Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA
http://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/eduproxima

PENGEMBANGAN MODUL *PBL* BERBASIS *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE* (*SSI*) PENGGUNAAN ZAT ADITIF UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH DAN KOLABORASI PESERTA DIDIK SMP

Diana [*1)], Ismail Fikri Natadiwijaya [2)]
[1,2)] Magister Pendidikan Sains, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia.
[*]*Penulis Korespondensi*
e-mail: diana.2024@student.uny.ac.id [*1)], fikrinatadiwijaya@uny.ac.id [2)]

Article history:
Submitted: Jan. 18th, 2026; Revised: Feb. 20th, 2026; Accepted: March 24th, 2026; Published: July 12th, 2026

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan modul pembelajaran IPA yang mengintegrasikan model *Problem-Based Learning* (*PBL*) berbasis *Socio-Scientific Issue* (*SSI*) pada materi zat aditif makanan, sekaligus menguji kelayakan serta efektivitasnya dalam memacu keterampilan pemecahan masalah dan kolaborasi siswa. Prosedur penelitian yang diterapkan adalah *Research and Development* (*R&D*) dengan alur model *4D*, yang terdiri dari tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Evaluasi produk dilakukan melalui uji terbatas dan uji lapangan dengan menerapkan desain *nonequivalent pretest-posttest control group*. Instrumen pengumpulan data meliputi tes kemampuan pemecahan masalah, lembar observasi, serta kuesioner kolaborasi. Hasil studi mengonfirmasi bahwa modul *PBL* berbasis *SSI* ini sangat layak digunakan berdasarkan penilaian ahli dan uji keterbacaan. Efektivitas modul terlihat dari peningkatan keterampilan pemecahan masalah dengan skor *N-gain* kelas eksperimen sebesar 0,335 (kategori sedang), yang mengungguli kelas kontrol sebesar 0,232 (kategori rendah). Selain itu, rata-rata keterampilan kolaborasi kelas eksperimen mencapai 72,75, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya 64,25. Berdasarkan uji statistik, ditemukan perbedaan signifikan di antara kedua kelompok ($p<0,05$). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa modul *PBL* berbasis *SSI* efektif dalam meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kolaborasi peserta didik.

Kata Kunci: Modul; *PBL*; *SSI*; keterampilan pemecahan masalah; kolaborasi

PENDAHULUAN

Dinamika kemajuan iptek di abad ke-21 telah memicu pergeseran fundamental pada berbagai lini kehidupan, dengan sektor pendidikan sebagai salah satu fokus utamanya. Di masa ini, urgensi pendidikan tidak lagi terbatas pada penguasaan teori semata, melainkan pada kemampuan berpikir kritis yang selaras dengan tantangan global. Terlebih dengan hadirnya era *Society 5.0*, penguatan kapasitas sumber daya manusia melalui pembelajaran sains yang mengintegrasikan kecakapan abad ke-21 menjadi krusial untuk diimplementasikan (Ramdani *et al.*, 2019; Alwanda *et al.*, 2024).

Integrasi antara penguasaan materi dan kapabilitas *problem-solving* dalam konteks pembelajaran IPA, menjadi prasyarat utama agar siswa dapat merespons dinamika kehidupan secara ilmiah. Namun, fakta yang dipaparkan oleh *PISA* dan *TIMSS* mengonfirmasi adanya stagnasi pada kemampuan sains pelajar di Indonesia yang cenderung lemah dalam mengejawantahkan konsep kognitif ke dalam solusi nyata (Ramadhani, 2020; A.A. Nasution, 2024). Kondisi tersebut menuntut adanya pemutakhiran model instruksional yang

lebih adaptif terhadap penguatan nalar kritis dan analitis siswa.

Selain pemecahan masalah, kemampuan kolaborasi juga menjadi tuntutan penting di era digital dan merupakan bagian dari Profil Pelajar Pancasila. Kenyataannya, banyak siswa yang belum terbiasa bekerja sama secara efektif dalam proses pembelajaran, sehingga berdampak pada rendahnya kualitas interaksi dan hasil belajar (Anggelita *et al.*, 2020; Pratiwi *et al.*, 2020).

