

Peningkatan Literasi STEM melalui Del Mathematics and Science Competition Bidang Kimia

Santi Febri Arianti¹, Roga Florida Kembaren², Fitriani Tupa Ronauli Silalahi³, Kartini Florensy Gurning⁴, Lasro Setia Sihombing⁵

^{1),3) 5)}Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Del, Indonesia

^{2),4)}Fakultas Bioteknologi, Institut Teknologi Del, Indonesia

Article Info	Abstrak
<i>Article history</i> Received : Dec 02, 2024 Revised : Dec 14, 2024 Accepted : Dec 23, 2024	<i>Kompetisi sains dan matematika memiliki peran penting dalam mendukung literasi STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), terutama di wilayah dengan akses pendidikan terbatas. Artikel ini menganalisis Del Mathematics and Science Competition (DMSC) bidang kimia, yang menggunakan format kompetisi hibrida untuk menjangkau siswa dari berbagai latar belakang geografis di Sumatra Utara. Kegiatan ini dirancang untuk meningkatkan pemahaman konsep kimia seperti struktur atom, ikatan kimia, dan termodinamika, sekaligus memotivasi siswa untuk melanjutkan pendidikan di bidang STEM. Dari 485 peserta yang mendaftar, 100 siswa mengikuti kompetisi bidang kimia pada putaran awal daring, dan 25 siswa terbaik melanjutkan ke putaran final luring. Hasil menunjukkan peningkatan rata-rata nilai peserta dari 50,5 menjadi 70,2, mencerminkan efektivitas kompetisi dalam meningkatkan pemahaman materi. Survei juga mencatat peningkatan minat siswa terhadap STEM, dari 60% sebelum kompetisi menjadi 85% setelah kegiatan. Temuan ini mendukung efektivitas format hibrida yang inklusif dalam memberikan pengalaman belajar bermakna dan mengatasi tantangan aksesibilitas pendidikan. Saran untuk pengembangan kegiatan ke depan mencakup peningkatan dukungan teknologi dan penambahan komponen pelatihan untuk memperkuat dampak kompetisi.</i>
<i>Kata Kunci:</i> kompetisi akademik; literasi STEM; pendidikan inklusif; sains; teknologi.	<i>Science and mathematics competitions play a crucial role in supporting STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) literacy, particularly in regions with limited access to quality education. This article analyzes the Del Mathematics and Science Competition (DMSC) in chemistry, which employed a hybrid format to reach students from diverse geographical backgrounds in North Sumatra. The competition aimed to enhance understanding of key chemistry concepts such as atomic structure, chemical bonding, and thermodynamics, while motivating students to pursue further education in STEM fields. Out of 485 registered participants, 100 students competed in the initial online round for chemistry, and the top 25 advanced to the final on-site round. Results revealed an increase in participants' average scores from 50.5 to 70.2, reflecting the competition's effectiveness in improving conceptual understanding. A survey also noted an increase in students' interest in STEM, from 60% before the competition to 85% after. These findings highlight the effectiveness of an inclusive hybrid format in providing meaningful learning experiences and addressing educational accessibility challenges. Recommendations for future initiatives include strengthening technological support and incorporating training components to amplify the competition's impact.</i>

Corresponding Author:

Santi Febri Arianti,
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Del
Jl. Sisingamangaraja, Sitoluama, Laguboti, Toba, 22381
Santi.febri62@gmail.com

This is an open access article under the CC BY-NC license.



PENDAHULUAN

Kompetisi dalam bidang sains dan matematika memiliki peran penting dalam mengatasi tantangan pendidikan, terutama dalam meningkatkan literasi STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) serta mempersiapkan siswa menghadapi kebutuhan abad ke-21 (Astuti et al., 2023; Zubaidah, 2019). Di Indonesia, kesenjangan akses terhadap pendidikan berkualitas, khususnya di daerah terpencil, telah menjadi hambatan dalam pengembangan kompetensi STEM di kalangan siswa sekolah menengah (Maulido et al., 2024; Nugroho et al., 2021). Kesenjangan ini diperburuk dengan minimnya paparan siswa terhadap konsep ilmiah tingkat lanjut dan strategi pemecahan masalah, sehingga diperlukan intervensi yang efektif untuk menjembatani kesenjangan tersebut (Zam Zam Hariro et al., 2024).

