

**PENGEMBANGAN KIT PRAKTIKUM BERBASIS STEM PADA
TOPIK PERUBAHAN IKLIM UNTUK MENSTIMULUS
KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM DAN
KETERAMPILAN PROSES SAINS**

(Tesis)

Oleh

EGY RAZKA LIKITA



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN KIT PRAKTIKUM BERBASIS STEM PADA TOPIK PERUBAHAN IKLIM UNTUK MENSTIMULUS KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS

Oleh

EGY RAZKA LIKITA

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menghasilkan KIT praktikum berbasis STEM yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik. Penelitian ini menggunakan desain pengembangan (*Research and Development*) model 4D (*Define, Design, Develop, and Disseminate*). Tahap uji coba terbatas menggunakan desain penelitian eksperimen bentuk *only posttest design* yang dilakukan pada 29 peserta didik kelas VII di SMP Al Kautsar Bandar Lampung. Subjek uji coba produk menggunakan teknik purposive sampling. Hasil uji coba menunjukkan bahwa KIT praktikum valid dan layak digunakan. Sampel penelitian ini menggunakan dua kelas di SMP Al Kautsar Bandar Lampung Kelas VII E sebagai kelas eksperimen dan kelas VII B sebagai kelas kontrol. Kevalidan KIT praktikum berbasis STEM hasil pengembangan diperoleh dari hasil validasi ahli pada aspek kesesuaian isi dan konstruksi. Kepraktisan KIT praktikum ditinjau dari penilaian keterlaksanaan pembelajaran dengan KIT praktikum, respon pendidik dan peserta didik. Perbandingan perhitungan rata-rata nilai posttest di kelas eksperimen dan kontrol digunakan sebagai dasar menentukan efek dari penggunaan KIT praktikum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) KIT praktikum terintegrasi STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dinyatakan valid ditinjau dari aspek isi dan konstruksi dengan rata-rata persentase nilai sebesar 94.5%; (2) KIT praktikum praktis digunakan untuk menstimulus kemampuan berpikir sistem peserta didik ditinjau dari keterlaksanaan pembelajaran dengan rata-rata persentase nilai sebesar 90,42% dengan interpretasi hampir seluruh aktivitas terlaksana serta rata-rata persentase nilai respon peserta didik dan pendidik sebesar 88% dan 86% yang keduanya berkategori sangat tinggi. Hasil observasi keterampilan proses sains diperoleh skor 24 peserta didik mendapat hasil sangat baik.

Kata kunci: KIT praktikum, kemampuan berpikir sistem, keterampilan proses sains

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A STEM-BASED PRACTICUM KIT ON THE TOPIC OF CLIMATE CHANGE TO STIMULUS SYSTEMS THINKING ABILITY AND SCIENCE PROCESS SKILLS

By

EGY RAZKA LIKITA

This research aims to develop a valid, practical, and effective STEM-based practicum KIT for enhancing students' system thinking ability, employing the 4D model of development (Research and Development). A limited trial involving 29 seventh-grade students at SMP Al Kautsar Bandar Lampung utilized an experimental research design, with posttest assessment, and purposive sampling techniques. The research employed two classes at SMP Al Kautsar Bandar Lampung, with Class VII E as an experimental group and Class VII B as a control group. Expert validation confirmed the STEM-based practicum KIT's validity and practicality in terms of content and construction. Assessment of learning implementation and feedback from educators and students further validated its practicality. The comparison of posttest averages between experimental and control classes determined the practical KIT's efficacy. The results of the research show that: (1) STEM integrated practicum KIT to improve systems thinking skills is declared valid from the content and construction aspects with an average value percentage of 94.5%; (2) Practical practicum KIT is used to stimulate the system thinking ability of students, reviewed from the implementation of learning with an average percentage value of 90.42% with the interpretation of almost all the activities carried out and an average percentage of the response value of students and educators of 88% and 86% of which are both very high categories. The research findings indicate that the STEM integrated practicum KIT effectively enhances systems thinking skills, with high percentages in assessments and a significant number of students demonstrating excellent science process skills.

Keywords: KIT practicum, system thinking skills, science process skills

**PENGEMBANGAN KIT PRAKTIKUM BERBASIS STEM PADA
TOPIK PERUBAHAN IKLIM UNTUK MENSTIMULUS
KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM DAN
KETERAMPILAN PROSES SAINS**

Oleh

Egy Razka Likita

Tesis

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
MAGISTER PENDIDIKAN IPA**

Pada

**Program Studi Magister Pendidikan IPA
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Tesis : Pengembangan KIT Praktikum Berbasis STEM Pada
Topik Perubahan Iklim Untuk Menstimulus
Kemampuan Berpikir Sistem Dan Keterampilan
Proses Sains

Nama Mahasiswa : Egy Razka Likita

Nomor Pokok Mahasiswa : 2023025011

Program Studi : Magister Pendidikan IPA


Jurusan : Pendidikan MIPA


Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Pembimbing I

Pembimbing II


Prof. Dr. Abdurrahman, M. Si.
NIP 19681210 199303 1 002


Dr. Neni Hasnunidah, M. Si.
NIP 19700327 199403 2 001

Ketua Jurusan
Pendidikan MIPA

Ketua Program Studi
Magister Keguruan IPA


Dr. Nur Hanurawati, M.Pd.
NIP 19670808 1991103 2 001


Dr. Neni Hasnunidah, M.Si.
NIP 19700327 199403 2 001

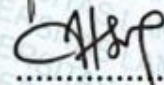
MENGESAHKAN

I. Tim Penguji

Ketua : **Prof. Dr. Abdurrahman, M. Si.**



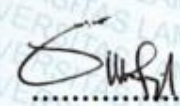
Sekretaris : **Dr. Neni Hasnunidah, M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **I. Dr. Tri Jalmo, M. Si.**



II. Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si..



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M. Si.
NIP 19651230 199111 1 001



3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Murhadi, M. Si
NIP 19640326 198902 1 001

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis: 14 Juni 2024

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul "PENGEMBANGAN KIT PRAKTIKUM BERBASIS STEM PADA TOPIK PERUBAHAN IKLIM UNTUK MENSTIMULUS KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS" adalah karya Saya sendiri dan Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak Intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, Saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada Saya, Saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 Juni 2024
Pembuat Pernyataan,



Egy Razka Likita
NPM 2023025011

MOTTO:

“Gantungkanlah cita-citamu di dunia setinggi langit, dan gantungkanlah cita-cita akhiratmu pada Yang menciptakan langit”

(Berlian Langit)

Dan (ingatlah) ketika Tuhan-mu memaklumkan, “Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambah (nikmat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka pasti azab-Ku sangat berat”

(Q.S Ibrahim ayat 7).



Dengan Menyebut Nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirrabbi'l'amin, segala puji dan syukur hanya untuk Allah SWT, atas rahmat dan nikmat yang telah diberikan, serta kekuatan, kesehatan, dan kesabaran utukku dalam mengerjakan skripsi ini
Shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjunganku
Nabi Muhammad SAW

Kupersembahkan karya ini sebagai tanda bakti dan cinta kasihku kepada orang-orang yang selalu berharga dan berarti dalam hidupku:

Ayahku (Nurhadi) dan Ibuku (Septinawati)

Kedua orangtuaku yang dengan penuh kesabaran dalam mendidik dan merawatku sedari kecil hingga mengantarkanku ke perguruan tinggi dan meraih cita-cita yang selama ini aku impikan.

Suamiku (Rizky) dan Anakku (Dzafri)

Suami dan anakku yang dengan penuh kesabaran menemani dan memberi dukungan tanpa lelah hingga mengantarkanku meraih cita-citaku.

Keluargaku

Seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungannya ketika aku berada di dalam kesulitan, membimbingku dan menasihhatiku.

Para Pendidik

Para dosen dan guru atas ilmu, nasihat, bimbingan, kesabaran, waktu, dan arahan yang telah diberikan sehingga aku dapat menjadi pribadi yang lebih berani dalam mewujudkan impian dan cita-citaku.

Almamater tercinta, Universitas Lampung.

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Agung pada tanggal 22 Desember 1997, merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Nurhadi. dengan Ibu Septinawati. Penulis tinggal di sebuah rumah beralamat di Perumahan Wismanas Kemiling Blok C2 No 5 kecamatan Kemiling, Bandar Lampung.

Penulis mengawali pendidikan formal di SD Negeri 2 Rawa Laut (Teladan) (2004-2010), SMP Negeri 14 Bandar Lampung (2010-2013), dan SMA Negeri 9 Bandar Lampung (2013-2016). Pada tahun 2016, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN dan diselesaikan pada tahun 2020. Kemudian pada tahun 2020, peneliti mendapatkan beasiswa dan melanjutkan studi di Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah segala puji hanya bagi Allah SWT, atas rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan IPA di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M, selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Unila.
3. Bapak Prof. Dr. Murwahdi, M. Si, selaku Direktur Pascasarjana Unila.
4. Ibu Nur Hanurawati, M.Pd, selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
5. Ibu Dr. Neni Hasnunidah, M.Si, selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA dan sekaligus Pembimbing II yang telah memberi motivasi, semangat, saran dan bimbingan yang sangat berharga dalam penyelesaian tesis;
6. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasi dalam proses penyelesaian tesis serta bekal ilmu untuk menjadi pribadi yang lebih baik dalam menjalani hidup kedepannya;
7. Bapak Dr. Tri Jalmo, M.Si., selaku Pembahas I yang telah memberikan saran-saran perbaikan dan semangat yang sangat berharga;
8. Bapak Dr. Tri Jalmo, M.Si, Ibu Dr. Dina Maulina, M.Si., dan, Ibu Dr. Rosita, M.Pd., selaku validator yang telah memberikan saran dan masukan dalam pengembangan produk;
9. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung.
10. Bapak Rudyanto, M.Pd., selaku Kepala SMP Al Kautsar Bandar

- Lampung yangtelah memberikan izin dan bantuan selama penelitian
11. Teman-teman seperjuangan Magister Pendidikan IPA 2020, terimakasih atasbantuan, motivasi dan kerjasamanya;
 12. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis berdoa semoga semua amal dan bantuan yang telah diberikan mendapatpahala dari Allah SWT dan semoga tesis ini dapat bermanfaat. Aamiin.

Bandar Lampung, Juni 2024

Penulis

Egy Razka Likita

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
I. PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Teori Belajar Konstruktivisme.....	9
2.2 Teori <i>Scaffolding</i> Vygotsky	10
2.3 KIT Praktikum	11
2.4 Pendekatan Pembelajaran STEM.....	13
2.5 Berpikir Sistem	16
2.6 Keterampilan Proses Sains.....	19
2.7 Kerangka Pemikiran.....	21
III. METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Desain Penelitian	24
3.2 Tempat dan waktu penelitian	24
3.3 Prosedur Pengembangan.....	24
3.4 Instrumen Penelitian	29
3.5 Teknik Analisis Data.....	34
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil Penelitian Pengembangan.....	43
4.2 Pembahasan.....	58
V. SIMPULAN DAN SARAN	65

5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator Berpikir Sistem Pada Topik Perubahan Iklim	18
2. Indikator Keterampilan Proses Sains	20
3. Rancangan <i>posttest only design</i>	29
4. Kisi-kisi Instrumen Angket Analisis Kebutuhan Pendidik	30
5. Kisi-kisi Instrumen Angket Analisis Kebutuhan Peserta didik	30
6. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Konstruksi	30
7. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Isi	31
8. Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik	31
9. Kisi-kisi Angket Respon Pendidik	32
10. Kisi-kisi Soal Kemampuan Berpikir Sistem	32
11. Kriteria Validitas Instrumen Tes	34
12. Kriteria Reabilitas Instrumen Tes	34
13. Skor Penilaian Terhadap Pilihan Jawaban	36
14. Kriteria Ketercapaian Validitas	37
15. Kriteria Kepraktisan KIT Praktikum	37
16. Kriteria Keterlaksanaan Pembelajaran	38
17. Kriteria Tingkat Kemenarikan, Kebermanfaatan, dan Keterbacaan	39
18. Kategori Effect Size	41
19. Kategori Aspek Keterampilan Proses Sains	42
20. Produk KIT Praktikum Berbasis STEM	47
21. Rancangan KIT Praktikum hasil Perbaikan	48
22. Rekomendasi Perbaikan Ahli	50
23. Validitas Produk	51
24. Hasil Uji Validitas Soal	51

25. Hasil Penilaian Kemenarikan, Kebermanfaatan & Keterbacaan	.....52
26. Hasil Analisis Deskriptif	.....53
27. Hasil Uji Normalitas	.....54
28. Hasil Uji Homogenitas	.....55
29. Hasil Uji Independent Sample T-test	.....55
30. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran dengan Menggunakan KIT praktikum	.....57
31. Hasil Respon Peserta Didik	.....57
32. Hasil Respon Pendidik	.....58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Posisi Berpikir Sistem dalam Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi	.....3
2. Integrasi STEM dan KIT Praktikum	.....22
3. Kerangka Pemikiran	.....23
4. Prosedur Pengembangan dengan Model 4-D	.....25
5. Rancangan Percobaan Pertama	.....47
6. Rancangan Percobaan Kedua	.....47
7. Rancangan Percobaan Ketiga	.....47
8. Rancangan Perbaikan Desain Awal KIT	.....49
9. Hasil Analisis Effect Size	.....56
10. Hasil Perbandingan Skor KPS	.....56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Silabus	.....3
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	.....78
3. Angket Kebutuhan Pendidik Terhadap Kegiatan Praktikum Untuk Mengukur <i>High Order Thinking Skills (System Thinking)</i>	.....98
4. Kisi-Kisi Angket Kebutuhan Pendidik Terhadap Kegiatan Praktikum Untuk Mengukur <i>High Order Thinking Skills (System Thinking)</i>	.....100
5. Angket Kebutuhan Peserta Didik Terhadap Kegiatan Praktikum Untuk Mengukur <i>High Order Thinking Skills (System Thinking)</i>	.....103
6. Kisi-Kisi Angket Kebutuhan Pendidik Terhadap Kegiatan Praktikum Untuk Mengukur <i>High Order Thinking Skills (System Thinking)</i>	.....105
7. Hasil Rekapitulasi Angket Analisis Kebutuhan Pendidik	.....108
8. Instrumen Kisi-Kisi Validasi Ahli Dan Praktisi	.....110
9. Lembar Validasi Ahli Konstruksi Terhadap KIT Praktikum Berbasis STEM Untuk Menstimulus Kemampuan Berpikir Sistem dan Keterampilan Proses Sains	.....112
10. Lembar Validasi Ahli Konstruksi Terhadap KIT Praktikum Berbasis STEM Untuk Menstimulus Kemampuan Berpikir Sistem dan Keterampilan Proses Sains	.....115

11. Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Ahli	118
12. Kisi-Kisi dan Angket Kemenarikan, Kebermanfaatan dan Keterbacaan	120
13. Angket Respon Siswa	121
14. KIT Praktikum Berbasis STEM Pada Materi Perubahan Iklim	124
15. Hasil Respon Peserta Didik	127
16. Kisi-Kisi Soal Pretes dan Posttest	132
17. Rubrik Instrumen Penilaian Soal Pretest dan Posttest Siswa	146
18. Soal Pretest dan Posttest	148
19. Hasil Analisis Validitas dan Reliabilitas Uji Terbatas	158
20. Data <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	160
21. Data <i>Pretest & Posttest</i> Kelas Kontrol	161
22. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran Menggunakan KIT Praktikum Berbasis STEM Pada Topik Perubahan Iklim Untuk Menstimulus Kemampuan Berpikir Sistem dan Keterampilan Proses Sains	163
23. Hasil Rekapitulasi Keterlaksanaan Pembelajaran Menggunakan KIT Praktikum Berbasis STEM	167
24. Instrumen <i>Performace Assesment</i> Keterampilan Proses Sains (Dasar)	171
25. Rubrik	172
26. Lembar Keterampilan Proses Sains Praktikum Perubahan Iklim Kelas VII E	175
27. <i>Story Board</i> Rancangan Desain Pengembangan KIT Praktikum Perubahan Iklim	179
28. Panduan Percobaan KIT Praktikum Perubahan Iklim	181

29. LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik)	.....184
30. Hasil Uji Normalitas, Uji Homogenitas, Uji Dua Sampel Berpasangan (<i>Paired Sample T- Test</i>) Nilai <i>Post-test</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol	.....194

I. PENDAHULUAN

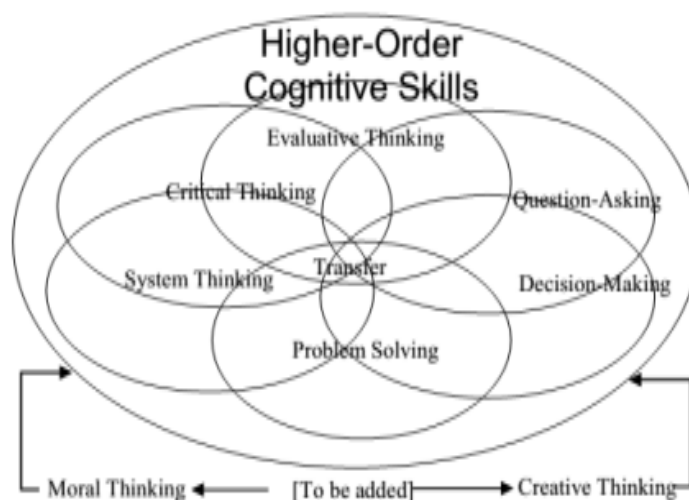
1.1 Latar Belakang

Perkembangan abad ke-21 menuntut berbagai bidang untuk mengembangkan kemampuan, khususnya pada bidang pendidikan. Peserta didik dituntut untuk menguasai berbagai kompetensi. Terdapat empat kompetensi inti yang perlu dikuasai oleh peserta didik yang biasa disebut *The 4C's*. *The 4C's* terdiri dari *critical*, *creative*, *collaboration* dan *communication skills* (Unesco, 2018). Keterampilan abad ke-21 dapat dikembangkan melalui kegiatan pembelajaran yang bersifat *student-centered*. Peserta didik akan lebih terlibat aktif dalam proses pembelajaran sehingga dapat membantu pengembangan keterampilan-keterampilan individu peserta didik (Likita et al., 2020).

Pada kenyataannya kebanyakan pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah belum menerapkan pembelajaran yang bersifat yang sesuai dengan kriteria kurikulum 2013 yaitu pembelajaran yang bersifat *student-centered* sehingga peserta didik belum dapat mengembangkan keterampilan *The 4C's* secara optimal (Saregar et al., 2018). Dengan demikian dibutuhkan reformasi pembelajaran yang menggeser dari pembelajaran yang berpusat pada pendidik ke pembelajaran yang berpusat pada peserta didik untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 (Rhedana, 2019).

Salah satu keterampilan abad ke-21 yang perlu dikuasai peserta didik adalah keterampilan berpikir kritis. Pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui pembelajaran yang bersifat *student-centered* dapat diintegrasikan melalui pembelajaran IPA. Pembelajaran IPA adalah salah satu pembelajaran yang sifatnya kompleks dan abstrak. Sifat kompleks dan abstrak ini cenderung membutuhkan suatu pemikiran yang kritis dan pemikiran sistem (Fuad et al., 2017). Kemampuan berpikir secara kritis dan berpikir sistem termaksud dalam

lingkup berpikir tingkat tinggi (Meilinda et al., 2018). Untuk dapat memahami konsep IPA diperlukan suatu pemikiran yang bukan hanya berfokus pada suatu hasil tetapi juga harus memahami dengan rinci proses yang terjadi di dalamnya. Pemahaman secara rinci tentang suatu proses dalam sistem konsep IPA memerlukan suatu pemikiran yang kompleks yaitu berpikir sistem (Anjarsari et al., 2021)



Gambar 1. Posisi Berpikir Sistem dalam Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (Richmond, 1993)

Kemampuan berpikir sistem pada pembelajaran IPA dapat membantu peserta didik untuk memahami hubungan antar proses dan konsep sehingga pemahaman akan suatu materi IPA akan lebih mudah dipahami (Nuryani, 2015). Peserta didik akan memahami materi IPA melalui tingkatan berpikir sistem yaitu mulai dari menganalisis hingga mengeneralisasi (Anjarsari et al., 2021). Salah satu materi IPA yang membutuhkan kemampuan berpikir sistem adalah materi perubahan iklim. Materi perubahan iklim merupakan salah satu materi IPA yang kompleks (Meilinda et al., 2018).

Pembelajaran IPA yang kompleks tidak hanya membutuhkan suatu pemikiran yang menghubungkan antar proses dan konsep, tetapi juga membutuhkan suatu keterampilan berpikir dalam memecahkan masalah dilihat secara afektif dan

psikomotorik (Bhakti et al., 2020). Keterampilan berpikir ini disebut keterampilan proses sains. Kegiatan pembelajaran yang menumbuhkan keterampilan proses sains akan meningkatkan aktivitas peserta didik secara aktif dan menumbuhkan pembelajaran yang bersifat *student centered*. Pembelajaran dengan keterampilan proses dapat membantu peserta didik untuk menemukan sendiri (*discover*) pengetahuan yang didasarkan atas pengalaman belajar, hukum-hukum, prinsip-prinsip dan generalisasi, sehingga lebih memberikan kesempatan bagi berkembangnya keterampilan berpikir tingkat tinggi (Y. Suryaningsih, 2017).

Materi perubahan iklim merupakan salah satu isu yang menjadi perhatian saat ini. Banyak terjadi masalah-masalah yang erat hubungannya dengan dampak dari perubahan iklim pada kehidupan sehari-hari (Amani et al., 2021). Dekatnya permasalahan perubahan iklim dengan kehidupan dapat dijadikan sarana penunjang pembelajaran. Untuk menunjang sarana pembelajaran pada materi tersebut, perlu dilakukan suatu kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum dapat meningkatkan pemahaman peserta didik dengan memperoleh pengalaman secara nyata serta meningkatkan keterampilan *hands-on* peserta didik (Rima et al., 2020).

Melalui pembelajaran dengan metode praktikum, peserta didik akan dilibatkan secara langsung sehingga akan memberikan pengalaman dalam mempelajari fenomena dan proses ilmiah, mengembangkan pengetahuan tentang sains, serta melatih kemampuan berinkuiri dan menemukan peristiwa alam (Ian Abrahamsa and Robin Millar, 2008). Kegiatan praktikum akan sangat penting dibelajarkan karena kualitas dan produk pembelajaran untuk mencapai kompetensi dasar diharapkan dapat dicapai dengan kegiatan praktikum yang akan dikembangkan.

Salah satu pendekatan yang berpotensi untuk melatih kemampuan *hands-on activities* adalah pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Pembelajaran dengan metode praktikum yang berorientasi pada penguatan *hands-on activities* dapat membangun disposisi siswa terhadap karir

STEM siswa. Dengan kata lain, pendekatan STEM berpotensi untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam aktivitas berpikir dan fisik sehingga mampu menguasai materi pembelajaran dengan baik (Christensen et al., 2015). Melalui pengintegrasian antara praktikum dan penerapan STEM peserta didik akan mendapatkan ilmu yang dipelajari di sekolah dalam kehidupan nyata. Penerapan ini dapat membuat peserta didik belajar lebih relevan, merangsang munculnya pengalaman bermakna, mendorong peserta didik untuk berpikir tingkat tinggi, termaksud berpikir sistem, dan memecahkan masalah (Assaraf & Orion, 2010; Stohlmann et al., 2012).

Berpikir tingkat tinggi dalam suatu pembelajaran dapat lebih mudah dilatihkan dan diesplorasi dengan menggunakan suatu alat peraga (Wahyuni & Rosana, 2019). Alat peraga yang memiliki keterpaduan satu sama lain dalam menjelaskan suatu konsep yang dikemas dalam satu wadah dapat disebut dengan KIT. KIT adalah sebuah peralatan yang diproduksi dan dikemas berbentuk kotak unit pengajaran, yang menyerupai rangkaian peralatan uji coba keterampilan proses pada bidang studi IPA (Amani et al., 2021). KIT berfungsi sebagai jembatan antar peserta didik dan pemahaman konsep, sehingga peserta didik dapat memahami konsep dari pengalaman yang dilakukannya sehingga peserta didik lebih cepat memahami materi yang diajarkan (Indriani et al., 2017). Selama ini, KIT IPA dikembangkan berdasarkan kebutuhan untuk membekali siswa untuk memiliki keterampilan proses sains, sehingga banyak dikembangkan KIT IPA dengan pendekatan saintifik (*scientific approach*) (Dasopang & Jahro, 2020; Oktafiani et al., 2017; Putri, 2018). Sedangkan KIT IPA yang dikembangkan dengan pendekatan STEM masih sangat jarang ditemukan.

Data hasil studi pendahuluan terhadap 32 orang peserta didik kelas 8 SMP di Bandar Lampung menunjukkan bahwa: (1) 37,5% peserta didik ragu-ragu bahwa selalu dilakukan praktikum pada topik perubahan iklim, (2) 53,1% peserta didik setuju pembelajaran dengan metode praktikum lebih menarik dan memotivasi, (3) 71,9% setuju materi perubahan iklim lebih mudah dipahami dengan metode praktikum, (4) 53,15% peserta didik senang belajar menggunakan alat praktikum,

(5) 59,4% peserta didik merasa perlu menggunakan metode praktikum pada topik perubahan iklim.

Hasil studi pendahuluan terhadap 30 pendidik IPA SMP di Bandar Lampung diperoleh hasil yaitu: (1) 33,3% pendidik ragu bahwa pembelajaran IPA di sekolahnya sudah menerapkan pendekatan STEM, (2) 36,7% pendidik setuju bahwa topik perubahan iklim memerlukan metode praktikum, (3) 60% pendidik setuju bahwa pembelajaran pada topik perubahan iklim dengan metode praktikum dapat menarik perhatian dan motivasi peserta didik, (4) 63,3% pendidik setuju bahwa topik perubahan iklim dapat mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik, dan (5) 46,7% pendidik setuju bahwa alat eksperimen pada topik perubahan iklim dapat mendorong kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Berdasarkan uraian di atas, peneliti sudah mengembangkan KIT Praktikum berbasis STEM pada topik Perubahan Iklim untuk menstimulus kemampuan berpikir sistem dan keterampilan proses sains peserta didik.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana validitas alat KIT praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim?
2. Bagaimana kepraktisan dan mudah digunakannya (*User Friendly*) KIT praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim?
3. Bagaimana efektivitas KIT praktikum berbasis STEM untuk menstimulasi kemampuan berpikir sistem pada topik perubahan iklim?
4. Bagaimana efektivitas KIT praktikum berbasis STEM untuk menstimulasi keterampilan proses sains pada topik perubahan iklim?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan alat KIT praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim.