Model *Problem-Based Learning* (*PBL)* dipandang sebagai pendekatan yang efektif dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kompleks dan sinergi antarsiswa melalui penyajian masalah dunia nyata sebagai basis pembelajaran. Dalam *PBL*, peserta didik didorong untuk berperan aktif dan analitis melalui proses memahami masalah, mengumpulkan dan menganalisis informasi, merumuskan serta mengevaluasi solusi, sehingga selaras dengan tahap keterampilan pemecahan masalah secara sistematis (Polya, 1973; Hmelo-Silver, 2004; Mariana *et al*., 2022). Agar implementasi *PBL* di kelas berjalan optimal, maka diperlukan dukungan instrumen pembelajaran yang mumpuni, salah satunya berupa modul pembelajaran yang disusun secara tematik dan berorientasi pada kebutuhan lapangan.

Pemanfaatan isu-isu *sosio-saintifik (SSI)* sebagai konteks dalam modul IPA memungkinkan terjadinya proses pembelajaran yang bermakna, mengingat siswa dihadapkan pada interaksi antara konsep keilmuan dan realitas kesehatan di kehidupan sehari-hari (Rostikawati & Permanasari, 2016; Yamin, 2020). Akibatnya, pengembangan instrumen pembelajaran *PBL* yang berbasis pada pendekatan *SSI* menjadi sangat relevan dalam upaya memfasilitasi pertumbuhan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kecakapan kooperatif peserta didik pada pembelajaran IPA.

Keterampilan pemecahan masalah merupakan kemampuan individu untuk menemukan solusi terbaik terhadap suatu permasalahan dengan memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan yang telah dimiliki, sehingga mendorong individu untuk melakukan proses berpikir mendalam (Shodiqin *et al.,* 2020). Adapun indikator keterampilan pemecahan masalah dalam pembelajaran IPA mencakup sebagai berikut: memahami dan mengidentifikasi permasalahan, menelusuri serta mengumpulkan informasi yang relevan, merepresentasikan dan merumuskan strategi penyelesaian, melaksanakan rencana pemecahan masalah, serta memantau dan mengevaluasi proses yang dilakukan hingga menarik kesimpulan secara reflektif (Dewey, 1933; Polya, 1973; Juliyanto *et al.*, 2017; Ermawan & Fauziah, 2023).

Keterampilan kolaborasi merupakan kemampuan peserta didik untuk bekerja sama secara efektif dengan individu lain dalam mencapai tujuan bersama melalui interaksi yang saling mendukung. Adapun indikator kolaborasi dalam pembelajaran mencakup sebagai berikut: keterlibatan aktif dalam kelompok, tanggung jawab terhadap tugas bersama, komunikasi yang efektif, kemampuan beradaptasi dan berkompromi, serta sikap saling menghargai antar anggota kelompok (Trilling & Fadel, 2009; Greenstein, 2012; Pratiwi *et al.*, 2020; Dhitasarifa *et al.*, 2023).

Modul ajar dengan *PBL* merupakan bahan ajar yang disusun secara sistematis dan kontekstual dengan menempatkan permasalahan nyata sebagai pemicu utama pembelajaran. Desain modul ini diproyeksikan untuk mengakomodasi aktivitas belajar mandiri peserta didik, sintaks *Problem-Based Learning (PBL)*

yang komprehensif, mencakup fase orientasi masalah, artikulasi kegiatan belajar, investigasi baik secara individu maupun kolektif, hingga tahap diseminasi serta evaluasi terhadap solusi yang dihasilkan. Implementasi perangkat ajar ini tidak hanya memicu kemandirian dan sinergi kolaboratif, tetapi juga berperan vital dalam mengeskalasi motivasi serta memfasilitasi pertumbuhan kompetensi pemecahan masalah siswa dalam diskursus sains (Nurdyansyah & Mutala'ila, 2015; Hudha *et al.*, 2017; Ardianti *et al.*, 2021).

Melalui modul ajar *PBL* berbasis *SSI*, peserta didik didorong untuk memahami konsep IPA secara bermakna, mengembangkan kemampuan berpikir kritis, berargumentasi ilmiah, serta meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kolaborasi (Nurdyansyah & Mutala'Liah, 2015; Hudha *et al.*, 2017; Ardianti *et al.*, 2021; Sadler, 2004; Rostikawati & Permanasari, 2016).

