

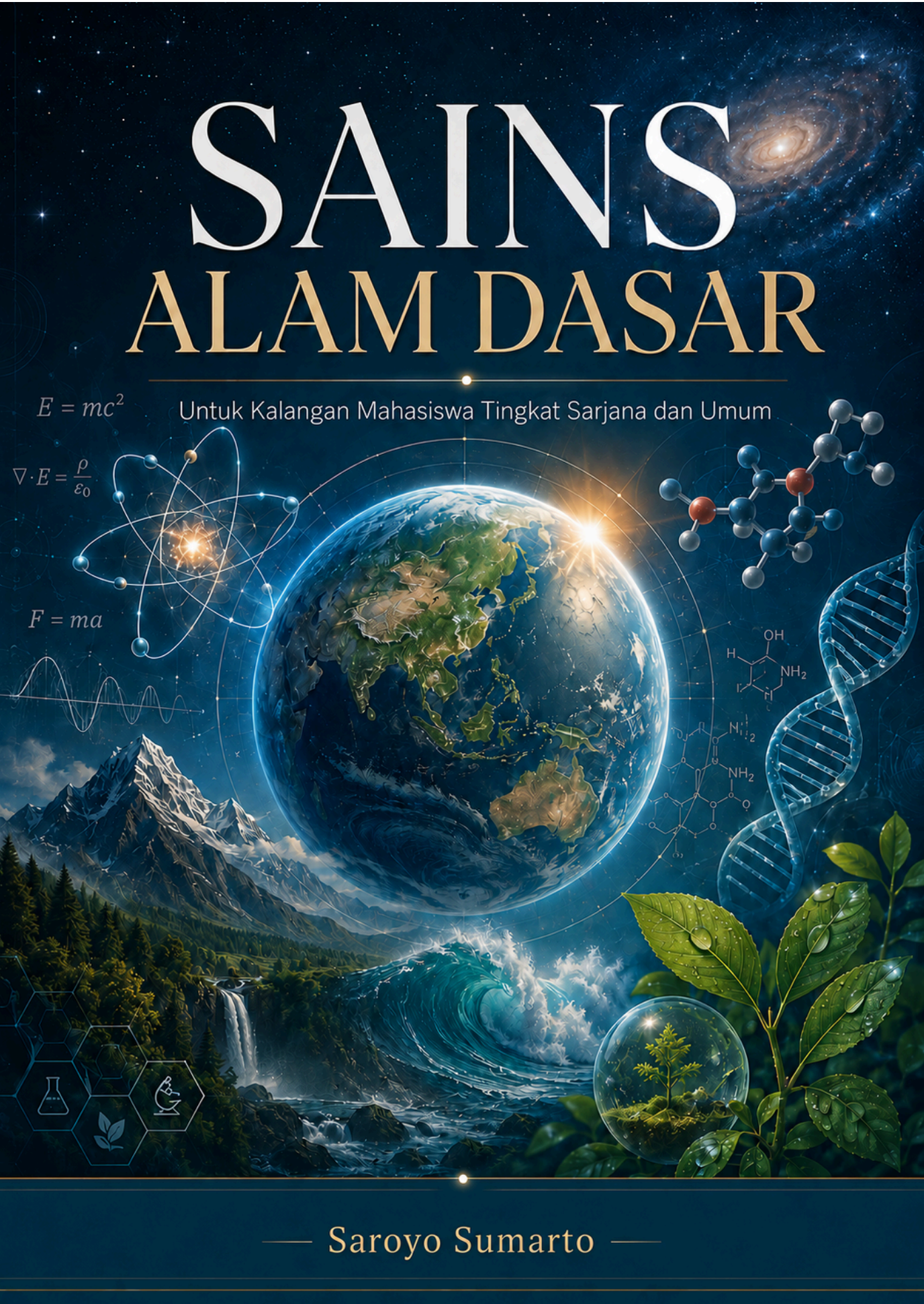
SAINS ALAM DASAR

$$E = mc^2$$

Untuk Kalangan Mahasiswa Tingkat Sarjana dan Umum

$$\nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$F = ma$$



— Saroyo Sumarto —

SAINS ALAM DASAR

Untuk Mahasiswa Tingkat Sarjana

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

Lingkup Hak Cipta

1. Hak Cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 72 :

1. Barangsiapa dengan sengaja atau tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu Ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 tahun dan/atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

