

## **SOSIALISASI TEKNOLOGI MODIFIKASI CUACA UNTUK PENINGKATAN LITERASI SAINS ATMOSFER BAGI SISWA SMA IT BAITUL ILMI BEKASI**

Tukiyat<sup>1\*</sup>, Murni Handayani<sup>2</sup>, Uliyatunnisa<sup>3</sup>, Ajeng Permata Suri<sup>4</sup>, Sonny Mochamad<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Informatika S-2, Program Pascasarjana, Universitas Pamulang,

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Informatika S-1, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang,

<sup>4,5</sup>Program Studi Teknik Informatika S-2, Program Pascasarjana, Universitas Pamulang, Serpong  
Tangerang Selatan

\*E-mail: dosen02711@unpam.ac.id\*, dosen02710@unpam.ac.id, dosen02516@unpam.ac.id

### **ABSTRAK**

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) Universitas Pamulang dilaksanakan di SMA IT Baitul Ilmi Bekasi dengan tujuan meningkatkan literasi sains atmosfer melalui sosialisasi teknologi modifikasi cuaca (TMC). Melalui sosialisasi Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC), inisiatif Pengabdian Masyarakat Universitas Pamulang (PKM) berupaya meningkatkan pengetahuan ilmu atmosfer di kalangan siswa SMA IT Baitul Ilmi Bekasi. Penyebab utamanya, mengingat urgensi penanganan perubahan iklim dan bencana hidrometeorologi, adalah kurangnya pemahaman siswa tentang dinamika atmosfer. Metode implementasinya terdiri dari tiga fase: tes pra dan pasca untuk evaluasi, penayangan video pembelajaran dengan diskusi kelompok, dan pengenalan prinsip-prinsip atmosfer. Dengan tingkat kepuasan rata-rata 83,7%, hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman siswa yang cukup signifikan, dan 98% peserta mengatakan kegiatan ini sangat berharga. Meskipun masih ada peluang untuk pengembangan di bidang keterlibatan dan antusiasme peserta, evaluasi keterampilan pembicara, metodologi, dan kualitas konten dinilai sangat baik. Secara keseluruhan, pendekatan PKM ini meningkatkan motivasi siswa dan kesadaran lingkungan secara instruktif, kontekstual, dan berhasil. Kegiatan ini memenuhi Tridharma Pilar Pendidikan Tinggi dengan hasil berupa penerbitan artikel ilmiah dan laporan pengabdian masyarakat, di samping dampak pengajarannya.

**Kata kunci:** atmosfer, pengabdian masyarakat, teknologi modifikasi cuaca, dan literasi sains.

### **ABSTRACT**

*The Community Service (PKM) activity conducted by Universitas Pamulang at SMA IT Baitul Ilmi Bekasi aimed to enhance students' atmospheric science literacy through the socialization of Weather Modification Technology (TMC). Through the socialization of Weather Modification Technology (TMC), the Pamulang University Community Service (PKM) initiative seeks to increase atmospheric science knowledge among SMA IT Baitul Ilmi Bekasi students. The main cause, considering the urgency of addressing climate change and hydrometeorological disasters, is students' inadequate comprehension of atmospheric dynamics. Three phases comprised the implementation method: a pre- and post-test for evaluation, an instructional video showing with group discussions, and an introduction to atmospheric principles. With an average satisfaction level of 83.7%, the activity's results demonstrated a considerable increase in student understanding, and 98% of participants said it was extremely valuable. Although there is certainly opportunity for development in the areas of involvement and participant enthusiasm, evaluations of the speakers' skill, methodology, and content quality were rated as very good. All things considered, this PKM approach increased student motivation and environmental awareness in an instructive, contextual, and successful manner. This activity fulfilled the Tridharma of Higher Education pillars with outputs in the form of scholarly article publishing and community service reports, in addition to its instructional impact.*

**Keywords:** *atmosphere, community service, weather modification technology, and science literacy.*

### **PENDAHULUAN**

Kemampuan literasi sains peserta didik di Indonesia masih berada pada tingkat rendah. Programme for International Student Assessment (PISA) adalah survei internasional yang menilai kemampuan literasi sains, membaca, dan matematika siswa berusia 15 tahun di berbagai negara. Hasil

