



## Eksplorasi Perspektif Guru terhadap Integrasi *Sustainable Development Goals* dan Berpikir Sistem dalam Pembelajaran Kimia

Azzahra Nur Aziza\*, Rr. Lis Permana Sari

Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia.

\* Korespondensi Penulis. E-mail: [azzahranuraziza7@gmail.com](mailto:azzahranuraziza7@gmail.com)

### Abstrak

Kurikulum Merdeka mendorong pembelajaran kimia difokuskan pada *Sustainable Development Goals* (SDGs), sehingga diperlukan inovasi dalam pembelajaran yang salah satunya dapat melalui penguatan berpikir sistem. Oleh karenanya, penelitian ini ditujukan untuk mengeksplorasi pemahaman guru terkait sejauh mana pengaplikasian SDGs dan penguatan berpikir sistem dalam pembelajaran kimia. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode survei eksploratif kepada 6 guru kimia SMA di wilayah Klaten dan sekitarnya dengan teknik *purposive sampling*. Hasil survei dianalisis dengan teknik *qualitative content analysis* menggunakan *coding* berdasarkan instrumen berupa angket yang berisi 20 butir soal. Hasilnya, konten SDGs dalam pembelajaran kimia hanya dapat diimplementasikan oleh 3 dari 6 responden karena 3 responden lainnya belum memahami konten SDGs, khususnya melalui penguatan berpikir sistem dalam pembelajaran kimia. Responden memahami bahwa SDGs dan berpikir sistem dapat diaplikasikan melalui pengembangan bahan ajar seperti Lembar Kerja Peserta Didik yang dapat mendorong siswa aktif saat berdiskusi di dalam kelas.

**Kata Kunci:** Berpikir sistem, Pembelajaran kimia, *Sustainable Development Goals*

## *Exploration of Teacher Perspectives on the Integration of Sustainable Development Goals and Systems Thinking in Chemistry Learning*

### Abstract

*The Merdeka Curriculum encourages chemistry learning to focus on Sustainable Development Goals (SDGs), so innovation is needed in learning, one of which can be through strengthening systems thinking. Therefore, this research is aimed at exploring teachers' understanding regarding the extent of implementing SDGs and strengthening systems thinking in chemistry learning. This research used a qualitative approach with an exploratory survey method for 6 high school chemistry teachers in the Klaten area and its surroundings using a purposive sampling technique. The survey results were analyzed using qualitative content analysis techniques using coding based on an instrument in the form of a questionnaire containing 20 questions. As a result, SDGs content in chemistry learning could only be implemented by 3 out of 6 respondents because the other 3 respondents did not understand SDGs content, especially through strengthening systems thinking in chemistry learning. Respondents understand that SDGs and systems thinking can be applied through the development of teaching materials such as student worksheets which can encourage students to be active when discussing in class.*

**Keywords:** Chemistry learning, System thinking, Sustainable Development Goals

**How to Cite:** Aziza, A. N., & Sari, R. L. P. (2024). Eksplorasi perspektif guru terhadap integrasi sustainable development goals dan berpikir sistem dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 12(1), 36–43. <http://dx.doi.org/10.21831/jpms.v12i1.74895>

**Permalink/DOI: DOI:** <https://dx.doi.org/10.21831/jpms.v12i1.74895>

## PENDAHULUAN

Kurikulum Merdeka telah menjadi kebijakan baru untuk pendidikan di Indonesia yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Kurikulum ini memberikan kebebasan dan kemandirian kepada guru dan siswa dalam mengelola proses pembelajaran. Penerapan Kurikulum Merdeka di tingkat SMA sendiri memiliki beberapa poin utama, seperti pengurangan jam pelajaran sekitar 20%–40% di kelas guna mendorong siswa untuk bisa mengeksplorasi minatnya sendiri (Kemendikbud, 2022); adanya pembelajaran berbasis proyek untuk mengasah kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, dan penyelesaian masalah (Thaib, 2021); serta penguatan literasi digital siswa agar dapat memanfaatkan teknologi digital secara efektif (Suryani, 2022).