Del Mathematics and Science Competition (DMSC) dirancang sebagai inisiatif strategis untuk mengatasi kesenjangan pendidikan ini dengan menyediakan platform kompetisi yang dapat diakses oleh siswa sekolah menengah atas untuk menunjukkan dan meningkatkan pengetahuan mereka tentang prinsip-prinsip ilmiah inti. Bidang kimia, sebagai salah satu fokus utama kompetisi ini, memiliki relevansi besar karena perannya yang fundamental dalam berbagai disiplin STEM serta aplikasinya untuk memecahkan tantangan nyata, seperti keberlanjutan lingkungan, produksi energi, dan ilmu material (Rahmawati, 2023).

Urgensi dari inisiatif ini terletak pada meningkatnya kebutuhan akan tenaga kerja yang terampil di bidang STEM, baik di tingkat nasional maupun global. Tanpa paparan dini terhadap jalur karier STEM, siswa dari daerah kurang berkembang berisiko tertinggal dari peluang yang ditawarkan oleh sektor teknologi dan industri Indonesia yang terus berkembang (Warsito et al., 2023). Dengan format hibrida yang menggabungkan putaran awal daring dan final luring, DMSC bertujuan untuk menghilangkan hambatan seperti lokasi geografis dan keterbatasan finansial, sekaligus menyediakan lingkungan kompetitif dan inklusif yang dapat menginspirasi siswa untuk melanjutkan studi dan karier di bidang STEM.

Kompetisi akademik telah diakui secara luas sebagai alat yang efektif untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan pencapaian akademik. Penelitian menunjukkan bahwa kompetisi semacam ini mendorong pemikiran kritis, kemampuan memecahkan masalah, dan ketahanan di antara peserta, sekaligus berfungsi sebagai alat motivasi untuk mencapai keunggulan pendidikan (Santoso, 2023; Suwarno, 2019). Berbeda dengan pembelajaran berbasis kelas tradisional, kompetisi menekankan partisipasi aktif dan penerapan pengetahuan pada skenario kompleks, sehingga menjembatani kesenjangan antara pemahaman teoretis dan aplikasi praktis (Dr. Sujarwo, 2011).

Namun, literatur juga menyoroti adanya celah dalam aksesibilitas dan inklusivitas banyak kompetisi STEM (Arianto & Apsari, 2023; Ayeni et al., 2024; Muchtar & Ding, 2024). Inisiatif seperti DMSC berkontribusi untuk mengatasi celah ini dengan mengadopsi format inovatif yang memprioritaskan partisipasi dari komunitas yang kurang terwakili. Dengan menggabungkan putaran awal daring dengan final luring, DMSC memastikan jangkauan yang lebih luas tanpa mengurangi tingkat kesulitan dan integritas kompetisi.

DMSC dirancang untuk mengatasi dua tantangan utama, yaitu keterbatasan akses terhadap pendidikan STEM kompetitif bagi siswa di daerah terpencil dan kebutuhan akan platform yang mengintegrasikan pengetahuan dasar dengan pemecahan masalah dunia nyata. Kompetisi ini mencakup putaran awal daring yang terbuka untuk peserta tanpa batas, memberikan titik masuk yang rendah hambatan bagi siswa di seluruh Indonesia. Putaran final luring difokuskan pada tugas berbasis esai dan pemecahan masalah terapan, yang mendorong keterlibatan mendalam dengan konsep ilmiah. Selain itu, kompetisi ini melibatkan guru dalam proses pelaksanaannya untuk memperluas dampak kompetisi di tingkat sekolah.

Tujuan DMSC, khususnya dalam bidang kimia, meliputi mengevaluasi dan meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep kimia utama, seperti struktur atom, ikatan kimia, dan termodinamika, serta menginspirasi dan memotivasi mereka untuk melanjutkan pendidikan dan karier di bidang STEM. Kompetisi ini juga bertujuan memberikan platform inklusif yang mengurangi hambatan partisipasi bagi siswa dari daerah terpencil atau kurang terlayani, sekaligus memperkuat hubungan antara Institut Teknologi Del dan komunitas yang lebih luas untuk menciptakan budaya keunggulan akademik dan kolaborasi.

