

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

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

---

## ANALISIS MULTI-REPRESENTASI PRAKTIK SEDERHANA DARI FENOMENA EFEK *TYNDALL*

Syarif Faisal, Sunyoto Eko Nugroho, Agung Tri Prasetya

Program Pascasarjana Pendidikan IPA Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang  
Email korespondensi: [faisalidrus0@students.unnes.ac.id](mailto:faisalidrus0@students.unnes.ac.id)

### ABSTRAK

Praktikum sederhana dapat menjadi acuan berpikir kritis yang melibatkan kemampuan multi representasi dalam memahami efek *tyndall*. Penelitian ini mendeskripsikan fenomena efek *tyndall* yang dilakukan melalui metode praktikum sederhana. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif melalui metode praktikum untuk pengambilan data. Teknik analisis yang digunakan berupa analisis deskriptif kualitatif berdasarkan fenomena observasi yang dilakukan peneliti. Hasil yang didapatkan bahwa air dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan partikel koloid melalui peristiwa efek *tyndall*. Terdapat pola penghamburan cahaya yang semakin meningkat di dalam larutan setiap penambahan tetes susu. Peristiwa ini berbanding terbalik dengan nilai lux meter yang mengalami penurunan setiap penambahan partikel susu. Hal ini dapat dipahami secara simbolik telah terjadi pelemahan gelombang cahaya yang keluar dari larutan koloid. Pemahaman multi representasi akan sangat membantu menjelaskan fenomena efek *tyndall*. Penelitian ini memberikan rekomendasi analisis multi representasi dalam pembelajaran kimia khususnya efek *tyndall* melalui praktikum sederhana dengan pengamatan secara teliti, pemahaman ukuran partikel, dan memvisualisasikan secara simbolik..

**Kata kunci:** Efek *Tyndall*; Praktikum Sederhana; Multi Representasi

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

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

---

## PENDAHULUAN

Efek *Tyndall* adalah fenomena kimia yang dapat diamati dalam kehidupan sehari-hari, seperti: 1) lampu mobil akan tampak jelas pada malam hari atau pada kondisi berkabut; 2) pancaran sinar matahari yang menembus celah dedaunan yang rimbun pada pagi hari yang berkabut akan tampak lebih jelas; dan 3) munculnya warna biru di langit pada siang hari dan warna jingga atau merah di langit pada saat matahari terbenam (Sari, 2020). Fenomena ini akan lebih baik dipahami dengan menggunakan metode praktikum. Metode praktis atau eksperimen dapat dilakukan berulang kali untuk mengamati fenomena efek *Tyndall*. Selain itu, menurut Zahara et al., (2017), metode praktikum dapat mengukur kemampuan siswa terutama dalam keterampilan proses ketika siswa melakukan percobaan. Berdasarkan hasil wawancara dan penerapan pembelajaran koloid pada umumnya, termasuk efek *Tyndall*, peserta didik diminta untuk membuat power point, menjawab pertanyaan LKPD, melihat video, atau menggunakan flash player. Penggunaan metode praktikum masih belum menjadi pilihan utama dalam menjelaskan efek *Tyndall* pada ukuran partikel.

Pembelajaran kimia makroskopik dapat dilakukan melalui metode praktikum. Menurut Johnstone dalam Safitri et al., (2019), level makroskopik merupakan level nyata yang dapat dilihat oleh mata, dimana pada level ini peserta didik mengamati fenomena dan fakta yang terjadi, baik melalui percobaan yang dilakukan maupun dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Bodner, (1992), siswa mengalami fenomena pada tingkat makroskopis saat berada di kelas dan laboratorium. Pada tingkat makroskopis, fenomena dikonseptualisasikan kembali sehingga mengandung gagasan ilmiah (Luviani et al., 2021). Menurut Andersson, (1986), tingkat submikroskopis digunakan untuk menjelaskan fenomena pada tingkat makroskopis. Dengan memahami fenomena pada level submikroskopik, maka ide-ide ilmiah akan tertampung. Representasi pada level submikroskopik menggambarkan proses-proses yang terjadi pada level partikel untuk menjelaskan peristiwa makroskopik (Elvina & DJ, 2022).

