berupa plastik sintetis. Plastik sintetis ini adalah plastik yang dibuat menggunakan

polimer sintetik yang berasal dari minyak bumi. Plastik jenis ini memiliki karakteristik yang nondegradable, artinya plastik ini sulit atau bahkan tidak dapat terurai dengan sendirinya. Penggunaan plastik ini akan menimbulkan limbah plastik dalam jumlah yang besar dan berpotensi mencemari lingkungan.

Indonesia menghasilkan timbunan sampah hingga 28,6 juta ton pada tahun 2021 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2022). Pencemaran sampah plastik di laut meningkat hingga menyentuh angka 1,29 juta ton per tahun (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan & Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah Limbah dan Bahan Berbahaya Beracun, 2022). Dilansir dalam SIPSN oleh KLHK (2022), Komposisi sampah plastik dari timbunan sampah ini mencapai 17,86%. Jumlah penggunaan sampah plastik meningkat hingga 2% dibanding tahun 2019. Menurut KLHK dalam Laporan Kinerja Direktorat Pengelolaan Sampah (2022), kenaikan tersebut disebabkan oleh pola hidup masyarakat yang berubah selama masa pandemi Covid-19, antara lain kenaikan jumlah belanja online hingga 62% dan pemesanan makanan dengan layanan antar makan yang naik hingga 47%.

Upaya untuk meminimalisir timbulnya limbah plastik ini telah diupayakan oleh pemerintah melalui beberapa program antara lain dikeluarkannya peraturan pengurangan sampah plastik sekali pakai (Diet Kantong Plastik) di beberapa kabupaten, dan menciptakan pasar bebas plastik. Namun, program ini belum diterapkan secara menyeluruh. Dengan demikian, program-program ini belum menjadi solusi utama dalam mengatasi permasalahan limbah plastik.

Salah satu solusi alternatif yang dapat menggantikan plastik sintesis (polietilena) yaitu plastik biodegradable karena lebih ramah lingkungan. Hasil pertanian yang berpotensi menghasilkan plastik biodegradable antara lain limbah tanaman pangan yang mengandung pati atau selulosa yang tinggi. Jenis plastik yang dihasilkan dari bahan ini bersifat renewable.

Tanaman pangan adalah semua jenis tanaman yang didalamnya mengandung nutrisi yang penting bagi tubuh seperti karbohidrat dan



BAB 11

REKAYASA GENETIKA

Ade Lina Permatasari, Aini Setiawati, Diah Fitriani,
Dita Halleyna, Fitri Damayanti

Pendahuluan

Alam ini sangatlah indah. Alam juga sangat kaya akan materi yang bisa dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Namun, dengan pesatnya pertambahan jumlah manusia seiring waktu, kekayaan alam tersebut bisa terancam keberadaan dan kelestariannya, sehingga mendorong manusia untuk mencari dan mengembangkan cara bagaimana mengatasi ancaman tersebut. Meniru atau memodifikasi materi yang ada di alam menggunakan bioteknologi menjadi jawaban yang memungkinkan dari berbagai upaya yang diusahakan manusia. Salah satu dari bioteknologi yang dimaksud adalah rekayasa genetika.

Rekayasa genetika merupakan teknik untuk menghasilkan molekul DNA yang berisi gen baru yang diinginkan (kombinasi gen-gen baru) atau dapat dikatakan sebagai manipulasi organisme. Dari rekayasa genetika, manusia dapat menghasilkan materi baru, dimana awalnya materi memiliki kekurangan, setelah dimodifikasi, materi tersebut menjadi lebih baik dan bahkan bisa memiliki nilai ekonomis.

Rekayasa genetika adalah salah satu cabang ilmu bioteknologi modern, telah membuka lembaran baru dalam kemampuan manusia untuk memodifikasi materi genetik organisme hidup. Sejak penemuan struktur DNA dan perkembangan teknik kloning gen, kemajuan di bidang ini telah membawa manfaat signifikan bagi peradaban, terutama dalam bidang pertanian, kesehatan, dan industri. Contoh nyata manfaatnya termasuk pengembangan tanaman pangan yang lebih tahan hama dan penyakit, serta produksi obat-obatan vital seperti insulin sintetis melalui bakteri yang dimodifikasi secara genetik.

