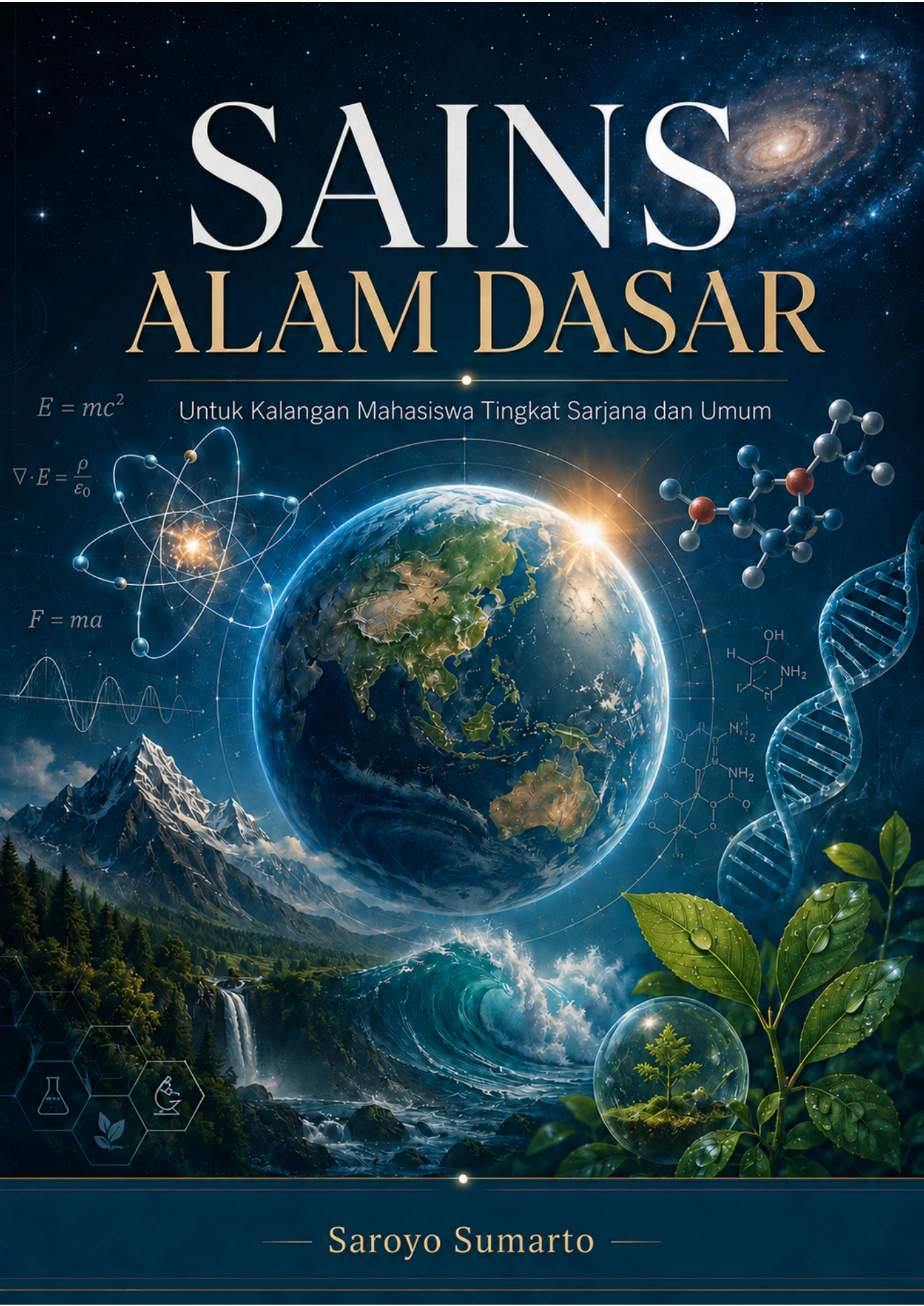
SAINS ALAM DASAR

Untuk Kalangan Mahasiswa Tingkat Sarjana dan Umum



Saroyo Sumarto

SAINS
ALAM DASAR

Untuk Kalangan Mahasiswa Tingkat Sarjana dan Umum

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 Kalangan Mahasiswa Tingkat Sarjana dan Umum