Pengintegrasian *SSI* ke dalam kerangka Problem-Based Learning (PBL) mampu memperkokoh konstruksi pembelajaran dengan menyajikan problem sains yang kontekstual, bersifat open-ended, serta relevan dengan realitas kehidupan peserta didik. Karakteristik *SSI* menuntut peserta didik untuk mengaitkan konsep IPA dengan aspek sosial dan pengambilan keputusan berbasis bukti, sehingga mampu mendorong keterlibatan kognitif tingkat tinggi dan pendalaman proses pemecahan masalah (Sadler, 2011). Selain itu, kompleksitas isu dalam *PBL* berbasis *SSI* secara alami menuntut kerja sama antar peserta didik melalui diskusi, pembagian peran dan negosiasi solusi. Proses ini sejalan dengan teori konstruktivisme sosial yang menekankan bahwa pembelajaran dan perkembangan kognitif dibangun melalui interaksi sosial, sehingga *PBL* berbasis *SSI* tidak hanya meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, tetapi juga mengembangkan keterampilan kolaborasi peserta didik (Vygotsky, 1978).

Pemilihan materi zat aditif dalam makanan didasarkan pada karakteristik materi berkaitan langsung dengan kompetensi peserta didik dalam menganalisis jenis, fungsi, serta dampak zat aditif terhadap kesehatan. Selain itu, materi ini dekat dengan realitas kehidupan peserta didik, khususnya konsumsi makanan dan jajanan olahan yang berpotensi mengandung zat tambahan, sehingga memerlukan pengambilan keputusan berbasis pengetahuan ilmiah. Karakteristik tersebut menjadikan zat aditif sebagai konteks *SSI* yang autentik untuk melatih keterampilan pemecahan masalah dan kolaborasi melalui pembelajaran IPA yang kontekstual dan bermakna (Rostikawati & Permanasari, 2016; Yamin, 2020).

Sejumlah studi terdahulu telah membuktikan efikasi model *Problem-Based Learning* (PBL) berbasis *SSI* dalam mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah serta kerja sama siswa. Kendati demikian, mayoritas riset yang ada masih cenderung berfokus pada implementasi model atau pengembangan perangkat ajar secara parsial. Masih terdapat keterbatasan pada penelitian yang mengembangkan modul pembelajaran PBL terintegrasi SSI yang mampu mengevaluasi keterampilan pemecahan masalah dan kolaborasi secara simultan. Oleh karena itu, pengembangan modul IPA di tingkat SMP yang mengintegrasikan kedua aspek tersebut sangat krusial untuk mengisi celah penelitian (*research gap*) yang ada.

METODE

Pendekatan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Research and*

Development (R&D) dengan mengadopsi model pengembangan *4D* yang terdiri dari empat fase utama: *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Prosedur ini difokuskan pada pengonstruksian modul pembelajaran PBL terintegrasi SSI pada topik zat aditif makanan. Secara sistematis, tahapan penelitian dimulai dengan: 1) Fase *Define*, yang mencakup identifikasi problema dan analisis kebutuhan di lapangan; 2) Fase *Design*, yakni perancangan kerangka konseptual serta penyusunan draf instrumen pembelajaran; 3) Fase *Develop*, yang melibatkan proses purwarupa serta uji validasi ahli untuk menjamin kelayakan media; dan 4) *Fase Disseminate*, yang merupakan tahap sosialisasi serta implementasi produk pada subjek penelitian yang telah ditetapkan.

Desain Uji Coba dan subjek pada penelitian ini melalui uji coba terbatas kemudian dilanjut uji coba lapangan. Pada uji coba terbatas dilakukan pengujian terhadap keterbacaan modul yang dikembangkan. Peneliti memberikan angket kepada 12 peserta didik dan kepada 5 guru IPA yang tergabung dalam MGMP dan telah mengajar lebih dari 7 tahun serta telah tersertifikasi. Pemilihan sampel peserta didik dalam penelitian ini dipandang memadai karena pada uji coba terbatas tidak menuntut jumlah sampel besar, tetapi menekankan pada kesetaraan karakteristik awal antar kelompok untuk membandingkan pengaruh perlakuan secara objektif. Selain itu, peserta didik kelas VIII dipilih karena telah memiliki kesiapan kognitif dan dinilai mampu mengikuti pembelajaran berbasis masalah dan SSI (Creswell, 2014; Sugiyono, 2019). Selain itu, alasan pemilihan guru dengan masa keja tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwasanya guru berpengalaman memiliki pemahaman yang lebih komprehensif terhadap karakteristik peserta didik, implementasi kurikulum, serta kelayakan penggunaan bahan ajar di kelas (Akbar, 2013; Mulyasa, 2013).

