

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

---

## E-MODUL IPA BERBANTUAN *AUGMENTED REALITY* UNTUK MENINGKATKAN MODEL MENTAL SISWA

**Frida Afra Adhani, Arif Widiyatmoko**

Program Studi Pendidikan IPA Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang  
Email korespondensi: [fridaafra2017@students.unnes.ac.id](mailto:fridaafra2017@students.unnes.ac.id)

### ABSTRAK

Kemajuan teknologi telah membawa dampak signifikan dalam bidang pendidikan. Salah satu pendekatan yang diusulkan untuk memenuhi tantangan ini adalah penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran, terutama dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21. Pemahaman siswa dalam pembelajaran dipengaruhi oleh model mental yang terbentuk melalui proses kognitif dan pengalaman hidup. Salah satu tantangan dalam pembelajaran IPA adalah kurangnya penekanan pada tingkat submikroskopis, yang mempengaruhi pemahaman siswa karena pembelajaran lebih terfokus pada tingkat makroskopis dan simbolik. Metode penelitian yang digunakan adalah tinjauan literatur dengan mengkaji berbagai literatur jurnal nasional dan jurnal internasional dari sumber-sumber ilmiah yang relevan. Berdasarkan tinjauan literatur didapatkan hasil bahwa e-modul berbantuan *Augmented Reality* (AR) dapat dijadikan alternatif solusi untuk meningkatkan model mental siswa dalam memvisualisasikan konsep-konsep materi tingkat submikroskopis secara lebih jelas.

**Kata kunci:** E-Modul; *Augmented Reality* ; Model Mental

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

---

## PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi menunjukkan perkembangan dan inovasi yang berkelanjutan di pendidikan, dengan tujuan menumbuhkan potensi siswa untuk kehidupan masa depan, pendidikan harus menghasilkan individu yang memiliki keterampilan untuk menghadapi tantangan sehari-hari. Oleh karena itu, penggunaan teknologi pembelajaran penting dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 bagi siswa. Keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, dan komunikasi, mendukung siswa dalam menyelesaikan permasalahan di kehidupan nyata. Dalam pembelajaran IPA, siswa perlu memahami konsep secara mendalam untuk mengaplikasikannya di sehari-hari (Suharyat et al; Worapun et al., 2022).

Pemahaman siswa terhadap konsep dalam pembelajaran dipengaruhi oleh model mental yang mereka miliki, yang terbentuk melalui proses kognitif dan pengalaman hidup. Lima faktor beragam, seperti penjelasan guru, bahasa, pengalaman hidup, hubungan sosial, dan sebab-akibat, mempengaruhi model mental siswa. Kurangnya penekanan pada tingkat submikroskopis dalam pembelajaran IPA menjadi hal yang berpengaruh terhadap pemahaman siswa karena pembelajaran lebih terfokus pada level makroskopis dan simbolik. Variasi pandangan ilmiah siswa terhadap fenomena juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti buku pelajaran, bahasa, lingkungan sosial, dan intuisi (Saksono et al., 2023).

Pengelolaan materi dalam pembelajaran IPA penting untuk mencapai tujuan pembelajaran. Pemanfaatan teknologi dalam penggunaan media pembelajaran menjadi krusial. Bahan ajar seperti modul cetak seringkali kurang efektif karena penjelasannya padat dan kurang menarik. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah mengembangkan modul elektronik (e-modul) yang memanfaatkan teknologi digital, memungkinkan siswa mengakses materi di mana saja dan kapan saja tanpa batasan ruang dan waktu. E-modul juga lebih interaktif dengan tautan navigasi yang terhubung dengan kegiatan pembelajaran (Aninindya et al., 2022).

Penggunaan teknologi *augmented reality* (AR) dalam e-modul memungkinkan penggabungan benda maya 2D atau 3D ke dalam lingkungan nyata melalui perangkat ponsel. AR memungkinkan integrasi representasi IPA pada model mental siswa, sehingga bagian-bagian yang tidak dapat dijangkau oleh mata telanjang dapat digambarkan melalui visualisasi dari AR (Wildan et al., 2023).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur untuk mengkaji literatur jurnal baik dari jurnal nasional maupun internasional yang berkaitan dengan penggunaan e-modul yang berbantuan *augmented reality* dalam pembelajaran IPA dengan tujuan meningkatkan model mental siswa. Proses pencarian data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: pertama, mengidentifikasi masalah kurangnya pemahaman siswa terhadap level submikroskopis dalam pembelajaran IPA; kedua, mengidentifikasi model mental siswa yang relevan dalam konteks pembelajaran IPA; ketiga, memperkuat penerapan e-modul IPA berbantuan *augmented reality* dalam pembelajaran IPA; keempat, meningkatkan pemanfaatan e-modul IPA berbantuan *augmented reality* dalam pembelajaran IPA; kelima, merangkum temuan dari penelitian sebelumnya dengan pemikiran-pemikiran baru yang telah dikembangkan oleh peneliti; dan terakhir, menyimpulkan ulasan literatur ini.

