

Melatih *Scientific Explanation* Siswa melalui *Learning Cycle 5E* berkonteks *Socio-Scientific Issues (SSI)*

Dyah Puspitasari Ningthias^{*1}, Nora Listantia¹, Rubiyatna Sakaroni²

1. Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram

2. Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram

*e-mail: dyahpuspitasari@staff. Unram.ac.id

(Received: 1 September 2024; Reviewed: 10 September 2024 ; Accepted: 30 September 2024)

Abstrak

Kemampuan siswa dalam memberikan penjelasan ilmiah (*scientific explanation*) merupakan salah satu keterampilan abad ke-21 yang penting untuk dikembangkan melalui pembelajaran yang inovatif. Namun, pembelajaran sains di Indonesia masih banyak berfokus pada hafalan konsep tanpa memberikan ruang bagi siswa untuk menghubungkan sains dengan kehidupan nyata. Salah satu pendekatan yang potensial adalah penggunaan model *Learning Cycle 5E* yang dikontekstualisasikan dengan *Socio-Scientific Issues (SSI)*. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk melakukan penyelidikan berbasis bukti, menggunakan konsep-konsep sains, khususnya kimia, untuk menjelaskan isu-isu yang relevan dengan kehidupan sosial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penerapan model *Learning Cycle 5E* berbasis SSI dalam melatih kemampuan *scientific explanation* siswa. Penelitian melibatkan 33 siswa di kelas eksperimen I, 33 siswa di kelas eksperimen II, dan 34 siswa di kelas kontrol. Keterampilan penjelasan ilmiah siswa dikategorikan menggunakan Taksonomi SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome). Hasil investigasi menunjukkan bahwa pembelajaran dengan *Learning Cycle 5E* berbasis SSI lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan *scientific explanation* dibandingkan model *Learning Cycle 5E* tanpa konteks SSI maupun pembelajaran konvensional. *Novelty* dari penelitian ini terletak pada integrasi model *Learning Cycle 5E* dengan isu sosio-sains sebagai konteks pembelajaran, yang jarang dilakukan di pembelajaran kimia, sehingga dapat memberikan kontribusi baru terhadap praktik pembelajaran berbasis inkuiri dan konteks nyata.

Kata Kunci: Penjelasan ilmiah, *Learning cycle 5E*, SSI, kimia

Abstract

Students' ability to provide scientific explanations is one of the essential 21st-century skills that must be developed through innovative learning methods. However, science education in Indonesia is still largely focused on rote memorization of concepts without providing students with opportunities to connect science to real-life situations. One promising approach is the use of the Learning Cycle 5E model contextualized with Socio-Scientific Issues (SSI). This approach enables students to conduct evidence-based investigations and use scientific concepts, particularly in chemistry, to explain issues relevant to social life. This study aims to determine the effectiveness of implementing the Learning Cycle 5E model based on SSI in training students' scientific explanation skills. The study involved 33 students in experimental class I, 33 students in experimental class II, and 34 students in the control class. Students' scientific explanation skills were categorized using the SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) Taxonomy. The findings indicate that learning with the SSI-based Learning Cycle 5E model is more effective in enhancing scientific explanation skills compared to the Learning Cycle 5E model without the SSI context or conventional learning methods. The novelty of this study lies in the integration of the Learning Cycle 5E model with socio-scientific issues as a learning context, which is rarely applied in chemistry education, thereby contributing new insights to inquiry-based and real-life-context learning practices.

Keywords: *scientific explanation, learning cycle 5E, SSI, chemistry*

PENDAHULUAN

Kemajuan dunia akibat perkembangan sains dan teknologi saat ini sangat pesat dan kompleks. Masyarakat harus memiliki kemampuan yang cukup memadai untuk menghadapi berbagai tantangan yang muncul di kehidupan (Ramadhana, & Qudratuddarsi, 2024). Salah satu kemampuan penting yang harus dimiliki masyarakat yakni kemampuan literasi sains (Li, & Guo, 2021). Literasi sains didefinisikan sebagai kemampuan siswa untuk terlibat dengan isu-isu terkait sains, dan dengan ide-ide sains, sebagai warga negara yang reflektif (OECD, 2023). Hasil PISA 2023 menunjukkan bahwa Indonesia berada pada posisi ke 68 dari 81 negara yang mengikuti dengan skor 398 (OECD, 2023). Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa Indonesia tergolong rendah.