SAINS ALAM DASAR

Untuk Mahasiswa Tingkat Sarjana

Saroyo Sumarto

Yayasan Muria Ilham Nusantara

SAINS ALAM DASAR

Untuk Mahasiswa Tingkat Sarjana

Penulis

Saroyo Sumarto

ISBN

Desain

Tim Redaksi

Layouter

Tim Redaksi

Penerbit

YAYASAN MURIA ILHAM NUSANTARA

Jl. Emerald Utama, Blok D, No. 23, RT. 01 RW. 23, Kel. Meteseh

Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50271

© Hak Cipta dilindungi Undang-undang

All Rights Reserved

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya buku **Sains Alam Dasar** ini dapat disusun sebagai bahan bacaan dan pembelajaran bagi mahasiswa tingkat sarjana serta pembaca umum yang ingin memahami dasar-dasar sains alam secara terpadu. Buku ini dirancang untuk memberikan pemahaman awal tentang sains alam secara menyeluruh, mulai dari hakikat sains dan metode ilmiah, materi, energi, atom, reaksi kimia, kehidupan, evolusi, ekologi, bumi, iklim, hingga alam semesta.

Penyusunan buku ini dilandasi oleh kebutuhan akan bahan ajar yang tidak hanya menyajikan fakta dan konsep, tetapi juga membantu pembaca memahami hubungan antarcabang ilmu alam. Sains alam bukan sekadar kumpulan rumus, istilah, atau definisi yang harus dihafalkan, melainkan cara berpikir sistematis untuk memahami gejala alam berdasarkan pengamatan, bukti, penalaran, pengujian, dan keterbukaan terhadap koreksi. Melalui pendekatan ini, pembaca diharapkan mampu melihat bahwa fisika, kimia, biologi, geologi, ekologi, ilmu lingkungan, dan astronomi saling berkaitan dalam menjelaskan alam secara utuh.

Buku ini juga berusaha menghadirkan sains alam sebagai pengetahuan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Peristiwa sederhana seperti air menguap, makanan dicerna, tanaman tumbuh, hujan turun, tanah mengalami erosi, atau bintang bersinar sesungguhnya dapat dipahami melalui prinsip-prinsip sains. Dengan demikian, pembelajaran sains tidak hanya berhenti pada ruang kelas, tetapi juga membantu pembaca membaca dan memahami dunia di sekitarnya secara lebih kritis.

Buku ini diharapkan dapat menumbuhkan rasa ingin tahu, sikap ilmiah, kemampuan berpikir kritis, serta kesadaran bahwa manusia merupakan bagian dari sistem alam yang luas dan saling terhubung. Pemahaman sains alam sangat penting untuk menghadapi berbagai persoalan kontemporer, seperti perubahan iklim, kerusakan lingkungan, energi, pangan, kesehatan, bencana alam, teknologi, dan keberlanjutan.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan, baik dari segi isi, penyajian, maupun kelengkapan contoh. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan demi penyempurnaan pada masa mendatang. Semoga buku ini bermanfaat bagi pembaca dan dapat menjadi pengantar yang baik untuk memahami sains alam secara lebih luas, mendalam, dan bertanggung jawab.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI	6
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Urgensi Kehadiran Buku	2
1.3 Ruang Lingkup Materi Buku	2
1.4 Tujuan Penulisan	4
BAB 2	5
HAKIKAT SAINS ALAM DAN METODE ILMIAH	5
2.1 Mengapa Perlu Memahami Hakikat Sains Alam?	5
2.2 Pengertian Sains Alam	6
2.3 Sains sebagai Produk dan Proses	8
2.4 Empirisme: Dasar Pengalaman dalam Sains Alam	10
2.5 Rasionalitas dan Penalaran Ilmiah	11
2.6 Observasi, Pertanyaan, dan Masalah Ilmiah	12
2.7 Hipotesis, Hukum, Teori, dan Model	14
2.8 Metode Ilmiah: Antara Skema Ideal dan Praktik Nyata	15
2.9 Eksperimen, Kontrol, dan Variabel	17
2.10 Pengukuran, Ketidakpastian, dan Kesalahan	19
2.11 Objektivitas dan Komunitas Ilmiah	20
2.12 Teori, Paradigma, dan Perubahan Ilmiah	21
2.13 Batas-Batas Sains Alam	22
2.14 Sains, Teknologi, dan Masyarakat	23
2.15 Pseudosains dan Literasi Ilmiah	24
2.16 Sikap Ilmiah	26
BAB 3	27
MATERI, ENERGI, RUANG, DAN WAKTU	27
3.1 Konsep Materi, Energi, Ruang, dan Waktu	27
3.2 Materi sebagai Dasar Dunia Fisik	28
3.3 Wujud Materi dan Perubahan Keadaan	30
3.4 Massa, Berat, dan Inersia	31

