



Implementasi Penggunaan LKPD Pencemaran Air Berbasis STEM dan Model Learning Cycle 6E Terhadap Kemampuan Literasi Sains

**Donny Auliya Arrohman*¹, Ayu Latiefah Eka Wahyuni¹,
Insih Wilujeng², Suyanta³**

¹Program Studi Magister Pendidikan Sains, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

²Jurusan Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

³Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

*Email: donnyarrohman123@gmail.com

DOI: 10.24815/jpsi.v10i2.23584

Article History:

Received: November 25, 2021

Revised: February 10, 2022

Accepted: February 25, 2022

Published: March 12, 2022

Abstract. The scientific literacy ability of students in Indonesia, whether measured by PISA or by several Indonesian researchers, is known to be still in the low category. The purpose of this study was to determine the use of STEM-based Water Pollution LKPD and the 6E learning cycle model on scientific literacy skills. The type of research used is descriptive. The sampling technique used is purposive sampling with a total sample of 43 students from class VII-B SMP Ma'arif Karangawen Demak. Data collection techniques used observation, interviews, and scientific literacy tests. The instrument used consisted of an interview guide with the teacher, an observation sheet on the implementation of learning, a learning observation note sheet, and a scientific literacy test instrument with 13 questions. The data analysis technique used is validity test, reliability test, and analytical descriptive. The results obtained for the aspect of identifying scientific issues get an average value of 69,77 (good category), explaining natural phenomena scientifically 86,05 (Very Good), interpreting data and evidence scientifically 45,35 (quite good), integrating science in technology and society 56,98 (good), using scientific knowledge in solving problems 48,84 (good enough), and aspects of designing and evaluating scientific investigations 66,28 (good). The average value of scientific literacy as a whole gets 62,21 in the good category so that through the implementation of the STEM-based Water Pollution LKPD and the 6E learning cycle model, it gave good results for students' scientific literacy skills.

Keywords: STEM, LKPD, Learning Cycle 6E, Water Pollution, Scientific Literacy

Pendahuluan

Sains merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang pada dasarnya mempelajari dan mencari tahu bagaimana alam ini bekerja (Listyawati, 2012). Sains sendiri di tingkat Sekolah Menengah Pertama(SMP) disebut dengan mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) terpadu. Mata pelajaran ini memadukan materi dari beberapa ilmu pengetahuan (fisika, kimia, dan biologi) dengan harapan peserta didik mampu menemukan sendiri berbagai konsep yang telah dipelajari secara holistik, bermakna, autentik, dan aktif (Husna, dkk., 2017). Berkaitan dengan sains, ada suatu kemampuan yang perlu dilatih oleh peserta didik sejak dini yaitu literasi sains.

Literasi sains merupakan kemampuan yang dimiliki seseorang dalam menggunakan bukti dan data untuk mengevaluasi suatu informasi atau argumen agar dapat memahami hukum, teori, fenomena alam, dan lain sebagainya (Dragoş & Mih, 2015). Jufrida dkk. (2019) menambahkan bahwa literasi sains tidak hanya berkaitan dengan pengetahuan sains saja melainkan ada keterampilan proses sains yang terlibat di dalamnya untuk membuat suatu keputusan terkait segala sesuatu yang terjadi. OECD sendiri mendefinisikan literasi sains lebih luas yaitu kemampuan yang dimiliki seseorang dalam menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah dengan tujuan agar dapat menjawab segala sesuatu mulai dari isu-isu, permasalahan, dan ide-ide yang berkaitan dengan sains dan teknologi (OECD, 2019a). Jadi dapat diartikan bahwa literasi sains merupakan kemampuan yang dimiliki seseorang baik pengetahuan maupun proses sainsnya agar mampu menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data serta bukti secara ilmiah yang bertujuan untuk membuat keputusan atau menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan sains dan teknologi.

Kemampuan literasi sains sangat penting bagi seseorang karena kemampuan ini mengajak seseorang dalam mengatasi suatu permasalahan sosial, mengatasi berbagai problematikkah dengan baik serta mampu mengambil keputusan yang bernilai baik dan terinformasi sehingga akan meningkatkan kualitas hidupnya dan kehidupan sekitar (Zen, 1990). Adapun indikator yang terdapat dalam literasi sains terdiri dari mengidentifikasi isu-isu ilmiah, menjelaskan fenomena alam secara ilmiah, menafsirkan data dan bukti secara ilmiah, mengintegrasikan sains dalam bidang teknologi dan masyarakat, menggunakan pengetahuan ilmiah dalam memecahkan masalah, serta merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah (Fakhriyah, dkk., 2017; OECD, 2019a; Rusilowati, dkk., 2016).

Di tingkat internasional ada suatu organisasi yang mengukur kemampuan literasi sains peserta didik di beberapa negara, organisasi tersebut bernama OECD (*Organization for Economic and Development*). Organisasi ini memiliki suatu program yang disebut dengan PISA (*Programme for International Student Assessment*). Tujuan utamanya adalah mengukur kemampuan peserta didik yang berusia 15 tahun pada tiga bidang yaitu *reading*, *mathematics*, dan *science* (Schleicher, 2019). Hasil pengukuran literasi sains peserta didik Indonesia yang sudah dilakukan oleh PISA pada tahun 2018 mendapatkan skor 396 (rangking 70 dari 78 negara) (OECD, 2019b).

Menyikapi hasil penelitian yang telah dilakukan oleh OECD, beberapa peneliti Indonesia telah melakukan pengukuran literasi sains di antaranya dilakukan oleh Angraini (2014), Fitriani, dkk. (2016), Nofiana & Julianto (2017), Siagian, dkk. (2017), dan Novitasari (2018). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Angraini (2014) didapatkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik kelas X kota Solok masuk dalam kategori rendah dengan persentase ketercapaian yang diperoleh sebesar 27,94%. Hasil penelitian berikutnya dari Fitriani, dkk. (2016), diketahui bahwa untuk kemampuan literasi sains anak SMP di kota Bandung materi pencemaran lingkungan mendapatkan persentase ketercapaian sebesar 46,27% masuk dalam kategori rendah. Selanjutnya hasil pengukuran yang dilakukan Nofiana & Julianto (2017) menyatakan bahwa untuk peserta didik SMP di kota Purwokerto masih tergolong rendah tingkat kemampuan literasi sains hal ini ditunjukkan persentase ketercapaian yang didapatkan dari aspek konten 53,80%, aspek proses 44,038%, dan aspek konteks mendapatkan persentase ketercapaian 35,088%. Berikutnya hasil penelitian yang didapat oleh Siagian, dkk. (2017) yang mengukur kemampuan literasi sains peserta didik tingkat SMP kelas VII di daerah Labuhanbatu Utara diketahui baik kemampuan literasi sains anak kota maupun anak desa sama-sama masuk dalam kategori rendah dengan dibuktikan dari skor rata-rata didapat (anak kota memperoleh 59,8 dan anak desa 60,9). Hasil pengukuran terakhir berasal dari Novitasari (2018) yang mengukur kemampuan literasi sains mahasiswa calon guru biologi semester VII tahun ajaran 2015/2016 di salah satu Universitas Swasta di kota Palembang

memperoleh persentase ketercapaian 43,1% untuk aspek memahami dan menginterpretasikan statistik dasar. Aspek ini termasuk dalam kategori sangat kurang. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh PISA dan beberapa peneliti Indonesia maka diperlukan suatu inovasi pembelajaran yang mampu melatih kemampuan literasi sains peserta didik di Indonesia.