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Model mental siswa merupakan representasi internal pengetahuan dan pemahaman mereka tentang suatu konsep. Model mental ini dapat diamati melalui berbagai indikator, antara lain, pemahaman konsep : kemampuan siswa untuk menjelaskan konsep dengan kata-kata mereka sendiri, kemampuan siswa untuk menghubungkan konsep dengan konsep lain. Representasi mental : kemampuan siswa untuk memahami representasi simbolik dan abstrak. Kemampuan Memecahkan Masalah : kemampuan siswa untuk mengidentifikasi masalah dan mengembangkan solusi (Sevian & Talanquer, 2014).

Rendahnya model mental siswa dipengaruhi oleh kurangnya pemahaman pada tingkat submikroskopis. Merujuk pada Gentner & Stevens, (2014), model mental dapat dibentuk melalui penjelasan dan pemahaman tingkat submikroskopis. Hal ini berkaitan dengan proses belajar yang dialami siswa. Proses pembelajaran dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti guru, sumber belajar, dan model pembelajaran. Rendahnya model mental siswa disebabkan oleh model pembelajaran yang kurang menekankan pada tingkat submikroskopis (Sevian & Talanquer, 2014).

Setiap siswa pasti memiliki model mental yang berbeda-beda karena pandangan ilmiah masing-masing pebelajar terhadap suatu fenomena juga berbeda. Berdasarkan artikel yang dikaji, ada beberapa faktor. Berikut faktor-faktor yang mempengaruhi model mental siswa berdasarkan artikel review 5 tahun terakhir dari 2019-2024 dalam memahami konsep kimia yang disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi model mental siswa

Faktor-faktor yang mempengaruhi model mental siswa	Penulis
Rendahnya model mental siswa diakibatkan oleh proses pembelajaran tingkat makroskopis ke tingkat simbolik tanpa mengaitkannya dengan tingkat pemahaman submikroskopis.	Bongers et al. (2019); Cahya et al. (2019); Sari, D. R., et al. (2021); Suja et al. (2021); Syarifudin & Dwi (2020); Nurhayati, D., & Sari, D. R. (2022)
hubungan yang tidak akurat antara fenomena kimia dapat menyebabkan model mental kurang berkembang dan terbatas.	Derman et al. (2019); Wright & Oliver-Hoyo (2020)
Visualisasi imajinatif dalam media pembelajaran yang membuat pikiran siswa terhadap pemahaman konsep menjadi kurang	Atikah et al. (2023); Bongers et al. (2020); Pikoli et al. (2022); Haili, H (2022)

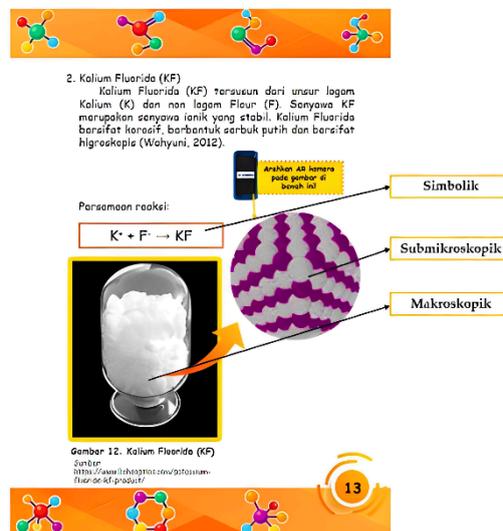
Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata faktor yang mempengaruhi rendahnya model mental siswa adalah proses pembelajaran yang kurang menekankan pada tingkat submikroskopis, dan lebih banyak terfokus pada level makroskopis dan simbolik. Kemudian, ketidakakuratan antara fenomena kimia dalam kehidupan nyata dan dalam materi pembelajaran juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya model mental siswa. Selain itu, media pembelajaran sebagai visualisasi imajinatif untuk mengembangkan pemahaman konsep menjadi hal yang perlu diperhatikan juga untuk meningkatkan minat siswa dalam memahami konsep IPA, sehingga dapat meningkatkan model mental siswa.

