

Efektivitas Model Problem Based Learning Berbasis Socio Scientific Issue Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Materi Kimia Hijau

Putri Nadlifah Tiara Nita, Ella Izzatin Nada

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Walisongo Semarang, Jalan Prof. Hamka, Ngaliyan, Kota Semarang 50185, Jawa Tengah, Indonesia

Corresponding author: putrinadlifahahtiaranita@gmail.com

Abstrak

Pentingnya penguasaan terhadap 4 keterampilan (4C) termasuk keterampilan berpikir kreatif di era digital. Faktanya, implementasi pembelajaran di sekolah belum menstimulus keterampilan berpikir kreatif, didukung dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa tergolong rendah. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui efektivitas penerapan model PBL berbasis SSI terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi kimia hijau. Jenis penelitian ini yakni penelitian kuantitatif dengan metode *quasy experiment* berupa *pretest-posttest control group design*. Subjek penelitian yang digunakan yaitu siswa SMAN 5 Semarang kelas X.3 sebanyak 23 siswa dan X.4 sebanyak 28 siswa. Ditentukan menggunakan teknik *cluster random sampling*. Penelitian ini menggunakan uji *independent sample t-test* didapatkan nilai *t-test* <0.001 dan uji *effect size* didapatkan 0.708 (sedang), menunjukkan bahwa PBL-SSI dapat menstimulus keterampilan berpikir kreatif bahkan terdapat peningkatan dengan kategori sedang.

Kata kunci

Problem Based Learning, Socio Scientific Issue, Keterampilan Berpikir Kreatif.

Abstract

The importance of mastering the 4C skills—particularly creative thinking—is paramount in the digital era. However, the reality is that the implementation of learning in schools has not yet effectively stimulated creative thinking skills, supported by observation results which show that students' creative thinking skills are relatively low. This research was conducted with the aim of determining the effectiveness of implementing the PBL-SSI model on students' creative thinking skills in green chemistry material. This type of research is quantitative research with a *quasy experiment* method in the form of a *pretest-posttest control group design*. The research subjects used were 23 students of SMAN 5 Semarang class X.3 and 28 students of X.4. Determined using a *cluster random sampling* technique. This research used an *independent sample t-test* and *effect size*, the *t-test* value was <0.001 and the *effect size* test was 0.708 (medium), indicating that PBL-SSI can stimulate creative thinking skills and there is even an increase in the medium category.

Keywords

Problem Based Learning, Socio Scientific Issue, Creative Thinking Skills.

1. Pendahuluan

Adaptasi pada era digital memerlukan penguasaan pada 4 keterampilan atau yang dikenal dengan keterampilan 4C, yaitu *Critical* (Berpikir Kritis), *Collaborative* (Kolaborasi), *Communication*

(Komunikasi) dan *Creative* (Berpikir Kreatif atau Kreativitas) [1]. Keterampilan 4C perlu dilatihkan kepada siswa karena dapat memberikan pengaruh yang baik dalam konteks pendidikan maupun dalam kehidupan profesional dan sosial,

diantaranya dapat meningkatkan keterampilan adaptasi, pemecahan masalah, keterampilan komunikasi maupun kemampuan berpikir secara *divergen* [2].

Keterampilan berpikir secara divergen dapat dimiliki dengan melatih dan menstimulus keterampilan berpikir kreatif. Keterampilan berpikir kreatif merupakan keterampilan dalam memberikan jawaban ataupun ide yang inovatif [3]. Berpikir kreatif juga didefinisikan sebagai keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dapat mendorong untuk menghasilkan ide dan jawaban beragam dan tepat guna [4].

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi keterampilan berpikir kreatif, diantaranya yaitu pemahaman konsep, minat belajar, pembiasaan dan metode yang digunakan pada penelitian sebelumnya [5, 6], juga menyebutkan faktor yang dapat mempengaruhi keterampilan berpikir kreatif yakni strategi pembelajaran, teknik pembelajaran dan metode pembelajaran. Penggunaan soal-soal pilihan ganda kategori C1-C2 juga dapat menjadi penyebab siswa tidak terbiasa dengan soal-soal HOTS atau *Higher Order Thinking skills* [7]. Penyebab lainnya dapat dikarenakan penggunaan metode pembelajaran yang berorientasi pada guru dan mengarah pada sistem belajar hafalan [8, 9].