Tahap berikutnya adalah pelaksanaan uji coba lapangan dengan menerapkan desain *nonequivalent pretest-posttest control group.* Penelitian ini melibatkan dua kelas, yakni VIIIA dan VIII B, yang masing-masing ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol melalui teknik *random sampling.*

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu metode tes dan non-tes. Metode tes digunakan untuk mengukur keterampilan pemecahan masalah, sedangkan metode non-tes mencakup observasi serta penyebaran angket. Adapun hasil kelayakan produk dilakukan dengan mengacu pada rumus berikut:

$$Kelayakan\% = \frac{Skor\ yang\ diperoleh}{Skor\ maksimal}\ x\ 100\%$$

Setelah memperoleh data melalui perhitungan persentase, hasil tersebut kemudian diidentifikasi dan diklasifikasikan ke dalam kategori kelayakan merujuk pada kriteria yang ditetapkan oleh akbar (2013) sebagai berikut.

Tabel 1. Konversi Kelayakan

Persentase (%)	Kategori
81-100%	Sangat Layak
61-80%	Layak
41-60%	Cukup Layak
21-40%	Kurang Layak
0-20%	Tidak Layak

Untuk mengukur tingkat keefektifan modul, penelitian ini menerapkan uji *independent t-test*. Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, distribusi data terlebih dahulu dievaluasi melalui uji normalitas dan homogenitas. Proses normalitas data diolah menggunakan SPSS 23 dengan kriteria hipotesis sebagai berikut:

H_o: Sampel berasal dari populasi berdistribusi normal
H_a: Sampel berasal dari populasi berdistribusi normal

Setelah hasil data yang diperoleh normal, maka analisis dilanjutkan uji homogenitas yang bertujuan melihat homogen atau tidaknya kedua kelompok. Adapun hipotesis uji homogenitas pada penelitian sebagai berikut:

H_o: Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada kemampuan pemecahan masalah dan kolaborasi antara siswa yang menggunakan modul pembelajaran *PBL* berbasis *SSI* dengan yang menggunakan modul dari pemerintah dengan model *discovery learning* berbasis 5M

H_a:Hasil analisis menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan pada kemampuan pemecahan masalah dan kolaborasi antara siswa yang menggunakan modul pembelajaran PBL berbasis SSI dengan yang menggunakan modul dari pemerintah dengan model *discovery learning* berbasis 5M

Pengujian hipotesis menggunakan taraf signifikasi α = 0.05, kriteria pengambilan keputusan dalam uji statistik ini didasarkan pada nilai signifikansi (*p-value).* Jika *p-value* < α, maka H_o diterima dan H_a ditolak yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kualitas Instrumen dan Modul pembelajaran

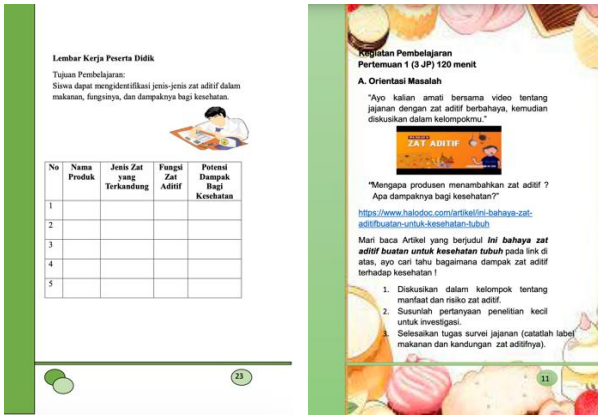
Pada penelitian ini, pengujian dilakukan pada eksperimen dan kontrol guna mengevaluasi keefektifan modul yang dikembangkan. Tahap awal analisis difokuskan pada kualitas modul dan instrumen yang dikembangkan sebelum mengevaluasi dampaknya terhadap keterampilan pemecahan masalah dan kolaborasi peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul pembelajaran IPA bermodel *PBL* berbasis *SSI* pada materi zat aditif dalam makanan memiliki hasil evaluasi dengan kualitas sangat tinggi sehingga dinyatakan sangat layak untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Kelayakan tersebut tercermin dari hasil validasi ahli serta keterlaksanaan pembelajaran yang berjalan sesuai dengan sintaks *PBL* dan karakteristik *SSI*. Berikut adalah gambar produk sebelum dan setelah memperoleh masukkan dan dinyatakan layak digunakan.



(a) Sebelum Revisi (b) Sesudah Revisi

Gambar 1. Sampul Modul *PBL* berbasis *SSI*

Hasil revisi sampul modul menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam aspek keterbacaan informasi, koherensi tata letak, serta konsistensi visual terhadap identitas model *PBL* berbasis *SSI*. Restrukturisasi elemen grafis dan pemilihan ilustrasi yang lebih proporsional tidak hanya meningkatkan estetika namun juga memperkuat relevansi kontekstual terhadap materi zat aditif dalam makanan.