Koloid memiliki beberapa sifat khas yang berbeda dengan sistem dispersi lainnya, seperti efek *Tyndall*, gerak *Brown*, adsorpsi, dan koagulasi. Dalam penelitian ini, ide ilmiah pada tingkat partikel adalah sifat efek *Tyndall* pada ukuran partikel koloid. Koloid adalah sistem campuran yang berada di antara larutan sejati dan suspensi kasar. Ukuran partikel larutan sejati kurang dari 1 nm, partikel koloid berukuran 1 nm-1000 nm, dan suspensi kasar lebih besar dari 1000 nm (Arnelli & Astuti, 2019). Ukuran partikel pada tingkat koloid adalah penyebab hamburan cahaya. Peristiwa efek *Tyndall* tidak bergantung pada sifat senyawa dan ditentukan oleh perbedaan ukuran partikel antara partikel pendispersi dan partikel terdispersi dalam larutan yang terbentuk. Pengukuran hamburan cahaya sangat berharga untuk memperkirakan ukuran, bentuk, dan interaksi partikel dan telah digunakan secara luas dalam studi dispersi koloid, koloid terkait, dan larutan makromolekul alami dan sintesis (Shaw, 1992).

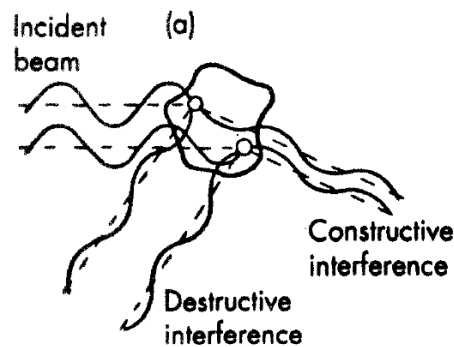
Peristiwa efek *Tyndall* dapat diamati dalam eksperimen dengan kondisi larutan koloid. Larutan koloid terdiri atas pendispersi dan dispersi. Pendispersi bertindak sebagai pelarut, yang jumlahnya lebih banyak daripada yang terdispersi. Air adalah satu-satunya senyawa yang bertindak sebagai pelarut universal. Penggunaan air sebagai dispersan dalam fenomena efek *Tyndall* ini disebabkan oleh ukuran air yang sangat kecil. Ukuran satu molekul air sangat kecil, umumnya dengan garis tengah sekitar 3 Å (0,3 nm, atau  $3 \times 10^{-8}$  cm) (Susana, 2003). Air merupakan cairan murni yang memiliki ukuran partikel kurang dari 1 nm, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa koloid melalui peristiwa efek *Tyndall*. Hamburan cahaya tidak terjadi pada cairan murni karena air memiliki ukuran yang sangat kecil, di bawah

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

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

batas minimum ukuran partikel koloid yaitu 0,3 nm. Penggunaan senyawa terdispersi seperti susu dalam dispersi air memungkinkan susu dinyatakan sebagai koloid jika cahaya yang melewati larutan mengalami hamburan. Berdasarkan penelitian Sitanggang et al., (2019), ukuran partikel susu di bawah 0,4  $\mu\text{m}$  atau sekitar 0,228 - 0,314  $\mu\text{m}$ . Susu memiliki ukuran partikel antara 1 hingga 1000 nm, sehingga secara teoritis dapat diidentifikasi dengan menggunakan efek Tyndall. Efek Tyndall tidak akan terjadi pada air karena ukuran partikelnya 0,3 nm, sedangkan ketika ditambahkan susu, efek Tyndall akan terbentuk sebagai penanda ukuran koloid susu melalui hamburan cahaya.

Keberadaan partikel koloid disebabkan oleh ukurannya yang mikroskopis. Untuk memahami efek Tyndall, diperlukan penjelasan pada tingkat mikroskopis melalui eksperimen atau praktikum. Secara makroskopis, efek Tyndall dapat diamati secara langsung melalui eksperimen, namun penjelasan fenomena tersebut dapat terjadi hanya dengan memahami adanya perbedaan ukuran partikel antara air dan susu secara mikroskopis. Peristiwa ini akan lebih baik dipahami melalui simbolisme. Level simbolik merupakan representasi fenomena konkret yang dinyatakan dalam bentuk gambar, simbol atau rumus kimia, persamaan reaksi, grafik, maupun prosedur reaksi (Mutiah et al., 2022). Peristiwa efek Tyndall merupakan representasi pada level simbolik, yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hamburan Cahaya oleh Partikel Koloid (Shaw, 1992)

Peristiwa efek Tyndall ini akan lebih mudah dipahami jika semua level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik dapat diterapkan pada pembelajaran sifat koloid. Ketiga level ini dapat dipahami melalui beberapa representasi. Materi pada mata pelajaran kimia dapat dipahami secara utuh jika pembelajaran menekankan pada level makroskopik, sub-mikroskopik, dan simbolik serta menghubungkan ketiga level tersebut (Elvina & DJ, 2022). Penggunaan multipel representasi dapat memberikan manfaat jika siswa mampu menghubungkan informasi dalam setiap representasi, yang juga dapat disebut dengan kemampuan interkoneksi (Widarti et al., 2020). Pemahaman efek Tyndall melalui metode praktikum akan menjadi lebih bermakna dengan adanya interkoneksi pemahaman mikroskopis mengenai ukuran partikel dan menggambarkan peristiwa tersebut secara simbolik.

