

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS SAINS TEKNOLOGI MASYARAKAT DAN LINGKUNGAN KELAS X SMA*****The Development of Biology Learning Tools Based on Science Environment Technology and Society for 10th-Grade Senior High School Students*****Heliza Amalini**

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: [heliza.17030204037@mhs.unesa.ac.id](mailto:heliza.17030204037@mhs.unesa.ac.id)**Winarsih**

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: [winarsih@unesa.ac.id](mailto:winarsih@unesa.ac.id)**Abstrak**

Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan merupakan model pembelajaran yang mengarahkan peserta didik untuk membahas isu permasalahan nyata lingkungan mengenai proses, dampak, dan gagasan pemecahan masalah. Keberhasilan dari proses pembelajaran dipengaruhi oleh pemilihan model ataupun pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan materi dengan mempertimbangkan kemampuan yang ingin dicapai oleh peserta didik serta bisa dirancang dalam suatu perangkat pembelajaran berdasarkan kurikulum 2013. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan RPP, LKPD, dan THB sebagai perangkat pembelajaran biologi yang valid secara teoritis dan layak digunakan dalam pembelajaran biologi pada materi perubahan lingkungan. Metode pengembangan yang digunakan adalah *4-D Models* dan dibatasi sampai tahap pengembangan dengan uji validitas perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran divalidasi oleh tiga validator dengan rincian dua dosen ahli dan satu guru biologi. Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data berupa lembar validasi perangkat pembelajaran berdasarkan komponen penyajian, kelayakan isi, kebahasaan, kesesuaian model pembelajaran STML. Validitas dianalisis secara deskriptif kuantitatif berdasarkan skor dan kriteria skala likert. Hasil penelitian menunjukkan skor validitas perangkat pembelajaran sebagai berikut RPP 3.78, LKPD 3.76, dan THB 3.82 dengan validitas 94% dan dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran ini sangat valid dan dinyatakan layak untuk digunakan dalam pembelajaran biologi materi perubahan lingkungan pada peserta didik kelas X SMA.

**Kata Kunci :** Validitas, Perangkat Pembelajaran, STML.**Abstract**

Social and Environmental Science Technology-based learning model is a learning method that leads the students to discuss the real environmental issues about the process, the effects, and problem-solving ideas. The success of the learning process affected by the choice of learning models or approaches that appropriate to the materials while considering the abilities that need to be achieved by the students and can be designed to learning tools based on the 2013 curriculum. This research aims to produce RPP, LKPD, and THB as learning tools that theoretically valid and eligible to be used in biology learning especially in environmental change subject. The development method used is Four D Models which limited to the Develop stage with a validity test of the learning tools. The learning tools are validated by three validators, two expert lecturers and a biology teacher. The researchers used data collection instruments in the form of learning tools validation sheets based on presentation components, feasibility contents, language, and conformity of the learning model. The validity was analyzed descriptively and qualitatively based on scores and likert scale criteria. The validation of learning tools resulted in RPP 3.78, LKPD 3.76, and THB 3.82 eligibility value with an average percentage of 94%. Therefore, it can be concluded that these learning tools are valid and eligible to be used in biology learning especially the environmental change subject in second-grade high school students.

**Keywords:** Validity, Learning Tools, SETS.

## PENDAHULUAN

Paradigma pembelajaran di Indonesia saat ini sudah memasuki pergeseran abad ke-21. *Partnership* pembelajaran abad 21 telah membangun *framework* pembelajaran yang menuntut peserta didik untuk memiliki kualitas dalam pengetahuan, ketrampilan serta kemampuan dalam bidang teknologi, media, dan informasi (Wijaya *et al.*, 2016). Pendidikan nasional Indonesia memiliki salah satu bentuk reformasi yang berkaitan dengan peningkatan kualitas pembelajaran tersebut dan selaras dengan pemberlakuan kurikulum 2013. Peningkatan kualitas pembelajaran sangat dibutuhkan untuk menjadikan peserta didik menjadi lulusan yang mampu bersaing secara global. Mengingat bahwa perkembangan zaman sudah memasuki perkembangan revolusi industri 4.0, maka dukungan peran pendidikan bagi peserta didik diharapkan mampu menjadi sarana dalam rangka meningkatkan kualitas bangsa di tengah persaingan global dengan pesatnya perkembangan teknologi informasi (Khasanah & Herina, 2019). Berdasarkan hal tersebut salah satu kegiatan yang bisa dilakukan adalah merancang pembelajaran yang dapat memenuhi tuntutan kompetensi peserta didik.

Litbang Kemendikbud dalam studi Wijaya (2016) menyatakan bahwa peserta didik di era pembelajaran abad 21 ini diarahkan untuk mampu mencari sumber, berpikir analitis, merumuskan permasalahan, kerja sama dalam tim, dan mampu berkolaborasi dalam menyelesaikan masalah. Permasalahan dalam hal ini adalah masalah kontekstual yang dihadapi oleh masyarakat di era modern. Salah satu tantangan yang dihadapi dalam era globalisasi ini adalah permasalahan lingkungan (Anam *et al.*, 2017). Kerusakan dan pencemaran lingkungan semakin meningkat karena banyaknya pabrik-pabrik industri yang berdiri, sampah yang masih menjadi masalah, dan lain sebagainya. Peserta didik diharapkan mampu menerapkan ilmunya untuk turut mengusulkan ide dalam menyelesaikan permasalahan lingkungan ini. Ketrampilan peserta didik dalam memecahkan masalah sebenarnya sudah seringkali diteliti sebelumnya. Penelitian Rahma & Windyariani (2020) mengungkapkan bahwa profil kemampuan pemecahan masalah peserta didik pada materi ekosistem masih tergolong dalam kategori cukup dengan indikator menganalisis data atau masalah yang masih kurang. Sementara itu hasil penelitian Yasin dkk., (2019) juga menyatakan bahwa kemampuan pemecahan masalah peserta didik masih dalam kategori cukup dan perlu untuk ditingkatkan kembali.

Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan mewajibkan ada enam literasi yang harus mampu dikembangkan dan dikuasai sebagai prasyarat kecakapan hidup abad 21. Kecakapan tersebut antara lain literasi baca-tulis, numerasi, digital, sains, finansial, dan kebudayaan serta kewarganegaraan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan pembelajaran yang melatih peserta didik dengan literasi dan tentunya untuk mencapai hasil belajar yang baik (Rahayu *et al.*, 2019). Hasil pembelajaran yang maksimal berkaitan dengan bagaimana proses pembelajaran yang dilakukan. Dasar dari sebuah proses belajar mengajar adalah pemahaman konsep oleh peserta didik. Kemampuan pemahaman konsep ini dapat dicapai dengan membiasakan peserta didik melakukan pemecahan masalah. Kegiatan pemecahan masalah akan memotivasi peserta didik untuk memikirkan solusi alternatifnya, sehingga peserta didik mampu menciptakan banyak ide dalam suatu topik tertentu. Gagasan yang harus ditemukan dari sebuah permasalahan memerlukan kemampuan pemahaman konsep yang baik agar permasalahan tersebut dapat ditangani secara relevan.