(a) Sebelum Revisi (b) Sesudah Revisi

Gambar 2. Kegiatan Modul *PBL* berbasis *SSI*

Hasil revisi kegiatan modul menunjukkan perbaikan pada kejelasan alur pembelajaran dengan model *PBL*, dengan tahapan orientasi masalah, diskusi, dan investigasi yang disajikan lebih terstruktur dan kontekstual. Integrasi *SSI* melalui artikel dan video memperkuat keterlibatan siswa serta mengaitkan materi zat aditif dengan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Instrumen yang digunakan untuk mengevaluasi kemampuan pemecahan masalah dan kolaborasi peserta didik memiliki tingkat reliabilitas yang sangat tinggi. Hal ini mengonfirmasi bahwa instrumen tersebut mampu mengukur keterampilan abad ke-21 secara konsisten dan akurat (Gillies, 2016; Fitriati *et al.*, 2021). Hasil pengujian menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,954 untuk 16 butir pernyataan, yang secara signifikan melampaui ambang batas minimum reliabilitas sebesar 0,60.

Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah Peserta Didik

Analisis deskriptif menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan pemecahan masalah pada kelas eksperimen secara signifikan melampaui kelas kontrol. Hal ini dibuktikan dengan perolehan nilai rata-rata *N-gain* kelas eksperimen sebesar 0,335 yang termasuk dalam kualifikasi sedang, sementara kelas kontrol hanya mencapai 0,232 yang tergolong dalam kategori rendah.

Temuan ini mengindikasikan bahwa sinergi antara pembelajaran berbasis masalah dengan isu sosiosaintifik secara efektif menstimulasi peserta didik dalam mengidentifikasi problematika, melakukan analisis informasi, serta menyusun solusi yang sistematis dibandingkan metode konvensional. Melalui pemaparan dilema nyata yang relevan dengan realitas sehari-hari, keterlibatan kognitif siswa menjadi lebih intensif. Fenomena ini memperkuat riset terdahulu yang menegaskan bahwa integrasi *PBL* dan konteks *SSI* mampu mengakselerasi kemampuan pemecahan masalah serta keterampilan berpikir tingkat tinggi (Wilsa *et al.*, 2020; Aisy *et al.*, 2022).

Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik

Selain aspek kognitif, efektivitas modul juga terlihat pada peningkatan keterampilan kolaborasi siswa. Data menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memperoleh rata-rata skor sebesar 72,75, lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol dengan skor 64,25. Hal ini mengindikasikan bahwa integrasi isu sosiosaintifik dalam model *PBL* menciptakan atmosfir belajar yang lebih kolaboratif, di mana peserta didik didorong untuk berinteraksi secara aktif dalam merumuskan solusi atas permasalahan yang disajikan.

Tabel 2. Nilai Rata-rata Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik

No.	Kelas	Nilai Rata-rata Kolaborasi
1	Eksperimen	72,75
2	Kontrol	64,25

Peserta didik yang belajar menggunakan modul *PBL* berbasis *SSI* terlihat aktif dalam berdiskusi, berbagi peran, serta bekerja sama dalam menyelesaikan permasalahan yang bersifat kontekstual dan dekat dengan kehidupan sehari-hari. Aktivitas pemecahan maslaah yang dilakukan secara berkelompok memberikan ruang bagi peserta didik untuk saling bertukar ide, membangun kesepakatan, serta mengambil keputusan berdasarkan argumentasi ilmiah. Kondisi ini memperkuat pandangan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang dilaksanakan secara kolaboratif mampu meningkatkan kualitas interaksi sosial dan kerja sama antar peserta didik (Gillies, 2016; Yupeni *et al.*, 2022; Wijaya *et al.*, 2022).