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan dalam pembelajaran dalam melatih kemampuan literasi sains yaitu pendekatan *science, technology, engineering, and mathematics* (STEM). STEM merupakan suatu pendekatan yang menghubungkan empat bidang ilmu pengetahuan (sains, teknologi, *engineering*, dan matematika) kedalam kehidupan nyata baik dalam konteks sekolah, komunitas, pekerjaan, dan perusahaan agar nantinya peserta didik dapat membangun materi yang dipelajarinya secara mandiri serta mengajak peserta didik melakukan kegiatan investigasi, memecahkan suatu permasalahan, dan berinovasi dalam menciptakan suatu produk (Agustina, dkk., 2020; Hasanah & Tsutaoka, 2019; Nguyen, dkk., 2020). Tidak hanya itu manfaat lain dari diterapkannya STEM ke dalam dunia pendidikan antara lain pembelajaran akan mengarah pada sistem *student center*, meningkatkan prestasi baik dalam bidang matematika maupun sains, meningkatkan kesadaran akan pentingnya ilmu pengetahuan *engineering*, dan membantu peserta didik dalam menghadapi lingkungan kerja di mana basis pekerjaan itu sendiri berkaitan dengan STEM (Ismail, dkk., 2016; Stohlmann, dkk., 2012).

Ketika pendekatan STEM dipadukan dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) maka akan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan kegiatan mengidentifikasi persoalan yang sesuai dengan apa yang diberikan, kemudian dari identifikasi tersebut mereka akan mencoba memusatkan perhatiannya untuk memecahkan permasalahan dalam bentuk pembuatan suatu produk (Hasanah, dkk., 2021). Dengan demikian pembelajaran IPA akan lebih bersifat hidup dan membuat peserta didik lebih berantusias dalam belajar. Salah satu faktor yang menyebabkan pembelajaran LKPD terintegrasi STEM menarik bagi siswa adalah langkah-langkah yang tersaji tersusun secara sistematis dan terperinci sehingga membuat peserta didik mampu menjawab berbagai pertanyaan (Fithri, dkk., 2021). Ketika LKPD terintegrasi STEM diterapkan dalam pembelajaran IPA maka dapat melatih berbagai kemampuan yang dimiliki seperti kemampuan berpikir kritis (Fithri, dkk., 2021), keterampilan proses sains (Mahjatia, dkk., 2021), dan termasuk literasi sains (Silvia, dkk., 2020).

Model pembelajaran yang dapat diterapkan ketika pendekatan yang digunakan STEM adalah model *learning cycle* (LC) 6E. Model LC 6E merupakan salah satu model pembelajaran yang bersifat konstruktivisme, artinya peserta didik dalam proses pembelajaran melakukan serangkaian aktivitas dan interaksi bersifat *edukatif*. Hal ini bertujuan untuk membangun atau menata pemahamannya sendiri dari hasil apa yang mereka lakukan selama proses pembelajaran berlangsung (Manafe, dkk., 2017). Model LC 6E diusulkan oleh *The International Technology and Engineering Educators Association* (ITEEA) sebagai bentuk pengembangan dari model *learning cycle 5E* (Burke, 2014). Sintak yang dimiliki oleh model LC 6E dimulai dari *engage, explore, explain, engineer (elaborate), enrich, dan evaluate* (Lin & Chiang, 2019). Salah satu sintak LC 6E yang sangat berkaitan dengan pendekatan STEM adalah kegiatan *engineer*. Baik *engineer* dalam pendekatan STEM maupun dalam model LC 6E sama-sama bertujuan agar peserta didik mampu menerapkan berbagai pemahaman dan kemampuan menyelesaikan masalah terkait topik yang diberikan (Burke, 2014).

Topik yang menjadi perbincangan dari tahun 2011-2020 di Indonesia adalah pencemaran lingkungan. Hasil survei yang dilakukan oleh Greenpeace (2021) menunjukkan kasus pencemaran lingkungan yang terjadi di Indonesia terbanyak yaitu permasalahan sampah, pemanasan global, pencemaran udara, banjir, pengemasan berlebihan, *over* populasi, penggundulan hutan, kebakaran hutan, ketahanan pangan, sampai pencemaran air. Widiyanto, dkk. (2015) telah melakukan penelitian terkait

pencemaran air tanah yang terjadi di Kali Kabong Kabupaten Purbalingga. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa air yang bau memperoleh persentase sebesar 47,63%, air sumur berasa 38,09%, berwarna 33,33%, dan keruh 28,57%. Sehingga dapat dinyatakan perairan di Kali Kabong perlu dilakukan normalisasi agar tidak mengalami pencemaran air yang berlebihan. Penelitian selanjutnya di Kabupaten Demak tepatnya di wilayah pantai sekitar Muara Sungai Sayung Desa Morosari menunjukkan bahwa tidak terdeteksi kandungan Chromium pada perairan akan tetapi kandungan *Chromium* pada sedimen dan kerang darah *Anadara granosa* bernilai 0,1278-0,1617 ppm, Nilai *chromium* ini telah melebihi batas ambang batas yang telah ditentukan (0,0500 ppm). Jika *Chromium* ini masuk ke dalam tubuh manusia dalam jumlah melebihi batas ambang maka akan mengakibatkan yang namanya keracunan akut atau kronis (Suprpti, 2008). Maryanti, dkk. (2013) telah melakukan penelitian yang bertujuan mengidentifikasi faktor yang menjadi penyebab pendangkalan sungai Wonokerto Kecamatan Karang Tengah Kabupaten Demak. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa faktor yang paling dominan adalah penggunaan lahan sebagai sawah dan pemukiman. Jika kegiatan ini dilakukan secara terus menerus maka tidak menutup kemungkinan mengakibatkan masalah besar yaitu banjir. Melalui permasalahan yang berkaitan dengan pencemaran lingkungan khususnya pencemaran air di Kabupaten Demak, maka materi pencemaran air perlu di tingkatkan pemahamannya bagi peserta didik. Hal ini bertujuan agar aktivitas yang berkontribusi dalam mencemari air dapat berkurang dan ditanggulangi sejak dini melalui pemahaman yang sudah dimiliki oleh peserta didik saat pembelajaran di sekolah.