Keberhasilan sebuah proses pembelajaran untuk mencapai hasil yang baik dipengaruhi oleh pemilihan model ataupun pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan materi serta mampu mempertimbangkan kemampuan akhir yang ingin dicapai. Kemampuan peserta didik dalam pemecahan masalah maupun literasi dapat dibangun dengan efektif melalui pembelajaran yang menghubungkan isu-isu sains, teknologi, masyarakat dan lingkungan (Abdullah, 2019). Pembelajaran berbasis Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan mampu menjadi penghubung antara masalah-masalah sosial, lingkungan dan IPTEK (Majas, 2016). Berdasarkan penelitian Riastuti (2015) penerapan pendekatan pembelajaran berbasis Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan ini mampu meningkatkan aktivitas dan hasil belajar peserta didik. Hal ini didasarkan dengan adanya ketrampilan proses sains yang diterapkan. Ketrampilan proses sains terintegrasi menunjukkan adanya hubungan positif antara kemampuan membaca pemahaman konsep dengan literasi sains (Handayani *et al.*, 2018). Sehubungan dengan hal tersebut maka model pembelajaran, perangkat, dan lingkungan belajar harus benar-benar disiapkan untuk mampu mencapai hasil belajar peserta didik secara maksimal.

Melalui pembelajaran berbasis STML pada materi biologi perubahan lingkungan ini peserta didik diarahkan untuk membahas proses, dampak, dan penanggulangan berbagai isu permasalahan lingkungan

yang nyata terjadi ke dalam pembelajaran. Proses pembelajaran dalam hal ini mampu untuk melatih pemecahan masalah serta ketrampilan literasi melalui kegiatan proses sains. Peserta didik diharapkan memiliki sebuah landasan dalam menilai pemanfaatan teknologi modern dan implementasinya terhadap lingkungan serta budaya di masyarakat ditengah arus globalisasi melalui pembelajaran berbasis STML ini. Untuk itu perangkat pembelajaran biologi berbasis Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan perlu dikembangkan untuk melatih ketrampilan pemahaman konsep dalam pemecahan masalah melalui kegiatan literasi berbasis saintifik pada peserta didik.

Pengembangan perangkat pembelajaran harus disesuaikan dengan kurikulum 2013 guna menjadi bahan ajar, media maupun pedoman yang sesuai dengan konten kompetensi sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Perangkat pembelajaran yang wajib dikembangkan dalam kurikulum 2013 yaitu Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang memuat model pembelajaran, instrumen penilaian, media, dan sumber pembelajaran (Kemendikbud, 2014). Kelayakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan ini akan membantu pembelajaran kontekstual berdasarkan masalah yang ada disekitar peserta didik, Selain itu membantu dalam memaksimalkan penggunaan teknologi untuk proses pembelajaran

Adapun perangkat pembelajaran berbasis Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan mampu digunakan oleh peserta didik sebagai media belajar yang integratif, yaitu dengan memperhatikan komponen yang terdapat di dalamnya. Selain itu dapat menghubungkan fakta-fakta dalam sains melalui permasalahan yang terjadi dalam lingkungan masyarakat. Secara teoritis pembelajaran dengan berbasis STML ini akan menuntut peserta didik memahami dampak kemajuan IPTEK. Pembelajaran ini dengan kata lain adalah suatu pola belajar yang lebih nyata karena menghubungkan antara pengalaman manusia, isu-isu sosial, teknologi dan masyarakat serta dampaknya terhadap lingkungan (Akca & Yager, 2010). Penerapan pembelajaran STML ini akan membawa peserta didik untuk mempelajari permasalahan yang terjadi di lingkungan dan masyarakat sekitar, menganalisis pemecahan masalah tersebut, mengamati objek secara nyata melalui suatu proses pembelajaran.

Berdasarkan hal tersebut perlu untuk dilakukan pengembangan perangkat pembelajaran yang menghasilkan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai media pembelajaran, dan Tes Hasil Belajar Biologi

berbasis Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan pada materi perubahan lingkungan yang layak. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendeskripsikan kelayakan perangkat pembelajaran secara teoritis berdasarkan nilai validitas dan kepraktisan media pembelajaran yang dikembangkan.

## METODE

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan yang dilaksanakan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran. Metode pengembangan yang digunakan adalah *4-D Models* diadaptasi dari Thiagarajan dalam (Lawhon, 1976). Pengembangan perangkat pembelajaran dilaksanakan pada bulan Desember 2020 hingga bulan April 2021. Berdasarkan model yang digunakan penelitian ini melalui empat tahap yaitu pendefinisian (*define*), perencanaan (*design*), pengembangan (*develop*) dan penyebaran (*disseminate*). Pada penelitian ini dibatasi sampai tahap *develop* dengan uji validitas perangkat pembelajaran.

Metode pengumpulan data dilakukan dengan metode validasi oleh 2 dosen ahli (ahli pendidikan dan ahli materi biologi) dan guru biologi SMA Negeri 1 Waru Sidoarjo. Instrumen yang digunakan untuk pengumpulan data berupa lembar validasi perangkat pembelajaran berdasarkan komponen penyajian, kelayakan isi, kebahasaan, kesesuaian pendekatan STML dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

Tahap pendefinisian (*define*) memuat beberapa langkah analisis. Kegiatan analisis tersebut dilakukan pada bagaimana profil kegiatan pembelajaran peserta didik saat ini termasuk analisis konsep materi yang relevan dan perumusan tujuan pembelajaran. Tahap perancangan (*design*) dilakukan dengan pemilihan media pembelajaran, format, topik, judul, dan cakupan materi. Tahap pengembangan (*develop*) terdiri dari telaah dan penilaian para ahli dengan metode validasi perangkat pembelajaran.

