



EDUTECH

Jurnal Teknologi Pendidikan

Journal homepage <https://ejournal.upi.edu/index.php/edutech>



Pengaruh Model Pembelajaran dan Gaya Belajar terhadap Hasil Belajar IPA: Studi Faktorial 3×3

Vina Herawati, Rini Shoffa Aulia, Supriati, Rahayu Kariadinata, & Muhammad Minan Chusni
Universitas Islam Negeri Usnan Gunung Djati Bandung, Indonesia
Email: 2259450009@student.uinsgd.ac.id

ABSTRACT	ARTICLE INFO
<p>This study examined the effects of learning model and learning style on junior secondary students' science learning outcomes and tested the interaction between both factors. A quasi-experimental factorial 3×3 design involved 90 MTs students selected through cluster random sampling. The first factor comprised ICT-assisted Problem-Based Learning (PBL), Discovery Learning (DL), and conventional instruction, while the second factor comprised visual, auditory, and kinesthetic learning styles. Data were collected using a science learning achievement test and a learning-style questionnaire, then analyzed through assumption tests and two-way ANOVA at the 0.05 significance level. The results indicated a significant effect of learning model on science achievement ($p = 0.001$). ICT-assisted PBL obtained the highest mean score ($M = 81.06$), followed by DL ($M = 80.53$), whereas conventional instruction yielded the lowest mean score ($M = 71.96$). Learning style also showed a significant effect ($p = 0.003$), with kinesthetic learners achieving the highest mean score. No significant interaction was found between learning model and learning style ($p = 0.898$). These findings indicate that active learning models produced better learning outcomes across learning-style categories.</p>	<p>Article History: Submitted/Received 1 Dec 2025 First Revised 26 Feb 2026 Accepted 15 June 2026 First Available online 22 June 2026 Publication Date 22 June 2026</p> <p>Keyword: Discovery Learning; learning styles, Problem-Based Learning; Science learning outcomes; Two-Way ANOVA.</p>
<p>ABSTRAK</p> <p>Penelitian ini menganalisis pengaruh model pembelajaran dan gaya belajar terhadap hasil belajar IPA murid MTs serta menguji interaksi kedua faktor tersebut. Penelitian menggunakan kuasi-</p>	

eksperimen dengan rancangan faktorial 3×3 yang melibatkan 90 murid MTs melalui teknik cluster random sampling. Faktor pertama adalah model pembelajaran yang terdiri atas Problem Based Learning (PBL) berbantuan TIK, Discovery Learning (DL), dan pembelajaran konvensional. Faktor kedua adalah gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik. Data dikumpulkan melalui tes hasil belajar IPA dan angket gaya belajar, kemudian dianalisis melalui uji prasyarat dan ANOVA dua arah pada taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar IPA ($p = 0,001$). PBL berbantuan TIK memperoleh rata-rata tertinggi ($M = 81,06$), diikuti DL ($M = 80,53$), sedangkan pembelajaran konvensional memperoleh rata-rata terendah ($M = 71,96$). Gaya belajar juga berpengaruh signifikan ($p = 0,003$), dengan capaian tertinggi pada murid kinestetik. Namun, tidak ditemukan interaksi signifikan antara model pembelajaran dan gaya belajar ($p = 0,898$). Temuan ini mengindikasikan bahwa model pembelajaran aktif menghasilkan capaian lebih baik pada berbagai kategori gaya belajar.

© 2026 Teknologi Pendidikan UPI

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA pada abad ke-21 menuntut murid tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga mampu mengamati fenomena, menganalisis bukti, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan berdasarkan penalaran ilmiah. Pada jenjang MTs, tuntutan tersebut perlu diterjemahkan ke dalam pembelajaran yang memberi ruang bagi aktivitas penyelidikan, diskusi, dan refleksi. Pembelajaran yang masih dominan ceramah berisiko membuat murid pasif dan kurang terlibat dalam proses konstruksi pengetahuan; sebaliknya, pembelajaran berbasis inkuiri dan aktivitas ilmiah terbukti relevan untuk mengembangkan literasi sains serta pemahaman konseptual murid (Urduvia Alarcon et al., 2023; Wang et al., 2022).

