



## **INOVASI PEMBELAJARAN STEM: SINERGI ANTARA EKOSISTEM DAN ENERGI ALTERNATIF DALAM PAMERAN KARYA SISWA KELAS X MAS INSAN QUR'ANI**

**Mauizah Hasanah<sup>1\*</sup>, Fatemah Rosma<sup>2</sup>, Nadia Aldyza<sup>3</sup>, Vivi Yunisa Harahap<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup>Tarbiyah Biologi, Universitas Muhammadiyah Aceh, Banda Aceh, Aceh, Indonesia

<sup>3</sup>Prodi PGSD Universitas Almuslim, Biruen, Aceh, Indonesia

<sup>4</sup>Guru MAS Insan Qur'ani, Banda Aceh, Aceh, Indonesia

\*Email korespondensi : [mauizah.hasanah@unmuha.ac.id](mailto:mauizah.hasanah@unmuha.ac.id)

Diterima Mei 2025; Disetujui Juni 2025; Dipublikasi 31 Juli 2025

**Abstract:** *This study aims to describe the effectiveness of project-based learning with the theme "Synergy of Ecosystems and Alternative Energy" in improving 21st century skills and conceptual understanding of class X students of MAS Insan Qur'ani. The problems raised are low student engagement and lack of development of 21st century skills in conventional learning. The study was conducted in February 2025 with 136 students as subjects through total sampling techniques. Data were collected using student activity observation sheets, student response questionnaires, and work exhibition assessments. The analysis was carried out descriptively quantitatively using percentage techniques. The results showed that students were active, creative, able to work together, understand concepts, and show high responsibility, with an average activity score of 85.2%. Student responses were also very positive, with the highest score in the aspect of exhibition benefits (91%). Project exhibitions such as terrariums, dioramas, and solar panels became an authentic means of displaying understanding and innovation, with terrariums getting the highest score (average 89.6). In conclusion, project-based learning is effective in improving students' engagement, conceptual understanding, and critical thinking skills, collaboration, communication, and creativity in a meaningful and contextual manner.*

**Keywords :** *STEM Learning, Ecosystems, Alternative Energy, Art Exhibitions.*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas pembelajaran berbasis proyek bertema "Sinergi Ekosistem dan Energi Alternatif" dalam meningkatkan keterampilan abad 21 dan pemahaman konseptual siswa kelas X MAS Insan Qur'ani. Permasalahan yang diangkat yaitu rendahnya keterlibatan siswa dan kurangnya pengembangan keterampilan abad 21 dalam pembelajaran konvensional. Penelitian dilaksanakan pada Februari 2025 dengan subjek sebanyak 136 siswa melalui teknik total sampling. Data dikumpulkan menggunakan lembar observasi aktivitas siswa, angket respons siswa, dan penilaian pameran karya. Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif menggunakan teknik persentase. Hasil menunjukkan bahwa siswa aktif, kreatif, mampu bekerja sama, memahami konsep, dan menunjukkan tanggung jawab tinggi, dengan skor rata-rata aktivitas 85,2%. Respons siswa juga sangat positif, dengan nilai tertinggi pada aspek manfaat pameran (91%). Pameran proyek seperti terarium, diorama, dan panel surya menjadi sarana autentik menampilkan pemahaman dan inovasi, dengan terarium memperoleh skor tertinggi (rata-rata 89,6). Kesimpulannya, pembelajaran berbasis proyek efektif dalam meningkatkan keterlibatan, pemahaman konseptual, serta keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas siswa secara bermakna dan kontekstual.

**Kata kunci :** *Pembelajaran STEM, Ekosistem, Energi Alternatif, Pameran Karya*

## PENDAHULUAN

Perkembangan zaman yang semakin dinamis, dunia pendidikan dituntut untuk menghasilkan individu yang tidak hanya menguasai pengetahuan, tetapi juga memiliki keterampilan yang mendukung kesuksesan di abad 21. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah melalui pembelajaran yang menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Pembelajaran abad 21 memfokuskan pada penguasaan keterampilan yang relevan dengan tuntutan dunia kerja dan kehidupan sosial yang lebih kompleks (Apriliansi dkk., 2020). Di sini, pendekatan pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) menjadi sangat relevan untuk diterapkan. Pendekatan ini tidak hanya mengajarkan siswa mengenai konsep-konsep dasar dalam sains, teknologi, teknik, dan matematika, tetapi juga mengintegrasikan penerapan ilmu tersebut dalam konteks kehidupan sehari-hari melalui proyek-proyek yang nyata dan menyeluruh (Hacioglu & Gulhan, 2021).

Pembelajaran berbasis STEM mengajak siswa untuk aktif berpartisipasi dalam proses belajar, mendorong mereka untuk berpikir secara holistik dan menghubungkan berbagai disiplin ilmu. Hal ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk menyelesaikan masalah nyata dengan memanfaatkan keterampilan dan pengetahuan yang mereka peroleh di kelas. Dalam konteks pembelajaran IPA di SMA, pengintegrasian materi ekosistem dengan energi alternatif tidak hanya relevan secara akademis, tetapi juga secara sosial dan lingkungan. Siswa dihadapkan pada isu-isu global yang berkaitan dengan kerusakan ekosistem akibat aktivitas manusia, seperti deforestasi, perubahan iklim, dan ketergantungan terhadap energi fosil yang merusak lingkungan. Dengan demikian, penting untuk mengajak siswa untuk memahami bagaimana ekosistem berfungsi dan bagaimana penggunaan energi terbarukan dapat membantu menjaga keseimbangan alam serta keberlanjutan kehidupan di bumi (Anisah Nurul Izzah dkk., 2024; Sadikin, 2024).