Literasi sains pada bidang pendidikan difokuskan pada cara siswa menggunakan konsep sains dalam membuat keputusan yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang muncul di kehidupan (Rahayu, 2016). Pengalaman belajar pada sekolah yang memiliki skor pisa lebih tinggi pada suatu negara memiliki literasi sains yang lebih baik (OECD, 2023). Pernyataan ini mendukung bahwa guru sebagai fasilitator perlu menyediakan pengalaman belajar pada siswa terutama untuk melatih kemampuan siswa dalam literasi sains (Firman, Nurmiati, & Nurfitriyani, 2019). Salah satunya adalah melatih siswa untuk melakukan serangkaian penyelidikan terhadap ilmu pengetahuan dan melatih siswa untuk membuat penjelasan ilmiah (Wariani & Hayon, 2023). Siswa akan mengembangkan kreatifitasnya untuk mengidentifikasi penyebab dari permasalahan dan mencoba menjelaskan dengan penjelasan ilmiah (*scientific explanation*) yang melibatkan fakta serta data-data empiris (Karisan & Zeidler, 2016)

Penjelasan ilmiah (*scientific explanation*) merupakan penjelasan yang disajikan berdasarkan fakta ilmiah dengan menggunakan sebuah fenomena yang akan dijelaskan (*explanandum*) ((Osborne & Patterson, 2011). Siswa penting untuk dilatih menyajikan *scientific explanation* karena dapat mengembangkan pemahaman sains yang kuat (Jin et al., 2016), dimana siswa berkesempatan untuk memahami konsep sains yang lebih mendalam (McNeill & Krajcik, 2008). Selain itu, penyajian penjelasan ilmiah selama proses pembelajaran akan menempatkan siswa dalam peran ilmuwan untuk menemukan sebuah pengetahuan, karena siswa akan menjawab apa dan bagaimana permasalahan tersebut dapat terjadi (Osborne & Patterson, 2011). Kriteria penjelasan siswa dianalisis menggunakan taksonomi SOLO dengan kriteria seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria tingkatan scientific explanation berdasarkan taksonomi solo

Level	Keterangan
<i>Prestructural</i>	Siswa menggunakan konsep yang salah sehingga kesimpulan yang diperoleh tidak relevan atau tidak memberikan respon yang sesuai dengan pertanyaan
<i>Unistuctural</i>	Siswa menjelaskan satu aspek atau satu informasi
<i>Multistructural</i>	Siswa menggunakan lebih dari satu aspek atau informasi tetapi tidak dapat menghubungkan keterkaitan antara aspek
<i>Relational</i>	Siswa menggunakan lebih dari satu aspek atau informasi dan dapat menghubungkan setiap aspek sehingga dapat ditarik kesimpulan
<i>Extended abstract</i>	Siswa menggunakan beberapa data atau informasi, menghubungkan setiap data, mengaplikasikan konsep lain, sehingga memiliki keterkaitan struktur dan makna

Siswa dilatih menyajikan penjelasan ilmiah dengan diberikan permasalahan yang tidak hanya dijawab dengan hafalan (Arsyad & Sartika, 2020). Siswa menyajikan penjelasan ilmiah melalui masalah-masalah terkait SSI. Siswa yang dibelajarkan menggunakan SSI sebagai konteks dapat menerapkan

konsep dasar yang telah dipelajari untuk memecahkan masalah dan pengambilan keputusan. Menurut Zeidler & Nichols (2009) SSI merupakan masalah yang bersifat kontroversional yang membutuhkan pertimbangan etika dan moral dalam menyampaikan keputusan terkait penyelesaian permasalahan tersebut. SSI sebagai konteks pembelajaran dapat mengeksplor pengetahuan sains sehingga mendorong siswa untuk menggunakan ide-ide atau gagasan sains yang telah dimiliki.

Salah satu ilmu sains yang penting adalah ilmu kimia (Qudratuddarsi, Ramadhana, Indriyanti, & Ismail, 2024). Kimiawan harus berkontribusi dan bertanggung jawab terhadap masalah-masalah sains yang berkembang. Ilmu kimia membantu dalam menganalisa secara kritis dan melihat fakta-fakta untuk membuat keputusan. Materi kimia yang dapat diintegrasikan dengan isu sosial-sains adalah materi hidrolisis garam dan larutan penyangga (Al Idrus, Rahmawati, Hadisaputra & Qudratuddarsi, 2021). Materi hidrolisis garam dapat membantu menjelaskan sifat asam, basa, atau netral beberapa larutan garam yang ada di kehidupan, contohnya garam dapur yang bersifat netral, pupuk ZA (amonium sulfat) yang bersifat asam, dan soda abu (natrium karbonat) yang bersifat basa. Pada materi larutan penyangga, siswa dapat memahami bagaimana cara makanan kemasan diawetkan dengan bahan kimia yang lebih aman dikonsumsi, atau cara tubuh mempertahankan pH ketika zat asam banyak dikonsumsi oleh manusia (Lai & Fong, 2024).