Model Problem Based Learning (PBL) dan Discovery Learning (DL) dipandang relevan karena keduanya menempatkan murid sebagai subjek aktif. PBL menghadirkan masalah kontekstual sebagai titik awal belajar, sedangkan DL mendorong murid menemukan konsep melalui pengamatan, pengumpulan data, dan penarikan kesimpulan. Integrasi TIK pada PBL dapat memperkuat penyajian masalah, visualisasi konsep, dan akses sumber belajar, sehingga pembelajaran IPA lebih menarik dan bermakna (Aidoo, 2023; Pozuelo-Muñoz et al., 2023; Smith et al., 2022).

Selain model pembelajaran, gaya belajar merupakan faktor internal yang perlu diperhatikan secara proporsional. Murid visual cenderung terbantu oleh gambar, grafik, atau diagram; murid auditori memperoleh dukungan dari penjelasan lisan dan diskusi; sedangkan murid kinestetik lebih mudah memahami materi melalui aktivitas praktik dan manipulasi objek. Namun, kajian mutakhir mengingatkan bahwa penggunaan gaya belajar tidak boleh dimaknai secara kaku sebagai keharusan mencocokkan satu gaya mengajar dengan satu tipe murid, melainkan sebagai informasi awal untuk menyediakan variasi representasi, aktivitas, dan asesmen dalam pembelajaran (Brown, 2023; Clinton-Lisell & Litzinger, 2024; Khamphaya et al., 2022).

Sejumlah penelitian telah menguji efektivitas PBL atau DL terhadap hasil belajar IPA, tetapi studi yang menganalisis secara bersamaan pengaruh model pembelajaran dan gaya belajar dengan desain faktorial masih perlu diperkuat, khususnya pada konteks MTs. Research gap penelitian ini terletak pada pengujian dua faktor secara simultan, yaitu model pembelajaran dan gaya belajar, serta pengujian interaksi keduanya terhadap hasil belajar IPA melalui desain faktorial 3×3. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya membandingkan rata-rata hasil belajar antar model, tetapi juga menguji apakah efektivitas model pembelajaran berubah pada kelompok gaya belajar yang berbeda (Akcaay & Benek, 2024; Balazinec et al., 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis perbedaan hasil belajar IPA murid berdasarkan model pembelajaran PBL berbantuan TIK, DL, dan konvensional; (2) menganalisis perbedaan hasil belajar IPA murid berdasarkan gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik; serta (3) menguji interaksi antara model pembelajaran dan gaya belajar dalam menentukan hasil belajar IPA murid MTs.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain kuasi-eksperimen faktorial 3×3. Desain faktorial dipilih karena penelitian melibatkan dua variabel bebas, yaitu model pembelajaran dan gaya belajar, serta satu variabel terikat, yaitu hasil belajar IPA. Faktor model pembelajaran terdiri atas tiga kategori: PBL berbantuan TIK, DL, dan pembelajaran konvensional. Faktor gaya belajar terdiri atas tiga kategori: visual, auditori, dan kinestetik.

Sampel penelitian berjumlah 90 murid MTs yang dipilih melalui teknik *cluster random sampling*. Sampel terbagi ke dalam tiga kelas, yaitu 30 murid pada kelas PBL berbantuan TIK, 30 murid pada kelas DL, dan 30 murid pada kelas konvensional. Pada setiap kelas, murid dikelompokkan kembali berdasarkan kecenderungan gaya belajar sehingga setiap kombinasi perlakuan memiliki 10 murid. Komposisi ini menghasilkan rancangan faktorial yang seimbang.

Instrumen hasil belajar IPA disusun dalam bentuk tes pilihan ganda sebanyak 30 butir dengan lima opsi jawaban. Indikator tes mencakup pemahaman konsep, penerapan konsep, penalaran ilmiah, dan pemecahan masalah sederhana. Angket gaya belajar digunakan untuk mengelompokkan murid ke dalam kategori visual, auditori, dan kinestetik. Penggunaan kategori gaya belajar dalam penelitian ini diposisikan sebagai perangkat pemetaan preferensi belajar, bukan sebagai dasar tunggal untuk menentukan keberhasilan pembelajaran (Brown, 2023; Khamphaya et al., 2022). Sebelum digunakan, instrumen diperiksa melalui validasi ahli dan uji reliabilitas agar data yang diperoleh layak dianalisis secara statistik.