Namun, kendala yang sering dihadapi dalam pembelajaran konvensional adalah kesulitan siswa dalam mengaitkan antara konsep teoritis yang diajarkan dengan aplikasi nyata dalam kehidupan. Banyak siswa merasa materi yang diajarkan di kelas terasa abstrak dan jauh dari kenyataan yang mereka alami. Hal ini mengarah pada rendahnya pemahaman mereka terhadap materi pelajaran dan kurangnya motivasi untuk terlibat dalam pembelajaran (Khaira, 2023). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih inovatif, yang dapat menghubungkan teori dengan praktik secara langsung, salah satunya melalui pembelajaran berbasis proyek.

Salah satu cara yang inovatif untuk menghubungkan teori dengan praktik adalah melalui proyek pembuatan rangkaian listrik ramah lingkungan, yang tidak hanya mengajarkan siswa mengenai konsep energi alternatif, tetapi juga memberikan mereka kesempatan untuk merancang dan membuat sesuatu yang bermanfaat bagi lingkungan. Melalui proyek ini, siswa diajak untuk merancang rangkaian listrik menggunakan energi terbarukan, seperti panel surya atau energi angin, yang merupakan contoh konkret dari energi alternatif yang ramah lingkungan. Selain itu, mereka juga belajar tentang prinsip ekosistem, karena sistem ekosistem dapat menjadi inspirasi bagi desain rangkaian yang efisien dan berkelanjutan, mirip dengan cara alam mengelola sumber daya secara seimbang (Ristianti dkk., 2024; Triprani dkk., 2023)

---

Dayah MAS Insan Qur'ani, merupakan dayah untuk pertama kalinya menerapkan model pembelajaran berbasis proyek dengan tema yang menggabungkan antara ekosistem dan energi alternatif. Sekolah ini juga mengadakan pameran karya ilmiah dengan tema "Sinergi Ekosistem dan Energi Alternatif", sebagai bentuk apresiasi terhadap kreativitas siswa dalam menghasilkan karya ilmiah yang tidak hanya berdampak pada pemahaman konsep, tetapi juga pada keterampilan praktis mereka. Pameran ini menjadi media untuk menilai hasil pembelajaran, sekaligus memberikan pengalaman langsung kepada siswa tentang bagaimana ilmu pengetahuan yang mereka pelajari dapat diaplikasikan untuk menyelesaikan masalah yang ada di sekitar mereka. Dengan melibatkan siswa dalam pembuatan rangkaian listrik ramah lingkungan, mereka tidak hanya belajar tentang sains, tetapi juga berpartisipasi dalam upaya menciptakan solusi berkelanjutan untuk isu-isu lingkungan yang semakin mendesak (Firdaus dkk., 2023; Patimah dkk., 2024).

Penerapan pembelajaran berbasis proyek ini memiliki potensi untuk memberikan dampak yang signifikan terhadap pembelajaran di sekolah, karena tidak hanya mendorong keterlibatan aktif siswa, tetapi juga meningkatkan literasi sains mereka. Sebagai salah satu upaya pertama yang dilakukan oleh MAS Insan Qur'ani, kegiatan ini menjadi sangat relevan untuk diteliti, mengingat tantangan yang dihadapi dalam mengembangkan model pembelajaran yang berbasis pada proyek yang aplikatif dan dapat menumbuhkan keterampilan abad 21. Penelitian ini akan menggali lebih dalam mengenai bagaimana penerapan model pembelajaran ini di sekolah, serta dampaknya terhadap pemahaman konsep dan keterampilan siswa dalam memecahkan masalah yang berkaitan dengan ekosistem dan energi alternatif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana penerapan pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan tema ekosistem dan energi alternatif dapat meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan abad 21 siswa kelas X di MAS Insan Qur'ani, yang nantinya akan dipamerkan dalam pameran karya ilmiah mereka.

## **KAJIAN PUSTAKA**

### **Pembelajaran Berbasis STEM**

Pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) merupakan pendekatan yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Pendekatan ini bertujuan untuk mengembangkan keterampilan abad 21 yang meliputi kreativitas, berpikir kritis, kemampuan berkolaborasi, dan komunikasi efektif (Hidayat & Wahyuni, 2022; Saizal dkk., 2020). STEM memungkinkan siswa untuk terlibat dalam pembelajaran kontekstual dan aplikatif yang menghubungkan teori dengan praktik nyata. Model ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengeksplorasi dan memecahkan masalah nyata, yang sangat relevan dengan tantangan yang ada di dunia modern (Kramarski dkk., 2020).

Melalui STEM, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga keterampilan yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, termasuk dalam menangani isu-isu lingkungan dan teknologi (Setiawan & Yuliana, 2021). Pendekatan ini juga dapat mendorong peningkatan literasi sains yang lebih baik, di mana siswa didorong untuk merancang solusi inovatif terhadap masalah dunia nyata yang berhubungan dengan sains dan

teknologi (Firdaus dkk., 2023). Pembelajaran berbasis STEM diharapkan dapat menciptakan generasi yang siap menghadapi tantangan global, termasuk masalah lingkungan hidup yang semakin mendesak.

### **Pembelajaran Berbasis Proyek**

Pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning/PBL) merupakan metode yang mengedepankan pembelajaran melalui pembuatan proyek nyata yang mencerminkan permasalahan di dunia nyata. Model ini mendorong siswa untuk bekerja secara kolaboratif dalam merancang dan menyelesaikan proyek yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu (Astuti & Febriani, 2021; Putri & Marzuki, 2022). PBL memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, serta keterampilan pemecahan masalah secara praktis. Penelitian menunjukkan bahwa PBL dapat meningkatkan keterlibatan siswa, motivasi belajar, dan pemahaman konsep yang lebih mendalam (Saizal dkk., 2020)

Salah satu contoh penerapan PBL dalam pembelajaran IPA adalah melalui pembuatan rangkaian listrik ramah lingkungan yang memanfaatkan sumber energi terbarukan. Melalui proyek ini, siswa dapat mempelajari cara kerja energi alternatif, seperti energi surya atau angin, serta cara-cara efisien dalam penggunaan energi yang berkelanjutan. PBL memungkinkan siswa untuk melihat hubungan langsung antara ilmu pengetahuan yang mereka pelajari di kelas dan aplikasi nyata dalam kehidupan (Kartika & Yuliani, 2022).