Pelaksanaan kompetisi akademik ini didokumentasikan dan dianalisis dengan menekankan format hibrida serta fokus pada inklusivitasnya. Hasil analisis memberikan wawasan berbasis bukti tentang peran kompetisi dalam meningkatkan literasi STEM serta menyoroti praktik terbaik yang dapat diterapkan pada inisiatif serupa. Dengan pendekatan yang mengedepankan aksesibilitas dan ketelitian pendidikan, kegiatan ini memberikan kontribusi nyata dalam mendorong pengembangan pendekatan inovatif untuk memperluas akses dan kualitas pendidikan STEM.

METODE

Metode pengabdian yang diterapkan dalam Del Mathematics and Science Competition (DMSC) pada bidang kimia dirancang secara sistematis untuk menjamin keberhasilan kegiatan dalam mencapai tujuan pengabdian kepada masyarakat. Metode ini mencakup tahapan pelaksanaan yang terstruktur, partisipasi mitra dan peserta, serta analisis kuantitatif terhadap keberhasilan program.

Tahapan pelaksanaan kegiatan *Del Mathematics and Science Competition* (DMSC) dilakukan dalam tiga tahap utama. Tahap pertama adalah persiapan, yang melibatkan perencanaan teknis seperti penyusunan materi ujian, pengembangan platform daring untuk putaran awal, dan koordinasi dengan mitra sekolah di berbagai wilayah. Persiapan ini juga mencakup sosialisasi kompetisi melalui media sosial dan pengiriman surat resmi kepada sekolah-sekolah mitra. Mitra sekolah memberikan kontribusi penting dalam tahap ini, termasuk mendistribusikan informasi kompetisi ke siswa, mengoordinasikan proses pendaftaran, dan menyediakan dukungan teknis untuk pelaksanaan daring di sekolah-sekolah dengan akses internet terbatas.

Tahap kedua adalah pelaksanaan kompetisi, yang dibagi menjadi dua bagian. Putaran awal daring dilakukan melalui platform daring dan melibatkan siswa dari berbagai daerah di Indonesia. Soal-soal yang diberikan berbentuk pilihan ganda, dirancang untuk menguji pemahaman dasar siswa mengenai konsep kimia seperti struktur atom, periodisasi unsur, dan termodinamika. Selanjutnya, putaran final luring diselenggarakan di kampus Institut Teknologi Del, melibatkan 25 peserta dengan peringkat tertinggi dari putaran awal. Pada tahap ini, fokus diberikan pada tugas berbasis esai yang mengharuskan peserta memecahkan masalah terapan, dengan pengawasan langsung dari panitia dan juri. Mitra sekolah kembali memainkan peran penting dalam mendukung logistik, termasuk memastikan transportasi siswa ke lokasi final kompetisi, menyediakan fasilitas tambahan jika diperlukan, dan mendampingi siswa selama proses berlangsung.

Tahap terakhir adalah evaluasi dan penilaian, yang dilakukan setelah kompetisi berakhir. Evaluasi mencakup analisis hasil peserta untuk mengukur pemahaman mereka, baik secara kuantitatif melalui nilai tes, maupun secara kualitatif melalui diskusi dengan juri dan guru pendamping. Pendekatan ini memastikan bahwa setiap tahap pelaksanaan memberikan kontribusi signifikan terhadap pencapaian tujuan kompetisi.

Kegiatan ini bekerja sama dengan sekolah-sekolah menengah atas (SMA) mitra di berbagai wilayah Sumatra Utara, dengan lokasi utama kegiatan bertempat di kampus Institut Teknologi Del, Balige, Sumatra Utara. Mitra sekolah tidak hanya berperan dalam perekrutan peserta dan pengelolaan logistik, tetapi juga menyediakan sumber daya seperti ruang komputer dan koneksi internet untuk mendukung keberhasilan pelaksanaan tahap daring. Dukungan dari mitra ini menjadi kunci utama dalam menjangkau peserta dari wilayah terpencil.

Peserta yang terlibat dalam kompetisi ini terdiri atas siswa SMA kelas XI dan XII dari berbagai wilayah Sumatra Utara, dengan total 100 peserta yang mendaftar pada putaran awal daring. Pada putaran final luring, 25 siswa terbaik dipilih berdasarkan hasil tes daring untuk mengikuti tahap akhir kompetisi di Institut Teknologi Del. Selain peserta, kegiatan ini juga melibatkan guru pendamping, panitia internal kampus, dan juri dari kalangan dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Del.