Penelitian mengenai efek Tyndall telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Nahadi et al., (2022) menemukan bahwa terdapat peningkatan nilai rata-rata penulisan laporan praktikum siswa sebelum dan sesudah diberikan video simulasi praktikum efek Tyndall. Aspek yang diterapkan adalah peningkatan pengetahuan observasi melalui visualisasi video simulasi praktikum. Keterampilan proses tidak dapat diimplementasikan melalui video simulasi karena siswa tidak dapat mencoba sendiri peristiwa tersebut. Keterampilan proses sangat penting

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

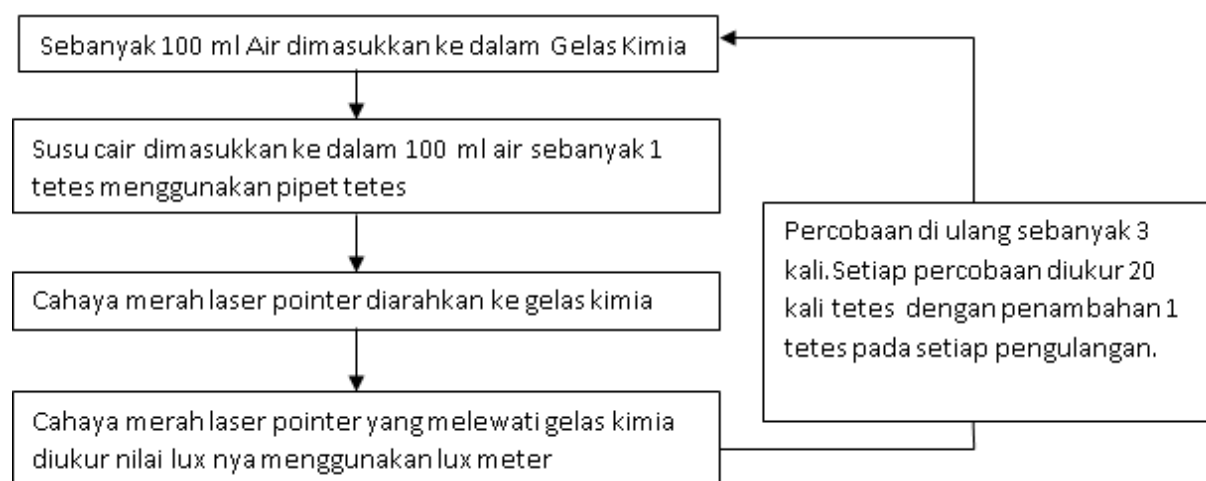
“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

karena akan melatih aspek psikomotorik siswa dalam proses pembelajaran. Penelitian yang dilakukan oleh Maimuna et al., (2016) menunjukkan bahwa sebanyak 58,62% siswa mengalami kesulitan dalam menganalisis fenomena peristiwa efek Tyndall secara makroskopis. Analisis siswa terhadap hasil percobaan efek Tyndall tidak sesuai dengan sifat-sifat koloid. Analisis terhadap suatu fenomena harus didasari oleh pengetahuan pada tingkat mikroskopis. Tingkat mikroskopis sangat penting dalam memahami fenomena yang terjadi secara makroskopis. Siswa akan mengalami kesulitan jika tingkat mikroskopis tidak diketahui dengan baik. Efek Tyndall belum dipahami sebagai fenomena sehari-hari melalui berbagai representasi. Untuk itu, diperlukan pembelajaran yang mendorong pemahaman efek Tyndall secara makroskopis, mikroskopis, dan simbolis.

Efek Tyndall dapat dipelajari melalui eksperimen sederhana karena merupakan kejadian sehari-hari. Penggunaan beberapa bahan, seperti susu, air, dan sinar laser, dapat digunakan dalam pengamatan sederhana fenomena efek Tyndall. Pentingnya pemilihan bahan akan mendorong pemahaman multi-representasi tentang efek Tyndall. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merekomendasikan desain pembelajaran efek Tyndall melalui praktikum sederhana untuk memahami materi secara kritis melalui berbagai representasi.