3.5 Energi dan Perubahan dalam Alam	33
3.6 Kerja, Daya, dan Transformasi Energi	35
3.7 Gerak sebagai Perubahan Posisi dalam Ruang dan Waktu	37
3.8 Gaya dan Hukum Newton	38
3.9 Gravitasi dan Keteraturan Alam Semesta	40
3.10 Ruang sebagai Kerangka Peristiwa Alam	42
3.11 Waktu sebagai Ukuran Perubahan	43
3.12 Ruang dan Waktu dalam Fisika Modern	44
3.13 Hubungan Materi dan Energi	45
3.14 Skala Alam: Dari Partikel hingga Kosmos	47
3.15 Materi, Energi, Ruang, dan Waktu dalam Kehidupan Sehari-hari	48
BAB 4	51
ATOM, MOLEKUL, DAN STRUKTUR KIMIA	51
4.1 Pengertian Atom, Molekul, dan Struktur Kimia	51
4.2 Dari Gagasan Atom ke Teori Atom Modern	52
4.3 Struktur Atom: Proton, Neutron, dan Elektron	54
4.4 Unsur, Senyawa, dan Campuran	56
4.5 Tabel Periodik sebagai Peta Unsur	58
4.6 Elektron Valensi dan Kestabilan Atom	60
4.7 Ikatan Ionik	62
4.8 Ikatan Kovalen dan Molekul	63
4.9 Ikatan Logam dan Sifat Logam	65
4.10 Bentuk Molekul dan Polaritas	67
4.11 Gaya Antarmolekul	68
4.12 Struktur Kimia dan Sifat Zat	69
4.13 Molekul Kehidupan	70
4.14 Kimia dalam Bumi, Lingkungan, dan Teknologi	72
BAB 5	74
REAKSI KIMIA DAN TRANSFORMASI MATERI	74
5.1 Reaksi kimia	74
5.2 Perubahan Fisika dan Perubahan Kimia	75
5.3 Hakikat Reaksi Kimia	77
5.4 Persamaan Reaksi Kimia	78
5.5 Hukum Kekekalan Massa dan Stoikiometri Dasar	80

5.6 Energi dalam Reaksi Kimia	82
5.7 Laju Reaksi Kimia	84
5.8 Kestimbangan Kimia	86
5.9 Asam, Basa, dan pH	87
5.10 Reaksi Oksidasi-Reduksi	89
5.11 Katalis dan Enzim	91
5.12 Reaksi Kimia dalam Kehidupan	92
5.13 Reaksi Kimia dalam Bumi dan Atmosfer	94
5.14 Reaksi Kimia dan Lingkungan	95
5.15 Reaksi Kimia dalam Teknologi dan Industri	97
BAB 6	101
KEHIDUPAN: SEL, GEN, DAN ORGANISME	101
6.1 Kehidupan	101
6.2 Ciri-Ciri Makhluk Hidup	102
6.3 Sel sebagai Unit Dasar Kehidupan	104
6.4 Sel Prokariotik dan Sel Eukariotik	106
6.5 Struktur dan Fungsi Membran Sel	107
6.6 Metabolisme dan Energi Sel	109
6.7 DNA, Gen, dan Informasi Kehidupan	111
6.8 Pewarisan Sifat dan Genetika Dasar	113
6.9 Dari Sel ke Jaringan, Organ, dan Sistem Organ	115
6.10 Homeostasis dan Regulasi Tubuh	116
6.11 Pertumbuhan dan Perkembangan Organisme	118
6.12 Reproduksi dan Kelangsungan Kehidupan	119
6.13 Organisme dan Lingkungan	121
6.14 Kesehatan, Penyakit, dan Gangguan pada Sistem Hidup	122
6.15 Bioteknologi dan Pemahaman tentang Kehidupan	123
BAB 7	128
EVOLUSI DAN KEANEKARAGAMAN HAYATI	128
7.1 Evolusi	128
7.2 Makna Evolusi dalam Biologi	129
7.3 Sejarah Gagasan Evolusi	131
7.4 Seleksi Alam	133
7.5 Variasi Genetik sebagai Bahan Baku Evolusi	135