Validasi perangkat pembelajaran ini meliputi validasi RPP, LKPD, dan Tes Hasil belajar. berupa skor dengan rentang nilai 1-4 yang diadaptasi dari Riduwan (2018). Keterangan dari skor dan kategori penilaian yang dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Kriteria skala likert

Rentang Skor	Kategori Penilaian	Keterangan
1.0 – 1.5	Tidak Valid	Belum dapat digunakan, masih memerlukan konsultasi
1.6 – 2.5	Kurang Valid	Dapat digunakan



Rentang Skor	Kategori Penilaian	Keterangan
2.6 – 3.5	Valid	dengan banyak revisi Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3.6 – 4.0	Sangat Valid	Dapat digunakan tanpa revisi

Skor yang didapatkan kemudian dihitung rata-rata berdasarkan aspek penilaian. Validitas masing-masing perangkat pembelajaran dianalisis menggunakan rumus perhitungan dibawah ini. Berdasarkan persentase tersebut, kemudian nilai diinterpretasikan berdasarkan kriteria kevalidan yang telah ditentukan. Berikut adalah rumus dari persentasi validitas.

$$\text{Persentase Validitas} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Perangkat pembelajaran khususnya LKPD juga diukur kepraktisannya dari respon peserta didik. Pengukuran ini dilakukan melalui angket survei yang diisi oleh 25 peserta didik. tanggapan kepraktisan diberikan dengan penilaian “Ya” dan “Tidak”. Hasil tanggapan peserta didik di konversikan dalam skor 0 dan 1 seperti pada tabel 2 yang diadaptasi dari Noor (2012)

**Tabel 2.** Kriteria Skala

Tanggapan	Skor
Ya	1
Tidak	0

Respon peserta didik dianalisis dengan persentase. Rumus untuk menghitung respons peserta didik sebagai berikut.

$$\text{Respon Peserta didik} = \frac{\text{Jumlah skor responden menjawab “Ya”}}{\text{Jumlah Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Persentase kelayakan kemudian akan dikonversikan pada tabel 3 yang diadaptasi dari Riduwan (2018).

**Tabel 3.** Skala Konversi Persentase Kelayakan LKPD Berdasarkan Angket Respon Peserta didik

Skor rata-rata	Kategori
0-20 (%)	Tidak Praktis
21-40 (%)	Kurang Praktis

Skor rata-rata	Kategori
41-60 (%)	Cukup Praktis
61-80 (%)	Praktis
81-100 (%)	Sangat Praktis

Lembar Kegiatan Peserta Didik dikatakan praktis berdasarkan respons peserta didik apabila peserta didik menjawab “ya” mencapai  $\geq 61\%$  dengan kategori peserta didik juga dilakukan dengan mendeskripsikan respons peserta didik yang terdapat pada lembar angket respons. Hasil analisis respons peserta didik digunakan untuk merefleksikan LKPD dan mendeskripsikan kepraktisan LKPD

Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan ini minimal harus mencapai kategori valid untuk layak digunakan dalam pembelajaran. Saran dan masukan dari dosen pembimbing dan para validator menjadi dasar dalam merevisi kelayakan perangkat pembelajaran ini, sehingga menjadi sebuah produk yang baik untuk digunakan dalam pembelajaran biologi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan perangkat pembelajaran berbasis Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan yang meliputi RPP, LKPD, dan THB. Perangkat pembelajaran tersebut sudah melalui tahapan revisi yang ditelaah bersama dosen pembimbing dan divalidasi oleh dosen ahli perangkat pembelajaran, materi biologi dan guru biologi SMA serta dinyatakan valid.

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran yang dikembangkan ini merupakan RPP kurikulum 2013 yang menganut pada surat edaran kementerian Pendidikan dan kebudayaan nomor 14 tahun 2019 terkait dengan penyederhanaan rencana pelaksanaan pembelajaran. RPP ini dilakukan dengan prinsip yang lebih efisien, efektif, dan berorientasi pada peserta didik. Komponen dalam RPP yang dikembangkan antara lain Kompetensi Dasar (KD), indikator Pencapaian Kompetensi (IPK), tujuan dan kegiatan pembelajaran yang meliputi pendahuluan, kegiatan inti, penutup, dan penilaian pembelajaran pada aspek sikap, pengetahuan, serta ketrampilan. RPP yang dikembangkan menganut langkah pembelajaran berbasis Sains Teknologi Masyarakat & Lingkungan untuk melatih peserta didik dalam menganalisis permasalahan lingkungan serta mampu dalam merumuskan solusi dan tindakan. Fase-fase kegiatan pembelajarannya menurut (Philosophical, 2000) antara lain 1) Inisiasi/invitasi/apersepsi ; 2) Pengembangan atau Pembentukan konsep ; 3) Penerapan konsep dalam

penyelesaian masalah ; 4) Evaluasi dan pemantapan konsep.

Kegiatan dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran berdasarkan IPK pada tabel 4 didasarkan pada langkah pembelajaran berbasis STML. Berikut adalah Indikator pencapaian kompetensi yang tersusun dalam RPP sebagai pengembangan dari kompetensi dasar 3.11 dan 4.11 materi perubahan lingkungan pada sub materi pencemaran dan kerusakan lingkungan. Adapun tujuan pembelajarannya tertulis melalui pembelajaran tersebut peserta didik mampu mengidentifikasi dan menjelaskan pengertian perubahan, kerusakan, dan pencemaran lingkungan dengan benar untuk melatih kemampuan memecahkan masalah dan mampu mengkomunikasikan gagasan, solusi, juga tindakannya

**Tabel 4.** Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang dikembangkan

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi
3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan	3.11.1 Mengidentifikasi informasi terkait isu isu perubahan lingkungan
	3.11.2 Menjelaskan pengertian keseimbangan data perubahan lingkungan
	3.11.3 Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerusakan dan pencemaran lingkungan
	3.11.4 Menganalisis dampak kerusakan dan pencemaran lingkungan bagi masyarakat
	3.11.5 Mengimplementasikan prosedur kinerja dalam mengetahui besaran emisi karbon monoksida (CO) yang dihasilkan oleh aktivitas transportasi di lingkungan rumah ataupun sekolah terhadap daya serap karbon dioksida (CO <sup>2</sup> ) pohon di lingkungan tersebut.
4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar	4.11.1 Menyajikan hasil analisis terkait masalah dan solusi pada kerusakan dan pencemaran lingkungan berdasarkan aspek Sains, Teknologi, Masyarakat, dan Lingkungan
	4.11.2 Merencanakan Tindakan dalam mengatasi masalah kerusakan dan pencemaran lingkungan yang telah dianalisis
	4.11.3 Mengkomunikasikan gagasan penyelesaian masalah lingkungan yang telah disusun.

