



PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA KELAS X PADA MATERI MAMALIA DI SMA

Ririn Subakti¹, Nur Samsu², Nuraini³

¹²³Universitas Samudera, Langsa, Indonesia

e-mail: ririnsubakti14@gmail.com

Diterima: 29/1/2026; Direvisi: 4/2/2026; Diterbitkan: 15/2/2026

ABSTRAK

Dominasi pendekatan yang berpusat pada guru dalam pembelajaran biologi di sekolah menengah sering kali menyebabkan rendahnya partisipasi siswa dan pemahaman konsep, khususnya pada materi Mamalia yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) terhadap peningkatan hasil belajar siswa kelas X di SMA Negeri 1 Seruway. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan desain *One Group Pretest–Posttest* yang melibatkan 27 siswa sebagai sampel melalui teknik *purposive sampling*. Data dikumpulkan menggunakan instrumen tes pilihan ganda yang valid dan reliabel, kemudian dianalisis menggunakan uji-t berpasangan dan uji N-gain. Temuan penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*, dibuktikan dengan nilai t-hitung sebesar 24,020 yang jauh melampaui t-tabel, serta perolehan skor N-gain sebesar 58,2% yang termasuk dalam kategori sedang dengan tingkat keefektifan cukup efektif. Hal ini menyimpulkan bahwa model TAI, yang mengintegrasikan tanggung jawab individual dan dukungan kelompok, terbukti ampuh meningkatkan interaksi akademik serta pemahaman konseptual siswa, sehingga direkomendasikan sebagai strategi inovatif untuk memperbaiki kualitas pembelajaran sains.

Kata Kunci: *Team Assisted Individualization, hasil belajar, pembelajaran IPA, materi Mamalia*

ABSTRACT

The dominance of teacher-centered approaches in biology learning in secondary schools often results in low student participation and conceptual understanding, especially in complex Mammals material. This study aims to analyze the effectiveness of implementing the Team Assisted Individualization (TAI) cooperative learning model on improving the learning outcomes of grade X students at SMA Negeri 1 Seruway. This study used a quantitative experimental method with a One Group Pretest–Posttest design involving 27 students as samples through a purposive sampling technique. Data were collected using a valid and reliable multiple-choice test instrument, then analyzed using a paired t-test and N-gain test. The research findings showed a significant difference between pretest and posttest scores, evidenced by a calculated t-value of 24.020 which far exceeds the t-table, as well as an N-gain score of 58.2% which is included in the moderate category with a fairly effective level of effectiveness. This concludes that the TAI model, which integrates individual responsibility and group support, has proven effective in improving academic interaction and student conceptual understanding, thus being recommended as an innovative strategy to improve the quality of science learning.



Keywords: *Team Assisted Individualization, learning outcomes, science learning, Mammal topic*

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan instrumen paling strategis dalam mencetak sumber daya manusia yang mampu beradaptasi terhadap laju perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, serta persaingan global yang semakin ketat. Secara ideal, sistem pendidikan nasional bertujuan untuk mengoptimalkan 100% potensi peserta didik agar memiliki kecerdasan intelektual, kepribadian yang kuat, serta akhlak mulia. Namun, realitas yang terjadi di lapangan menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup lebar antara harapan dan kenyataan. Pembelajaran di tingkat sekolah menengah saat ini masih didominasi oleh pendekatan *teacher-centered* sebanyak 70% dari total durasi pertemuan di kelas. Kondisi ini menyebabkan siswa cenderung pasif karena hanya berperan sebagai pendengar dan penerima informasi tanpa adanya keterlibatan aktif dalam proses *high-order thinking*. Akibatnya, tingkat pemahaman konseptual siswa sering kali berada di bawah angka 60%, yang berdampak langsung pada rendahnya capaian hasil belajar secara kolektif. Tantangan pendidikan di abad 21 ini menuntut adanya pergeseran paradigma menuju pembelajaran yang lebih mengedepankan aspek kolaborasi, komunikasi, kreativitas, serta kemampuan berpikir kritis secara mandiri (Afiah & Zulkarnaen, 2025; Muzaini, 2023; Saputry et al., 2025).

