Pengembangan Media dan Bahan Ajar IPA

Pengolahan dan Analisis Data Penelitian

Prof. M. Lutfi Firdaus, Ph.D.





Pengembangan Media dan Bahan Ajar IPA: Pengolahan dan Analisis Data Penelitian

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

Undang-undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar



Pengembangan Media dan Bahan Ajar IPA: Pengolahan dan Analisis Data Penelitian

Penulis

Prof. M. Lutfi Firdaus, Ph.D

ALTIANKA
LITERASI MEDIA

Pengembangan Media dan Bahan Ajar IPA: Pengolahan dan Analisis Data Penelitian

Diterbitkan pertama kali oleh Penerbit Altianka Literasi Media
Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. All Rights Reserved.
Hak penerbitan pada Penerbit Altianka Literasi Media.
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penulis dan/atau penerbit.

Cetakan Pertama:
15.5 cm x 23 cm
Oktober, 2026

ISBN

Penulis:
Prof. M. Lutfi Firdaus, Ph.D

Editor:
Eka Sriwahyuni, S.Pd., M.Pd

Desain Cover: & Tata Letak
Rio Andre Saputra, S.Kom

Diterbitkan Oleh:
PT Penerbit Altianka Literasi Media

Jl. A. Yani, Talang Ulu, Curup Timur, Rejang Lebong, Bengkulu
✉ admin@altianka.id | ☎ +62 852-6833-2004
www.book.altianka.id

Kata Pengantar

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul Pengembangan Media dan Bahan Ajar IPA: Pengolahan dan Analisis Data Penelitian dapat diselesaikan. Kehadiran buku ini diharapkan dapat memperkaya sumber referensi akademik dalam bidang pendidikan sains, khususnya yang berkaitan dengan pengembangan media pembelajaran, pengolahan data, dan analisis hasil penelitian secara ilmiah. Pengembangan media dan bahan ajar IPA memerlukan proses yang sistematis, mulai dari identifikasi kebutuhan, perancangan produk, penyusunan instrumen, hingga pengujian kualitas dan efektivitasnya. Setiap tahapan tersebut membutuhkan dukungan data yang dapat dipertanggungjawabkan agar keputusan yang diambil memiliki landasan metodologis yang kuat. Oleh karena itu, pemahaman mengenai teknik pengumpulan, pengolahan, analisis, dan interpretasi data menjadi bagian penting dalam menghasilkan produk pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan peserta didik serta perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pembahasan dalam buku ini mencakup pendekatan kolorimetri citra digital, penyusunan kurva kalibrasi, validasi metode analitik, pengujian kualitas produk, serta analisis data kuantitatif dalam penelitian pendidikan. Berbagai metode dan perangkat lunak, seperti Microsoft Excel, JASP, RStudio, Python, dan ImageJ, diperkenalkan untuk mendukung kebutuhan analisis sesuai karakteristik data dan tujuan penelitian. Pembahasan juga menghubungkan aspek metodologis dengan contoh penerapan, sehingga pembaca dapat memahami proses

analisis sekaligus mempertimbangkan ketepatan interpretasi hasil penelitian. Buku ini ditujukan bagi mahasiswa, dosen, guru, peneliti, dan praktisi pendidikan yang ingin memperkuat kompetensi dalam mengembangkan media pembelajaran serta mengolah dan menganalisis data penelitian. Semoga materi yang disajikan dapat menjadi referensi yang bermanfaat dalam kegiatan akademik, pelaksanaan penelitian, pengembangan inovasi pembelajaran, dan penyusunan publikasi ilmiah. Dengan pemanfaatan yang tepat, pengetahuan dalam buku ini diharapkan turut mendukung praktik pendidikan sains yang berbasis bukti, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Bengkulu,
Oktober 2026

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar ..... **vi**
Daftar Isi ..... **viii**
Daftar Tabel ..... **xi**
Daftar Gambar ..... **xii**
Bab 1 Pendahuluan: dari Laboratorium ke Kelas **1**
1.1 Mengapa Kolorimetri Citra Digital? 1
1.2 DIC untuk Semua Bidang IPA, dari SMP sampai Perguruan Tinggi 1
1.3 Media Ajar dan Bahan Ajar 5
1.4 Alur Riset dalam Buku Ini 6
1.5 Pentingnya Riset R&D dan Peluang Publikasinya 6
1.6 Aplikasi yang digunakan 8
Bagian I Pengolahan Data Laboratorium: Kolorimetri Citra Digital **10**
Bab 2 Dasar Kolorimetri Citra Digital **11**
2.1 Cahaya Sebagai Gelombang Elektromagnetik 11
2.2 Color wheel dan warna komplementer 13
2.3 Ruang Warna: RGB, HSV, dan CIELab 15
2.4 Interaksi Cahaya dengan Materi: Absorbansi, Transmitansi, Dan Emisi 18
2.5 Dari Intensitas Warna Ke Absorbansi Efektif 22
2.6 DIC: Absorbansi atau Transmitansi? 22
2.7 Faktor yang memengaruhi kualitas data 26
2.8 Pertanyaan diskusi 27
Bab 3 Akuisisi Citra dan Ekstraksi Nilai Warna **28**
3.1 Perangkat Lunak dan Tautan Unduhan 28
3.2 Protokol Pengambilan Citra 28
3.3 Ekstraksi Warna dengan ImageJ (Tanpa Coding) 29
3.4 Ekstraksi Warna Otomatis dengan Python 29
Bab 4 Kalibrasi dan Validasi Metode DIC **32**
4.1 Kurva Kalibrasi dan Linearitas 32

