



Implementasi Kimia Hijau Melalui Media Digital

Peran Media Pembelajaran Digital dalam Meningkatkan Literasi Ilmiah: Sebuah Tinjauan
Pustaka Sistematis (2019–2025)

Presenter: Eka Citra Gayatri Kerihi, S.Si., M.Pd.

Krisis Lingkungan & Paradigma Baru

Krisis ekologi kontemporer seperti pemanasan global, akumulasi limbah B3, dan pencemaran industri mendesak reformasi fundamental dalam pendidikan sains. **Kimia Hijau (Green Chemistry)** hadir sebagai kerangka kerja preventif yang mengarahkan perancangan proses kimia berkelanjutan tanpa merusak bumi.

Namun, keberhasilan transisi ekologis ini memerlukan tingkat **literasi ilmiah** yang kokoh. Sayangnya, capaian asesmen PISA membuktikan literasi sains siswa Indonesia masih berada konsisten di bawah rata-rata OECD, menuntut metode pedagogis baru yang lebih transformatif.

Tantangan Global

"Pendidikan kimia tidak boleh lagi hanya sekadar hafalan rumus di laboratorium tertutup, melainkan harus menanamkan kesadaran kritis terhadap pencegahan polusi sejak dini secara preventif dan kreatif."

| Sinergi Teknologi & Konteks Wilayah

❏ Solusi Pedagogi Digital

Media digital menjembatani keterbatasan fasilitas laboratorium di daerah terpencil dengan menyediakan visualisasi molekuler dan eksperimen virtual yang aman serta bebas limbah kimia berbahaya.

Melalui integrasi **media digital interaktif**, sekolah-sekolah di wilayah dengan infrastruktur laboratorium fisik terbatas (seperti NTT) dapat melaksanakan praktikum ramah lingkungan tanpa hambatan logistik bahan kimia mahal.

Pendidikan ini menjadi kian bermakna ketika disinergikan dengan kearifan lokal (etnosains) NTT, merekonstruksi sains tradisional agar selaras dengan kehidupan nyata siswa secara aman, modern, dan inklusif.

Rumusan Masalah & Tujuan Penelitian

? Rumusan Masalah

- » Bagaimana pemetaan jenis media digital yang dominan dalam pembelajaran kimia hijau (2019–2025)?
- » Seberapa efektif media pembelajaran digital dalam mendorong skor literasi sains siswa?
- » Bagaimana mekanisme teoretis dan tantangan metodologis yang dijumpai dalam riset bidang ini?

🎯 Tujuan Penelitian

- ✓ Memetakan ragam dan proporsi pemanfaatan media digital dalam kimia hijau berkelanjutan.
- ✓ Menganalisis besaran ukuran dampak (*effect size*) teknologi terhadap hasil belajar literasi ilmiah.
- ✓ Mengidentifikasi celah penelitian serta merumuskan integrasi etnosains NTT yang relevan.

Celah Penelitian & Kebaruan

⚠️ Research Gap

Belum ada sintesis literatur sistematis (SLR) komprehensif yang secara khusus memetakan persimpangan media digital, prinsip kimia hijau, dan literasi sains secara terpadu.

Penelitian sebelumnya masih terfragmentasi, mengabaikan peran spesifik affordance digital, serta jarang mengaitkannya dengan tantangan pedagogis di daerah 3T.

✂️ Novelty Penelitian

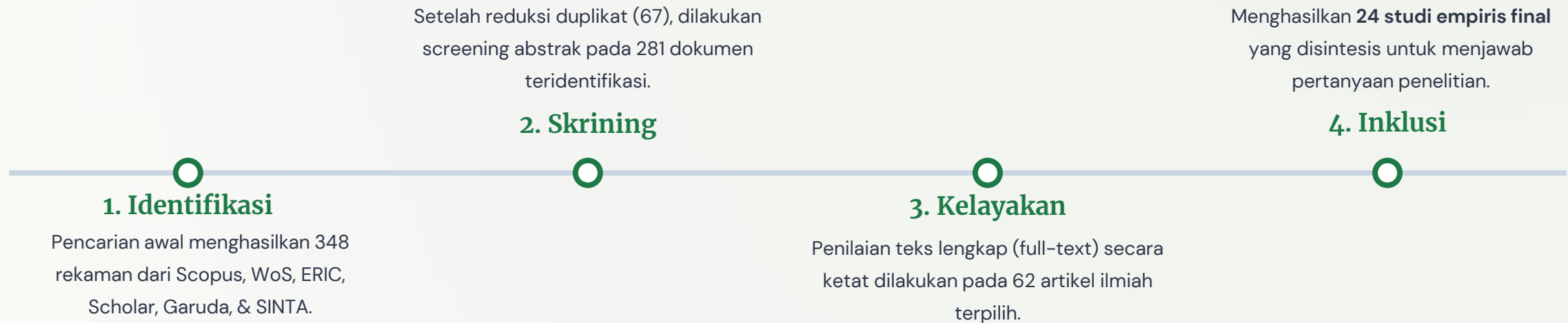
Penelitian ini menyajikan pemetaan komprehensif (2019–2025) mengenai efektivitas serta tipe media digital dalam kimia hijau berdasarkan protokol PRISMA 2020.