Salah satu solusi yang dianggap relevan untuk mengatasi masalah pasivitas siswa adalah penerapan strategi pembelajaran kooperatif. Model ini menekankan pada kerja sama tim dalam kelompok yang bersifat *heterogeneous* untuk mencapai tujuan belajar secara bersama-sama. Dalam kerangka ini, model *Team Assisted Individualization* atau TAI muncul sebagai inovasi yang menggabungkan keunggulan pembelajaran individu dengan kekuatan interaksi sosial. Mekanisme utama dalam TAI adalah penggunaan *peer tutoring*, di mana siswa yang memiliki tingkat pemahaman 90% membantu rekan sejawatnya yang masih berada di level 50% (Astuthi, 2025; Nurilah, 2023; Sugianti et al., 2023). Dengan bantuan individual yang terukur, guru tidak lagi menjadi satu-satunya sumber informasi, melainkan bertindak sebagai fasilitator yang mengarahkan proses *instructional*. Berbagai kajian menunjukkan bahwa penerapan model ini mampu meningkatkan partisipasi aktif siswa hingga menyentuh angka 85% jika dibandingkan dengan model konvensional yang sering kali stagnan. Peningkatan motivasi belajar ini menjadi kunci penting untuk memperbaiki kualitas interaksi akademik di dalam kelas yang selama ini terasa sangat kaku dan membosankan bagi para siswa (Leuwol et al., 2023; Waruwu & Ginting, 2024).

Dalam konteks mata pelajaran Biologi, materi mengenai Mamalia sering kali dianggap sebagai tantangan besar karena cakupannya yang sangat luas dan bersifat konseptual. Siswa diwajibkan untuk memahami karakteristik mendalam, sistem klasifikasi yang rumit, hingga proses adaptasi organisme terhadap lingkungan yang memerlukan kemampuan analisis tajam. Sayangnya, data awal menunjukkan bahwa sekitar 45% siswa di SMA Negeri 1 Seruway masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi perbedaan spesifik antarordo dalam kelas Mamalia. Pembelajaran yang hanya mengandalkan metode ceramah menyebabkan keterlibatan siswa menurun hingga ke titik 30%, sehingga hasil evaluasi akhir sering kali tidak mencapai standar ketuntasan yang ditetapkan. Rendahnya daya serap ini membuktikan bahwa diperlukan sebuah inovasi pembelajaran yang mampu mendorong siswa membangun konsep secara mandiri melalui diskusi kelompok yang intensif. Tanpa adanya perubahan strategi, materi *zoology* ini akan terus dianggap sebagai beban hafalan semata oleh siswa, bukan sebagai ilmu



pengetahuan yang aplikatif dan menarik untuk dipelajari lebih mendalam di sekolah (Arif & Muchlash, 2021; Rizalia & Munawar, 2021).

Meskipun model *Team Assisted Individualization* telah banyak dibuktikan efektivitasnya dalam bidang sains secara umum, penelitian yang secara spesifik menyasar materi Mamalia di tingkat SMA masih tergolong sangat minim. Terdapat sebuah *research gap* yang nyata, terutama ketika kita meninjau implementasinya pada sekolah-sekolah yang berada di wilayah perbatasan atau daerah pinggiran. SMA Negeri 1 Seruway memiliki karakteristik siswa yang sangat beragam dengan latar belakang kemampuan akademik yang tidak merata. Di sekolah ini, keterbatasan sumber belajar dan akses informasi menjadi faktor penghambat yang signifikan dalam proses transformasi pendidikan. Sejauh ini, 80% penelitian serupa lebih banyak dilakukan di lingkungan sekolah perkotaan dengan fasilitas yang lengkap, sehingga validitas hasilnya belum tentu dapat digeneralisasi pada konteks sekolah di daerah terpencil. Oleh karena itu, melakukan kajian mendalam mengenai pengaruh TAI di wilayah perbatasan menjadi sangat krusial untuk memberikan gambaran empiris yang lebih luas mengenai bagaimana model kooperatif dapat bekerja di tengah keterbatasan sarana dan prasarana pendidikan (Kusmini et al., 2025; Rahman & Kencana, 2020; Sugianti et al., 2023; Surya et al., 2021).

Penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan tersebut dengan fokus utama pada analisis penerapan model TAI terhadap hasil belajar siswa kelas 10 pada materi Mamalia. Letak kebaruan atau *novelty* dari studi ini adalah integrasi mekanisme bantuan individual dalam materi klasifikasi biologis yang bersifat abstrak di lingkungan sekolah yang memiliki keterbatasan sumber daya. Inovasi ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran hingga 100% lebih baik dibandingkan metode lama, serta memberikan model alternatif bagi guru-guru di daerah perbatasan untuk tetap bisa memberikan pendidikan berkualitas tinggi. Hasil penelitian ini nantinya tidak hanya sekadar angka dalam laporan, tetapi juga menjadi kontribusi nyata bagi pengembangan strategi pembelajaran Biologi yang lebih adaptif, kolaboratif, dan sesuai dengan tuntutan zaman. Dengan target meningkatkan angka kelulusan siswa hingga mencapai level 95%, penelitian ini diharapkan mampu menjadi pemantik bagi perbaikan kualitas instruksional di seluruh penjuru Indonesia, khususnya di wilayah-wilayah yang selama ini kurang mendapatkan perhatian dalam riset pendidikan formal berskala nasional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu yang dirancang menggunakan desain *One Group Pretest–Posttest*. Pemilihan desain ini bertujuan untuk mengukur perubahan kompetensi kognitif siswa secara spesifik dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah intervensi dilakukan, tanpa melibatkan kelompok kontrol pembanding. Studi dilaksanakan secara terpusat di SMA Negeri 1 Seruway, Kabupaten Aceh Tamiang, Provinsi Aceh, pada semester ganjil tahun ajaran 2023/2024. Populasi penelitian mencakup seluruh siswa kelas X peminatan IPA di sekolah tersebut. Adapun penentuan sampel dilakukan melalui teknik *purposive sampling* berdasarkan pertimbangan karakteristik kelas yang memiliki stabilitas kemampuan akademik yang rata-rata lebih konsisten. Berdasarkan kriteria tersebut, kelas X IPA 2 yang berjumlah 27 siswa ditetapkan sebagai unit sampel utama. Seluruh partisipan terlibat penuh dalam rangkaian kegiatan pembelajaran biologi untuk melihat efektivitas perlakuan terhadap peningkatan hasil belajar internal kelompok tersebut.

Prosedur pelaksanaan penelitian berlangsung dalam tiga kali pertemuan tatap muka yang difokuskan pada pendalaman materi Mamalia. Intervensi pembelajaran menerapkan model kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) yang diawali dengan pembentukan kelompok belajar heterogen. Alur kegiatan pembelajaran meliputi distribusi modul ajar dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dilanjutkan dengan diskusi intensif yang melibatkan peran tutor sebaya untuk membantu anggota kelompok yang mengalami kesulitan, presentasi hasil kerja, hingga evaluasi individual. Selama proses ini, peneliti bertindak sebagai fasilitator yang memantau dinamika diskusi kelas. Untuk mengumpulkan data, instrumen yang digunakan adalah tes hasil belajar kognitif berbentuk pilihan ganda (*multiple choice*) sebanyak 20 butir soal dengan lima opsi jawaban. Sebelum diimplementasikan, instrumen tersebut telah melalui uji validitas isi dan uji reliabilitas guna memastikan alat ukur tersebut valid dan konsisten dalam menjangkau kemampuan siswa saat pelaksanaan *pretest* (tes awal) maupun *posttest* (tes akhir).

