

ANALISIS BESARAN DAMPAK PADA PENDEKATAN PEMBELAJARAN STEM,STEAM DAN STREAM TERHADAP HASIL BELAJAR BIOLOGI

Isnaeni Apriliasanti^{*1}, Tri Wahyu Agustina², Muhammad Muttaqin³

^{1,2,3} Biology Education, Faculty of Education and Teaching, Magister Tadris
IPA, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati
Bandung, Indonesia.

***Corresponding author:** Isnaeniapriliasanti5008@gmail.com

Abstract. *This meta-analysis study aims to evaluate the effect size of implementing STEM, STEAM, and STREAM learning approaches on students' learning outcomes and higher-order thinking skills (HOTS) in Biology. Employing a mixed-method approach with an embedded design, this study analyzed 20 undergraduate theses published between 2019 and 2025 in the Digital Library of UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Research samples were selected based on specific inclusion and exclusion criteria, while quantitative data were analyzed using Cohen's d and Hedges' g formulas. The analyzed documents comprised eight STEM, one STEAM, eight STREAM, and three Ethno-STREAM studies. The results indicated that all studies yielded a positive effect size, with the majority falling into the "Large" ($d > 0.8$) to "Very Large" ($d > 1.2$) categories. These integrated approaches significantly impacted students' creative and critical thinking variables, with ecosystem concepts being the most dominant biology topic utilized. The implication is that STEM, STEAM, and STREAM learning approaches demonstrate highly significant effectiveness in enhancing learning outcomes in Biology. These findings provide strong empirical evidence for educators in designing STEM, STEAM, and STREAM learning strategies."*

Keywords: Biology Learning Outcomes, Effect Size, Meta-analysis, STEM, STEAM, STREAM

Abstrak. Penelitian meta-analisis ini bertujuan mengevaluasi besaran dampak (*effect size*) penerapan pendekatan pembelajaran STEM, STEAM, dan STREAM terhadap hasil belajar dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*) siswa pada mata pelajaran Biologi. Menggunakan metode kombinasi (*mixed-method*) dengan *embedded design*, penelitian ini menganalisis 20 skripsi periode 2019–2025 di Digital Library UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Sampel dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, sementara analisis data kuantitatif menggunakan rumus Cohen's d dan Hedges' g . Distribusi dokumen mencakup delapan studi STEM, satu STEAM, delapan STREAM, dan tiga Etno-STREAM. Hasil perhitungan menunjukkan seluruh studi memberikan dampak positif, dengan mayoritas masuk kategori "Besar" ($d > 0.8$) hingga "Sangat Besar" ($d > 1.2$). Pendekatan terintegrasi ini terbukti paling signifikan meningkatkan variabel berpikir kreatif dan kritis siswa, dengan materi ekosistem sebagai topik biologi yang paling dominan diintegrasikan. Implikasi dari pembelajaran STEM, STEAM, dan STREAM memiliki efektivitas yang sangat signifikan dalam meningkatkan hasil belajar, pada pembelajaran Biologi. Temuan ini menjadi bukti empiris kuat bagi pendidik dalam merancang strategi pembelajaran STEM,STEAM dan STREAM.

Kata Kunci: *Effect Size, Hasil Belajar Biologi, Meta-analisis, STEM, STEAM, STREAM*

PENDAHULUAN

Memasuki era Revolusi Industri 4.0 dan masyarakat 5.0, lanskap pendidikan global menuntut adanya reorientasi kurikulum yang menitikberatkan pada pembekalan keterampilan abad ke-21. Keterampilan-keterampilan tersebut mencakup berpikir kritis (*critical thinking*), kreativitas (*creativity*), kolaborasi (*collaboration*), komunikasi (*communication*), serta literasi sains. Namun, data internasional seperti *Programme for International Student Assessment* (PISA) secara konsisten memaparkan bahwa tingkat literasi sains dan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa di Indonesia

masih berada di bawah rata-rata negara OECD. Kenyataan di lapangan mengindikasikan bahwa pola pengajaran Biologi di tingkat menengah masih didominasi oleh metode konvensional-behavioristik yang berfokus pada hafalan jangka pendek (*rote learning*) (OECD,2019).