PISA menunjukkan bahwa literasi sains siswa Indonesia menempati posisi ke-70 dari 79 negara partisipan (Munthe, 2025; Nuryanti, 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa siswa belum mampu secara memadai menggunakan pengetahuan sains untuk menganalisis fenomena alam dan mengambil keputusan berbasis konsep ilmiah (Hakim, 2023). Di sisi lain, Indonesia menghadapi tantangan perubahan iklim dan bencana hidrometeorologi, sehingga pemahaman tentang atmosfer dan teknologi modifikasi cuaca (TMC) menjadi penting untuk meningkatkan kapasitas mitigasi dan adaptasi bencana (Cludia, 2024).

Indonesia sebagai negara tropis sangat dipengaruhi oleh dinamika atmosfer global dan lokal seperti ENSO dan IOD yang dapat memicu cuaca ekstrem seperti kekeringan dan banjir. Fenomena ini menegaskan pentingnya literasi atmosfer untuk mendukung mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) menjadi salah satu inovasi yang dikembangkan untuk mengatasi berbagai permasalahan hidrometeorologi di Indonesia. Meskipun demikian, tingkat pemahaman siswa terhadap sains atmosfer masih rendah, dan pembelajaran di sekolah belum banyak mengaitkan teori dengan fenomena nyata. SMA IT Baitul Ilmi Bekasi dipilih sebagai mitra kegiatan karena memiliki potensi pengembangan literasi sains namun belum memperoleh akses materi atmosfer yang kontekstual.

Dalam konteks keberlanjutan dan mitigasi bencana, TMC telah diidentifikasi sebagai pendekatan teknologi untuk mengendalikan intensitas hujan dan mengurangi risiko bencana hidrometeorologi (Septiani, 2024). Namun, teknologi ini memerlukan pemahaman yang tepat oleh masyarakat, termasuk siswa, agar penerapannya efektif (Cahyani & Lestari, 2024). Sosialisasi melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PKM) menjadi medium penting untuk meningkatkan kesadaran siswa terhadap fenomena atmosfer dan penerapan TMC dalam kehidupan nyata. Literasi atmosfer yang belum banyak dikembangkan secara sistematis dalam kurikulum sekolah menegaskan perlunya intervensi edukatif ini (Intani, 2024).

Dengan meningkatkan literasi sains siswa—khususnya literasi sains atmosfer—melalui pendekatan edukatif dan sosialisasi, diharapkan siswa tidak hanya memahami konsep cuaca dan atmosfer tetapi juga mampu mengaitkannya dengan teknologi dan isu mitigasi bencana (Wahab, Wasis, & Yuliani, 2023). Integrasi aktivitas kontekstual dan partisipatif dalam pembelajaran sains terbukti meningkatkan literasi sains siswa secara signifikan (Kopacz, 2021; Jurnal Universitas Labuhanbatu, 2024). Melalui PKM yang menggabungkan penyampaian materi, diskusi interaktif, dan simulasi sederhana, diharapkan terjadi peningkatan pemahaman, motivasi belajar, dan kesadaran lingkungan siswa (Munthe, 2025). Oleh karena itu, kegiatan sosialisasi TMC yang dirancang secara kontekstual di sekolah menengah menjadi kontribusi penting terhadap pendidikan sains dan mitigasi bencana.

## **METODE**

Kegiatan dilaksanakan melalui tiga tahap utama: (1) Persiapan, meliputi penyusunan materi presentasi dan modul edukatif serta koordinasi dengan pihak sekolah. Adapun peserta dalam kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini berjumlah 120 Siswa dari SMA Baitul Ilmi Bekasi; (2) Pelaksanaan, berupa sosialisasi dengan metode ceramah interaktif, diskusi, dan pemutaran video edukatif; (3) Pendampingan, yaitu pemberian modul bagi guru serta komunikasi lanjutan untuk memastikan keberlanjutan literasi atmosfer di sekolah.