### **Ekosistem dan Energi Alternatif**

Ekosistem adalah sistem yang terdiri dari interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya. Setiap ekosistem memiliki keseimbangan yang penting untuk menjaga keberlanjutan hidup di bumi. Oleh karena itu, pemahaman tentang ekosistem sangat penting, terutama terkait dengan perannya dalam menjaga kelangsungan hidup berbagai spesies dan sumber daya alam. Pendidikan tentang ekosistem diharapkan dapat meningkatkan kesadaran siswa mengenai pentingnya menjaga keseimbangan alam dan keberlanjutan lingkungan (Susanti dkk., 2020).

Di sisi lain, isu energi alternatif menjadi sangat relevan seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sumber energi yang ramah lingkungan. Ketergantungan terhadap energi fosil yang tidak terbarukan menyebabkan kerusakan lingkungan, seperti polusi udara dan perubahan iklim (Hidayat & Wahyuni, 2022). Energi alternatif seperti energi surya, angin, dan biomassa memiliki potensi besar untuk menggantikan energi fosil dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk mengajarkan siswa mengenai pentingnya energi alternatif dan bagaimana cara mengimplementasikannya dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya melalui penggunaan rangkaian listrik berbasis energi terbarukan (Putri & Marzuki, 2022).

### **Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Konteks Ekosistem dan Energi Alternatif**

Penerapan pembelajaran berbasis proyek dalam konteks ekosistem dan energi alternatif memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengeksplorasi dan memahami konsep-konsep ilmiah yang terkait dengan keberlanjutan alam dan teknologi ramah lingkungan. Proyek-proyek semacam ini tidak hanya mengajarkan teori, tetapi juga mendorong siswa untuk mengembangkan solusi praktis terhadap masalah lingkungan yang mereka

hadapi. Misalnya, proyek pembuatan rangkaian listrik menggunakan panel surya mengajak siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan tentang ekosistem dan teknologi energi terbarukan secara langsung.

Siswa dapat bekerja dalam kelompok untuk merancang, menguji, dan mempresentasikan rangkaian listrik yang ramah lingkungan, yang akan dipamerkan dalam pameran karya ilmiah. Kegiatan ini akan meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep energi terbarukan dan sekaligus memberikan kesempatan untuk mengembangkan keterampilan praktis yang berguna di masa depan (Setiawan & Yuliana, 2021). Penerapan pembelajaran berbasis proyek ini berpotensi menjadi solusi efektif dalam mengatasi kesenjangan antara teori dan praktik, serta meningkatkan literasi sains siswa.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan jenis penelitian evaluatif. Penelitian ini dilaksanakan di MAS Insan Qur'ani, yang berlokasi di Sibreh, Aceh Besar. Adapun waktu pelaksanaan penelitian ini adalah pada bulan Februari 2025, bertepatan dengan kegiatan pameran proyek karya siswa kelas X. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini berupa total sampling. Seluruh populasi dijadikan sampel penelitian. Sehingga subjek penelitian ini berjumlah 136 siswa. Para siswa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran berbasis proyek dan berpartisipasi dalam pameran karya ilmiah. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah: lembar Observasi: Digunakan untuk mengamati aktivitas siswa selama proses pelaksanaan proyek, termasuk dalam aspek keterlibatan, kerjasama tim, kreativitas, dan pemahaman terhadap materi dan angket Respon Siswa: Digunakan untuk mengetahui tanggapan dan persepsi siswa terhadap pembelajaran berbasis proyek yang telah dilakukan. Angket ini berisi pernyataan tertutup yang disusun menggunakan skala Likert dengan empat pilihan jawaban. Data yang diperoleh dari lembar observasi dan angket respon siswa dianalisis secara kuantitatif menggunakan rumus persentase, yaitu: (Abdul, 2021).

$$\text{Persentase \%} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Dari hasil yang telah diperoleh kemudian dicari kriteria skor menurut skala *likert* sehingga didapatkan kesimpulan dari respon siswa. Adapun kriteria respon siswa dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

**Tabel 1. Rentang Skor Persentase**

No	Respon	Skor
1	Sangat Setuju (SS)	5
2	Setuju (S)	4
3	Kurang Setuju (KS)	3
4	Tidak Setuju (TS)	2
5	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Sumber: Sugiyono (2018)

Dengan persentase sebagai berikut (Zainal, 2007)

- 81% - 100% = Sangat Baik
- 61% - 80% = Baik
- 41% - 60% = Cukup Baik
- 21% - 40% = Kurang Baik
- 0% - 20% = Sangat Kurang Baik.

Instrumen penelitian yang digunakan terdiri atas dua jenis:

a. Lembar Observasi Aktivitas Siswa

Lembar observasi ini digunakan untuk melihat keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran berbasis proyek. Berikut kisi-kisi instrumen lembar observasi aktivitas siswa pada Tabel 2

**Tabel 2. Kisi-Kisi Instrumen Observasi Aktivitas Siswa dalam Pembelajaran Berbasis Proyek**

No	Aspek yang Diamati	Indikator
1	Keaktifan dalam diskusi kelompok	Siswa mengemukakan pendapat dengan percaya diri
		Siswa menanggapi pendapat teman
		Siswa memimpin atau memfasilitasi diskusi
2	Kreativitas dalam membuat proyek	Siswa mampu menciptakan ide orisinal dalam pembuatan proyek
		Siswa memadukan bahan atau teknologi dengan cara inovatif
3	Kerja sama dalam tim	Siswa mengeksplorasi alternatif dalam menyelesaikan permasalahan proyek
		Siswa berbagi tugas secara adil dan merata
		Siswa membantu anggota kelompok lain
4	Pemahaman terhadap konsep ekosistem dan energi alternatif	Siswa menyelesaikan tugas kelompok tepat waktu bersama-sama
		Siswa menjelaskan hubungan komponen ekosistem
		Siswa mampu menghubungkan proyek dengan konsep energi alternatif
5	Kemandirian dan tanggung jawab	Siswa menjawab pertanyaan tentang konsep dasar yang diterapkan
		Siswa menyelesaikan tugas tanpa bergantung pada orang lain
		Siswa menjaga alat dan bahan dengan hati-hati
		Siswa disiplin dan mengikuti jadwal