Berkaitan dengan permasalahan pencemaran air di Indonesia khususnya daerah Kabupaten Demak serta adanya tuntutan untuk lebih melatih kemampuan literasi sains agar peserta didik di Indonesia mampu bersaing dengan peserta didik dalam tingkat internasional maka dalam penelitian ini dilakukan suatu implementasi produk berupa LKPD pencemaran air berbasis STEM dan model *Learning Cycle 6E*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan literasi sains peserta didik melalui penggunaan LKPD Pencemaran Air berbasis STEM dan model LC 6E. Produk berupa LKPD pencemaran air berbasis STEM memiliki format dimulai dari *cover*, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan LKPD, capaian kompetensi, peta konsep, pendahuluan materi, tujuan, materi singkat, kegiatan eksplorasi, kegiatan kreasi, evaluasi, daftar pustaka, dan biografi penulis (Danial & Sanusi, 2019; Depdiknas, 2008; Dermawan, dkk., 2018; Diniaty & Atun, 2015; Firdaus & Wilujeng, 2018; Fitriani, dkk., 2016; Widodo, 2017).

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Ma'arif Karangwen Demak tahun ajaran 2021/2022 semester ganjil. Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif. Teknik sampling menggunakan *purposive sampling*, dimana kriteria pengambilan sampling didasarkan pada saran dari guru mata pelajaran serta karakteristik peserta didik itu sendiri. Guru menyarankan bahwa kelas yang kemampuan siswanya beragam adalah kelas VII B. Kelas ini berjumlah 43 peserta didik yang berjenis kelamin perempuan. Selanjutnya jumlah sampel yang digunakan untuk uji empiris soal sebanyak 80 siswa yang berasal dari SMP Ma'arif Karangwen Demak.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari wawancara, observasi, dan tes. Sedangkan instrumen yang digunakan yaitu pedoman wawancara dengan guru, catatan observasi selama proses pembelajaran, lembar keterlaksanaan pembelajaran, dan instrumen tes literasi sains. Instrumen wawancara digunakan sebagai bentuk studi pendahuluan. Adapun aspek yang ditanyakan saat proses wawancara meliputi proses pembelajaran, karakteristik peserta didik, kemampuan literasi sains peserta didik, dan pencemaran lingkungan. lembar catatan pengamatan bertujuan untuk mengamati segala

perilaku peserta didik selama melaksanakan proses pembelajaran berlangsung. Aspek yang diamati selama proses pembelajaran antara lain perilaku peserta didik, proses mengamati, proses bertanya, proses diskusi, dan mengomunikasikan. Lembar keterlaksanaan pembelajaran bertujuan untuk mengetahui ketercapaian dari proses pembelajaran yang dilakukan dengan model LC 6E. Aspek penilaian keterlaksanaan pembelajaran antara lain kegiatan membuka pembelajaran (salam, berdoa, menanyakan kabar), kegiatan *engage*, kegiatan *explore*, kegiatan *engineer*, kegiatan *enrich*, kegiatan *evaluate*, dan penutup. Instrumen yang terakhir adalah soal literasi sains. Soal literasi sains terdiri dari 15 butir dengan tipe soal pilihan ganda. Adapun aspek yang terdapat dalam literasi sains antara lain mengidentifikasi isu ilmiah, menjelaskan fenomena ilmiah, menggunakan bukti ilmiah, mengintegrasikan sains dalam bidang teknologi dan masyarakat, menggunakan pengetahuan ilmiah dalam memecahkan masalah, dan merancang serta mengevaluasi penyelidikan ilmiah. Soal literasi sains diadaptasi dari Vitasari (2018).

Teknik analisis data yang digunakan yaitu uji validitas dan reliabilitas instrumen soal literasi sains, deskriptif analitik hasil pembelajaran, dan pengkategorian nilai literasi sains. Uji validitas menggunakan teknik *product momen pearson correlation* sedangkan uji reliabilitas menggunakan teknik *cronbach's alpha*. Uji validitas dan reliabilitas dibantu dengan program IBM SPSS Statistics 25. Parameter uji validitas yaitu jika butir soal memperoleh nilai $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ maka butir soal tersebut dikatakan valid sedangkan butir soal dikatakan tidak valid jika nilai $r_{hitung} < r_{tabel}$. Parameter yang digunakan untuk uji reliabilitas adalah jika instrumen mendapatkan nilai alfa cronbach $\geq 0,5$ maka instrumen soal literasi sains reliabel tetapi jika nilai alfa cronbach $< 0,5$ maka instrumen soal literasi sains tidak reliabel. Lembar keterlaksanaan pembelajaran dianalisis menggunakan sistem tabulasi data yang selanjutnya dihitung menggunakan persentase ketercapaian.

Tabel 1. Dasar pengkategorian lembar keterlaksanaan pembelajaran

Rentang Keterlaksanaan (%)	Kategori
$KP > 75$	Sangat Baik
$75 \geq KP > 50$	Baik
$50 \geq KP > 25$	Cukup Baik
$25 \geq KP$	Tidak Baik

Hasil perhitungan persentase ketercapaian lembar keterlaksanaan yang didapat kemudian dibandingkan dengan Tabel 1 untuk mengetahui kategori yang diperoleh. Analisis berikutnya adalah menghitung rata-rata nilai literasi sains. Adapun rumus yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 2. Hasil rata-rata nilai literasi sains selanjutnya dibandingkan dengan Tabel 2 (Mardapi, 2012) untuk mengetahui kategori yang diperoleh dihitung persentasenya.

Tabel 2. Dasar pengkategorian nilai literasi sains

Rentang Rata-Rata Nilai	Kategori
$\bar{X} > (\bar{X}_i + 1,50 SBi)$	Sangat Baik
$(\bar{X}_i + 1,50 SBi) \geq \bar{X} > \bar{X}_i$	Baik
$\bar{X}_i \geq \bar{X} > (\bar{X}_i - 1,50 SBi)$	Cukup Baik
$(\bar{X}_i - 1,50 SBi) > \bar{X}$	Tidak Baik

Keterangan:

\bar{x} = Rata-rata nilai yang didapat

\bar{x}_i = rata-rata ideal = $\frac{1}{2}$ (skor maksimal + Skor minimal)

SBi = Simpangan baku ideal = $\frac{1}{6}$ (skor maksimal – skor minimal)

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan melakukan uji empiris soal literasi sains sebanyak 15 butir kepada sampel yang sudah ditentukan. Jawaban yang didapat saat uji empiris soal selanjutnya dilakukan analisis validitas dan reliabilitas menggunakan program SPSS. Karena sampel yang digunakan sebanyak 80 siswa maka nilai R_{tabel} sebesar 0,217, sehingga suatu butir soal dikatakan valid jika nilai R_{hitung} lebih besar atau sama dengan 0,217 sedangkan jika nilainya kurang dari 0,217 maka butir soal tersebut dinyatakan tidak valid. Hasil uji validitas dapat dilihat melalui Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji validitas soal