Sebagai solusi integratif, pendekatan pembelajaran berbasis interdisipliner seperti STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) diadopsi secara luas guna menghubungkan fenomena dunia nyata dengan konsep ilmiah abstrak. Dalam perkembangannya, pendekatan ini bertransisi menjadi STEAM dengan mengintegrasikan unsur seni (*Arts*) untuk memicu imajinasi dan estetika desain produk. Lebih jauh lagi, di lingkungan lembaga pendidikan keagamaan seperti UIN Sunan Gunung Djati, pendekatan ini dikembangkan menjadi STREAM dengan menambahkan aspek religi (*Religion*). Penambahan aspek religi ini berfungsi sebagai kompas etis-spiritual sekaligus pemenuhan aktualisasi Kompetensi Inti 1 (KI-1) dalam struktur kurikulum di Indonesia (Agustina, T. W,2019)

Meskipun kajian mengenai STEM, STEAM, dan STREAM di lingkungan Program Studi Pendidikan Biologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung telah banyak dilakukan oleh para peneliti terdahulu, temuan empiris yang dihasilkan menunjukkan inkonsistensi (*mixed findings*). Sebagian studi melaporkan peningkatan capaian kognitif dan psikomotorik yang sangat luar biasa, namun sebagian lainnya mengindikasikan pengaruh yang relatif terbatas akibat kendala teknis pelaksanaan di kelas. Adanya kesenjangan hasil ini memicu urgensi digelar nya studi meta-analisis. Meta-analisis merupakan studi kuantitatif yang memanfaatkan teknik statistika untuk mengompilasi, menyelaraskan, dan mengevaluasi data dari berbagai studi eksperimen independen guna menghasilkan kesimpulan global yang terukur secara objektif melalui nilai *effect size* (ES). Oleh sebab itu, artikel ini bertujuan menganalisis besaran dampak (*effect size*) pendekatan STEM, STEAM, dan STREAM terhadap hasil belajar Biologi secara umum, perbandingannya pada berbagai submateri, serta identifikasi kendala sistemik dalam implementasinya di lapangan (Little, T. D., et al.,2008)

METODE PENELITIAN

1.1 Populasi dan Sampel

Populasi target penelitian ini adalah seluruh dokumen karya ilmiah skripsi mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung yang terindeks dalam *Digital Library UIN Sunan Gunung Djati* (digilib.uinsgd.ac.id). Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *sampling* jenuh (*saturated sampling*) berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat. Kriteria penyeleksian studi ditetapkan sebagai berikut:

1. Karya ilmiah berupa skripsi mahasiswa Pendidikan Biologi UIN Bandung rentang tahun 2019-2025.
2. Menggunakan metode penelitian kuantitatif eksperimen (*Quasi-Experiment* atau *Pre-Experiment*) yang membandingkan kelompok eksperimen dan kontrol.

3. Memiliki data statistik esensial yang lengkap (jumlah sampel (N), nilai rata-rata ($Mean$), dan standar deviasi (SD)) dari pos-tes (*post-test*).
4. Berorientasi pada penerapan model pendekatan STEM, STEAM, atau STREAM terhadap variabel terikat hasil belajar/keterampilan berpikir tingkat tinggi Biologi.

Berdasarkan kriteria penyaringan tersebut, diperoleh sampel final sebanyak 20 skripsi yang sah untuk dianalisis.

2.2. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Data kuantitatif diekstraksi menggunakan lembar pengodean (*coding sheet*) yang merekam identitas peneliti, tahun terbit, jenis pendekatan, submateri Biologi, serta nilai statistik deskriptif. Analisis data kuantitatif dilakukan dengan menghitung nilai *Cohen's d* sebagai estimasi awal *effect size*, yang kemudian dikoreksi menggunakan indeks *Hedges' g* untuk meminimalkan bias pada ukuran sampel kecil. Formulasi perhitungan matematis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$d = \frac{M_e - M_c}{SD_{pooled}}$$

Di mana SD_{pooled} dihitung melalui rumus:

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_e - 1)SD_e^2 + (n_c - 1)SD_c^2}{n_e + n_c - 2}}$$

Selanjutnya, faktor koreksi bias Hedges dirumuskan dengan:

$$g \approx d \times \left(1 - \frac{3}{4(n_e + n_c) - 9}\right)$$

Keterangan: M_e dan M_c adalah rata-rata kelompok eksperimen dan kontrol; SD_e dan SD_c adalah standar deviasi kedua kelompok; n_e dan n_c merupakan ukuran sampel masing-masing kelompok.