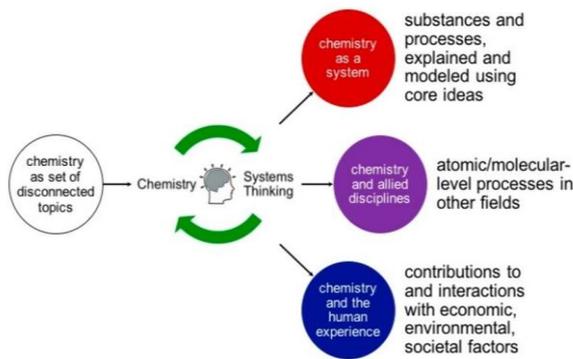
Hasil observasi membuktikan bahwa ada dua faktor yang mempengaruhi keberhasilan penerapan Kurikulum Merdeka: suasana belajar dan kemandirian peserta didik (Restu *et al.*, 2022). Permasalahan tersebut mendorong guru untuk menggunakan mata pelajaran multidisiplin yang memerlukan berbagai perspektif pengetahuan (Purnomo, Yulianto, Mahdiannur & Subekti, 2023). Kurikulum Merdeka yang diterapkan di Indonesia juga membuka peluang untuk mengintegrasikan *Sustainable Development Goals* (SDGs) ke dalam proses pembelajaran, termasuk dalam mata pelajaran kimia. Adanya kebebasan dalam pengelolaan pembelajaran memungkinkan guru untuk mengaitkan materi kimia dengan isu-isu terkait SDGs secara kontekstual. SDGs yang diimplementasikan dalam pembelajaran akan menjadikan siswa tidak hanya mendapatkan pengetahuan konseptual, tetapi juga membangun kesadaran dan keterampilan untuk berkontribusi dalam upaya pembangunan berkelanjutan sesuai dengan bidang ilmu yang dipelajari.

SDGs sendiri memiliki 17 tujuan yang terukur untuk memudahkan dalam pelaksanaannya. Meskipun demikian, pembangunan berkelanjutan menuntut manusia untuk memperhatikan keterkaitan antar ke-17 tujuan tersebut dengan sub topiknya sejumlah 167 target yang diukur melalui 241 indikator dan dengan memperhatikan bahwa alam dan seisinya adalah pembatas kelangsungan kehidupan (Alisjahbana & Murniningtyas, 2018). Hal inilah yang menjadi perbincangan para tokoh dunia, seperti halnya pada Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) PBB tahun 2015. Pembahasan para

pemimpin global pada Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) PBB tersebut, membahas mengenai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan yang terdiri dari 17 poin dalam SDGs yang diharapkan dapat berkembang di setiap negara secara global. Salah satu yang menjadi sorotan adalah SDGs nomor empat tentang pendidikan berkualitas. Pembelajaran kimia dalam Kurikulum Merdeka telah menyesuaikan capaian pembelajarannya untuk diarahkan ke SDGs, sehingga dapat menjadi pedoman guru dalam mengaplikasikan konteks pembelajaran yang berorientasi pada penguatan pencapaian indikator-indikator SDGs.

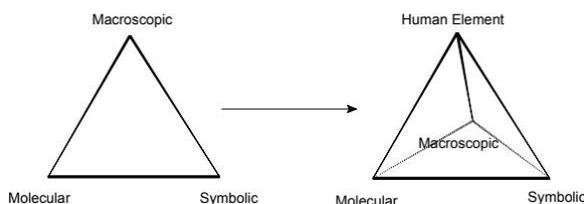
Fokus pembelajaran yang mengarah ke SDGs ini, memicu diperlukannya inovasi dalam pembelajaran kimia agar materi yang diajarkan dapat tersampaikan dengan baik. Selain itu, banyak konsep dalam ilmu kimia yang bersifat abstrak dan dinilai sulit, sehingga pembelajaran kimia menjadi sulit dipahami dan menyebabkan ilmu ini kurang disenangi oleh siswa (Muti'ah *et al.*, 2021). Salah satu inovasi pembelajaran yang dapat menjadi jalan keluar permasalahan ini dan belum sering digunakan yaitu melalui penguatan berpikir sistem (*systems thinking*). Berpikir sistem merupakan pendekatan holistik dimana semua pihak dilibatkan untuk menunjang kemampuan siswa/manusia dalam menganalisa fenomena kompleks dan saling berhubungan. Pendekatan ini juga menekankan kemampuan berpikir kritis, reflektif, logis dan kreatif (*High Thinking Skill*) dalam memahami situasi dunia nyata yang kompleks dan beragam (York, *et al.*, 2019). Berpikir sistem diakui secara luas sebagai cara yang efektif untuk membingkai ulang SDGs untuk menyoroti integrasinya dan merefleksikan arah penting untuk membangun masyarakat yang berkelanjutan. Berpikir sistem juga menawarkan pandangan yang lebih luas, khususnya tentang keberlangsungan pendidikan (Kioupi & Voulvoulis, 2019).