2. Mendeskripsikan kepraktisan dan mudah digunakannya (*User Friendly*) KT praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim
3. Mendeskripsikan efektivitas KT praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim.
4. Mendeskripsikan efektivitas KT praktikum berbasis STEM untuk menstimulus keterampilan proses sains.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain:

1. Bagi peneliti, menjadi sarana pengembangan diri, menambah pengetahuan dan pengalaman, terutama terkait dengan pengembangan KIT praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim untuk menstimulus kemampuan berpikir sistem dan keterampilan proses sains peserta didik.
2. Bagi pihak sekolah, menjadi acuan dalam upaya peningkatan mutu sekolah dan kualitas kemampuan berpikir sistem dan keterampilan proses sains peserta didik KIT praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim.
3. Bagi pendidik, menambah wawasan mengenai pengaruh KIT praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim untuk menstimulus kemampuan berpikir sistem dan keterampilan proses sains peserta didik.
4. Bagi peserta didik, meningkatkan keterampilan kemampuan berpikir sistem dan keterampilan proses sains peserta didik dengan menerapkan KIT praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim.
5. Bagi peneliti lain, menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya, khususnya mengenai pengembangan KIT praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim untuk menstimulus kemampuan berpikir sistem dan keterampilan proses sains peserta didik.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini meliputi beberapa hal yaitu:

1. Pengembangan yang dimaksud adalah pengembangan KIT Praktikum sebagai alat praktikum IPA pada topik perubahan iklim dalam meningkatkan

kemampuan berpikir sistem dan keterampilan proses sains peserta didik SMP.

2. Topik pada penelitian ini yaitu perubahan iklim. KD yang digunakan yaitu KD 3.9 Menganalisis Perubahan Iklim dan Dampaknya Bagi Ekosistem. Topik ini merupakan topik pada kelas VII SMP.
3. Validator alat pengembangan ini dilakukan oleh validator ahli dan guru IPA SMP di Bandar Lampung.
4. Subjek penelitian pengembangan adalah peserta didik kelas VII SMP Al Kautsar Bandar Lampung.
5. Validitas KIT praktikum dilakukan melalui pemberian angket kepada validator dan guru IPA SMP di Bandar Lampung.
6. Kepraktisan KIT Praktikum dilakukan melalui pemberian angket kepada guru IPA SMP di Bandar Lampung.
7. Keefektifan KIT praktikum diukur dari tes kemampuan berpikir sistem dan keterampilan proses sains peserta didik. Instrumen yang digunakan untuk mengukur berpikir sistem yaitu diadaptasi dari CCSTI (*Climate Change System Thinking Instrument*).
8. Penelitian ini menggunakan indikator berpikir sistem menurut (Assaraf & Orion, 2005) yang terbagi tas 8 (Delapan) indikator yaitu;
 - a. Kemampuan untuk mengidentifikasi komponen dan proses pada sistem
 - b. Kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan antar komponen sistem
 - c. Kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan yang dinamik pada sistem
 - d. Kemampuan untuk mengorganisasi komponen pada sistem dan prosesnya
 - e. Kemampuan untuk memahami siklus pada sistem
 - f. Kemampuan untuk membuat generalisasi
 - g. Memahami yang tersembunyi pada dimensi sistem
 - h. Berpikir secara temporer; retrospeksi dan prediksi.Berdasarkan indikator tersebut, disesuaikan dengan materi perubahan iklim oleh (Meilinda et al., 2018) menjadi 4 (empat) level indikator berpikir sistem.

9. Penelitian ini menggunakan indikator keterampilan proses sains diadaptasi dari (Bhakti et al., 2020) dan (Y. Suryaningsih, 2017) terdapat (6) enam indikator yaitu:
 - a. Meramalkan (Prediction)
 - b. Mengamati (Observation)
 - c. Berhipotesis (Hyphoteses)
 - d. Melakukan percobaan (experiment)
 - e. Menafsirkan (Interpretation)
 - f. Berkomunikasi (Communication)
10. Tingkat validitas produk KIT praktikum ditinjau dari validitas isi (materi) dan desain (konstruksi). Alat ukur yang digunakan yaitu lembar angket dengan kriteria tercapainya kelayakan produk meliputi standar valid adalah 75% bahwa LKPD layak digunakan.
11. Tingkat kepraktisan KIT praktikum yang dikembangkan ditinjau dari kemenarikan, kebermanfaatan dan keterbacaan KIT dalam pembelajaran. Alat ukur yang digunakan yaitu lembar angket dengan kriteria ketercapaian kepraktisan produk dengan standar praktis adalah 75% pendidik dan peserta didik menyatakan bahwa KIT praktikum praktis.
12. Tingkat efektivitas KIT praktikum ditinjau dari perbandingan nilai *N-Gain* ($0,3 \leq N-Gain < 0,7$) dan *Effect Size* ($0,5 \leq d \leq 0,8$) dengan kriteria minimal sedang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme merupakan pandangan filsafat yang pertama kali dikemukakan oleh Giambatista Vico tahun 1710, ia adalah seorang sejarawan Italia yang mengungkapkan filsafatnya dengan berkata "Tuhan adalah pencipta alam semesta dan manusia adalah tuan dari ciptaan". Dia menjelaskan bahwa "mengetahui" berarti "mengetahui bagaimana membuat sesuatu". Ini berarti bahwa seseorang baru mengetahui sesuatu jika ia dapat menjelaskan unsur-unsur apa yang membangun sesuatu itu (Dagar, V., & Yadav, 2016).

Secara garis besar prinsip-prinsip konstruktivisme yang diambil adalah (1) pengetahuan dibangun oleh peserta didik sendiri, baik secara personal maupun secara sosial; (2) pengetahuan tidak dipindahkan dari guru ke peserta didik, kecuali dengan keaktifan peserta didik sendiri untuk bernalar; (3) peserta didik aktif mengkonstruksi secara terus menerus, sehingga terjadi perubahan konsep menuju ke konsep yang lebih rinci, lengkap, serta sesuai dengan konsep ilmiah; (4) guru berperan membantu menyediakan sarana dan situasi agar proses konstruksi peserta didik berjalan mulus (Rangkuti, 2014).

Teori konstruktivisme di dalam bidang pendidikan terdiri dari dua aliran besar yaitu konstruktivisme sosial (KS) oleh Vigotsky dan konstruktivisme personal (KP) oleh Piaget. Konstruktivisme sosial dan konstruktivisme personal sama-sama berpendapat bahwa ilmu pengetahuan adalah hasil rekayasa manusia sebagai individu. Akan tetapi keduanya memiliki perbedaan pandangan mengenai peranan individu dan masyarakat dalam proses pembentukan ilmu pengetahuan itu (Piaget, J., & Inhelder, 1969).

Piaget menjelaskan bahwa “perkembangan kognitif merupakan proses genetik.” Artinya perkembangan kognitif adalah proses yang didasarkan oleh perkembangan mekanisme biologis. KP kadang kala dikenal sebagai konstruktivisme psikologis, yang memandang bahwa pembentukan pengetahuan adalah sepenuhnya persoalan individu. KP sangat menekankan pentingnya peranan individu dalam proses pembentukan ilmu pengetahuan (Jia, 2010).

2.2 Teori *Scaffolding* Vygotsky

Lev Semenovich Vygotsky menyatakan bahwa peserta didik dalam mengkonstruksi suatu konsep perlu memperhatikan lingkungan sosial (Taylor, 1993). Konstruktivisme ini oleh Vygotsky disebut konstruktivisme sosial (*socio-constructivism*). Ada dua konsep penting dalam teori Vygotsky, yaitu Zone of Proximal Development (ZPD) dan *scaffolding*. Zone of Proximal Development (ZPD) merupakan jarak antara tingkat perkembangan sesungguhnya yang didefinisikan sebagai kemampuan pemecahan masalah secara mandiri dan tingkat perkembangan potensial yang didefinisikan sebagai kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan orang dewasa atau melalui kerjasama dengan teman sejawat yang lebih mampu (Vygotsky, 1962).

Scaffolding merupakan pemberian sejumlah bantuan kepada peserta didik selama tahap-tahap awal pembelajaran, kemudian mengurangi bantuan dan memberikan kesempatan untuk mengambil alih tanggung jawab yang semakin besar setelah ia dapat melakukannya. *Scaffolding* merupakan bantuan yang diberikan kepada peserta didik untuk belajar dan memecahkan masalah. Bantuan tersebut dapat berupa petunjuk, dorongan, peringatan, menguraikan masalah ke dalam langkah-langkah pemecahan, memberikan contoh, dan tindakan-tindakan lain yang memungkinkan peserta didik itu belajar mandiri (Atwel, 1988; Cahyono, 2010).

Scaffolding diklasifikasikan menjadi dua bagian yakni *hard scaffolding* dan *soft scaffolding*. *Soft scaffolding* merupakan tanggapan yang diberikan pendidik kepada peserta didik ketika pembelajaran berupa bimbingan yang bersifat dinamis dan berfokus pada situasi, sedangkan *hard scaffolding* merupakan

dukungan yang bersifat statis dimana dukungan diberikan untuk mengantisipasi kesulitan yang akan dialami peserta didik berupa bahan ajar atau lembar kerja peserta didik (Nurulsari et al., 2017; H. Suryaningsih et al., 2021). Salah satu jenis *hard scaffolding* adalah "*process worksheet*" yaitu petunjuk pada tugas berupa pertanyaan yang membimbing atau mendorong peserta didik supaya peserta didik dapat menyelesaikan setiap langkah yang harus diselesaikan. *Hard scaffolding* dalam bentuk lembar kerja terbukti dapat meningkatkan kinerja belajar (Morgan & Brooks, 2012; Tiaradipa et al., 2020).

Pemberian bantuan (*scaffolding*) dalam bentuk lembar kerja proses juga mampu mengkonstruksi pengetahuan (Choo et al., 2011; Großmann & Wilde, 2019). Apabila peserta didik belum siap untuk melakukan keterampilan berpikir tingkat tinggi, maka perlu dibangun terlebih dahulu jembatan penghubung dengan membangun skemata dari pengetahuan awal yang telah diperoleh sebelumnya dengan pengetahuan baru yang akan diajarkan melalui *scaffolding*. *Scaffolding* dapat memberikan bimbingan, strukturisasi, representasi visual dan verbal, pemodelan berpikir tingkat tinggi (Ariyana, Y., Pujiastuti, A., 2018).

2.3 KIT Praktikum

Praktikum merupakan kegiatan yang sangat penting yang dapat menunjang pembelajaran sains. Melalui praktikum, peserta didik akan dilibatkan dalam proses belajar yang memberikan pengalaman dalam mempelajari fenomena dan proses ilmiah, mengembangkan pengetahuan tentang sains, serta melatih kemampuan berinkuiri dan menemukan peristiwa alam. KIT praktikum yang dikembangkan dalam sudah layak dan efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep mengenai pemanasan global (Rima et al., 2020). Perubahan iklim merupakan salah satu pembelajaran IPA yang kompleks sehingga memerlukan pemikiran sistem dalam proses pembelajarannya (Meilinda et al., 2018)

Kegiatan berlaboratorium akan memberi peran yang sangat besar terutama dalam membangun pemahaman konsep, verifikasi (pembuktian) kebenaran konsep, menumbuhkan keterampilan proses (keterampilan dasar bekerja ilmiah

serta kemampuan afektif terhadap pelajaran IPA (Koretsky et al., 2018). Oleh karena itu optimalisasi dan efektifitas pemanfaatan laboratorium harus diupayakan sebaik-baiknya. Pentingnya peran laboratorium dalam pembelajaran IPA sesungguhnya telah diamankan dalam Peraturan Pemerintah No. 19 Tahun 2005 dan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang standar sarana dan prasarana untuk sekolah. Disebutkan bahwa guna mencapai tujuan pendidikan nasional sebagaimana tercantum dalam undang-undang No.20 Tahun 2003, adanya laboratorium di sekolah merupakan keharusan.

Komponen Instrumen Terpadu (KIT) praktikum menjadi salah satu solusi untuk keterbatasan alat di sekolah. KIT praktikum berupa seperangkat alat praktikum yang dikemas sedemikian rupa dalam kotak yang berisi alat-alat praktikum. Menurut guru, keberadaan KIT praktikum memudahkan guru saat pembelajaran, karena praktis dan disediakan petunjuk bagi guru untuk praktikum yang akan dilakukan. Jenis percobaan yang dapat dilaksanakan dengan KIT IPA telah disesuaikan dengan kurikulum 2013. Pembelajaran IPA melalui praktikum dapat membantu peserta didik mengaitkan dua domain pengetahuan, yaitu domain obyek nyata yang dapat diamati dan domain pengetahuan pikiran (Murniati & Yusup, 2015). Guru berpendapat bahwa KIT praktikum yang tersedia di sekolah terbatas pada materi-materi tertentu. KIT praktikum yang tersedia di sekolah memiliki konten IPA secara parsial pada bidang Kimia, Fisika, Biologi, dan Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa (IPBA) (Usmeldi & Amini, 2021).

