

**PENGEMBANGAN MODEL *PROJECT BASED LEARNING* BERBASIS STEMS
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN 4C SISWA
PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI DI SMA**

DISERTASI



OLEH

SUCI FAJRINA
NIM. 18169022

Ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan
dalam memperoleh gelar Doktor Ilmu Pendidikan

**PROGRAM STUDI ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM DOKTOR
PASCASARJANA
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

ABSTRACT

Suci Fajrina. 2021. Development of STEMS-Based Project Learning Model to Improve Students' 4C Skills of High School Biology Learning. Dissertation. Postgraduate Program of Universitas Negeri Padang.

The results of preliminary research indicate that students' 4C skills are still low, because biology learning which should emphasize active student involvement by designing STEMS-based projects has not been carried out optimally. In an effort to overcome this problem, a STEMS-based project learning model for biology learning in high school was developed. This study uses the Plomp development design which consists of preliminary research, prototyping phase, and assessment phase. In the preliminary research stage, the analysis of the characteristics of the high school biology learning model, curriculum analysis, analysis of student characteristics, and analysis of learning materials was carried out. In the prototyping phase, a prototype learning model design is carried out which includes syntax, social systems, reaction principles, support systems, instructional impacts and accompaniments which are then tested for validity, practicality, and effectiveness tests. In the assessment phase, field trials are conducted to measure the effectiveness of the developed model. The research data from the validity test was obtained through the validation sheet of the learning model. The research data from the practicality test was obtained through observation sheets on the implementation of learning, questionnaires for teacher and student responses. The research data from the effectiveness test was obtained from the student's 4C skill assessment. The results of the preliminary research stage on the analysis of the characteristics of the high school biology learning model showed that biology learning should emphasize student involvement through project-making activities. Curriculum analysis found that the curriculum that became the basis for high school biology learning was the 2013 curriculum. Material analysis obtained biology learning materials about environmental pollution. The results of the research at the prototyping phase obtained syntax, social systems, reaction principles, support systems, instructional impacts and accompaniments which were designed to follow the steps of a STEMS-based project learning model to improve 4C skills. The results of the assessment phase research on the validity test obtained the average percentage of each aspect in the model book, teacher book, and student book, respectively (3.98); (4, 06); and (4.47) with valid criteria. The results of the analysis of the model practicability test based on the observation of the implementation of learning obtained an average of 4.06, the practicality questionnaire according to the teacher 4.21, and the practicality questionnaire according to the students 4.20 with practical criteria. Furthermore, the results of the effectiveness test through descriptive analysis, are effective for improving students' 4C skills.

ABSTRAK

Suci Fajrina. 2021. Pengembangan model *Project based Learning* berbasis STEMS untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi di SMA. Disertasi. Pascasarjana Universitas Negeri Padang.

Hasil riset awal menunjukkan masih rendahnya keterampilan 4C pada diri siswa, karena pembelajaran biologi yang seharusnya menekankan keterlibatan aktif siswa dengan merancang proyek berbasis STEMS belum dilakukan secara optimal. Upaya mengatasi masalah ini dikembangkan model *project based learning* berbasis STEMS pada pembelajaran biologi di SMA. Penelitian ini menggunakan desain pengembangan Plomp yang terdiri dari yang terdiri dari *preliminary research*, *prototyping phase*, *assessment phase*. Tahap *preliminary research* dilakukan analisis karakteristik model pembelajaran biologi SMA, analisis kurikulum, analisis karakteristik siswa, dan analisis materi pembelajaran. Tahap *prototyping phase* dilakukan desain prototipe model pembelajaran yang meliputi sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, dampak instruksional dan pengiring yang selanjutnya dilakukan uji validitas, praktikalitas, dan uji efektivitas. Tahap *assessment phase* dilakukan uji coba lapangan untuk mengukur tingkat efektivitas model yang dikembangkan. Data penelitian dari uji validitas diperoleh melalui lembar validasi model pembelajaran. Data penelitian dari uji praktikalitas diperoleh melalui lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, angket respon guru dan siswa. Data penelitian dari uji efektivitas diperoleh dari penilaian keterampilan 4C siswa. Hasil penelitian tahap *preliminary research* pada analisis karakteristik model pembelajaran biologi SMA diperoleh bahwa pembelajaran biologi harus menekankan pada keterlibatan siswa melalui aktivitas membuat proyek. Analisis kurikulum diperoleh bahwa kurikulum yang menjadi landasan pembelajaran biologi SMA adalah Kurikulum 2013. Analisis materi diperoleh materi pembelajaran biologi tentang pencemaran lingkungan. Hasil penelitian pada tahap *prototyping phase* diperoleh sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, dampak instruksional dan pengiring yang dirancang mengikuti langkah-langkah model *project based learning* berbasis STEMS untuk meningkatkan keterampilan 4C. Hasil penelitian tahap *assessment phase* pada uji validitas diperoleh persentase rata-rata tiap aspek pada buku model, buku guru, dan buku siswa berturut-turut pada adalah (3,98); (4, 06); dan (4,47) dengan kriteria valid. Hasil analisis uji praktikalitas model berdasarkan observasi keterlaksanaan pembelajaran diperoleh rata-rata 4,06, angket kepraktisan model menurut guru 4,21, dan angket kepraktisan menurut siswa 4,20 dengan kriteria praktis. Selanjutnya hasil uji efektivitas melalui analisis deskriptif, efektif untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa.

LEMBAR PENGESAHAN DISERTASI

Dengan persetujuan Komisi Promotor/Pembahas /Penguji telah disahkan Disertasi
atas nama :

Mahasiswa : Suci Fajrina
NIM : 18169022

melalui ujian terbuka pada tanggal 26 Agustus 2021

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Negeri Padang



Prof. Yenni Rozimela, M.Ed., Ph.D.
NIP. 19620919 198703 2 002

Ketua Program Studi

Prof.Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc
NIP. 19660430 199001 1 001

PERSETUJUAN KOMISI PROMOTOR/ PENGUJI

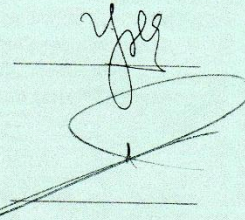
Mahasiswa : Suci Fajrina
NIM : 18169022

Komisi Promotor/Penguji

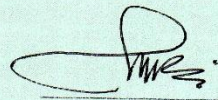
1. Prof. Dr. Lufri, M. S.
(Ketua Promotor/Penguji)



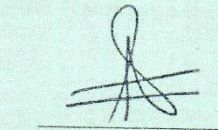
2. Dr. Yuni Ahda, M. Si.
(Promotor/Penguji)



3. Prof. Dr. Azwar Ananda, M. A.
(Pembahas/Penguji)



4. Dr. Syamsurizal, M. Biomed.
(Pembahas/Penguji)



5. Prof. Dr. Drs. Aceng Ruyani, M.S.
(Penguji dari Luar)

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, Disertasi dengan judul “Pengembangan model *Project based Learning* berbasis STEMS untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi di SMA” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Negeri Padang maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan Tim Promotor.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Penyajian ini saya buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak benaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan yang berlaku.