Penguatan berpikir sistem melibatkan keterampilan menganalisis sistem secara menyeluruh yang nantinya dapat mendorong siswa untuk memahami perilaku dan fenomena kompleks di dalam dan antar sistem. Dengan demikian, keterampilan berpikir sistem yang terperinci di bawah ini dapat membantu siswa memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang kimia melalui tiga cara, seperti pada gambar 1 (Pazicni & Flynn, 2019).



Gambar 1. Wawasan pengetahuan dari penerapan berpikir sistem

Model berpikir sistem dari Mahaffy yang berupa tetrahedral Mahaffy diaplikasikan untuk menghubungkan kimia dengan pengalaman siswa. Ini memberikan gambaran yang lebih jelas dalam dimensi *macroscopic*, *submicroscopic*, dan *symbolic* (da Silva Júnior, 2023) dalam permasalahan kimia di dunia nyata dan memberikan solusi, termasuk dalam proses industri dan aplikasinya. Puncak dari tetrahedron tersebut merepresentasikan *human element* yang mengarahkan kepada konteks yang relevan dalam kehidupan. Model ini berawal dari tiga aspek representasi Johnstone (1993) sebagai *baseline*. Alas segitiga tersebut disebut mencakup aspek-aspek pengajaran kimia, yaitu (a) aspek *macroscopic* dari senyawa-senyawa kimia; (b) aspek *submicroscopic* yang mendeskripsikan, menjelaskan dan memprediksikan sifat-sifat kimia dan fenomena; serta (c) aspek *symbolic* yang merepresentasikan konsep dan ide-ide kimia (Mahaffy, 2006). Sjostrom (2013) mengusulkan bahwa tetrahedral Mahaffy bisa diperkaya dengan menambahkan kompleksitas level yang berbeda dalam analisis aspek humanistik dalam pendidikan kimia. Level tersebut dapat direpresentasikan sebagai satu kesatuan tetrahedron dengan layer yang berbeda dari disiplin triplet sebagai *baseline* hingga puncak humanistik. Model ini dapat digambarkan dalam gambar 2.



Gambar 2. Tetrahedron kimia

Penguatan berpikir sistem dari Mahaffy (2004) tersebut perlu diaplikasikan pada pembelajaran kimia berdasarkan kesederhanaan dan kejelasan modelnya. Namun, sebelum aplikasi penguatan berpikir sistem digunakan di sekolah, guru juga perlu mendalami tentang konteks berpikir sistem itu sendiri. Berdasarkan kajian literatur tentang berpikir sistem, dijelaskan bahwa berpikir sistem belum banyak diaplikasikan dalam pembelajaran kimia di sekolah. Hal inilah yang mendorong peneliti untuk mengetahui bagaimana pendapat guru-guru di sekolah terkait integrasi SDGs dan penguatan berpikir sistem dalam pembelajaran kimia.

## METODE

### Jenis, Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode survei eksploratif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi pemahaman guru terhadap pengaplikasian SDGs dan penguatan berpikir sistem dalam pembelajaran kimia. Penelitian ini telah dilakukan pada semester gasal tahun ajaran 2023/2024. Survei dilaksanakan di beberapa Sekolah Menengah Atas di wilayah Klaten dan sekitarnya.

### Populasi dan Sampel

Survei ini ditujukan kepada 6 guru mata pelajaran kimia di SMAN 1 Klaten sebanyak 1 responden, SMAN 1 Karanganyar sebanyak 2 responden, SMAN 3 Klaten sebanyak 2 responden, dan SMA GAMA Depok Yogyakarta sebanyak 1 responden. Responden tersebut diambil dengan menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan kriteria tertentu, yaitu guru yang memiliki pengalaman mengajar kimia di SMA sekurang-kurangnya selama 10 tahun.

### Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *qualitative content analysis*. Instrumen yang digunakan berupa angket terbuka sejumlah 15 butir yang ditujukan untuk membahas beberapa poin penting penelitian, seperti konteks SDGs dan konten berpikir sistem dalam pembelajaran kimia; dan konten kesadaran lingkungan sebagai salah satu aplikasi berpikir sistem dalam tingkat "*human element*". Angket ini dikembangkan sendiri dengan mengacu pada indikator dari SDGs (UN Indonesia, 2017), berpikir sistem (Kisworo, *et al.*, 2021), dan kesadaran lingkungan (Lestari, 2023) secara

umum. Kisi-kisi angket yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kisi-kisi Angket Perspektif Guru

Aspek	Indikator	Butir
Pembelajaran di kelas	Kurikulum yang diterapkan	1
Perangkat pembelajaran yang digunakan	Kesulitan dalam mengembangkan bahan ajar	2
	Pentingnya mengembangkan LKPD untuk pembelajaran kimia	12, 13, 14, 15
<i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs)	Pengertian SDGs	3
	Implementasi pembelajaran kimia berorientasi pada SDGs	4, 11
Berpikir sistem	Pengetahuan tentang berpikir sistem	5
	Aplikasi berpikir sistem dalam pembelajaran kimia	6
	Pentingnya berpikir sistem dalam pembelajaran kimia	7
Kesadaran lingkungan	Pengetahuan tentang kesadaran lingkungan	8
	Aplikasi kesadaran lingkungan dalam pembelajaran kimia	9
	Pentingnya kesadaran lingkungan dalam pembelajaran kimia	10

Selanjutnya, data yang didapatkan dianalisis secara deskriptif melalui teknik *coding*. Teknik ini dilakukan dengan menganalisis hasil dari survei yang telah disebar, kemudian dilakukan pengkodean secara manual dan dibedakan dalam beberapa kategori sesuai dengan konteks penelitian yang diangkat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Jawaban dari 6 responden telah dikelompokkan untuk mendapatkan kesimpulan secara representatif. Berdasarkan hasil survei, penerapan Kurikulum Merdeka di sekolah melatarbelakangi difokuskannya capaian pembelajaran kimia terhadap SDGs. Kurikulum Merdeka sendiri telah diterapkan untuk memulihkan krisis pembelajaran selama tahun 2022–2024 akibat adanya pandemi Covid-19 (Nugraha, 2022). Sebanyak 2 sekolah dalam

penelitian ini diketahui telah menerapkan Kurikulum Merdeka selama 2 tahun, yaitu di sekolah SMAN 1 Karanganyar dan SMAN 3 Klaten dan penerapan kurikulum baru ini baru diperuntukkan bagi kelas X dan XI. Sejumlah 50% responden mengaku bahwa pembelajaran kimia berbasis SDGs masih belum diterapkan di dalam pembelajaran kimia, sedangkan sisanya menyatakan bahwa konten SDGs ini telah dicoba untuk diimplementasikan dalam topik sel volta, minyak bumi, koloid, dan kimia hijau.

Secara umum, seluruh responden masih belum dapat menjelaskan secara detail tentang pemahaman mereka terkait SDGs. Dua responden bahkan belum mengetahui tentang pengertian SDGs, sedangkan keempat lainnya memiliki jawaban sederhana yang biasa diketahui masyarakat awam biasanya, yaitu tentang pembangunan berkelanjutan dan tidak

mengarahkan jawabannya pada pembelajaran. Jawaban tersebut lebih menyinggung ke arah pembangunan yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan global, dan mengerucut pada kemiskinan. Padahal, SDGs juga berkaitan dengan konteks sosial, ekonomi, lingkungan dan kelembagaan. Hal ini menunjukkan bahwa responden belum sepenuhnya memahami tentang SDGs yang tidak hanya membahas mengenai kemiskinan, tetapi juga aspek lainnya sejumlah 17 poin.