KIT praktikum IPA merupakan salah satu alat praktikum yang dapat digunakan dalam pembelajaran di kelas. Pelaksanaan praktikum IPA dengan KIT praktikum menjadi lebih mudah dan dapat mengurangi risiko kecelakaan laboratorium. Selain itu, memungkinkan pelaksanaan mobile experiment karena peralatan praktikum yang bersifat portable. Sementara bagi laboran, penggunaan peralatan KIT praktikum memudahkan tata kelola peralatan, baik tata kelola penyimpanan, maupun administrasinya. Keuntungan bagi pengelola institusi, penggunaan KIT praktikum mereduksi biaya pelaksanaan praktikum, baik dalam pengadaan

peralatan, bahan, dan prasarana praktikum (Putri & Widodo, 2018). Dalam melakukan praktikum dengan KIT praktikum diperlukan petunjuk agar praktikum itu dapat berjalan dengan baik dan dapat dimengerti oleh peserta didik. Petunjuk praktikum berupa LKPD yang berisi petunjuk yang memudahkan peserta didik dalam melakukan praktikum menggunakan KIT praktikum. LKPD disesuaikan dengan materi yang ada dalam KIT praktikum (Usmeldi & Amini, 2021).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan KIT IPA sangat membantu dalam pembelajaran, dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik (Rosidah & Rosdiana, 2019). Hasil penelitian Satria & Sari (2018) menunjukkan bahwa penggunaan KIT IPA adalah salah satu faktor yang mempengaruhi pembelajaran IPA. Hasil penelitian Rosidah & Rosdiana (2019) menunjukkan bahwa penggunaan KIT IPA membuat guru menjadi lebih percaya diri dalam mengajarkan materi IPA. Meskipun dianggap sangat penting dalam pengajaran IPA, hasil penelitian Rosidin, Maulina & Suane (2020) menunjukkan bahwa salah satu masalah yang ditemui guru dalam melaksanakan praktikum adalah guru tidak tahu cara menggunakan alat-alat praktikum. Guru belum paham menggunakan KIT IPA dan hal ini membuat tingkat keterlaksanaan kegiatan praktikum menjadi rendah (Budiyanto, Setiawan & Erman, 2016).

2.4 Pendekatan Pembelajaran STEM

Secara umum, penerapan STEM dalam pembelajaran dapat mendorong peserta didik untuk mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, manipulatif dan afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan. Oleh karena itu, penerapan STEM cocok digunakan pada pembelajaran sains termasuk juga pembelajaran IPA. Pembelajaran berbasis STEM dapat melatih peserta didik dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk pemecahan masalah terkait lingkungan dengan memanfaatkan teknologi.. Pendekatan STEM dengan keterampilan praktek sains dan teknik dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan ilmiah sesuai dengan kebutuhan peserta didik dalam pemecahan permasalahan (Schnittka, C. G., Evans, M. A.,

Won, S. G. L., & Drape, 2016).

Pendekatan STEM tidak hanya dapat diterapkan di sekolah dasar dan sekolah menengah, tapi juga dapat diterapkan di perkuliahan bahkan program doctoral. Pendekatan STEM menghubungkan pembelajaran dengan empat komponen pengajaran, yaitu science, technology, engineering, and mathematics. Selaras dengan hal tersebut pendekatan STEM dapat dilaksanakan pada tingkat pendidikan formal/di dalam kelas dan tingkat satuan non formal/di luar kelas (Gonzales dan Kuenzi, 2012).

Pengembangan perangkat ajar dengan berbasis STEM efektif diterapkan pada peserta didik. Pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan minat dan keaktifan peserta didik dalam pembelajara. System thinking atau pemikiran tentang sistem, menjadi suatu keharusan dalam pembelajaran IPA karena isi IPA bersifat hierarkis dan saling berhubungan (Meilinda et al., 2019).

Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang direkomendasikan untuk membantu keberhasilan keterampilan abad 21. Pembelajaran dengan pendekatan STEM cocok diterapkan di dalam kelas, karena peserta didik dapat diajar secara praktis dalam bentuk proyek sehingga pengalaman peserta didik dapat diperoleh secara langsung selama proses pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang direkomendasikan sesuai dengan tujuan kurikulum 2013 dan pengembangan pembelajaran abad 21 dalam pembelajaran berbasis STEM adalah model discovery learning. model pembelajaran yang memiliki sintaks yang sama, yaitu peserta didik-pembelajaran terpusat (Ott, L. E; Kephart, K; Stolle-McAllister, K; and LaCourse, 2018). Melalui pembelajaran menggunakan model pembelajaran penemuan terpadu STEM, peserta didik tertarik dan mendapatkan pengalaman belajar yang berkesan sehingga menimbulkan motivasi dan minat belajar sehingga hasil belajar peserta didik meningkat. STEM pada pengembangan KIT praktikum ini dapat dilihat dari proses pembuatan KIT praktikum itu sendiri.

Tujuan Pendidikan STEM menurut Bybee (2013) adalah Peserta didik yang melek STEM, diharapkan mempunyai Pengetahuan, sikap dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain serta menarik kesimpulan berdasar bukti mengenai isu terkait STEM; memahami karakteristik fitur-fitur disiplin STEM sebagai bentuk pengetahuan, penyelidikan serta desain yang di gagas manusia; kesadaran bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural; mau terlibat dalam kajian isu-isu terkait STEM sebagai warga negara yang konstruktif, peduli serta reflektif dengan menggunakan gagasan STEM. Tujuan STEM untuk Siswa adalah siswa mempunyai Literasi STEM, menguasai Kompetensi abad 21 dan Kesiapan Tenaga Kerja STEM, minat dan terlibat aktif dalam pembelajaran, dan membuat koneksi, sedangkan tujuan untuk pendidik adalah meningkatkan konten STEAM dan meningkatkan paedagogical content knowlwdge .

Hasil Pendidikan STEM adalah belajar dan berprestasi, menguasai kompetensi abad 21, ketekunan dan kegigihan belajar dalam meningkatkan prestasi, siap dengan pekerjaan yang berhubungan dengan STEM, Meningkatkan minat STEM, mengembangkan identitas STEM dan kemampuan untuk membuat koneksi di antara disiplin STEM . Hasil untuk Pendidik adalah perubahan dalam praktik mengajar serta peningkatan konten STEM adalah pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan dengan taraf kepercayaan 95% dan nilai N-gain sebesar 0,63 dengan kategori sedang. (2) Peningkatan setiap indikator kemampuan berpikir kritis berbeda-beda (3) Hasil belajar dengan menerapkan pendekatan pembelajaran STEM pada kemampuan berpikir kritis lebih baik dibandingkan dengan menerapkan pendekatan pembelajaran konvensional. (Nailul Khoiriyah, dkk 2018).

Dari hasil penelitian sebelumnya STEM telah banyak diterapkan dalam pembelajaran. Situasi ini ditunjukkan oleh hasil penelitian yang mengungkapkan

bahwa penerapan STEM dapat meningkatkan prestasi akademik dan non-akademik peserta didik (Pamela W Garner 2017) Oleh karena itu, penerapan STEM yang awalnya hanya bertujuan untuk meningkatkan minat siswa di bidang STEM menjadi lebih luas. Situasi ini muncul karena setelah diterapkan dalam pembelajaran, STEM mampu meningkatkan penguasaan pengetahuan menerapkan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah, dan mendorong peserta didik untuk menciptakan sesuatu yang baru. Penerapan KIT Praktikum menggunakan pendekatan STEM untuk siswa sekolah menengah dapat memiliki efek positif (Jaka, Afriana 2016) sebagai berikut: (a) mendukung pengembangan keterampilan berpikir dan kesadaran siswa (b) membantu dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis (c) meningkatkan minat siswa dalam sains dan matematika, dan minat dalam hal-hal yang berkaitan dengan STEM (d) mengembangkan sifat keingintahuan, dan kemampuan untuk memecahkan masalah dan (e) menyediakan siswa dengan pengalaman luas dunia di sekitar mereka. (Louis S Nadelson, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya telah ditemukan bahwa KIT Praktikum menggunakan pendekatan STEM dapat meningkatkan kompetensi sikap, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan siswa dan meningkatkan minat siswa dalam sains dan matematika, serta mendukung keberhasilan siswa kemudian di bidang pekerjaan yang terkait dengan STEM Belajar dengan menggunakan pendekatan STEM sangat penting, karena memberikan pelatihan kepada peserta didik untuk dapat mengintegrasikan setiap aspek sekaligus. Proses pembelajaran yang melibatkan empat aspek akan membentuk pengetahuan subjek yang sedang dipelajari lebih komprehensif. Dalam pembelajaran fisika, STEM membantu peserta didik untuk menggunakan teknologi dan mengumpulkan eksperimen yang dapat membuktikan hukum atau konsep sains. Kesimpulan ini didukung oleh data yang dikelola secara matematis (Permanasari A, 2016).

2.5 Berpikir Sistem

Kegiatan pembelajaran pada IPA biasanya menerapkan metode reduksi. yang

paling dominan dalam pembelajaran saintifik yang struktur materinya cenderung kompleks. Penggunaan metode ini akan menyebabkan peserta didik tidak mampu mempelajari hubungan antar komponen pada materi. Pembelajaran IPA yang kompleks memerlukan pembelajaran dengan menerapkan pemikiran sistem sehingga hubungan antar komponen dapat terlihat (Meilinda et al., 2019).

Kemampuan berpikir sistem erat kaitannya dengan soft-skills dalam kemampuan dibidang lingkungan seperti halnya menulis ilmiah populer tentang potensi lokal dan kearifan lokal (local wisdom) masyarakat setempat, menjadi scientific classification, serta memperkenalkan indigenous science yang belum banyak berkembang dalam kancah penelitian sains dan penelitian pendidikan IPA. bidang pendidikan yang memadukan perilaku konservasi ke dalam pendidikan biologi (biodiversitas, lingkungan, biologi sel, biologi molekuler, bioteknologi) bagi generasi muda melalui materi pembelajaran yang terkait dengan sistem (sistem fisika, sistem kehidupan, sistem bumi dan antariksa, sistem teknologi) dan berpikir sistem dalam sistem pengetahuan, sistem kognitif, sistem metakognitif, sistem diri (Marzano, R. J.& Kendall, 2008).

Syarat awal untuk memulai *system thinking* adalah adanya kesadaran untuk mengapresiasi dan memikirkan sesuatu kejadian sebagai sebuah sistem (*system approach*). Kejadian apapun, baik fisik maupun non fisik, dipikirkan sebagai unjukkerja dan keseluruhan interaksi antara bagian lingkungan tertentu. *System thinking* dapat digunakan sebagai pendekatan untuk memahami suatu permasalahan secara keseluruhan dan akurat sebelum bertindak, sehingga bisa mengajukan pertanyaan yang lebih baik sebelum melompat ke kesimpulan (Arnold, Ross, D and Wade, Jon, 2015).

Pada penelitian pendahulu, setiap peneliti setuju untuk menggunakan diagram dan peta konsep dengan asumsi bahwa pemikiran sistem terkait dengan persepsi dan model mental. Namun, penggunaan diagram dan peta konsep dalam sistem berpikir tidak mampu mengukur kemampuan peserta didik dalam membuat model dan pola serta memprediksi dan retrospeksi. Oleh karena itu, dilakukan

pengembangan untuk menjelaskan tentang pengembangan dan proses dari instrumen pengukuran pemikiran sistem standar dalam konten perubahan iklim dengan bentuk pertanyaan pilihan ganda. Istilah “berpikir” menunjukkan bahwa bidangnya berada dalam proses kognitif, meskipun mengusulkan istilah “kompetensi sistem” sehingga tidak hanya dalam aspek kognitif tetapi juga dalam kemampuan pemecahan masalah dan keahlian kejuruan yang lebih sulit. . Berpikir sistem adalah jenis berpikir kompleks dan bagian dari berpikir kritis (Meilinda et al., 2018).

Pada penelitian ini, dipilih indikator berpikir sistem yang diadaptasi pada artikel Meilinda, *et al*, 2018 yaitu indikator I (pra prasyaratan), indikator II (dasar), indikator III (menengah), dan indikator IV (Pakar koheren) (Meilinda et al., 2018).

Tabel 1. Indikator Berpikir Sistem Pada Topik Perubahan Iklim

Level	Indikator Berpikir Sistem	
I	a	Mampu mengidentifikasi komponen dan proses dalam suatu sistem. Mampu mengidentifikasi komponen seperti atmosfer, geosfer, kriosfer, hidrosfer, biosfer, dan proses-proses di mereka jika terkait dengan sistem iklim
	b	Mampu mengidentifikasi hubungan struktur dan fungsi/peran dalam sistem komponen dalam satu tingkat organisasi
	c	Mampu memetakan fenomena/konsep iklim dalam komponen iklim tertentu sistem
II	a	Mampu menganalisis hubungan konsep pada satu level dengan level lain di atasnya atau tingkat lain di bawah.
	b	Kemampuan untuk mengatur komponen sistem, proses, dan interaksi antar mereka dalam satu bingkai sistem
	c	Mampu mengidentifikasi proses umpan balik yang terjadi pada sistem
III	a	Mampu membuat generalisasi dari pola yang dibentuk oleh sistem
	b	Mampu merancang pola interaksi dari komponen sistem yang keberadaannya di sistem tertutup dapat dideteksi
	c	Mampu membuat/mengembangkan model yang menggambarkan posisi semua komponen dalam kerangka kerja sistem tertutup dalam 2D / 3D apakah itu horizontal atau vertikal
IV	a	Prediksi/Retrospeksi perilaku yang muncul dari sistem karena interaksi antara

Level	Indikator Berpikir Sistem
	komponen dalam sistem
b	Prediksi/retrospeksi efek yang muncul dari adanya intervensi terhadap sistem (seperti kehilangan/penambahan komponen sistem) dengan menggunakan model atau pola yang telah dirancang
c	Menerapkan pola sistem baru berdasarkan hasil prediksi/retrospeksi

Manfaat dari Berpikir Sistem antara lain:

1. Memberi pemahaman atas keterkaitan elemen-elemen yang mempengaruhi kinerja.
2. Menjadi bahasa bersama untuk dialog tentang struktur dan proses sistem
3. Memetakan dan simulasi apa yang dipahami bersama.
4. Fenomena dasar yang berkembang dengan memerhatikan interaksi dari berbagai yang berkaitan.
5. Penyelesaian masalah dengan pendekatan antar disiplin yang bekerja sama secara sinergis sebagai pemecah masalah
6. Keterbukaan menerima hal-hal baru yang berkembang cepat, untuk meningkatkan efektivitas dari keluarga dan organisasi.