Saroyo Sumarto

Yayasan Muria Ilham Nusantara

SAINS ALAM DASAR

Untuk Kalangan Mahasiswa Tingkat Sarjana dan Umum

Penulis
Saroyo Sumarto

ISBN
978-634-05-5786-2 (PDF)

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.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penyusunan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi sumbangan kecil bagi pengembangan ilmu pengetahuan di Indonesia.

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 3
1.4 Tujuan Penulisan 4
BAB 2 ..... **6**
HAKIKAT SAINS ALAM DAN METODE ILMIAH **6**
2.1 Mengapa Perlu Memahami Hakikat Sains Alam? 6
2.2 Pengertian Sains Alam 7
2.3 Sains sebagai Produk dan Proses 9
2.4 Empirisme: Dasar Pengalaman dalam Sains Alam 11
2.5 Rasionalitas dan Penalaran Ilmiah 12
2.6 Observasi, Pertanyaan, dan Masalah Ilmiah 13
2.7 Hipotesis, Hukum, Teori, dan Model 15
2.8 Metode Ilmiah: Antara Skema Ideal dan Praktik Nyata 16
2.9 Eksperimen, Kontrol, dan Variabel 18
2.10 Pengukuran, Ketidakpastian, dan Kesalahan 20
2.11 Objektivitas dan Komunitas Ilmiah 21
2.12 Teori, Paradigma, dan Perubahan Ilmiah 22
2.13 Batas-Batas Sains Alam 23
2.14 Sains, Teknologi, dan Masyarakat 24
2.15 Pseudosains dan Literasi Ilmiah 25
2.16 Sikap Ilmiah 27
BAB 3 ..... **28**
MATERI, ENERGI, RUANG, DAN WAKTU **28**
3.1 Konsep Materi, Energi, Ruang, dan Waktu 28
3.2 Materi sebagai Dasar Dunia Fisik 29
3.3 Wujud Materi dan Perubahan Keadaan 31
3.4 Massa, Berat, dan Inersia 32

3.5 Energi dan Perubahan dalam Alam.....34
3.6 Kerja, Daya, dan Transformasi Energi.....36
3.7 Gerak sebagai Perubahan Posisi dalam Ruang dan Waktu.....38
3.8 Gaya dan Hukum Newton.....39
3.9 Gravitasi dan Keteraturan Alam Semesta.....41
3.10 Ruang sebagai Kerangka Peristiwa Alam.....43
3.11 Waktu sebagai Ukuran Perubahan.....44
3.12 Ruang dan Waktu dalam Fisika Modern.....45
3.13 Hubungan Materi dan Energi.....46
3.14 Skala Alam: Dari Partikel hingga Kosmos.....47
3.15 Materi, Energi, Ruang, dan Waktu dalam Kehidupan Sehari-hari.....49
BAB 4.....53
ATOM, MOLEKUL, DAN STRUKTUR KIMIA.....53
4.1 Pengertian Atom, Molekul, dan Struktur Kimia.....53
4.2 Dari Gagasan Atom ke Teori Atom Modern.....54
4.3 Struktur Atom: Proton, Neutron, dan Elektron.....56
4.4 Unsur, Senyawa, dan Campuran.....57
4.5 Tabel Periodik sebagai Peta Unsur.....59
4.6 Elektron Valensi dan Kestabilan Atom.....61
4.7 Ikatan Ionik.....63
4.8 Ikatan Kovalen dan Molekul.....64
4.9 Ikatan Logam dan Sifat Logam.....66
4.10 Bentuk Molekul dan Polaritas.....68
4.11 Gaya Antarmolekul.....69
4.12 Struktur Kimia dan Sifat Zat.....70
4.13 Molekul Kehidupan.....71
4.14 Kimia dalam Bumi, Lingkungan, dan Teknologi.....73
BAB 5.....75
REAKSI KIMIA DAN TRANSFORMASI MATERI.....75
5.1 Reaksi kimia.....75
5.2 Perubahan Fisika dan Perubahan Kimia.....76
5.3 Hakikat Reaksi Kimia.....78
5.4 Persamaan Reaksi Kimia.....79
5.5 Hukum Kekekalan Massa dan Stoikiometri Dasar.....81