Siswa dapat memahami ilmu kimia dengan baik melalui proses pembelajaran kimia yang tepat (Isnainingsih, 2019). Pembelajaran yang mengakomodasi siswa untuk melakukan pengamatan langsung untuk mengumpulkan fakta dan data empiris (McCain, 2015). *Learning cycle 5E* memberikan kesempatan bagi siswa melakukan penyelidikan sains di setiap tahapan pembelajaran (Rodriguez, Allen, Harron & Qadri, 2019). Pada penelitian ini model untuk melatih siswa dalam menyajikan penjelasan ilmiah dengan SSI sebagai konteks dan menggunakan langkah pembelajaran *learning cycle 5E*. Tabel 2 berikut menunjukkan langkah-langkah pembelajaran dengan *learning cycle 5E* berkonteks SSI.

Tabel 2. Langkah-langkah pembelajaran dengan model *learning cycle 5e* berkonteks ssi

Tahapan Pembelajaran	Kegiatan Siswa
<i>Engagement</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati video dan menuliskan informasi ilmiah yang diperoleh • Membaca artikel dan menulis pertanyaan berdasarkan artikel yang dibaca
<i>Exploration</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menentukan pertanyaan yang akan diselidiki lebih lanjut • Melakukan percobaan sesuai dengan tujuan pembelajaran dan rumusan masalah yang diajukan
<i>Explanation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menjawab pertanyaan-pertanyaan yang disediakan guru di worksheet • Siswa mendiskusikan pertanyaan-pertanyaan di worksheet • Siswa membuat penjelasan ilmiah • Siswa mempresentasikan hasil diskusi
<i>Elaboration</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa saling mengevaluasi penjelasan ilmiah yang telah dibuat • Mendiskusikan artikel SSI • Menyusun penjelasan melalui pertanyaan-pertanyaan terkait SSI • Siswa mempresentasikan hasil diskusi • Siswa saling mengevaluasi penjelasan ilmiah yang telah dibuat
<i>Evaluation</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa menjawab soal-soal evaluasi terkait konsep yang telah dipelajari

Kemampuan penjelasan ilmiah siswa dilatih melalui dua tahapan pada proses pembelajaran model *learning cycle 5E* yakni pada tahapan *exploration* dan tahapan *elaboration* (Asrizal, Yurnetti &

Usman, 2022). Pada tahapan elaboration siswa menggunakan konsep kimia yang diperoleh untuk memberikan penjelasan terkait SSI. Kegiatan ini diharapkan dapat melatih siswa membuat keputusan dan terlibat dalam argumen-argumen sosial terhadap masalah kimia yang ada di kehidupan (Esen, Geçer & Çetin, 2023).. Oleh karena itu, kami ingin mengevaluasi lebih mendalam cara melatih kemampuan siswa dalam menyusun penjelasan ilmiah dengan menggunakan model *learning cycle* 5E berkonteks SSI.

METODE

Penelitian ini dilakukan di salah satu sekolah SMA Negeri di Malang Jawa Timur. Penelitian dirancang dengan *quasi experimental posttest only control group design dengan mixed methods the embedded design* (Creswell, 2012). Penelitian ini menggunakan *quasi experimental posttest only control group design* karena tidak memungkinkan randomisasi penuh, sehingga pengukuran dilakukan hanya setelah intervensi diberikan pada kelompok eksperimen. Metode ini efisien untuk menguji efektivitas perlakuan terhadap variabel tertentu (Kuswanto, 2022). Pendekatan *mixed methods embedded design* dipilih agar data kualitatif dapat melengkapi hasil kuantitatif dengan memberikan pemahaman lebih mendalam (Hidayat, Hermendra, Zetriuslita, Lestari & Qudratuddarsi, 2022). Kombinasi ini memungkinkan peneliti memperoleh bukti objektif sekaligus memahami konteks atau faktor-faktor yang memengaruhi hasil penelitian.

Populasi penelitian sebanyak $N= 100$. Sampel penelitian dipilih menggunakan *convenience sampling*, yaitu teknik pemilihan sampel berdasarkan kemudahan akses, keterjangkauan, atau ketersediaan subjek. Metode ini dipilih karena praktis, efisien, dan sesuai dengan keterbatasan waktu serta sumber daya, meskipun memiliki keterbatasan dalam generalisasi hasil penelitian (Qudratuddarsi, Sathasivam & Hutkemri, 2019). Kelas sampel memiliki kemampuan yang sama berdasarkan tes awal pada materi kesetimbangan kimia 0.942 (>0.05). Ada tiga kelas penelitian yakni, kelas eksperimen I yang terdiri dari 33 orang siswa, kelas eksperimen II yang terdiri dari 33 orang siswa, dan kelas kontrol terdiri dari 34 orang siswa. Kelas eksperimen I yang dibelajarkan dengan model *learning cycle* 5E berkonteks SSI, kelas eksperimen II menggunakan model *learning cycle* 5E, dan kelas control yang dibelajarkan menggunakan model verifikasi.