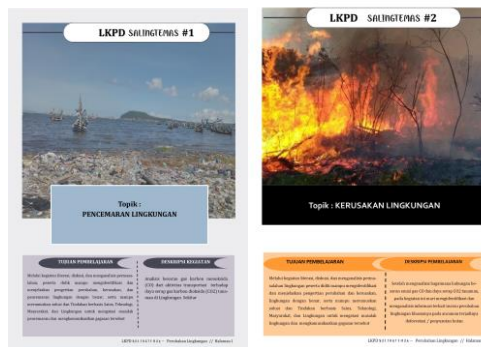
Berdasarkan kompetensi dasar yang sudah ditetapkan, materi sebagai sarana pembelajaran ini mengharuskan peserta didik untuk mampu menganalisis data gejala perubahan lingkungan, penyebab, serta dampaknya. Kompetensi ini didasarkan pada tiga hal dalam kompetensi inti yaitu memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan berdasarkan dimensi pengetahuan. Kompetensi dasar selanjutnya peserta didik diharapkan mampu dalam menciptakan solusi pemecahan masalah terkait lingkungan yang terjadi di sekitar tempat tinggalnya. Kompetensi ini berdasarkan pengembangan dari kompetensi inti nomor 4. Kompetensi tersebut menyatakan bahwa peserta didik harus mampu menganalisis dan menyajikan pengembangan yang dipelajari dalam pembelajaran secara berkelompok

maupun mandiri. Peserta didik juga diharapkan mampu bertindak secara kreatif, efektif sesuai kaidah keilmuan dalam ranah konkret maupun abstrak.

Adanya kompetensi inti maupun dasar yang sudah ditetapkan akan dijabarkan menjadi indikator-indikator yang digunakan sebagai ukuran untuk pencapaian kompetensi. Hal ini berdasarkan teori Ibrahim & dkk (2010) yang menuliskan bahwa indikator yang dikembangkan merupakan tanda peserta didik mencapai kompetensi yang diharapkan. Kompetensi tersebut ditandai dengan adanya perubahan yang dapat diukur dari sikap, pengetahuan, maupun ketrampilan peserta didik. Terdapat lima indikator yang dikembangkan berdasarkan KD tiga. Indikator tersebut berkaitan dengan konsep materi yang dikembangkan untuk peserta didik mampu menjelaskan, mengidentifikasi, menganalisis adanya permasalahan kerusakan dan pencemaran lingkungan. Indikator pada KD empat lebih mengarahkan pada tindakan peserta didik untuk menyajikan hasil analisis dalam mengatasi permasalahan lingkungan berdasarkan konsep dan mengkomunikasikan ide tersebut.

Indikator yang tersusun merupakan dasar dari kegiatan belajar mengajar yang akan dilakukan. Kegiatan ini berdasar IPK yang tersusun dalam mengimplementasikan model pembelajaran yang digunakan. Kegiatan pembelajaran yang baik memuat rangkaian kegiatan yang harus dilakukan, sesuai dengan hierarki konsep materi, dan setidaknya memuat unsur-unsur yang mengatur pengelolaan pengalaman belajar peserta didik (Ibrahim & dkk, 2010). Kegiatan pembelajaran tersebut dimaksudkan untuk memberikan bantuan para pendidik dalam menjalankan proses pembelajaran dan dalam hal ini prosedur kinerja tersusun dalam LKPD.

Lembar Kegiatan Peserta Didik yang dikembangkan merupakan seperangkat panduan dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran berbasis Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan atau di singkat dengan judul "Salingtemas". Terdapat dua sub LKPD dengan topik yang berbeda pada bab perubahan lingkungan seperti yang bisa dilihat pada gambar 1. LKPD 1 memiliki topik pencemaran lingkungan dengan fokus pada permasalahan pencemaran udara yang ada di sekitar, sementara LKPD 2 fokus pada topik kerusakan lingkungan yaitu pada permasalahan deforestasi yang ada di Indonesia. Keseluruhan LKPD disajikan satu eksemplar dan menjadi panduan guru dan peserta didik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran Berikut adalah tampilan halaman depan dari masing-masing LKPD.



**Gambar 1.** Tampilan depan LKPD 1 dan LKPD 2 Yang memuat topik pembahasan

Lembar Kegiatan Peserta Didik “Salingtemas” ini menuntun peserta didik dalam pembelajaran berbasis STML. Pembelajaran tersebut menagcu pada empat aspek yaitu sains, masyarakat, teknologi, dan lingkungan. Berikut adalah tabel kegiatan dan deskripsi yang terdapat dalam LKPD.

**Tabel 5.** Deskripsi Kegiatan dalam LKPD

No.	Kegiatan dalam LKPD	Deskripsi
1.	#EKSPLORASI	Kegiatan <b>#eksplorasi</b> ini memuat isu-isu permasalahan pada masing-masing topik LKPD yaitu pencemaran dan deforestasi. Kegiatan ini dimaksudkan untuk memberikan apersepsi kepada peserta didik.
2.	#OBSERVASI	Halaman <b>#observasi</b> memuat kegiatan literasi. Bab ini berisi sebuah masalah dalam artikel yang nyata terjadi. Peserta didik diminta untuk menelaah informasi-informasi yang tersaji di dalamnya.
3.	#DISKUSI	Halaman <b>#diskusi</b> berisi memuat pertanyaan-pertanyaan untuk lebih memahami peserta didik pada konsep yang akan dipelajari.

No.	Kegiatan dalam LKPD	Deskripsi
		Pertanyaan memuat kegiatan saintifik seperti mengumpulkan informasi, menganalisis, dan mengasosiasi.
4.	#EKSPERIMEN	Halaman <b>#eksperimen</b> merupakan panduan kegiatan peserta didik di luar kelas. Peserta didik diminta menganalisis permasalahan nyata yaitu tentang emisi gas CO di sekitar.
5.	#IMPLEMENTASI	Halaman <b>#Implementasi</b> memuat kegiatan inti yaitu bagaimana peserta didik dapat mengaplikasikan konsep yang sudah didapatkan sebelumnya untuk dijadikan dasar menyusun solusi permasalahan berbasis Sains, Teknologi, Masyarakat, dan Lingkungan.
6.	#EVALUASI	Halaman <b>#Evaluasi</b> sebagai kegiatan terakhir dalam pembelajaran. Tujuan dari kegiatan ini untuk mengetahui ketercapaian tujuan pembelajaran dan hasil belajar peserta didik melalui pertanyaan terkait konsep dan THB.

Berdasarkan tabel 5, LKPD memiliki enam kegiatan pokok. Kegiatan tersebut sebagai bentuk usaha



dalam pembentukan konsep materi pada peserta didik. Pembelajaran dengan metode diskusi maupun observasi akan efektif mendapatkan konsep-konsep terkait dan menerapkannya. Hal ini selaras dengan penelitian (Riastuti, 2015) yang menyatakan bahwa penerapan pendekatan Sains Teknologi Masyarakat Lingkungan mampu meningkatkan hasil belajar siswa melalui kegiatan perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi. Tentunya dalam pembelajaran ini diakhiri evaluasi untuk melihat kembali dampak dari proses pembelajaran melalui tes hasil belajar.