4.2 Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ) 32
4.3 Presisi dan Akurasi 32
4.4 Perbandingan dengan Metode Acuan 33
4.5 Analisis dengan Python 33
4.6 Menulis Hasil 34
Bagian II Pengolahan Data R&D di Kelas 35
Bab 5 Model Penelitian Pengembangan dan Penyusunan Instrumen 36
5.1 Model R&D yang Umum dipakai 36
5.2 Model Pembelajaran yang Umum dipakai dalam Pendidikan IPA 37
5.3 Peta data dan Instrumen 46
5.4 Mengenal Instrumen Penelitian R&D 46
5.5 Tips Menyusun Instrumen 50
Bab 6 Validitas dan Kelayakan dengan Excel 51
6.1 Aplikasi 51
6.2 Aiken's V 51
6.3 CVR dan CVI (Lawshe) 52
6.4 Persentase Kelayakan 52
6.5 Menulis Hasil 53
Bab 7 Reliabilitas dan Kepraktisan dengan JASP 54
7.1 Mengunduh dan Menyiapkan JASP 54
7.2 Reliabilitas Angket (Cronbach's alpha dan McDonald's omega) 54
7.3 Kepraktisan 55
7.4 Menulis Hasil 56
Bab 8 Efektivitas dengan Excel dan JASP 57
8.1 Satu Kelas atau Dua Kelas? 57
8.2 N-gain di Excel 58
8.3 Memilih Uji Statistik 59
8.4 Langkah paired t-test di JASP 60
8.5 Langkah independent t-test dan ANCOVA di JASP . 60
8.6 Ukuran Efek 60
8.7 Menulis Hasil 61
Bab 9 Analisis Butir Soal Model Rasch dengan Ministep .. 62
9.1 Mengunduh Ministep 62

9.2 Menyiapkan Data 62
9.3 Mengimpor Data ke Ministep 63
9.4 Tabel Keluaran yang Perlu dibaca 64
9.5 Menulis Hasil 64
Bagian III Seluruh Analisis dengan R + RStudio 66
Bab 10 Alur Kerja Terpadu dengan R + RStudio 67
10.1 Instalasi 67
10.2 Data Laboratorium DIC 68
10.3 Validitas dan Kelayakan 69
10.4 Reliabilitas dan kepraktisan 70
10.5 Efektivitas 70
10.6 Analisis butir model Rasch 71
10.7 Menyusun laporan dengan Quarto 72
Bagian IV Studi Kasus 73
Bab 11 Studi Kasus Terpadu: Deteksi Cr(VI) dengan Ekstrak Murbei Hitam, dari Laboratorium ke Kelas 74
11.1 Latar Belakang 74
11.2 Uji Selektivitas: Hanya Cr(VI) yang Mengubah Warna 75
11.3 Gradasi Warna Dan Kurva Kalibrasi DIC 76
11.4 Validasi Metode dan Aplikasi Pada Sampel Air 77
11.5 Dari Metode ke Kit Praktikum 79
11.6 Hasil Penerapan di Kelas 80
11.7 Pelajaran bagi Peneliti R&D 82
11.8 Pertanyaan diskusi 83
Daftar Pustaka 84
Lampiran 89
Glosarium 96
Tentang Penulis 99

Daftar Tabel

Tabel 1. Contoh penerapan DIC menurut bidang dan jenjang ... 2
Tabel 2. Satu rangkaian riset R&D menghasilkan dua artikel bereputasi ... 7
Tabel 3. Aplikasi yang digunakan pada setiap tahap riset ... 8
Tabel 4. Warna yang diserap dan warna yang terlihat (Harris & Lucy, 2016; Skoog dkk., 2018) ... 14
Tabel 5. Ruang warna yang umum dipakai dalam DIC ... 15
Tabel 6. Perbandingan fenomena optik yang dipakai dalam pengukuran (Lakowicz, 2006; Skoog dkk., 2018) ... 21
Tabel 7. Perangkat lunak untuk akuisisi citra dan ekstraksi nilai warna ... 28
Tabel 8. Model penelitian pengembangan yang umum dipakai ... 36
Tabel 9. Peta kriteria produk, instrumen, dan analisis data ... 46
Tabel 10. Istilah dasar dalam penelitian R&D ... 47
Tabel 11. Aplikasi lembar kerja untuk analisis validitas ... 51
Tabel 12. Kategori persentase kelayakan ... 52
Tabel 13. Informasi unduhan JASP ... 54
Tabel 14. Kategori N-gain (Hake, 1999) ... 59
Tabel 15. Pemilihan uji statistik menurut desain penelitian dan sebaran data ... 59
Tabel 16. Interpretasi ukuran efek Cohen's d (Cohen, 1988) ... 60
Tabel 17. Informasi unduhan Ministep ... 62
Tabel 18. Tabel keluaran Ministep yang perlu dibaca ... 64
Tabel 19. Aplikasi untuk alur kerja terpadu dengan R ... 67
Tabel 20. Kadar Cr(VI) dalam sampel air dengan DIC dan UV-Vis (Shabrina dkk., 2025) ... 78
Tabel 21. Tahap dalam buku ini dan wujudnya dalam studi kasus ... 82
Tabel 22. Tautan unduhan aplikasi ... 90