Socio-Scientific Issues (SSI) dipilih sebagai konteks dalam pembelajaran karena dapat menghubungkan sains dengan permasalahan nyata di masyarakat, sehingga pembelajaran lebih bermakna dan relevan (Viehmann, Fernández Cárdenas & Reynaga Peña, 2024). SSI yang diberikan yakni, 1) Dampak hujan asam terhadap lingkungan. Hujan asam dapat merusak tanaman, mengurangi kesuburan tanah, dan mengakibatkan korosi pada bangunan, sehingga penting dipahami dampaknya terhadap lingkungan dan solusi untuk mengurangnya. 2) Pupuk ZA sebagai bahan pembuatan Nata De Coco. Pupuk ZA mengandung amonium sulfat, yang digunakan sebagai nutrisi mikroba dalam fermentasi Nata De Coco. Isu ini penting terkait keamanan dan potensi bahan alternatif. 3) Penggunaan kaporit pada kolam renang. Kaporit efektif membunuh kuman di kolam renang, tetapi penggunaan berlebih dapat menyebabkan iritasi kulit atau mata, sehingga penting mengatur takarannya. 4) Asidifikasi air laut: Ancaman bagi lautan. Asidifikasi air laut akibat peningkatan CO_2 mengancam ekosistem laut, terutama terumbu karang, organisme laut, dan rantai makanan, memengaruhi kehidupan maritim secara signifikan. 5) Kelayakan air minum kemasan untuk dikonsumsi sehari-hari. Isu ini menyoroti kualitas air minum kemasan terkait kandungan kimia, kesehatan, dan lingkungan, sehingga perlu pemahaman akan standar kelayakan konsumsi. Isu-isu ini relevan, kontekstual, serta memicu eksplorasi konsep sains dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Soal evaluasi berupa soal uraian dengan reliabilitas sebesar 0,85, menunjukkan instrumen memiliki konsistensi yang tinggi. Nilai yang tinggi ini artinya soal uraian memiliki keseragaman dalam mengukur kemampuan penjelasan ilmiah siswa dan dapat dipercaya untuk evaluasi yang akurat. Skor kemampuan penjelasan ilmiah siswa dianalisis secara kuantitatif, sementara analisis deskriptif dan pengkategorian berdasarkan kriteria Taksonomi SOLO digunakan sebagai data kualitatif. Untuk menghindari subjektivitas dalam penilaian, dilakukan analisis interrater dengan menggunakan Cohen's Kappa sebesar 0,91, yang menunjukkan kesepakatan sempurna antara rater 1 dan rater 2. Selanjutnya, analisis varian (ANOVA) digunakan untuk mengetahui perbedaan signifikan dalam kemampuan scientific explanation siswa antar kelompok. Kombinasi metode ini memastikan hasil evaluasi yang objektif, reliabel, dan komprehensif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model *learning cycle* 5E berkonteks SSI dapat memfasilitasi pembelajaran siswa untuk meningkatkan kemampuan penjelasan ilmiah siswa. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai rata-rata siswa yang dibelajarkan menggunakan model *learning cycle* 5E berkonteks SSI lebih tinggi dibandingkan pada siswa yang dibelajarkan menggunakan model *learning cycle* 5E dan model verifikasi. Nilai rata-rata kemampuan scientific explanation siswa dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Nilai rata-rata kemampuan scientific explanation siswa

Kelas	Skor rata-rata
Eksperimen I	12,03
Eksperimen II	9,06
Kontrol	7,26

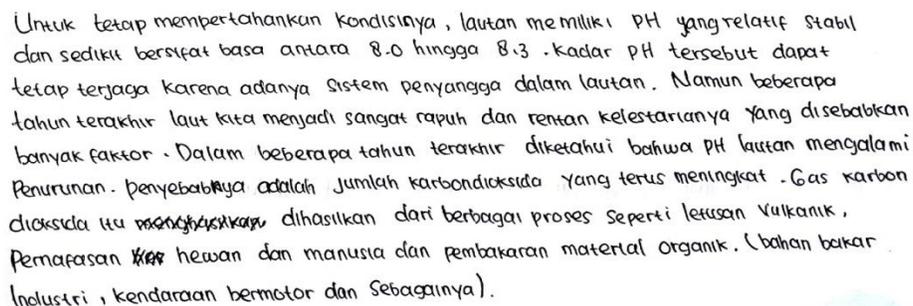
Pada Kelas model *learning cycle* 5E berkonteks SSI, siswa mampu memberikan jawaban pada tahap *extended abstract*, artinya siswa dapat menggunakan beberapa data atau informasi, menghubungkan setiap data, mengaplikasikan konsep lain terhadap masalah yang diberikan (Minogue & Jones, 2006). Siswa yang dibelajarkan menggunakan model *learning cycle* 5E dan model verifikasi hanya dapat memberikan penjelasan ilmiah pada tahap *relational*. Siswa yang dibelajarkan dengan *learning cycle* 5E memiliki persentase lebih besar pada tingkatan *relational* dibandingkan dengan model konvensional. Tabel 4 berikut ini menunjukkan persentasi kemampuan penjelasan ilmiah siswa berdasarkan Taksonomi SOLO.