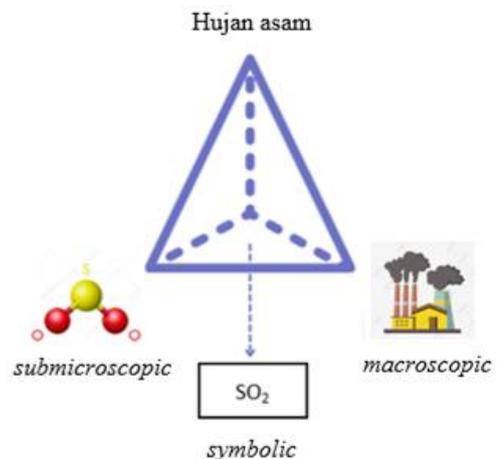
Responden menyatakan bahwa pembelajaran kimia yang berorientasi pada SDGs baru diterapkan pada topik sel volta, minyak bumi, koloid, dan kimia hijau, dimana topik tersebut cukup relevan dengan kehidupan. Oleh karenanya, topik ini juga dapat diaplikasikan dengan konten penguatan berpikir sistem karena tetrahedral Mahaffy (2004) di aspek *human element* dapat dengan mudah dijabarkan apabila topik yang diangkat memiliki hubungannya dengan kehidupan sehari-hari. Topik sel volta, misalnya dapat dikaitkan dengan penggunaan batu baterai; topik minyak bumi dikaitkan dengan penggunaan bahan bakar pada kendaraan; topik koloid bisa dikaitkan dengan proses industri; dan topik kimia hijau dikaitkan dengan pengelolaan limbah. Relevansi topik dengan fenomena yang terjadi di kehidupan tentunya dapat dihubungkan melalui tetrahedral Mahaffy (2004) yang terdiri dari dimensi *macroscopic*, *submicroscopic*, dan *symbolic*-nya.

Berdasarkan hasil survei, hanya terdapat 1 responden yang belum memahami pengertian dari berpikir sistem, sedangkan 5 responden lainnya dapat dikatakan sudah memahami konteks berpikir sistem dengan bukti jawaban yang diberikan yaitu memiliki kata kunci “analisis masalah yang saling berkaitan/berhubungan”. Meskipun masih kurang memahami secara detail tentang berpikir sistem, tetapi responden setidaknya mengetahui garis besar dari sistem berpikir tersebut. Seluruh responden juga menyatakan bahwa penguatan berpikir sistem ini penting untuk diimplementasikan dalam pembelajaran kimia. Implementasi ini diaplikasikan melalui hubungan topik kimia yang diangkat ke arah aspek *macroscopic*, *submicroscopic*, dan *symbolic* dari suatu fenomena.

Berkaitan dengan metode yang digunakan untuk mengimplementasikan konten SDGs dan penguatan berpikir sistem, seluruh responden

memahami bahwa konten ini dapat dikemas dalam pembelajaran, salah satunya melalui pengembangan bahan ajar, seperti Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD yang dikembangkan dengan mengintegrasikan SDGs dan penguatan berpikir sistem dapat mendorong siswa untuk meningkatkan minat belajarnya, melatih siswa untuk belajar mengembangkan konsep materi, mempermudah pemahaman materi, dan mendorong keaktifan siswa karena LKPD dapat menjadi bahan ajar yang memprioritaskan pembelajaran dengan sistem *student centered*. Tentunya, LKPD ini juga dapat membantu guru sebagai pendamping pembelajaran bagi mereka yang belum sepenuhnya paham tentang konten SDGs dan berpikir sistem.

Selain topik sel volta, minyak bumi, koloid, dan kimia hijau, salah satu topik dalam materi kimia yang dapat diintegrasikan dengan SDGs dan berpikir sistem yaitu deposisi asam. Penguatan berpikir sistem dapat dengan mudah diaplikasikan dalam topik ini karena pokok pembahasannya adalah hujan asam yang biasa terjadi di kehidupan nyata. Hujan asam yang diakibatkan oleh berbagai zat seperti sulfur dioksida dan nitrogen dioksida, dapat digambarkan dalam dimensi *macroscopic*, *submicroscopic*, dan *symbolic*, serta ditambah dengan aplikasinya dalam kehidupan pada tingkat *human element*. Dimensi tersebut dapat dijelaskan pada gambar 3.



Gambar 3. Aplikasi Tetrahedral Mahaffy dalam materi deposisi asam

Berdasarkan gambar 3, diberikan contoh implementasi penguatan berpikir sistem dalam materi deposisi asam. Dimensi *submicroscopic*

yaitu representasi aspek kimia dalam skala molekuler menggunakan melalui penggambaran model-model (Rahmawan *et al.*, 2018), diharapkan guru mampu memotivasi siswa untuk menggambarkan bentuk molekul dari senyawa sulfur dioksida yang merupakan senyawa yang menjadi pemicu terjadinya hujan asam. Hal ini dimaksudkan agar siswa mengetahui bagaimana bentuk senyawa yang terkandung pada saat hujan asam terjadi.