Data dianalisis menggunakan ANOVA dua arah. Sebelum analisis utama dilakukan, data diuji normalitas dan homogenitas varians. Uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro-Wilk, sedangkan homogenitas varians menggunakan Levene's Test. Jika hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji post-hoc Bonferroni untuk mengetahui pasangan kelompok yang berbeda secara nyata. Taraf signifikansi yang digunakan adalah 0,05.

Tabel 1. Rancangan faktorial model pembelajaran dan gaya belajar

Gaya Belajar	PBL berbantuan TIK	Discovery Learning	Konvensional
Visual	HB-PBL-V	HB-DL-V	HB-Konv-V
Auditori	HB-PBL-A	HB-DL-A	HB-Konv-A
Kinestetik	HB-PBL-K	HB-DL-K	HB-Konv-K

Keterangan: HB = hasil belajar IPA; PBL = Problem Based Learning; DL = Discovery Learning; Konv = konvensional.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyajian hasil penelitian diawali dengan statistik deskriptif untuk menggambarkan kecenderungan umum nilai hasil belajar IPA pada setiap kombinasi model pembelajaran dan gaya belajar. Ringkasan ini diperlukan sebagai dasar awal sebelum data dianalisis lebih lanjut melalui uji prasyarat dan ANOVA dua arah.

Tabel 2. Statistik deskriptif hasil belajar IPA

Model Pembelajaran	Visual	Auditori	Kinestetik	Total
PBL berbantuan TIK	77,00 (9,70) N=10	82,20 (7,04) N=10	84,00 (7,86) N=10	81,06 (8,53) N=30
Discovery Learning	78,40 (5,44) N=10	80,10 (4,38) N=10	83,10 (3,11) N=10	80,53 (4,70) N=30
Konvensional	68,00 (6,78) N=10	73,60 (8,73) N=10	74,30 (4,92) N=10	71,96 (7,33) N=30
Total	74,46 (8,64) N=30	78,63 (7,67) N=30	80,46 (7,04) N=30	77,85 (8,12) N=90

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata tertinggi terdapat pada kelompok PBL berbantuan TIK dengan gaya belajar kinestetik ($M = 84,00$), sedangkan rata-rata terendah terdapat pada kelompok konvensional dengan gaya belajar visual ($M = 68,00$). Secara keseluruhan, PBL berbantuan TIK memperoleh rata-rata 81,06, DL 80,53, dan konvensional 71,96.

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data terlebih dahulu diuji untuk memastikan terpenuhinya asumsi normalitas. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah sebaran residual hasil belajar IPA memenuhi syarat penggunaan analisis parametrik.

Tabel 3. Hasil uji normalitas

Variabel	Kolmogorov-Smirnov Statistik	df	Sig.	Shapiro-Wilk Statistik	df	Sig.
Standardized Residual Hasil Belajar IPA	0,066	90	0,200	0,991	90	0,822

Nilai Sig. > 0,05 menunjukkan data berdistribusi normal.

Selain normalitas, analisis ANOVA juga mensyaratkan adanya kesamaan varians antarkelompok. Oleh karena itu, uji homogenitas dilakukan untuk memastikan bahwa variasi data pada setiap kombinasi model pembelajaran dan gaya belajar berada pada kondisi yang sebanding.

Tabel 4. Levene's Test of Equality of Error Variances

Dasar Pengujian	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Based on Mean	1,879	8	81	0,075
Based on Median	0,989	8	81	0,451
Based on Median and adjusted df	0,989	8	53,953	0,455
Based on trimmed mean	1,837	8	81	0,082

Hasil uji normalitas menunjukkan nilai signifikansi Kolmogorov-Smirnov 0,200 dan Shapiro-Wilk 0,822, sehingga asumsi normalitas terpenuhi. Hasil Levene's Test berdasarkan mean memperoleh nilai Sig. 0,075 ($> 0,05$), sehingga varians antarkelompok dinyatakan homogen. Dengan terpenuhinya kedua asumsi tersebut, analisis ANOVA dua arah dapat dilanjutkan.