## METODE PENELITIAN

Metode deskriptif kualitatif digunakan dalam penelitian ini. Penelitian kualitatif mendeskripsikan makna data atau fenomena yang dapat ditangkap oleh peneliti dengan menunjukkan bukti-bukti, serta makna fenomena yang bergantung pada kemampuan dan ketajaman peneliti dalam menganalisisnya (Abdussamad, 2017). Fenomena atau data yang dapat ditangkap adalah peristiwa efek Tyndall dari hasil pengamatan praktikum percobaan sederhana tentang efek Tyndall. Data yang diperoleh dari percobaan sederhana tentang efek Tyndall disajikan dalam bentuk foto peristiwa efek Tyndall dan angka dari nilai lux meter. Alur percobaan sederhana efek Tyndall untuk mengamati fenomena tersebut disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur Praktikum Efek Tyndall

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

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

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Peristiwa efek Tyndall diamati secara langsung, dan foto diambil dari setiap tetes susu yang dimasukkan ke dalam air. Terdapat pola perubahan hamburan pada setiap tetes susu yang ditambahkan. Perubahan ini dapat diamati pada Gambar 3.



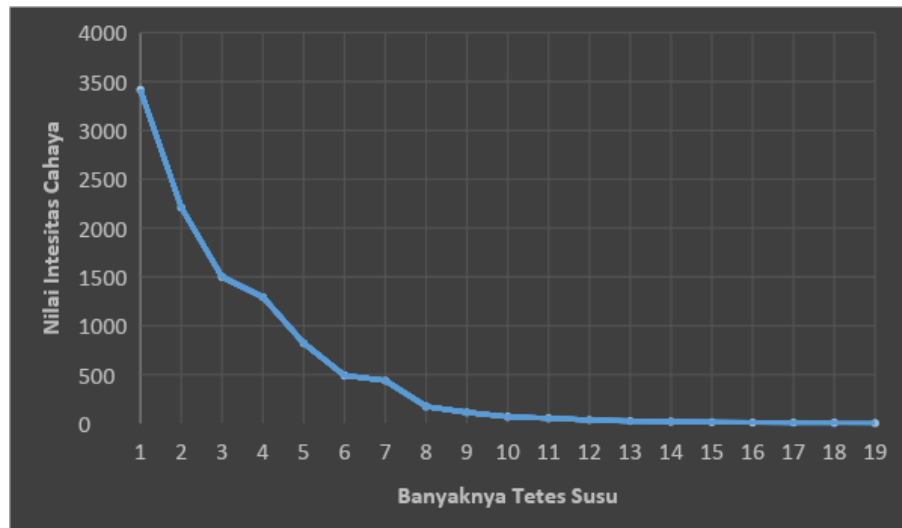
Meskipun hamburan cahaya akan terjadi pada partikel koloid, tampaknya efek Tyndall tidak terbentuk ketika hanya air saja yang ada di dalam gelas kimia, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

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

Peningkatan hamburan cahaya mengurangi jumlah cahaya yang ditangkap oleh sensor lux meter. Gelombang baru yang terbentuk adalah cahaya yang menutupi larutan, sementara cahaya yang keluar dari larutan menuju lux meter berkurang, seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 5 di bawah ini



Gambar 5. Besaran Intesitas Cahaya Terhadap Banyaknya Tetes

Fenomena efek Tyndall yang teramati pada tetes 1-20 memiliki kecenderungan untuk meningkatkan hamburan cahaya seiring dengan bertambahnya jumlah tetes susu. Pembentukan garis lurus melalui larutan terlihat secara jelas pada tetes 1-3. Pada tetes ke-4, larutan mulai tampak keruh, dan cahaya terbentuk di sekeliling cahaya lurus. Cahaya yang melingkari terlihat lebih jelas dari tetes ke-5 sampai tetes ke-14. Pada tetes ke-15, cahaya lurus mulai berkurang dan air menjadi lebih keruh. Kekeruhan meningkat, cahaya lurus menjadi kurang jelas, cahaya yang melingkupi bertambah besar, dan larutan keruh menjadi berwarna merah.