Kelebihan dari berpikir sistem adalah seseorang dapat berharap untuk lebih memahami akar yang dalam dari kompleks ini perilaku untuk memprediksi mereka dengan lebih baik dan, pada akhirnya, menyesuaikan hasil mereka. Dengan pertumbuhan eksponensial Sistem di dunia kita semakin membutuhkan pemikir sistem untuk mengatasi masalah kompleks ini. Ini membutuhkan peregangan jauh melampaui disiplin ilmu dan teknik, yang sebenarnya mencakup setiap aspek kehidupan. Sekarang lebih dari sebelumnya, pemikiran sistem diperlukan untuk mempersiapkan sistem yang semakin kompleks, mengglobal di masa depan (Roychoudhury et al., 2017).

2.6 Keterampilan Proses Sains

Keterampilan biasa digunakan untuk melakukan pengamatan, klasifikasi dan melakukan eksperimen yang dikenal sebagai keterampilan proses sains (KPS). Pemahaman keterampilan proses sains biasanya mengacu pada keterampilan atau kemampuan yang harus dimiliki oleh para ilmuwan pada proses penemuan

ilmiah. Keterampilan ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu keterampilan proses sains dasar yang meliputi: mengamati, menanya, mengklasifikasi, mengukur, dan memprediksi. Kelompok kedua adalah proses sains berbasis keterampilan yang meliputi; mengidentifikasi dan mendefinisikan variabel, mengumpulkan dan mengubah data, membuat tabel data dan grafik, menggambarkan hubungan antar variabel, menafsirkan data, memanipulasi bahan, merekam data, merumuskan hipotesis, merancang penyelidikan, membuat kesimpulan dan generalisasi (Duda & Newcombe, 2019; Permanasari & Hamidah, 2020).

Keterampilan Proses Sains merupakan keterampilan yang berorientasi pada proses belajar mengajar IPA. Keterampilan proses sains bertujuan untuk membuat siswa menjadi lebih aktif dalam memahami, menguasai rangkaian yang telah dilakukannya (Y. Suryaningsih, 2017). Melalui kegiatan pembelajaran dengan peningkatan keterampilan proses sains maka akan terjadi peningkatan pemahaman peserta didik dalam proses pembelajaran. Keterampilan proses sains yang berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi dapat meningkatkan kemandirian dan keterampilan peserta didik dalam memecahkan masalah (Bhakti et al., 2020). Permasalahan yang diselesaikan menggunakan pemahaman tentang metode ilmiah dan keterampilan proses. Keterampilan proses sains membangun kerangka kerja berbasis penelitian aplikasi laboratorium. Dengan kegiatan praktikum berbasis penelitian, peserta didik dapat membangun pembelajaran yang bermakna, menggunakan keterampilan proses sains dan membangun informasi yang peserta didik peroleh pada pelajaran IPA (Karamustafaoğlu, 2011).

Pada penelitian ini, dipilih indikator yang diadaptasi dari (Bhakti et al., 2020) dan (Y. Suryaningsih, 2017) yaitu:

Tabel 2. Indikator Keterampilan Proses Sains

No	Keterampilan Proses Sains	Indikator
1.	Prediksi (Prediction)	1. Menggunakan polapola hasil pengamatan

No	Keterampilan Proses Sains	Indikator
		2. Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati
2.	Observasi (Observation)	1. Menggunakan sebanyak mungkin indera 2. Mengumpulkan atau menggunakan fakta yang relevan
3.	Berhipotesis (Hypotheses)	1. Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari satu kejadian 2. Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dalam memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah
4.	Melakukan percobaan (experiment)	1. Menentukan alat/bahan/sumber yang akan digunakan 2. Menentukan variabel atau faktor penentu 3. Menentukan apa yang akan diukur, diamati, dicatat 4. Menentukan apa yang akan dilakukan berupa langkah kerja
5.	Menafsirkan (Interpretation)	1. Menghubungkan hasilhasil pengamatan 2. Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan 3. Menyimpulkan
6.	Berkomunikasi (Communication)	1. Memeriksa/menggambarkan tabel data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram 2. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis 3. Menjelaskan hasil percobaan atau penelitian 4. Membaca grafik, tabel, atau diagram 5. Mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah atau suatu peristiwa 6. Mengubah bentuk penyajian

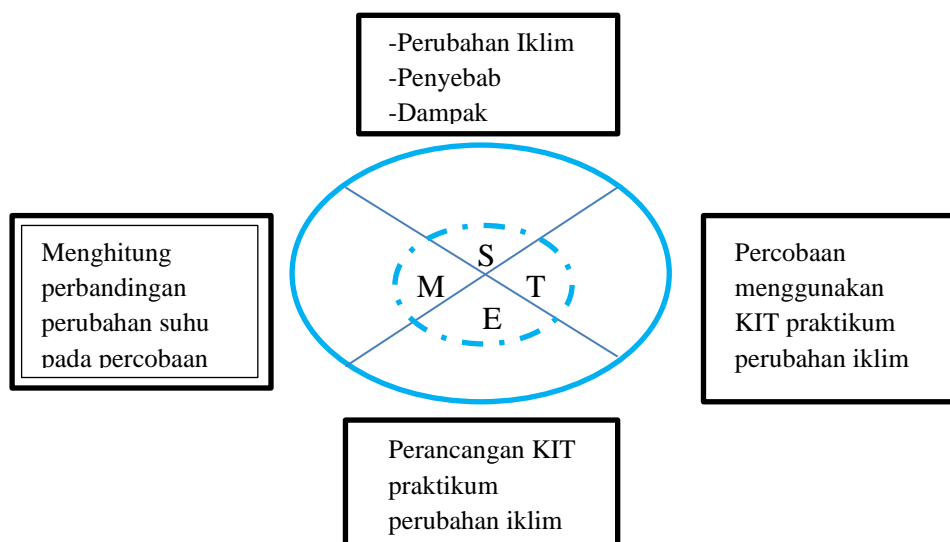
2.7 Kerangka Pemikiran

Pembelajaran IPA saat ini dihadapkan dengan berbagai tuntutan keterampilan abad ke-21. Pembelajaran IPA dituntut untuk membangun aktivitas positif peserta didik sehingga diperlukan suatu kegiatan pembelajaran yang inovatif. Kegiatan pembelajaran IPA yang inovatif dengan memanfaatkan berbagai media pembelajaran akan menarik minat belajar peserta didik sehingga membangun aktivitas yang positif antar peserta didik maupun antar peserta didik dan pendidik.

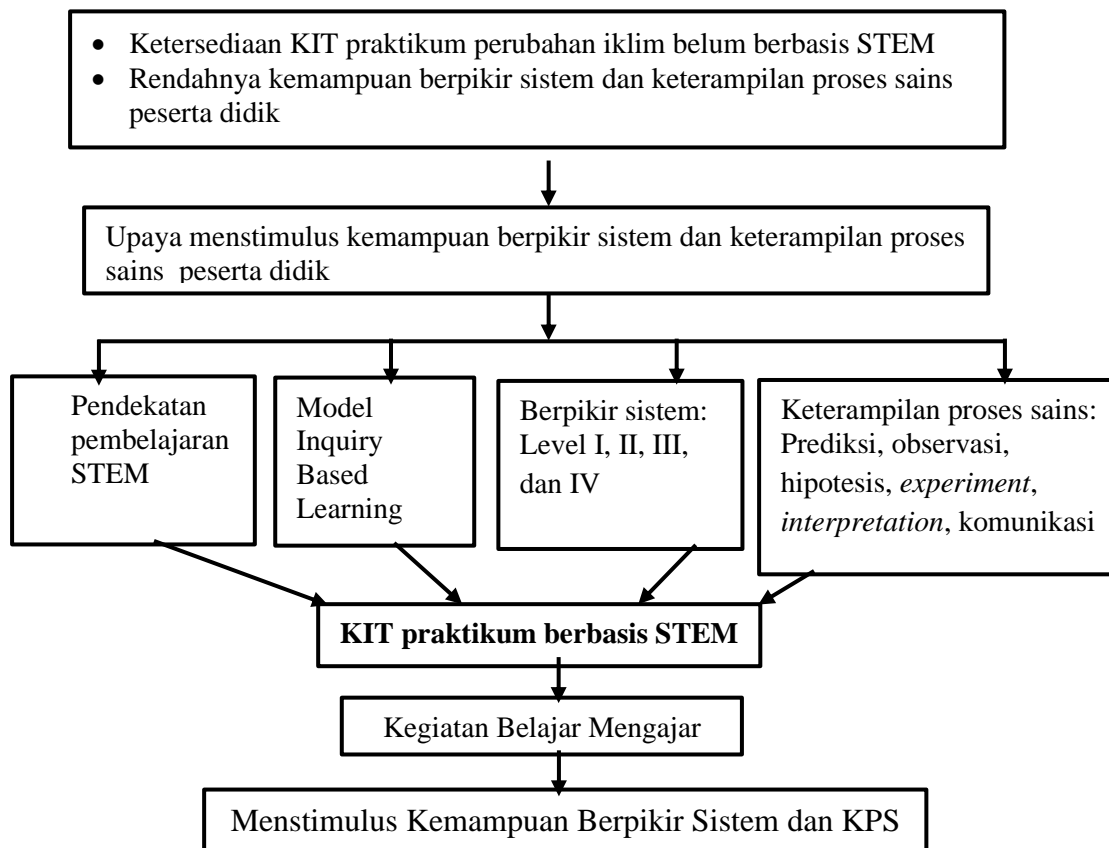
Pembelajaran yang inovatif dan membangun aktivitas positif peserta didik dijelaskan dalam teori konstruktivisme dan Zone of Proximal Development (ZPD). Kedua teori tersebut menjelaskan bahwa dalam kegiatan pembelajaran, pendidik menjadi fasilitator yang mana pembangunan tentang pemahaman konsep akan diperoleh sendiri oleh peserta didik. Peserta didik akan membangun sendiri pemahaman konsepnya melalui aktivitas yang dilakukan baik secara mandiri maupun di bawah bimbingan.

Untuk dapat memperoleh kegiatan pembelajaran yang inovatif serta sesuai dengan teori konstruktivisme dan ZPD maka perlu adanya penentuan dalam penggunaan pendekatan pembelajaran, model pembelajaran yang akan digunakan, serta media pembelajaran yang mendukung. Dalam pelaksanaannya diperlukan pendekatan pembelajaran STEM sebagai *support* yang berbasis di dalam kegiatan pembelajaran. Penerapan pendekatan pembelajaran STEM akan dipadukan dengan model pembelajaran *Inquiry Based Learning* (IBL). Model pembelajaran IBL memiliki sintaks yang dapat dipadukan dengan STEM. Pada kegiatan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM dan model IBL akan sesuai dipadukan dengan media pembelajaran KIT Praktikum. Pada kegiatan pembelajarannya, peserta didik akan menggunakan KIT Praktikum tentang perubahan iklim menggunakan model IBL yang dipadukan dengan pendekatan pembelajaran STEM.

Melalui kegiatan pembelajaran tersebut, peserta didik akan aktif dalam kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran yang seperti ini diharapkan dapat menstimulus kemampuan berpikir sistem dan keterampilan proses sains peserta didik.



Gambar 2. Integrasi STEM dan KIT Praktikum



Gambar 3. Kerangka Pemikiran

1.8 Hipotesis

Hipotesis penelitian pada rumusan masalah untuk melihat efektivitas yaitu:

H_0 = KIT praktikum tidak dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik pada topik perubahan iklim

H_1 = KIT praktikum dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik pada topik perubahan iklim