Padang, September 2021
Saya yang menyatakan



Suci Fajrina
18169022

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa selalu melimpahkan berkat rahmat dan hidayahNya, hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan disertasi yang berjudul “Pengembangan model *Project based Learning* berbasis STEMS untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi di SMA”. Shalawat beriring salam tak lupa buat Nabi Muhammad SAW.

Penulisan disertasi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi pada Program Studi S3 Ilmu Pendidikan Program Pascasarjana Universitas Negeri Padang. Penulisan dan penyelesaian disertasi ini, tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Lufri, M.S. selaku Promotor dan Dr. Yuni Ahda, M. Si. selaku Co-Promotor yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini tanpa kendala yang cukup berarti.
2. Prof. Dr. Azwar Ananda, M. A., dan Dr. Syamsurizal, M. Biomed., Prof. Dr. Drs. Aceng Ruyani, M.S. sebagai tim pembahas/ penguji yang telah memberi masukan dan kritikan untuk perbaikan agar disertasi ini menjadi lebih baik.
3. Prof. Dr. Yasnur Asri, M. Pd., Dr. Darmansyah, ST, M.Pd., Dr. Ramadhan Sumarmin, M.Si., Dr. Milya Sari, S.Pd, M.Si., Dr. Khairani, M. Pd., dan Dr. Ishak Aziz, M. Pd., sebagai tim validator produk dan instrumen penelitian.
4. Prof. Ganefri, Ph.D., sebagai rektor Universitas Negeri Padang yang telah memotivasi mahasiswa dan memfasilitasi penyelesaian disertasi mahasiswa program pascasarjana.
5. Prof. Dra. Yeni Rozimela, M. Ed., Ph. D., Prof. Dr. Atmazaki, M. Pd., dan Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M. Pd, M. Sc., sebagai direktur, wakil direktur I dan ketua Program Studi S3 Universitas Negeri Padang yang telah membuat kebijakan, menerapkan kebijakan, dan memberikan kemudahan administrasi dalam penyelesaian disertasi.

6. Dra. Nurhayati, Dra. Sivia Rosnani, Yunita, S.Pd, MM., sebagai Kepala SMAN 3 Payakumbuh, SMA Xaverius Bukittinggi, dan SMAN 1 Pulau Punjung yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di sekolah yang dipimpin.
7. Bapak Illahi Robby, S. Pd., Nella Amri, S. Pd., dan Yonita Rahmi, M. Pd., sebagai guru biologi kelas X di SMAN 3 Payakumbuh, SMAN 1 Pulau Punjung, dan SMA Xaverius Bukittinggi yang sangat kooperatif dan membantu teknis penelitian di lapangan.
8. Siswa di SMAN 3 Payakumbuh, SMAN 1 Pulau Punjung, dan SMA Xaverius Bukittinggi yang telah berkenan menjadi responden dan sampel pada penelitian ini.
9. Kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dorongan penulis dalam penyusunan disertasi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Teristimewa ucapan terima kasih kepada ibunda tercinta Hj. Candra Evawita, S.Pd., ayahanda tercinta H. Drs. Yazirman Murad, M. Pd., suami tercinta BRIGADIR Mubdiul Rozaq, S. Pd., ananda tercinta Rumaiza Azkadina dan Muhammad Rozaq As Sudan, serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa dan motivasi untuk penyelesaian disertasi ini. Penulis menyadari bahwa penulisan disertasi ini belum sempurna, karena keterbatasan pada penulis. Untuk itu, penulis dengan ikhlas menerima semua saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan tulisan ini. Mudah-mudahan penelitian ini dapat bermanfaat bagi dunia pendidikan. Amin.

Padang, Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERSETUJUAN KOMISI.....	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	9
D. Karakteristik Produk yang Diharapkan.....	10
E. Pentingnya/ Manfaat Penelitian	14
F. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian.....	14
G. Definisi Istilah.....	16
BAB II KAJIAN PUSTAKA	19
A. Landasan Teori.....	19
1. Teori Belajar yang Mendasari Model <i>Project Based Learning</i> berbasis STEMS.....	19
2. Model Pembelajaran	24
3. Model Project Based Learning (PjBL)	28
4. Pendekatan STEMS	31
5. Keterampilan 4C Siswa	38
6. Keterkaitan Model <i>Project Based Learning</i> , STEMS, dan Keterampilan 4C	49
B. Penelitian Relevan.....	57

C. Kerangka Berpikir.....	59
BAB III METODE PENELITIAN.....	60
A. Model Penelitian Pengembangan.....	60
B. Prosedur Penelitian.....	61
1. Fase Penelitian Awal (<i>Preliminary Research</i>)	61
2. Tahap Prototipe (<i>Prototyping Phase</i>).....	64
3. Tahap Penilaian (<i>Assessment Phase</i>).....	69
C. Teknik Pengumpulan Data.....	72
1. Instrumen Validitas.....	73
2. Instrumen Praktikalitas	76
3. Instrumen Efektifitas	78
D. Teknik Analisis Data.....	86
1. Analisis Data Uji Validitas dan Praktikalitas	86
2. Analisis Data Uji Efektivitas	86
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	89
A. Hasil Tahap Penelitian Pendahuluan (<i>Preliminary Research</i>).....	89
B. Hasil Tahap Pengembangan (<i>Prototyping Phase</i>)	106
C. Hasil Tahap Penilaian (<i>Assessment Phase</i>).....	131
D. Pembahasan.....	145
BAB V KESIMPULAN IMPLIKASI DAN SARAN	170
A. Kesimpulan	170
B. Implikasi.....	171
C. Saran.....	172
DAFTAR PUSTAKA	173