Dimensi selanjutnya, yaitu dimensi *macroscopic*, dimana siswa diminta untuk merepresentasikan kimia atau fenomena kimia sebagaimana yang dapat dirasakan melalui panca indera (Gilbert dan Treagust, 2009). Dimensi ini dapat diperdalam melalui observasi di laboratorium atau analisis penyebab terjadinya suatu peristiwa, misalnya dengan melakukan pengamatan larutan yang mengandung sulfur dioksida atau penyebab munculnya senyawa tersebut yang dapat berasal dari pembakaran fosil, hasil proses industri, atau penggunaan kendaraan bermotor.

Selanjutnya, terdapat dimensi *symbolic* yang menjadi penghubung antara dimensi *macroscopic* dan *submicroscopic*, direpresentasikan melalui simbol-simbol (Rahmawan *et al.*, 2018). Simbol yang dimaksud dalam hal ini adalah rumus kimia dari sulfur dioksida,  $\text{SO}_2$ .

Dimensi terakhir dari tetrahedral Mahaffy (2004) yaitu *human element*. Dimensi ini mengacu pada aplikasi atau contoh nyata adanya senyawa sulfur dioksida dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini juga bisa dikaitkan dengan permasalahan yang sedang dibahas, yaitu hujan asam atau dampak yang ditimbulkan dari turunnya hujan asam terhadap lingkungan sekitar. Dimensi *human element*, juga dapat mendorong guru untuk mengajarkan siswa terkait pentingnya kesadaran lingkungan dengan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang memicu terbentuknya senyawa sulfur dioksida di atmosfer, sehingga hal ini bisa dikaitkan dengan konten SDGs, khususnya pada poin ke 13 (*climate action*).

Tidak hanya sebagai pengenalan poin-poin SDGs, berpikir sistem memiliki peran penting untuk mengimplementasikan SDGs dalam pembelajaran kimia. Hal ini karena berpikir sistem dapat membantu mempermudah penalaran di berbagai sistem sosial dan lingkungan yang berguna dalam menangani isu-isu lingkungan global. Penguatan berpikir sistem semacam itu dapat juga meningkatkan keterlibatan pelajar

dalam isu-isu yang berfokus pada tujuan keberlanjutan yang membutuhkan peningkatan keterampilan literasi. Selain itu, dengan berpikir tentang dinamika sistem yang kompleks, pelajar akan lebih siap untuk memprediksi hal-hal yang mungkin terjadi sehingga dapat menambah peluang untuk mendapatkan hasil yang diinginkan (Jordan, Gray, and Sorensen, 2023).

Urgensi dalam berpikir sistem ini adalah tentang memahami konsep keseluruhan yang kompleks, termasuk dengan memahami hubungan antar dimensi dalam suatu sistem dan hubungannya dengan konteks secara umum. Hal ini dapat melatih siswa untuk menyederhanakan suatu fenomena (kimia) secara sederhana sehingga tidak terlihat kompleks dan memahami aspek-aspek terpisah dari suatu isu tertentu (Phelan *et al.*, 2015).

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru kimia di Klaten dan sekitarnya belum memiliki pemahaman yang cukup terkait *Sustainable Development Goals* (SDGs) dan implementasi penguatan berpikir sistem dalam pembelajaran. Hal ini dibuktikan dengan hasil analisis survei yang menyatakan bahwa 3 dari 6 responden belum mengerti makna dari SDGs dan bagaimana cara mengimplementasikannya dalam pembelajaran kimia, khususnya melalui penguatan berpikir sistem. Padahal, berpikir sistem dapat menjadi suatu cara menganalisis informasi secara logis dan sistematis apabila dikaitkan dengan dimensi kimia, seperti pada materi deposisi asam yang dapat diperinci dalam dimensi *macroscopic*, *submicroscopic*, dan *symbolic*, serta *human element*. Penelitian ini merupakan penelitian awal untuk mengetahui seberapa jauh pemahaman guru terkait SDGs dan berpikir sistem serta implementasi dalam pembelajaran kimia. Oleh karenanya, penelitian selanjutnya diharapkan untuk dapat membantu terciptanya bahan ajar atau media pembelajaran lainnya yang mengimplementasikan SDGs dan berpikir sistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alisjahbana, A.S. & Murniningtyas, E. (2018). Tujuan pembangunan berkelanjutan di Indonesia: *Konsep Target dan Strategi Implementasi*. Bandung: Unpad Press.