5.6 Energi dalam Reaksi Kimia....83
5.7 Laju Reaksi Kimia....85
5.8 Kesetimbangan Kimia....86
5.9 Asam, Basa, dan pH....88
5.10 Reaksi Oksidasi-Reduksi....90
5.11 Katalis dan Enzim....91
5.12 Reaksi Kimia dalam Kehidupan....93
5.13 Reaksi Kimia dalam Bumi dan Atmosfer....95
5.14 Reaksi Kimia dan Lingkungan....96
5.15 Reaksi Kimia dalam Teknologi dan Industri....97
BAB 6....102
KEHIDUPAN: SEL, GEN, DAN ORGANISME....102
6.1 Kehidupan....102
6.2 Ciri-Ciri Makhluk Hidup....103
6.3 Sel sebagai Unit Dasar Kehidupan....105
6.4 Sel Prokariotik dan Sel Eukariotik....106
6.5 Struktur dan Fungsi Membran Sel....108
6.6 Metabolisme dan Energi Sel....110
6.7 DNA, Gen, dan Informasi Kehidupan....112
6.8 Pewarisan Sifat dan Genetika Dasar....114
6.9 Dari Sel ke Jaringan, Organ, dan Sistem Organ....115
6.10 Homeostasis dan Regulasi Tubuh....117
6.11 Pertumbuhan dan Perkembangan Organisme....119
6.12 Reproduksi dan Kelangsungan Kehidupan....120
6.13 Organisme dan Lingkungan....122
6.14 Kesehatan, Penyakit, dan Gangguan pada Sistem Hidup....123
6.15 Bioteknologi dan Pemahaman tentang Kehidupan....124
BAB 7....129
EVOLUSI DAN KEANEKARAGAMAN HAYATI....129
7.1 Evolusi....129
7.2 Makna Evolusi dalam Biologi....130
7.3 Sejarah Gagasan Evolusi....132
7.4 Seleksi Alam....134
7.5 Variasi Genetik sebagai Bahan Baku Evolusi....136

7.6 Mekanisme Evolusi Selain Seleksi Alam..... 138
7.7 Bukti-Bukti Evolusi..... 139
7.8 Spesies dan Spesiasi..... 141
7.9 Kepunahan dan Perubahan Kehidupan..... 143
7.10 Klasifikasi Makhluk Hidup..... 145
7.11 Pohon Kehidupan dan Kekerabatan Organisme..... 146
7.12 Tingkat Keanekaragaman Hayati..... 148
7.13 Pentingnya Keanekaragaman Hayati bagi Kehidupan Manusia..... 150
7.14 Ancaman terhadap Keanekaragaman Hayati..... 151
BAB 8..... 157
EKOLOGI DAN SISTEM LINGKUNGAN..... 157
8.1 Ekologi..... 157
8.2 Tingkat Organisasi Ekologi..... 158
8.3 Ekosistem sebagai Sistem Terbuka..... 160
8.4 Faktor Abiotik dan Batas Toleransi..... 162
8.5 Aliran Energi dalam Ekosistem..... 164
8.6 Rantai Makanan, Jaring-Jaring Makanan, dan Tingkat Trofik..... 166
8.7 Daur Biogeokimia..... 168
8.8 Dinamika Populasi..... 170
8.9 Interaksi Antarspesies..... 172
8.10 Komunitas Ekologis dan Struktur Komunitas..... 174
8.11 Suksesi Ekologis..... 175
8.12 Keseimbangan, Stabilitas, dan Resiliensi Ekosistem..... 177
8.13 Ekosistem dan Jasa Ekosistem..... 179
BAB 9..... 184
BUMI SEBAGAI SISTEM ALAM..... 184
9.1 Bumi..... 184
9.2 Bumi dalam Tata Surya..... 185
9.3 Struktur Internal Bumi..... 186
9.4 Mineral dan Batuan..... 188
9.5 Siklus Batuan..... 190
9.6 Tektonik Lempeng..... 191
9.7 Gempa Bumi..... 193
9.8 Gunung Api dan Vulkanisme..... 195