Pengelolaan materi pembelajaran IPA menjadi salah satu aspek penting untuk mencapai tujuan pembelajaran (Rasmawan et al., 2022). Pemanfaatan media pembelajaran yang mengacu pada perkembangan teknologi sangat dibutuhkan untuk proses pembelajaran yang berlangsung antara siswa dan guru (Hasanah et al., 2021). Pemanfaatan teknologi digital berupa modul elektronik atau e-modul yang bertujuan agar siswa memiliki bahan ajar mandiri

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

dan bisa digunakan dimana saja tanpa dibatasi oleh ruang dan waktu (Pramana et al., 2020). Setiap kegiatan pembelajaran di dalam e-Modul dihubungkan dengan tautan (*link*) sebagai navigasi yang dapat membuat siswa menjadi lebih interaktif. Penyajian materi didalam e-modul juga dapat dilengkapi dengan teknologi *augmented reality* (AR). AR merupakan teknologi digital yang memungkinkan untuk melakukan penggabungan benda maya 2 dimensi atau 3 dimensi kedalam lingkungan yang nyata secara langsung melalui ponsel pemakainya (Thahir & Kamaruddin, 2021). AR memungkinkan penyatuan ketiga tingkatan representasi kimia pada model mental siswa, karena dapat menyelaraskan pengalaman dunia maya dengan dunia nyata. Di dalam dunia nyata, elemen-elemen dunia maya seperti animasi molekul senyawa (submikroskopik) dan simbol senyawa (simbolik) dapat ditampilkan secara visual (Wildan et al., 2023). Berikut ini tampilan e-modul IPA berbantuan *Augmented Reality* (AR) dalam penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya dapat dilihat pada gambar 1 dan 2.



**Gambar 1.** Tampilan 3 level representasi kimia dalam e-modul berbantuan AR  
Sumber : (Apriani *et al.*,2021 )



**Gambar 2.** Tampilan struktur senyawa (submikroskopis) pada e-modul berbantuan AR  
Sumber : (Hurrahman *et al.*,2022 )

Penggunaan e-modul AR dalam pembelajaran IPA khususnya sub materi kimia dapat meningkatkan motivasi siswa dalam mempelajari teori kimia dan meningkatkan keterlibatan

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

---

siswa dalam mempelajari konsep-konsep abstrak seperti partikel, atom, ion, dan molekul (Apriani *et al.*, 2021). Penggunaan teknologi AR efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa dan mampu memberikan representasi visual yang jelas dan interaktif dalam memahami konsep bentuk molekul dan interaksi antar molekul. E-modul AR dapat membantu siswa untuk lebih memahami materi pembelajaran dengan cara memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam bentuk 3D. Hal ini dapat membantu siswa untuk lebih mudah mengingat dan menerapkan konsep-konsep tersebut.

E-modul IPA berbantuan AR memiliki akses langsung ke representasi visual yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi dan memahami struktur dan proses pada tingkat submikroskopis dengan lebih baik. Kemampuan untuk melihat dan berinteraksi dengan komponen-komponen submikroskopis seperti partikel, atom, ion, dan molekul secara langsung melalui teknologi AR dapat memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kimia yang sulit dipahami secara konvensional. Dengan demikian, integrasi AR dalam e-modul dapat menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan model mental siswa dalam memahami konsep-konsep IPA. Namun, dalam penerapannya tentu saja e-modul ini memiliki kekurangan, seperti ketergantungan pada perangkat, dimana penggunaan e-modul AR memerlukan perangkat, seperti smartphone atau tablet, dengan kamera dan kemampuan AR yang memadai. Hal ini dapat menjadi kendala bagi siswa yang tidak memiliki perangkat yang kompatibel atau akses internet yang stabil. Penggunaan e-modul AR membutuhkan literasi digital yang baik dari siswa dan guru. Hal ini perlu diperhatikan dalam tahap implementasi dan pelatihan agar e-modul AR dapat digunakan secara optimal. Kendala lain, yaitu dalam penerapan teknologi AR adalah kualitas gambar kamera smartphone yang kurang tajam, sehingga marker sulit dikenali. Faktor lain yang mempengaruhinya adalah pencahayaan ruangan yang redup, sehingga marker sulit dideteksi. Pencahayaan yang memadai di sekitar marker terbukti meningkatkan kualitas tampilan objek 3D dalam aplikasi (Stanaya dkk., 2019).