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

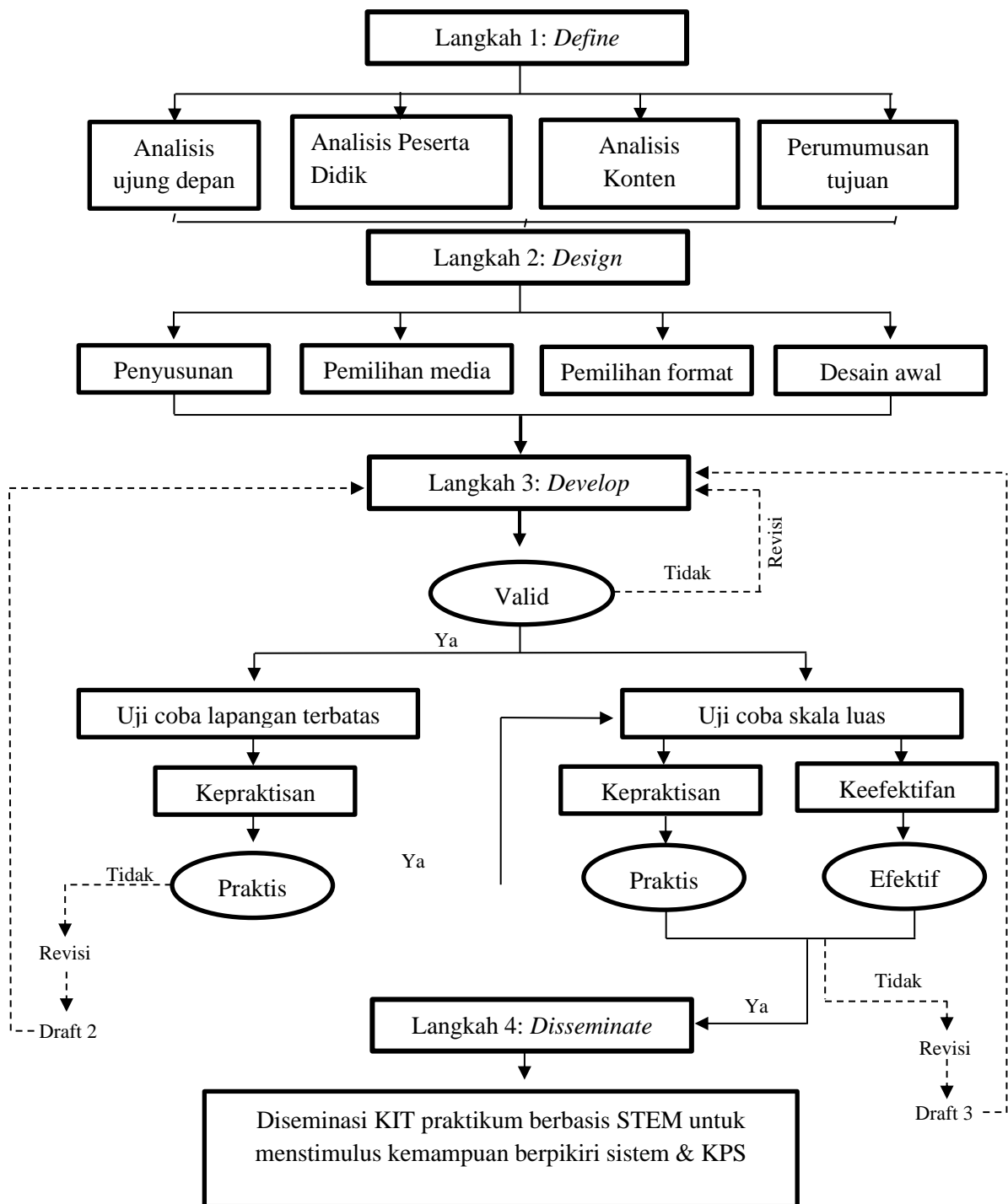
Model yang digunakan pada penelitian ini yaitu model Research and development 4D (*Four-D models*). Terdiri dari empat tahapan, yaitu pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), dan penyebaran (*Disseminate*) (Thiagarajan *et al.*, 1974). Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa KIT Praktikum berbasis STEM pada topik perubahan iklim. Uji coba pada penelitian ini dilakukan dengan *posttest only* (Creswell, 2012).

3.2 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di SMP Al-Kautsar Bandarlampung pada tahun ajaran semester genap 2023/2024.

3.3 Prosedur Pengembangan

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model 4-D mengacu pada tahapan penelitian yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel, & Semmel (1974). Tahapan penelitian pengembangan ini terdiri dari empat tahap, yaitu tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan diseminasi (*disseminate*) sebagai tahap akhir.



Gambar 4. Prosedur Pengembangan dengan Model 4-D

3.2.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahapan pendefinisian merupakan tahap awal dalam prosedur pengembangan yang mencakup semua kegiatan pengambilan data untuk analisis kebutuhan. Menurut Thiagarajan, Semmel, & Semmel (1974), tahap *define* meliputi 5 langkah pokok, yaitu a) analisis ujung depan; b) analisis peserta didik; c) analisis tugas; d) analisis konsep; dan e) perumusan tujuan pembelajaran. Pada tahapan *define* dilakukan kegiatan analisis awal pada peserta didik dan pendidik berupa studi pendahuluan untuk mengumpulkan data tentang kondisi pembelajaran saat ini di sekolah sebagai bahan dasar untuk produk yang dikembangkan.

Tahapannya terdiri dari:

1. Analisis Ujung Depan

Pada tahapan ini, dilakukan proses untuk menentukan masalah dasar yang dihadapi oleh peserta didik dan pendidik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran pada topik perubahan iklim. Permasalahan yang muncul kemudian dijadikan acuan dalam melaksanakan pengembangan KIT praktikum berbasis STEM. Selain itu juga, analisis ujung depan digunakan untuk merumuskan tujuan pada kegiatan pengembangan yang dilakukan.

2. Analisis Peserta Didik

Analisis peserta didik yaitu dilakukan observasi terhadap karakteristik peserta didik. Peneliti melakukan penyebaran angket lapangan secara online terhadap 32 Peserta didik SMP di Provinsi Lampung dan 30 pendidik untuk mengumpulkan informasi bahwa diperlukan adanya KIT Praktikum berbasis STEM untuk menstimulus kemampuan berpikir sistem dan KPS. Tahap ini dilakukan untuk mencari data tentang pendekatan pembelajaran yang digunakan dan penggunaan bahan ajar yang telah digunakan dalam pembelajaran. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap hasil angket analisis kebutuhan guru dan peserta didik yang dideskripsikan dalam bentuk persentase.

3. Analisis Konsep

Tahap studi pustaka dilakukan dengan mengkaji analisis kebutuhan, studi pustaka, studi literatur, penelitian skala kecil, dan standar laporan yang

dibutuhkan. Peneliti melakukan pencarian KIT Praktikum, STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), dan kemampuan berpikir sistem dan KPS serta model yang tepat dalam mengatasi permasalahan yang terjadi. Studi literatur ini dilakukan untuk memperoleh data tentang landasan teoritis yang dapat memperkuat suatu produk yang telah dikembangkan. Pada tahap ini peneliti mengkaji kurikulum, yang meliputi standar isi (KI dan KD), standar proses, serta berbagai landasan teori dan hasil penelitian yang telah dipublikasikan sebelumnya.

4. Analisis Tugas

Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat pembelajaran yang meliputi kegiatan, yaitu: 1) melakukan analisis KI dan KD; 2) menentukan kedalaman dan keluasan materi; 3) menentukan indikator; serta 4) menyusun silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

5. Perumusan tujuan pembelajaran

Pada tahapan ini dituliskan tujuan pembelajaran yang didasarkan pada kompetensi yang akan dicapai peserta didik sesuai dengan tujuan pembelajaran pada topic perubahan iklim.

3.2.2 Tahap Desain (*Design*)

Tahap perancangan ini dilakukan untuk merancang KIT praktikum berbasis STEM. Desain KIT disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan peserta didik, serta keadaan sekolah. Tahap perancangan ini meliputi:

a. Penyusunan Tes (*Constructing criterion-referenced tests*)

Penyusunan tes dilakukan berdasarkan hasil analisis spesifikasi tujuan pembelajaran. Selain itu, penyusunan tes juga dilakukan dengan mempertimbangkan indikator kemampuan berpikir sistem.

b. Penyusunan Media (*Media Selection*)

Pemilihan media dilakukan dengan menyesuaikan kebutuhan peserta didik dan memperhatikan karakteristik materi. Pemilihan media berdasarkan hasil analisis konsep dan karakteristik peserta didik. Oleh karena itu, media yang dikembangkan adalah KIT praktikum berbasis STEM.

c. Pemilihan format (*Format selection*)

Pemilihan format dilakukan pada pengembangan KIT praktikum berbasis STEM agar mendapat produk yang sesuai dengan konsep perubahan iklim untuk peserta didik SMP.

d. Desai awal (*Initial design*)

Tahapan ini menghasilkan rancangan KIT praktikum berbasis STEM.

Rancangan KIT praktikum tersebut diberi masukan oleh dosen pembimbing sehingga lebih efektif digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

3.2.3 Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan terbagi menjadi dua kegiatan, yaitu *expert appraisal* dan *developmental testing*. *Expert appraisal* adalah teknik untuk memvalidasi kelayakan rancangan produk oleh ahli dalam bidangnya. *Developmental testing* adalah kegiatan uji coba rancangan produk pada sasaran subjek yang sesungguhnya (Thiagarajan *et al.*, 1974). Berikut ini langkah-langkah pengembangan KIT praktikum berbasis STEM:

a. Validasi ahli (*Expert appraisal*)

Validasi konstruk dan isi dari KIT praktikum yang dikembangkan dilakukan oleh ahli konstruk dan ahli isi, serta praktisi pendidikan dengan pengalaman mengajar lebih dari 10 tahun, sehingga kelayakan dari KIT praktikum tersebut dapat diketahui.

b. *Developmental testing*

Developmental testing atau uji coba produk KIT praktikum berbasis STEM yang telah divalidasi. Uji coba ini dilakukan untuk menguji keefektifan KIT praktikum berbasis STEM dalam menstimulus kemampuan berpikir sistem dan keterampilan proses sains. Uji coba dilakukan dengan desain *posttest-only* (Creswell, 2012). Kelompok uji coba terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol yang mendapatkan perlakuan pembelajaran berbeda. Desain *posttest only* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Rancangan *posttest only design*

Grup	Perlakuan	Postes
Eksperimen	X	O ₁
Kontrol		O ₂

Keterangan:

O₁ : Pengukuran kemampuan awal kelompok eksperimen

O₂ : Pengukuran kemampuan akhir kelompok eksperimen

X : Pemberian perlakuan

3.2.4 Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Setelah dilakukan pengujian terhadap KIT praktikum yang dikembangkan, selanjutnya dilakukan kegiatan pengemasan (*packaging*), difusi (*diffusion*), dan adopsi (*adoption*). Kegiatan ini dilakukan agar KIT praktikum yang telah dikembangkan dapat dimanfaatkan oleh pendidik IPA lainnya.

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini terdiri dari angket, lembar skala, instrumen tes soal uraian dan lembar observasi.

1. Instrumen Angket Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait penelitian pengembangan yang dilakukan melalui angket kebutuhan pendidik dan peserta didik. Instrumen terdiri dari 10 pertanyaan untuk pendidik dan peserta didik. Kisi-kisi instrumen analisis kebutuhan penelitian pengembangan dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 berikut.

Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen Angket Analisis Kebutuhan Pendidik

Aspek	Sub Aspek	Item Pertanyaan
Kelengkapan alat praktikum	Perlengkapan alat kit praktikum di sekolah	1
	Mudahnya penggunaan alat kit praktikum di sekolah	2
Pembelajaran STEM	Alat praktikum mendukung STEM	3
	Pembelajaran IPA menerapkan STEM	4
Pembelajaran dengan praktikum	Pentingnya praktikum pada pembelajaran	5
	Topik perubahan iklim dengan praktikum	6
Kemenarikan praktikum	Praktikum lebih menarik dalam pembelajaran	7
Kemampuan berpikir tingkat tinggi	Perubahan iklim terhadap kemampuan berpikir sistem	8, 9, 10

Tabel 5. Kisi-kisi Instrumen Angket Analisis Kebutuhan Peserta didik

Aspek	Sub Aspek	Item Pertanyaan
Pembelajaran IPA dengan praktikum	Penggunaan metode praktikum	1, 9
	Kebutuhan akan metode praktikum dalam pembelajaran	10
Alat praktikum	Kondisi alat praktikum	2
Kemenarikan pembelajaran IPA	Pembelajaran yang menarik melalui praktikum	3,4,5,6,7,8

2. Instrumen Validasi Produk

Instrumen lembar validasi disusun berdasarkan kisi-kisi pada Tabel 6. Instrumen ini digunakan untuk memperoleh data dari ahli konstruk dan isi bahan mengevaluasi media pembelajaran.

Tabel 6. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Konstruksi

No	Aspek yang Dinilai	Butir Pernyataan
1.	Ketahanan KIT praktikum	1, 2
2.	Kemudahan pengoperasian KIT praktikum	3
3.	Keamanan KIT praktikum bagi peserta didik	4,5
4.	Estetika KIT praktikum	6

6.	Kemudahan KIT praktikum untuk disimpan	7, 8
7.	Kemudahan mobilitas KIT praktikum	9, 10
8.	Kemudahan dalam memperoleh bahan-bahan pembuatan praktikum pada KIT	11, 12
9.	Kesederhanaan desain KIT praktikum (tidak rumit, mudah diduplikasi, dan lain-lain)	13, 14, 15

Tabel 7. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Isi

No	Aspek yang Dinilai	Butir Pernyataan
1.	Kesesuaian KIT praktikum dengan KI, KD, dan indikator	1, 2, 3
2.	Kesesuaian KIT praktikum dengan tujuan pembelajaran	4
3.	Kesesuaian KIT praktikum dengan materi perubahan iklim	5, 6
4.	Kesesuaian KIT praktikum dengan tingkat satuan pendidikan	7,8
5.	Kesesuaian percobaan dengan KIT praktikum dengan konsep perubahan iklim	9, 10

3. Instrumen Respon Pendidik dan Peserta Didik

Instrumen angket respon peserta didik dan pendidik berupa pernyataan untuk menilai kemenarikan, kebermanfaatan dan KIT praktikum yang diujikan pada saat uji coba terbatas dan uji operasional lapangan. Pada instrumen terdapat kolom saran agar peserta didik dapat menuliskan saran untuk perbaikan produk. Kisi-kisi instrumen respon peserta didik dan pendidik (Tabel 8 dan 9).

Tabel 8. Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik

Kriteria	Indikator Penilaian	Nomor Soal
Respon peserta didik	A. Kemenarikan	1, 2, 3, 4,5,6,7,8,9
	B. Kebermanfaatan	10,11,12,13,14,15,16,17, 18,
	C. Keterbacaan	19,20

Tabel 9. Kisi-kisi Angket Respon Pendidik

Kriteria	Indikator Penilaian	Nomor Soal
Respon Guru	A. Kemenarikan	1, 2, 3, 4, 5
	B. Kebermanfaatan	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13
	C. Keterbacaan	14, 15, 16, 17

4. Instrumen Kemampuan Berpikir Sistem

Instrumen yang digunakan berupa tes. Tes yang digunakan meliputi *posttest* terdiri dari 10 butir soal dengan bentuk soal essay. Data yang diperoleh dari tes ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas KIT praktikum yang dikembangkan dalam menstimulus kemampuan berpikir sistem. Adapun kisi-kisi butir soal kemampuan berpikir sistem pada Tabel 10.