No.	Butir Soal	R_{hitung}	Kategori
1	Soal 1	0,121	Tidak Valid
2	Soal 2	0,554	Valid
3	Soal 3	0,596	Valid
4	Soal 4	0,161	Tidak Valid
5	Soal 5	0,296	Valid
6	Soal 6	0,324	Valid
7	Soal 7	0,363	Valid
8	Soal 8	0,351	Valid
9	Soal 9	0,453	Valid
10	Soal 10	0,493	Valid
11	Soal 11	0,318	Valid
12	Soal 12	0,266	Valid
13	Soal 13	0,276	Valid
14	Soal 14	0,284	Valid
15	Soal 15	0,261	Valid

Berdasarkan Tabel 3 diketahui ada dua soal yang tidak valid. Dua soal tersebut selanjutnya tidak digunakan untuk uji reliabilitas. Hasil uji reliabilitas memperoleh nilai *alpha cronbac* sebesar 0,503. Nilai tersebut kemudian dihubungkan dengan parameter pengambilan keputusan uji reliabilitas yang terdapat dalam bagian metode. Karena nilai *alpha cronbac* lebih besar dari 0,5 maka instrumen soal literasi sains sebanyak 13 soal dikatakan reliabel serta dapat diimplementasikan dalam penelitian.

Tahap setelah melaksanakan uji empiris yaitu mengimplementasikan pembelajaran melalui penggunaan LKPD Pencemaran Air berbasis STEM dan model *learning cycle 6E*. Selama proses pembelajaran berlangsung yang bertindak sebagai observer untuk menilai keterlaksanaan pembelajaran adalah guru mata pelajaran IPA. Hasil penilaian keterlaksanaan pembelajaran selanjutnya dianalisis untuk mengetahui persentase ketercapaiannya dengan menggunakan persamaan rumus 1 kemudian dilakukan pengkategorian melalui Tabel 1. Persentase yang diperoleh sebesar 100% masuk dalam kategori sangat baik. Persentase ketercapaian ini memiliki arti bahwa proses pembelajaran sudah sesuai dengan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) serta sudah sesuai dengan sintak model *learning cycle 6E*.

Sintak yang digunakan selama proses pembelajaran berlangsung antara lain *engage, explore, explain, engineer, enrich, dan evaluate*. Tahap awal yaitu *engage* yang memiliki tujuan agar peserta didik berani menceritakan pengalaman yang mereka miliki, menjawab pertanyaan terkait gambar atau peristiwa, dan memotivasi peserta didik dalam belajar IPA. Selama proses pembelajaran berlangsung keterlaksanaan pembelajaran pada tahap ini sudah dilakukan mulai dari menyampaikan motivasi pembelajaran, menyampaikan permasalahan pencemaran air, dan mengomunikasikan tujuan pembelajaran. Permasalahan yang ditampilkan berupa gambar kasus pencemaran air di salah satu daerah

Kabupaten Demak yang terdapat dalam LKPD. Peserta didik diminta untuk mengamati gambar tersebut.

Berdasarkan catatan selama penelitian semua peserta didik mengamati gambar dalam modul dengan baik. Ketika peserta didik diberikan kesempatan untuk menjelaskan apa yang sudah diamati mereka dengan antusias untuk bercerita bahkan di antara mereka pernah menjumpai fenomena tersebut. Namun, ada beberapa peserta didik yang memerlukan pendekatan/stimulus agar lebih berani mengomunikasikan apa yang sudah diamati. Kemampuan mengomunikasikan peserta didik diperkuat dengan hasil wawancara yang sudah dilakukan dengan guru. Guru menjelaskan bahwasanya peserta didik lebih menyukai menceritakan fenomena-fenomena yang terjadi di sekitar lingkungan. Guru menambahkan, jika dibandingkan antara ujian lisan dengan tulis, peserta didik akan lebih menyukai untuk melaksanakan ujian lisan karena mereka lebih leluasa dalam menceritakan fenomena tersebut.

Tahap *engege* sendiri berkaitan erat dengan aspek literasi sains mengidentifikasi isu ilmiah, menjelaskan fenomena secara ilmiah, dan menafsirkan data atau bukti secara ilmiah. Ketika peserta didik lebih banyak diajak dalam mengamati suatu fenomena baik berupa gambar, video, atau data-data lainnya serta dilatih dalam memaknai data atau fenomena yang ada maka tidak dapat dipungkiri kemampuan peserta didik memahami fenomena yang terjadi dan mengomunikasikan perlahan-lahan akan terlatih dengan baik sendirinya. Rusman (2015) menyatakan bahwasanya ketika peserta didik melaksanakan kegiatan mengamati akan muncul rasa ingin tahu untuk melaksanakan suatu penyelidikan atau pengamatan terhadap materi pembelajaran yang bagi mereka asing/baru.

Tahap kedua adalah *explore*. Tujuan utama pada tahap *explore* adalah peserta didik mampu melakukan suatu penyelidikan ilmiah sekaligus melatih kemampuan proses sains mulai dari mengamati, memprediksi, membaca alat ukur, dan interpretasi data. Perencanaan pembelajaran pada tahap ini antara lain peserta didik dibagi menjadi 8 kelompok, mengajak peserta didik untuk melakukan kegiatan eksplorasi baik berasal dari LKPD maupun dari video eksperimen, dan meminta peserta didik untuk berdiskusi terkait hasil pengamatan video. Jika ditinjau dari keterlaksanaan pembelajaran, secara keseluruhan tahap *explore* sudah dilaksanakan secara baik. Berdasarkan catatan observasi diketahui ketika ditayangkan suatu video pencemaran air setiap anggota kelompok memiliki cara tersendiri dalam menjawab pertanyaan yang terdapat dalam LKPD dan berdiskusi. Secara keseluruhan perhatian dan fokus mereka tertuju dalam video eksperimen yang ditayangkan. Namun perhatian dan fokus mereka diekspresikan dalam bentuk yang berbeda-beda. Ada peserta yang segera mencatat apa yang sudah diketahui jawaban dari pertanyaan soal, ada peserta didik yang meminta afirmasi dari teman kelompoknya sebelum menuliskan ke dalam LKPD, dan ada peserta didik yang menunggu sampai video selesai baru mereka melakukan diskusi serta menuliskan jawabnya dalam LKPD. Namun, ada salah satu peserta didik yang menunjukkan sikap kelelahan dan mengantuk saat pelaksanaan kegiatan *explore* berlangsung.