- da Silva Júnior, C. A. (2023). Triangular bipyramid metaphor (TBM), an imagetic representation for the awareness of inclusion in chemical education (ICE). *Brazilian Journal of Development*, 9(3), 10567-10578.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. (2009). Introduction: macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In J. K. Gilbert, & D. Treagust, *Models and modeling in science education: Multiple representations in chemical education* (pp. 1-8). Netherlands: Springer Science.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701–705.
- Jordan R.C., Gray S.A., & Sorensen A.E. (2023). Systems thinking tools to address SDG #4. *Front. Sustain. Cities* 5:1150683. doi: 10.3389/frsc.2023.11506
- Kemendikbud. (2022). Kurikulum merdeka tingkat SMA. Diakses melalui <https://kurikulummerdeka.kemdikbud.go.id/sma>
- Kioupi & Voulvoulis. (2019). Education for sustainable development: a systemic framework for connecting the SDGs to educational outcomes. *Sustainability*, 11 (21),6104.
- Kisworo, B., Liliyasi, S., & Mudzakir, A. (2021). The analysis of content teaching materials: identification of potential for developing systems thinking skills in coordination chemistry. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1806, No. 1, p. 012208). IOP Publishing.
- Lestari, D. S. (2023). Pengaruh *environmental awareness*, *ecolabelling* dan *green brand image* terhadap keputusan pembelian *green product* (studi pada konsumen tisu tessa di kabupaten karanganyar) (Doctoral dissertation, UIN Surakarta).
- Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 5(3), 229-245.
- Mahaffy, P. (2006). Moving chemistry education into 3D: a tetrahedral metaphor for understanding chemistry. Union Carbide Award for Chemical Education. *Journal of Chemical Education*, 83(1), 49-55.
- Muti'ah., Siahaan J., Laksmiwati, D., & Sukib. (2021). Upaya meningkatkan motivasi dan pemahaman ilmu kimia melalui demonstrasi kimia bagi siswa sman 1 labuapi. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), 236-241. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v4i2.704>
- Nugraha, T. S. (2022). Kurikulum merdeka untuk pemulihan krisis pembelajaran. *Inovasi Kurikulum*, 19(2), 251-262.
- Pazicni, S., & Flynn, A. B. (2019). Systems thinking in chemistry education: theoretical challenges and opportunities. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2752-2763.
- Phelan, L., McBain, B., Ferguson, A., Brown, P., Brown, V., Hay, I., ... & Taplin, R. (2015). Learning and teaching academic standards statement for environment and sustainability. Office for Learning and Teaching, Government of Australia.
- Purnomo, A. R., Yulianto, B., Mahdiannur, M. A., & Subekti, H. (2023). Embedding sustainable development goals to support curriculum merdeka using projects in biotechnology. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(1), 406-433.
- Rakhmawan, A., Firman, H., Redjeki, S., & Mulyani, S. (2018). Perbandingan capaian tiga level representasi kimia untuk dimensi kecerdasan majemuk yang berbeda pada siswa sma. In *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)* (pp. 1-7).
- Restu, R., Sriadhi, S., Gultom, S., & Ampera, D. (2022). Implementation of the merdeka Belajar-Kampus merdeka curriculum based on the RI 4.0 platform at Universitas Negeri Medan. 6(6), 10161–10176.

- Suryani, A. (2022). Penguatan literasi digital dalam kurikulum merdeka di sma. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 7(1), 45-5
- Thaib, D. (2021). Pembelajaran berbasis proyek dalam kurikulum merdeka di sma. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 5(2), 112-120.
- UN Indonesia. (2017). Indicators and data mapping to measure sustainable development goals (sdgs) targets. Diakses melalui <https://indonesia.un.org/en/93073-indicators-and-data-mapping-measure-sustainable-development-goals-sdgs-targets>
- York, et. al. (2019). Application of system thinking in stem education. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2679-3044. Doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00261.

#### **PROFIL SINGKAT**

**Azzahra Nur Aziza** merupakan mahasiswi program Pendidikan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta. Penulis aktif terlibat dalam berbagai kegiatan akademik dan komunitas lainnya, baik di dalam dan di luar kampus. Fokus akademiknya adalah pada Pendidikan Kimia yang kemungkinan besar terlibat dalam studi teori dan praktikum.

**Dra Rr. Lis Permana Sari, M.Si.** merupakan seorang dosen Universitas Negeri Yogyakarta, khususnya di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan mengkhususkan diri dalam bidang kimia anorganik dan pendidikan kimia. Mata kuliah yang pernah diampu yaitu penilaian hasil belajar kimia, kimia organik, metodologi penelitian kimia, *microteaching*, penelitian kimia, dll.