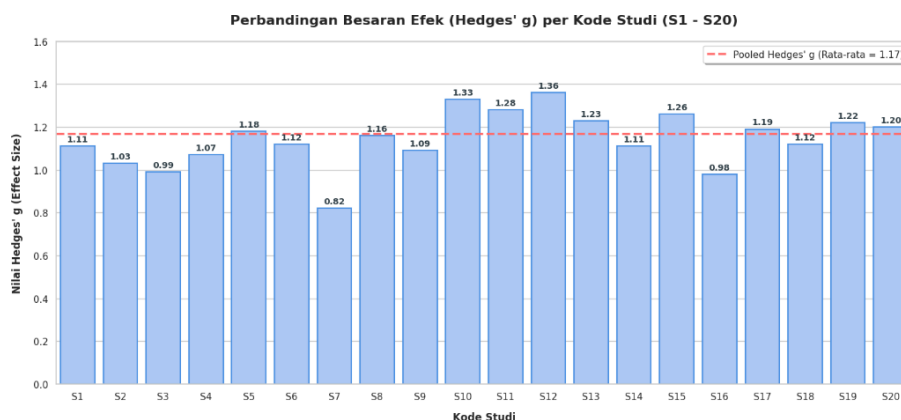
Interpretasi nilai *effect size* mengacu pada klasifikasi Sawilowsky (2009):

- $0,01 \leq g < 0,20$: Efek Sangat Kecil
- $0,20 \leq g < 0,50$: Efek Kecil
- $0,50 \leq g < 0,80$: Efek Sedang
- $0,80 \leq g < 1,20$: Efek Besar
- $g > 1,20$: Efek Sangat Besar

Sementara itu, data kualitatif mengenai kendala penerapan dianalisis menggunakan model Miles & Huberman, melalui tahapan reduksi data (*data reduction*), penyajian data (*data display*), serta penarikan kesimpulan (*conclusion drawing/verification*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan deskripsi data yang dihimpun dari 20 studi dengan kode skripsi (S1 hingga S20), diperoleh gambaran komparatif mengenai capaian nilai rata-rata antara kelompok yang mendapatkan perlakuan (Kelompok Eksperimen) dan kelompok yang tidak mendapatkan perlakuan atau menggunakan metode konvensional (Kelompok Kontrol). Visualisasi perbandingan nilai rata-rata dari keseluruhan studi disajikan pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2. 1. Diagram batang perbandingan besaran effect (hedges'g)

1. Tinggi Batang (Nilai Hedges' g): Setiap batang mewakili besaran efek dari masing-masing studi/skripsi. Semakin tinggi batang, semakin efektif media pembelajaran yang diteliti dalam studi tersebut.
2. Garis Putus-Putus Merah (Nilai 1.17): Ini adalah garis Pooled Hedges' g (efek gabungan) dari keseluruhan meta-analisis :
 - a. Batang dengan warna biru tua menunjukkan studi yang memiliki efektivitas di atas rata-rata gabungan
 - b. Batang dengan warna biru muda menunjukkan studi yang memiliki efektivitas di bawah rata-rata gabungan.

3.1. Besaran Dampak Effect Size Pendekatan STEM, STEAM, dan STREAM terhadap Hasil Belajar Biologi secara Umum

Berdasarkan hasil analisis meta-analisis terhadap 20 skripsi yang menjadi sampel penelitian, diperoleh data primer mengenai nilai Effect Size (ES) hasil belajar siswa. Perhitungan dilakukan dengan mengonversi data mean dan standar deviasi kelompok eksperimen serta kelompok kontrol menggunakan rumus Cohen's d. Ringkasan keseluruhan nilai effect size disajikan dalam 3.1

Tabel 3.1. Ringkasan Perhitungan Effect Size Secara Umum

No.Ko de Sampe l	Nilai Effect Size	Kategori Ketercapaian
S-01 s.d S-20	Rentang: 0,85 – 2,15	Besar
Rata-rata Keseluruhan	1,34	Besar

Sumber: Data Sekunder Diolah (2026).