Fenomena efek Tyndall tidak terbentuk ketika cahaya melewati gelas kimia yang berisi air saja. Efek Tyndall segera terbentuk apabila satu tetes susu dimasukkan ke dalam air, seperti yang terlihat pada Gambar 3 tetes 1. Air dengan satu tetes susu di dalamnya tidak tampak keruh, tetapi efek Tyndall segera terlihat. Hal ini terkait dengan ukuran partikel dan jumlah partikel di dalam air. Secara makroskopis, air tidak terlihat keruh menandakan bahwa satu tetes susu tidak cukup untuk membuatnya keruh, namun sinar cahaya yang melewatinya langsung terbentuk, sehingga dapat dikatakan bahwa ukuran partikel susu adalah partikel koloid karena efek tyndall tidak terbentuk berdasarkan jumlah partikel melainkan ukuran partikel.

Secara mikroskopis, ukuran partikel menjelaskan fenomena efek Tyndall melalui pengamatan langsung. Pengulangan sebanyak tiga kali menunjukkan peristiwa yang sama secara langsung, yaitu terbentuknya efek Tyndall, dan air tidak keruh pada tetes pertama. Pengamatan ini memberikan informasi untuk memastikan adanya koloid dalam suatu dispersi, yang pertama kali dapat dilihat dari kekeruhan yang terbentuk, namun hal ini tidak berlaku untuk senyawa yang tidak keruh. Senyawa yang tidak keruh tidak mengindikasikan tidak adanya koloid; penyinaran harus dilakukan untuk memastikan adanya koloid melalui peristiwa hamburan cahaya. Dengan penambahan tetes berikutnya, larutan menjadi lebih keruh, dan cahaya yang tersebar yang terbentuk menjadi lebih terlihat di seluruh larutan.

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

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

---

Ukuran partikel menunjukkan peristiwa efek Tyndall, sedangkan jumlah partikel menunjukkan hamburan yang terjadi di seluruh larutan. Dapat dilihat dari semakin banyak tetes, hamburan cahaya dalam larutan semakin jelas terlihat.

Dapat dilihat dari Gambar 5 bahwa nilai intensitas cahaya menurun seiring dengan bertambahnya partikel koloid. Peristiwa ini dapat dijelaskan secara simbolis pada Gambar 1. Efek Tyndall menyebabkan interferensi dektro, atau gelombang baru yang saling melemahkan. Koloid menyebarkan cahaya dengan cara mereduksi atau melemahkannya setelah melewati larutan koloid. Pengurangan nilai intensitas cahaya memberikan penjelasan tentang peristiwa interferensi destruktif yang disebabkan oleh partikel koloid yang memiliki ukuran untuk menghamburkan dan dipengaruhi oleh jumlah partikel koloid dalam larutan. Efek Tyndall merupakan fenomena sifat koloid yang tidak hanya terjadi pada peristiwa sehari-hari, tetapi dapat diamati melalui percobaan sederhana. Percobaan ini dapat dipahami dengan baik dengan memahami semua aspek yang mendukung pembelajaran kimia baik pada tingkat makroskopik, mikroskopik, maupun simbolik.

Tingkat makroskopik melalui praktikum memberikan keterampilan proses yang dapat menunjukkan peristiwa efek Tyndall secara real time tanpa harus menunggu terjadi secara alami. Percobaan tersebut juga akan menumbuhkan sikap kritis dengan melakukan beberapa kali percobaan dan melihat berbagai pengamatan dari penambahan tetes atau penambahan partikel koloid. Sikap kritis yang dimaksud adalah perbedaan fenomena berdasarkan pengamatan langsung. Fenomena dapat dijelaskan dengan baik melalui representasi mikroskopik dan simbolik. Representasi mikroskopis dan simbolis diperlukan untuk menjelaskan fenomena yang ditemukan dalam metode praktikum. Memahami ukuran partikel, jumlah partikel, terjadinya peningkatan hamburan, dan berkurangnya nilai lux membantu menjelaskan fenomena dari representasi mikroskopis dan simbolis melalui beberapa data yang diperoleh. Analisis multirepresentasi sangat membantu dalam memahami peristiwa kimia yang terjadi. Penelitian ini memberikan rekomendasi analisis multirepresentasi dalam pembelajaran kimia khususnya sifat koloid pada efek Tyndall melalui praktikum langsung dengan melihat pengamatan secara teliti, memahami ukuran partikel, dan memvisualisasikan secara simbolik.

## KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian dan diskusi, efek Tyndall dapat diamati sebagai peristiwa alami sehari-hari dengan menggunakan metode praktis sederhana dan diulang-ulang. Air dapat digunakan untuk mengidentifikasi efek Tyndall dari suatu senyawa yang dimasukkan ke dalam air. Memahami ukuran partikel sangat penting untuk menentukan terjadinya efek Tyndall. Partikel koloid mengurangi intensitas cahaya yang keluar dari larutan koloid. Hal ini dapat dipahami secara simbolis dengan melemahnya gelombang, yang ditandai dengan penurunan nilai lux meter dengan setiap penambahan partikel koloid. Representasi makromolekul, mikromolekul, dan simbolik merupakan dasar untuk memahami fenomena efek Tyndall. Pembelajaran kimia sangat membutuhkan kemampuan pada ketiga level representasi tersebut agar ilmu kimia dapat dipahami secara komprehensif dan bermakna. Metode praktikum dapat menjadi acuan untuk berpikir kritis yang akan melibatkan kemampuan representasi lainnya dalam memahami peristiwa kimia khususnya efek Tyndall dalam penelitian ini.

# SEMINAR NASIONAL IPA XIV

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

---

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdussamad, Z. (2017). Metode Penelitian Kualitatif. In P. Rappanna (Ed.), *Syakir Media Press* (I, Vol. 4, Issue 1). Syakir Media Press.
- Andersson, B. (1986). Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70(5), 549–563. <https://doi.org/10.1002/sce.3730700508>
- Arnelli, & Astuti, Y. (2019). *Kimia Koloid Dan Permukaan* (Pertama). Deepublish.
- Bodner, G. M. (1992). Why changing the curriculum may not be enough. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 186–190. <https://doi.org/10.1021/ed069p186>
- Elvina, A., & DJ, L. (2022). Deskripsi Pemahaman Multirepresentasi Kimia Siswa pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 6(1), 1–15. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v6i1.12009>
- Luviani, S. D., Mulyani, S., & Widhiyanti, T. (2021). A review of three levels of chemical representation until 2020. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012206>
- Maimuna, M., Hairida, H., & Hadiarti, D. (2016). Analisis Keterampilan Kerja Ilmiah Dalam Praktikum Koloid Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Siswa Kelas Xi Ipa 2 Man 2 Pontianak. *AR-RAZI Jurnal Ilmiah*, 4(2). <https://doi.org/10.29406/arz.v4i2.679>
- Mutiah, M., Savalas, L. R. T., & Purwoko, A. A. (2022). Demonstrasi Kimia yang Dimodifikasi untuk Membentuk Model Mental Mahasiswa Pada Konsep Redoks dan Sel Elektrokimia. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2c), 941–948. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2c.573>
- Nahadi, Siswaningsih, W., Purnawarman, P., Indriani, A., Lestari, T., Nuryana, & Albar, C. N. (2022). Development of Electronic Portfolio-Based Assessment Strategies in Chemistry Learning to Assess Students' Concept Mastery. *Moroccan Journal of Chemistry*, 10(1), 001–012. <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v10i1.31714>
- Safitri, N. C., Nursaadah, E., & Wijayanti, I. E. (2019). Analisis Multipel Representasi Kimia Siswa pada Konsep Laju Reaksi. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i1.5023>
- Sari, N. A. (2020). Sistem Koloid Kimia Kelas X. In *Modul Pembelajaran SMA Kimia* (pp. 1–32). Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN.
- Shaw, D. J. (1992). *Introduction to Colloid and Surface Chemistry* (Fourth). Elsevier Science.
- Sitanggang, A. B., Assa'adiyah, A. L., & Syah, D. (2019). Evaluasi Derajat Homogenisasi (Homodegree) dan Korelasinya dengan Ukuran Partikel Lemak Susu Sterilisasi Komersil. *Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality*, 6(1), 24–29. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2019.6.24>
- Susana, T. (2003). Air Sebagai Sumber Kehidupan. *Oseana*, 28(3), 17–25. [www.oseanografi.lipi.go.id](http://www.oseanografi.lipi.go.id)
- Widarti, H., Sigit, D., & Irianti, D. (2020). Pengaruh kemampuan awal terhadap kemampuan interkoneksi multi representasi siswa pada materi larutan penyangga. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 5(1), 40–46. <https://doi.org/10.17977/um026v5i12020p040>
- Zahara, R., Wahyuni, A., & Mahzum, E. (2017). Perbandingan Pembelajaran Metode Praktikum Berbasis Keterampilan Proses Dan Metode Praktikum Biasa Terhadap Prestasi Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa: Pendidikan Fisika*, 2(1), 170–174.