Tes Hasil Belajar (THB) untuk peserta didik dikembangkan dalam dua jenis soal dan dinyatakan valid. Bagian pertama terdapat soal yang mengacu pada upaya diri dan bagian dua adalah soal kemampuan kognitif. THB ini dikembangkan untuk menanamkan karakter literasi lingkungan pada peserta didik yang mengacu pada *Middle School Environment Literacy Survey/Instrument* (MSELE/I). Pertanyaan yang dikembangkan mencakup empat komponen utama dalam literasi lingkungan yaitu sikap, pengetahuan, ketrampilan, dan perilaku sadar lingkungan. Selain itu, dalam penyusunannya disesuaikan dengan indikator kompetensi pada materi perubahan lingkungan. Hal ini dilakukan untuk mencapai tujuan pembelajaran dan tagihan dalam KD tersebut bisa tercapai secara optimal. THB penilaian diri memuat indikator yang dikembangkan pada peserta didik antara lain memiliki kepedulian dan kepekaan terhadap lingkungan, memiliki komitmen nyata untuk mengatasi permasalahan lingkungan, menghargai Kesehatan dan kebersihan lingkungan, dan mendukung kampanye lingkungan. THB pada aspek ini dikembangkan pada pilihan jawaban skala likert 1-5.

Tes Hasil Belajar yang dikembangkan pada penilaian kognitif juga memuat soal-soal berbasis HOTS. Pada setiap soal terdapat stimulus pada sebagai pengantar dalam menjawab pertanyaan yang ada. Level kognitif yang digunakan dari tingkat C2 memahami, C4 menganalisis, dan C5 mengevaluasi. Pada indikator literasi lingkungan yang dikembangkan ini peserta didik diharapkan memiliki dan memahami pengetahuan tentang makna perubahan lingkungan, isu-isu terkait, solusi alternatif untuk menyelesaikan masalah lingkungan, dan nilai-nilai lingkungan dari berbagai budaya. Indikator soal yang dikembangkan antara lain mengidentifikasi faktor terjadinya perubahan lingkungan, mengidentifikasi penyebab terjadinya pencemaran, menganalisis dampak dan cara menanggulangi terjadinya pencemaran, serta merancang sebuah solusi dari permasalahan lingkungan.

Tes Hasil Belajar pada aspek kognitif ini dikembangkan dalam bentuk soal pilihan ganda.

Penelitian Avina & Winarsih (2020) mengungkapkan bahwa soal HOTS berbasis materi pencemaran lingkungan yang baik memuat pertanyaan yang tidak terlalu mudah maupun terlalu sukar. Tes Hasil Belajar ini disusun sebagai bahan kegiatan evaluasi dalam mengetahui hasil belajar peserta didik dan ketercapaian tujuan pembelajaran.

#### Validitas

Validasi perangkat pembelajaran dilakukan pada masing-masing perangkat. RPP yang divalidasi merupakan RPP yang sudah direvisi sebelumnya. Berikut hasil validasi RPP berbasis model pembelajaran STML pada materi perubahan lingkungan oleh ketiga validator.

**Tabel 6.** Hasil Validasi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

No	Aspek yang Divalidasi	Rata-rata skor validator			$\bar{x}$	Kategori
		V1	V2	V3		
1	Perumusan Indikator Pencapaian Kompetensi	4	4	4	4	Sangat Valid
2	Pemilihan Pengorganisasian Materi Ajar	3.33	3.67	4	3.67	Sangat Valid
3	Metode Pembelajaran	4	4	3.67	3.89	Sangat Valid
4	Penilaian Pembelajaran	3	3.67	4	3.56	Sangat Valid
Total Rata-rata					3.78	Sangat Valid

Berdasarkan hasil pada tabel 6, RPP dinilai dari empat aspek utama yaitu perumusan Indikator Pencapaian Kompetensi, pemilihan dan pengorganisasian materi ajar, metode pembelajaran, dan penilaian pembelajaran. Hasil penilaian RPP oleh ketiga validator menunjukkan bahwa RPP yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat valid dengan skor nilai 3.78. Hasil tersebut menunjukkan adanya kejelasan, keterukuran, dan kesesuaian IPK dengan kompetensi dasar yang tersusun. Aspek perumusan IPK mendapatkan rata-rata skor 4 dan masuk kategori sangat valid. Nilai tersebut dapat diartikan bahwa IPK yang tersusun sudah sesuai dengan materi, tujuan, dan metode pembelajaran. Studi Ibrahim & dkk (2010) menyatakan bahwa indikator

harus dikembangkan dalam kata kerja operasional yang dapat diukur dan diobservasi menganut satuan pendidikan, karakteristik peserta didik, mata pelajaran, potensi daerah dan dirumuskan. Hal ini menunjukkan bahwa indikator yang valid dan dapat digunakan sebagai dasar penilaian peserta didik.

Penilaian rencana pembelajaran yang sangat layak juga dinilai dari rubrik dan instrumen yang jelas dengan skor 3.56. Hasil ini menunjukkan bahwa Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran sudah sesuai dengan kurikulum 2013 dan tersusun secara sistematis. Penelitian Rani & Budijastuti (2019) menunjukkan bahwa pembelajaran dapat terlaksana dengan baik berdasarkan keterlaksanaan masing-masing aspek dari pembukaan hingga penutup dan melibatkan peserta didik dalam kegiatan apersepsi.

Perangkat pembelajaran yang divalidasi selanjutnya adalah LKPD yang sudah direvisi dan ditelaah bersama dosen pembimbing. LKPD yang disusun berbasis pembelajaran STML dan disingkat menjadi "Salingtemas". LKPD memuat sub materi pencemaran udara khususnya pada permasalahan emisi gas rumah kaca, kerusakan lingkungan akibat deforestasi, dan isu-isu permasalahan lingkungan terkait lainnya yang dimuat oleh situs mongabay Indonesia. Berikut adalah hasil penilaian dari validasi LKPD oleh ketiga validator.

**Tabel 7. Hasil Validasi LKPD**

No.	Aspek yang Dinilai	Rata-rata skor validator			$\bar{x}$	Kategori
		V1	V2	V3		
A Penyajian						
1	Tampilan Fisik LKPD	3.5	3.75	4	3.75	Sangat Valid
2	Desain sampul LKPD	4	3.67	4	3.89	Sangat Valid
3	Kesesuaian Judul LKPD	4	3	4	3.67	Sangat Valid
4	Gambar (Ilustrasi)	3	4	3.67	3.56	Sangat Valid
5	Sistematika Penyajian LKPD	4	3.67	4	3.89	Sangat Valid
Total					3.75	Sangat

No.	Aspek yang Dinilai	Rata-rata skor validator			$\bar{x}$	Kategori
		V1	V2	V3		
Rata-rata					Valid	
B	Isi					
1	Kesesuaian Materi dengan Konsep	3.67	4	4	3.89	Sangat Valid
2	Kesesuaian dengan Aspek S-T-M-L	3.5	4	4	3.83	Sangat Valid
Total Rata-rata					3.86	Sangat Valid
C	Kelayakan Bahasa					
1	Keterbacaan	4	3.33	4	3.78	Sangat Valid
2	Penggunaan Bahasa	3	3.33	4	3.44	Valid
3	Penggunaan Istilah	4	3.33	4	3.78	Sangat Valid
Total Rata-rata					3.67	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 7, menunjukkan bahwa LKPD memiliki nilai kategori yang sangat valid dengan total rata-rata 3.67. Validasi LKPD berbasis STML pada materi perubahan lingkungan ini terdiri dari beberapa komponen penilaian. Komponen tersebut ditinjau dari segi penyajian, isi, dan kelayakan Bahasa yang digunakan dalam LKPD.