Namun, seperti halnya setiap teknologi kuat, rekayasa genetika juga membawa potensi risiko dan penyalahgunaan etis yang mendalam. Kemampuan untuk mengubah cetak biru kehidupan itu sendiri menimbulkan pertanyaan serius mengenai batasan moral, keamanan hayati (biosafety), dan dampak jangka panjang terhadap ekosistem dan masyarakat manusia. Penyalahgunaan dapat terjadi dalam berbagai spektrum, mulai dari aplikasi yang tidak bertanggung jawab dalam penelitian, potensi bioterorisme, hingga upaya kontroversial untuk mengubah garis keturunan manusia (modifikasi genetik manusia) tanpa pertimbangan etis yang matang.

Isu penyalahgunaan ini bukan lagi sekadar spekulasi teoretis, melainkan kekhawatiran nyata yang memerlukan perhatian serius dari komunitas ilmiah, pembuat kebijakan, dan masyarakat luas. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji secara mendalam berbagai bentuk penyalahgunaan rekayasa genetika dan implikasinya terhadap masa depan kehidupan di bumi.



BAB 12

ANALISIS DAMPAK KECERDASAN BUATAN (AI) PADA PENELITIAN SAINS

Maman, Tito Adi Dewanto, Cristiana Dewi, Iwan Koerniawan, Fitri Damayanti

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi membuat cara peneliti bekerja mengalami banyak perubahan. Di era Revolusi Industri 4.0 dan 5.0 seperti sekarang, penelitian sains menghadapi tantangan baru, seperti jumlah data yang sangat besar, eksperimen yang semakin rumit, dan tuntutan untuk menemukan pengetahuan baru dengan lebih cepat. Kondisi ini membuat para peneliti membutuhkan teknologi yang bukan hanya cepat, tetapi juga akurat. Salah satu teknologi yang berperan besar dalam perubahan tersebut adalah Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence/

AI). Menurut Russell & Norvig (2021), AI adalah kemampuan komputer untuk meniru cara berpikir manusia, misalnya dalam belajar, mengambil keputusan, memahami bahasa, atau mengenali pola. Dalam penelitian sains, AI berkembang menjadi alat yang sangat membantu, karena mampu menganalisis data yang jumlahnya sangat besar dan sulit ditangani secara manual. Mitchell (1997) juga menjelaskan bahwa AI dapat mempelajari pola dari data dan memberikan prediksi yang lebih akurat, sehingga sangat berguna dalam penelitian modern.

Saat ini, AI tidak lagi sekadar alat bantu, tetapi sudah menjadi bagian penting dalam berbagai bidang penelitian. Para ilmuwan menggunakan AI untuk membuat hipotesis, merancang eksperimen, mengumpulkan data, hingga menafsirkan hasil penelitian dengan cara yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan (Wang et al., 2023). Contohnya, AI dipakai untuk mendeteksi planet baru dalam astronomi, memprediksi struktur protein dalam biologi molekuler, menganalisis tabrakan energi tinggi dalam fisika partikel, dan memantau perubahan iklim dalam ilmu lingkungan. AI juga membawa pengaruh besar terhadap dunia pendidikan dan masyarakat. Gruetzemacher & Whittlestone (2022) menyebutkan bahwa AI mempercepat perkembangan masyarakat, sementara Talanquer (2023) dan Clark (2023) menyoroti munculnya pertanyaan tentang penggunaan AI dalam pembelajaran dan penilaian. Floridi (2015) bahkan menyatakan bahwa batas antara manusia, mesin, dan alam kini semakin kabur, serta informasi semakin melimpah dan mudah diakses.