Table 4 Persentasi kemampuan scientific explanation siswa berdasarkan taksonomi SOLO

Kelas	Persen Siswa				
	<i>Prestructural</i>	<i>Unistructural</i>	<i>Multistructrural</i>	<i>Relational</i>	<i>Extended abstract</i>
Eksperimen 1	2,27%	31,82%	34,85%	25%	6,06
Eksperimen II	15,91%	43,18%	39,39%	1,51%	0%
Kontrol	36,03%	46,32%	16,17%	1,47%	0%

Siswa yang dibelajarkan dengan model verifikasi lebih banyak pada tahapan *unistructural*, artinya siswa pada kelas control hanya dapat menjelaskan satu informasi berdasarkan permasalahan yang diberikan. Berdasarkan hasil perhitungan skor rata-rata dan persentase dapat diketahui bahwa model *learning cycle 5E* berkonteks SSI efektif dalam meningkatkan kemampuan penjelasan ilmiah siswa.

Soal tes penjelasan ilmiah siswa menggunakan topik SSI sebagai konteks karena dalam membuat penjelasan ilmiah membutuhkan fenomena yang harus dijelaskan (*explanandum*) (Osborne & Patterson, 2011). Topik SSI yang digunakan sebagai konteks adalah “sudah layakkah air minum kita?” yang relevan dengan materi hidrolisis garam dan “asidifikasi lautan: ancaman bagi organisme laut” yang relevan dengan materi larutan penyangga. Salah satu contoh pertanyaan yang digunakan untuk mengukur kemampuan penjelasan ilmiah siswa adalah “mengapa pH permukaan lautan relatif stabil?”. Penjelasan ilmiah yang dibuat siswa bervariasi yakni mulai pada tingkat terendah yakni *prestructural* sampai pada tahapan *extended abstract*. Gambar 1 Contoh penjelasan siswa pada tingkatan *prestructural*.

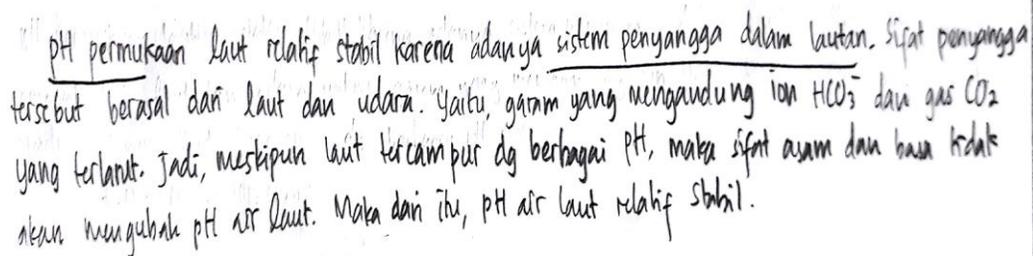


Untuk tetap mempertahankan kondisinya, lautan memiliki pH yang relatif stabil dan sedikit bersifat basa antara 8.0 hingga 8.3. kadar pH tersebut dapat tetap terjaga karena adanya sistem penyangga dalam lautan. Namun beberapa tahun terakhir laut kita menjadi sangat rapuh dan rentan kelestariannya yang disebabkan banyak faktor. Dalam beberapa tahun terakhir diketahui bahwa pH lautan mengalami penurunan. Penyebabnya adalah jumlah karbondioksida yang terus meningkat. Gas karbon dioksida itu ~~menyebabkan~~ dihasilkan dari berbagai proses seperti letusan vulkanik, pemapasan ~~ke~~ hewan dan manusia dan pembakaran material organik. (bahan bakar industri, kendaraan bermotor dan sebagainya).

Gambar 1 Contoh penjelasan ilmiah siswa pada tingkat *prestructural*

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa siswa tidak dapat menjelaskan dengan benar mengenai cara permukaan lautan mempertahankan pH atau siswa tidak dapat memberikan satu konsep yang relevan untuk menjawab pertanyaan. Hal ini sejalan dengan pendapat Braaten & Windschilt (2011) yang menjelaskan bahwa siswa cenderung untuk mendeskripsikan fenomena yang terjadi dibandingkan menjawab pertanyaan mengapa dan bagaimana fenomena tersebut terjadi. Gambar 2 Contoh scientific explanation pada tahapan *unistructural*.