Menawarkan rekonstruksi teoretis integrasi etnokimia NTT (budaya Sopi dan Tenun Ikat) sebagai solusi kontekstual peningkatan literasi ilmiah lokal.

Metode & Pedoman yang Digunakan

Kategori	Metode & Pedoman Utama	Implementasi Teknis dalam Penelitian
Pedoman Utama	Protokol PRISMA 2020	Penyaringan transparan (Identifikasi, Skrining, Kelayakan, Inklusi) untuk menjamin reproduksibilitas.
Kerangka Riset	Model Sintesis PICO	Population: Pembelajaran; Intervention: Media Digital Kimia Hijau; Comparison: Konvensional; Outcome: Literasi Sains.
Sumber Data	Multi-Database (6 Repositori)	Pencarian komprehensif lintas-indeks: Scopus, Web of Science, ERIC, Google Scholar, Garuda, dan SINTA.
Penilaian Kualitas	Aparatus MMAT 2018	Evaluasi risiko bias menggunakan 5 indikator kualitas Mixed Methods Appraisal Tool untuk studi intervensi pendidikan.

Alur Penyaringan Protokol PRISMA 2020

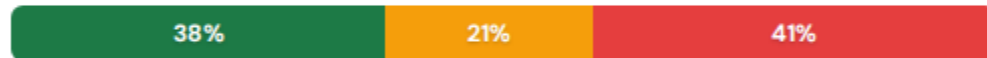


Kualitas Metodologi & Risiko Bias

Prosedur Randomisasi / Alokasi Kelompok



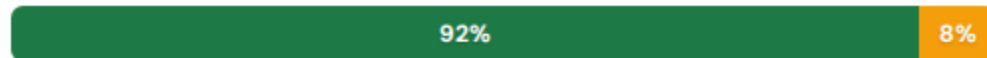
Perbandingan Karakteristik Awal Kelompok



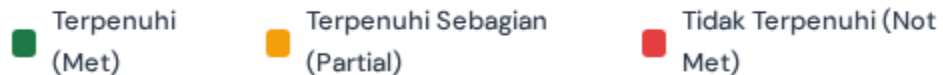
Validitas & Reliabilitas Pengukuran Literasi



Kelengkapan Data Luaran (Minimal Attrition)



Kesesuaian Desain & Analisis Statistik



⚠ Kerentanan Bias Utama

Hasil evaluasi menggunakan **MMAT 2018** mendeteksi bahwa mayoritas studi kuantitatif (54%) tergolong dalam kategori **risiko bias tinggi**. Hal ini disebabkan oleh dominasi desain pra-eksperimental kelompok tunggal (one-group pre-post test) tanpa pelibatan kelompok kontrol pembandingan.

Meskipun demikian, validitas pengukuran dan pelaporan statistik luaran secara umum berada pada kualitas yang memuaskan (83% valid dan 79% analisis statistik dinilai tepat).