Setelah asumsi normalitas dan homogenitas terpenuhi, analisis dilanjutkan dengan ANOVA dua arah. Pengujian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh utama model pembelajaran, pengaruh utama gaya belajar, serta kemungkinan interaksi antara keduanya terhadap hasil belajar IPA.

Tabel 5. Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2180,822	8	272,603	5,980	0,001

DOI: <https://doi.org/10.17509/e.v25i2.92993>

p- ISSN 2528-1410 e- ISSN 2527-8045

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	545533,878	1	545533,878	11967,674	0,001
Model Pembelajaran	1564,822	2	782,411	17,164	0,001
Gaya Belajar	567,222	2	283,611	6,222	0,003
Model × Gaya Belajar	48,778	4	12,194	0,268	0,898
Error	3692,300	81	45,584	-	-
Corrected Total	5873,122	89	-	-	-

R Squared = 0,371; Adjusted R Squared = 0,309.

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa model pembelajaran berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar IPA ($F = 17,164$; $p = 0,001$). Gaya belajar juga berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar IPA ($F = 6,222$; $p = 0,003$). Sementara itu, interaksi antara model pembelajaran dan gaya belajar tidak signifikan ($F = 0,268$; $p = 0,898$).

Hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada faktor model pembelajaran sehingga perlu dilakukan uji lanjut. Uji Bonferroni digunakan untuk mengetahui pasangan model pembelajaran mana yang memiliki perbedaan rata-rata hasil belajar IPA secara signifikan.

Tabel 6. Uji bonferroni berdasarkan model pembelajaran

(I) Model	(J) Model	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
PBL	DL	0,5333	1,74325	1,000	-3,7284	4,7951
PBL	Konv	9,1000*	1,74325	0,000	4,8382	13,3618
DL	PBL	-0,5333	1,74325	1,000	-4,7951	3,7284
DL	Konv	8,5667*	1,74325	0,000	4,3049	12,8284
Konv	PBL	-9,1000*	1,74325	0,000	-13,3618	-4,8382
Konv	DL	-8,5667*	1,74325	0,000	-12,8284	-4,3049

* Perbedaan rata-rata signifikan pada taraf 0,05.

Selain pada faktor model pembelajaran, uji lanjut juga dilakukan pada faktor gaya belajar karena hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan. Analisis ini bertujuan mengidentifikasi pasangan gaya belajar yang berbeda secara nyata dalam capaian hasil belajar IPA.

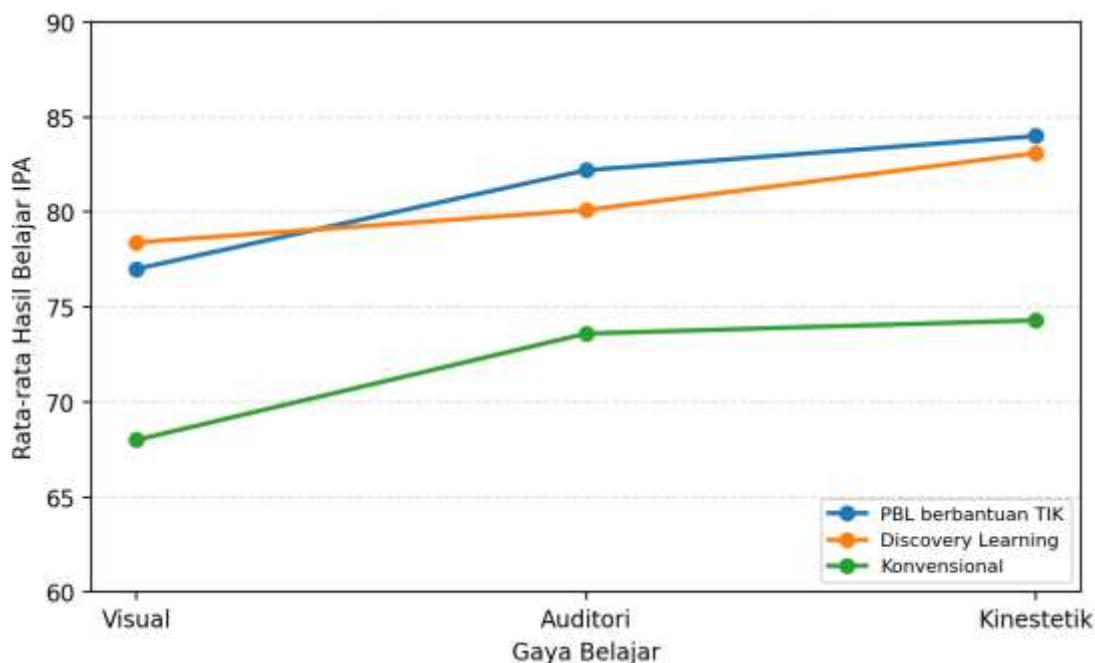
Tabel 7. Uji bonferroni berdasarkan gaya belajar