Keberhasilan kegiatan Del Mathematics and Science Competition (DMSC) diukur menggunakan metode kuantitatif berdasarkan empat indikator utama. Indikator pertama adalah tingkat partisipasi, yang dinilai dari jumlah peserta yang mendaftar dan menyelesaikan seluruh tahapan kompetisi. Analisis juga dilakukan terhadap persentase siswa yang berhasil lolos dari putaran awal ke putaran final untuk memberikan gambaran lebih mendalam mengenai tingkat keterlibatan peserta.

Indikator kedua adalah peningkatan pemahaman, yang diukur melalui perbedaan nilai rata-rata peserta pada putaran awal dan final. Untuk memastikan hasil yang signifikan secara statistik, dilakukan analisis menggunakan uji paired t-test, sehingga perubahan nilai dapat diinterpretasikan dengan valid.

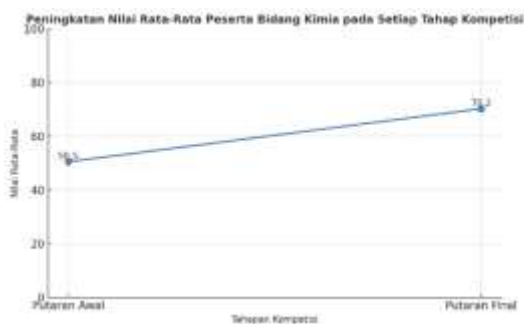
Indikator ketiga adalah kepuasan peserta dan mitra, yang diukur melalui kuesioner yang diberikan kepada peserta dan guru pendamping pada akhir kegiatan. Data dari kuesioner ini dianalisis secara deskriptif untuk mengevaluasi efektivitas pelaksanaan kompetisi dari sudut pandang peserta dan mitra sekolah. Indikator terakhir adalah dampak pada minat STEM, yang dinilai melalui survei sebelum dan sesudah kompetisi. Survei ini dirancang untuk mengukur perubahan minat peserta terhadap bidang kimia dan STEM secara keseluruhan. Analisis perubahan minat ini digunakan untuk mengevaluasi dampak jangka panjang kegiatan terhadap motivasi siswa dalam melanjutkan pendidikan dan karier di bidang sains dan teknologi. Keempat indikator ini memberikan kerangka evaluasi yang komprehensif dalam menilai keberhasilan dan dampak kegiatan. Dengan metode ini, kegiatan DMSC tidak hanya memberikan pengalaman kompetisi yang bermanfaat bagi siswa, tetapi juga menjadi langkah strategis dalam mendukung pengembangan pendidikan STEM di Indonesia, khususnya di wilayah Sumatra Utara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kegiatan Del Mathematics and Science Competition (DMSC) bidang kimia menghasilkan beberapa luaran penting yang mencerminkan keberhasilan pengabdian dalam meningkatkan pemahaman dan minat siswa terhadap ilmu kimia. Hasil kegiatan ini juga menunjukkan tingkat ketercapaian target yang telah dirancang.

Dari analisis nilai peserta bidang kimia, terjadi peningkatan rata-rata nilai dari putaran awal daring ke putaran final luring. Nilai rata-rata peserta pada putaran awal adalah 50,5, meningkat menjadi 70,2 pada putaran final. Peningkatan ini menunjukkan efektivitas kompetisi dalam membantu siswa memahami topik kimia utama, seperti struktur atom, termodinamika, dan periodisasi unsur.



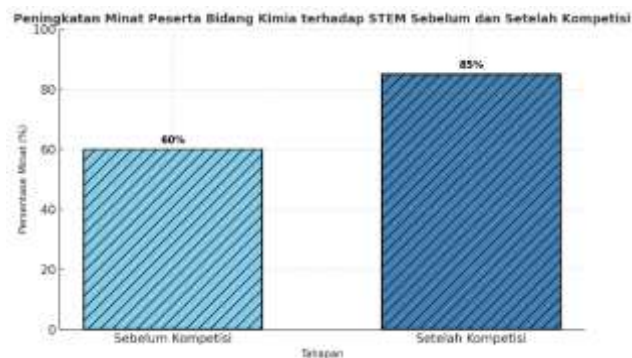
Grafik 1. Peningkatan nilai rata-rata peserta bidang kimia pada setiap tahap kompetisi.

