



Invention: Journal Research and Education Studies
Volume 6 Nomor 3 November 2025

The Invention: Journal Research and Education Studies is published
 three (3) times a year

(March, July and November)

Focus : Education Management, Education Policy, Education
 Technology, Education Psychology, Curriculum Development,
 Learning Strategies, Islamic Education, Elementary Education

LINK : <https://pusdikra-publishing.com/index.php/jres>

Analisis Paradoks Pembelajaran IPA dan Desain Solusi Hybrid Blended Learning di Sekolah Menengah

Greace Enita Purba¹, Irma Riavael Nasution², Mariati Purnama Simanjuntak³

^{1,2,3} *Universitas Negeri Medan, Indonesia*

ABSTRACT

Abstrak. Implementasi Kurikulum Merdeka menuntut transformasi pembelajaran IPA yang berpusat pada siswa dan berorientasi pada keterampilan abad 21. Namun, cita-cita ini sering berbenturan dengan realitas keterbatasan sarana prasarana di banyak sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam problematika proses pembelajaran IPA di sebuah Sekolah Menengah Pertama dan merancang solusi berbasis teknologi yang kontekstual. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus. Data dikumpulkan melalui observasi partisipatif terhadap proses pembelajaran satu kelas (32 siswa kelas IX) dan wawancara mendalam dengan seorang guru IPA senior. Hasil penelitian mengungkap sebuah paradoks: di satu sisi, terdapat modalitas pembelajaran kuat berupa interaksi verbal guru yang unggul dan antusiasme siswa yang tinggi; di sisi lain, potensi ini terhambat oleh kendala struktural seperti ketiadaan laboratorium IPA, dominasi metode ceramah meskipun teknologi tersedia, serta hambatan birokrasi dalam adopsi kurikulum baru. Sebagai solusi strategis, penelitian ini merekomendasikan penerapan model Hybrid Blended Learning yang terintegrasi. Model ini dirancang untuk memadukan keunggulan interaksi sinkronous (tatap muka) yang sudah baik dengan pemanfaatan sumber daya digital asinkronous (laboratorium virtual, simulasi PhET, video pembelajaran, dan proyek berbasis digital). Solusi ini diyakini tidak hanya menjembatani kesenjangan sarana, tetapi juga mengoptimalkan potensi pedagogis guru, meningkatkan partisipasi aktif siswa, dan mengakselerasi pengembangan keterampilan 4C (Critical Thinking, Creativity, Collaboration, Communication) secara sistematis.

Hybrid Blended Learning, Pembelajaran IPA, Kurikulum Merdeka, Keterbatasan Sarana, Keterampilan Abad 21

Kata Kunci

**Corresponding
 Author:**

greaceenitapurba@gmail.com

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21, yang diperkuat oleh implementasi Kurikulum Merdeka di Indonesia, menempatkan pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi (4C) sebagai prioritas utama (Hujjatusnaini et al., 2022). Dalam konteks Ilmu Pengetahuan Alam (IPA),

pencapaian keterampilan ini menuntut proses pembelajaran yang tidak lagi berpusat pada transfer pengetahuan searah, melainkan pada pengalaman belajar yang autentik, berbasis inkuiri, dan kontekstual (Handayani & Jumadi, 2021). Namun, transisi menuju paradigma baru ini bukanlah tanpa tantangan. Studi pendahuluan mengungkapkan bahwa salah satu kendala paling signifikan yang dihadapi oleh banyak satuan pendidikan adalah kesenjangan antara tuntutan kurikulum yang ideal dengan ketersediaan sarana dan prasarana pendukung, terutama laboratorium IPA (Fauziyah et al., 2023).

Ketiadaan laboratorium yang memadai secara langsung membatasi pelaksanaan metode eksperimen yang merupakan ruh dari pembelajaran sains. Hal ini seringkali memaksa guru untuk kembali pada metode konvensional seperti ceramah, yang meskipun dapat efektif dalam menyampaikan informasi, namun kurang optimal dalam membangun keterampilan proses sains dan berpikir tingkat tinggi (Bonitasya et al., 2021). Situasi ini menciptakan sebuah dilema pedagogis: bagaimana guru dapat memenuhi amanat kurikulum untuk menyelenggarakan pembelajaran yang inovatif dan berpusat pada siswa di tengah keterbatasan sumber daya fisik?