(I) Gaya	(J) Gaya	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Visual	Auditori	-4,1667	1,74325	0,057	-8,4284	0,0951
Visual	Kinestetik	-6,0000*	1,74325	0,003	-10,2618	-1,7382
Auditori	Visual	4,1667	1,74325	0,057	-0,0951	8,4284
Auditori	Kinestetik	-1,8333	1,74325	0,888	-6,0951	2,4284
Kinestetik	Visual	6,0000*	1,74325	0,003	1,7382	10,2618
Kinestetik	Auditori	1,8333	1,74325	0,888	-2,4284	6,0951

* Perbedaan rata-rata signifikan pada taraf 0,05.

Uji Bonferroni menunjukkan bahwa PBL dan DL tidak berbeda signifikan ($p = 1,000$). Perbedaan signifikan ditemukan antara PBL dan konvensional ($p = 0,000$) serta antara DL dan konvensional ($p = 0,000$). Pada faktor gaya belajar, perbedaan signifikan hanya terjadi antara visual dan kinestetik ($p = 0,003$).

Gambar 1. Profile Plot Rata-rata Hasil Belajar IPA



Gambar 1 memperlihatkan bahwa garis antar model pembelajaran tidak saling berpotongan. Pola ini mendukung hasil ANOVA bahwa tidak terdapat interaksi signifikan antara model pembelajaran dan gaya belajar untuk memperjelas hasil pengujian, seluruh keputusan statistik diringkas dalam satu tabel. Rangkuman ini memudahkan pembaca melihat hubungan antara nilai signifikansi, keputusan terhadap hipotesis, dan kesimpulan penelitian secara keseluruhan.

Tabel 8. Rangkuman Pengujian Hipotesis pada Taraf Signifikansi 5%

Hipotesis	Nilai Sig.	Keputusan	Kesimpulan
Model pembelajaran berpengaruh terhadap hasil belajar IPA	0,001	H0 ditolak	Terdapat perbedaan hasil belajar IPA berdasarkan model pembelajaran
Gaya belajar berpengaruh terhadap hasil belajar IPA	0,003	H0 ditolak	Terdapat perbedaan hasil belajar IPA berdasarkan gaya belajar
Terdapat interaksi model pembelajaran dan gaya belajar	0,898	H0 diterima	Tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan gaya belajar

Temuan pertama menunjukkan bahwa model pembelajaran memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil belajar IPA. PBL berbantuan TIK dan DL menghasilkan rata-rata

yang lebih tinggi daripada pembelajaran konvensional karena kedua model tersebut memberi ruang bagi murid untuk mengamati masalah, menafsirkan informasi, berdiskusi, dan membangun konsep melalui aktivitas ilmiah. Temuan ini sejalan dengan kajian mutakhir yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah, penemuan, dan inkuiri kooperatif dapat memperkuat keterlibatan kognitif, pengembangan keterampilan sains, serta kemampuan berpikir kritis murid (Akcaý & Benek, 2024; Gillies, 2023; Morris, 2025; Pozuelo-Muñoz et al., 2023; Yu & Zin, 2023). Dengan demikian, rendahnya capaian pada kelas konvensional dapat dipahami karena aktivitas murid lebih terbatas dan kesempatan membangun pemahaman konseptual secara mandiri relatif lebih kecil.