## **HASIL**

### **A. Pelaksanaan Kegiatan**

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) dilaksanakan selama satu hari di SMA IT Baitul Ilmi Bekasi. Pelaksanaan kegiatan dibagi menjadi tiga sesi utama:

#### **1). Pengenalan Konsep Dasar Atmosfer**

Sesi ini berisi penjelasan mengenai konsep dasar atmosfer dan proses terbentuknya hujan melalui presentasi interaktif oleh narasumber. Materi disampaikan menggunakan media visual berupa slide dan contoh fenomena cuaca yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

#### **2). Pemutaran Video Animasi dan Diskusi Kelompok**

Untuk memperkuat pemahaman siswa, kegiatan dilanjutkan dengan pemutaran video animasi edukatif mengenai fenomena atmosfer dan teknologi modifikasi cuaca (TMC). Setelah itu dilakukan diskusi kelompok yang mendorong siswa untuk menganalisis dan menyampaikan pendapat mereka.

#### **3). Evaluasi dan Refleksi**

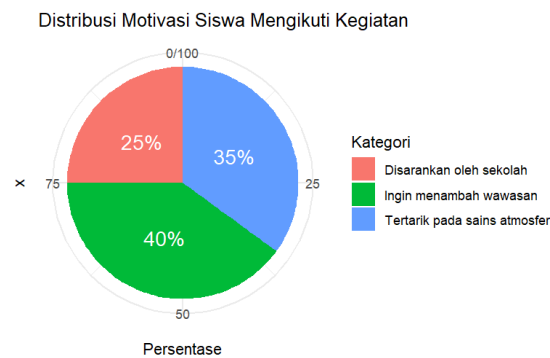
Pada akhir kegiatan, dilakukan pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman siswa terhadap materi yang diberikan. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa menunjukkan antusiasme tinggi dan aktif dalam berdiskusi. Berdasarkan hasil pre-test dan post-test, rata-rata skor pemahaman siswa mengalami peningkatan yang signifikan, menunjukkan efektivitas metode pembelajaran yang diterapkan.



Gambar 1. Pelaksanaan PKM di SMA IT Baitul Ilmi Bekasi

## B. Karakteristik Peserta Kegiatan

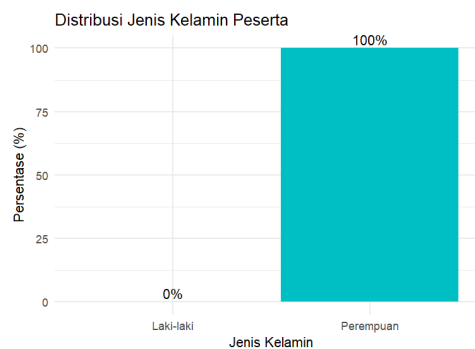
### 1. Distribusi Motivasi Siswa Mengikuti Kegiatan



Gambar 2. Distribusi Motivasi Siswa Mengikuti Kegiatan

Grafik pertama menunjukkan motivasi siswa dalam mengikuti kegiatan pelatihan. Sebagian besar peserta (50%) termotivasi oleh keinginan untuk menambah keterampilan baru. Sebanyak 25% peserta mengikuti kegiatan karena tuntutan tugas sekolah, sedangkan 25% lainnya karena ingin menambah pengalaman. Temuan ini menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan menarik minat peserta terutama dari aspek pengembangan kemampuan pribadi dan profesional.

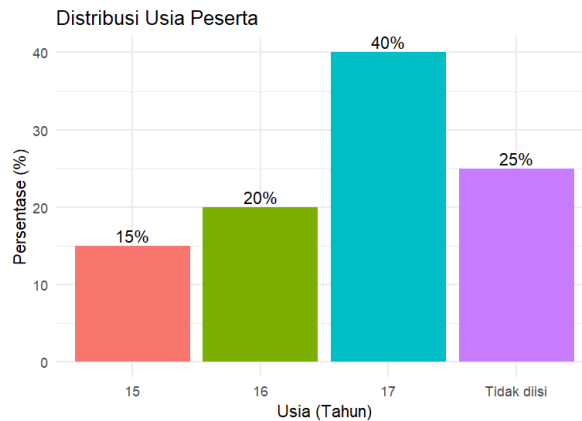
### 2. Distribusi Jenis Kelamin Peserta



Gambar 3. Distribusi Jenis Kelamin Peserta

Grafik kedua menggambarkan bahwa seluruh peserta kegiatan (100%) berjenis kelamin perempuan, sedangkan tidak ada peserta laki-laki. Dapat disampaikan bahwa sekolah ini khusus untuk putri dan tidak dicampur dengan laki—laki.