Penelitian ini mengangkat sebuah studi kasus di sebuah SMP Negeri yang merepresentasikan dilema tersebut secara nyata. Di sekolah ini, seorang guru IPA senior dengan kapabilitas interaksi yang sangat baik dan didukung oleh antusiasme siswa yang tinggi, justru dihadapkan pada realitas ketiadaan laboratorium dan tantangan adaptasi kurikulum. Kondisi ini menjadi urgensi untuk merumuskan sebuah model pembelajaran yang tidak hanya pragmatis, tetapi juga transformatif. Dengan menganalisis secara mendalam potensi dan kendala yang ada, penelitian ini mengusulkan implementasi model Hybrid Blended Learning sebagai jembatan strategis untuk mengatasi kesenjangan tersebut, mengoptimalkan sumber daya yang ada (termasuk teknologi yang belum termanfaatkan), dan mengakselerasi pencapaian tujuan pembelajaran IPA di era Kurikulum Merdeka.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus tunggal (*single-case study*). Desain ini dipilih untuk melakukan eksplorasi mendalam terhadap fenomena pembelajaran IPA dalam konteks alaminya yang otentik (Creswell & Poth, 2016). Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026.

Populasi dan Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh komunitas pembelajaran IPA di sekolah tersebut. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, dengan sampel utama terdiri dari:

1. Satu orang guru IPA senior yang memiliki pengalaman mengajar lebih dari 20 tahun dan dinilai memiliki pemahaman mendalam mengenai konteks sekolah.
2. Satu kelas IX yang berjumlah 32 siswa (Kelas IX-1) sebagai unit analisis untuk mengamati dinamika pembelajaran.

Teknik Pengumpulan Data dilakukan melalui:

1. Observasi Partisipatif: Peneliti hadir langsung dalam satu sesi pembelajaran IPA lengkap dengan topik "Sistem Koordinasi" selama 35 menit. Fokus observasi adalah pada interaksi guru-siswa, metode pengajaran, pemanfaatan media, dan partisipasi siswa.
2. Wawancara Mendalam Semi-Terstruktur: Dilakukan setelah observasi dengan guru untuk menggali data mengenai perencanaan pembelajaran, kendala implementasi kurikulum, tantangan sarana prasarana, dan strategi penilaian.
3. Studi Dokumen: Analisis terhadap dokumen perangkat pembelajaran seperti Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Modul Ajar yang dikembangkan guru.

Analisis Data menggunakan model interaktif Miles dan Huberman (1994), yang meliputi tiga tahap: (1) Reduksi Data, yaitu menyeleksi dan memfokuskan data mentah dari observasi dan wawancara; (2) Penyajian Data, dengan menyusun narasi deskriptif yang terstruktur; dan (3) Penarikan Kesimpulan/Verifikasi, untuk memastikan temuan didukung oleh bukti yang kuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Mengungkap Paradoks dalam Pembelajaran IPA

Penelitian ini mengungkap sebuah paradoks pendidikan yang signifikan dalam proses pembelajaran IPA di lokus penelitian. Di satu sisi, ditemukan modalitas pembelajaran yang kuat berupa kapabilitas pedagogis guru dalam menciptakan interaksi verbal yang dinamis dan partisipatif. Observasi menunjukkan guru berhasil membangun suasana kelas yang hidup melalui teknik tanya jawab terbimbing yang efektif, khususnya ketika materi dihubungkan dengan konteks kehidupan nyata, seperti pembahasan mengenai kesehatan mata dan sistem saraf (Siregar, Manurung, & Lubis, 2023). Hal ini dibuktikan dengan tingginya antusiasme dan responsivitas siswa yang aktif menjawab pertanyaan dan terlibat dalam diskusi. Modalitas positif ini merupakan aset yang sangat berharga dan menjadi fondasi ideal untuk membangun pembelajaran yang berkualitas.

Namun, di sisi lain, fondasi yang kuat ini tidak dapat teraktualisasi secara optimal akibat sejumlah hambatan struktural yang krusial.