Catatan observasi memberikan kesimpulan bahwasanya ada berbagai karakteristik peserta didik yang muncul dalam kelas tersebut. Hasil dari catatan observasi senada dengan hasil wawancara dengan guru. Guru menjelaskan bahwasanya peserta didik selain melaksanakan kegiatan sekolah di pagi hari mereka juga ada kegiatan pondok pesantren. Sehingga selama proses pembelajaran guru tersebut sering menemukan peserta didik yang terlihat kelelahan dan mengantuk saat proses pembelajaran berlangsung, namun ada juga peserta didik yang selalu aktif dan ceria dalam melaksanakan proses pembelajaran.

Kesimpulan lain dari catatan observasi pada tahap *explore* adalah penggunaan video eksperimen yang dapat membantu peserta didik dalam melakukan kegiatan mengamati, mengidentifikasi, dan membantu memusatkan perhatian peserta didik dalam mempelajari apa yang diamati. Hasil ini senada dengan pendapat dari Haryadi & Pujiastuti (2020) yang menyatakan bahwa penggunaan video dalam pembelajaran mampu merangsang peserta

didik dalam hal mengingat dan mendalami konsep-konsep yang terdapat dalam video tersebut. Video eksperimen sendiri menyajikan langkah-langkah kegiatan eksperimen dengan jelas sehingga mampu memudahkan peserta didik dalam melatih kegiatan merancang dan mengevaluasi penyelidikan secara ilmiah (Susantini, dkk., 2016).

Pemilihan video eksperimen diimplementasikan pada proses pembelajaran dikarenakan melihat kondisi dan situasi pembelajaran Indonesia maupun sekolah. Situasi pembelajaran Indonesia pada bulan November 2021 masih pandemi sehingga proses pembelajaran lebih mengarah dalam pemanfaatan teknologi dan informasi (TI). Kelas yang digunakan pada pembelajaran ini merupakan kelas pondok yang terpisah dengan sekolah reguler dan jumlah peserta didik tersebut termasuk dalam kategori banyak. Sehingga video eksperimen dapat menjadi salah satu alternatif untuk diimplementasikan dalam pembelajaran karena mampu mengatasi keterbatasan alat dan bahan, keterbatasan waktu, dan keterbatasan tempat (Arrohman, dkk., 2021; Vartiainen dan Aksela, 2019).

Tahap selanjutnya adalah *explain*. Jika ditinjau dari keterlaksanaan pembelajaran tahap ini sudah dilaksanakan dengan baik mulai dari memberikan kesempatan kepada setiap kelompok untuk mengomunikasikan hasil diskusi terkait video eksperimen, melaksanakan diskusi berupa tanya jawab, saling melengkapi penjelasan antara satu kelompok dengan kelompok lain, serta penambahan materi terkait teknologi-teknologi dalam pencemaran air. Hasil observasi pengamatan selama melaksanakan kegiatan *explain* secara keseluruhan peserta didik berani untuk mengomunikasikan hasil diskusinya di depan kelompok yang lain mulai dari menyebutkan alat dan bahan apa saja yang digunakan, mengurutkan langkah kerja, mengomunikasikan hasil pengamatan, serta menjawab beberapa soal yang sudah di sediakan dalam LKPD. Ketika peneliti melakukan observasi dan melihat jawaban peserta didik, rata-rata semua kelompok hanya menjawab beberapa soal yang diberikan. Salah satu faktor yang menyebabkan mereka belum menyelesaikan soal tersebut yaitu keterbatasan waktu yang diberikan. Namun ketika peneliti mengajukan pertanyaan secara lisan untuk soal yang belum dijawab, terlihat beberapa peserta didik menjawab pertanyaan yang sudah diberikan dan jawabannya benar. Kondisi peserta didik yang belum menyelesaikan soal yang diberikan berkaitan dengan hasil wawancara yang sudah dilakukan, guru mengungkapkan bahwa peserta didik memerlukan waktu untuk memahami suatu soal permasalahan yang diberikan karena ada beberapa peserta didik yang memang tidak memahami permasalahan tersebut.

Tahap *explain* sendiri memiliki keterkaitan dengan aspek literasi sains menjelaskan fenomena secara ilmiah. Melalui tahapan ini diketahui semakin sering peserta didik diajak berdiskusi melalui hasil penyelidikan dan permasalahan yang diberikan maka tidak menutup kemungkinan aspek menjelaskan fenomena secara ilmiah dapat dimiliki peserta didik secara baik. Tidak hanya itu, tahap *explain* memberikan informasi bahwasanya ketika peserta didik diberikan penjelasan materi teknologi terkait pencemaran air terlihat lebih antusias dan memperhatikan informasi yang didapatkan. Teknologi yang dipelajari oleh peserta didik diantaranya pengolahan *greywater*, pH meter, dan *water purifier*.

Tahap keempat adalah *engineer*. Tujuan utama dari tahapan *engineer* dalam proses pembelajaran ini adalah mengajak peserta didik untuk menerapkan segala pengetahuan yang didapat dari tahap *engage*, *explore*, dan *explain* dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang ada. Tahapan *engineer* meliputi melaksanakan literasi permasalahan pencemaran air yang terdapat dalam LKPD, berdiskusi terkait permasalahan pencemaran air, serta membuat gagasan tulisan dalam mengatasi permasalahan pencemaran air. Jika ditinjau dari lembar keterlaksanaan pembelajaran. Tahap *engineer* sudah dilaksanakan dengan baik, namun catatan observasi menunjukkan ketika peserta didik sedang melaksanakan diskusi terkait gagasan apa yang akan ditulis ternyata waktu yang diberikan sudah habis sehingga peserta didik diminta untuk menyelesaikannya di luar jam pelajaran sekolah.

Salah satu faktor yang menyebabkan tahap *engineer* kurang maksimal adalah keterbatasan waktu. Melalui hasil wawancara, guru menjelaskan bahwasanya ada perbedaan waktu yang diberikan antara sebelum dan saat pandemi. 1 jam pelajaran semula di alokasikan 45 menit namun pada saat pandemi alokasi waktu pembelajaran berubah menjadi 30 menit untuk 1 jam pelajaran. Pada prinsipnya tidak hanya sekolah di Kab. Demak saja yang mengalami pengurangan melainkan di berbagai daerah Indonesia. Tujuan dilakukannya pengurangan jam pelajaran di antaranya menjaga kesehatan, keselamatan, dan terhindar dari COVID-19 (Ode, dkk., 2021). Faktor inilah yang pada akhirnya meminta kepada peserta didik untuk mengerjakan/membuat isi tulisan poster di luar jam sekolah.