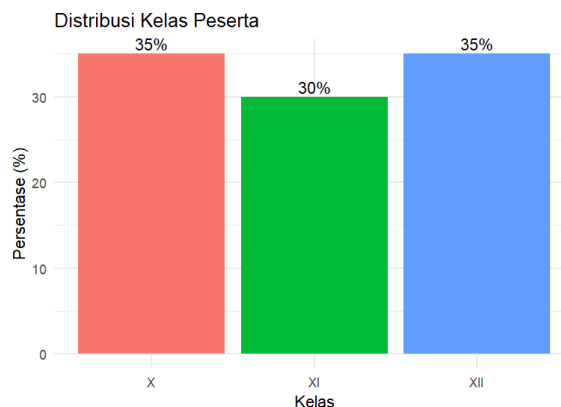
### 3. Distribusi Usia Peserta



Gambar 4. Distribusi Usia Peserta

Grafik ketiga memperlihatkan bahwa mayoritas peserta berusia antara 17–18 tahun (40%), diikuti kelompok usia 16 tahun (25%), 15 tahun (20%), dan 19 tahun (15%). Distribusi ini menunjukkan bahwa peserta kegiatan umumnya berada pada usia sekolah menengah atas, yang sesuai dengan target kegiatan pelatihan bagi siswa SMK. Dominasi usia 17–18 tahun menunjukkan bahwa peserta berada pada masa yang ideal untuk mengasah keterampilan digital dan kreativitas.

### 4. Distribusi Kelas Peserta



Gambar 5. Distribusi Kelas Peserta

Grafik keempat memperlihatkan distribusi peserta berdasarkan kelas. Sebanyak 35% peserta berasal dari kelas XI, 30% dari kelas X, dan 35% dari kelas XII. Komposisi ini relatif seimbang, menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan menjangkau seluruh tingkat kelas secara proporsional.

Keterlibatan siswa dari berbagai tingkat menunjukkan antusiasme merata terhadap pelatihan desain grafis Canva di lingkungan sekolah.

### **C. Motivasi Peserta Mengikuti Kegiatan**

Hasil survei menunjukkan bahwa motivasi peserta dalam mengikuti kegiatan beragam. Sebagian besar peserta mengikuti kegiatan karena ingin menambah wawasan dan memperluas pengetahuan mereka. Sebagian lainnya tertarik pada bidang sains atmosfer sehingga terdorong untuk berpartisipasi secara aktif. Selain itu, beberapa peserta mengikuti kegiatan atas saran atau rekomendasi dari pihak sekolah sebagai bagian dari dukungan terhadap peningkatan kompetensi akademik siswa.

Tabel 1. Distribusi Motivasi Siswa Mengikuti Kegiatan

| No           | Kategori Motivasi            | Jumlah    | Persentase (%) |
|--------------|------------------------------|-----------|----------------|
| 1            | Ingin menambah wawasan       | 8         | 40%            |
| 2            | Tertarik pada sains atmosfer | 7         | 35%            |
| 3            | Disarankan oleh sekolah      | 5         | 25%            |
| <b>Total</b> |                              | <b>20</b> | <b>100%</b>    |

Berdasarkan data tersebut, motivasi siswa paling dominan adalah **“Ingin menambah wawasan” (40%)**, menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki dorongan intrinsik untuk memperluas pengetahuan mereka. Selanjutnya, **35% siswa tertarik pada bidang sains atmosfer**, yang menandakan adanya minat akademik khusus terhadap tema kegiatan. Sementara itu, **25% siswa mengikuti kegiatan karena disarankan oleh sekolah**, menunjukkan adanya pengaruh eksternal dalam partisipasi siswa.