Dari total 485 peserta yang mendaftar pada DMSC, sekitar 25% (100 peserta) mengikuti kompetisi bidang kimia. Dari jumlah tersebut, 25 peserta terbaik lolos ke putaran final luring, dengan tingkat kehadiran sempurna (100%) pada tahap akhir. Peserta berasal dari berbagai sekolah menengah atas di Sumatra Utara, dengan 35% di antaranya berasal dari daerah terpencil atau kurang terlayani pendidikan STEM.

Tabel 1. Statistik partisipasi peserta DMSC bidang kimia.

Tahapan Kompetisi	Total Peserta	Tingkat Penyelesaian (%)
Putaran Awal	100	100%
Putaran Final	25	100%

Survei yang dilakukan menunjukkan peningkatan minat siswa terhadap bidang kimia dan STEM. Sebelum kompetisi, 60% peserta menyatakan tertarik pada kimia dan STEM, sementara setelah kompetisi angka ini meningkat menjadi 85%. Hal ini menunjukkan keberhasilan kompetisi dalam memotivasi siswa untuk mempertimbangkan pendidikan dan karier di bidang sains.



Grafik 2. Peningkatan minat peserta bidang kimia terhadap STEM sebelum dan setelah kompetisi.

Pembahasan

Hasil kompetisi DMSC bidang kimia menunjukkan keberhasilan dalam mencapai tujuan utama kegiatan, yaitu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep kimia dan mendorong minat mereka pada bidang STEM. Peningkatan nilai rata-rata peserta dari putaran awal ke final mencerminkan efektivitas pendekatan kompetisi yang mengintegrasikan soal berbasis teori dengan esai berbasis aplikasi. Hasil ini mendukung teori pembelajaran berbasis pengalaman yang menekankan pentingnya aplikasi praktis dalam memperdalam pemahaman konsep akademik (Rahmat et al., 2020).

Keberhasilan tingkat partisipasi, terutama dari wilayah terpencil, menyoroti inklusivitas format kompetisi daring-luring yang memungkinkan siswa dari berbagai latar belakang geografis dan sosial untuk terlibat. Temuan ini sejalan dengan penelitian Maulido et al. (2024), yang menunjukkan bahwa kompetisi hibrida efektif dalam menjangkau peserta dari wilayah kurang berkembang. Selain itu, peningkatan minat siswa terhadap STEM, sebagaimana ditunjukkan dalam survei, memperkuat peran kompetisi ini sebagai alat motivasi pendidikan, sebagaimana didukung oleh penelitian Freeman et al., (2014), yang menemukan bahwa kompetisi akademik dapat meningkatkan aspirasi siswa terhadap karier di bidang sains.

Namun, tantangan yang dihadapi dalam pelaksanaan kompetisi meliputi kurangnya infrastruktur teknologi yang memadai di beberapa daerah, yang dapat memengaruhi kualitas pengalaman peserta selama putaran daring. Meski demikian, pelibatan guru pendamping dalam membantu peserta mengatasi kendala ini menjadi salah satu langkah strategis yang efektif. Hal ini sesuai dengan pandangan Latip, S.Pd., M.Pd. et al. (2022), yang menekankan pentingnya kolaborasi antara sekolah dan institusi pendidikan tinggi dalam mendukung keberhasilan peserta.

Selain dampak jangka pendek, kegiatan ini juga menunjukkan potensi hasil jangka panjang yang signifikan. Peningkatan minat siswa terhadap bidang STEM, sebagaimana tercermin dalam survei sebelum dan sesudah kompetisi, memberikan indikasi positif bahwa program ini mampu mendorong siswa untuk mempertimbangkan pendidikan lanjutan dan karier di bidang sains dan teknologi. Program ini juga memiliki potensi untuk direplikasi di sekolah-sekolah lain, dengan panduan pelaksanaan yang telah disesuaikan untuk memastikan keberlanjutan dan dampak yang lebih luas. Dengan dukungan yang berkelanjutan dari mitra sekolah dan institusi pendidikan tinggi, format kompetisi hibrida ini dapat menjadi model strategis dalam memperkuat pendidikan STEM di Indonesia.

Dampak jangka panjang ini sejalan dengan temuan Johnson & Johnson (2009), yang menekankan bahwa inisiatif pendidikan berbasis kompetisi dapat menciptakan ekosistem pembelajaran yang berkelanjutan jika disertai dengan kolaborasi lintas lembaga. Oleh karena itu, kegiatan DMSC tidak hanya memberikan manfaat langsung kepada peserta, tetapi juga menjadi langkah strategis dalam mendukung pengembangan pendidikan STEM yang inklusif dan berkelanjutan di tingkat lokal maupun nasional.