Tahap berikutnya adalah *enrich*. Tahap *enrich* dimulai dengan mengajak peserta didik untuk memperdalam materi pencemaran air serta melakukan identifikasi berbagai macam kegiatan keseharian yang berkaitan dengan pencemaran air kemudian mengajak mereka untuk berdiskusi dalam memformulasikan upaya apa yang dapat mengatasi kasus tersebut. Jika dilihat dari lembar keterlaksanaan pembelajaran tahap *enrich* mendapatkan nilai yang baik, artinya tahap *enrich* sudah dilaksanakan dengan baik. Selama melaksanakan kegiatan identifikasi dan diskusi diketahui peserta didik baru memahami ada beberapa kegiatan dalam sehari-hari berkontribusi dalam mencemari air seperti kegiatan ibu atau nenek mereka membuang popok bayi di sungai, membuang sampah di sungai, dan kegiatan penggunaan pupuk anorganik. Data catatan observasi berkesinambungan dengan hasil wawancara yang dilakukan oleh guru. Guru memberikan informasi bahwasanya kasus pencemaran lingkungan yang sering muncul di sekitar sekolah adalah kebiasaan warga sekitar membuang popok bayi di sungai. Kasus tersebut sering dijadikan oleh guru mata pelajaran IPA sebagai bahan diskusi saat pembelajaran memasuki materi pencemaran lingkungan.

Tahapan *enrich* pada proses pembelajaran memiliki hubungan dalam aspek literasi sains yaitu mengidentifikasi isu ilmiah dan mengintegrasikan sains ke dalam bidang masyarakat. Artinya jika tahapan *enrich* di terapkan dalam suatu proses pembelajaran maka dapat membantu siswa untuk mengaitkan isu/permasalahan ilmiah yang berlangsung di masyarakat serta membantu mereka untuk mengomunikasikan upaya-upaya apa saja yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut.

Tahap terakhir adalah *evaluate*. Sebagai bahan evaluasi pembelajaran peserta didik diminta mengerjakan soal yang terdapat dalam LKPD. Soal tersebut merupakan soal literasi sains materi pencemaran air dengan waktu pengerjaan 20 menit dan jumlah soal sebanyak 13 butir yang sudah valid dan reliabel. Jawaban yang didapat selanjutnya di analisis untuk mengetahui rata-rata dan kategori yang dicapai. Hasil tes literasi sains dapat dilihat melalui Tabel 4.

Tabel 4. Hasil literasi sains peserta didik

No.	Aspek	Rata-Rata	Kategori
1	Mengidentifikasi isu ilmiah	69,77	Baik
2	Menjelaskan fenomena alam secara ilmiah	86,05	Sangat Baik
3	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	45,35	Cukup Baik
4	Mengintegrasikan sains dalam bidang teknologi dan masyarakat	56,98	Baik
5	Menggunakan pengetahuan ilmiah dalam memecahkan masalah	48,84	Cukup Baik

No.	Aspek	Rata-Rata	Kategori
6	Merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah	66,28	Baik
	Rata-rata keseluruhan	62,21	Baik
	Standar Deviasi	13,74	

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa ada dua aspek yang memperoleh kategori cukup baik yaitu aspek menafsirkan data dan bukti secara ilmiah serta aspek menggunakan pengetahuan ilmiah dalam memecahkan masalah. Setelah dilakukan analisis jawaban peserta didik untuk aspek menafsirkan data dan bukti secara ilmiah rata-rata peserta didik salah dalam menyimpulkan data berupa tabel terkait penggunaan detergen A, B, dan C terhadap kulit seseorang dan lingkungan sekitar. Aspek ini mendapatkan rata-rata nilai yang cukup rendah. salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya nilai ini didasarkan pada tahap *engage*. Pada tahap ini peserta didik kurang banyak diberikan data baik berupa tabel maupun grafik serta peserta didik kurang diberikan kesempatan untuk menafsirkan data tersebut. Rendahnya kemampuan dalam menafsirkan data dan bukti diperkuat dari hasil wawancara dengan guru bahwasanya dalam memahami data baik berupa grafik atau tabel peserta didik perlu dibimbing untuk membaca serta memahami makna dari data tersebut. Sutrisna (2021) menambahkan rendahnya kemampuan literasi sains bisa disebabkan berbagai hal salah satunya ketidakmampuan peserta didik dalam mengerjakan soal literasi sains yang diberikan baik soal yang berjenis menganalisis atau menyimpulkan. Jika peserta didik tidak terbiasa diberikan soal-soal yang memiliki aspek literasi sains maka kemampuan literasi sains tidak akan terlatih dengan baik. Jadi melalui hasil yang di dapat ini memberikan pelajaran bahwa jika menginginkan peserta didik mampu memahami dan menyimpulkan data berupa tabel maupun grafik maka peserta didik perlu terbiasa diberikan soal-soal baik berupa lisan maupun tulisan yang berkaitan dengan data tabel atau grafik yang ada.

Aspek berikutnya yang mendapatkan kategori cukup baik yaitu menggunakan pengetahuan ilmiah dalam memecahkan masalah. Melalui jawaban yang diberikan oleh peserta didik diketahui bahwa peserta didik kurang memahami langkah yang tepat dalam memecahkan suatu kasus air sungai yang sudah tercemar akibat pembuangan sampah di sungai. Banyak dari peserta didik yang menjawab mengatasi permasalahan tersebut cukup dengan melaksanakan musyawarah dan pemberian sanksi, akan tetapi jawaban yang paling tepat untuk kasus tersebut adalah membangun suatu tempat sampah yang berbeda-beda sesuai dengan kategori bahan organik, anorganik, dan plastik. Dari sini dapat diketahui bahwa peserta didik lebih condong untuk memberikan ajakan kepada seseorang dalam mengatasi permasalahan tersebut tanpa menimbang pilihan jawaban lain.

Kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah juga diungkapkan oleh guru melalui wawancara yang sudah dilaksanakan. Guru mengungkapkan bahwasanya peserta didik sebagian besar sudah bisa memecahkan masalah dengan baik namun sebagian besar peserta didik kurang menguasai kemampuan dalam memecahkan suatu permasalahan. Ketika peserta didik diberi soal terkait permasalahan mereka perlu waktu yang cukup lama untuk berpikir dan perlu adanya bimbingan agar peserta didik mampu memecahkan permasalahan tersebut dengan baik. Guru juga menambahkan untuk frekuensi soal yang diberikan dengan karakteristik memecahkan masalah tidak terlalu sering diberikan hal ini karena memang melihat kondisi dan karakteristik peserta didik itu sendiri. Rahayu dkk. (2021) menjelaskan bahwa ada beberapa faktor yang menyebabkan peserta didik memiliki kemampuan menyelesaikan masalah rendah antara lain kurangnya peserta didik dalam memahami permasalahan yang diberikan, kurangnya kemampuan peserta didik dalam melakukan perencanaan penyelesaian masalah, dan kemampuan peserta didik dalam memahami soal masih rendah.