9.9 Atmosfer Bumi....196
9.10 Cuaca dan Iklim....198
9.11 Hidrosfer dan Siklus Air....200
9.12 Tanah sebagai Sistem Hidup....201
9.13 Bumi, Kehidupan, dan Siklus Biogeokimia....203
9.14 Lanskap, Erosi, dan Perubahan Permukaan Bumi....204
9.15 Bencana Alam dan Pengurangan Risiko....207
9.16 Manusia dan Perubahan Sistem Bumi....210
BAB 10....212
IKLIM, PERUBAHAN GLOBAL, DAN KEBERLANJUTAN....212
10.1 Iklim....212
10.2 Cuaca, Iklim, dan Sistem Iklim....213
10.3 Efek Rumah Kaca dan Keseimbangan Energi Bumi....215
10.4 Bukti Perubahan Iklim Modern....217
10.5 Penyebab Perubahan Iklim Modern....219
10.6 Dampak Perubahan Iklim terhadap Sistem Alam....220
10.7 Dampak Perubahan Iklim terhadap Manusia....222
10.8 Mitigasi Perubahan Iklim....224
10.9 Adaptasi terhadap Perubahan Iklim....226
10.10 Energi, Sumber Daya, dan Jejak Ekologis....227
10.11 Pembangunan Berkelanjutan....229
10.12 Keberlanjutan, Keadilan, dan Etika Lingkungan....231
10.13 Peran Sains, Teknologi, dan Masyarakat....233
BAB 11....239
ALAM SEMESTA: ASTRONOMI DAN KOSMOLOGI DASAR....239
11.1 Alam Semesta....239
11.2 Langit sebagai Objek Pengamatan Ilmiah....240
11.3 Tata Surya....242
11.4 Gravitasi, Orbit, dan Hukum Kepler....244
11.5 Matahari sebagai Bintang....245
11.6 Bintang: Kelahiran, Kehidupan, dan Kematian....247
11.7 Cahaya, Spektrum, dan Cara Astronom Mengetahui Alam Semesta....249
11.8 Galaksi dan Bima Sakti....251
11.9 Kosmologi dan Teori Big Bang....252

11.10 Materi Gelap dan Energi Gelap.....254
11.11 Planet di Luar Tata Surya dan Kemungkinan Kehidupan.....256
11.12 Skala Ruang dan Waktu Kosmik.....257
11.13 Astronomi, Teknologi, dan Kehidupan Modern.....259
11.14 Manusia dalam Perspektif Kosmik.....260
BAB 12.....263
PENUTUP.....263
12.1 Kesimpulan Umum.....263
12.2 Pesan yang Relevan dengan Urgensi Buku.....264
12.3 Harapan untuk Pembaca.....265
12.4 Penutup Akhir.....266
DAFTAR PUSTAKA.....267
GLOSARIUM.....269
TENTANG PENULIS.....273

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 Springe-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.

Saroyo Sumarto

ISBN 978-634-05-5786-2 (PDF)