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kriteria Keterampilan Berpikir Kritis	40
2. Kriteria Keterampilan Berpikir Kreatif.....	42
3. Perbedaan Sintaks Model PjBL berbasis STEM dengan PjBL berbasis STEMS	54
4. Tahapan Pengembangan model <i>Project based Learning</i> berbasis STEMS.....	60
5. Nama dan Kepakaran Tim Validator Instrumen Penelitian	67
6. Nama dan Kepakaran Tim Validator Produk Penelitian.....	68
7. Rincian Sampel Penelitian Uji Lapangan (<i>Field Test</i>)	70
8. Teknik Pengumpulan Data.....	72
9. Aspek Penilaian Buku Model <i>Project based Learning</i> berbasis STEMS.....	73
10. Aspek Penilaian Buku Guru Model <i>Project based Learning</i> berbasis STEMS	74
11. Indikator Penilaian Buku Siswa	75
12. Hasil Validasi Instrumen <i>Expert Review</i>	76
13. Indikator Instrumen Praktikalitas Buku Siswa	77
14. Indikator Keterlaksanaan Model <i>Project based Learning</i> berbasis STEMS	77
15. Hasil Validasi Instrumen Praktikalitas.....	78
16. Kriteria Keterampilan Berpikir Kritis	79
17. Kriteria Keterampilan Berpikir Kreatif.....	80
18. Hasil Validasi Instrumen Uji Efektivitas	82
19. Hasil Uji Validitas Instrumen dengan Formula Aiken's.....	83
20. Komentar dan Saran Tim Validator Terhadap Instrumen Penelitian.....	84
21. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Penelitian.....	85
22. Interpretasi Hasil Validasi/ Praktikalitas Produk Penelitian	86
23. Desain Penelitian dalam Uji Efektivitas Model PjBL berbasis STEMS	87
24. Hipotesis Penelitian	88
25. Indikator Pencapaian Kompetensi	93
26. Rincian Kegiatan Pembelajaran dengan Model PjBL berbasis STEMS	112
27. Rincian Unsur STEMS dalam Kegiatan Pembelajaran	114
28. Catatan <i>Obvious Error</i> pada Prototipe 1 Produk Penelitian	118
29. Hasil Analisis Prototipe 2 Buku Model	119
30. Hasil Analisis Validasi Prototipe 2 buku guru	120
31. Hasil Analisis Validasi Prototipe 2 buku siswa	121
32. Komentar dan Saran Tim Validator Terhadap Prototipe 2	122
33. Hasil Analisis Praktikalitas Prototipe 3 Buku Siswa	127
34. Komentar dan Saran Siswa dalam <i>One to one Evaluation</i>	127
35. Hasil Analisis Praktikalitas Prototipe 4 Buku Siswa	129
36. Hasil Analisis Praktikalitas Model <i>Project based Learning</i> berbasis STEMS.....	130
37. Hasil Analisis Praktikalitas Buku Guru	131
38. Hasil Uji Normalitas Keterampilan 4C Siswa	142
39. Hasil Uji Homogenitas Keterampilan 4C Siswa.....	143
40. Hasil Uji T Keterampilan 4C Siswa.....	144
41. Saran Dari Guru pada Tahap <i>Assessment Phase</i>	168

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tingkat Keterampilan 4C Siswa	3
2. Kerangka Berpikir.....	59
3. Evaluasi Formatif (Tassmer, 1993).....	66
4. Prosedur Pengembangan	71
5. Hasil Keterampilan 4C Siswa	92
6. Hasil Analisis Respon Angket Karakteristik Siswa.....	96
7. Sintaks Model <i>Project based Learning</i> berbasis STEMS.....	109
8. Prototipe Awal dari Tiga Jenis Produk Intervensi	117
9. Desain Cover Buku Siswa STEMS Sebelum dan Sesudah Revisi	123
10. Perbaikan Tabel Sistem Sosial Model	125
11. Perbaikan Gambar 1 pada LKPD Buku Siswa	126
12. Hasil revisi pada buku siswa setelah one to one evaluation	128
13. Kegiatan <i>small group evaluation</i>	129
14. Kegiatan Pembelajaran pada Tahap <i>Reflection</i>	132
15. Kegiatan Pembelajaran pada Tahap <i>Research</i>	133
16. Kegiatan Pembelajaran pada Tahap <i>Discovery</i>	133
17. Siswa Sedang Membuat Proyek Di Luar Jam Pelajaran Sekolah.....	134
18. Kegiatan Pembelajaran pada Tahap <i>Application</i>	135
19. Kegiatan Pembelajaran pada Tahap <i>Communication</i>	135
20. Kegiatan pada Tahap <i>Dedication</i>	136
21. Perbandingan Capaian Keterampilan 4C pada Eksperimen dan Kontrol	137
22. Produk Berupa Alat Destilator Sederhana	139
23. Hasil Penilaian Produk Siswa	140
24. Hasil Penilaian Kegiatan Pengabdian	141

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Penelitian.....	181
2. Dokumentasi Penelitian	182
3. Hasil Analisis Observasi Awal Keterampilan 4C Siswa	193
4. Format Wawancara untuk Guru Biologi.....	197
5. Lembar Validasi Instrumen.....	200
6. Analisis Data Hasil Validasi Instrumen Penelitian	206
7. Reliabilitas Instrumen Penelitian	207
8. Instrumen Validasi Produk Buku Model	211
9. Analisis Data Hasil Validasi Buku Model	217
10. Instrumen Validasi Buku Guru Model.....	219
11. Analisis Data Hasil Validasi Buku Guru	223
12. Instrumen Validasi Buku Siswa Model	225
13. Analisis Data Hasil Validasi Buku Siswa	229
14. Instrumen Praktikalitas Buku Siswa	232
15. Analisis Data Hasil Uji Praktikalitas Buku Siswa	235
16. Hasil Analisis Uji Praktikalitas Buku Guru	238
17. Instrumen Praktikalitas Model Project Based Learning Berbasis STEMS.....	240
18. Analisis Data Hasil Uji Praktikalitas Model	243
19. Instrumen Uji Efektivitas	246
20. Data Penelitian Keterampilan 4C.....	258
21. Penilaian Produk Peserta Didik	289
22. Penilaian Kegiatan Pengabdian Peserta Didik	298
23. Uji Normalitas Data Keterampilan Berpikir Kritis	304
24. Uji Normalitas Data Keterampilan Berpikir Kreatif.....	307
25. Uji Normalitas Data Keterampilan Berkomunikasi.....	310
26. Uji Normalitas Data Keterampilan Berkolaborasi	313
27. Uji Homogenitas Data.....	316
28. Hasil Analisis Uji T	320
29. Surat Keterangan Penelitian.....	325