Hasil Uji Statistik Inferensial

Hasil pengujian statistik inferensial mendukung temuan deskriptif tersebut. Hasil data menunjukkan berdistribusi normal, akan tetapi varians antar kelompok tidak homogen, sehingga analisis perbedaan dilakukan menggunakan *Welch's-test*. Hasil uji statistik disajikan pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Uji Statistik

No.	Jenis Uji	Kelas	Nilai Signitikansi
1	Uji Normalitas	Eksperimen	0,071
		Kontrol	0,085
2	Uji Homogenitas (Levene)		0,000
3	*Walch's t-test (Sig. 2-tailed)*		0,024

Hasil uji menunjukkan nilai signifikansi di bawah 0,05 yang menandakan adanya perbedaan yang bermakna antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Temuan ini selaras dengan rekomendasi penggunaan *Welch's-test* pada kondisi varians yang tidak homogen serta menguatkan bukti empiris bahwa modul bermodel *PBL* berbasis *SSI* memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil belajar peserta didik (Field, 2013; Gravetter & Wallnau, 2014). Hasil penelitian ini selaras dengan studi terdahulu yang menegaskan bahwa penerapan modul *PBL* berbasis *SSI* berkontribusi positif terhadap peningkatan keterampilan pemecahan masalah dan kolaborasi peserta didik Wilsa *et al.*, 2020; Aisy *et al.*, 2022; Khairrunisa *et al.*, 2019; Putri *et al.*, 2021).

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan modul pembelajaran IPA dengan model *PBL* berbasis *SSi* pada materi zat aditif dalam makanan memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan pemecahan masalah dan keterampilan kolaborasi peserta didik. Peningkatan yang terjadi pada kelas eksperimen menjadi indikasi bahwa penyajian permasalahan bersifat kontekstual dan dekat dengan kehidupan sehari-hari mendorong peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam proses analisis, pengambilan keputusan, serta perumusan solusi berbasis konsep IPA (Hmelo-silber, 2004; Savery, 2006). Integrasi *SSI*, semakin memperkuat proses tersebut pada konteks sosial dan ilmiah yang menuntut pengambilan keputusan berbasis bukti (Sadler, 2011). Temuan ini memperkuat asumsi teoritis bahwa pembelajaran berbasis masalah yang dikaitkan dengan isu sosio-saintifik mampu mengoptimalkan

keterlibatan kognitif tingkat tinggi peserta didik.

Selain peningkatan aspek kognitif, hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa modul *PBL* berbasis *SSI* berkontribusi signifikan terhadap pengembangan keterampilan kolaborasi. Pembelajaran pada modul ini berakar pada teori konstruktivisme sosial yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui interaksi sosial dan negosiasi makna antar individu (Vygotsky, 1978). Aktivitas diskusi kelompok, pembagian peran, serta penyelesaian masalah secara bersama-sama memberikan ruang bagi peserta didik untuk berinteraksi, menyampaikan pendapat, dan membangun kesepakatan secara kolektif. Sejalan dengan pandangan Gillies (2016) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis masalah secara kooperatif mampu meningkatkan kualitas interaksi sosial dan keterampilan kerja sama.

Proses ini mencerminkan bahwa pembelajaran dengan modul bermodel *PBL* berbasis *SSI*, tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada penguatan keterampilan sosial yang menjadi bagian penting dari kompetensi abad ke-21. Dengan demikian, kolaborasi tidak muncul sebagai hasil sampingan, melainkan sebagai kompetensi yang terbangun secara sistematis melalui desain pembelajaran. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa modul pembelajaran dengan *PBL* berbasis *SSI* secara konsisten memberikan dampak positif terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi, pemecahan masalah, serta kolaborasi peserta didik (Wilsa *et al.*, 2020; Aisy *et al.*, 2022; Yupeni *et al.*, 2022).

Pengembangan modul ini memperluas kajian *PBL* berbasis *SSI* dengan menghadirkan konteks isu zat aditif dalam makanan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Isu pangan dan kesehatan memiliki karakteristik multidimensional yang melibatkan aspek ilmiah, sosial, dan etika, sehingga sangat sesuai digunakan sebagai konteks *SSI* (Sadler, 2011). Oleh karena itu, modul pembelajaran *PBL* berbasis *SSI* yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai bahan ajar, melainkan sebagai sarana transformasi pembelajaran IPA menuju pembelajaran yang lebih bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada pengembangan kompetensi abad ke-21.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dapat disimpulkan bahwa:

1. Modul IPA bermodel *PBL* dengan kontekstual *Socio-Scientific Issue (SSI)* penggunaan zat aditif dalam makanan pada tema "Makanan dan Sistem Pencernaan" sangat layak digunakan. Hal ini ditunjukkan oleh hasil validasi dari para ahli baik dari segi isi, penyajian, bahasa, maupun tampilan.
2. Modul yang dikembangkan dinilai sangat praktis berdasarkan respon guru dan siswa. Modul mudah dipahami, menarik, dan membantu siswa belajar aktif serta memfasilitasi diskusi kelompok dalam pemecahan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.
3. Keefektifan modul terhadap keterampilan pemecahan masalah terbukti dari hasil peningkatan skor *pretest* dan *posttest* siswa. Nilai *N-gain* menunjukkan kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, dapat di simpulkan bahwa modul *PBL* berbasis *SSI* efektif dalam melatih kemampuan siswa mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi dan menyusun solusi ilmiah.