Kemudian dihitung rentang aspek dengan rentang skor nilai menggunakan skala likert yang dapat dilihat pada Tabel 3

**Tabel 3. Rentang Aspek**

Respon	Skor
Sangat Baik	4
Baik	3
Cukup	2
Kurang	1

Sumber: Marwan et al., (2023)

b. Angket Respon Siswa

Berikut kisi-kisi instrument angket respon siswa dapat dilihat pada Tabel 4 berikut

**Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen Respon Siswa**

No	Aspek yang Diukur	Indikator
1	Ketertarikan terhadap pembelajaran berbasis proyek	Siswa merasa pembelajaran berbasis proyek menyenangkan Siswa merasa lebih tertarik mengikuti pelajaran karena kegiatan proyek
2	Kemudahan memahami materi	Siswa merasa konsep ekosistem dan energi alternatif lebih mudah dipahami melalui proyek Siswa merasa pembelajaran berbasis proyek membantu mengaitkan teori dan praktik
3	Keseruan dalam membuat karya	Siswa merasa proses membuat proyek menyenangkan Siswa merasa kegiatan proyek mendorong mereka untuk lebih aktif dan kreatif
4	Kolaborasi kelompok dalam	Siswa merasa bekerjasama dengan baik selama proyek berlangsung Siswa merasa saling membantu saat menyelesaikan proyek bersama kelompok
5	Manfaat pameran terhadap pemahaman	Siswa merasa lebih memahami materi setelah mempresentasikan proyek Siswa merasa percaya diri menjelaskan hasil proyek dalam pameran

Setelah kisi-kisi instrumen disusun dalam bentuk pernyataan positif dan dengan menggunakan pilihan jawaban skala Likert empat tingkat, yaitu:

**Tabel 4. Rentang Aspek**

Respon	Skor
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

Sumber: Zainal (2007)

Sebelum digunakan, instrumen penelitian divalidasi oleh dua orang ahli, yaitu dosen Biologi yaitu Ibu Nurul Fajriana, M.Pd (Validator 1) dan guru mata pelajaran biologi di MAS Insan Qur'ni yaitu Ustadzah Nur Fajri, S.Pd (Validator 2). Validitas instrumen dinyatakan valid jika instrumen mampu mengukur aspek yang dimaksud dan sesuai dengan indikator dalam pembelajaran berbasis STEM. Validasi dilakukan dengan memberikan lembar penilaian kelayakan isi instrumen kepada validator, yang kemudian dianalisis secara deskriptif. Jika perlu, revisi dilakukan berdasarkan masukan dari validator.

Rekapan validasi dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 5. Validaasi Lembar Observasi Aktivitas Siawa**

Aspek yang dinilai	Validator 1	Validator 2	Rata-rata	Kategori
Kelayakan isi indikator	4	4	4,00	Sangat layak
Kelayakan bahasa	3	4	3,50	Layak

Sumber: Olah Data Penelitian, 2025

**Tabel 6. Validasi Angket Respon Siswa**

Aspek yang dinilai	Validator 1	Validator 2	Rata-rata	Kategori
Kelayakan isi indikator	4	4	4,00	Sangat layak
Kelayakan bahasa	3	4	3,50	Layak

Sumber: Olah Data Penelitian, 2025

Komentar dan saran dari validator adalah Validator 1 (Dosen Ahli): Indikator sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran berbasis proyek. Kalimat pada beberapa item angket perlu disederhanakan agar lebih mudah dipahami oleh siswa. Validator 2 (Guru Biologi): Bahasa sudah cukup baik, namun beberapa istilah IPA dapat disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa kelas X. Perlu diperhatikan agar indikator observasi tidak terlalu umum

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pameran hasil proyek siswa kelas X MAS Insan Qur'ani dilaksanakan sebagai rangkaian akhir dari proses pembelajaran berbasis proyek. Kegiatan ini bertujuan tidak hanya untuk menampilkan hasil kerja kelompok siswa, tetapi juga sebagai bentuk evaluasi otentik dari pemahaman konseptual dan keterampilan abad 21 yang telah dikembangkan selama proses pembelajaran.

Pameran ini dihadiri oleh seluruh siswa kelas XI dan XII serta seluruh dewan guru MAS Insan Qur'ani. Kehadiran guru-guru yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Biologi turut memberikan kontribusi signifikan terhadap validasi hasil proyek siswa. Guru-guru MGMP Biologi yang hadir antara lain Ustadzah Sulfia Maulidar, S.Pd.I., Nur Fajri, S.Pd.I., Halimanul Fitri, S.Pd., Raihanul Muhsan, S.Pd., Tasya Salsabila, S.Pd.I. Gr., Anita, S.Pd.,Gr., Sahri Nissa, S.Pd.I., dan Varah Ulya, S.Pd.I. Selain itu, guru dari mata pelajaran lainnya juga turut serta dalam mengamati dan memberikan penilaian terhadap produk yang dipamerkan. Begitu juga dengan dosen biologi dari Universitas Muhammadiyah Tadris Biologi ikut serta melihat pameran proyek siswa di MAS Insan Qur'ani.

Adapun hasil karya siswa yang dipamerkan meliputi: 1) Terarium yaitu replika ekosistem mini yang menunjukkan keterkaitan antara komponen biotik dan abiotik, 2) Diorama yaitu model tiga dimensi yang menggambarkan interaksi ekosistem secara visual, dan 3) Panel Surya yaitu proyek pemanfaatan energi alternatif berbasis panel surya skala mini.