Walaupun memberikan banyak manfaat, penggunaan AI juga menimbulkan tantangan baru. Beberapa di antaranya adalah masalah etika, transparansi sistem, potensi bias data, dan risiko ketergantungan yang terlalu besar pada teknologi otomatis.Dari uraian diatas dapat peneliti simpulkan penelitian ini penting untuk memahami bagaimana AI memberikan dampak terhadap penelitian sains, baik dari aspek manfaat maupun risikonya yang dapat bertujuan untuk menganalisis berbagai bentuk penerapan AI dalam metodologi ilmiah, memberikan contoh nyata dari



Gambar 7. Ilustrasi AI bidang meteorologi
(Dihasilkan oleh AI, berdasarkan instruksi visual dari penulis)

Manfaat AI untuk Peneliti

AI memberikan banyak manfaat bagi peneliti dalam berbagai disiplin ilmu. Dari segi waktu penelitian, AI membuat proses penelitian menjadi jauh lebih cepat. Dalam hal ketelitian, AI menghasilkan analisis yang lebih konsisten dan bebas dari kesalahan manusia. AI juga mempermudah akses informasi, terutama pada data berskala besar atau big data. Selain itu, AI mendukung kolaborasi internasional, karena peneliti dari berbagai negara dapat bekerja bersama melalui platform digital yang saling terhubung. Terakhir, AI dapat berperan sebagai asisten riset virtual, membantu melakukan perhitungan, menyiapkan data, dan memberikan rekomendasi awal.

Risiko dan Tantangan AI

Meskipun memberikan banyak manfaat, penggunaan AI dalam penelitian sains juga memiliki risiko. Salah satunya adalah penyalahgunaan AI, seperti manipulasi data, deepfake ilmiah, dan plagiarisme berbasis AI. Hal ini dapat merusak integritas penelitian.Tantangan lainnya adalah ketergantungan berlebihan. Jika peneliti terlalu mengandalkan AI tanpa melakukan verifikasi, hasil penelitian bisa menjadi tidak akurat. Selain itu, muncul masalah etika dan privasi, terutama dalam penelitian biologi dan medis yang menggunakan data sensitif.

AI juga dapat menghasilkan bias jika data yang digunakan tidak lengkap atau tidak beragam. Bias ini dapat menyebabkan kesimpulan yang salah dan berpotensi membahayakan masyarakat jika diterapkan pada bidang kesehatan atau lingkungan.

Studi Kasus Penggunaan AI dalam Sains

Beberapa studi kasus menunjukkan bagaimana AI digunakan secara nyata dalam penelitian sains. AlphaFold dari DeepMind menjadi contoh utama karena telah membantu ribuan ilmuwan memahami struktur protein dan menghemat bertahun-tahun proses analisis laboratorium.

Di Jepang, AI digunakan dalam deteksi gempa. Dengan membaca sinyal dari ribuan sensor seismik, AI dapat memberikan peringatan dini beberapa detik sebelum gempa terjadi, sehingga mengurangi risiko kerusakan dan korban jiwa. Contoh lainnya adalah pemantauan Hutan Amazon. AI digunakan untuk menganalisis citra satelit dan mendeteksi penebangan liar secara real-time, sehingga membantu upaya konservasi lingkungan.

Kesimpulan

Kecerdasan buatan telah membawa perubahan besar bagi dunia penelitian sains. AI mampu mempercepat penelitian, meningkatkan akurasi, menemukan pola baru, dan membantu peneliti mengatasi berbagai tantangan di

bidang fisika, kimia, biologi, maupun lingkungan. Berbagai contoh nyata membuktikan bahwa AI sangat bermanfaat dalam membantu manusia memahami alam dan menyelesaikan persoalan-persoalan global seperti pandemi, perubahan iklim, dan konservasi.

Namun demikian, pengembangan AI tetap memerlukan perhatian pada aspek etika, keamanan data, dan sikap kritis peneliti. Dengan pemanfaatan yang tepat, AI akan menjadi teknologi kunci yang membawa kemajuan besar dalam dunia sains di masa depan.

Referensi

Ahrens, C. D. (2019). *Meteorology today: An introduction to weather, climate, and the environment* (12th ed.). Cengage Learning.