Didukung dengan data hasil observasi menunjukkan bahwa siswa SMA N 5 Semarang pembelajaran yang dilakukan hanya berfokus pada hasil belajar dan belum pernah dilakukan pengukuran keterampilan berpikir kreatif siswa. Adapun data hasil prariset mengindikasikan bahwa rata-rata siswa memiliki keterampilan berpikir kreatif yang rendah. Sebanyak 77,7% siswa hanya memberikan solusi berdasarkan 1 sudut pandang dan 22,3% lainnya melihat dari 2 sudut pandang. Hal ini dapat dikarenakan proses pembelajaran yang dilakukan belum mengimplementasikan proses pembelajaran yang dapat menstimulus keterampilan berpikir kreatif.

Alternatif yang dapat digunakan untuk menstimulus keterampilan berpikir kreatif siswa yakni dengan penerapan model *Problem Based Learning* (PBL). PBL dipahami sebagai salah satu model pembelajaran yang berorientasi pada pemberian masalah faktual sebagai topik pembelajaran untuk dikulik dan dibahas [8]. Model

1. Metodologi Penelitian

PBL memiliki sintaks yang menuntun siswa secara mandiri dalam memecahkan permasalahan yang disajikan [10]. Pada penelitian lain juga disebutkan bahwa pemberian masalah dapat mendorong siswa untuk berpikir kreatif [11].

Penerapan PBL dapat dioptimalkan dengan mengintegrasikan PBL dengan metode atau pendekatan lainnya, seperti pendekatan *Socio Scientific Issue* (SSI) [12]. Didukung dengan penelitian sebelumnya [13], menyebutkan bahwa PBL diintegrasikan dengan SSI dapat menstimulus literasi sains siswa. SSI merupakan pendekatan saintifik yang berorientasi pada pemberian masalah [14, 15]. Adapun masalah yang digunakan yakni masalah sosial-ilmiah yang bersifat kontroversial dan mengkaitkan antara ilmu sains, teknologi dan masyarakat seperti pencemaran lingkungan, efek rumah kaca.

Penerapan SSI dalam proses pembelajaran ditujukan sebagai wadah bagi siswa untuk mengaitkan materi ilmiah dengan masalah kontekstual sehingga materi yang disampaikan menjadi lebih bermakna [16]. Pengaplikasian pendekatan SSI dalam pembelajaran perlu memperhatikan 4 komponen SSI, diantaranya yakni 1) Masalah 2) Diskusi 3) Pengambilan Keputusan 4) Argumentasi [17].

Materi yang relevan dengan model PBL-SSI salah satunya yakni materi kimia hijau. Kimia hijau merupakan ilmu yang mempelajari upaya-upaya yang dapat diterapkan dalam meminimalisir bahkan menghilangkan dampak negatif dari penggunaan bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan maupun kerusakan lingkungan [18]. Materi kimia hijau juga dipahami sebagai bentuk kontribusi pada aspek pendidikan dalam misi perlindungan bumi [19] dan SDGs (*Sustainable Development Goals*) yang telah disepakati oleh PBB untuk mengupayakan kehidupan yang lebih aman dan berkelanjutan [20].

Berdasarkan uraian yang telah diuraikan, maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas model PBL-SSI dalam menstimulus keterampilan berpikir kreatif.

Desain Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penerapan model PBL berbasis SSI dalam menstimulus keterampilan berpikir kreatif siswa. Jenis penelitian yakni penelitian kuantitatif metode *quasy experiment* dengan *pretest-posttest control group design* sehingga digunakan 2 kelas yaitu kelas eksperimen (X.3) dan kelas kontrol (X.4) sebagai pembanding untuk menentukan besar peningkatan keterampilan berpikir kreatif

siswa [21]. Perlakuan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol didesain berbeda. Kelas eksperimen menggunakan model PBL-SSI sedangkan kelas kontrol menggunakan model konvensional (ceramah, video pembelajaran, tugas mandiri, kuis berbantuan web *wordwall.net*). Tahapan belajar menggunakan model PBL berbasis SSI pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada tabel 1. Sebagai berikut:

Tabel 1. Sintaks PBL-SSI

No	Sintaks Model PBL-SSI	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
1	Orientasi Masalah (PBL)	<p>Masalah (SSI)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru menyajikan masalah yang kontekstual dan relevan untuk dipecahkan oleh siswa - Tahap ini guru dapat menunjukkan video, gambar maupun berita permasalahan sosial-ilmiah (SSI) - Guru memberikan pertanyaan pemantik untuk mengarahkan arah/tujuan belajar siswa 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa aktif (bertanya, menjawab atau merespon) apa yang ditanyakan oleh guru - Siswa menyimak penjelasan, video pembelajaran ataupun gambar yang disajikan oleh guru
2	Mengorganisasikan Belajar (PBL)	<p>Diskusi (SSI)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok kecil untuk mendiskusikan LKPD (tugas kelompok) 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa berkelompok sesuai kelompok yang ditentukan - Siswa melakukan diskusi
3	Membimbing penyelidikan (PBL)	<p>Diskusi (SSI)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru melakukan pengawasan serta membimbing siswa berdiskusi dan mengumpulkan informasi relevan untuk menjawab pertanyaan LKPD melalui buku maupun referensi lain (internet, dll) 	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa membaca materi dan melakukan studi literatur - Siswa bertanya pada guru jika ada hal yang belum dapat dipahami
4	Menyajikan hasil (PBL)	<p>Pengambilan Keputusan (SSI)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guru membimbing setiap kelompok untuk menuangkan hasil penyelidikannya dengan bahasa sendiri. - Guru meminta siswa untuk mempresentasikan hasil diskusi <p>Argumentasi (SSI)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Siswa menyajikan hasil diskusi dengan kalimat yang mudah dipahami - Siswa melakukan presentasi yang mendapat giliran melakukan presentasi - Siswa diharapkan aktif bertanya dan saling berargumen dalam bentuk

		- Sesi tanya-jawab dan debat argumentasi	(bertanya, memberikan kritik atau
5	Evaluasi (PBL)	- Guru mengevaluasi (memberikan umpan balik) hasil yang dipresentasikan - Guru mengkonfirmasi hasil diskusi yang telah dilakukan siswa	- Siswa mendengarkan penjelasan dan penguatan/umpan balik dari guru

Pengumpulan data dan Instrumen Penelitian

Populasi penelitian ini yakni seluruh kelas X SMAN 5 Semarang. Pengambilan sampel ditentukan berdasarkan teknik *cluster random sampling*, hal ini dikarenakan populasi yang cukup besar sehingga dipilih secara acak serta pengukuran yang dilakukan fokus membedakan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol [22]. Jumlah siswa yang mengikuti penelitian ini

sebanyak 51 siswa dengan rincian 23 siswa dari kelas eksperimen dan 28 siswa dari kelas kontrol. Instrumen yang digunakan berupa soal terbuka (*open ended problems*) sejumlah 8 butir soal esai yang telah tervalidasi dan dinyatakan valid digunakan sebagai instrumen berpikir kreatif. Adapun soal yang digunakan telah disesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kreatif, ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Berpikir Kreatif

Indikator	Dekskripsi	Topik SSI	Jumlah Soal
Fluency (lancar)	Mampu memberikan jawaban atau ide lebih dari 1 (bervariatif)	Polusi udara Pemanasan global Limbah batik	3
Flexibility (luwes)	Mampu memberikan beberapa jawaban atau ide berdasarkan mempertimbangkan berbagai sudut pandang	Polusi udara	1
Originality (orisinal)	Mampu memberikan ide baru, inovatif, atau hasil memadukan berbagai ide yang sudah ada	Polusi udara	1
Elaboration (elaborasi)	Mampu memberika jawaban, gagasan secara detail atau menyeluruh	Polusi udara Pemanasan global Limbah batik	3

2. Hasil dan Pembahasan

Teknik dan Hasil Analisis Data

Hasil uji efektifitas penerapan model PBL-SSI untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif menunjukkan keefektifan. Hasil nilai pretest dilakukan uji normalitas dan uji

homogenitas. Nilai signifikansi uji normalitas ditentukan berdasarkan uji kolmogrov-smirnov. Nilai uji kelas eksperimen sebesar 0,133, kelas kontrol sebesar 0,085, dengan nilai signifikansi lebih dari 0,05. Maka. data uji *pretest* dinyatakan berdistribusi normal sedangkan hasil uji

homogenitas yaitu 0,657 sehingga dapat dilanjutkan dengan uji parametrik. Selanjutnya, berdasarkan selisih skor rata-rata antara kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan bahwa pada kelas eksperimen rata-rata keterampilan berpikir kreatif yaitu 59,87 (*pretest*) dan 72,17 (*posttest*), keduanya lebih tinggi dari nilai rata-rata pada kelas kontrol, secara detail dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komparasi Hasil Uji Statistik Deskriptif Kelas Eksperimen dan Kontrol