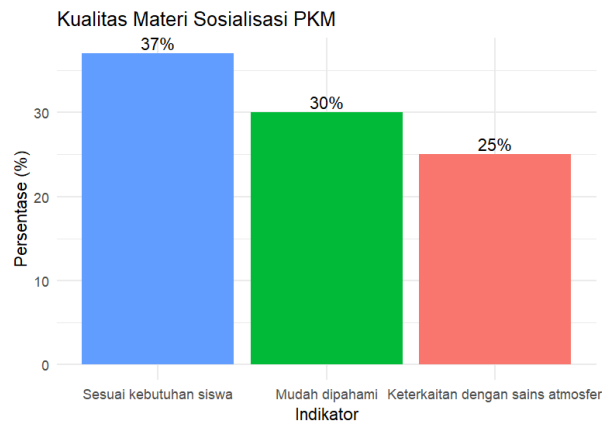
## **PEMBAHASAN**

### **1. Respon Peserta terhadap Kegiatan**

Kegiatan PKM ini dinilai sangat edukatif dan menambah pengetahuan peserta tentang sains atmosfer, khususnya dalam memahami teknologi modifikasi cuaca, meteorologi, klimatologi, dan geofisika. Peserta merasa kegiatan ini memberikan wawasan baru bahwa proses modifikasi cuaca tidak dapat dilakukan sembarangan dan membutuhkan pemahaman ilmiah yang mendalam. Secara umum, kegiatan sudah terlaksana dengan baik dan menarik, namun beberapa peserta menyarankan agar penyampaian materi dapat dilakukan dengan suara yang lebih lantang dan jelas, serta disertai antusiasme yang lebih tinggi dari para pemateri. Selain itu, peserta juga mengusulkan agar kegiatan serupa lebih sering diadakan untuk mengedukasi masyarakat luas agar tidak mudah percaya pada informasi yang tidak valid mengenai fenomena cuaca. Disarankan pula untuk memberikan waktu bagi siswa mencatat materi, menampilkan lebih banyak video pendukung seperti proses modifikasi cuaca, dan menjadikan sesi presentasi lebih interaktif agar tidak membosankan. Secara keseluruhan, kegiatan PKM Universitas

Pamulang ini telah berjalan dengan baik, bermanfaat, dan diharapkan dapat terus ditingkatkan di masa mendatang.

## 2. Penilaian Kualitas Materi Sosialisasi



Gambar 6. Kualitas Materi Sosialisasi PKM

Penilaian kualitas materi sosialisasi PKM menurut Gambar 6., sebanyak 37% peserta menilai materi sudah sesuai dengan kebutuhan siswa, sementara 30% menyatakan materi mudah dipahami. Namun, hanya 25% peserta yang menilai materi memiliki keterkaitan kuat dengan sains atmosfer atau pelajaran sekolah. Hasil ini menunjukkan bahwa secara umum materi sosialisasi dinilai relevan dan komunikatif, meskipun masih diperlukan penyesuaian agar lebih terintegrasi dengan konteks pembelajaran di kelas.

## 3. Penilaian Kualitas Penyampaian Narasumber

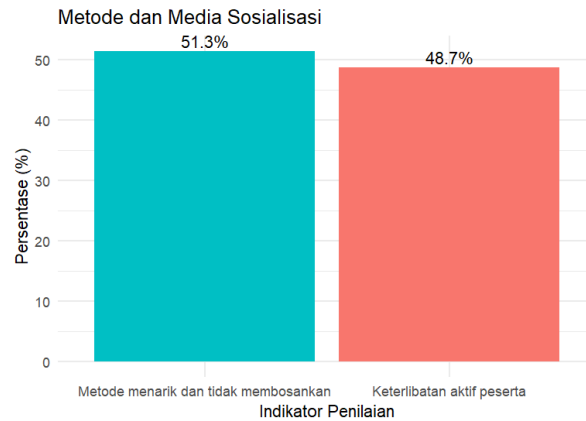
Berdasarkan data yang ditampilkan pada grafik, kualitas penyampaian narasumber diukur melalui empat indikator utama dengan variasi nilai dalam bentuk persentase. Indikator *Pengetahuan tentang materi* memperoleh skor tertinggi sebesar **40%**, menunjukkan bahwa peserta menilai narasumber memiliki penguasaan substansi yang sangat baik. Selanjutnya, indikator *Kesiapan menjawab pertanyaan* berada pada posisi kedua dengan nilai **38,5%**, menandakan kemampuan narasumber dalam merespons pertanyaan dinilai cukup optimal.