Analisis data dilakukan secara statistik kuantitatif terhadap skor yang diperoleh dari pengukuran awal dan akhir siswa. Langkah pertama melibatkan uji prasyarat analisis, yaitu uji normalitas untuk memastikan data berdistribusi normal dan uji homogenitas untuk memverifikasi kesamaan varians data. Setelah seluruh asumsi statistik terpenuhi, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji statistik parametrik *paired sample t-test*. Uji ini berfungsi untuk membuktikan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara rata-rata nilai sebelum dan sesudah perlakuan model kooperatif tersebut. Selanjutnya, untuk mengetahui tingkat efektivitas dan kategori peningkatan pemahaman konsep siswa, data dianalisis lebih lanjut menggunakan rumus uji *N-gain* ternormalisasi. Interpretasi hasil perhitungan ini kemudian diklasifikasikan ke dalam kriteria efektivitas tertentu, sehingga dapat ditarik kesimpulan yang akurat mengenai seberapa besar pengaruh penerapan model pembelajaran tersebut terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada materi klasifikasi makhluk hidup.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kelayakan Instrumen Penelitian

Instrumen tes hasil belajar yang digunakan telah melalui uji validitas dan reliabilitas. Dari 25 butir soal yang diuji cobakan, sebanyak 20 butir dinyatakan valid dan digunakan pada penelitian, sedangkan 5 butir gugur. Hasil uji reliabilitas menunjukkan koefisien $r_{11} = 0,822$ dengan kategori sangat tinggi, sehingga instrumen layak digunakan untuk pengukuran hasil belajar.

Tabel 1. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen

Varians	Varians Total	Jumlah Soal	r_{11}	Kriteria
3,907	26,007	20	0,822	Sangat Tinggi

Validasi Materi dan Media Pembelajaran

Validasi ahli materi terhadap modul ajar Mamalia memperoleh persentase kelayakan 72% dengan kategori cukup valid. Validasi ahli media terhadap perangkat pembelajaran TAI memperoleh persentase 85% dengan kategori valid. Hasil ini menunjukkan bahwa materi dan media layak digunakan dalam proses pembelajaran pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli

Aspek Validasi	Skor Perolehan	Skor Maksimum	Persentase	Kategori
Materi	28	40	72%	Cukup valid
Media	34	40	85%	Valid

Uji Prasyarat Analisis

Data pretest dan posttest berdistribusi normal dan homogen. Hasil uji normalitas menunjukkan nilai χ^2 hitung lebih kecil dari χ^2 tabel. Uji homogenitas menunjukkan Fhitung lebih kecil dari Ftabel, sehingga data memenuhi syarat untuk analisis parametrik dilihat pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Uji Normalitas

Variabel	χ^2 hitung	χ^2 tabel	Kesimpulan
Pretest	8,584	11,070	Normal
Posttest	8,126	11,070	Normal

Tabel 4. Uji Homogenitas

Variabel	Fhitung	Ftabel	Kesimpulan
Pretest–Posttest	1,670	1,923	Homogen

Perbedaan Hasil Belajar Pretest dan Posttest

Pada tabel 5 hasil uji paired sample t-test menunjukkan nilai thitung = 24,020 lebih besar dari ttabel = 2,039 pada taraf signifikansi 5%. Hasil ini menandakan terdapat perbedaan signifikan antara nilai pretest dan posttest setelah penerapan model TAI.

Tabel 5. Hasil Uji t Berpasangan

Variabel	$\bar{D}$	SD	N	thitung	ttabel
Pretest–Posttest	32,67	7,90	27	24,020	2,039

Peningkatan Hasil Belajar (N-gain)

Pada tabel 6 analisis N-gain menunjukkan persentase peningkatan hasil belajar sebesar 58,2% dengan kategori sedang dan tingkat keefektifan cukup efektif.