## KESIMPULAN

Kemajuan teknologi yang terus berkembang memberikan potensi besar bagi pengembangan keterampilan siswa untuk menghadapi tantangan masa depan. Teknologi pembelajaran, khususnya integrasi *Augmented Reality* (AR) dalam e-modul, telah terbukti menjadi alat yang efektif dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 bagi siswa. E-modul IPA berbantuan AR memberikan akses langsung ke representasi visual, terutama pada tingkat submikroskopis yang sering diabaikan dalam pembelajaran tradisional. Dengan memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi dan memahami konsep kimia secara lebih mendalam, e-modul AR membantu memperkuat model mental siswa. Penggunaan teknologi AR dalam e-modul menjadi salah satu langkah penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di sekolah dengan memberikan representasi visual yang interaktif dan memfasilitasi pemahaman konsep-konsep abstrak dengan lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

Apriani, R., Harun, A. I., Erlina, E., Sahputra, R., & Ulfah, M. (2021). Pengembangan modul berbasis multipel representasi dengan bantuan teknologi augmented reality untuk membantu siswa memahami konsep ikatan kimia. *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 5(4), 305-330.

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

---

- Allo, R. E., & Christian, D. (2022). Pengembangan e-module augmented reality (AR) berbasis android untuk pembelajaran fisika kelas X SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 23(1), 1-10.
- Bongers, A., Lemmer, M., Van Weelden, A., & Savelsbergh, E. (2019). The role of visualizations and metaphors in learning about chemical bonding. *International Journal of Science Education*, 41(13), 1674-1692
- Bongers, A., Beauvoir, B., Streja, N., Northoff, G., & Flynn, A. B. (2020). Building mental models of a reaction mechanism: The influence of static and animated representations, prior knowledge, and spatial ability. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(2), 496-512.
- Cahya, R. D. A., Widiyanti, S. R., & Sari, R. (2019). The effect of three-tier representational learning on chemistry students' conceptual understanding: A meta-analysis. *Journal of Baltic Science Education*, 18(2), 261-282
- Derman, D., & Lemmer, M. (2019). The role of student experiences and instructional design in shaping chemistry students' mental models. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 1-18.
- Haili, H. (2022). Pembelajaran Berbasis Multirepresentasi Upaya Meningkatkan Model Mental Fisika Siswa. *SKULA: Jurnal Pendidikan Profesi Guru Madrasah*, 2(3), 229-238.
- Hurrahman, M., Erlina, E., Melati, H. A., Enawaty, E., & Sartika, R. P. (2022). Pengembangan e-modul berbasis multipel representasi dengan bantuan teknologi augmented reality untuk pembelajaran materi bentuk molekul. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 10(1), 89-114.
- Laili, N. F., Kurniasih, R., & Rozakin, M. (2019). Pengembangan e-modul berbasis augmented reality (AR) pada materi sistem tata surya untuk siswa kelas VI SDN 1 Kepanjen Malang. *Jurnal Pendidikan IPA Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 6(2), 118-125.
- Pikoli, M., Sukertini, K., & Isa, I. (2022). Analisis model mental siswa dalam mentransformasikan konsep laju reaksi melalui multipel representasi. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 4(1), 8-12.
- Rasmawan, A., & Erlina, R. (2021). Pengembangan e-modul pembelajaran sains berbasis augmented reality (AR) dan gamifikasi. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(2), 374-385.
- Stanaya, I.K.T.A., Sukajaya, I.N., Gunadi, I.G.A. 2019. Analisis efek pencahayaan pada performa augmented reality book coral sponges menggunakan metode marker-based tracking. *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia (JIKI)*, 4(2):1-9.
- Sevian, H., & Talanquer, V. (2014). Model mental dan model pembelajaran dalam pendidikan sains. *Jurnal Pendidikan IPA*, 3(1), 1-10
- Suja, S., Aydoğan, M., & Yalçın, N. (2021). The role of submicroscopic representations in chemistry education: A review of research and implications for practice. *Research in Science Education*, 51(1), 142-165.
- Sulisetijono, S., Riyanti, N., & Khotimah, S. (2023). Efektivitas penerapan e-modul augmented reality (AR) terhadap literasi sains siswa pada materi struktur dan fungsi organel sel. *Jurnal Pendidikan IPA Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 10(1), 11-20.
- Wright, M. J., & Oliver-Hoyo, M. A. (2020). A framework for understanding and addressing student difficulties with chemical concepts at the submicroscopic level. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 2202-2213.