Pameran proyek dibagi menjadi 2 hari yang dibedakan siswa laki dan perempuan. Pameran proyek siswa laki pada hari Senin tanggal 10 Februari 2025 dan pameran proyek siswa perempuan pada hari Jum'at tanggal 14 Februari 2025. Berikut foto penelitian pameran proyek siswa laki.



**Gambar 1. Penampilan Projek Siswa Laki**

Foto penelitian pameran proyek siswa perempuan dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah



Foto penelitian pameran proyek siswa perempuan dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah



Gambar 2. Pameran Projek Siswa Perempuan

Seluruh pengunjung pameran diberi kesempatan untuk mengisi lembar penilaian dengan skala 1–100 dan kolom khusus untuk memberikan saran terhadap proyek yang telah ditampilkan. Total sebanyak 383 lembar penilaian terkumpul yang terdiri dari penilaian terhadap ketiga jenis proyek.

**Tabel 7. Rekapitulasi Penilaian Proyek Siswa**

Jenis Proyek	Jumlah Penilaian Masuk	Skor Tertinggi	Skor Terendah	Skor Rata-rata	Kriteria
Terarium	127	98	78	89,6	Sangat Baik
Diorama	128	96	75	87,2	Baik
Panel Surya	128	97	74	88,1	Sangat Baik
<b>Total</b>	<b>383</b>	–	–	–	–

Sumber: Olah Data Penelitian, 2025

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa rata-rata penilaian tertinggi pada proyek terarium dengan skor rata-rata 89,6, yang dikategorikan dalam kriteria *sangat baik*. Hal ini menunjukkan bahwa pengunjung menilai proyek terarium sebagai representasi yang kuat dalam menampilkan keseimbangan ekosistem secara visual dan fungsional.

Diorama memperoleh skor rata-rata 87,2, dengan kriteria *baik*. Kendati demikian, banyak pengunjung memberikan saran untuk memperkaya elemen visual dan memperjelas keterkaitan antarkomponen dalam ekosistem yang digambarkan. Sedangkan panel surya meraih skor rata-rata 88,1 dan tergolong *sangat baik*, yang menunjukkan antusiasme tinggi terhadap aspek aplikatif proyek dalam menjawab isu energi alternatif.

Seluruh penilaian yang diberikan menunjukkan bahwa karya siswa tidak hanya berhasil menyampaikan konsep sains secara tepat, namun juga memenuhi standar estetika, fungsionalitas, dan nilai inovatif yang relevan dalam konteks kehidupan nyata. Pemberian saran oleh pengunjung menunjukkan keterlibatan aktif dalam proses evaluasi, yang pada gilirannya menciptakan pengalaman belajar yang reflektif baik bagi penilai maupun siswa.

Kegiatan pameran ini secara tidak langsung mengintegrasikan pembelajaran sains dengan pendekatan penilaian autentik, sebagaimana ditegaskan oleh Widodo (2015) bahwa pembelajaran bermakna tidak hanya diukur dari hasil ujian kognitif, tetapi juga dari kemampuan siswa menciptakan karya dan mengomunikasikannya kepada khalayak. Selain itu, menurut Bell (2010) kegiatan presentasi dan pameran proyek dalam pembelajaran berbasis proyek berperan penting dalam membangun kepercayaan diri, tanggung jawab sosial, dan keterampilan komunikasi ilmiah siswa.

Selanjutnya dilihat juga pengamatan aktivitas siswa dan dibagikan angket respon siswa terhadap kegiatan pameran proyek. Siswa yang terdiri 136 siswa dibagi menjadi 24 kelompok. Berikut hasil penelitian observasi aktivitas siswa pada Tabel 8.

**Tabel 8. Tabel Hasil Observasi Aktivitas Siswa**

No	Aspek yang Diamati	Skor Rata-rata (1–4)	Persentase (%)	Kriteria
1	Keaktifan dalam diskusi kelompok	3,56	89%	Sangat Baik
2	Kreativitas dalam membuat proyek	3,40	85%	Baik

---

No	Aspek yang Diamati	Skor Rata-rata (1–4)	Persentase (%)	Kriteria
3	Kemampuan kerja sama dalam tim	3,52	88%	Sangat Baik
4	Pemahaman terhadap konsep ekosistem dan energi alternatif	3,32	83%	Baik
5	Kemandirian dan tanggung jawab	3,24	81%	Baik
	Rata-rata total	3,41	85,2%	Baik

Sumber: Olah Data Penelitian, 2025

Pembelajaran berbasis proyek yang dilaksanakan di kelas X MAS Insan Qur’ani menunjukkan bahwa aktivitas siswa selama proses pembelajaran berlangsung tergolong tinggi. Berdasarkan hasil observasi terhadap 24 kelompok, lima aspek yang diamati memberikan gambaran bahwa siswa menunjukkan sikap aktif, kolaboratif, serta kreatif dalam mengikuti proses pembelajaran.

### **Keaktifan dalam Diskusi Kelompok**

Nilai rata-rata keaktifan siswa dalam diskusi kelompok mencapai skor 3,56 atau 89% dan termasuk dalam kategori *sangat baik*. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan proyek mampu merangsang siswa untuk terlibat aktif dalam bertukar ide dan pendapat bersama anggota kelompok. Aktivitas diskusi menjadi momen penting dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, sebagaimana dinyatakan oleh Trilling & Fadel (2009) bahwa pembelajaran abad 21 harus mendorong siswa berpikir kritis dan aktif menyelesaikan masalah secara kolaboratif.

### **Kreativitas dalam Membuat Proyek**

Rata-rata skor kreativitas siswa dalam membuat proyek adalah 3,40 (85%), tergolong kategori *baik*. Hal ini memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa mampu menciptakan karya inovatif seperti rangkaian listrik dari bahan bekas yang dipadukan dengan konsep ekosistem. Proyek ini tidak hanya mendorong pemahaman konseptual, tetapi juga memberi ruang eksplorasi ide-ide baru yang kontekstual, sebagaimana disarankan oleh Nugroho dkk., (2022), bahwa pembelajaran STEM berbasis proyek efektif dalam menumbuhkan kreativitas dan pemecahan masalah otentik. Selain itu, adanya kreativitas siswa dapat menjadikan siswa lebih inisiatif, imajinatif, dan memiliki rasa percaya diri yang tinggi saat mengembangkan ide sehingga mengindikasikan yang diperkuat oleh indikator seperti peningkatan eksplorasi alternatif solusi serta kemampuan menuangkan gagasan inovatif dalam bentuk produk nyata (Ula dkk., 2024).