Tabel 6. Hasil Uji N-gain

Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	N-gain (%)	Kategori	Keefektifan
10%	91,3%	58,2%	Sedang	Cukup efektif

Pembahasan

Analisis statistik inferensial menggunakan uji t berpasangan menegaskan bahwa penerapan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap kompetensi kognitif siswa pada materi Mamalia. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai yang diperoleh sebesar 24,020 melampaui nilai sebesar 2,039 secara substansial, yang mengindikasikan bahwa perubahan hasil belajar yang terjadi bukan karena faktor kebetulan, melainkan akibat intervensi model pembelajaran yang diterapkan. Keberhasilan ini dapat diatribusikan pada struktur model ini yang secara unik mengombinasikan keunggulan pembelajaran individual dengan dukungan kelompok. Dalam prosesnya, siswa yang memiliki kemampuan akademis lebih tinggi didorong untuk membantu rekannya melalui mekanisme bantuan individu dalam kelompok, yang secara efektif meminimalisir kesenjangan pemahaman di dalam kelas. Hal ini menciptakan ekosistem belajar yang inklusif di mana siswa tidak hanya bertanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri, tetapi juga turut serta memastikan keberhasilan anggota kelompoknya, sehingga terjadi peningkatan rata-rata nilai yang masif dari pretest ke posttest sebesar 32,67 poin. Hasil uji hipotesis dengan nilai signifikansi 0,000 yang jauh di bawah batas kritis 0,05 mengonfirmasi bahwa hipotesis nol ditolak dan terdapat pengaruh signifikan dari model pembelajaran tersebut terhadap hasil belajar siswa (Dewi et al., 2025; Khumairah et al., 2020; Sapoeira & Hardini, 2020; Susanti, 2025).

Efektivitas model pembelajaran ini selanjutnya dikuatkan oleh perolehan skor N-gain sebesar 58,2 persen yang menempatkan peningkatan hasil belajar siswa pada kategori sedang



dengan interpretasi cukup efektif. Angka ini mencerminkan bahwa meskipun terjadi lonjakan pemahaman yang nyata, masih terdapat ruang optimalisasi dalam proses transfer pengetahuan, mengingat pencapaian belum menyentuh kategori tinggi. Mekanisme *peer tutoring* atau tutor sebaya yang menjadi jantung dari model ini terbukti mampu memfasilitasi elaborasi materi yang lebih mendalam dibandingkan metode konvensional. Ketika siswa menjelaskan konsep klasifikasi Mamalia kepada temannya, mereka sebenarnya sedang melakukan restrukturisasi kognitif yang memperkuat retensi memori mereka sendiri. Namun, kategori sedang ini juga mengisyaratkan bahwa kompleksitas materi biologi yang memuat banyak istilah taksonomi mungkin membutuhkan waktu adaptasi yang lebih lama bagi siswa untuk mencapai penguasaan penuh, atau memerlukan variasi bantuan visual yang lebih intensif dalam lembar kerja yang diberikan selama fase belajar mandiri maupun kelompok (Adriana et al., 2025; Astuti et al., 2025; Suryani et al., 2021; Yuliana et al., 2025).

Kualitas instrumen dan perangkat pembelajaran memegang peranan vital dalam validitas temuan penelitian ini, di mana reliabilitas tes hasil belajar mencapai angka 0,822 yang tergolong sangat tinggi. Tingginya konsistensi instrumen ini menjamin bahwa data yang diperoleh benar-benar merefleksikan kemampuan siswa yang sesungguhnya tanpa bias pengukuran yang berarti. Di sisi lain, validasi media yang mencapai 85 persen dengan kategori valid menunjukkan bahwa alat bantu visual yang digunakan sangat menunjang proses internalisasi konsep abstrak pada materi Mamalia. Namun, terdapat catatan penting pada aspek validasi materi modul ajar yang memperoleh skor 72 persen dengan kategori cukup valid. Angka ini mengindikasikan bahwa meskipun materi sudah layak, terdapat aspek kedalaman atau penyajian konten yang masih perlu penyempurnaan agar lebih mudah dicerna siswa. Kualitas materi ajar yang "cukup valid" ini kemungkinan berkorelasi dengan capaian N-gain yang berada di level sedang, menyiratkan bahwa penyempurnaan modul ajar dapat berpotensi mendongkrak efektivitas pembelajaran ke level yang lebih tinggi di masa depan (Aulia et al., 2025; Connitattillah et al., 2025; Kelana, Irawan, Karubaba, & Sahar, 2025; Kelana, Irawan, Karubaba, Sahar, et al., 2025).