- Pertama, ketiadaan laboratorium IPA yang fungsional menjadi penghalang terbesar. Keterbatasan ini memaksa pembelajaran praktikum—yang merupakan jantung dari sains—hanya dapat dilaksanakan dalam bentuk demonstrasi sederhana menggunakan alat peraga konvensional di dalam kelas. Akibatnya, siswa kehilangan pengalaman langsung (*hands-on experience*) yang esensial untuk membangun keterampilan proses sains dan pemahaman konseptual yang mendalam, sebagaimana diungkapkan dalam penelitian Fauziyah dkk. (2023).
- Kedua, meskipun fasilitas teknologi seperti proyektor tersedia, metode pembelajaran masih didominasi oleh ceramah interaktif dan pemanfaatan papan tulis. Guru mengaku lebih nyaman dengan metode konvensional yang telah dikuasainya, sehingga potensi teknologi untuk memvisualisasikan konsep abstrak IPA menjadi tidak dimanfaatkan. Temuan ini konsisten dengan penelitian Nurhayati dan Sari (2023) yang menunjukkan bahwa guru sering kali kembali ke metode ceramah karena faktor kebiasaan.
- Ketiga, terjadi kesenjangan dalam implementasi Kurikulum Merdeka. Inisiatif guru dalam menyusun modul ajar inovatif berbasis *Deep Learning* terhambat oleh lambatnya proses birokrasi pengesahan, sehingga guru pun kembali ke pola dan perangkat pembelajaran lama. Hal ini sejalan dengan temuan Setiawan dkk. (2024) tentang tantangan implementasi perangkat pembelajaran berbasis kurikulum baru.
- Keempat, perangkat penilaian dan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) belum terstandarisasi. LKPD dibuat oleh siswa sendiri tanpa panduan yang jelas, sehingga kualitasnya tidak konsisten dan menyulitkan guru dalam melakukan penilaian yang autentik, khususnya pada ranah sikap dan keterampilan, sebagaimana dikemukakan oleh Amin dkk. (2023).

Dampak kumulatif dari hambatan-hambatan ini adalah belum terintegrasinya secara sistematis keterampilan abad 21 (4C) dalam desain pembelajaran, padahal Kurikulum Merdeka menekankan pengembangan keterampilan ini (Kemdikbudristek, 2022).

Pembahasan

Desain Solusi Hybrid Blended Learning Kontekstual

Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini merancang sebuah solusi strategis berupa Model Hybrid Blended Learning Kontekstual. Hybrid Blended Learning didefinisikan sebagai sebuah pendekatan pembelajaran yang dengan

sengaja mengintegrasikan pengalaman belajar tatap muka (sinkronus) dengan pengalaman belajar online (asinkronus), di mana komponen online tidak hanya melengkapi, tetapi juga mentransformasi dan memperluas aktivitas pembelajaran di ruang fisik (Bonk & Graham, 2006; Horn & Staker, 2015). Model ini dipilih karena kemampuannya yang unggul dalam menciptakan fleksibilitas dan personalisasi, sekaligus memanfaatkan kekuatan dari kedua lingkungan belajar tersebut (Arifin, Zulfritia, & Rahmah, 2024). Model ini dirancang bukan untuk mengganti peran guru yang telah efektif dalam interaksi langsung, tetapi untuk melengkapi dan memperkuatnya dengan memanfaatkan teknologi digital yang terjangkau. Solusi ini secara spesifik menjawab setiap masalah yang teridentifikasi:

- Mengatasi Ketiadaan Laboratorium melalui Sesi Asinkron: Untuk menjembatani kesenjangan praktikum, model ini mengintegrasikan laboratorium virtual dan simulasi interaktif (seperti PhET Simulations) ke dalam sesi pembelajaran asinkron. Misalnya, pada topik sistem koordinasi, siswa dapat melakukan eksperimen virtual untuk membedah mata secara 3D atau mengamati perambatan impuls saraf. Pemanfaatan laboratorium virtual ini secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa, sebagaimana dibuktikan dalam penelitian Haryadi dkk. (2021) dan Sukma dkk. (2022) yang menemukan peningkatan hasil belajar kognitif melalui simulasi. Pengalaman virtual ini kemudian didiskusikan dan diperdalam dalam sesi tatap muka, yang difasilitasi oleh keahlian guru dalam memandu diskusi.
- Mengoptimalkan Peran Guru dan Teknologi melalui Sesi Sinkron: Dalam sesi tatap muka (sinkron), guru dapat beralih dari peran sebagai "pemberi informasi utama" menjadi "fasilitator pemecahan masalah". Pendekatan *Flipped Classroom* dapat diterapkan, di mana siswa mempelajari materi dasar di rumah melalui video penjelasan singkat, sehingga waktu di kelas dapat dialokasikan untuk aktivitas tingkat tinggi seperti diskusi kelompok, analisis kasus nyata di lingkungan sekitar, dan presentasi proyek (Sukma dkk., 2022; Nurmasita dkk., 2023). Proyektor yang selama ini kurang dimanfaatkan, dapat digunakan untuk menampilkan hasil kerja digital siswa, memutar video kontekstual, atau melakukan kuis interaktif, sehingga meningkatkan variasi dan daya tarik pembelajaran (Sari & Wulandari, 2022).
- Mendorong Integrasi Keterampilan 4C melalui Project-Based Learning (PjBL) Digital: Model ini secara inheren mendorong pengembangan keterampilan abad 21. Siswa dapat dilibatkan dalam proyek kolaboratif