Gambar 1: Dokumentasi Kegiatan DMSC

KESIMPULAN

Kegiatan kompetisi akademik ini berhasil meningkatkan pemahaman dan minat siswa terhadap bidang kimia, khususnya dalam konsep-konsep utama seperti struktur atom, ikatan kimia, dan termodinamika. Peningkatan rata-rata nilai peserta dari 50,5 pada putaran awal daring menjadi 70,2 pada putaran final luring menunjukkan efektivitas pendekatan kompetisi dalam membantu siswa memahami materi secara mendalam. Selain itu, survei minat menunjukkan peningkatan dari 60% menjadi 85%, yang menegaskan keberhasilan kompetisi dalam memotivasi siswa untuk melanjutkan pendidikan dan karier di bidang STEM.

Tingkat partisipasi yang tinggi, terutama dari siswa di daerah terpencil, mencerminkan keberhasilan format hibrida yang inklusif dan mampu menjangkau peserta dengan latar belakang yang beragam. Kompetisi ini tidak hanya memberikan kesempatan belajar yang merata, tetapi juga menjadi model yang potensial untuk diterapkan oleh institusi lain. Sebagai bagian dari rekomendasi, panduan pelaksanaan kompetisi telah dirancang mencakup struktur tahapan kompetisi, kriteria penilaian, serta strategi evaluasi yang terukur. Panduan ini diharapkan dapat menjadi acuan praktis bagi lembaga lain yang ingin menyelenggarakan kegiatan serupa. Sebagai bagian dari rekomendasi, panduan pelaksanaan kompetisi telah dirancang mencakup struktur tahapan kompetisi, kriteria penilaian, serta strategi evaluasi yang terukur. Panduan ini diharapkan dapat menjadi acuan praktis bagi lembaga lain yang ingin menyelenggarakan kegiatan serupa.

Selain itu, tantangan seperti keterbatasan infrastruktur teknologi di daerah terpencil memerlukan perhatian lebih pada pelaksanaan kompetisi berikutnya. Penambahan dukungan teknologi, seperti penyediaan perangkat khusus atau pelatihan digital untuk peserta dari wilayah dengan akses terbatas, dapat menjadi solusi yang memperkuat keberlanjutan kegiatan ini. Sebagai upaya untuk memastikan transfer pengetahuan yang lebih efektif, materi pelatihan juga telah dikembangkan, meliputi modul pembelajaran interaktif, video tutorial, dan simulasi berbasis digital yang relevan dengan materi kompetisi. Sebagai upaya untuk memastikan transfer pengetahuan yang lebih efektif, materi pelatihan juga telah dikembangkan, meliputi modul pembelajaran interaktif, video tutorial, dan simulasi berbasis digital yang relevan dengan materi kompetisi.

Untuk kegiatan pengabdian berikutnya, disarankan untuk melibatkan mitra lokal dalam penyelenggaraan kompetisi guna memperluas jangkauan dan meningkatkan kualitas pelaksanaannya. Mitra lokal, seperti sekolah, komunitas pendidikan, atau pemerintah daerah, dapat berperan dalam menyediakan sumber daya tambahan serta mendukung promosi program ke komunitas yang lebih luas. Mitra lokal, seperti sekolah, komunitas pendidikan, atau pemerintah daerah, dapat berperan dalam menyediakan sumber daya tambahan serta mendukung promosi program ke komunitas yang lebih luas. Selain itu, pelibatan komponen pelatihan atau pembimbingan untuk peserta sebelum dan selama kompetisi dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran yang dihasilkan. Pelatihan ini akan membantu peserta mempersiapkan diri lebih baik dan memaksimalkan pengalaman mereka selama kompetisi.

Dengan langkah-langkah ini, kegiatan serupa di masa depan diharapkan tidak hanya memberikan dampak yang lebih besar dalam mendukung pendidikan STEM di Indonesia, tetapi juga menjadi model implementasi yang mudah direplikasi oleh institusi lain. Kompetisi ini dapat menjadi katalis bagi upaya pengembangan pendidikan berbasis kompetisi yang berkelanjutan, relevan, dan inklusif.