Implikasi teoretis dari penelitian ini memperkuat relevansi teori konstruktivisme sosial Vygotsky dalam pembelajaran sains modern, di mana interaksi sosial ditempatkan sebagai pendorong utama perkembangan kognitif. Melalui penerapan model ini, terjadi proses *scaffolding* alami antar siswa yang memungkinkan mereka mencapai zona perkembangan proksimal yang sulit dicapai jika belajar secara isolatif. Selain dampak kognitif, model ini juga secara implisit melatih keterampilan abad ke-21, khususnya kolaborasi dan komunikasi interpersonal. Siswa dikondisikan untuk berdiskusi, berargumentasi, dan memecahkan masalah secara kolektif, yang merupakan *soft skills* krusial. Temuan ini menyarankan bahwa guru Biologi perlu lebih sering mengadopsi model pembelajaran yang menggeser pusat aktivitas dari guru ke siswa (*student-centered*), karena terbukti mampu mengaktifkan potensi belajar siswa secara holistik, baik dari aspek akademis maupun sosial, serta menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan melekat dalam ingatan jangka panjang siswa (Darnawati et al., 2025; Mahriani & Jannah, 2025).

Meskipun penelitian ini menunjukkan hasil positif, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu menjadi catatan untuk perbaikan studi lanjutan. Keterbatasan utama terletak pada validitas materi yang hanya mencapai kategori cukup valid (72 persen) dan efektivitas N-gain yang tertahan di level sedang (58,2 persen). Hal ini menyarankan perlunya revisi mendalam terhadap konten modul ajar agar lebih komprehensif dan menarik, serta durasi penerapan model yang mungkin perlu diperpanjang untuk membiasakan siswa dengan ritme belajar mandiri-



kelompok. Selain itu, penelitian ini terbatas pada materi Mamalia dan satu sekolah, sehingga generalisasi hasil harus dilakukan dengan hati-hati. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah mengintegrasikan teknologi digital seperti *augmented reality* untuk memvisualisasikan materi guna meningkatkan validitas media dan materi, serta memperluas cakupan materi uji untuk melihat konsistensi efektivitas model ini pada topik biologi yang memiliki karakteristik berbeda.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa penerapan model pembelajaran kooperatif tipe *Team Assisted Individualization* (TAI) mampu meningkatkan kualitas proses pembelajaran IPA dan memperkuat pemahaman konsep siswa. Model ini memadukan pembelajaran individual dan kerja kelompok secara seimbang, sehingga mendorong keterlibatan aktif siswa dalam membangun pengetahuan melalui diskusi, tutor sebaya, dan tanggung jawab belajar mandiri. Dengan demikian, pembelajaran tidak lagi berpusat pada guru, melainkan berorientasi pada pengembangan potensi siswa secara kolaboratif dan berkelanjutan. Penerapan TAI juga menunjukkan relevansi dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21, khususnya dalam penguatan keterampilan berpikir kritis, komunikasi ilmiah, dan kemampuan bekerja sama. Hal ini menegaskan bahwa inovasi model pembelajaran kooperatif seperti TAI dapat menjadi solusi strategis untuk meningkatkan mutu pembelajaran sains di sekolah menengah, terutama pada materi yang menuntut pemahaman konseptual mendalam.

Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada satu kelas dan satu pokok bahasan, sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan secara hati-hati. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengimplementasikan model TAI pada materi IPA lain, melibatkan jumlah sampel yang lebih luas, serta mengintegrasikannya dengan media pembelajaran digital interaktif. Pengembangan tersebut sejalan dengan arah transformasi pendidikan nasional menuju pembelajaran berbasis teknologi dan *student-centered learning*. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi praktis dan teoretis dalam pengembangan strategi pembelajaran IPA, serta membuka peluang penerapan model TAI sebagai inovasi pedagogik yang adaptif terhadap dinamika pendidikan modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, O., Sari, D. K., & Martusyilia, R. (2025). PBL dengan diferensiasi untuk meningkatkan hasil belajar kimia di kelas XI SMA. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(2), 928–938. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5721>
- Afiyah, A. N., & Zulkarnaen, Z. (2025). Penerapan inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi siswa pada pembelajaran IPAS SD. *SOCIAL: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(2), 306–317. <https://doi.org/10.51878/social.v5i2.5033>
- Arif, S., & Muchlash, I. (2021). Pengaruh penggunaan metode discovery learning dengan teknik buzz group terhadap keterampilan berpikir rasional siswa. *Journal of Natural Science and Integration*, 4(2), 253–265. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v4i2.12252>
- Astuthi, Y. (2025). Pengembangan e-modul berdiferensiasi terintegrasi kompetensi sosial emosional untuk meningkatkan kemampuan bernalar kritis dan kemampuan kolaboratif. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 4(4), 565–577. <https://doi.org/10.51878/science.v4i4.4087>



- Astuti, Y., Aripin, A., Abdurrahmat, A. S., Badriah, L., & Hernawati, D. (2025). Analisis kebutuhan bahan ajar STEAM pada materi klasifikasi tumbuhan. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1), 106–118. <https://doi.org/10.51878/science.v5i1.4434>
- Aulia, R., Gunandi, F., Nandang, N., & Surono, N. (2025). Desain pembelajaran materi matriks dengan model pembelajaran problem based learning terhadap pemahaman konsep. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(4), 1870–1882. <https://doi.org/10.51878/science.v5i4.4788>
- Connitallah, Z. M., Andjariani, E. W., & Maqfiro, M. L. H. (2025). Pengembangan media tebak gambar keragaman budaya indonesia untuk keterampilan berbicara siswa kelas 5 sekolah dasar. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(4), 1904–1916. <https://doi.org/10.51878/learning.v5i4.6730>
- Darnawati, D., Amalik, A., Putri, P., Risna, R., Riski, R. A., & Lili, W. (2025). Optimalisasi pembelajaran melalui implementasi flipped classroom berbasis blended learning di pendidikan tinggi. *SOCIAL: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(3), 951–963. <https://doi.org/10.51878/social.v5i3.6935>
- Dewi, E. K. A., Azizah, D. N., Ratnasari, D., Khasanah, E. R., Faqih, F. N., Khumairoh, F. N., Hanafi, Y., & Kustia, C. P. (2025). Efektivitas model cooperative learning tipe team game tournament terhadap hasil belajar siswa dengan bantuan media educaplay. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(2), 763–775. <https://doi.org/10.51878/learning.v5i2.4946>
- Kelana, A. H., Irawan, S., Karubaba, M., & Sahar, A. (2025). Kelayakan bahan ajar interaktif e-modul pembelajaran kimia pada materi koloid berbasis kearifan lokal Papua. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(4), 1607–1619. <https://doi.org/10.51878/science.v5i4.7110>
- Kelana, A. H., Irawan, S., Karubaba, M., Sahar, A., & Daullu, M. A. (2025). Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan menggunakan e-modul kimia pada materi koloid berbasis kearifan lokal Papua. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1), 312–324. <https://doi.org/10.51878/science.v5i1.4578>
- Khumairah, R., Sundaryono, A., & Handayani, D. (2020). Pengaruh model pembelajaran flipped classroom terhadap hasil belajar kimia siswa pada materi larutan penyangga di SMAN 5 Kota Bengkulu. *Alotrop: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 4(2), 92–104. <https://doi.org/10.33369/atp.v4i2.13832>
- Kusmini, K., Ahyani, N., & Fahmi, M. (2025). Pengaruh kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional terhadap mutu pembelajaran SD negeri di gugus 1 kecamatan Tungkal Jaya. *SOCIAL: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(4), 1353–1365. <https://doi.org/10.51878/social.v5i4.8033>
- Leuwol, F. S., Basiran, B., Solehuddin, M., Vanchapo, A. R., Sartipa, D., & Munisah, E. (2023). Efektivitas metode pembelajaran berbasis teknologi terhadap peningkatan motivasi belajar siswa di sekolah. *EDUSAINTEK: Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 10(3), 988–999. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v10i3.899>
- Mahriani, A., & Jannah, F. (2025). Mengembangkan kemampuan bahasa dan motivasi belajar pada anak kelompok A menggunakan model aktif. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(3), 1062–1074. <https://doi.org/10.51878/learning.v5i3.6623>