Indikator *Kejelasan dan sistematika penyampaian* memperoleh skor **36,5%**, yang menunjukkan bahwa penyampaian materi dinilai baik namun masih memiliki ruang untuk peningkatan dari segi struktur dan kejelasan informasi. Sementara itu, indikator *Interaktivitas dan antusiasme* memperoleh skor terendah, yaitu **25%**, menggambarkan bahwa aspek partisipasi dan keterlibatan audiens masih relatif rendah dibandingkan indikator lainnya.

Secara keseluruhan, distribusi nilai tersebut mencerminkan bahwa kompetensi kognitif narasumber (penguasaan materi dan kesiapan menjawab) menonjol lebih tinggi dibandingkan dengan kompetensi afektif dan komunikatif (interaktivitas dan antusiasme). Oleh karena itu, diperlukan

peningkatan pada dimensi interaksi dan penyampaian agar efektivitas komunikasi dan partisipasi peserta dapat lebih optimal.

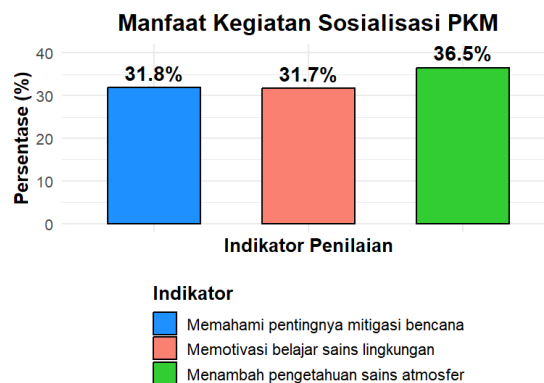
#### 4. Penilaian Metode dan Media Sosialisasi



Gambar 7. Metode dan Media Sosialisasi

Metode dan media sosialisasi mempunyai perbandingan yang relatif seimbang antara dua indikator penilaian utama. Indikator *“Metode menarik dan tidak membosankan”* memperoleh persentase **51,3%**, sedikit lebih tinggi dibandingkan *“Keterlibatan aktif peserta”* yang mencapai **48,7%**. Perbedaan sebesar **2,6 poin persentase** ini mengindikasikan bahwa meskipun keduanya dinilai positif, aspek daya tarik dan variasi metode sosialisasi masih dipersepsikan sedikit lebih baik daripada tingkat partisipasi aktif peserta secara langsung.

#### 5. Penilaian Manfaat Kegiatan

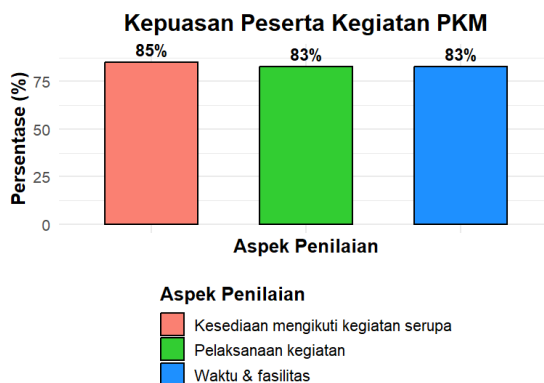


Gambar 8. Penilaian Manfaat Kegiatan Sosial PKM

Berdasarkan Gambar 8., manfaat Kegiatan Sosialisasi PKM, dapat disimpulkan bahwa kegiatan sosialisasi memberikan dampak positif yang relatif seimbang pada ketiga indikator penilaian. Indikator menambah pengetahuan sains atmosfer memperoleh persentase tertinggi sebesar 36,5%, menunjukkan bahwa mayoritas peserta merasakan peningkatan pemahaman terkait sains atmosfer setelah kegiatan berlangsung. Sementara itu, indikator memahami pentingnya mitigasi bencana dan memotivasi belajar