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Darwis & Hardiansyah (2020), penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) pada pembelajaran IPA terpadu memberikan tanggapan positif karena dapat membantu mereka merancang solusi dalam konteks nyata dan meningkatkan keterlibatan belajar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa PjBL adalah pendekatan yang efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa, serta mampu meningkatkan motivasi dan partisipasi aktif mereka dalam pembelajaran IPA terpadu.

### **Kerja Sama dalam Tim**

Aspek kerja sama dalam kelompok memperoleh skor rata-rata 3,52 (88%) dan juga berada pada kategori *sangat baik*. Pencapaian ini menandakan bahwa siswa mampu membagi tugas secara adil dan saling mendukung satu sama lain. Kolaborasi menjadi salah satu keterampilan penting abad 21 yang diharapkan tertanam dalam pembelajaran kontekstual berbasis proyek (Saavedra & Opfer, 2012).

### **Pemahaman Konsep Ekosistem dan Energi Alternatif**

Skor rata-rata sebesar 3,32 (83%) menunjukkan pemahaman siswa terhadap konsep ekosistem dan energi alternatif cukup baik. Hal ini diperkuat oleh kemampuan siswa dalam menjelaskan fungsi komponen biotik-abiotik dan penerapan energi alternatif dalam kehidupan sehari-hari. Ini sesuai dengan pendapat dari Wicaksono & Aminah (2022), yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat membantu siswa mengonstruksi pengetahuan secara aktif dan bermakna.

### **Kemandirian dan Tanggung Jawab**

Nilai aspek ini berada pada kategori *baik* dengan skor 3,24 (81%). Siswa menunjukkan kemampuan menyelesaikan tugas secara mandiri, bertanggung jawab terhadap alat dan bahan, serta menjaga jadwal kerja kelompok. Ini menandakan bahwa proyek mampu menumbuhkan sikap positif dalam proses belajar, sebagaimana diungkapkan oleh Fitriani & Astuti (2020) bahwa pembelajaran berbasis proyek mendukung perkembangan karakter siswa termasuk tanggung jawab dan kemandirian.

Hasil angket respon sebanyak 136 siswa melihat beberapa aspek yaitu Ketertarikan terhadap pembelajaran berbasis proyek, Kemudahan memahami materi ekosistem dan energi alternatif, Keseruan dalam membuat karya, Kolaborasi dalam kelompok, Manfaat pameran dalam meningkatkan pemahaman. Berikut hasil angket respon siswa pada Tabel 9.

**Tabel 9. Hasil Angket Respon Siswa**

No	Aspek yang Diukur	Skor Rata-rata	Persentase (%)	Kriteria
1	Ketertarikan terhadap pembelajaran berbasis proyek	3,60	90%	Sangat Baik
2	Kemudahan memahami materi	3,40	85%	Baik
3	Keseruan dalam membuat karya	3,52	88%	Sangat Baik
4	Kolaborasi dalam kelompok	3,48	87%	Sangat Baik
5	Manfaat pameran terhadap pemahaman	3,64	91%	Sangat Baik
	Rata-rata total	3,53	88,2%	Sangat Baik

Sumber: Olah Data Penelitian, 2025

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa respons siswa terhadap pembelajaran berbasis proyek tergolong sangat baik dengan skor rata-rata total 3,53 atau 88,2%. Aspek ketertarikan mendapat skor 90%, menunjukkan siswa sangat antusias mengikuti pembelajaran ini. Pemahaman materi dinilai baik (85%), menandakan pendekatan ini membantu siswa memahami konsep. Aspek keseruan membuat karya (88%) dan kolaborasi kelompok (87%) juga dinilai sangat baik, mencerminkan pembelajaran yang menyenangkan dan mendorong kerja sama. Skor tertinggi terdapat pada manfaat pameran terhadap pemahaman (91%), yang menunjukkan bahwa kegiatan pameran sangat membantu siswa memahami materi secara mendalam. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek efektif dalam meningkatkan minat, pemahaman, kreativitas, dan kerja

Inovasi Pembelajaran STEM: Sinergi....

(Hasanah, Rosma, Aldyza, & Harahap, 2025)

sama siswa.

### **Ketertarikan terhadap Pembelajaran Berbasis Proyek**

Skor rata-rata 3,60 menunjukkan bahwa siswa sangat tertarik dengan model pembelajaran ini. Banyak siswa merasa lebih termotivasi karena keterlibatan aktif mereka dalam menciptakan produk nyata. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nurohman dkk., (2021) yang menyatakan bahwa pendekatan proyek dapat meningkatkan minat belajar siswa karena memberikan pengalaman belajar yang otentik. Hal ini didukung pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Dayani et al., (2025) yang menyatakan bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning/PjBL*) terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar siswa. Model ini mendorong siswa untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran melalui perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi proyek yang nyata dan kontekstual. Penelitian yang dilakukan oleh Heryanti (2020) menyebutkan bahwa penepapan model *Project-Based Learning* (PjBL) berbasis STEM mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa kelas VII D SMPN 4 Sumedang. Terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata keterampilan berpikir kreatif siswa sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran dengan pendekatan ini, dengan tingkat pengaruh yang tergolong besar.

### **Kemudahan Memahami Materi**

Siswa merasa materi ekosistem dan energi alternatif lebih mudah dipahami karena langsung diterapkan dalam proyek nyata. Nilai 3,40 termasuk kategori *baik*, menunjukkan bahwa siswa terbantu oleh keterpaduan antara teori dan praktik. Pendekatan kontekstual berbasis proyek seperti ini terbukti meningkatkan pemahaman konseptual siswa (Ismail dkk., 2020).