Carleo, G., Cirac, I., Cranmer, K., Daudet, L., Schuld, M., Tishby, N., Vogt-Maranto, L., & Zdeborová, L. (2019). Machine learning and the physical sciences. *Reviews of Modern Physics, 91*(4), 045002. https://doi.org/10.1103/RevModPhys.91.045002

Clark, A. (2023). Artificial intelligence and education: Promise and implications. *Educational Philosophy and Theory, 55*(6), 593–606. https://doi.org/10.1080/00131857.2022.2152804

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., Luetge, C., Madelin, R., Pagallo, U., Rossi, F., Schafer, B., Valcke, P., & Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society. *Minds and Machines, 28*, 689–707. https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5

Gruetzemacher, R., & Whittlestone, J. (2022). Assessing the impacts of artificial intelligence on society. *AI & Society, 37*, 649–658. https://doi.org/10.1007/s00146-021-01279-4

Harianus, H. (2023). Pemanfaatan artificial intelligence dalam bidang kesehatan. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi, 11*(1), 240–247. https://doi.org/10.47668/edusaintek.v11i1.999

Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science, 349*(6245), 255–260. https://doi.org/10.1126/science.aaa8415

Jumper, J., Evans, R., Pritzel, A., Green, T., Figurnov, M., Ronneberger, O., … Hassabis, D. (2021). Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature, 596*(7873), 583–589. https://doi.org/10.1038/s41586-021-03819-2

Mitchell, T. M. (1997). *Machine learning*. McGraw-Hill.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

Scherer, M. U. (2019). Artificial intelligence and legal decision-making: The wide open? *Journal of International Arbitration, 36*(5), 539–564.

Talanquer, V. (2023). Artificial intelligence in science education: Challenges and opportunities. *Journal of Chemical Education, 100*(1), 1–7. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00891

Tecuci, G. (2012). Artificial intelligence. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 4*(2), 168–180. https://doi.org/10.1002/wics.200

Turner, D. P. (2020). Machine learning in environmental science. *Environmental Research Letters, 15*(9), 091001. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9c79

Varadi, M., Anyango, S., Deshpande, M., Nair, S., Natassia, C., Yordanova, G., … Thornton, J. M. (2022). AlphaFold protein structure database: Massively expanding the structural coverage of protein-sequence space. *Nucleic Acids Research, 50*(D1), D439–D444. https://doi.org/10.1093/nar/gkab1061

Wang, X., Chen, Y., & Zhang, L. (2023). Artificial intelligence in scientific discovery: Opportunities and challenges. *Nature Reviews Physics, 5*(4), 216–230. https://doi.org/10.1038/s42254-023-00587-9

Zahara, S. L., Azkia, Z. U., & Chusni, M.. (2023). Implementasi teknologi artificial intelligence (AI) dalam bidang pendidikan. *JPSP: Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan, 3*(1), 16–19.

Merajut Sains dalam Kesatuan Ipa

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan hasil akumulasi pemikiran dan pengamatan manusia terhadap alam semesta beserta seluruh fenomena yang menyertainya. IPA tidak hadir sebagai kumpulan ilmu yang terpisah-pisah, melainkan sebagai satu kesatuan pengetahuan yang saling terhubung dalam menjelaskan gejala alam secara utuh dan holistik. Biologi, fisika, dan kimia saling berkelindan dalam memahami bagaimana alam bekerja sebagai sebuah sistem yang terpadu. Inilah semangat utama yang melandasi penyusunan buku *Merajut Sains dalam Kesatuan IPA*.



Buku ini disusun sebagai bagian dari tugas Mata Kuliah IPA Terpadu pada Program Studi Pendidikan MIPA, Fakultas Pascasarjana, Universitas Indraprasta PGRI. Penyusunan buku ini tidak semata-mata ditujukan untuk memenuhi tuntutan akademik perkuliahan, tetapi lebih jauh diarahkan sebagai wahana pembelajaran bagi mahasiswa untuk berlatih merajut konsep-konsep sains lintas disiplin ke dalam satu kesatuan pemahaman yang bermakna. Melalui proses ini, mahasiswa diharapkan mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan reflektif dalam menyusun materi IPA yang kontekstual dan aplikatif.

INSIGHT PUSTAKA
Anggota IKAPI No. 019/LPU/2025
www.insightpustaka.com
0851-5086-7290

Ilmu Pengetahuan +17
ISBN 978-634-7569-30-1
9 786347 569301