	Eksperimen		Kontrol	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
N	23	23	28	28
Min	44	53	44	47
Maks	78	88	66	81
Rata-rata	59,87	72,17	55,25	64,68
Standar deviasi	8,961	10,179	6,530	10,904

Tabel 4. Hasil Uji *Independent Sample t-test* dan Uji *Effect Size*

Uji <i>t test</i>		Uji <i>Effect size</i>		
Signifikansi		<i>Cohen's d</i>	<i>Upper</i>	<i>Lower</i>
<i>One sided</i>	<i>Two sided</i>			
<0.001	<0.001	0.708	0.136	1.279

Berdasarkan data yang dipaparkan pada Tabel 4. Uji efektivitas model PBL-SSI menggunakan uji *independent sample t-test* karena terdapat 2 kelompok sampel berbeda yang akan dibandingkan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan rata-rata antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dilanjutkan dengan uji *effect size (cohen's d)* untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa.

Hasil uji *independent sample t-test* (uji dua pihak) yaitu < 0,001 yang artinya < 0,05, maka dapat dinyatakan penerapan model PBL-SSI efektif digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dengan hasil

peningkatan (*effect size, cohen's d*) sebesar 0,708 dengan kategori sedang.

Penelitian ini mencoba mengaitkan antara model PBL dengan pendekatan SSI dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas model PBL-SSI dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Berdasarkan hasil uji *t-test* yaitu <0.001 menunjukkan bahwa PBL-SSI efektif digunakan untuk menstimulus keterampilan berpikir kreatif dengan nilai uji *effect size* yaitu 0,708 (terdapat peningkatan dengan kategori sedang). Hal ini menunjukkan bahwa PBL-SSI efektif digunakan [23]. Pada penelitian sebelumnya disebutkan bahwa diperlukan proses pembelajaran secara berulang-ulang untuk menstimulus siswa sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif secara maksimal [5].

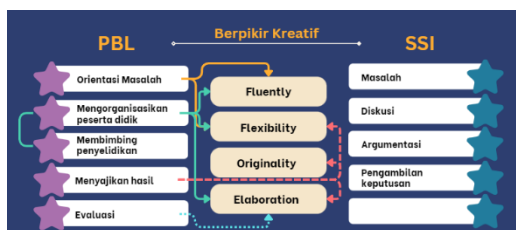
Implementasi PBL-SSI pada Penelitian ini

Penerapan model PBL dalam penelitian ini ditujukan sebagai alur proses pembelajaran dalam menstimulus keterampilan berpikir kreatif, karena PBL merupakan model pembelajaran yang mengarahkan siswa untuk memecahkan masalah dengan melibatkan kegiatan investigasi secara mandiri dan guru sebagai pengarah sehingga siswa akan terdorong untuk memiliki keterampilan pemecahan masalah dan keterampilan berpikir kreatif [24]. Relevan dengan penelitian terdahulu [25] bahwa penerapan PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif karena dalam PBL terdapat sintaks yang mendorong siswa untuk lebih aktif.

Sedangkan, SSI pada penelitian ini ditujukan agar pembelajaran yang dilakukan lebih bermakna dan kontekstual karena permasalahan yang digunakan merupakan permasalahan isu sosial ilmiah yang bersifat faktual dan terjadi pada lingkungan sekitar [26]. Selain itu, pendekatan SSI dapat melibatkan siswa untuk aktif bertukar pikiran (diskusi) sebelum mengambil keputusan atau menentukan jawaban yang lebih tepat [27]. Sesuai dengan penelitian sebelumnya, bahwa penerapan PBL-SSI dapat membantu siswa dalam memahami konsep, literasi ilmiah, pemecahan masalah bahkan dapat meningkatkan kemampuan metakognitif siswa [28]. Ilustrasi SSI yang diintegrasikan pada sintaks PBL, ditunjukkan pada Tabel 1.