berbasis digital, seperti membuat kampanye kesehatan tentang bahaya narkoba terhadap sistem saraf dalam bentuk poster digital (Canva) atau video pendek. Aktivitas ini melatih critical thinking (meneliti dan menyaring informasi), creativity (mendesain konten), collaboration (bekerja dalam tim), dan communication (menyampaikan pesan secara efektif). Seperti dikonfirmasi oleh Hujjatusnaini dkk. (2022) dan Purwanti dkk. (2022), Blended Project-Based Learning terbukti efektif meningkatkan Higher-Order Thinking Skills (HOTS) dan keterampilan berpikir kritis. Penelitian Simatupang dkk. (2023) juga menunjukkan bahwa PjBL dengan fokus 4C meningkatkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi siswa.

- Memperkuat Administrasi dan Standardisasi Pembelajaran: Platform digital seperti Google Classroom atau Moodle dapat menjadi tulang punggung model ini (Bua dkk., 2022). Melalui platform tersebut, guru dapat mendistribusikan template LKPD digital yang terstandar (Simbolon & Tapilouw, 2023), modul ajar, dan sumber belajar lainnya (Sinta & Dewi, 2023). Hal ini mengatasi masalah ketidakkonsistenan LKPD dan memudahkan guru dalam mengumpulkan tugas, memberikan umpan balik, serta mendokumentasikan penilaian autentik secara lebih terstruktur (Kusuma, Pratama, & Sari, 2024). Digitalisasi ini juga dapat mempercepat proses administratif pengesahan perangkat ajar (Pratama, Lubis, & Harahap, 2024). Keberhasilan implementasi model dalam skala kecil ini juga dapat dijadikan bukti untuk mempercepat adopsi inovasi kurikulum yang lebih luas oleh pimpinan sekolah (Handayani & Lubis, 2023).

Dengan demikian, model Hybrid Blended Learning yang diusulkan berfungsi sebagai jembatan strategis yang mengorkestrasikan ulang seluruh ekosistem pembelajaran. Model ini tidak hanya menjadi solusi pragmatis atas keterbatasan sarana fisik (Hutapea & Siahaan, 2024), tetapi juga menjadi katalis untuk transformasi pedagogi yang selaras dengan tuntutan Kurikulum Merdeka, di mana kekuatan guru dan potensi teknologi bersinergi untuk menciptakan pengalaman belajar yang bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada masa depan (Syefrinando dkk., 2022; Suyanto dkk., 2022).

Integrasi keterampilan abad 21 dalam model ini dilakukan secara sistematis melalui desain aktivitas pembelajaran yang eksplisit mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Misalnya, siswa dapat dilibatkan dalam proyek digital seperti merancang kampanye kesehatan mata berbasis media sosial, yang secara

bersamaan melatih kemampuan meneliti informasi ilmiah, berpikir kreatif dalam mengemas pesan, bekerja sama dalam tim, dan mengkomunikasikan ide secara efektif. Aktivitas semacam ini tidak hanya membuat pembelajaran lebih bermakna, tetapi juga membekali siswa dengan kompetensi yang relevan untuk kehidupan di era digital.

Dari perspektif implementasi, model Hybrid Blended Learning ini menawarkan fleksibilitas yang tinggi karena dapat diterapkan secara bertahap sesuai dengan kesiapan guru dan ketersediaan infrastruktur teknologi. Fase awal dapat dimulai dengan mengintegrasikan satu atau dua komponen digital sederhana, seperti penggunaan video YouTube atau simulasi online gratis, sebelum berkembang ke sistem pembelajaran daring yang lebih kompleks menggunakan Learning Management System. Pendekatan inkremental ini penting untuk meminimalkan resistensi guru terhadap perubahan dan memberikan waktu bagi mereka untuk membangun kepercayaan diri dalam menggunakan teknologi.