sains lingkungan masing-masing memperoleh persentase 31,8% dan 31,7%, yang mengindikasikan bahwa kegiatan PKM juga efektif dalam meningkatkan kesadaran mitigasi bencana serta mendorong minat belajar peserta terhadap sains lingkungan, meskipun dengan capaian yang sedikit lebih rendah dibandingkan indikator pengetahuan sains atmosfer.

## 6. Tingkat Kepuasan Peserta



Gambar 9. Kepuasan Peserta Kegiatan PKM

Berdasarkan Gambar 9., tingkat kepuasan peserta menunjukkan hasil yang sangat tinggi pada seluruh aspek penilaian. Aspek kesediaan mengikuti kegiatan serupa memperoleh persentase tertinggi sebesar 85%, yang mencerminkan antusiasme dan penerimaan positif peserta terhadap kegiatan PKM. Sementara itu, aspek pelaksanaan kegiatan serta waktu dan fasilitas masing-masing memperoleh nilai 83%, menandakan bahwa secara umum peserta menilai pelaksanaan kegiatan berjalan dengan baik serta didukung oleh pengaturan waktu dan fasilitas yang memadai, sehingga keseluruhan kegiatan PKM dapat dikategorikan berhasil dan memuaskan.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data peserta, kegiatan sosialisasi PKM diikuti oleh 20 siswa dengan latar belakang yang relatif beragam. Motivasi utama peserta mengikuti kegiatan ini didominasi oleh keinginan untuk menambah wawasan (40%) dan ketertarikan terhadap sains atmosfer (35%), sementara sisanya mengikuti kegiatan atas rekomendasi sekolah (25%). Dari sisi demografi, seluruh peserta berjenis kelamin perempuan (100%), dengan rentang usia didominasi oleh usia 17 tahun (40%). Peserta berasal dari jenjang kelas X, XI, dan XII dengan distribusi yang relatif seimbang, sehingga kegiatan ini menjangkau siswa lintas tingkat secara proporsional.

Evaluasi terhadap kualitas pelaksanaan menunjukkan bahwa materi sosialisasi dinilai cukup relevan dan efektif. Sebanyak 37% peserta menilai materi sesuai dengan kebutuhan siswa, 30% menyatakan materi mudah dipahami, dan 25% menilai materi memiliki keterkaitan yang baik dengan

sains atmosfer. Dari aspek metode dan media, kegiatan dinilai menarik dan tidak membosankan (51,3%), serta mampu mendorong keterlibatan aktif peserta (48,7%). Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan penyampaian materi telah dirancang secara partisipatif dan komunikatif, sehingga mendukung proses pembelajaran yang interaktif.