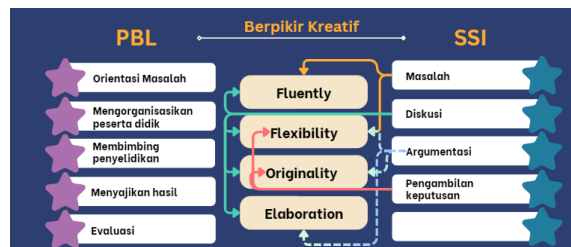
Pembelajaran PBL berbasis SSI pada penelitian ini dilatihkan melalui pembiasaan menyelesaikan permasalahan yang disajikan pada LKPD selama 3 kali pertemuan. Didapatkan beberapa temuan, bahwa model pembelajaran PBL dapat mendorong keterampilan berpikir kreatif siswa terutama pada tahap orientasi masalah yang melibatkan kegiatan pemberian pertanyaan pemantik dan eksplorasi (mencari dan mengumpulkan informasi sesuai topik yang didiskusikan) karena pada tahap ini siswa diarahkan untuk berpikir secara terbuka dan melihat dari berbagai sudut pandang, siswa juga dapat mencari berbagai informasi sehingga mendapatkan lebih banyak pengetahuan yang dapat dikembangkan berdasarkan nalar dan perspektif masing-masing siswa.

Penerapan SSI (sesi argumentasi) juga mendukung model PBL dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif karena siswa mencoba untuk berpikir *divergen* dan mencoba saling berpendapat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rosen, Stoeffler & Simmering, bahwa keterampilan berpikir kreatif dapat dilatih dengan melibatkan aktivitas diantaranya yakni proses *explore* (eksplorasi) dan *communicate* (komunikasi) [3]. Hal ini sesuai dengan penjelasan bahwa penerapan SSI dalam proses pembelajaran dapat menstimulus serta mendorong perkembangan keterampilan komunikasi, keterampilan berpikir kreatif, keterampilan kolaboratif, keterampilan memecahkan masalah bahkan dapat meningkatkan motivasi belajar [12].



Gambar 1. PBL-Berpikir Kreatif

Secara keseluruhan, penerapan model PBL-SSI dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif pada penelitian ini, dapat diilustrasikan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 2. SSI-Berpikir Kreatif

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan ilustrasi sintaks *PBL* dapat menstimulus keterampilan berpikir kreatif baik pada indikator *fluently*, *flexibility*, *original* dan *elaboration*. Hal sama seperti pada Gambar 2, menunjukkan bahwa 4 komponen SSI dapat membantu menstimulus bahkan keterampilan berpikir kreatif pada beberapa indikator, misalnya pada komponen argumentasi, pada penelitian ini sesi argumentasi dapat menstimulus keterampilan berpikir kreatif yakni pada indikator *Flexibility*, *Originality*, *Elaboration*. Sesuai dengan penelitian sebelumnya [17] bahwa penerapan kegiatan “argumentasi” dapat mendukung proses pembelajaran yang mengarahkan siswa untuk berpikir kreatif.