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Tantangan pendidikan bangsa Indonesia pada abad ke-21 ini adalah menyiapkan generasi yang proaktif, kreatif, dan luwes. Trilling & Fadel menyatakan bahwa untuk dapat bersaing pada abad ke-21 seseorang harus memiliki keterampilan media informasi dan teknologi, keterampilan hidup, keterampilan berkarir, keterampilan belajar, dan keterampilan berinovasi (Trilling & Fadel, 2018). Keterampilan belajar dan berinovasi meliputi *critical thinking*, *creativity*, *communication*, dan *collaboration* atau dikenal dengan sebutan keterampilan 4C. Keterampilan 4C ini sesuai dengan kemampuan yang ingin dituju dengan Kurikulum 2013 yaitu peserta didik mampu untuk menjawab tantangan dan persoalan yang dihadapi dimasa depan (Kemendikbud, 2016).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan rendahnya keterampilan 4C yang dimiliki oleh lulusan pendidikan di Indonesia (OECD, 2019; Optimism & Hit, 2018; TIMSS, 2016; Trilling & Fadel, 2018). Trilling & Fadel (2018) mengungkapkan tamatan sekolah menengah di Indonesia masih kurang kompeten dalam hal berpikir kritis, mengatasi masalah, manajemen proyek, berkomunikasi secara lisan maupun tertulis, berkolaborasi, dan menggunakan teknologi. Selain itu, ASEAN Business Outlook Survey (2014) juga menyatakan bahwa Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki tenaga kerja dengan keterampilan (*soft skills*) yang masih rendah.

Data PISA tahun 2018 menunjukkan nilai rata-rata sains Indonesia masih rendah. Indonesia ada pada peringkat 70 dari 78 negara (OECD, 2019). Data TIMSS

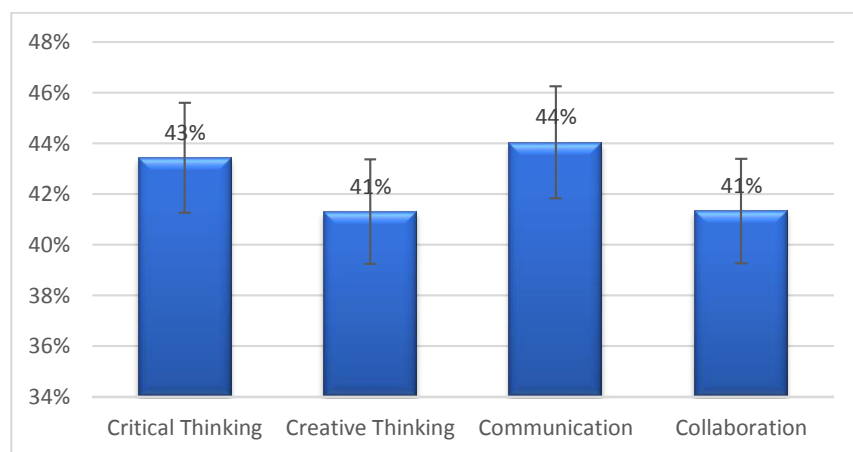
tahun 2015 juga menunjukkan prestasi peserta didik Indonesia bidang sains juga masih rendah, yaitu peringkat 36 dari 39 negara (TIMSS, 2016). Rendahnya hasil PISA Indonesia disebabkan oleh kualitas guru yang dianggap dapat menghambat proses pembelajaran. Hasil studi PISA tahun 2018 menunjukkan bahwa guru di Indonesia tidak fleksibel dalam pembelajaran, sering menolak pembaharuan, tidak mempersiapkan rancangan pembelajaran dengan baik, dan tidak mengerti kebutuhan siswa pada proses pembelajaran (OECD, 2019).

Rendahnya keterampilan 4C siswa juga ditunjukkan dari hasil observasi di SMAN 4 Padang, SMA Xaverius Bukittinggi, SMAN 3 Payakumbuh, dan SMAN 1 Pulau Punjung pada November 2019. Hasil wawancara dengan guru biologi menunjukkan bahwa rendahnya keterampilan 4C siswa disebabkan oleh pola pembelajaran konvensional yang masih mendominasi. Pembelajaran konvensional masih sering digunakan karena guru belum terbiasa dengan model pembelajaran kekinian yang secara sintaks memiliki berbagai kekhasan dan ketentuan. Siswa juga sudah terbiasa melaksanakan pembelajaran konvensional sehingga tidak terbiasa diberi pembelajaran dengan model pembelajaran kekinian. Faktor kebiasaan ini harus segera dihilangkan karena akan memberikan dampak negatif bagi guru, siswa maupun kualitas pembelajaran.

Hasil penelitian Appuswamy & Moolenbroek (2012) menyatakan pembelajaran konvensional menyebabkan rendahnya keterampilan 4C siswa. Pada pembelajaran konvensional, guru lebih banyak memberikan penjelasan kepada peserta didik sehingga keterampilan siswa untuk berpikir secara kritis dan kreatif tidak dapat distimulasi secara maksimal. Komunikasi pada pembelajaran konvensional lebih

banyak satu arah sehingga tidak mampu meningkatkan keterampilan berkomunikasi dan berkolaborasi siswa.

Hasil angket analisis keterampilan 4C siswa di SMAN 4 Padang, SMA Xaverius Bukittinggi, SMAN 3 Payakumbuh, dan SMAN 1 Pulau Punjung juga menunjukkan bahwa pembelajaran konvensional belum memberikan dampak yang berarti terhadap keterampilan 4C siswa, seperti yang ditunjukkan grafik pada Gambar 1.



Gambar 1. Tingkat Keterampilan 4C Siswa

Berdasarkan hasil angket tersebut, diperoleh rata-rata masing-masing indikator keterampilan 4C siswa masih dalam kategori rendah dan secara keseluruhan persentase tingkat keterampilan 4C siswa hanya 42,52 %. Padahal keterampilan 4C ini sesuai dengan kemampuan yang dituju dengan Kurikulum 2013.

Model pembelajaran yang mendukung pengembangan keterampilan 4C sudah banyak digunakan. Salah satu contohnya adalah model *Project-Based Learning* (Kemendikbud, 2016). Model *Project-Based Learning* sesuai dengan tuntutan abad 21 karena mampu meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi terutama keterampilan 4C (Buck Institute Education, 2013; Patton, 2012). Model PjBL juga

mampu meningkatkan kompetensi sosial-emosional dan prestasi siswa (Mahasneh & Alwan, 2018; Quint & Condliffe, 2018; Ummah *et al.*, 2019). Model PjBL juga terbukti efektif dalam pembelajaran (Asy'ari *et al.*, 2019; Nunaki *et al.*, 2019; Siswono *et al.*, 2018).