Dari sisi manfaat dan kepuasan, kegiatan PKM memberikan dampak positif bagi peserta. Manfaat terbesar yang dirasakan adalah peningkatan pengetahuan tentang sains atmosfer (36,5%), diikuti oleh peningkatan pemahaman mengenai pentingnya mitigasi bencana (31,8%) dan motivasi untuk mempelajari sains lingkungan (31,7%). Tingkat kepuasan peserta juga tergolong tinggi, ditunjukkan oleh kesediaan mengikuti kegiatan serupa di masa depan (85%), serta penilaian positif terhadap pelaksanaan kegiatan (83%) dan aspek waktu serta fasilitas (83%). Secara keseluruhan, kegiatan sosialisasi PKM dapat disimpulkan berjalan dengan baik, relevan dengan kebutuhan siswa, dan memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan literasi sains atmosfer.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Yayasan Sasmita Jaya yang telah mendanai kegiatan ini melalui Dana Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Akademik 2025/2026, berdasarkan Surat Kontrak No: 0449/D5/SPKPM/LPPM/UNPAM/X/2025, serta kepada pihak SMA IT Baitul Ilmi Bekasi atas dukungan dan partisipasinya dalam kegiatan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- BPPT. (2019). Laporan Pelaksanaan Teknologi Modifikasi Cuaca di Indonesia. Jakarta: BPPT.
- Bybee, R. W. (2015). *Science Literacy and the Environment: Understanding the Context*. Springer.
- Cahyani, S. R., & Lestari, N. A. (2024). *Improving students' scientific literacy by the implementation of PBL model integrated with climate action*. *Science Education and Application Journal*, 6(2), 126–137.  
[https://www.researchgate.net/publication/384738705\\_Improving\\_Students%27\\_Scientific\\_Literacy\\_by\\_The\\_Implementation\\_of\\_PBL\\_Model\\_Integrated\\_with\\_Climate\\_Action](https://www.researchgate.net/publication/384738705_Improving_Students%27_Scientific_Literacy_by_The_Implementation_of_PBL_Model_Integrated_with_Climate_Action)
- Cludia, C. (2024). *The effectiveness of weather modification technology in ...* *SONAR Journal*.  
<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sonar/article/viewFile/29824/13866>
- Field, C. B., et al. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. IPCC.
- Hakim, A. (2023). *Exploration of climate literacy level of high school students*. *Jurnal JIPF*.  
<https://journal.stkipsingkawang.ac.id/index.php/JIPF/article/view/3240>
- Hidayat, R., & Ando, K. (2020). Climate variability and extreme weather events in Indonesia. *Journal of Climate Research*, 8(2), 101–110.
- Intani, Q. (2024). *Low-carbon literacy profile of senior high school students*. *Varidika Journal*.  
<https://journals2.ums.ac.id/index.php/varidika/article/view/8171>
- Jurnal Universitas Labuhanbatu. (2024). *Scientific literacy among Indonesian high school students*.  
<http://journal.labuhanbatu.ac.id>
- Kopacz, D. M. (2021). *Course redesign and the development of an atmospheric science course*. ERIC.  
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1341644.pdf>

- Kristianto, A., Yulihastin, E., & Rahadi, R. (2019). Weather Modification Technology in Indonesia: Progress and Application. *Indonesian Journal of Atmospheric Sciences*, 7(1), 12–21.
- Munthe, D. W. (2025). *The analysis of science literacy aspects in high school students*. Jurnal Nukleus. <https://jurnal.ulb.ac.id/index.php/nukleus/article/download/6818/5245>
- Nuryanti, T. (2023). *Science literacy profile of junior high school students on climate change material*. JPPIPA. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/5208>
- Pratiwi, A., et al. (2021). Contextual Learning in Science Education for Climate Literacy. *Journal of Environmental Education*, 12(3), 45–56.
- Ridwan, H., Nurhayati, S., & Putra, D. (2022). Students' Understanding of Atmospheric Phenomena in Senior High Schools. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(2), 67–75.
- Sari, D., & Hidayat, R. (2020). Climate Change Literacy among Indonesian Students. *Environmental Education Review*, 9(1), 25–33.
- Septiani, E. (2024). *Integration of climate change education in school curriculum*. Proceedings ISET. <https://proceeding.unnes.ac.id/ISET/article/download/3916/3348>
- Syarifuddin, S., Nusantara, T., Qohar, A., & Muksar, M. (2020). Students' Thinking Processes Connecting Quantities in Solving Covariation Mathematical Problems in High School Students of Indonesia. *Participatory Educational Research*, 7(3), 59–78. <https://doi.org/10.17275/per.20.35.7.3>
- Wahab, M. N. N. D., Wasis, W., & Yuliani, Y. (2023). *Profile of junior high school students' scientific literacy*. IJORER. <https://journal.ia-education.com/index.php/ijorer/article/view/292>
- WMO. (2018). Guidelines on Weather Modification Activities. Geneva: World Meteorological Organization.
- Yulihastin, E., et al. (2020). The Role of Weather Modification in Forest Fire Prevention in Indonesia. *Atmospheric Research Journal*, 15(2), 33–42.
- NAACP. (1999). Calls for Presidential Order to Halt Police Brutality Crisis. Amerika: NCTM