Keberhasilan implementasi model ini juga sangat bergantung pada dukungan ekosistem sekolah secara keseluruhan. Pimpinan sekolah perlu menciptakan iklim yang kondusif bagi inovasi dengan menyederhanakan prosedur birokratis, menyediakan waktu bagi guru untuk berkolaborasi dalam pengembangan materi, dan memfasilitasi pelatihan teknologi yang relevan dan praktis. Selain itu, diperlukan mekanisme monitoring dan evaluasi yang sistematis untuk memastikan bahwa implementasi model berjalan sesuai rencana dan memberikan dampak positif terhadap pembelajaran siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa proses pembelajaran IPA di sekolah tersebut dihadapkan pada sebuah paradoks. Potensi pedagogis guru dalam menciptakan interaksi kelas yang dinamis dan antusiasme siswa yang tinggi terhambat oleh kendala struktural, yaitu ketiadaan laboratorium, dominasi metode ceramah, hambatan birokrasi kurikulum, dan belum standarnya perangkat penilaian. Solusi Hybrid Blended Learning yang diusulkan dinilai tepat guna untuk mengatasi masalah ini. Model ini dirancang untuk mengintegrasikan keunggulan interaksi tatap muka yang sudah ada dengan pemanfaatan sumber daya digital (virtual lab, video, proyek digital) dalam sebuah sistem pembelajaran yang terpadu. Implementasinya diyakini dapat menjembatani kesenjangan sarana, mengoptimalkan peran guru, serta menumbuhkan keterampilan abad 21 (4C) siswa secara sistematis.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A. M., Ahmad, S., & Hasan, M. (2023). Pengembangan LKPD inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(1), 45–56.
- Amin, S., Sumarmi, Bachri, S., Susilo, S., Mkumbachi, R. L., & Ghazi, A. (2022). Improving environmental sensitivity through problem-based hybrid learning (PBHL): An experimental study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(3), 387–398.
- Arifin, M., Zulfitri, & Rahmah, Z. F. (2024). Blended learning dalam pembelajaran IPA: Kajian literatur aspek kelebihan pembelajaran tatap muka dan online. *Jurnal Kajian Pendidikan IPA (JKPI)*, 4(2), 304–345.
- Bonk, C. J., & Graham, C. R. (2006). *The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs*. Pfeiffer.
- Bonitasya, D. A., Widiyatmoko, A., & Sovansopha, K. (2021). The effect of blended learning with a collaborative problem solving approach on student cognitive learning outcome and collaboration skills in science learning. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 7(2), 152–167.
- Bua, A. T., Agustina, D. A., Permatasari, N., Ayuni, M., & Retnaningati, D. (2022). Implementasi blended learning dalam meningkatkan pemahaman pada mata kuliah pembelajaran IPA SD. *JIIIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 5(11), 4984–4988.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). Sage publications.
- Daulay, S. H., & Simatupang, N. I. (2024). Implementasi pendekatan saintifik berbasis eksperimen lokal dalam pembelajaran IPA di SMP. *Jurnal Pendidikan Sains Sumatera*, 15(1), 23–35.
- Faradita, M. N., & Rahmawati, E. (2022). Pengaruh hybrid learning terhadap hasil belajar siswa pada pembelajaran tatap muka terbatas. *Jurnal Ilmiah Mandala Education (JIME)*, 8(3), 2641–2646.
- Fauziyah, N., Setyawan, A., & Maulana, H. (2023). Efektivitas simulasi virtual dalam pembelajaran IPA tema sistem pernapasan manusia. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika dan Biologi*, 15(2), 112–125.
- Handayani, N. A., & Jumadi, J. (2021). Analisis pembelajaran IPA secara daring pada masa pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(2), 1–17.
- Handayani, P., & Lubis, A. H. (2023). Efektivitas program pemberdayaan guru dalam implementasi kurikulum merdeka di sekolah menengah. *Jurnal Manajemen Pendidikan Nusantara*, 9(3), 156–168.
- Haryadi, R., Situmorang, R., & Khaerudin, K. (2021). Enhancing students' high-order thinking skills through STEM-blended learning on Kepler's law