Namun, hasil penelitian Appuswamy & Moolenbroek (2012) menyimpulkan bahwa model PjBL belum terlaksana secara optimal di sekolah. Pada model PjBL, siswa dituntut untuk membuat sebuah proyek. Proyek yang dibuat siswa merupakan solusi dari permasalahan nyata yang ada di lingkungan sekitar. Namun, siswa biasanya kurang mampu menghubungkan teori yang dipelajari dengan permasalahan yang ada di dunia nyata. Siswa tidak terbiasa melihat permasalahan di lingkungan sekitar yang berhubungan dengan materi yang sedang dipelajari. Padahal permasalahan yang ada di dunia nyata begitu kompleks sehingga siswa harus melalui proses berpikir sistematis untuk dapat menjawab permasalahan yang ada. Akibatnya, siswa juga mengalami kesulitan dalam menemukan solusi dan merancang proyek untuk menyelesaikan permasalahan (Capraro *et al.*, 2013).

Appuswamy & Moolenbroek (2012) menyatakan permasalahan dunia nyata yang begitu kompleks tidak bisa hanya diselesaikan dengan domain biologi saja. Permasalahan tersebut biasanya dapat diselesaikan dengan menerapkan berbagai disiplin ilmu. Capraro, *et al* (2013) juga menyatakan bahwa siswa dapat memecahkan masalah dengan menguasai *science* yang menjelaskan berbagai hubungan di antara konsep fisika, kimia, dan biologi. Siswa juga harus menguasai teknologi yang merupakan sebuah inovasi dan modifikasi lingkungan alam untuk menghasilkan jawaban dari permasalahan dunia nyata (Dugger, 2010). Siswa harus menguasai matematika karena siswa butuh perhitungan dalam merancang proyek. Matematika

mengacu pada proses menaruh informasi detail dalam mendesain proyek (Levin, 1997). Model PjBL juga berhubungan erat dengan teknik karena teknik adalah aplikasi konsep dari sains, teknologi, dan matematika untuk memecahkan masalah yang kompleks dengan cara yang sistematis (Capraro *et al.*, 2013).

Atas dasar ini, perlu ada model PjBL berbasis pendekatan *science, technology, engineering, dan mathematics* (STEM). Next Generation Science Standards (2019) juga mengungkapkan pembelajaran biologi sangat berhubungan dengan prinsip-prinsip *science, technology, engineering, dan mathematics* (STEM). Fajrina, *et al* (2020) menyatakan bahwa pendekatan STEM dapat meningkatkan keterampilan 4C siswa. Perrenet (2003) juga menyatakan bahwa model PjBL sangat sesuai dengan pendekatan STEM. Proyek yang dikerjakan siswa dapat membuat siswa lebih cepat memahami dan menghadapi permasalahan dunia nyata secara sistematis (Bhakti *et al.*, 2018). Hal ini pada dasarnya sangat mendukung bahwa guru seharusnya menggunakan model PjBL berbasis pendekatan STEM untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa.

Penelitian tentang model PjBL berbasis STEM telah banyak dilakukan oleh para peneliti. Capraro, *et al* (2013) telah meneliti bahwa model PjBL dianggap paling sesuai diimplementasikan dengan menggunakan pendekatan STEM. Disamping itu, Hanif, Wijaya & Winarno (2019) menyatakan model PjBL berbasis STEM juga memberikan dampak yang baik pada keterampilan 4C siswa. Selain itu, Rush (2010) mengungkapkan bahwa proses pembelajaran model PjBL berbasis STEM yang paling efektif terdiri dari lima tahapan yang terdiri dari *reflection, research, discovery, application, communication*.

Namun, tahapan model PjBL berbasis STEM ini memiliki kelemahan. Proyek (solusi) yang dibuat oleh siswa untuk mengatasi permasalahan dikehidupan nyata tidak

disosialisasikan kepada masyarakat yang mengalami permasalahan. Jika siswa mengaplikasikan solusi hanya untuk dirinya sendiri dan tidak didedikasikan untuk masyarakat luas, maka proyek (solusi) yang dirancang menjadi kurang efektif dan bermanfaat. Hal tersebut juga didukung oleh pendapat Wagner, McCormick and Martinez (2017) yang menyatakan bahwa pada pembelajaran biologi cakupan STEM jauh lebih luas karena siswa menghubungkan permasalahan yang ada dengan dampak di lingkungan dan masyarakat. Oleh karena itu, siswa sebaiknya mensosialisasikan dan mendedikasikan produk yang dihasilkan kepada masyarakat luas agar masyarakat ikut mendapatkan solusi terhadap permasalahan yang terjadi pada kehidupan nyata.

Menurut Weber, sesuatu yang bisa memberikan sumbangan kepada perbaikan masyarakat dapat dikategorikan kedalam unsur *social* (D. Johnson, 1986). Model PjBL berbasis STEM tidak memiliki unsur *social* yang bertujuan untuk mensosialisasikan dan mendedikasikan produk yang dihasilkan kepada masyarakat luas agar masyarakat ikut mendapatkan solusi dari permasalahan yang terjadi didalam kehidupan. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini ditambahkan unsur *social* pada pendekatan STEM untuk menjawab kekurangan Model PjBL berbasis STEM yang telah ada. Unsur inilah yang menjadi kebaruan (*novelty*) dalam penelitian ini.

Beberapa inovasi tentang STEM telah dilakukan oleh para peneliti dalam menjawab kekurangan dari pendekatan STEM tersebut. Birney dan McNamara (2018) mengembangkan model pembelajaran STEM+Career untuk menciptakan tenaga kerja melalui proyek berbasis masyarakat. Chahine & Beer (2021) mengembangkan model *ethno*-STEM yang merujuk pada prinsip-prinsip kearifan lokal. Ward (2015) mengembangkan model STEM+Education Outreach yang menekankan pentingnya pembelajaran berorientasi tujuan atau penilaian. Utami (2017) mengembangkan

STEM+Animation berbasis kearifan lokal pada pembelajaran fisika. Wu (2019) mengembangkan program STEAM melalui kolaborasi komunitas. Berbagai inovasi STEM tersebut belum ada yang menambahkan unsur sosial sehingga bisa menjadi kebaruan untuk diteliti dalam ruang lingkup internasional.