Tabel 10. Kisi-kisi Soal Kemampuan Berpikir Sistem

Kompetensi Dasar/ Kelas	Sub Materi	Indikator Kemampuan Berpikir Sistem	Indikator soal	No.Soa/ Kompetensi yang diuji
3.9 dan 4.9/ VII	Perubahan Iklim	Mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem	Mengamati fenomena terkait dengan perubahan iklim	1
		Mengidentifikasi hubungan di antara komponen sistem	Menghubungkan fenomena pada kehidupan sehari-hari dengan perubahan iklim	2
	Penyebab perubahan iklim	Mengidentifikasi hubungan dinamis di dalam sistem	Menganalisis faktor penyebab perubahan iklim dengan kejadian alam	3
		Mengatur komponen sistem dan proses dalam kerangka hubungan	Menganalisis penyebab perubahan iklim	4

Efek rumah kaca	Memahami sifat siklus sistem	Menguraikan proses terjadinya efek rumah kaca	5
	Menggunakan prinsip sistem yang umum untuk menjelaskan temuan dalam observasi	Menganalisis keterkaitan efek rumah kaca dengan perubahan iklim	6
Dampak perubahan iklim	Memahami yang tersembunyi dimensi sistem	Menguraikan dampak dari proses perubahan iklim	7
	Menguji hipotesis dan pengembangan kebijakan yang dapat berdampak pada sistem	Memprediksi aktivitas manusia yang berdampak dalam perubahan iklim dan cara menanggulangnya	8
Penanggulangan perubahan iklim	Membuat generalisasi	Memutuskan gagasan terkait dampak Perubahan iklim	9
	Berpikir secara temporer, retrospektif	Menganalisis data hasil pengamatan dampak perubahan iklim dan upaya menanggulangnya	10

Uji tingkat validitas dan reliabilitas dari instrumen *posttest* yang telah disusun dilakukan menggunakan program SPSS. Uji tersebut diperlukan sebagai prasyarat instrumen yang baik (Arikunto, 2016). Kriteria dari validitas instrumen tes dapat dilihat pada Tabel 11 di bawah. Pengambilan keputusan validitas didasarkan pada nilai r_{hitung} dan r_{tabel} , yaitu:

- 1) Jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ maka data dinyatakan valid
- 2) Jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka data dinyatakan tidak valid

Tabel 11. Kriteria Validitas Instrumen Tes

Nilai r	Kriteria
0,81 – 1,00	Sangat Tinggi
0,61 – 0,80	Tinggi
0,41 – 0,60	Cukup
0,21 – 0,40	Rendah
0,00 – 0,20	Sangat Rendah

Sumber: Arikunto (2016)

Uji persyaratan lain yang dibutuhkan adalah uji reliabilitas. Suatu tes dapat dika-takan memiliki taraf kepercayaan yang tinggi jika tes memberikan hasil yang tetap walaupun diberikan berkali-kali (Arikunto, 2016). Pengujian reliabilitas pada pe-nelitian ini menggunakan rumus *Cronbach's Alpha* (α) dengan kriteria berikut.

Tabel 12. Kriteria Reabilitas Instrumen Tes

Koefisien Reliabilitas	Interpretasi
$0,80 \leq r \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 \leq r < 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r < 0,60$	Cukup
$0,20 \leq r < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r < 0,20$	Sangat Rendah

Sumber: Arikunto (2016)

5. Instrumen Angket Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains

Lembar observasi bertujuan untuk mengidentifikasi keterampilan berpikir sistem peserta didik yang diamati oleh pendidik. Lembar observasi diisi oleh pendidik yang berdasarkan pada aspek keterampilan proses sains. Penilaian yang dilakukan oleh pendidik IPA diukur dalam bentuk skala 1 sampai 4.

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian pengembangan ini sebagai berikut:

3.5.1 Teknik Analisis Data Hasil Studi Pendahuluan

Pada tahap studi pendahuluan, dilakukan analisis terhadap angket analisis kebutuhan pendidik dan peserta didik melalui *google form* yang dideskripsikan dalam bentuk persentase dan diinterpretasikan secara kualitatif. Tahap ini dilakukan dengan cara mengkode atau klasifikasi data. Adapun kegiatan dalam teknik analisis data validasi materi dan isi KIT praktikum dilakukan dengan cara:

- a. Klasifikasi data dengan cara mengelompokkan jawaban berdasarkan butir pertanyaan.
- b. Tabulasi data untuk memberikan gambaran frekuensi dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket dan banyaknya sampel pada penelitian.
- c. Perhitungan frekuensi jawaban sehingga diperoleh informasi tentang banyak-nya jawaban yang dipilih dalam setiap pertanyaan.
- d. Perhitungan persentase jawaban pada setiap pertanyaan pada angket sebelum melakukan interpretasi data.

3.5.2 Analisis Data Tahap Validasi Produk

Validitas konstruksi dan isi/ materi pada produk diperoleh dari ahli melalui uji/validasi ahli. Angket validitas substansi dan konstruksi penilaian uji ahli menggunakan skala *Guttman* yang memiliki pilihan jawaban sesuai konten pertanyaan, yaitu: “Setuju” dan “Tidak Setuju” dengan skor masing-masing “1” dan “0”. Revisi dilakukan pada konten pertanyaan yang diberi pilihan jawaban “Tidak Setuju” atau para ahli memberikan masukan khusus terhadap KIT praktikum yang sudah dibuat.

Teknik analisis data dilakukan dengan cara:

- 1) Mengklasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
- 2) Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat.

3) Menghitung presentase jawaban, bertujuan untuk melihat besarnya presentase setiap jawaban dari pertanyaan, sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis sebagai temuan. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase jawaban responden setiap item adalah sebagai berikut:

$$\% J_{in} = \frac{\sum J_i}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

$\% J_{in}$ = Presentase pilihan jawaban

$\sum J_i$ = Jumlah responden yang menjawab jawaban-

N = Jumlah seluruh responden

(Sudjana, 2005)

4) Memberi skor jawaban responden.

Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala *likert* (Tabel 13).

Tabel 13. Skor Penilaian Terhadap Pilihan Jawaban

No	Pilihan Jawaban	Skor
1	Sangat Baik	4
2	Baik	3
3	Cukup Baik	2
4	Kurang Baik	1

Menjelaskan hasil penafsiran presentasi jawaban responden dalam bentuk deskriptif naratif.

5) Menafsirkan data validitas terhadap KIT praktikum berbasis STEM

KIT praktikum berbasis STEM yang dikembangkan dihitung berdasarkan skor yang diberikan oleh validator dengan menghitung jumlah skor yang diberikan validator, menghitung presentase ketercapaian skor dari skor maksimal untuk setiap aspek yang dinilai, dan menghitung rata-rata persentase ketercapaian skor oleh ahli lalu menafsirkan data dengan kriteria sebagai berikut.

Tabel 14. Kriteria Ketercapaian Validitas

Presentase (%)	Kriteria
21 – 36	Tidak Valid
37 – 52	Kurang Valid
53 – 68	Cukup Valid
69 – 84	Valid
85 - 100	Sangat Valid

(Cohen & Swerdik, 2010)

3.5.3 Teknik Analisis Data Kepraktisan Produk

Data kepraktisan diperoleh dari lembar kepraktisan yang diisi oleh pendidik dan peserta didik kemudian dilakukan perhitungan persentase menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan persentase tersebut dikonversi dengan kriteria tingkat kepraktisan yang diadaptasi dari Arikunto (2011) seperti pada tabel berikut.

Tabel 15. Kriteria Kepraktisan KIT Praktikum

Persentase (%)	Kategori
80,10 – 100	Kepraktisan sangat tinggi/ sangat praktis
60,10 – 80	Kepraktisan tinggi/ praktis
40,10 – 60	Kepraktisan sedang/ cukup praktis
20,10 – 40	Kepraktisan rendah/ kurang praktis
0,00 – 20	Kepraktisan sangat rendah/ tidak praktis

Jika kepraktisan mendapatkan hasil lebih dari 60% maka media pembelajaran tersebut memenuhi kriteria kepraktisan dan dapat digunakan untuk kegiatan pembelajaran.

3.5.4 Teknik Analisis Data Keterlaksanaan Pembelajaran

Data keterlaksanaan pembelajaran dihitung persentasenya menggunakan rumus di bawah. Hasil perhitungan persentase dikonversi sesuai kriteria yang diadaptasi da-ri Ratumanan & Laurens (2003). Krtieria dapat dilihat pada tabel di bawah.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Tabel 16. Kriteria Keterlaksanaan Pembelajaran

Persentase (%)	Kriteria
0,0 – 20,0	Sangat rendah
20,1 – 40,0	Rendah
40,1 – 60,0	Sedang
60,1 – 80,0	Tinggi
80,1 – 100,0	Sangat Tinggi

Untuk analisis data kemenarikan, kebermanfaatan dan keterbacaan KIT yang dikembangkan yang ditinjau dari respon guru dan peserta didik terhadap pelaksanaan pembelajaran menggunakan KIT praktikum berbasis STEM dilakukan dengan menghitung jumlah peserta didik yang memberikan respon positif dan negatif terhadap pelaksanaan pembelajaran. Kemudian menghitung persentase dan menafsirkan datadengan menggunakan tafsiran harga presentase (Tabel 17).

Tabel 17. Kriteria Tingkat Kemenarikan, Kebermanfaatan, dan Keterbacaan

Presentase (%)	Kriteria		
	Kemenarikan	Kebermanfaatan	Keterbacaan
0,0 - 20,0	Sangat Tidak Menarik	Sangat Tidak Bermanfaat	Sangat Tidak Dipahami
20,1 - 40,0	Tidak menarik	Tidak Bermanfaat	Tidak Dipahami
40,1 - 60,0	Cukup menarik	Cukup Bermanfaat	Cukup Dipahami
60,1 - 80,0	Menarik	Bermanfaat	Dapat Dipahami
80,1 - 100	Sangat Menarik	Sangat Bermanfaat	Sangat Dipahami

(Ratumanan, 2003)

3.5.5 Teknik Analisis Data Uji Keefektifan Produk

Analisis data uji keefektifan dari produk media pembelajaran pada penelitian ini menggunakan data hasil *posttest* peserta didik yang dilakukan sesudah pembelajaran.

a. Uji Efektivitas

Pengujian efektivitas baik media pembelajaran terhadap pembentukan perubahan konseptual maupun terhadap peningkatan kemampuan representasi dilakukan dengan cara berikut.

1) Perhitungan nilai

Perhitungan nilai *posttest* kemampuan berpikir sistem menggunakan rumus berikut.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor benar}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100$$

2) Pengujian hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji *Independent Sample T-Test* untuk mengetahui perbedaan antara perubahan hasil kemampuan berpikir sistem pada kelas eksperimen dan control.. Uji *Independent Sample T-Test* dapat dilakukan jika memenuhi persyaratan normalitas dan homogenitas sehingga jika

data tidak berdistribusi normal maka pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan uji *Mann-Whitney U*.

a). Hipotesis kemampuan berpikir sistem

H_0 = Tidak ada perbedaan rata-rata kemampuan berpikir sistem antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

H_1 = Ada perbedaan rata-rata kemampuan berpikir sistem peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Uji prasyarat terlebih dahulu yang harus dilakukan sebelum melakukan uji hipotesis *Independent Sample T-Test*, yaitu:

a) Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan salah satu prasyarat untuk dapat dilakukannya *Independent Sample T-Test*. Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui sebaran distribusi data yang terpilih berasal dari sebuah distribusi populasi normal atau tidak normal. Pada penelitian ini, uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* yang terdapat pada program SPSS. Hipotesis pada uji normalitas, yaitu:

H_0 = Data berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

H_1 = Data berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal.

Kriteria pengambilan keputusan pada uji normalitas sebagai berikut.

Jika nilai sig. < 0,05, maka H_0 ditolak

Jika nilai sig. > 0,05, maka H_0 diterima

b) Uji Homogenitas

Uji homogenitas merupakan salah satu prasyarat untuk dapat dilakukannya *Independent Sample T-Test*. Uji homogenitas bertujuan mengetahui bahwa sampel memiliki varians yang homogen. Pada penelitian ini, uji homogenitas dilakukan menggunakan uji *Levene test* yang terdapat pada program SPSS.

Hipotesis pada uji normalitas, yaitu:

H_0 = Sampel mempunyai varians sama.

H_1 = Sampel mempunyai varians berbeda.

Kriteria pengambilan keputusan pada uji homogenitas sebagai berikut.

Jika nilai sig. $< 0,05$, maka H_0 ditolak

Jika nilai sig. $> 0,05$, maka H_0 diterima

3) Uji *Effect size*

Uji *effect size* digunakan untuk mengukur besarnya efek suatu variabel terhadap variabel lain. Besar efek media pembelajaran berbasis android dan terintegrasi representasi visual terhadap pembentukan perubahan konseptual dan peningkatan kemampuan representasi peserta didik. Besarnya nilai *effect size* diinterpretasikan menggunakan kategori *Cohen's d* yang diadaptasi dari Becker (2000) berikut.