7.6 Mekanisme Evolusi Selain Seleksi Alam	137
7.7 Bukti-Bukti Evolusi	138
7.8 Spesies dan Spesiasi	141
7.9 Kepunahan dan Perubahan Kehidupan	142
7.10 Klasifikasi Makhluk Hidup	144
7.11 Pohon Kehidupan dan Kekerabatan Organisme	145
7.12 Tingkat Keanekaragaman Hayati	147
7.13 Pentingnya Keanekaragaman Hayati bagi Kehidupan Manusia	149
7.14 Ancaman terhadap Keanekaragaman Hayati	150
BAB 8	156
EKOLOGI DAN SISTEM LINGKUNGAN	156
8.1 Ekologi	156
8.2 Tingkat Organisasi Ekologi	157
8.3 Ekosistem sebagai Sistem Terbuka	159
8.4 Faktor Abiotik dan Batas Toleransi	161
8.5 Aliran Energi dalam Ekosistem	163
8.6 Rantai Makanan, Jaring-Jaring Makanan, dan Tingkat Trofik	165
8.7 Daur Biogeokimia	167
8.8 Dinamika Populasi	169
8.9 Interaksi Antarspesies	171
8.10 Komunitas Ekologis dan Struktur Komunitas	173
8.11 Suksesi Ekologis	174
8.12 Keseimbangan, Stabilitas, dan Resiliensi Ekosistem	176
8.13 Ekosistem dan Jasa Ekosistem	178
BAB 9	183
BUMI SEBAGAI SISTEM ALAM	183
9.1 Bumi	183
9.2 Bumi dalam Tata Surya	184
9.3 Struktur Internal Bumi	185
9.4 Mineral dan Batuan	187
9.5 Siklus Batuan	189
9.6 Tektonik Lempeng	190
9.7 Gempa Bumi	192
9.8 Gunung Api dan Vulkanisme	194

9.9 Atmosfer Bumi	195
9.10 Cuaca dan Iklim	197
9.11 Hidrosfer dan Siklus Air	199
9.12 Tanah sebagai Sistem Hidup	200
9.13 Bumi, Kehidupan, dan Siklus Biogeokimia	202
9.14 Lanskap, Erosi, dan Perubahan Permukaan Bumi	203
9.15 Bencana Alam dan Pengurangan Risiko	206
9.16 Manusia dan Perubahan Sistem Bumi	209
BAB 10	210
IKLIM, PERUBAHAN GLOBAL, DAN KEBERLANJUTAN	210
10.1 Iklim	211
10.2 Cuaca, Iklim, dan Sistem Iklim	212
10.3 Efek Rumah Kaca dan Keseimbangan Energi Bumi	214
10.4 Bukti Perubahan Iklim Modern	216
10.5 Penyebab Perubahan Iklim Modern	217
10.6 Dampak Perubahan Iklim terhadap Sistem Alam	219
10.7 Dampak Perubahan Iklim terhadap Manusia	221
10.8 Mitigasi Perubahan Iklim	223
10.9 Adaptasi terhadap Perubahan Iklim	225
10.10 Energi, Sumber Daya, dan Jejak Ekologis	226
10.11 Pembangunan Berkelanjutan	228
10.12 Keberlanjutan, Keadilan, dan Etika Lingkungan	230
10.13 Peran Sains, Teknologi, dan Masyarakat	232
BAB 11	238
ALAM SEMESTA: ASTRONOMI DAN KOSMOLOGI DASAR	238
11.1 Alam Semesta	238
11.2 Langit sebagai Objek Pengamatan Ilmiah	239
11.3 Tata Surya	241
11.4 Gravitasi, Orbit, dan Hukum Kepler	243
11.5 Matahari sebagai Bintang	244
11.6 Bintang: Kelahiran, Kehidupan, dan Kematian	246
11.7 Cahaya, Spektrum, dan Cara Astronom Mengetahui Alam Semesta	248
11.8 Galaksi dan Bima Sakti	250
11.9 Kosmologi dan Teori Big Bang	251

11.10 Materi Gelap dan Energi Gelap	253
11.11 Planet di Luar Tata Surya dan Kemungkinan Kehidupan	255
11.12 Skala Ruang dan Waktu Kosmik	256
11.13 Astronomi, Teknologi, dan Kehidupan Modern	258
11.14 Manusia dalam Perspektif Kosmik	259
BAB 12	262
PENUTUP	262
12.1 Kesimpulan Umum	262
12.2 Pesan yang Relevan dengan Urgensi Buku	263
12.3 Harapan untuk Pembaca	264
12.4 Penutup Akhir	265
DAFTAR PUSTAKA	266
GLOSARIUM	268
TENTANG PENULIS	272