Uji Bonferroni memperlihatkan bahwa PBL berbantuan TIK dan DL tidak berbeda signifikan. Artinya, kedua model aktif tersebut memiliki kualitas pengaruh yang relatif seimbang dalam konteks data penelitian ini. Keduanya sama-sama menempatkan murid sebagai subjek belajar yang aktif, meskipun PBL lebih kuat pada pemecahan masalah kontekstual, sedangkan DL menekankan proses menemukan konsep melalui tahapan eksplorasi. *Discovery learning* dan *collaborative discovery learning* dilaporkan mampu mendukung penguasaan pengetahuan serta pengembangan pemahaman murid melalui fase belajar yang lebih mandiri dan reflektif (Balazinec et al., 2024). Dukungan TIK dalam PBL juga relevan karena lingkungan belajar digital/kolaboratif dapat memperluas akses sumber belajar, memperjelas representasi masalah, dan membantu murid berinteraksi dengan ide secara lebih bermakna (Humburg et al., 2024).

Temuan kedua menunjukkan bahwa gaya belajar berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar IPA. Kelompok kinestetik memperoleh rata-rata tertinggi, disusul auditori dan visual, sedangkan perbedaan signifikan hanya ditemukan antara visual dan kinestetik. Kondisi ini dapat dipahami karena pembelajaran IPA dalam penelitian ini melibatkan pemecahan masalah, diskusi, percobaan, dan kegiatan yang menuntut keterlibatan langsung. Meskipun demikian, interpretasi gaya belajar perlu dilakukan secara hati-hati. Kajian terbaru menunjukkan bahwa bukti mengenai hipotesis pencocokan gaya belajar masih terbatas dan tidak selalu konsisten; oleh karena itu, gaya belajar lebih tepat digunakan sebagai pertimbangan untuk memvariasikan strategi belajar, bukan sebagai label tetap yang membatasi murid (Brown, 2023; Clinton-Lisell & Litzinger, 2024).

Temuan ketiga menunjukkan tidak adanya interaksi signifikan antara model pembelajaran dan gaya belajar. Hasil ini berarti efektivitas model pembelajaran tidak bergantung pada kategori gaya belajar tertentu. PBL berbantuan TIK dan DL tetap menunjukkan capaian lebih baik daripada konvensional pada seluruh kategori gaya belajar. Temuan ini menguatkan pandangan bahwa kualitas aktivitas pembelajaran, terutama keterlibatan dalam inkuiri, pemecahan masalah, eksplorasi ilmiah, kerja kooperatif, dan scaffolding guru, lebih menentukan hasil belajar daripada sekadar kesesuaian model dengan satu preferensi gaya belajar (Gillies, 2023; Morris, 2025; Tsaliki et al., 2024; Urdanivia Alarcon et al., 2023).

Klaim mengenai Kurikulum Merdeka dalam penelitian ini perlu dipahami secara proporsional. Hasil penelitian tidak membuktikan seluruh aspek Kurikulum Merdeka, tetapi memberikan dukungan empiris bahwa pembelajaran IPA yang memberi ruang

pada pemecahan masalah, penemuan konsep, pemanfaatan TIK, kolaborasi, dan aktivitas ilmiah dapat meningkatkan hasil belajar. Pembelajaran seperti ini selaras dengan arah pembelajaran modern yang menekankan keterlibatan aktif, literasi sains, penalaran, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Humburg et al., 2024; Morris, 2025; Smith et al., 2022; Wang et al., 2022)

4. SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa model pembelajaran berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar IPA murid MTs. PBL berbantuan TIK dan DL menghasilkan capaian yang lebih tinggi daripada pembelajaran konvensional, meskipun perbedaan antara PBL dan DL tidak signifikan. Gaya belajar juga berpengaruh signifikan, dengan capaian tertinggi pada kelompok kinestetik. Namun, tidak terdapat interaksi signifikan antara model pembelajaran dan gaya belajar. Implikasinya, guru IPA dapat memprioritaskan model pembelajaran aktif seperti PBL berbantuan TIK dan DL karena keduanya memberikan hasil yang baik pada berbagai kategori gaya belajar. Keterbatasan penelitian ini terletak pada jumlah sampel yang terbatas pada 90 murid dan konteks penelitian pada MTs, sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan secara hati-hati.