Gambar 2 Contoh penjelasan ilmiah siswa pada Tahap *Unistructural*



pH permukaan laut relatif stabil karena adanya sistem penyangga dalam lautan. Sifat penyangga tersebut berasal dari laut dan udara. Yaitu, garam yang mengandung ion HCO_3^- dan gas CO_2 yang terlarut. Jadi, meskipun laut tercampur dg berbagai pH, maka sifat asam dan basa tidak akan mengubah pH air laut. Maka dari itu, pH air laut relatif stabil.

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa siswa hanya dapat mengungkapkan satu konsep yang relevan yakni, “karena adanya sistem penyangga dalam lautan”. Penjelasan ilmiah siswa terlihat panjang, tetapi siswa hanya menuliskan kembali pernyataan yang ada pada artikel dan tidak relevan dengan pertanyaan. Gambar 3 contoh penjelasan ilmiah siswa pada tingkat *multistructural*.

pH permukaan laut itu di antara 8,0 hingga 8,3. kadar air dapat terjaga karena adanya sistem penyangga dalam lautan. Sifat penyangga air laut dapat berasal dari garam yang mengandung ion HCO_3^- di dalam laut dan gas CO_2 dari udara yang terlarut. Di dalam air laut, gas CO_2 terlarut dan bereaksi dengan air membentuk asam karbonat (H_2CO_3). ($\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3^*(\text{aq})$). Jika air hujan yang bersifat asam tumpah ke laut/ air dari sungai-sungai mengalir ke laut dengan berbagai pH maka sifat asam dan basa itu tidak akan mengubah pH air laut.

Gambar 3 Contoh penjelasan ilmiah siswa pada tingkat *multistructural*

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa siswa sudah dapat mengungkapkan dua konsep yang benar dan relevan, yang pertama yakni, adanya sistem penyangga dalam lautan dan yang kedua siswa mampu menyebutkan komponen penyangga dalam lautan. Gambar 4 menyajikan contoh penjelasan ilmiah siswa

pH permukaan lautan relatif stabil karena ada ion yang berfungsi menjaga kestabilan pH air laut yang berfungsi sebagai penyangga. Ion tersebut adalah HCO_3^- yang bersifat basa. Selain itu terdapat CO_2 dari udara yang bereaksi dgn air membentuk H_2CO_3 bersifat Basam. Ketika hujan turun ada penambahan asam (H^+) maka akan dinetralkan oleh HCO_3^- sehingga pH laut stabil.

pada tahapan *relational*.

Gambar 4 Contoh penjelasan ilmiah siswa pada tingkat *relational*

Berdasarkan Gambar 4 diketahui bahwa siswa telah mampu mengungkapkan lebih dari dua konsep yang relevan dan mampu mengaitkan konsep tersebut sehingga menjadi penjelasan ilmiah yang lengkap. Gambar 4 menyajikan contoh penjelasan ilmiah siswa pada tingkat *extended abstract*.

lautan memiliki penyangga alami yakni H_2CO_3 dan HCO_3^- . H_2CO_3 berasal dari gas CO_2 yang terlarut dalam air laut dengan reaksi sbb: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$. H_2CO_3 bersifat asam sedangkan HCO_3^- bersifat basa konjugasi kuat. Reaksinya sebagai berikut:
$$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$$

Ketika ada penambahan asam maka yang akan bereaksi adalah HCO_3^- membentuk H_2CO_3 . H_2CO_3 merupakan asam lemah. Penambahan asam juga akan menyebabkan bertambahnya ion H^+ sehingga pergeseran kesetimbangan kearah pembentukan H_2CO_3 maka jumlah ion H^+ berkurang, pergeseran kesetimbangan kearah pembentukan H_2CO_3 maka pH turun sedikit.

Gambar 5 Contoh Penjelasan Ilmiah Siswa pada Tingkat *Extended Abstract*

Pada penjelasan ilmiah siswa yang disajikan siswa pada Gambar 4, siswa sudah dapat menjelaskan beberapa aspek yakni, 1) sistem penyangga dalam lautan adalah HCO_3^- dan H_2CO_3 ; 2) siswa dapat menentukan sifat asam dan basa dari ion tersebut berdasarkan teori Bronsted-Lowry; 3) siswa menjelaskan dengan persamaan reaksi pembentukan H_2CO_3 dari CO_2 yang terlarut dalam air; 4) siswa menjelaskan adanya ion H^+ menggeser kesetimbangan ke arah pembentukan ion H_2CO_3 yang menyebabkan konsentrasi asam meningkat; 4) siswa dapat menjelaskan adanya asam menyebabkan pH turun sedikit. Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa siswa telah mampu mengungkapkan lebih dari 3 konsep yang relevan dan menghubungkan dengan konsep yang lain yakni konsep kesetimbangan dan asam basa, sehingga *scientific explanation* yang dibuat memiliki keterkaitan satu sama lain.