Aspek literasi sains yang masuk dalam kategori sangat tinggi adalah menjelaskan fenomena ilmiah. Rata-rata peserta didik mampu menjelaskan topik yang berkaitan fenomena yang terjadi di lingkungan seperti limbah bekas cucian beras (air tajin). Melalui catatan observasi selama melaksanakan pembelajaran peserta didik mulanya hanya mengetahui bahwa air tajin tidak baik ketika dibuang ditanaman dan mampu membunuh tanaman, namun ketika mereka melakukan kegiatan eksplorasi berupa membaca materi dalam LKPD baru mengetahui bahwa air tajin tersebut terkandung banyak gizi dan bermanfaat bagi tumbuhan. Limbah cucian air beras mengandung banyak nutrisi mulai dari Vitamin B1, Vitamin B3, Vitamin B6, mangan, fosfor, kalium, dan kalsium (G.M., dkk., 2012; Lalla, 2018).

Penerapan LKPD pencemaran air berbasis STEM dan model *learning cycle* 6E peserta didik mampu memperoleh skor rata-rata kemampuan literasi sains sebesar 62,21. Skor tersebut masuk dalam kategori baik. Sebagai bukti bahwa proses pembelajaran sudah menerapkan LKPD pencemaran air berbasis STEM dan model *learning cycle* 6E ditunjukkan melalui hasil keterlaksanaan pembelajaran yang memperoleh persentase ketercapaian sebesar 100%. Persentase ini masuk dalam kategori sangat baik, artinya secara keseluruhan pembelajaran sudah dilakukan sesuai dengan RPP yang digunakan.

Kesimpulan

Melalui penggunaan LKPD pencemaran air berbasis STEM, peserta didik mampu memperoleh rata-rata nilai literasi sains sebesar 62,21 yang masuk dalam kategori baik dan secara keseluruhan keterlaksanaan pembelajaran dalam penelitian ini memperoleh persentase ketercapaian sebesar 100% masuk dalam kategori sangat baik. Persentase ketercapaian yang didapat ini memiliki arti bahwa selama proses pembelajaran berlangsung sudah dilakukan sesuai dengan rencana pelaksanaan pembelajaran dan sintak model pembelajaran yang digunakan. Tetapi ada beberapa hal yang menjadi catatan setelah dilakukan analisis dari data catatan observasi pembelajaran dan data hasil wawancara dengan guru. Catatan tersebut yaitu kemampuan peserta didik dalam memahami dan menyimpulkan data serta kemampuan peserta didik dalam memecahkan suatu permasalahan perlu dilatih kembali dengan cara terbiasa memberikan soal-soal terkait menganalisis dan menyimpulkan suatu data berupa tabel maupun grafik dan terbiasa mengerjakan soal berjenis menyelesaikan suatu permasalahan. Catatan lain yaitu perlu adanya manajemen waktu atau desain penelitian yang lebih baik agar tahap *engineer* dapat berjalan secara maksimal.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Maryamah, S.Pd.I selaku kepala SMP Ma'arif Karangwen Demak dan Ibu Zulfa Kamila, S.Pd selaku Guru Mata Pelajaran IPA yang telah memberikan kesempatan kepada penulis dalam melakukan penelitian di sekolah tersebut serta tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada peserta didik kelas VII B yang telah berpartisipasi selama kegiatan penelitian dilaksanakan.

Referensi

- Agustina, R., Huda, I., Nurmaliah, C. 2020. Implementasi pembelajaran STEM pada materi sistem reproduksi tumbuhan dan hewan terhadap kemampuan berpikir ilmiah peserta didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(2):241–256. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i2.16913>.
- Angraini, G. 2014. Analisis Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA Kelas X di Kota Solok. *Prosiding Mathematics and Sciences Forum*, 161–170.

- Arrohman, D.A., Palumpun, N.S., Jumadi, Prasetyo, Z.K. 2021. The use of practical video demonstration for class vii photosynthetic materials to stimulate basic science process skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(4):693–700. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i4.813>.
- Burke, B.N., 2014. The ITEEA 6E Learning byDeSIGN™ Model. *Technology and engineering Teacher*, 14–19.
- Danial, M. & Sanusi, W. 2019. Penyusunan lembar kegiatan peserta didik (LKPD) berbasis investigasi bagi guru Sekolah Dasar Negeri Parangtambung II Kota Makassar. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Makassar*, 615–619.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Dirketorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Jakarta.
- Dermawan, D., Hanum, L., & Erlidawati. 2018. Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis predict-observe-explain (POE) pada materi redoks di kelas X SMAN 5 Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia*, 3(4):150–157. <http://jim.unsyiah.ac.id/pendidikan-kimia/article/view/9759>.
- Diniaty, A. & Atun, S. 2015. Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) industri kecil kimia berorientasi kewirausahaan untuk SMK. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1(1):46–56. <https://doi.org/10.21831/jipi.v1i1.4531>.
- Dragoş, V., & Mih, V. 2015. Scientific Literacy in School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 209: 167–172. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.273>.
- Fakhriyah, F., Masfuah, S., Roysa, M., Rusilowati, A., & Rahayu, E.S. 2017. Student's science literacy in the aspect of content science? *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1):81–87. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.7245>.
- Firdaus, M. & Wilujeng, I. 2018. Pengembangan LKPD inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(1):26–40. <https://doi.org/10.21831/jipi.v4i1.5574>.
- Fithri, S., Pada, A.U.T., Artika, W., Nurmaliah, C., & Hasannudin. 2021. Implementasi LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(4):555–564. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i4.20816>
- Fitriani, Hasan, M., & Musri. 2016. Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis masalah untuk meningkatkan pemahaman konsep dan aktivitas belajar peserta didik pada materi larutan penyangga. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4(1):26–42. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JPSI/article/view/6577>.
- Fitriani, N.H., Sari, I.M., & Liliawati, W. 2016. Literasi Sains Siswa SMP Kota Bandung pada Tema Pencemaran Lingkungan. *Prosiding seminar Nasional IPA Pascasarjana UM*, 381–386.
- G.M, C.W., Muhartini, S., & Trisnowati, S. 2012. Pengaruh air cucian beras merah dan beras putih terhadap pertumbuhan dan hasil selada (*Lactuca sativa* L.). *Vegetalika*, 1(2). <https://doi.org/doi.org/10.22146/veg.1516>.
- Greenpeace. 2021. *Bumi Tanpa Plastik: Perspektif dan Tuntutan Publik terhadap Kontribusi Korporasi dalam Krisis Pencemaran Plastik di Indonesia*. Greenpeace Indonesia, Jakarta.