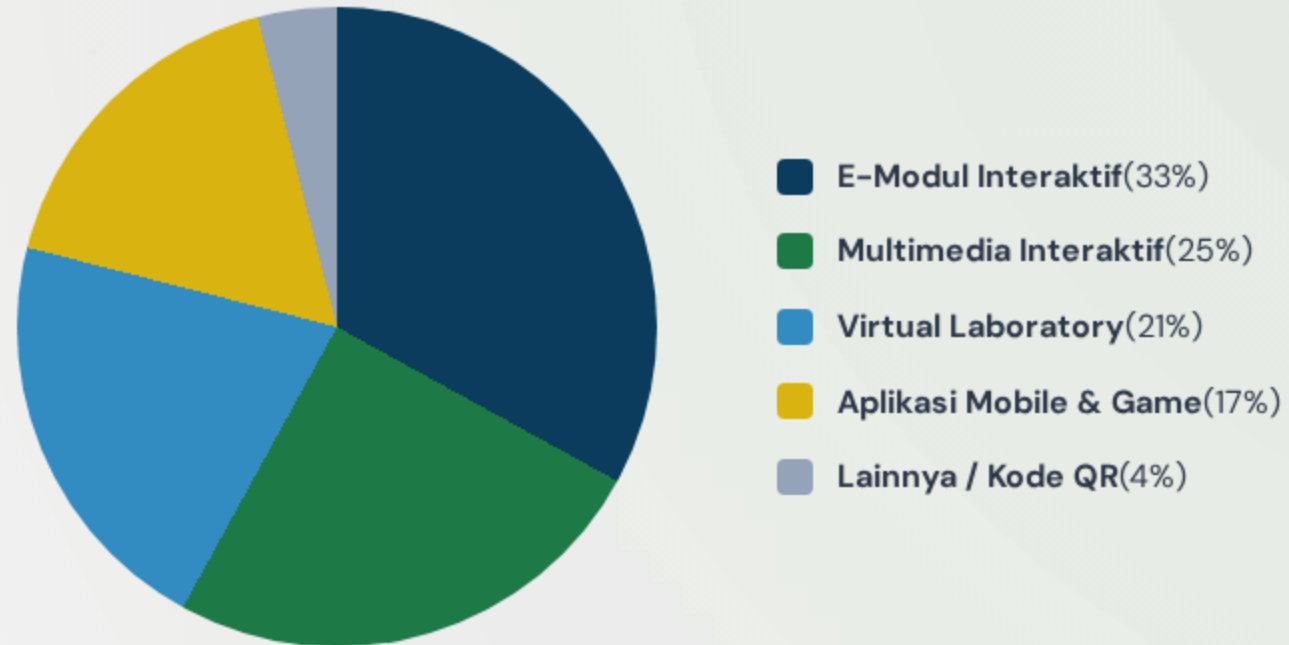
Tren Publikasi Tahunan (2019–2025)

📈Pertumbuhan Eksponensial

Grafik di samping memetakan dinamika publikasi ilmiah dari tahun 2019 hingga 2025. Hasil analisis menunjukkan tren aktivitas riset yang moderat selama periode 2019–2022 (berkisar antara 0 hingga 4 artikel per tahun). Peningkatan aktivitas riset secara tajam dan signifikan dimulai sejak tahun 2023, dan puncaknya tercapai pada tahun 2025 dengan kontribusi sebanyak **8 artikel ilmiah**. Hal ini mencerminkan tingginya perhatian akademisi global terhadap konvergensi media digital dan prinsip kimia hijau.

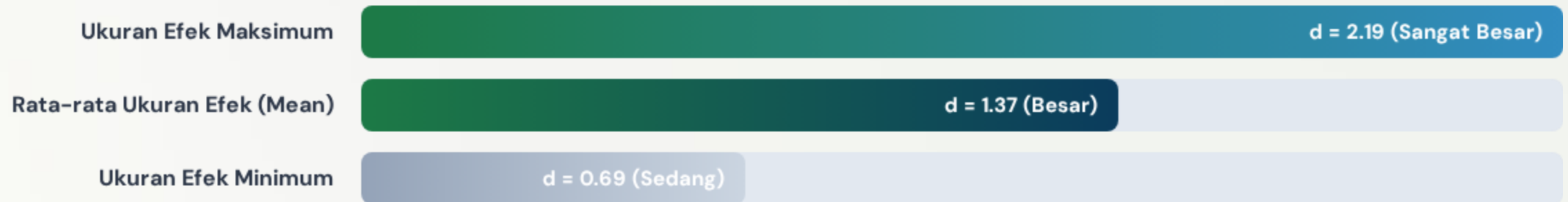


Ragam Media Pembelajaran Digital



E-modul mandiri dan multimedia simulatif merupakan media utama yang dominan digunakan pendidik dalam implementasi kimia hijau di kelas.

Efektivitas & Ukuran Dampak (Effect Size)



Seluruh studi empiris (100%) melaporkan adanya korelasi positif dan peningkatan skor literasi sains siswa secara signifikan ($p < 0.05$) pasca pemakaian media digital.

Mekanisme Peningkatan Literasi



Visualisasi Konsep

Membantu siswa mengobservasi model mikroskopis, struktur molekul, serta emisi gas pencemar yang abstrak secara interaktif.



Simulasi Berkelanjutan

Eksperimen laboratorium bebas limbah (*waste-free*). Selaras langsung dengan prinsip pencegahan limbah kimia hijau.



Kontekstualisasi Isu

Menghubungkan teori kimia dengan isu sosiosaintifik lokal dan global, memicu daya nalar dan pengambilan keputusan etis.

Kelemahan Metodologi Riset



Desain Pra-Eksperimen

Sebesar 54% studi empiris masih menggunakan model satu kelompok (single group pre-post) tanpa keterlibatan kelas kontrol.