### **Keseruan dalam Membuat Karya**

Aspek ini memperoleh skor 3,52, memperlihatkan bahwa kegiatan membuat karya bukan hanya bersifat edukatif tetapi juga menyenangkan. Hal ini menunjukkan bahwa proyek tidak hanya meningkatkan kognisi, tetapi juga aspek afektif siswa. Seperti disebut oleh Sumarni dkk., (2021) yang menyatakan bahwa integrasi STEM dalam pembelajaran berbasis proyek memberikan pengalaman belajar menyenangkan dan bermakna.

### **Kolaborasi dalam Kelompok**

Angka ini memperlihatkan bahwa siswa merasakan adanya kerja sama tim yang solid. Nilai 3,48 mencerminkan bahwa proyek menumbuhkan komunikasi dan sinergi dalam menyelesaikan tugas kelompok, sebagaimana dinyatakan oleh Doppelt (2003) bahwa PjBL mampu menumbuhkan keterampilan kolaboratif yang kuat pada siswa.

### **Manfaat Pameran terhadap Pemahaman**

Aspek ini mencatat skor tertinggi dengan 3,64. Siswa merasa bahwa pameran hasil karya memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan membanggakan. Pameran juga menumbuhkan semangat apresiasi dan refleksi diri. Hasil ini diperkuat oleh penelitian Yuliati & Kurniawan (2022) yang menyatakan bahwa pameran hasil karya siswa memberi motivasi intrinsik dan membangun kesadaran ilmiah yang lebih tinggi.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek yang mengintegrasikan tema ekosistem dan energi alternatif di kelas X MAS Insan Qur'ani berhasil meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan abad 21 siswa secara signifikan, sesuai dengan tujuan penelitian ini. Kegiatan pameran karya ilmiah sebagai puncak dari proses pembelajaran menjadi media autentik untuk mengukur pemahaman konseptual siswa dan kemampuan mereka dalam menampilkan produk inovatif yang relevan dengan kehidupan nyata. Proyek yang ditampilkan — terarium, diorama, dan panel surya — memperoleh penilaian dengan kategori “baik” hingga “sangat baik”, dengan terarium memperoleh skor tertinggi (rata-rata 89,6). Aktivitas siswa selama proses pembelajaran menunjukkan tingkat keaktifan, kreativitas, kerja sama, pemahaman konsep, dan tanggung jawab yang tinggi, dengan skor rata-rata total 85,2%. Selain itu, hasil angket terhadap 136 siswa menunjukkan respon yang sangat positif terhadap model pembelajaran ini, dengan skor tertinggi pada aspek manfaat pameran (91%), serta ketertarikan, keseruan, dan kolaborasi yang juga berada pada kategori sangat baik. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa secara aktif, mengembangkan keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas, serta memperkuat pemahaman terhadap materi ekosistem dan energi alternatif, yang pada akhirnya mencapai tujuan utama penelitian yaitu mengembangkan proses pembelajaran yang lebih bermakna dan kontekstual.

### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan kepada guru untuk terus mengembangkan dan menerapkan model pembelajaran berbasis proyek, khususnya dalam pembelajaran sains, sebagai sarana untuk mengasah kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, dan komunikasi siswa. Guru juga diharapkan memberikan pendampingan yang intensif selama proses pelaksanaan proyek agar kualitas hasil karya siswa semakin baik. Kepada pihak sekolah, disarankan untuk menjadikan kegiatan pameran karya siswa sebagai agenda rutin tahunan yang terstruktur, sehingga menjadi ruang apresiasi dan publikasi inovasi siswa. Selain itu, bagi peneliti selanjutnya, perlu dilakukan kajian lanjutan yang lebih mendalam untuk mengeksplorasi dampak jangka panjang dari model pembelajaran ini terhadap hasil belajar siswa dan sikap ilmiah mereka. Sementara itu, bagi siswa sendiri, diharapkan dapat terus mengembangkan minat dan kreativitas dalam menyelesaikan masalah lingkungan melalui karya nyata, sehingga pembelajaran yang dilakukan tidak hanya berhenti pada penguasaan teori, tetapi juga mendorong aksi nyata dan berdampak positif bagi lingkungan sekitarnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Apriliani, E. A., Afandi, & Marlina, R. (2020). *Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis di Era Abad 21*.
- Aqib Zainal. (2007). *Penelitian Tindakan Kelas Untuk Guru*. Yrama Widya.

- Astuti, R., & Febriani, A. (2021). Peningkatan Motivasi Belajar Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek pada Mata Pelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(2), 45–60.
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House*, 83(2), 39–43.
- Darwis, R., & Hardiansyah, M. R. (2020). Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa. *Ekspose: Jurnal Penelitian Hukum dan Pendidikan*, 19(1), 1008–1018. <https://doi.org/10.30863/ekspose.v1i1.752>
- Dayani, A., Zamzami, & Maulida. (2025). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa di SMAN 1 Singkil Utara pada Materi Bioteknologi. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 9(1), 291–300. <http://jurnal.abulyatama.ac.id/dedikasi>
- Doppelt, Y. (2003). Implementation and Assessment of Project-Based Learning in a Flexible Environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 13(3), 255–272.
- Firdaus, M., Hidayat, S., & Yuliani, N. (2023). Pembelajaran Ekosistem dan Energi Alternatif: Integrasi Konsep dalam Pembelajaran STEM di SMA. *Jurnal Pendidikan Alam dan Teknologi*, 11(1), 23–39.
- Fitriani, R., & Astuti, W. (2020). Pengaruh Model Project Based Learning terhadap Kemandirian Belajar dan Tanggung Jawab Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(2), 109–117.
- Hacioglu, Y., & Gulhan, F. (2021). The Effects of STEM Education on the 7th Grade Students' Critical Thinking Skills and STEM Perceptions. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 7(2), 139–155. <https://doi.org/10.21891/jeseh.771331>
- Heryanti, A. D. (2020). Pembelajaran Berbasis STEM untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Energi dan Keterampilan Berpikir Kreatif Melalui Proyek PLTMH. *Jurnal Wahana Pendidikan*, 7(1), 77. <https://doi.org/10.25157/wa.v7i1.3241>
- Hidayat, N., & Wahyuni, D. (2022). Peran Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Siswa di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 7(4), 112–119.
- Ismail, H., Anwar, Y., & Mustika, L. (2020). Penerapan PjBL dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Sains. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(4), 475–482.
- Izzah, A.N., Ruviana, R., Lamura, M.D.P., Musyaroh, S., & Fatkhurrohman. (2024). Menuju Energi Berkelanjutan: Teori dan Aplikasi Energi Alternatif dan Terbarukan. Thalibul Ilmi Publishing & Education. <https://books.google.co.id/books?id=rMNVEQAAQBAJ>
- Kartika, N., & Yuliani, D. (2022). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek pada Pemahaman Konsep Energi Terbarukan di SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 10(3), 89–102.
- Khaira, U. (2023). Analisis Penggunaan Model Project Based Learning dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 8(2), 2884–2898.
-