Unsur sosial yang ditambahkan pada pendekatan STEM sangat sesuai dengan pemikiran perspektif struktural fungsional. Pemikiran perspektif struktural fungsional menyatakan bahwa tujuan pendidikan yaitu membuat peserta didik mampu bersosialisasi sebagai anggota masyarakat dan bisa tampil sebagai bagian dari warga negara yang produktif (Ritzer, 2012). Dalam perspektif teori fungsional struktural ini masyarakat didefinisikan sebagai suatu sistem sosial yang terdiri dari elemen-elemen atau bagian-bagian yang memiliki peran masing-masing dan saling menyatu dalam keseimbangan (Purnomo, 2014). Perubahan yang terjadi pada suatu bagian akan membawa dampak atau perubahan terhadap bagian lainnya (Poloma, 2007). Hal ini sangat sesuai dengan unsur sosial pada pendekatan STEMS dimana produk yang dihasilkan siswa harus disosialisasikan kepada masyarakat agar memberikan dampak yang positif terhadap permasalahan yang ada di lingkungan masyarakat.

Menurut Dhurkheim, setiap elemen di dalam suatu masyarakat memiliki satu fungsi, yaitu menyumbang pada bertahannya sistem itu dan setiap struktur sosial yang berfungsi didasarkan pada nilai masing-masing anggotanya (Dhurkheim, 1966). Hal ini sesuai dengan tujuan unsur sosial pada pendekatan STEMS karena peserta didik diharapkan memiliki fungsi sebagai bagian dari sistem di lingkungan masyarakat dengan menghasilkan sebuah produk untuk mengatasi permasalahan yang ada. Peserta didik juga diharapkan memberikan sumbangan kepada masyarakat dengan mensosialisasikan produk yang dihasilkan demi terwujudnya keseimbangan sosial.

Atas dasar ini, perlu ada model PjBL berbasis pendekatan *science, technology, engineering, mathematics, and social* (STEMS) yang diharapkan mampu meningkatkan keterampilan 4C siswa dalam menemukan dan mendedikasikan atau mensosialisasikan produk untuk menyelesaikan permasalahan nyata ditengah masyarakat. Sosialisasi produk kepada masyarakat merupakan salah satu bentuk dedikasi atau pengabdian siswa terhadap masyarakat yang sesuai dengan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 yang membahas tentang Sistem Pendidikan Nasional.

Model PjBL berbasis STEMS cocok dengan karakteristik siswa SMA yang berusia 15-17 tahun karena mereka sudah mempelajari berbagai unsur yang ada pada STEMS pada mata pelajaran lainnya. Siswa diharapkan mampu mengintegrasikan unsur-unsur STEMS dalam menjawab permasalahan yang kompleks pada pembelajaran biologi. Berdasarkan permasalahan-permasalahan di atas maka dikembangkanlah sebuah model *project based learning* dengan menggunakan pendekatan *science, technology, engineering, mathematics, and social* (STEMS), yang disebut model *Project based Learning* berbasis STEMS untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi di SMA”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dipaparkan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah, ”Bagaimanakah proses pengembangan model *Project based Learning* berbasis STEMS untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi di SMA?”

Rumusan masalah secara khusus dirinci sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain model *Project based Learning* berbasis STEMS untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi di SMA?

2. Bagaimanakah validitas model *Project based Learning* berbasis STEMS yang dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi di SMA?
3. Bagaimanakah praktikalitas model *Project based Learning* berbasis STEMS yang dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi di SMA?
4. Bagaimanakah efektivitas model *Project based Learning* berbasis STEMS yang dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi di SMA?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan, tujuan umum penelitian ini adalah untuk menghasilkan model *Project based Learning* berbasis STEMS yang valid, praktis dan efektif. Secara khusus, tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mendesain model *Project based Learning* berbasis STEMS yang dapat meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi.
2. Mengungkapkan validitas model *Project based Learning* berbasis STEMS yang dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi.
3. Mengungkapkan praktikalitas model *Project based Learning* berbasis STEMS yang dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi.
4. Mengungkapkan efektivitas model *Project based Learning* berbasis STEMS yang dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan 4C siswa pada pembelajaran biologi.

D. Karakteristik Produk yang Diharapkan

Produk pengembangan yaitu model *Project based Learning* berbasis STEMS yang dikemas dalam bentuk: 1) buku model *Project based Learning* berbasis STEMS, 2) buku guru model *Project based Learning* berbasis STEMS, dan 3) buku siswa model *Project based Learning* berbasis STEMS.

Buku model pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan kebijakan Kurikulum 2013 yang menegaskan bahwa model *Project based Learning* sebaiknya dilakukan agar siswa mampu menghasilkan karya berbasis pemecahan masalah sehingga memiliki keterampilan 4C. Buku model ini dilengkapi dengan rasional yang menjelaskan tentang pola pikir peneliti dalam mengembangkan model *Project based Learning* berbasis STEMS. Pada buku model juga dijelaskan teori-teori belajar yang mendasari pengembangan model *Project based Learning* berbasis STEMS, karakteristik model *Project based Learning* berbasis STEMS, serta petunjuk pelaksanaan model *Project based Learning* berbasis STEMS. Dengan demikian, praktisi akan memahami dan dapat melaksanakan model tersebut dalam pembelajaran.

Komponen-komponen model *Project based Learning* berbasis STEMS yang ada pada buku model ini mengacu pada komponen-komponen model yang dikemukakan oleh Joyce dan Weil (1980) yang meliputi: (1) sintaks, (2) sistem sosial, (3) prinsip-prinsip reaksi, (4) sistem pendukung, (5) dampak instruksional dan dampak pengiring. Berikut dijelaskan karakteristik dari masing-masing komponen model.

1. Sintaks, yaitu urutan-urutan kegiatan pembelajaran (biasa juga disebut *fase*) dari awal sampai akhir. Sintaks pada model *Project based Learning* berbasis STEMS diadopsi dari sintaks pembelajaran yang dikemukakan oleh Laboy Rush (2010). Sintaks *Project based Learning* berbasis STEM dari Laboy Rush (2010) meliputi

reflection, research, discovery, application, dan communication. Berdasarkan tahap pembelajaran diatas peneliti melakukan modifikasi dengan menambahkan tahapan *dedication* (pengabdian) pada sintaks keenam (terakhir) untuk menuntun siswa dalam mensosialisasikan hasil proyeknya kepada masyarakat luas sehingga memiliki dampak yang besar terhadap permasalahan lingkungan. Tahap *dedication* ini diharapkan mampu menumbuhkan keterampilan siswa dalam menemukan dan mendedikasikan atau mensosialisasikan produk untuk menyelesaikan permasalahan nyata di tengah masyarakat. Sosialisasi produk kepada masyarakat merupakan salah satu bentuk dedikasi atau pengabdian siswa terhadap masyarakat sesuai dengan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 yang membahas tentang Sistem Pendidikan Nasional.