5. PERNYATAAN PENULIS

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan terkait penerbitan artikel ini. Penulis menegaskan bahwa naskah artikel bebas dari plagiarisme.

6. REFERENSI

- Aidoo, B. (2023). Teacher Educators Experience Adopting Problem-Based Learning in Science Education. *Education Sciences*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/educsci13111113>
- Akcay, B., & Benek, İ. (2024). Problem-Based Learning in Türkiye: A Systematic Literature Review of Research in Science Education. In *Education Sciences* (Vol. 14, Number 3). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/educsci14030330>
- Balazinec, M., Radanovic, I., & Bulic, M. (2024). Self-Regulated Learning in Science Classes with a Discovery Learning Environment and Collaborative Discovery Learning Environment. *Education Sciences*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/educsci14060669>
- Brown, S. B. R. E. (2023). The persistence of matching teaching and learning styles: A review of the ubiquity of this neuromyth, predictors of its endorsement, and recommendations to end it. In *Frontiers in Education* (Vol. 8). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1147498>
- Clinton-Lisell, V., & Litzinger, C. (2024). Is it really a neuromyth? A meta-analysis of the learning styles matching hypothesis. In *Frontiers in Psychology* (Vol. 15). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1428732>
- Gillies, R. M. (2023). Using Cooperative Learning to Enhance Students' Learning and Engagement during Inquiry-Based Science. In *Education Sciences* (Vol. 13, Number 12). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/educsci13121242>
- Humburg, M., Dragnić-Cindrić, D., Hmelo-Silver, C. E., Glazewski, K., Lester, J. C., & Danish, J. A. (2024). Integrating Youth Perspectives into the Design of AI-Supported

Collaborative Learning Environments. *Education Sciences*, 14(11).
<https://doi.org/10.3390/educsci14111197>

- Khamphaya, T., Pouyfung, P., & Yimthiang, S. (2022). Enhancing Toxicology Achievement by the VARK and the GRSLSS-mixed Models in Team-Based Learning. *Frontiers in Public Health*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.732550>
- Morris, D. L. (2025). Rethinking Science Education Practices: Shifting from Investigation-Centric to Comprehensive Inquiry-Based Instruction. *Education Sciences*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/educsci15010073>
- Pozuelo-Muñoz, J., Calvo-Zuero, E., Sánchez-Sánchez, E., & Cascarosa-Salillas, E. (2023). Science Skills Development through Problem-Based Learning in Secondary Education. *Education Sciences*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/educsci13111096>
- Smith, K., Maynard, N., Berry, A., Stephenson, T., Spiteri, T., Corrigan, D., Mansfield, J., Ellerton, P., & Smith, T. (2022). Principles of Problem-Based Learning (PBL) in STEM Education: Using Expert Wisdom and Research to Frame Educational Practice. *Education Sciences*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/educsci12100728>
- Tsaliki, C., Papadopoulou, P., Malandrakis, G., & Kariotoglou, P. (2024). A Long-Term Study on the Effect of a Professional Development Program on Science Teachers' Inquiry. *Education Sciences*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/educsci14060621>
- Urdanivia Alarcon, D. A., Talavera-Mendoza, F., Rucano Paucar, F. H., Cayani Caceres, K. S., & Machaca Viza, R. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: a systematic review. In *Frontiers in Education* (Vol. 8). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1170487>
- Wang, H. H., Hong, Z. R., She, H. C., Smith, T. J., Fielding, J., & Lin, H. shyang. (2022). The role of structured inquiry, open inquiry, and epistemological beliefs in developing secondary students' scientific and mathematical literacies. *International Journal of STEM Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00329-z>
- Yu, L., & Zin, Z. M. (2023). The critical thinking-oriented adaptations of problem-based learning models: a systematic review. In *Frontiers in Education* (Vol. 8). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1139987>