Terdapat lima subaspek dalam komponen penyajian yang dinilai dengan hasil rata-rata 3,75. Hal tersebut menyangkut bagaimana tampilan LKPD dari segi tampilan, layout, jenis huruf, dan kemenarikan. Nilai rata-rata yang diperoleh pada aspek ini masuk ke dalam kategori sangat valid. Desain sampul dan penulisan judul dalam LKPD ternilai sudah sesuai materi dan isi serta mendapatkan nilai sangat valid. Unsur gambar pada LKPD ini ternilai sesuai dengan konsep materi. Hal ini menunjukkan bahwa gambar sudah mampu menginterpretasikan masalah. Sistematika penyajian dalam LKPD seperti tujuan pembelajaran, orientasi masalah yang sudah sesuai dengan konsep materi.



Widjajanti (2008) mengemukakan bahwa pengembangan LKPD yang baik disesuaikan dengan situasi serta kondisi dari kegiatan model pembelajaran yang akan diaplikasikan. Pada LKPD ini lokasi waktu dinilai kurang sesuai dengan kegiatan yang harus dilakukan. Sehingga pada perlu untuk direvisi kembali waktu dalam pembelajaran.

Komponen selanjutnya adalah dari segi isi LKPD. Terdapat dua aspek dalam hal ini yaitu kesesuaian materi dengan konsep serta model pembelajaran terkait dan kesesuaian materi dengan konsep. Rata-rata nilai dari kedua aspek tersebut adalah 3.86. Hasil ini masuk dalam kategori sangat valid dan menunjukkan adanya kesesuaian bacaan dalam LKPD dengan kebutuhan kegiatan peserta didik. Hal ini akan mengarahkan peserta didik pada proses menemukan dan memahami konsep serta mendeskripsikan faktor-faktor terjadinya perubahan lingkungan. Penelitian Asikin (2016) mengemukakan bahwa masih banyaknya permasalahan yang terjadi di lingkungan akan melatih peserta didik untuk mampu memecahkan masalah dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran biologi.

Lembar Kegiatan Peserta Didik yang dinyatakan valid ini juga memuat kegiatan yang sesuai dengan indikator dan tujuan pembelajaran dalam memperoleh dan mencari informasi mengenai masalah lingkungan yang terjadi dengan bantuan teknologi. Pertanyaan-pertanyaan dalam LKPD menuntun peserta didik dalam menganalisis masalah dan memahami konsep materi perubahan lingkungan berdasarkan kegiatan literasi, diskusi, dan pemecahan masalah. Hasil ini menunjukkan bahwa ada keterkaitan yang baik antara langkah-langkah dalam LKPD dan model pembelajaran berbasis STML. Penerapan pembelajaran tersebut pada materi rumpun lingkungan mampu dengan efektif memberdayakan hasil belajar siswa pada tiga ranah yaitu sikap, kognitif, dan ketrampilan proses sains (Asikin *et al.*, 2016).

Kegiatan pembelajaran yang tersusun dalam LKPD tentunya memiliki pengaruh pada hasil penilaian kelayakannya. Kegiatan tersebut memiliki kaitan dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran. Halaman satu yang memuat kegiatan invitasi atau eksplorasi menuntun peserta didik untuk mengemukakan berbagai isu permasalahan yang ada di masyarakat setempat. Selanjutnya kegiatan kedua terdapat pada halaman observasi, eksperimen serta diskusi. Kegiatan eksperimen pada LKPD ini yaitu menganalisis bagaimana kualitas tanaman yang ada disekitar dalam menyerap emisi gas karbon hasil kegiatan transportasi. Aktivitas ini dapat memiliki pengaruh terhadap kehidupan masyarakat terkait dengan permasalahan gas rumah kaca (Manado *et al.*,

2017). Ketiga fitur ini sebagai kegiatan dalam pembentukan konsep materi. Pembelajaran dengan metode literasi, diskusi, maupun observasi ternilaia akan efektif mendapatkan konsep-konsep terkait dan menerapkannya. LKPD “Salintegmas” ini mengharuskan peserta didik untuk menuliskan gagasan solusi dari permasalahan berdasarkan empat aspek yaitu sains, masyarakat, teknologi, dan lingkungan. Kegiatan ini masuk dalam bagian implementasi dan terdapat pada masing-masing LKPD. Bagian terakhir yang menjadi aktivitas pada kedua LKPD adalah evaluasi. Menuliskan simpulan konsep materi yang sudah dipelajari dan mengerjakan Tes Hasil Belajar adalah kegiatan pada tahap tersebut. Keruntutan kegiatan dalam LKPD ini terdapat pada petunjuk LKPD sebagai unsur utama dalam perangkat ini. Senada dengan penelitian Prastowo (2015) yang menyatakan bahwa, LKPD akan memberikan hasil maksimal apabila materi dan instruksi dapat dibaca dan dipahami dengan jelas,

Kelayakan Bahasa dalam LKPD menjadi komponen ketiga dari penilaian oleh validator. Aspek yang harus dinilai dari segi keterbacaan dalam LKPD, penggunaan bahasa dan istilah. Rata-rata hasil penialain dari aspek keterbacaan mendapatkan kategori sangat valid. Hal ini tentunya dari segi penggunaan huruf, angka, hingga kalimat yang jelas dan mudah dipahami. Aspek penggunaan bahasa mendapatkan kategori valid saja. Hal ini karena bahasa yang digunakan cukup sesuai dengan EYD dan yang terpenting tidak mengandung makna ganda. Sedangkan dari aspek penggunaan istilah rata-rata yang didapatkan sangat valid. Hal tersebut dapat dilihat dari LKPD bahwasanya terdapat istilah yang digunakan sesuai dengan penulisan bahasa Indonesia, bahasa latin atau ilmiah yang jelas dan tertulis secara konsisten. Hasil ini sesuai dengan teori bahwa syarat kontruksi dari LKPD yang baik adalah LKPD yang menggunakan bahasa baku sesuai EYD dan kalimat yang mudah dipahami serta jelas (Widjajanti, 2008).