Daftar Gambar

Gambar 1.Spektrum elektromagnetik. Rentang panjang gelombang adalah perkiraan; batas antardaerah tidak tajam (Hecht, 2017; Skoog dkk., 2018). 12
Gambar 2. Color wheel dengan perkiraan panjang gelombang tiap warna (kiri) dan contoh larutan yang menyerap cahaya jingga sehingga tampak biru-hijau (kanan). Disusun dari Harris dan Lucy (2016) serta Skoog dkk. (2018). 14
Gambar 3. Ruang warna RGB (a), HSV (b), dan CIELab (c). Garis putus-putus pada kubus RGB adalah rusuk di bagian belakang (Gonzalez & Woods, 2018; Schanda, 2007). 18
Gambar 4. Kemungkinan yang terjadi saat cahaya mengenai sampel (kiri) dan diagram Jablonski yang menjelaskan fluoresensi dan fosforesensi (kanan). Disederhanakan dari Lakowicz (2006) dan Skoog dkk. (2018). 19
Gambar 5. Tiga geometri pengukuran: spektrofotometer (a), DIC dengan lampu di belakang sampel (b), dan DIC dengan lampu dan kamera di sisi yang sama (c). Ilustrasi skematis, tidak berskala 25
Gambar 6. Uji selektivitas ekstrak murbei hitam terhadap sembilan ion logam. Digambar ulang dari Shabrina dkk. (2025), Gambar 2; warna ilustratif. 75
Gambar 7. dasi warna kompleks ekstrak murbei-Cr(VI). Digambar ulang dari Shabrina dkk. (2025), Gambar 3; warna ilustratif. 76
Gambar 8. Kurva kalibrasi DIC kanal R, G, dan B. Data dari Shabrina dkk. (2025), Tabel 1; garis regresi dihitung ulang dari data tersebut. 77

Gambar 9. Isi kit praktikum kimia ramah lingkungan untuk deteksi Cr(VI). Digambar ulang dari Shabrina dkk. (2026)..... 79
Gambar 10. Pembagian waktu kegiatan praktikum. Data dari Shabrina dkk. (2026), bagian Participants and Research Design. 80
Gambar 11. Skor observasi keterampilan proses sains. Digambar ulang dari Shabrina dkk. (2026), Gambar 3; nilai per indikator dibaca dari grafik asli (perkiraan, sekitar ±1). 81
Gambar 12. N-gain per indikator keterampilan proses sains. Digambar ulang dari Shabrina dkk. (2026), Gambar 4; nilai per indikator dibaca dari grafik asli (perkiraan, sekitar ±0,02). 81

Tentang Penulis



Prof. M. Lutfi Firdaus, Ph.D. adalah Guru Besar pada Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Bengkulu. Lahir di Bandung pada Oktober 1973, ia menempuh pendidikan sarjana di Universitas Padjadjaran dan melanjutkan pendidikan magister di Institut Teknologi Bandung. Pendidikan doktoralnya diselesaikan di Kyoto University, Jepang, melalui beasiswa Monbusho. Latar belakang pendidikan tersebut menjadi landasan bagi pengembangan keilmuannya, khususnya dalam bidang kimia lingkungan dan penerapannya dalam pendidikan sains. Pada 2017, ia berkesempatan menjadi Fulbright Visiting Scholar di Massachusetts Institute of Technology (MIT), Amerika Serikat, dengan fokus penelitian pada biogeokimia logam berat di air laut. Ketertarikannya pada kimia lingkungan juga berkembang ke pemanfaatan citra digital sebagai metode analisis kualitatif dan kuantitatif, termasuk penerapannya dalam pengembangan bahan ajar kimia. Melalui bidang kajian tersebut, ia berupaya menghubungkan perkembangan metode analisis kimia dengan kebutuhan pembelajaran yang lebih aplikatif.

Kiprah akademiknya tercermin dalam sejumlah buku dan artikel ilmiah yang telah dipublikasikan pada jurnal internasional, termasuk jurnal yang diterbitkan oleh Nature, American Chemical Society (ACS), Elsevier, Springer, dan Royal Society of Chemistry (RSC). Selain menghasilkan publikasi ilmiah, ia juga memiliki sejumlah kekayaan intelektual, di antaranya Mercury Detector dan Smart Adsorbent. Karya-karya tersebut mencerminkan kesinambungan antara kegiatan penelitian, pengembangan teknologi, dan kontribusinya terhadap pengembangan ilmu pengetahuan serta pendidikan kimia.