2. Prinsip-prinsip reaksi, gambaran tentang cara guru memandang atau merespon aktivitas siswa. Prinsip reaksi yang dikembangkan pada model *Project based Learning* berbasis STEMS adalah, (1) memfasilitasi proses pembelajaran, (2) membangkitkan motivasi belajar, (3) mengevaluasi proses pembelajaran, (4) mengaktifkan siswa untuk merefleksi diri, (5) memberikan bimbingan.
3. Sistem sosial menggambarkan peranan guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Sistem sosial yang dirancang dalam model *Project based Learning* berbasis STEMS adalah: (1) fasilitator, (2) motivator, (3) manager, (4) pembimbing, (5) kerjasama saling membantu, (6) tanggung jawab.
4. Sistem pendukung adalah segala sesuatu yang mendukung tercapainya tujuan dengan penerapan model. Kondisi yang diperlukan oleh model *Project based Learning* berbasis STEMS terdiri dari: a) buku model yang berisi tentang

komponen model, b) buku guru yang berisi: Silabus, RPP, materi ajar, serta instrumen penilaian, c) buku siswa berisi LKPD dan *handout*.

5. Dampak instruksional, dan dampak pengiring. Dampak instruksional adalah hasil belajar yang mengarahkan siswa pada tujuan yang diinginkan. Dampak pengiring adalah hasil belajar lainnya akibat terlaksananya suasana belajar yang dialami langsung oleh siswa. Dampak instruksional dari model *Project based Learning* berbasis STEMS ini adalah meningkatnya keterampilan 4C siswa. Instrumen keterampilan berpikir kritis berbentuk uraian. Data keterampilan berpikir kreatif, kolaborasi dan komunikasi lisan, masing-masing dikumpulkan dengan menggunakan lembar observasi. Sedangkan data keterampilan komunikasi tulisan diambil dari dokumentasi karya tulis siswa pada saat mengerjakan proyek.

Buku guru berisikan petunjuk bagi guru dalam memahami dan mengimplementasikan model *Project based Learning* berbasis STEMS pada pembelajaran biologi. Buku guru dilengkapi dengan silabus, RPP, materi ajar, serta instrumen penilaian. Buku guru mempunyai spesifikasi sebagai berikut ini.

1. Buku guru menggambarkan skenario proses pembelajaran yang akan dilaksanakan oleh guru, sesuai dengan sintaks model *Project based Learning* berbasis STEMS. Kegiatan yang akan dilaksanakan guru dalam proses pembelajaran dibuat dalam bentuk RPP. Buku guru juga dilengkapi dengan ringkasan materi, analisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural sesuai dengan topik materi biologi yang akan diajarkan.
2. Buku guru juga dilengkapi dengan alat evaluasi, kunci lembaran kegiatan/ kerja beserta rubrik penilaiannya dan kunci lembaran evaluasi. Juga dilengkapi dengan instrumen penilaian keterampilan berpikir kritis dan keterampilan berpikir kreatif

serta lembaran observasi keterampilan komunikasi dan kolaborasi siswa, kisi-kisi lembaran observasi, petunjuk pengisian lembaran observasi dan rubrik penilaian. Dengan demikian guru mempunyai pedoman dalam memberikan penilaian pada setiap aktifitas siswa.

Buku siswa berupa modul yang telah disusun berdasarkan sintaks model *Project based Learning* berbasis STEMS. Buku siswa berisikan petunjuk kerja untuk siswa dalam mengimplementasikan model *Project based Learning* berbasis STEMS. Spesifikasi Buku siswa adalah sebagai berikut ini.

1. Pada bagian awal buku siswa berisi petunjuk untuk siswa serta skenario pembelajaran model *Project based Learning* berbasis STEMS. Pada bagian ini dijelaskan kegiatan belajar yang dilakukan siswa sesuai sintaks atau langkah-langkah model *Project based Learning* berbasis STEMS, peran guru dan siswa, serta jenis assessmen yang dilakukan. Penjelasan ini bertujuan agar siswa lebih memahami perannya dalam pembelajaran model *Project based Learning* berbasis STEMS. Pembelajaran model *Project based Learning* berbasis STEMS berbantuan bahan ajar modul.
2. Modul disusun sebagai bahan ajar dalam pembelajaran model *Project based Learning* berbasis STEMS di SMA. Materi yang terdapat dalam modul mengacu kepada kurikulum 2013. Penyajian materi dirancang dengan menggunakan tahap-tahap model *Project based Learning* berbasis STEMS. Tahap-tahap *Project based Learning* berbasis STEMS terdiri dari enam tahapan. Tahap 1 *reflection*, tahap 2 *research*, tahap 3 *discovery*, tahap 4 *application*, tahap 5 *communication*, dan tahap 6 *dedication*.

E. Pentingnya/ Manfaat Penelitian

Tantangan bagi bangsa Indonesia pada abad 21 adalah memiliki keterampilan 4C yang merupakan salah satu kunci keberhasilan agar mampu bersaing dalam memasuki era 4.0 (Rabari, 2011). Untuk itu pembenahan kualitas pendidikan menjadi semakin penting terutama dalam meningkatkan keterampilan 4C siswa.

Namun, beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan rendahnya keterampilan 4C yang dimiliki oleh lulusan pendidikan di Indonesia. Berdasarkan permasalahan tersebut, dan kebutuhan akan pentingnya pembelajaran yang meningkatkan keterampilan 4C siswa sesuai tuntutan kurikulum 2013, maka perlulah dilakukan penelitian pengembangan model pembelajaran yang bertujuan untuk menghasilkan model pembelajaran yang bisa peserta didik untuk menyelesaikan masalah di kehidupan nyata. Model yang dikembangkan yaitu model *project based learning* berbasis STEMS, yaitu model pembelajaran berbasis proyek dengan menggunakan pendekatan *science, technology, engineering, mathematics, and social* dalam pembelajaran biologi di SMA.