TENTANG PENULIS



Dr. Saroyo Sumarto dilahirkan di Boyolali Jawa Tengah dari pasangan Dalimo Pawiro Sumarto dan Sumirin Pawiro Sumarto. Menempuh pendidikan sarjana pada Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Surakarta, magister pada Program Studi Biologi Institut Teknologi Bandung dan doktor pada Program Studi Primatologi Institut Pertanian Bogor dan lulus pada tahun 2006. Pekerjaan utamanya ialah sebagai staf pengajar Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi Manado untuk mata kuliah Biodiversitas dan Biologi Konservasi. Aktif dalam berbagai penelitian Biodiversitas dan Konservasi Sulawesi. Berbagai pertemuan ilmiah, seminar, simposium, dan konferensi tingkat nasional dan internasional telah diikuti. Demikian pula berbagai tulisan, prosiding, jurnal, dan monograf tingkat nasional dan internasional telah dihasilkan. Beberapa buku yang ditulis ialah: Climbing Mount Tangkoko: Conservation Education Medium (Halaman Moeka Publishing, 2010), Biogeografi (Penerbit Alfabeta, 2012), Biologi Konservasi (Penerbit Patra Media Grafindo, 2012), monograf Local Wisdom of Danowudu Community in Preserving Forest as a Water Source in City of Bitung dalam Climate Change Management: Climate Change and Sustainable Use of Water (Penerbit Springer-Verlag, 2012), Biologi Konservasi (Penerbit CV. Patra Media Grafindo, 2012), Biodiversitas (Patra Media Grafindo, 2013), Ekologi Hewan (Patra Media Grafindo, 2016), Perilaku Hewan (Patra Media Grafindo, 2017), Biodiversitas Kota Bitung (Patra Media Grafindo, 2018), Primatologi (Patra Media Grafindo, 2018), Mamalia dan Burung Endemik Sulawesi di Kota Bitung (Patra Media Grafindo, 2021), Metode Sampling Biodiversitas (Bina Lentera Insan, 2021), Energi dan Lingkungan (Bina Lentera Insan, 2021), Panduan Lapangan Biologi Konservasi (Bina Lentera Insan, 2022), Metodologi Penelitian Biologi (Patra Media Grafindo, 2022), Biologi Konservasi: Bioekologi Burung Introduksi Sulawesi Utara, Cucak Kutilang [*Pycnonotus aurigaster* (Vieillot, 1818)] sebagai Dasar dalam Pelestarian Burung Lokal (Patra Media Grafindo, 2022), Biodiversitas: Bioekologi dan Konservasi Hewan Liar Darat Endemik Pulau Sulawesi di Kota Bitung (Patra Media Grafindo, 2023), dan Ekologi Perilaku (Penerbit Deep Publish, 2024). Penghargaan Internasional yang telah diterimanya ialah 2006 Lawrence Jacobsen Education Development Award, International

Primatological Society, United State of America dan American Society of Primatologists Conservation Committee Journal Subscription Award, American Society of Primatologists, United State of America.

SAINS ALAM DASAR

SINOPSIS

Buku Sains Alam Dasar menghadirkan pemahaman terpadu tentang alam, mulai dari hakikat sains dan metode ilmiah hingga materi, energi, atom, kehidupan, bumi, lingkungan, dan alam semesta. Konsep-konsep dasar fisika, kimia, biologi, geologi, ekologi, serta astronomi disusun secara bertahap untuk menunjukkan keterkaitan antarcabang ilmu dan relevansinya dalam kehidupan sehari-hari.

Tidak hanya menyajikan fakta dan istilah, buku ini mengajak pembaca memahami bagaimana pengetahuan ilmiah dibangun melalui observasi, pengukuran, pengujian, penalaran, dan keterbukaan terhadap bukti. Pembahasan juga dihubungkan dengan isu kontemporer, seperti perubahan iklim, keanekaragaman hayati, energi, kesehatan, teknologi, dan pembangunan berkelanjutan.

Ditujukan bagi mahasiswa tingkat sarjana dan pembaca umum, buku ini menjadi pengantar yang mudah diikuti untuk memperkuat literasi sains, menumbuhkan rasa ingin tahu dan sikap kritis, serta membangun kesadaran bahwa manusia merupakan bagian dari sistem alam yang luas dan saling terhubung.