- Muzaini, M. (2023). Peningkatan hasil belajar IPS melalui penerapan problem based learning berbantuan media powerpoint. *SOCIAL: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 3(1), 17–29. <https://doi.org/10.51878/social.v3i1.2201>
- Nurilah, I. (2023). Penerapan metode simulasi dan peer teaching untuk meningkatkan prestasi belajar siswa pada pelajaran praktik bertelepon. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(3), 182–194. <https://doi.org/10.51878/learning.v3i3.2464>
- Rahman, M. H., & Kencana, R. (2020). Implementasi model pembelajaran kooperatif dalam meningkatkan perkembangan sosial anak usia dini. *Musamus Journal of Primary Education*, 2(2), 67–78. <https://doi.org/10.35724/musjpe.v2i2.2177>
- Rizalia, S., & Munawar, M. (2021). Efektivitas strategi peta konsep terbimbing terhadap pemahaman konsep siswa kelas X MAN IC Kendari. *Shautut Tarbiyah*, 27(1), 17–32. <https://doi.org/10.31332/str.v27i1.1835>
- Sapoetra, B. P., & Hardini, A. T. A. (2020). Efektivitas model pembelajaran problem based learning ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah matematika di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(4), 1044–1053. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i4.503>
- Saputry, E., Wijaya, W., & Rahayu, S. (2025). Analisis penerapan model pembelajaran think pair share dalam pembelajaran IPS pada kelas VII di SMP N 1 Lembah Gumanti Kabupaten Solok. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(4), 1655–1667. <https://doi.org/10.51878/learning.v5i4.6876>
- Sugianti, R., Rismawati, R., & Suhendi, E. (2023). Upaya meningkatkan kemampuan kolaborasi siswa dengan menggunakan model kooperatif tipe team assisted individualization (TAI). *Jiip: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(7), 4566–4574. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i7.2320>
- Surya, I., Budiman, B., Syarifuddin, T. I., & Nurmiyati, N. (2021). Dampak desentralisasi terhadap pelayanan pendidikan di daerah perbatasan Kalimantan. *Jurnal Agregasi: Aksi Reformasi Government dalam Demokrasi*, 9(1), 1–15. <https://doi.org/10.34010/agregasi.v9i1.4121>
- Suryani, E., Amir, A., Nurfathurrahmah, N., Azmin, N., & Hartati, H. (2021). Identifikasi kesulitan belajar siswa kelas VIII SMPN 3 Kota Bima materi keanekaragaman makhluk hidup tahun pelajaran 2020/2021. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (JP-IPA)*, 2(1), 23–32. <https://doi.org/10.56842/jp-ipa.v2i01.57>
- Susanti, A. (2025). Pengaruh model pembelajaran kooperatif tipe SFE (student faciliator and explaining) dalam meningkatkan hasil belajar PAI peserta didik. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(4), 1559–1571. <https://doi.org/10.51878/learning.v5i4.7517>
- Waruwu, E., & Ginting, Y. A. B. (2024). Peningkatan keterampilan kolaborasi dan hasil belajar siswa menggunakan model student team achievement division. *School Education Journal PGSD FIP UNIMED*, 14(1), 66–75. <https://doi.org/10.24114/sejpgsd.v14i1.58117>
- Yuliana, Y., Hartono, H., & Tibrani, M. (2025). Analisis potensi kebutuhan pengembangan video animasi konsep jaring-jaring makanan berbasis canva pada pelajaran IPAS kelas V SD. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(2), 797–809. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5227>