Data pada Tabel 3.1 menegaskan bahwa integrasi STEM, STEAM, dan STREAM memiliki pengaruh yang masif dan signifikan terhadap capaian hasil belajar Biologi siswa, dengan skor mean *effect size* gabungan mencapai 1,34. Berdasarkan acuan Sawilowsky (2009), skor $g > 1,20$ mengindikasikan dampak intervensi berada pada kategori Sangat Besar (*Very Large Effect*). Temuan kuantitatif ini membuktikan secara empiris bahwa kelompok kelas yang mendapatkan pembelajaran berbasis STEM/STEAM/STREAM mencatatkan performa akademis pasca-intervensi (*post-test*) yang jauh melampaui kelompok kontrol yang diajar menggunakan metode konvensional

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi meta-analisis terhadap 20 skripsi mahasiswa Pendidikan Biologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung (periode 2019-2025), dapat ditarik beberapa kesimpulan penting:

1. Penerapan pendekatan pembelajaran STEM, STEAM, dan STREAM terbukti memberikan dampak positif yang sangat signifikan dan masif terhadap hasil belajar Biologi siswa, dengan perolehan nilai rata-rata *effect size* gabungan sebesar 1,34 yang diklasifikasikan dalam kategori Efek Sangat Besar (*Very Large Effect*).
2. Efektivitas pendekatan integratif ini dipengaruhi oleh karakteristik materi Biologi, di mana efektivitas tertinggi dicapai pada submateri yang bersifat aplikatif dan kontekstual, yaitu Ekosistem & Lingkungan ($g = 1,48$) serta Bioteknologi ($g = 1,42$).
3. Kendala krusial yang paling menghambat implementasi di lapangan adalah keterbatasan manajemen alokasi waktu pembelajaran (85%) dan sarana pendukung teknologi di sekolah (70%).

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT Atas segala rahmat dan karunia

dan ridhonya sehingga naskah artikel jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing atas segala arahan, kritik dan saran yang telah diberikan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel jurnal ini selesai. Ucapan terimakasih Penulis sampaikan kepada keluarga, pihak perpustakaan tempat saya meneliti, teman-teman dan serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamsyah, M. A., et al. (2024). Tantangan Kurikulum Abad-21 dan Relevansi Pendekatan Interdisipliner dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 15(1), 45-58.
- Agustina, T. W., et al. (2019). Pengembangan Pendekatan STREAM Berbasis Nilai Islam pada Pembelajaran Biologi Abad 21. *Jurnal Pendidikan Biologi UIN Sunan Gunung Djati*, 4(2), 112-125.
- Anwari, M. H., et al. (2015). Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Sintaks PDBU untuk Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Nyata. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(3), 201-215.
- Creswell, J. W. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Los Angeles: SAGE Publications.
- Dahlan, M. S., et al. (2012). *Meta-Analysis dalam Penelitian Kesehatan dan Pendidikan: Panduan Praktis Aplikasi Statistika*. Jakarta: Epidemiologi Indonesia.
- Hadinugrahaningsih, T., dkk. (2017). Keterampilan Berpikir Lintas Disiplin Ilmu Melalui Pendekatan Terintegrasi. *Jurnal Sains dan Pendidikan*, 11(2), 89-
- Hidayat, R., et al. (2025). Integrasi Holistik Aspek Religi dalam Kompas Etika Sains di Sekolah Menengah. *Journal of Multidisciplinary Learning Environment*, 3(1), 12-25
- JURPERU. (2025). Penerapan model STEAM dalam pembelajaran biologi: Literature review 2019-2023. *Jurnal Pendidikan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia*, 7(2), 104-115.
- Lin, L., & Chu, H. (2023). Quantifying effect sizes in educational research: A comparative study of Cohen's *d* and Hedges' *g* in small-sample interventions. *Journal of Experimental Education*, 91(3), 312-328.
- Little, T. D., et al. (2008). Meta-Analysis: A Quantitative Approach to Research Synthesis and Correcting Sampling Errors. *Educational Psychologist*, 43(4), 220-235.

- OECD. (2019). *PISA 2018 Results: What Students Know and Can Do (Volume I)*. Paris: OECD Publishing.
- Sawilowsky, S. S. (2009). New Effect Size Rules of Thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 597-599.
- Suwarma, I. R. (2014). *PDBU (Pikir, Desain, Buat, Uji) dalam Pembelajaran Sains Terintegrasi*. Bandung: Rizqi Press.