4. Keefektifan modul terhadap keterampilan kolaborasi siswa menunjukkan hasil positif, siswa kelas eksperimen menunjukkan peningkatan kemampuan bekerja sama, berkomunikasi, bertanggung jawab dan menghargai pendapat dalam kelompok selama pembelajaran.
5. Bagi pendidik IPA, modul *PBL* berbasis *SSI* dapat diimplementasikan sebagai perangkat instruksional alternatif guna menstimulasi keterampilan pemecahan masalah dan kolaborasi siswa. Implementasi modul ini memerlukan durasi minimal dua hingga tiga pertemuan per topik. Efektivitas ini dapat bergantung pada kompetensi guru dalam memfasilitasi diskusi, manajemen kerja kelompok, serta isu-isu kontekstual dalam pembelajaran.
6. Bagi pengambil kebijakan, temuan ini memberikan landasan empiris untuk mengintegrasikan modul *PBL* berbasis *SSI* dalam kurikulum IPA tingkat menengah. Langkah ini perlu disertai dengan skema pelatihan berkelanjutan guna memastikan pedagogis sains selaras dengan tuntutan kompetensi abad ke-21.

REFERENSI

Aisy, M. R., Trisnowati, E., & Siswanto, J. (2022). The effect of problem-based learning in the context of socio-scientific issues on students' critical thinking skills. *Journal of Science Education Research*, 10(2), 185–195.

Akbar, S. (2013). *Instrumen perangkat pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Alwanda, R. I., Alviasyah, E. N., Lailatul, S. F., & Jariyah, I. A. (2024). *Urgensi keterampilan abad 21 pada pembelajaran IPA di SMP dalam*. *2*(2), 44–50.

Anggelita, D. M., Mustaji, & Mariono, A. (2020). Pengaruh Keterampilan Kolaborasi Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta didik SMK.*Pengaruh Keterampilan Kolaborasi Terhadap Kemampuan PemecahanMasalah Peserta Didik SMK*, *5*(2), 21–30. https://doi.org/10.32832/educate.v5i2.3323

Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics Problem-based Learning: Apa dan Bagaimana. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, *3*(1), 27–35. http:// ju rnal.unsil.ac.id/ index.php/Diffraction

Borg, W. R., & Gall, M. D. (2003). *Educational research: An introduction* (7th ed.). New York: Longman.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Dewey, J. (1933). How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process. Boston, MA: D.C. Heath & Co Publishers.

Dhitasarifa, I., Yuliatun, A. D., & Savitri, E. N. (2023). Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Pada Materi Ekologi Di SMP Negeri 8 Semarang. *Seminar Nasional IPA*, 684–694. https://proceeding. unnes.

ac.id/index.php/snipa/article/view/2358%0A

Ermawan, M. Z. F., & Fauziah, A. N. M. (2023). Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Ipa Pada Siswa Smp Dalam Menyelesaikan Soal Ipa. *Lentera: Multidisciplinary Studies*, *1*(2), 75–82. https://lentera.publikasiku.id/index.php

Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). Sage Publications.

Fitriati, F., & Prayudi, S. (2021). *21st Century Teaching and Learning: Student Teacher's Perceptions and Challenges in Higher Education Institutions*. International Journal of Humanities Education and Social Sciences.DOI: https://doi.org/10.55227/ijhess.v2i4.409

Gillies, R. M. (2016). *Cooperative learning: Review of research and practice*. Australian Journal of Teacher Education, 41(3), 39–54. https://doi.org/10.14221/ajte.2016v41n3.3

Gravetter, F. J., & Wallnau, L. (2014). *Essentials of Statistics for the Behavioral Sciences* (8th ed.). Belmont, CA: Wadsworth.

Greenstein, L. (2012). *Assessing 21st Century Skills: Evidence, Frameworks, and Policies*.