Ketiadaan Retensi

Hampir tidak ditemukan adanya uji retensi longitudinal (lebih dari 1 bulan) untuk mengukur ketahanan pemahaman literasi ilmiah.



Instrumen Lokal

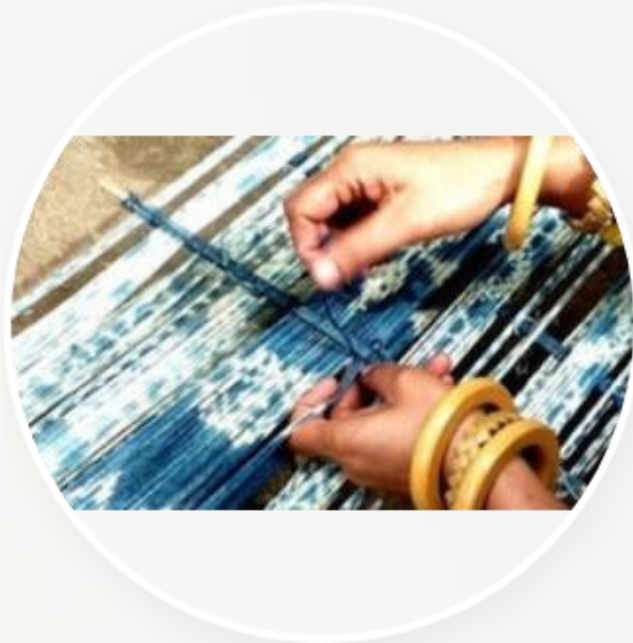
Mayoritas instrumen pengukuran literasi dikembangkan sendiri oleh peneliti lokal tanpa uji standarisasi global yang diakui.

| Destilasi Sopi Tradisional NTT

Tradisi penyulingan Sopi di NTT mengimplementasikan prinsip **destilasi bertingkat** menggunakan tungku biomassa tradisional. Rekonstruksi sains lokal ini melalui representasi laboratorium virtual membantu siswa memvisualisasikan hukum termodinamika secara dinamis. Melalui media digital, etnosains sopi dapat dikoneksikan dengan prinsip kimia hijau (terutama efisiensi energi dan desain reaktor berkelanjutan) secara kontekstual.



Tenun Ikat NTT & Pewarnaan Alami



Relevansi "Safer Solvents"

Pemanfaatan akar mengkudu dan daun nila dalam pewarnaan tenun ikat NTT adalah penerapan praktis dari prinsip kimia hijau ke-5 (Safer Solvents).

Media digital berbasis komik atau multimedia interaktif digunakan untuk menganalisis struktur kimia pigmen warna alami tersebut.

Pendekatan ini melatih siswa membandingkan tingkat toksisitas pewarna sintetis dengan pewarna alami secara kritis.

| Solusi Infrastruktur di NTT

Lab Virtual & Media Offline

Bagi sekolah-sekolah di wilayah NTT dengan akses laboratorium fisik terbatas, pemanfaatan laboratorium virtual dan modul digital berbasis Android adalah solusi yang pragmatis.

Pendekatan ini memotong biaya pembelian bahan kimia habis pakai yang mahal dan meminimalkan risiko kecelakaan kerja di sekolah tanpa laboratorium standar.



Kesimpulan & Rekomendasi Riset

- ✓ **Efektivitas Terbukti:** Media digital secara konsisten meningkatkan skor literasi ilmiah (rata-rata efek besar, *Cohen's d* = 1.37), mengatasi keterbatasan materi cetak konvensional.
- ✓ **Sinergi Tiga Mekanisme:** Peningkatan literasi didorong oleh integrasi visualisasi sub-mikroskopis, simulasi aman pada virtual lab, serta kontekstualisasi isu sosiosaintifik nyata.
- ✓ **Potensi Kearifan Lokal:** Etnokimia NTT (Sopi & Tenun) terbukti krusial untuk membumikan konsep abstrak kimia hijau agar relevan secara budaya dengan kehidupan sehari-hari siswa.
- 📌 **Arah Riset Selanjutnya:** Diperlukan studi dengan kontrol ketat (Quasi-Exp/RCT) dan pengukuran longitudinal guna memantau ketahanan (retensi) literasi jangka panjang.

Sekian & Terima Kasih

Ada Pertanyaan?

$$\text{Atom Economy} = \frac{\text{Massa Molar Produk Diinginkan}}{\text{Total Massa Molar Semua Reaktan}} \times 100 \%$$

Eka Citra Gayatri Kerihi, S.Si., M.Pd.

Universitas Nusa Cendana