Pengembangan model *project based learning* berbasis STEMS ini sangat penting dilakukan untuk menstimulasi keterampilan 4C siswa. Jika siswa tidak memiliki keterampilan 4C, maka lulusan pendidikan Indonesia akan semakin tertinggal sehingga sangat sulit bersaing pada abad ke-21. Hal ini menjadi sangat penting untuk diteliti demi kemajuan pendidikan di Indonesia.

F. Asumsi dan Keterbatasan Penelitian

1. Asumsi Pengembangan

Dalam penelitian pengembangan model *Project based Learning* berbasis STEMS ini dikembangkan dengan beberapa asumsi yaitu:

- a. Model *Project based Learning* berbasis STEMS dapat distandarisasi melalui uji validitas, uji praktikalitas dan uji efektivitas.
- b. Penerapan model *Project based Learning* berbasis STEMS berdampak terhadap ketrampilan 4C siswa. Pemilihan model dengan pendekatan pembelajaran yang tepat dapat memadukan tujuan mengembangkan keterampilan 4C dalam pembelajaran biologi. Salah satunya adalah melalui model *Project based Learning* berbasis STEMS diharapkan guru bisamenumbuhkan keterampilan 4C sehingga pembelajaran biologi menjadi lebih menarik dan bermakna bagi peserta didik.

2. Keterbatasan Penelitian

Model pembelajaran yang dikembangkan yaitu untuk pembelajaran biologi tingkat SMA, belum untuk SMP dan perguruan tinggi. Sistem pendukung berupa perangkat pembelajaran yang dikembangkan terbatas pada pembelajaran biologi untuk materi pokok kerusakan dan pencemaran lingkungan, perubahan lingkungan, dampak dari perubahan lingkungan bagi kehidupan, serta pelestarian lingkungan. Namun dapat diasumsikan bahwa penerapan dan penggunaan buku panduan model *Project based Learning* berbasis STEMS dapat diterapkan untuk materi biologi lainnya.

Materi pokok kerusakan lingkungan, pencemaran lingkungan, perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan tersebut bagi kehidupan, serta pelestarian lingkungan merupakan salah satu materi yang dipelajari pada kelas X semester 2. Materi ini merupakan materi pokok yang penting dipahami siswa karena materi ini menjadi salah satu materi prasyarat dalam mempelajari materi biologi berikutnya. Jika materi ini tidak dipahami siswa maka tentu akan menyebabkan kesulitan untuk memahami materi biologi selanjutnya. Namun materi ini dianggap sulit untuk

diaplikasikan karena memiliki aspek yang sangat luas dan kompleks yang membahas perubahan lingkungan secara mendalam. Sesuai Kompetensi Dasar yang harus dicapai, untuk dapat mencapai kompetensi dasar 3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan. 4.11 Merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar. Pada materi ini, siswa diminta untuk membuat sebuah alat destilator sampah plastik sederhana yang mampu mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar melalui proses destilasi.

Semua ini dapat dilakukan melalui model *Project based Learning* berbasis STEMS. Melalui model *Project based Learning* berbasis STEMS diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar dan keterampilan 4C siswa.

G. Definisi Istilah

Untuk menghindari perbedaan penafsiran, penelitian ini menggunakan beberapa istilah. Oleh sebab itu perlu dijelaskan beberapa istilah tersebut, yaitu:

1. Buku model *Project based Learning* berbasis STEMS adalah buku yang dijadikan acuan bagi guru dalam melaksanakan model *Project based Learning* berbasis STEMS.
2. STEMS merupakan singkatan dari *science, technology, engineering, mathematics, and social*. *Science* menjelaskan keberadaan objek dan peristiwa, hukum dan prinsip benda-benda dan peristiwa, dan hubungan di antara mereka. Teknologi adalah sebuah inovasi dan modifikasi lingkungan alam untuk menghasilkan hal-hal yang dibutuhkan dan diinginkan oleh manusia. *Engineering* adalah penelitian dan pengembangan berdasarkan ilmu pengetahuan untuk memproduksi produk tertentu untuk memecahkan masalah. Matematika mengacu pada penerapan

rumus, menaruh informasi detail dalam desain. Sedangkan sosial adalah sesuatu yang berhubungan dengan kemasyarakatan dan yang memperhatikan kepentingan bersama.

3. Buku guru adalah pedoman bagi guru dalam mengimplementasikan model *Project based Learning* berbasis STEMS, berisi perangkat pembelajaran (silabus, RPP, materi ajar, dan instrumen penilaiannya).
4. Buku siswa adalah pedoman bagi siswa dalam pembelajaran model *Project based Learning* berbasis STEMS. Buku siswa berupa modul yang disusun sesuai sintaks model *Project based Learning* berbasis STEMS.
5. Model *Project based Learning* berbasis STEMS adalah model pembelajaran yang mengumpulkan siswa dalam kelompok untuk menyelesaikan suatu proyek, dimana proyek tersebut berbasis *science, technology, engineering, mathematics, and social*. Proyek yang dikerjakan siswa secara berkelompok adalah membuat alat destilator sederhana yang mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar, kemudian siswa mensosialisasikan produk yang dibuat kepada masyarakat.
6. Keterampilan 4C adalah keterampilan belajar dan berinovasi meliputi berpikir kritis, berpikir kreatif, berkomunikasi, dan berkolaborasi. Keterampilan berpikir kritis adalah cara berpikir yang difokuskan untuk mengambil keputusan dalam memecahkan masalah. Keterampilan berpikir kreatif merupakan keterampilan seseorang yang mampu bekerja kreatif dengan orang lain dan melaksanakan inovasi. Keterampilan berkomunikasi adalah kemampuan mengekspresikan pikiran secara jelas, mengartikulasikan pendapat, dan memotivasi orang lain baik secara lisan maupun tulisan. Keterampilan berkolaborasi adalah keterampilan

bekerja secara efektif dan menghargai setiap anggota kelompok dalam berkompromi untuk mencaai tujuan bersama.

7. Validitas model *Project based Learning* berbasis STEMS adalah perencanaan produk yang didasari oleh "*State of the art*" dan logis.
8. Praktikalitas model *Project based Learning* berbasis STEMS adalah kemudahan dalam menggunakan produk model *Project based Learning* berbasis STEMS berupa buku model, buku guru, dan buku siswa.
9. Efektifitas model *Project based Learning* berbasis STEMS adalah konsistensi penggunaan antara produk yang diharapkan dengan aktual yang diartikan sebagai penggunaan produk berhasil memenuhi keinginan *outcomes*.