3. Kesimpulan

Penerapan PBL berbasis SSI menunjukkan keefektifan dalam menstimulus keterampilan berpikir kreatif bahkan terdapat peningkatan keterampilan berpikir berdasarkan hasil uji *effect size* yakni 0.708 (kategori sedang). PBL-SSI dapat menstimulus keterampilan berpikir kreatif terutama pada tahap orientasi masalah, tahap investigasi yang melibatkan proses penyelidikan berbagai informasi serta diskusi dan pada sesi argumentasi pada sintaks menyajikan hasil.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing yang berkenan membimbing penyusunan artikel ini, terimakasih juga kepada Ibu Leni Iffah, bu Theresia Lina Widiawati, Ibu Shovi Rintowati yang memberikan izin serta arahnya dalam proses penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Partono P, Wardhani HN, Setyowati NI, et al. Strategi meningkatkan kompetensi 4C (critical thinking, creativity, communication, & collaborative). *J Penelit Ilmu Pendidik* 2021; 14: 41–52.
- [2] Sukarso AA, Muslihatun M. Mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, sikap dan kemampuan bekerja ilmiah melalui pembelajaran praktikum proyek riset otentik. *J Ilm profesi Pendidik* 2021; 6: 467–475.
- [3] Rosen Y, Stoeffler K, Simmering V. Imagine: Design for creative thinking, learning, and assessment in schools. *J Intell* 2020; 8: 16.
- [4] Winarso W, Haqq AA. Where Exactly for Enhance Critical and Creative Thinking: The Use of Problem Posing or Contextual Learning. *Eur J Educ Res* 2020; 9: 877–887.
- [5] Dalman RP, Junaidi J. Penyebab sulitnya siswa menjawab soal HOTS dalam pembelajaran sosiologi di kelas XI IPS SMAN 1 batang kapas pesisir selatan. *Naradidik J Educ Pedagog* 2022; 1: 103–112.
- [6] Shubina I, Kulakli A. Critical thinking, creativity and gender differences for knowledge generation in education. *Lit Inf Comput Educ J* 2019; 10: 3086–3093.
- [7] Nada EI, Sari WK. Analysis of Student's Creative Thinking Ability Based on Gender Perspective on Reaction Rate Topic. *J Pendidik Sains Indones (Indonesian J Sci Educ* 2022; 10: 138–150.
- [8] Handayani A, Koeswanti HD. Meta-analisis model pembelajaran problem based learning (pbl) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. *J basicedu* 2021; 5: 1349–1355.
- [9] Reynawati A, Purnomo T. Penerapan model problem based learning pada materi pencemaran lingkungan untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. *Pensa E-Jurnal Pendidik Sains*; 6.
- [10] Ulger K. The effect of problem-based learning on the creative thinking and critical thinking disposition of students in visual arts education. *Interdiscip J Probl Learn*; 12.
- [11] Silver EA, Cai J. An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *J Res Math Educ* 1996; 27: 521–539.
- [12] Lubis SPW, Suryadarma IGP, Yanto BE. The effectiveness of problem-based learning with local wisdom oriented to socio-scientific issues. *Int J Instr* 2022; 15: 455–472.
- [13] Hestiana H, Rosana D. The Effect of problem based learning based socio-scientific issues on scientific literacy and problem-solving skills of junior high school students. *J Sci Educ Res* 2020; 4: 15–21.
- [14] Jia X, Li W, Cao L. The role of metacognitive components in creative thinking. *Front Psychol* 2019; 10: 2404.
- [15] Özden M. Prospective elementary school teachers' views about socioscientific issues: A concurrent parallel design study. *Int Electron J Elem Educ* 2015; 7: 333–354.
- [16] Sadler TD, Barab SA, Scott B. What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Res Sci Educ* 2007; 37: 371–391.
- [17] Rostikawati DA, Permanasari A. Rekonstruksi bahan ajar dengan konteks socio-scientific issues pada materi zat aditif makanan untuk meningkatkan literasi sains siswa. *J Inov Pendidik IPA* 2016; 2: 156–164.
- [18] Anastas PT, Williamson TC. Green chemistry: an overview.
- [19] Hernández-Ramos J, Perna J, Cáceres-Jensen L, et al. The effects of using socio-scientific issues and technology in problem-based learning: A systematic review. *Educ Sci* 2021; 11: 640.
- [20] Holfelder A-K. Towards a sustainable future with education? *Sustain Sci* 2019; 14: 943–952.
- [21] Sugiyono. Quantitative, Qualitative and R & D Research Methods. *J Chem Inf Model*.

- [22] Omona J. Sampling in qualitative research: Improving the quality of research outcomes in higher education. *Makerere J High Educ* 2013; 4: 169–185.
- [23] Julianto J, Wasis W, Agustini R, et al. Creative Attitude in Science Learning Model to Improve Creative Thinking Skills and Positive Attitude of Students Towards Science. *IJORER Int J Recent Educ Res* 2022; 3: 701–717.
- [24] Leasa M, Fenanlampir A, Batlolona JR, et al. Problem-solving and creative thinking skills with the PBL model: The concept of the human circulatory system. *Biosf J Pendidik Biol* 2021; 14: 154–166.
- [25] Mahadi I, Ariska D. The Effect of E-Learning Based on the Problem-Based Learning Model on Students' Creative Thinking Skills During the Covid-19 Pandemic. *Int J Instr* 2022; 15: 329–348.
- [26] Rahayu S. Socioscientific issues: manfaatnya dalam meningkatkan pemahaman konsep sains, Nature of Science (NOS) dan Higher Order Thinking Skills (HOTS). In: *Seminar Nasional Pendidikan IPA UNESA*. 2019.
- [27] Eastwood JL, Schlegel WM, Cook KL. Effects of an interdisciplinary program on students' reasoning with socioscientific issues and perceptions of their learning experiences. In: *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research*. Springer, 2011, pp. 89–126.
- [28] Rubini B, Ardianto D, Setyaningsih S, et al. Using socio-scientific issues in problem based learning to enhance science literacy. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2019, p. 12073.