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

Hudha, M. N., Aji, S., & Rismawati, A. (2017). Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *SEJ (Science Education Journal)*, *1*(1), 36–51. https://doi.org/ 10.21070/sej.v1i1.830

Juliyanto, E., Kunci, K., Inkuiri, P., Proyek, B., & Masalah, K. M. (2017). Model Pembelajaran Ipa Dengan Pendekatan Inkuiri Berbasis Proyek Untuk Menumbuhkan Kompetensi Menyelesaikan Masalah. *Indonesian Journal of Science and Education*, *1*(1), 36–42.

Khairrunisa, A. N., Yusup, I. R., & Paujiah, E. (2019). *Improving students' scientific literacy through a problem-based learning model integrated with socio-scientific issues on ecosystem learning***.** *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi***,** 12(1), Article 55744. DOI: https://doi.org/10.21009/biosferjpb.55744.

Mariana Erni, Kusuma Wardany, & Dwi Aprillia Setia Asih. (2022). PengaruhModel Problem Based Learning terhadap Peningkatan Pemecahan MasalahSiswa pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, *12*(3), 395–401.https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.621

Mulyasa, E. (2013). *Pengembangan dan implementasi kurikulum 2013*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Nasution, A. A. (2024). Mengkaji Keunggulan Kurikulum Ipa Finlandia Untuk Meningkatkan Pendidikan Sains Di Indonesia. *Nizhamiyah*, *14*(1), 1. https://doi.org/10.30821/ niz.v14i1.3551

Nurdyansyah, & Mutala'liah, N. (2015). Pengembangan Bahan Ajar Modul Ilmu Pengetahuan Alambagi Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Program*

Studi Pendidikan Guru Madrasa Ibtida'iyah Fakultas Agama Islam Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, *41*(20), 1–15.

Polya, G. (1973). How to solve it: A new aspect of mathematical method (2nd ed.). Princeton, New Jersey: Princeton Univeversity Press.

Pratiwi, H. R., Juhanda, A., & Setiono, S. (2020). Analysis Of Student Collaboration Skills Through Peer Assessment Of The Respiratory System Concept. *Journal Of Biology Education*, *3*(2), 110. https://doi.org/10.21043/jobe.v3i2.7898.

Putri, D. K., Putri, S. Z., Hanip, S. A., Wiryanto, W., & Julianto, J. (2021). *Building 21st-century skills through the recent behavioral learning for students outcome***.** *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar***,** Universitas Islam Sultan Agung.

Ramdani, A., Jufri, A. W., Gunawan, G., Hadisaputra, S., & Zulkifli, L. (2019).Pengembangan Alat Evaluasi Pembelajaran Ipa Yang MendukungKeterampilan Abad 21. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *5*(1). https://doi.org/10.29303/jppipa.v5i1.221

Rostikawati, D. A., & Permanasari, A. (2016). Rekonstruksi bahan ajar dengan konteks socio-scientific issues pada materi zat aditif makanan untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, *2*(2), 156.https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8814

Sadler, D. R. (1989). *Formative assessment and the design of instructional systems*. Instructional Science, 18, 119–144.

Sadler, T. D. (2011). *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research*. Springer.

Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20. https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002

Shodiqin, A., Sukestiyarno, Wardono, Isnarto, & Utomo, P. W. (2020). Profil Pemecahan Masalah Menurut Krulik dan Rudnick ditinjau dari Kemampuanan Wolfram Mathematica. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana UNNES*, *3*(1), 809-820.file:///C:/Users/admin/Downloads/referensi refisi 2.pdf

Sugiyono. (2019). *Metode penelitian pendidikan*. Bandung: Alfabeta.

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. San Francisco: Jossey-Bass (A Wiley Imprint).

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Widodo, C. S., & Jasmadi. (2008). *Panduan menyusun bahan ajar berbasis kompetensi*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Wijaya, A., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Doorman, M. (2015). *Opportunity-to-learn context-based tasks provided by mathematics textbooks*. Educational Studies in Mathematics, 89(1), 41-65.

Wilsa, A. W., Susilowati, E., & Rahayu, E. S. (2020). Problem-based learning berbasis socio-scientific issue untuk mengembangkan keterampilan

berpikir tingkat tinggi siswa. *Journal of Innovative Science Education*, 9(2), 123–131.

Yamin, M. (2020). Mengenal Dampak Negatif Penggunaan Zat Adiktif pada Makanan terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Pengabdian MagisterPendidikan IPA*, *3*(2). https://doi.org/10.29303/jpmpi.v3i2.517

Yupeni, E., Futra, D., & Handayani, R. (2022). Development of problem-based learning worksheets to improve students' problem-solving and collaboration skills. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 14(3), 1424–1439.