Tabel 18. Kategori Effect Size

<i>Effect Size</i>	Kategori
$d \geq 0,80$	Besar
$0,50 < d \leq 0,80$	Sedang
$d \geq 0,50$	Kecil

3.5.6 Keterampilan Proses Sains

Teknik analisis data yang digunakan yaitu statistic deskriptif yaitu menganalisis data melalui memaparkan atau menguraikan data yang terkumpulkan. Setelah data didapatkan melalui tes, kemudian dihitung menggunakan rumus persentase. Data dari hasil perhitungan digunakan untuk menganalisis indikator KPS secara deskriptif. Kemudian diinterpretasikan dalam kategori sebagai berikut:

Tabel 19. Kategori Aspek Keterampilan Proses Sains

Kategori	Persentase
Tinggi	$66,67 \leq X$
Sesang	$33,33 \leq X < 66,67$
Rendah	$X < 33,33$

(Azwar, 2003)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. KIT praktikum berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem pesertadidik dinyatakan valid dari hasil validasi ahli, baik dari aspek kesesuaian isi dan konstruksi.
- b. Kepraktisan pembelajaran dengan KIT praktikum perubahan iklim yang berfokus pada kemampuan berpikir sistem peserta didik memiliki keterlaksanaan pembelajaran dengan pencapaian hampir seluruh aktivitas terlaksana di dalam proses pembelajaran, alat dan bahan mudah didapat, dapat dilaksanakan di luar sekolah, dan menarik baik bagi peserta didik maupun pendidik.
- c. KIT praktikum berbasis STEM dinyatakan berpengaruh hal ini ditinjau dari hasil uji independent sample t-test dengan nilai Sig. <0,05.
- d. KIT praktikum hasil pengembangandinyatakan efektif mampu menstimulus kemampuan berpikir sistem peserta didik.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, peneliti memberi saran sebagai berikut:

- a. Peneliti menyarankan kepada semua pihak yang ingin mengembangkan KIT praktikum lebih lanjut, dalam penggunaan ketersediaan fasilitas penunjang seperti alat dan bahan yang akan digunakan peserta didik untuk membantu mempersiapkan dirinya sebelum memasuki materi pembelajaran serta sebagai penguatan materi dan konsep pembelajaran yang telah diterima oleh peserta didik.
- b. Penggunaan KIT praktikum diperlukan instruksi yang sangat jelas untuk disampaikan kepada peserta didik.

- c. Diperlukan *monitoring* berkelanjutan oleh pendidik agar peserta didik tidak lupa untuk melakukan pengamatan terhadap proyek yang dikerjakan dan mendokumentasikannya

DAFTAR PUSTAKA

- Ahadia, L. (2016). Kelayakan Kit Praktikum Sederhana sebagai Media Pembelajaran pada Materi Listrik Statis. *PENSA: E-JURNAL PENDIDIKAN SAINS*, 4(02).
- Amani, S. R., Kaniawati, I., & Riandi, R. (2021). DIYL (do it yourself laboratories): Inovasi kit perubahan iklim untuk membentuk perilaku BROWNIS (bring your own and eat wisely) pada siswa sekolah menengah pertama. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 4(2), 89–92. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v4i2.41486>
- Anjarsari, P., Prasetyo, Z. K., Susanti, K., Rochintaniawati, D., Agustin, R. R., Rustaman, N. Y., Afianti, E., & Maryati, S. (2021). *System thinking as a sustainable competency in facilitating conceptual change through STEM based learning in biology* *System thinking as a sustainable competency in facilitating conceptual change through STEM based learning in biology*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012223>
- Arikunto, S. (2010). Metode penelitian. *Jakarta: Rineka Cipta*.
- Ariyana, Y., Pujiastuti, A., D. (2018). *Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*. 1–86.
- Arnold, Ross, D and Wade, Jon, P. (2015). A Definition of System Thinking: A System Approach. *Procedia COmputer Science*, 44, 669–678.
- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2010). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 540–563. <https://doi.org/10.1002/tea.20351>
- Atwel, B. & C. (1988). The Construction of The Social Context of Mathematics classroom : A Sociolinguistic Analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(1), 63–82.
- Bhakti, Y. B., Astuti, I. A. D., Okyranida, I. Y., Asih, D. A. S., Marhento, G., Leonard, L., & Yusro, A. C. (2020). Integrated STEM Project Based Learning Implementation to Improve Student Science Process Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1464(1).

<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1464/1/012016>

- Cahyono, A. N. (2010). *Vygotskian Perspective : Proses Scaffolding untuk mencapai Zone of Proximal Development (ZPD) Peserta Didik dalam Pembelajaran Matematika*. November.
- Choo, S. S. Y., Rotgans, J. I., Yew, E. H. J., & Schmidt, H. G. (2011). Effect of worksheet scaffolds on student learning in problem-based learning. *Advances in Health Sciences Education*, 16(4), 517–528. <https://doi.org/10.1007/s10459-011-9288-1>
- Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (2015). Alignment of hands-on STEM engagement activities with positive STEM dispositions in secondary school students. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 898–909. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9572-6>
- Cresswell, J. W. (1994). *Research design qualitative and quantitative approaches*. Sage Publications.
- Dagar, V., & Yadav, A. (2016). Constructivism: A Paradigm for Teaching and Learning. *Arts and Social Sciences Journal*, 7(4), 66–70. <https://doi.org/10.4172/2151-6200.1000200>
- Dasopang, K., & Jahro, I. S. (2020). Pengembangan KIT Pembelajaran Dari Limbah Pada Materi Ikatan Kimia Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 2(2), 116. <https://doi.org/10.24114/jipk.v2i2.19816>
- Duda, H. J., & Newcombe, P. (2019). *Enhancing Different Ethnicity Science Process Skills : Problem-Based Learning through Practicum and Authentic Assessment*. 12(1), 1207–1222.
- Fuad, N. M., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Suarsini, E. (2017). Improving junior high schools' critical thinking skills based on test three different models of learning. *International Journal of Instruction*, 10(1), 101–116. <https://doi.org/10.12973/iji.2017.1017a>
- Großmann, N., & Wilde, M. (2019). Experimentation in biology lessons: guided discovery through incremental scaffolds. *International Journal of Science Education*, 41(6), 759–781. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1579392>
- Ian Abrahamsa and Robin Millar. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 1–25.
- Indriani, E., Sahputra, R., & Hadi, L. (2017). Pengembangan Media Komponen Instrumen Terpadu (Kit) Ikatan Kimia. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Untan*, 6(10), 211693.

- Jia, Q. (2010). A Brief Study on the Implication of Constructivism Teaching Theory on Classroom Teaching Reform in Basic Education. *International Education Studies*, 3(2), 197–199. <https://doi.org/10.5539/ies.v3n2p197>
- Karamustafaoğlu, S. (2011). *Improving the Science Process Skills Ability of Science Student Teachers*. 3(1), 26–38.
- Koretsky, M., Keeler, J., Ivanovitch, J., & Cao, Y. (2018). The role of pedagogical tools in active learning: a case for sense-making. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0116-5>
- Kristiani, K. D., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2017, August). Pengaruh pembelajaran STEM-PjBL terhadap keterampilan berpikir kreatif. In *Prosiding SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika)* (pp. 266-274).
- Likita, E. R., Maulina, D., & Sikumbang, D. (2020). An Analysis of Biology Oral Communication Skills and Cognitive Learning Outcomes: The Impact of Practicum-Based Two-Stay Two-Stray Learning Model. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 11(2), 111–120. <https://doi.org/10.24042/biosfer.v11i2.7451>
- Marzano, R. J. & Kendall, J. S. (2008). *Designing and Assessing Educational Objectives*. Corwin Press.
- Meilinda, M., Rustaman, N. Y., Firman, H., & Tjasyono, B. (2019). Does system think in climate change content needs formal operational? *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022065>
- Meilinda, Rustaman, N. Y., Firman, H., & Tjasyono, B. (2018). Development and validation of climate change system thinking instrument (CCSTI) for measuring system thinking on climate change content. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012046>
- Morgan, K., & Brooks, D. W. (2012). Investigating a Method of Scaffolding Student-Designed Experiments. *Journal of Science Education and Technology*, 21(4), 513–522. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9343-y>
- Morrison, J. 2006. *TIES STEM Education Monograph Series, Attributes of STEM Education*. Baltimore, MD: TIES.
- Nurulsari, N., Abdurrahman, & Suyatna, A. (2017). Development of soft scaffolding strategy to improve student's creative thinking ability in physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 909(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012053>
- Nuryani, Y. dan R. (2015). INTEGRASI ASPEK AFEKTIF-KOGNITIF MELALUI PEMBELAJARAN BIORESCOURCES BERORINTASI LOCAL WISDOM DAN BERPIKIR SISTEM UNTUK MEMBEKALI PERILAKU KONSERVASI MELALUI KLASIFIKASI-GENERALISASI.

Prosiding Seminar Nasional Biotik 2015, 1–11.

- Oktafiani, P., Subali, B., & Edie, S. S. (2017). Pengembangan alat peraga kit optik serbaguna (AP-KOS) untuk meningkatkan keterampilan proses sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 3(2), 189. <https://doi.org/10.21831/jipi.v3i2.14496>
- Ott, L. E; Kephart, K; Stolle-McAllister, K; and LaCourse, W. R. (2018). Students' understanding and perceptions of assigned team roles in a classroom laboratory environment. *Journal of College Science Teaching*, 47(4), 83-91\.
- Permanasari, A., & Hamidah, I. (2020). *The Profile of Science Process Skill (SPS) Student at Secondary High School (Case Study in Jambi)*. November.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *The Psychology of The Child*. Basic Book Inc Harper.
- Puspitasari, E. D., Susilo, M. J., Febrianti, N., & Dahlan, U. A. (2019). *Developing psychomotor evaluation instrument of biochemistry practicum for university students of biology education*. 5(1), 1–9.
- Putri, N. S. dan W. W. (2018). *Pengembangan Kit Ipa Sederhana Materi Pemuaian Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas Vii Smp Negeri 2 Panggul*. 70, 442-.
- Rangkuti, A. N. (2014). Konstruktivisme dan Pembelajaran Matematika. *Jurnal Ilmu Kependidikan Dan Keislaman (Darul 'Ilmi)*., 2(2), 61–67.
- Rhedana, W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239 – 2253.
- Richmond, B. (1993). *Systems thinking : critical thinking skills for the 1990s and beyond*. 9(2), 113–133.
- Rima, R., Munandar, A., & Anggraeni, S. (2020). Pengembangan kegiatan praktikum pemodelan efek rumah kaca untuk siswa SMA pada materi perubahan lingkungan. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 3(1), 34–38. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v3i1.23308>
- Roychoudhury, A., Shepardson, D., Hirsch, A., Niyogi, D., Mehta, J., & Top, S. (2017). The Need to Introduce System Thinking in Teaching Climate Change. *Science Educator*, 25(2), 73–81.
- Saregar, A., Irwandani, Abdurrahman, Parmin, Septiana, S., Diani, R., & Sagala, R. (2018). Temperature and heat learning through SSCS model with scaffolding: Impact on students' critical thinking ability. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 6(3), 39–52. <https://doi.org/10.17478/JEGYS.2018.80>
- Schnittka, C. G., Evans, M. A., Won, S. G. L., & Drape, T. A. (2016). After-

School Spaces: Looking for Learning in All the Right Places. *Research in Science Education*, 46(3), 389–412.

Statis, M. L. (2014). 2) 3) 2).

Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education [Consideraciones para enseñar educación STEM integrada]. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34.

Subramaniam, M.M., Ahn, J., Fleischmann, K. R., & Druin, A. 2012. Reimagining The Role Of School Libraries In STEM Education: Creating Hybrid Spaces For Exploration. *The Library Quarterly*, 82(2), 161-182.

Sugiono, S. (2016). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan r & d. *Bandung: Alfabeta*.

Suryaningsih, H., Medriati, R., Purwanto, A., Studi, P., Fisika, P., Mipa, J. P., Keguruan, F., Ilmu, D., Universitas, P., Jalan, B., Kandang, R., & Bengkulu, L. (2021). *PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS SCAFFOLDING BERORIENTASI BERPIKIR KRITIS PADA MATERI HUKUM NEWTON DI SMA NEGERI KOTA BENGKULU*.

Suryaningsih, Y. (2017). PEMBELAJARAN BERBASIS PRAKTIKUM SEBAGAI SARANA SISWA UNTUK BERLATIH MENERAPKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DALAM MATERI BIOLOGI. *Jurnal Bio Educatio*, 2(2), 49–57. <https://core.ac.uk/download/pdf/228883707.pdf>

Taylor. (1993). Vygotskian Influences in Mathematics Education with Particular Reference to Attitude Development. *Journal Focus o Learning Mathematics*, 15(2), 3–17.

Tiaradipa, S., Lestari, I., Effendi, M. H., & Rusdi, M. (2020). The Development Scaffolding in Inquiry-Based Learning to Improve Students' Science Process Skills in The Concept of Acid and Base Solution. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 5(2), 211–221. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v5i2.42420>

Unesco. (2018). *The Future of Education and Skills: Education 2030*. [https://www.oecd.org/education/2030/E2030 Position Paper \(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)

Usmeldi, U., & Amini, R. (2021). Pelatihan Penggunaan KIT IPA dan Pengembangan LKPD Berbasis Praktikum untuk Guru IPA. *Jurnal Abdimas Prakasa Dakara*, 1(2), 56–65. <https://doi.org/10.37640/japd.v1i2.1010>

Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and Language*. MA: MIT Press.

Wahyuni, H. S., & Rosana, D. (2019). Physics Props Development based on Personal Desk Laboratory System to Improve Creative Thinking Ability and Students' Scientific Attitude. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012032>