Analisis lebih lanjut kemampuan penjelasan ilmiah siswa dilakukan dengan analisis varian (ANOVA). Hasil analisis menggunakan ANOVA terhadap skor tes kemampuan penjelasan ilmiah siswa ditunjukkan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Hasil analisis skor tes kemampuan penjelasan ilmiah siswa

	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>
<i>Between groups</i>	387,04	2	193,55	32,85	0,000
<i>Within groups</i>	571,47	97	5,89		
<i>Total</i>	958,51	99			

Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara siswa yang dibelajarkan menggunakan model *learning cycle* 5E berkonteks SSI dengan siswa yang dibelajarkan menggunakan model *learning cycle* 5E dan model verifikasi.

Siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *learning cycle* 5E berkonteks SSI dilatihkan secara langsung untuk membuat penjelasan ilmiah. Pada tahapan *explanation* pada kegiatan pembelajaran, siswa diberikan pertanyaan-pertanyaan yang dapat melatih siswa dalam membuat penjelasan ilmiah. Pada dasarnya pembelajaran *learning cycle* 5E pada tahapan *explanation* telah mengarahkan siswa untuk membuat penjelasan ilmiah. Pada penelitian ini, penjelasan ilmiah diarahkan secara eksplisit oleh guru pada siswa yang dibelajarkan dengan model *learning cycle* 5E berkonteks SSI dengan menghadirkan masalah yang bersifat SSI pada tahapan elaborasi. Siswa diarahkan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang memicu siswa untuk membuat sebuah penjelasan ilmiah terhadap masalah tersebut. Siswa dapat menggunakan konsep dasar yang diperoleh pada tahap sebelumnya untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan pada soal elaborasi dan menghubungkan dengan pengetahuan sains yang lain yang telah dimilikinya. Oleh karena itu siswa dapat mempelajari konsep kimia yang diberikan dan mengaplikasikan terhadap masalah yang lebih kompleks.

Kemampuan *scientific explanation* siswa dapat ditingkatkan apabila dilakukan dengan membiasakan siswa selama proses pembelajaran dengan model pembelajaran dan konteks pembelajaran yang tepat. Model dan konteks pembelajaran memberikan peranan yang sangat penting. Penelitian serupa dilakukan oleh (Rahayu et al., 2019) yakni model pembelajaran POGIL dengan SSI sebagai konteks pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan *scientific explanation* siswa karena mengarahkan siswa untuk memahami konsep kimia lebih dalam. Sari & Wiyarsi, (2021) SSI sebagai konteks dapat digunakan sebagai bahan diskusi menggunakan konsep kimia sehingga dapat meningkatkan kemampuan literasi

kimia siswa. Penelitian ini dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk pengajaran terhadap kimia pada topic yang berbeda atau pada ilmu sains lainnya. Upaya ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan scientific explanation siswa sehingga berdampak positif pada kemampuan literasi siswa.

KESIMPULAN

Model *Learning Cycle 5E* dengan konteks *Socio-Scientific Issues* (SSI) terbukti efektif dalam melatih kemampuan siswa untuk membuat penjelasan ilmiah. Pendekatan ini tidak hanya membantu siswa memahami konsep kimia secara mendalam tetapi juga meningkatkan kemampuan mereka dalam mengomunikasikan penjelasan ilmiah terkait masalah sosial dan sains. Pembelajaran berbasis SSI mendorong siswa untuk berpikir kritis, menggunakan bukti dalam penalaran, dan menghubungkan konsep-konsep sains dengan kehidupan nyata. Peran guru sangat penting dalam mengatur proses pembelajaran agar siswa lebih aktif dan terlibat dalam kegiatan pembelajaran dengan konteks yang relevan. Guru diharapkan dapat memilih isu-isu sosio-sains yang sesuai dengan kebutuhan siswa dan mengintegrasikannya dalam siklus pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Studi ini membuka peluang untuk pengembangan model serupa pada mata pelajaran atau jenjang pendidikan lain guna meningkatkan pemahaman siswa terhadap berbagai isu multidisipliner.