Lembar Kegiatan Peserta didik juga dinilai dari kepraktisannya. Nilai ini didapatkan dari hasil lembar angket respon yang diisi oleh peserta didik pada aspek tampilan, isi, dan Bahasa. Hasil daripada angket tersebut ada pada tabel 8.

**Tabel 8.** Kepraktisan LKPD

No	Aspek	Persentase	Kategori
1	Tampilan	96%	Sangat Praktis
2	Isi	98%	
3	Bahasa	96%	
Rata-rata		97%	Sangat Praktis

Berdasar tabel 8 didapatkan hasil kepraktisan LKPD dari hasil 25 peserta didik. Hasil respon tersebut menunjukkan bahwa aspek tampilan sebesar 96%, aspek isi sebesar 98%, dan aspek kebahasaan sebesar 96% . hasil respon semua aspek masuk dalam kategori sangat praktis. Skor keseluruhan direkapitulasi mendapatkan skor 97% dengan kategori sangat praktis. Hal tersebut mengartikan bahwa LKPD yang telah dikembangkan menarik dan praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Hasil dari respon ini dapat dijadikan sebagai ukuran kecocokan bahan ajar dengan peserta didik (Hiroh, 2019). Akhir dari proses pembelajaran yaitu evaluasi dengan Tes Hasil Belajar. Hasil validasinya sebagai berikut.

**Tabel 8.** Hasil Validasi Tes Hasil Belajar

THB Penilaian Diri						
No	Aspek yang Dinilai	Rata-rata Validator			$\bar{x}$	Kategori
		V1	V2	V3		
1	Ranah Materi Soal	3	4	4	3.67	Sangat Valid
2	Ranah Kontruksi Soal	3.67	4	4	3.89	Sangat Valid
3	Rumusan Bahasa	4	3.67	4	3.89	Sangat Valid
<b>Total Rata-rata</b>					3.81	Sangat Valid
THB Kognitif						
1	Ranah Materi Soal	3	4	4	3.67	Sangat Valid
2	Ranah Kontruksi Soal	3.67	4	4	3.89	Sangat Valid
3	Rumusan Bahasa	3.67	3.83	4	3.83	Sangat Valid
<b>Total Rata-rata</b>					3.80	Sangat Valid

Validitas dari THB berdasarkan yang tercantum dalam tabel 8 memuat tiga aspek utama dan beberapa subaspek. Validasi dilakukan pada masing-masing soal penilaian diri dan kognitif. Tiga ranah tersebut antara lain 1) materi soal ; 2) kontruksi soal ; 3) rumusan bahasa. Pada soal penilaian diri maupun kognitif hasil yang diperoleh memiliki rata-rata skor 3.80 yang masuk dalam kategori sangat valid. Hasil tersebut membuktikan bahwasannya soal berbasis yang dikembangkan berdasarkan *Middle School Environment Literacy Survey/Instrument* (MSELS/I) layak digunakan sebagai bahan evaluasi dari pembelajaran ini. Instrumen soal yang dikembangkan berbasis literasi lingkungan efektif dalam

meningkatkan kemampuan literasi peserta didik ( Rofiqoh & Faizah, 2019).

Hasil yang sangat valid ini ditinjau dari aspek materi soal menunjukkan bahwa butir soal sesuai indikator, isi materi, dan tujuan pembelajaran, serta jenjang pendidikan. Berdasar segi aspek kontruksi soal terdapat pedoman penskoran yang jelas, keterangan yang terbaca, dan rumusan soal yang dapat melatih ketrampilan berpikir tingkat tinggi pada peserta didik. Konsep pembelajaran berbasis Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan menjadi satu kesatuan dalam konsep Pendidikan yang mengimplementasikan agar peserta didik memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi (Gathong & Chamrat, 2019).

Hasil pada aspek rumusan bahasa juga menunjang adanya kalimat soal yang tersusun komunikatif, tidak menimbulkan penafasian ganda, menggunakan tata bahasa yang umum, dan tidak mengandung kata-kata yang dapat menyinggung perasaan peserta didik. Hal ini menjadikan tes hasil belajar ternilai valid dan akan mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik. Selaras dengan studi Puspitasari & Nugroho (2020) yang menyatakan bahwa kemampuan *Higher Order Thinking Skill* dan kognitif peserta didik mengalami peningkatan melalui penerapan pembelajaran SETS atau STML.

Secara keseluruhan hasil validasi dari perangkat pembelajaran yang dikembangkan adalah sebagai berikut.

**Tabel 9.** Nilai kelayakan perangkat pembelajaran

Perangkat Pembelajaran	Nilai Kelayakan	Persentase	Kategori
<b>RPP</b>	3.78	94%	Sangat Valid
<b>LKPD</b>	3.76	94%	Sangat Valid
<b>THB</b>	3.82	95%	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 9, masing-masing perangkat validitas diatas 90%. RPP 94% , LKPD 94%, dan THB 95%. Perangkat pembelajaran berbasis Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan ini dapat dengan layak digunakan dengan fokus pengajaran untuk mendapatkan pengetahuan sains, teknologi, masyarakat, dan lingkungan yang saling berkaitan. Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan merupakan sebuah proses belajar mengajar yang bersifat kontekstual dan komprehensif (Hardianti *et al.*, 2021).

Kelayakan perangkat pembelajaran yang memasuki kategori sangat valid ini tentunya hasil dari studi berbagai literatur , tahapan-tahapan dalam proses penyusunan, dan

telaah materi bersama dosen pembimbing. Pengembangan ini dilakukan melalui beberapa tahapan adaptasi (Thiagarajan, 1974) 1) analisis kurikulum ; 2) analisis tugas dan konsep ; 3) penyusunan materi dan konsultasi bersamaa dosen pembimbing ; 4) revisi perangkat pembelajaran berdasarkan saran dan masukan dosen pembimbing. Berdasarkan langkah tersebut dihasilkan perangkat pembelajaran yang kemudian divalidasi oleh para ahli. Dengan melalui revisi kembali maka dihasilkan perangkat pembelajaran yang lebih baik dan teruji kevalidannya serta layak untuk digunakan.

Adapun saran/masukan dari para validator untuk lebih menjadikan perangkat pembelajaran salingtemas ini berkualitas yaitu 1) Mendetailkan kembali aspek penilaian afektif pada RPP; 2) Memperluas unsur teknologi dalam pada LKPD; dan 3) penambahan gambar permasalahan pada THB sebagai stimulus pada soal yang dikembangkan. Perbaikan dari masukan tersebut antara lain dengan menambahkan keterangan pada aspek-aspek penilaian afektif, kemudian menambahkan fitur akses pembelajaran menggunakan *Google Classroom* untuk LKPD, dan memberikan keterangan gambar pada beberapa soal dalam THB kognitif.