- Haryadi, R. & Pujiastuti, H. 2020. PhET simulation software-based learning to improve science process skills. *International Conference on Mathematics and Science Education 2019 (ICMScE 2019)*, 1–6.
- Hasanah, U. & Tsutaoka, T. 2019. An outline of worldwide barriers in science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2):193–200. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.18350>.
- Hasanah, Z., Pada, A.U.T., Safrida, Artika, W., & Mudatsir. 2021. Implementasi model problem based learning dipadu LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi pencemaran lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1):65–75. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.18134>.
- Husna, N., Sari, S.A., & Halim, A. 2017. Pengembangan media puzzle materi pencemaran lingkungan di SMP Negeri 4 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 5(1): 66–71. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JPSI/article/view/8413>.
- Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. 2016. STEM virtual lab: An alternative practical media to enhance student's scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2): 239–246. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5492>.
- Jufrida, J., Basuki, F. R., Kurniawan, W., Pangestu, M.D., & Fitaloka, O. 2019. Scientific literacy and science learning achievement at junior high school. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(4):630–636. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i4.20312>.
- Lalla, M. 2018. Potensi air cucian beras sebagai pupuk organik pada tanaman seledri (*Apium graveolens* L.). *Jurnal Agropolitan*, 5(1):38–43.
- Lin, C. L., & Chiang, J. K. 2019. Using 6E model in STEAM teaching activities to improve university students' learning satisfaction: A case of development seniors IoT smart cane creative design. *Journal of Internet Technology*, 20(7):2109–2116. <https://doi.org/10.3966/160792642019122007009>.
- Listyawati, M. 2012. Pengembangan modul IPA terpadu untuk SMP/MTs berbasis eksperimen pada tema fotosintesis untuk memberdayakan keterampilan proses sains. *Journal of Innovative Science Education*, 1(1):63–69.
- Mahjatia, N., Susilowati, E., & Miriam, S. 2021. Pengembangan LKPD berbasis STEM untuk melatih keterampilan proses sains siswa melalui inkuiri terbimbing. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3):139–150. <https://doi.org/10.20527/jipf.v4i3.2055>.
- Manafe, H.E., Ibnu, S., Fajaroh, F. 2017. Pengaruh penerapan learning cycle 6E think pair share terhadap hasil belajar kognitif peserta didik dengan kemampuan awal berbeda. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*. 2(2):252–260.
- Mardapi, D. 2012. *Pengukuran Penilaian & Evaluasi Pendidikan*. Nuha Litera, Yogyakarta.
- Maryanti, S., Swastiningsih, A. T., & Sukini. 2013. Identifikasi penggunaan lahan terhadap pendangkalan sungai Wonokerto Kecamatan Karangtengah Kabupaten Demak. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS ke-9 2018 (SNGUMS IX) : restorasi sungai : tantangan dan solusi pembangunan berkelanjutan*, 1(6), 96–101.
- Nguyen, T.P.L., Nguyen, T.H., & Tran, T.K. 2020. STEM education in secondary schools: Teachers' perspective towards sustainable development. *Sustainability (Switzerland)*,

12(21):1–16. <https://doi.org/10.3390/su12218865>.

Nofiana, M. & Julianto, T. 2017. Profil Kemampuan literasi sains siswa SMP di Kota Purwokerto ditinjau dari aspek konten, proses, dan konteks sains. *JSSH (Jurnal Sains Sosial dan Humaniora)*, 1(2):77–84. <https://doi.org/10.30595/jssh.v1i2.1682>.

Novitasari, N. 2018. Profil kemampuan literasi sains mahasiswa calon guru biologi. *Biosefer Jurnal Tadris Pendidikan Biologi*, 9(1):36–44. <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/biosfer/article/view/2877>.

Ode, L., Aswat, H., Sari, E.R., Meliza, NurOde, L., Aswat, H., & Meliza, N. 2021. Analisis pelaksanaan pembelajaran tatap muka terbatas (TMT) di masa new normal terhadap hasil belajar matematika di Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(6): 4400–4406. <https://edukatif.org/index.php/edukatif/index>.

OECD. 2019a. *PISA 2018: What Students Know and Can do*. OECD, Paris.

OECD. 2019b. *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD, Paris.

Rahayu, O., Siburian, M.F., Suryana, A. 2021. Analisis kemampuan pemecahan masalah ipa siswa kelas vii pada konsep pencemaran lingkungan di MTs. Asnawiyah Kabupaten Bogor. *Biological Science and Education Journal*. 1(1):15–23.

Rusilowati, A., Kurniawati, L., Nugroho, S.E., & Widiyatmoko, A. 2016. Developing an instrument of scientific literacy asesment on the cycle theme. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(12):5718–5727. <http://www.ijese.net/makale/736.html>

Rusman. 2015. *Pembelajaran Tematik Terpadu*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.

Schleicher, A. 2019. *PISA 2018: Insights and Interpretations*. OECD, Paris.

Siagian, P., Silitonga, M., & Djulia, E. 2017. Scientific literacy skills of seventh grade junior high school (SMP Negeri) students in North Labuhanbatu Regency. *International Journal of Humanities, Social Sciences and Education*, 4(11):176–182. <https://doi.org/10.20431/2349-0381.0411021>.

Silvia, A., Simatupang, H., Medan, U. N., Engineering, S. T., Pembelajaran, A., & Desain, A. 2020. Pengembangan LKPD berbasis science, technology, engineering, and mathematics untuk menumuhkan keterampilan literasi sains siswa kelas X MIA SMA Negeri 14 Medan T.P 2019/2020. *Biology Education Science & Technology*, 3(1):39–44. <https://doi.org/10.30743/best.v3i1.2434>.

Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. 2012. Considerations for teaching integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1):28–34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>.

Suprpti, N. H. 2008. Kandungan chromium pada perairan , sedimen dan kerang darah (*Anadara granosa*) di wilayah pantai sekitar muara sungai Sayung Laut Jawa St 1 St 2 St 3 Sungai Sayung Morosari Jembatan Ke Demak. *Bioma*, 10(2):36–40.

Susantini, E., Faizah, U., Prastiwi, M. S., & Suryanti. 2016. Developing educational video to improve the use of scientific approach in cooperative learning. *Journal of Baltic Science Education*, 15(6):725–737. <https://doi.org/10.33225/jbse/16.15.725>

- Sutrisna, N. 2021. Analisis kemampuan literasi sains peserta didik SMA di Kota Sungai Penuh. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 1(12):2683–2694.
- Vartiainen, J. & Aksela, M. 2019. Science at home: parents' need for support to implement video-based online science club with young children. *Lumat: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 7(1):59–78. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.7.1.349>.
- Vitasari, S.D. 2018. Pengembangan instrumen penilaian kemampuan literasi ipa dan praktik peserta didik SMP sesuai nature of science, *Tesis*, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia.
- Widiyanto, A.F., Yuniarno, S., & Kuswanto. 2015. Polusi air tanah akibat limbah industri dan limbah rumah tangga. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2):246–254. <https://doi.org/10.15294/kemas.v10i2.3388>.
- Widodo, S. 2017. Development of student activity sheet based on scientific approach to improve problem solving skill of surrounding environment in Elementary School Students. *Jurnal Pendidikan ilmu Sosial*, 26(2):189–204. <https://doi.org/doi.org/10.17509/jpis.v26i2.2270>.
- Zen, E. 1990. Science literacy and why it is important. *Journal of Geological Education*, 38(5): 463–464. <https://doi.org/10.5408/0022-1368-38.5.463>.