REFERENCES

- Al Idrus, S., Rahmawati, R., Hadisaputra, S., & Qudratuddarsi, H. (2021). Analysis of detergent waste absorption using water spinach (*Ipomoea aquatica*). *Journal of Science and Science Education*, 2(1), 17-21.
- Arsyad, A. A., & Sartika, D. (2020). Analisis keterampilan proses sains mahasiswa calon guru fisika pada praktikum fisika dasar. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 3(1), 69-74.
- Asrizal, A., Yurnetti, Y., & Usman, E. A. (2022). ICT thematic science teaching material with 5e learning cycle model to develop students' 21st-century skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 61-72.
- Creswell, J. 2012. *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research Fourth Edition*. Boston: Pearson Education. Inc.
- Esen, S., Geçer, S., & Çetin, H. (2023). 5E Learning Cycle Supported Mathematics Digital Worksheets in Primary Schools: A Case Study. *Egitim ve Bilim*, 48(216), 1-38.
- Firman, F., Nurmiati, N., & Nurfitriyani, N. (2019). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Game Tournament (TGT) Berbantuan Media Kokami Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 2(1), 57-63.
- Hidayat, R., Hermendra, H., Zetriuslita, Z., Lestari, S., & Qudratuddarsi, H. (2022). Achievement goals, metacognition and horizontal mathematization: a mediational analysis. *TEM Journal*, 11(04), 1537-1546.
- Isnaningsih, T. (2019). Pendidikan Kesehatan Melalui Media Booklet dan Audio Visual Untuk Meningkatkan Pengetahuan Tentang Konsumsi Buah dan Sayur. *Indonesian Journal of Educational*

Science (IJES), 2(1), 48-56.

- Jin, H., Hokayem, H., Wang, S., & Wei, X. (2016). A US-China Interview Study: Biology Students' Argumentation and Explanation About Energy Consumption Issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(6), 1037–1057. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9651-4>
- Karisan, D., & Zeidler, D. L. (2016). Contextualization of Nature of Science Within the Socioscientific Issues Framework: A Review of Research. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 139–152. <https://doi.org/10.18404/ijemst.270186>
- Kuswanto, K. (2022). Penerapan model problem based learning untuk meningkatkan minat belajar pancasila pada mahasiswa ppkn universitas jambi. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 4(2), 121-130.
- Lai, W. F., & Fong, M. (2024). Use of comparative research in the study of chemistry education: A systematic analysis of the literature. *Heliyon*.
- Li, Y., & Guo, M. (2021). Scientific literacy in communicating science and socio-scientific issues: Prospects and challenges. *Frontiers in Psychology*, 12, 758000.
- McCain, K. (2015). Explanation and the Nature of Scientific Knowledge. *Science and Education*, 24(7–8), 827–854. <https://doi.org/10.1007/s11191-015-9775-5>
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53–78. <https://doi.org/10.1002/tea.20201>
- Minogue, J., & Jones, M. G. (2006). Haptics in education: Exploring an untapped sensory modality. *Review of Educational Research*, 76(3), 317–348. <https://doi.org/10.3102/00346543076003317>
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627–638. <https://doi.org/10.1002/sce.20438>
- PISA 2022 Results (Volume I)*. (2023). OECD. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Qudratuddarsi, H., Ramadhana, N., Indriyanti, N., & Ismail, A. I. (2024). Using Item Option Characteristics Curve (IOCC) to Unfold Misconception on Chemical Reaction. *Journal of Tropical Chemistry Research and Education*, 6(2), 105-118.
- Qudratuddarsi, H., Sathasivam, R. V., & Hutkemri, H. (2019). Difficulties and Correlation between Phenomenon and Reasoning Tier of Multiple-Choice Questions: A Survey Study. *Indonesian Research Journal in Education/ IRJE/*, 249-264.
- Rahayu, S. (2016). Menyiapkan Calon Guru Dalam Berliterasi Sains Melalui Pembelajaran Berkonteks Explisit Nature of Science (Nos). *Konvensi Nasional Pendidikan Indonesia (KONASPI) VIII Tahun 2016, October 2016*, 9.

- Rahayu, S., Aldresti, F., & Fajaroh, F. (2019). Improving Students' Scientific Explanation Skills Through Pogil Model With Socioscientific Issue Context. *Jurnal Pengajaran Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 23(2), 139–146. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v23i2.12413>
- Ramadhana, N., & Qudratuddarsi, H. (2024). Analisis Self Efficacy Mahasiswa pada Mata Kuliah Biologi Sel. *Saqbe: Jurnal Sains Dan Pembelajarannya*, 1(1), 33-38.
- Rodriguez, S., Allen, K., Harron, J., & Qadri, S. A. (2019). Making and the 5E learning cycle. *The Science Teacher*, 86(5), 48-55.
- Sari, R. M., & Wiyarsi, A. (2021). Inquiry Learning Using Local Socio-Scientific Issues as Context to Improve Students' Chemical Literacy. *Proceedings of the 7th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS 2020)*, 528(Icriems 2020), 201–208. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210305.031>
- Viehmman, C., Fernández Cárdenas, J. M., & Reynaga Peña, C. G. (2024). The use of socioscientific issues in science lessons: A scoping review. *Sustainability*, 16(14), 5827.
- Wariani, T., & Hayon, V. H. (2023). Kajian Tentang Keaktifan, Hasil Belajar, dan Produk yang Dihasilkan Mahasiswa Pada Perkuliahan yang Menerapkan Pembelajaran Berbasis Proyek. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 5(2), 134-142.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58. <https://doi.org/10.1007/bf03173684>