## PENUTUP

### Simpulan

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi RPP, LKPD, dan THB berbasis pembelajaran Sains Teknologi Masyarakat dan Lingkungan dengan validitasnya 94% dan masuk dalam kategori sangat valid. sehingga perangkat pembelajaran ini dinyatakan layak untuk digunakan dalam pembelajaran biologi materi perubahan lingkungan pada peserta didik kelas X SMA maupun sederajat.

### Saran

Hasil pada penelitian ini masih perlu ditindaklanjuti dengan menerapkan perangkat pembelajaran di kelas. Hal tersebut diharapkan mampu menguji kembali kelayakan, keefektifan, dan kepraktisan perangkat pembelajaran ini. Selain itu juga untuk menguji bagaimana materi yang dikembangkan dalam perangkat ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima kasih disampaikan kepada Dra.Winarsih, M.Kes. selaku dosen pembimbing. Kepada validator dan dosen penguji, Prof. Fida Rachmadiarti, M.Kes dan Dr.Tarzan Purnomo, serta Siti Nurhayati, S.Pd guru Biologi SMAN 1 Waru yang telah berkenan memberi masukan saran. Terima kasih juga kepada adik-adik X

IPA 7 SMAN 1 Waru Sidoarjo yang sudah berpartisipasi dalam pengembangan perangkat ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Z. (2019). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pendekatan Stml Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Indonesian Journal of Natural Science Education (IJNSE)*, 02(01), 125 - 133.
- Akcaý, H., & Yager, R. E. (2010). The Impact of a Science/Technology/Society Teaching Approach on Student Learning in Five Domains. *Journal of Science Education and Technology*, 19(6), 602–611.
- Anam, K., Nurohman, S., & Sudomo, J. (2017). Pengembangan Modul Elektronik Ipa Smp Berbasis Sains Teknologi Masyarakat Lingkungan (Stml) Untuk Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah Peserta Didik. *Pend. Ilmu Pengetahuan Alam - SI*, 6(5), 296–301.
- Asikin, N., Irawati, mimien henie, & Syamsuri, I. (2016). Pembelajaran Biologi Berpendekatan Saintifik Model Sains Teknologi. *Pedagogi Hayati*, 01(01), 1–10.
- Avina, Y. P., & Winarsih. (2020). Development of Assessment Instruments as Example For Higher Order Thinking Skills (Hots) Package Questions in Environmental Pollution Topic for 10th Grade Senior High School. *Bioedu*, 9(1), 217–223.
- Gathong, S., & Chamrat, S. (2019). The implementation of science, technology and society environment (STSE)-based learning for developing pre-service general science teachers' understanding of the nature of science by empirical evidence. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), 354–360.
- Handayani, G., Adisyahputra, & Indrayanti, R. (2018). Hubungan Keterampilan Proses Sains Terintegrasi dan Kemampuan Membaca Pemahaman Terhadap Literasi Sains Pada Mahasiswa Calon Guru Biologi. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 11(1), 21–31.
- Hardianti, F., Setiadi, D., Syukur, A., & Merta, I. W. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis SETS (Science, Environment, Technology, Society) Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Pijar Mipa*, 16(1), 68.



- Hiroh, A. A. (2019). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Biologi Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Sistem Ekskresi Untuk Siswa Kelas Xi Sekolah Menengah Atas*. Jambi: UIN Sulthan Thaha Saifuddin.
- Ibrahim, M., & dkk. (2010). *Dasar-dasar Proses Belajar Mengajar*. Surabaya: Unesa University Press.
- Khasanah, U., & Herina. (2019). Membangun Karakter Siswa Melalui Literasi Digital Dalam Menghadapi Pendidikan Abad 21 (Revolusi Industri 4.0). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 2, 364–370.
- Lawhon, D. (1976). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. *Journal of School Psychology*, 14(1), 75.
- Majas, N. (2016). *Pengaruh pembelajaran sains teknologi masyarakat (stm) terhadap keterampilan proses sains pada materi termokimia siswa kelas xi sman 1 simpang kiri*. (Doctoral dissertasion, UIN Ar-Rainry Banda Aceh).
- Manado, D. I. K., Momongan, J. F., Gosal, P. H., & Kumurur, V. A. (2017). Efektivitas Jalur Hijau Dalam Menyerap Emisi Gas Rumah Kaca Di Kota Manado. *Spasial*, 4(1), 36–43.
- McBeth, B. H. (2011). *National Environmental Literacy Assessment, Phase Two: Measuring the Effectiveness of North American Environmental Education Programs with Respect to the Parameters of Environmental Literacy*. United States: Final Reasearch Report. the United States: NAAEE & NOAA.
- Noor, J. (2012). *Metodologi Penelitian (Skripsi, Tesis, Disertasi, & Karya Ilmiah)*. Jakarta: Kencana
- Philosophical, P. T. (2000). Chapter 11 Teaching Science , Technology , Society and Environment ( Stse ) Education. *Education*, 219–239.
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif : Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Puspitasari, Y. D., & Nugroho, P. A. (2020). Peningkatan Higher Order Thinking Skill dan Kemampuan Kognitif pada Mahasiswa melalui Pendekatan Science, Environment, Technology and Society Berbantuan Modul Pembelajaran. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 4(1), 11–28.
- Rahayu, T., Mayasari, T., & Huriawati, F. (2019). Pengembangan Media Website Hybrid Learning berbasis Kemampuan Literasi Digital dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 130.
- Rahma, I., & Windyariani, S. (2020). *Profil Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Materi Ekosistem ( Profile of Problem Solving Capabilities of High School Students in Ecosystem Materials )*. 6, 281–289.
- Rani, M., & Budijastuti, W. (2019). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Problem Posing Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Materi Pewarisan Sifat Berdasarkan Hukum Mendel Development. *Bioedu*. 8(1), 135–144.
- Riastuti, R. D. (2015). Penerapan Pendekatan Sains Teknologi Lingkungan Masyarakat untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Biologi di SMAN 1 Kota Padang. *Jurnal Bioedukatika*, 3(2), 30.
- Riduwan, M. (2018). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Rofiqoh , I., & Faizah, U. (2019). Validity Of Ethnoscience-Based Textbook On Environmental Change Topic To Influence Environmental Literacy Skill Of 10th Grade High School Students. *BioEdu Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 8(3).
- Thiagarajan, S. S. (1974). *Instraction Development For Training Of Exceptional Children*. Indiana: Indiana Univercity.
- Widjajanti, E. (2008). *Kualitas Lembar Kerja Siswa*. Yogyakarta: UNY Press.
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global. *Jurnal Pendidikan*, 1, 263–278.
- Yasin, J. H. M., No, L., Gowa, K., Selatan, S., Ilmu, F., & Iain, K. (2019). *Jurnal Biotek*. 7(1), 48–57.