<https://doi.org/10.36989/didaktik.v8i2.610>

- Kramarski, B., Shachar, H., & Hadar, L. (2020). The Impact of STEM Education on Student Engagement and Learning Outcomes. *Journal of Educational Research and Practice*, 7(1), 70–86.
- Marwan, Konadi Win, Syahrin Alfi, Kamaruddin, & Rahmad. (2023). *Penelitian Kualitatif Kuantitatif dan Mixed Methods dilengkapi Analisis Data dengan SPSS* (Hambali, Ed.). Bandar Publishing.
- Nugroho, S. S., Putri, D. A., & Kurniawan, B. (2022). Penerapan pendekatan STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 6(2), 87–95.
- Nurohman, M., Sholikhah, M., & Putra, A. (2021). Project Based Learning untuk Meningkatkan Motivasi Belajar. *Journal of Science Education and Practice*, 5(2), 42–53.
- Patimah, S., Sumardi, & Iskandarsyah. (2024). EduSpirit : Jurnal Pendidikan Kolaboratif Penerapan Metode Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Meningkatkan Keterampilan Abad 21 di SMPN 3 Tanjung Medan. *EduSpirit : EduSpirit : Jurnal Pendidikan Kolaboratif*, 01(04), 189–191. <https://doi.org/10.57255/eduspirit.v1i1.17>
- Putri, F., & Marzuki, R. (2022). Desain Pembelajaran Energi Alternatif melalui Pendekatan STEM pada Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Berbasis Teknologi*, 6(3), 101–115.
- Risianti, S., Khoiri, N., Saefan, J., & Ristanto, S. (2024). Literatur Review: Implementasi Media Pembelajaran Energi Alternatif Berbasis Kincir Angin Bertenaga Surya dengan Pendekatan STEM. *Jurnal Inovasi Pembelajaran di Sekolah*, 5(1), 043–047. <https://doi.org/10.51874/jips.v5i1.189>
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2012). Teaching and Learning 21st Century Skills: Lessons from the Learning Sciences. *Journal of Teaching and Teacher Education*, 28(1), 1–12.
- Sadikin, A. (2024). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Pemahaman Konsep Biologi pada Siswa Sekolah Menengah. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(1), 98–102. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i1.33459>
- Saizal, A., Safira, M., & Idris, Z. (2020). Pembelajaran Abad 21: Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*, 9(2), 24–37.
- Setiawan, B., & Yuliana, P. (2021). Menerapkan Pembelajaran Berbasis Proyek dalam Konteks Energi Alternatif pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Berkelanjutan*, 5(2), 120–135.
- Sugiyono, S. (2018). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif dan R & D*. Dalam Alfabeta, Bandung. Alfabeta.
- Sumarni, W., Sudarmin, S., & Supardi, K. I. (2021). STEM-Based Project Learning to Enhance Science Process Skills and Positive Attitude. *International Journal of Instruction*, 14(3), 579–596.
- Susanti, S., Rachmawati, D., & Wulandari, A. (2020). Integrasi Pembelajaran Ekosistem dan Energi Terbarukan dalam Kurikulum IPA SMA. *Jurnal Pendidikan Alam dan Sains*, 8(2), 67–80.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.

Triprani, E. K., Sulistyani, N., & Aini, D. F. N. (2023). Implementasi Pembelajaran STEAM Berbasis PjBL Terhadap Kemampuan Problem Solving pada Materi Energi Alternatif di SD. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 2, 176–187. <https://doi.org/10.24246/j.js.2023.v13.i2.p176-187>

Ula, J., Zulkarnain, Muzana, S. R., & Mirdayanti, R. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Two Stay Two Stray dalam Meningkatkan Kreativitas Siswa pada Materi Bumi dan Tata Surya. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 8(1), 439.

Wicaksono, A. D., & Aminah, N. S. (2022). Pengaruh Penerapan PjBL terhadap Pemahaman Konsep IPA Siswa SMA. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 34–40.

Widodo, S. A. (2015). Desain Pembelajaran: Mengintegrasikan Pendekatan Saintifik, Penilaian Autentik dan Kontekstual dalam Kurikulum 2013. *Jurnal Pendidikan*, 16(2), 78–88.

Yuliati, L., & Kurniawan, I. (2022). Meningkatkan Minat Belajar Siswa Melalui Pameran Hasil Proyek. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Sains*, 6(3), 145–152.

---

▪ *How to cite this paper :*

Hasanah, M., Rosma, F., Aldyza, N., & Harahap, V.Y. (2025). Inovasi Pembelajaran STEM: Sinergi Antara Ekosistem dan Energi Alternatif dalam Pameran Karya Siswa Kelas X MAS Insan Qur'ani. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 9(2), 827–844.