Referensi

- Arianto, D., & Apsari, N. C. (2023). Gambaran Aksesibilitas, Inklusivitas, dan Hambatan Penyandang Disabilitas Dalam Memanfaatkan Transportasi Publik: Studi Literatur di Berbagai Negara. *Focus : Jurnal Pekerjaan Sosial*, 5(2), 156. <https://doi.org/10.24198/focus.v5i2.42633>
- Astuti*, W., Sulastri, S., Syukri, M., & Halim, A. (2023). Implementasi Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Kreativitas Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(1), 25–39. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v11i1.26646>
- Ayeni, O. O., Unachukwu, C. C., Osawaru, B., Chisom, O. N., & Adewusi, O. E. (2024). Innovations in STEM education for students with disabilities : A critical examination. *International Journal of Science and Research Archive*, 11(1), 1797–1809.
- Dr. Sujarwo, M. P. (2011). Motivasi Berprestasi Sebagai Salah Satu Perhatian Dalam Memilih Strategi Pembelajaran. *Jurnal.Uny.Ac.Id*, 1–9. <https://journal.uny.ac.id/index.php/mip/article/download/6858/5891>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An Educational Psychology Success Story: Social Interdependence Theory and Cooperative Learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365–379. <https://doi.org/10.3102/0013189X09339057>
- Latip, S.Pd., M.Pd., A., Rahmانيar, A., Purnamasari, S., Abdurrahman, D., & Lestari, W. Y. (2022). Pengembangan Pembelajaran dengan Proyek Kolaborasi Berbasis Pendidikan STEM di MTs Al Musaddadiyah Kab. Garut. *JPM: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 32. <https://doi.org/10.52434/jpm.viii.1798>
- Maulido, S., Karmijah, P., & Sekolah, P. L. (2024). Upaya Meningkatkan Pendidikan Masyarakat Di Daerah Terpencil Vinanda Rahmi. *Jurnal Sadewa: Pembelajaran Dan Ilmu Sosial*, 2(1), 3021–7377. <https://doi.org/10.61132/sadewa.v2i1.488>
- Muchtar, A. H., & Ding, L. (2024). Integrated STEM Education in Indonesia: What Do Science Teachers Know and Implement? *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(1), 232–246. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v12i1.35588>
- Nugroho, H., Pattinasarany, I., Kusumadewi, L. R., & Kurniawan, K. (2021). Kesenjangan dan Pendidikan di Indonesia. *Pendidikan Untuk Apa Dan Untuk Siapa? Kajian Kritis Peta Jalan Pendidikan Indonesia 2020-2035, October 2022*, 1–6. <https://www.researchgate.net/publication/351563822>
- Rahmat, A. A., Hamdu, G., & Nur'aeni, E. (2020). Pengembangan Soal Tes Tertulis Berbasis Stem Dengan Pemodelan Rasch Di Sekolah Dasar. *Metodik Didaktik*, 16(1), 29–40. <https://doi.org/10.17509/md.v16i1.25099>
- Rahmawati, Y. (2023). Jurnal Riset Pendidikan Kimia. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 13(1), 49.
- Santoso, J. (2023). Mengatasi Tantangan Keterlibatan Mahasiswa: Strategi Efektif untuk Menciptakan Lingkungan Belajar yang Menarik. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 14(2), 469–478. <https://doi.org/10.37304/jikt.v14i2.267>
- Suwarno, S. (2019). Model Pembelajaran Teams Games Tournaments (TGT) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *PHILANTHROPY: Journal of Psychology*, 3(2), 110. <https://doi.org/10.26623/philanthropy.v3i2.1622>
- Warsito, Siregar, N. C., Gumilar, A., & Rosli, R. (2023). STEM for the 21st Century: Building a Stronger Workforce for the Digital Age. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(4), 879–894. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v12i4.1199>
- Zam Zam Hariro, A., Rahmadani Harahap, N., Puspitasari, P., Ardiyani, F., Melisa, W., Juliani, J., Studi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, P., & Tarbiyah dan Keguruan, F. (2024). Mengatasi Kesenjangan Digital dalam Pendidikan: Sosial dan Bets Practices. *Bahasa Dan Ilmu Sosial*, 2(4), 187–193. <https://doi.org/10.61132/nakula.v2i4.954>
- Zubaidah, S. (2019). STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics): Pembelajaran untuk memberdayakan keterampilan abad ke-21 [STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Learning to Empower 21st Century Skills]. *Seminar Nasional Matematika Dan Sains, September*, 1–18.