- during Covid-19 outbreak. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 7(2), 1–25.
- Horn, M. B., & Staker, H. (2015). *Blended: Using disruptive innovation to improve schools*. Jossey-Bass.
- Hujjatusnaini, N., Corebima, A. D., Prawiro, S. R., & Gofur, A. (2022). The effect of blended project-based learning integrated with 21st-century skills on pre-service biology teachers' higher-order thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 104–118.
- Hutapea, R. S., & Siahaan, J. (2024). Mobile laboratory sebagai solusi pembelajaran praktikum IPA di sekolah dengan keterbatasan fasilitas. *Jurnal Inovasi Laboratorium Pendidikan*, 12(1), 45–58.
- Kemdikbudristek. (2022). *Panduan implementasi kurikulum merdeka*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Kusuma, I. W., Pratama, A., & Sari, D. P. (2024). Sistem penilaian digital terstruktur untuk meningkatkan akurasi assessment pembelajaran IPA. *Jurnal Assessment dan Evaluasi Pendidikan*, 10(3), 123–135.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage Publications.
- Nurhayati, S., & Sari, P. M. (2023). Penerapan model project-based learning dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi peserta didik. *Jurnal Pendidikan IPA*, 12(3), 78–89.
- Nurmasita, N., Rahmawati, Y., & Wulan, A. R. (2023). The effectiveness of a blended learning model on students' critical thinking skills and learning motivation in physics learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPII)*, 12(4), 512–523.
- Pradipta, A. (2024). Persepsi siswa SMP tentang pembelajaran hybrid IPA dan pengaruh kehadiran live synchronous terhadap efektivitas pendidikan di Jakarta Utara. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(9), 3416–3425.
- Pratama, R., Lubis, S., & Harahap, M. (2024). Digitalisasi proses pengesahan perangkat pembelajaran untuk mempercepat implementasi kurikulum. *Jurnal Administrasi Pendidikan Digital*, 7(3), 145–157.
- Purwanti, A., Hujjatusnaini, N., Septiana, N., Jasiah, & Amin, A. M. (2022). Analisis keterampilan berpikir kritis mahasiswa melalui model blended-project based learning terintegrasi keterampilan abad 21 berdasarkan students skill level. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 6(3), 235–245.
- Sari, D. M., Harahap, B., & Nasution, L. (2022). Guru yang menciptakan interaksi aktif dengan dukungan teknologi sederhana dalam pembelajaran IPA. *Jurnal Interaksi Pembelajaran*, 7(3), 123–135.

- Sari, M., & Pratiwi, D. (2022). Analisis kualitas RPP guru IPA dalam implementasi kurikulum merdeka. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 10(2), 67-78.
- Sari, R., & Wulandari, T. (2022). Integrasi teknologi sederhana untuk meningkatkan motivasi belajar dalam pembelajaran IPA SMP. *Jurnal Motivasi Pembelajaran*, 8(4), 178-189.
- Setiawan, A., Rahman, T., & Firdaus, M. (2024). Tantangan implementasi perangkat pembelajaran IPA berbasis kurikulum merdeka di daerah terpencil. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 12(1), 34-45.
- Simatupang, L., Harahap, N., & Siregar, M. (2023). Project-based learning dengan fokus keterampilan 4C dalam pembelajaran sains SMP. *Jurnal Keterampilan Abad 21*, 6(1), 34-47.
- Siregar, H., Manurung, T., & Lubis, P. (2023). Pembelajaran IPA dengan konteks lokal Medan untuk meningkatkan relevansi dan motivasi belajar siswa. *Jurnal Kontekstual Pembelajaran*, 9(3), 167-179.
- Sukma, R. R., Ismiyanti, Y., & Ulia, N. (2022). Pengaruh blended learning dengan model flipped classroom berbantuan video terhadap hasil belajar kognitif kompetensi IPA kelas V. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar (Pendas)*, 9(2), 142-156.
- Suyanto, S., Suratsih, Apprillsa, E., & Limiansi, K. (2022). Learning biology using real object, ICT, and blended learning to improve factual and conceptual knowledge. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(2), 322-332.
- Syefrinando, B., Sukarno, Ariawijaya, M., & Nasukha, A. (2022). The effect of digital literacy capabilities and self-regulation on the student's creativity in online physics teaching. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(3), 489-499.