PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS PROYEK PEMBUATAN PEUYEUM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA SMA

Tesis

Oleh

SEKAR TRIA MULYANINGRUM

2223025008

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2025

ABSTRAK

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS PROYEK PEMBUATAN PEUYEUM UNTUK MENIINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA SMA

Oleh

SEKAR TRIA MULYANINGRUM

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang bertujuan untuk mendeskripsikan keefektifan LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif serta mendeskripsikan respon guru dan siswa terhadap LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan. Metode yang digunakan adalah metode campuran *(mixed method)* dengan desain *embedded experimental model.* Pada tahap sebelum intervensi uji coba ini melibatkan 10 guru Biologi dan 20 siswa SMA di Provinsi Lampung, pada tahap selama intervensi dan setelah intervensi penelitian ini melibatkan 32 siswa kelas X di SMA Negeri 3 Bandar Lampung. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi instrumen tes keterampilan berpikir kreatif, angket respon guru dan siswa, serta lembar validasi. Rata-rara persentase hasil validasi ahli terhadap kesesuaian isi sebesar 89,77%, aspek konstruksi sebesar 90,62%, dan aspek keterbacaan sebesar 87,5%, sehingga LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan dinyatakan valid dengan kriteria sangat tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunakan LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum secara signifikan nilai *posttest* lebih tinggi dibandingkan nilai *pretest,* dilihat dari uji *paired sample t-test* menunjukkan selisih nilai sebesar 31,13 antara nilai *pretest-posttest,* dan nilai n-Gain sebesar 0,53 dengan kategori sedang. Oleh karena itu, temuan ini mengindikasikan bahwa LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.

Kata kunci: STEM-PjBL, peuyeum, keterampilan berpikir kreatif.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A PROJECT-BASED STUDENT WORKSHEET (LKPD) ON *PEUYEUM* PRODUCTION TO ENHANCE STUDENTS' CREATIVE THINKING SKILLS

By

SEKAR TRIA MULYANINGRUM

This study is a development research of a project-based student worksheet (LKPD) centered on the production of *peuyeum* (fermented cassava), aiming to describe the effectiveness of the project-based LKPD in enhancing students' creative thinking skills, as well as to describe the responses of teachers and students toward the developed LKPD. The research employed a mixed-method approach with an embedded experimental design. In the pre-intervention stage, the trial involved 10 Biology teachers and 20 high school students in Lampung Province. During and after the intervention, the study involved 32 tenth-grade students at SMA Negeri 3 Bandar Lampung. The research instruments included a creative thinking skills test, teacher and student response questionnaires, and validation sheets. The average expert validation scores were 89.77% for content suitability, 90.62% for construction aspects, and 87.5% for readability, indicating that the developed project-based LKPD is valid with a very high level of validity. The research findings show that the use of the project-based LKPD significantly improved students' post-test scores compared to their pre-test scores. The paired sample t-test revealed a score difference of 31.13 between pre-test and post-test, and the n-Gain score was 0.53, categorized as moderate. Therefore, these findings indicate that the developed project-based LKPD on *peuyeum* production is effective in improving students' creative thinking skills.

Keywords: STEM-PjBL, peuyeum, creative thinking skills.

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS PROYEK PEMBUATAN PEUYEUM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA SMA

Oleh

SEKAR TRIA MULYANINGRUM

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN

Pada

Program Studi Magister Pendidikan IPA
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025

Judul Tesis	:	**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS PROYEK PEMBUATAN PEUYEUM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA SMA**
Nama Mahasiswa	:	Sekar Tria Mulyaningrum
Nomor Pokok Mahasiswa	:	2223025008
Program Studi	:	Magister Pendidikan IPA
Fakultas	:	Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Noor Fadiawati, M. Si.	**Dr. Kartini Herlina, M. Si.**
NIP 19660824 199111 2 001	NIP 19650616 199102 2 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA	Ketua Program Studi
Dr. Nurhanurawati, M. Pd.	**Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M. Si.**
NIP 19670808 199103 2 001	NIP 19700327 199403 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Noor Fadiawati, M. Si.** .....

Sekretaris : **Dr. Kartini Herlina, M. Si.** .....

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

II. Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M. Si. .....

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dr. Albet Maydiantoro, M. Pd.
NIP 19870504 201404 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana

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

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **22 April 2025**

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Sekar Tria Mulyaningrum
Nomor Induk Mahasiswa	: 2223025008
Program Studi	: Magister Pendidikan IPA
Jurusan	: Pendidikan IPA

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi. Sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak di kemudian hari ini terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 18 Mei 2025

Yang menyatakan,

Sekar Tria Mulyaningrum

NPM. 2223025008

Dipindai dengan CamScanner

RIWAYAT HIDUP

Penulis ini dilahirkan di kelurahan Rejosari, Kecamatan Kotabumi, Kabupaten Lampung Utara pada tanggal 03 Juli 1999, penulis merupakan anak terakhir dari pasangan Bapak Mulyadi dan Ibu Tri Suryani Budiningsih. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2004 di RA Tunas Harapan dan menyelesaikan pada tahun 2005. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Rejosari dan diselesaikan pada tahun 2011. Pada tahun 2011, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Kotabumi, diselesaikan pada tahun 2014. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 3 Kotabumi, dan diselesaikan pada tahun 2017. Pada tahun 2017, penulis melanjutkan studi S-1 pada program studi Pendidikan Biologi di Universitas Muhammadiyah Surakarta, dan diselesaikan pada tahun 2021.

Selama menjadi mahsiswa S-1 pada program studi Pendidikan Biologi, penulis pernah aktif di organisasi HMP (Himpunan Mahasiswa Prodi) sebagai Sekretaris Divisi BUMO (Badan Usaha Milik Organisasi) periode 2019. Pada akhir semester enam, penulis mengikuti PLP 1 di SMP di Surakarta, dan pada akhir semester tujuh penulis melaksanakan PLP 2 secara mandiri dikarenakan kondisi pandemi covid-19. Pada awal semester delapan di tahun 2021, penulis mengikuti KKN mandiri di Desa Banjarsari, Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Setelah menyelesaikan Studi S-1 Pendidikan Biologi di Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penulis melanjutkan studi Magister dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan IPA Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung pada tahun 2022.

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT yang selalu melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya karena atas kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan studi ini. Dengan kerendahan hati, kupersembahkan karya tulis ini sebagai ungkapan terimakasih kepada:

Ayah (Alm. Mulyadi) dan Mama (Tri Suryani)

"Terimakasih kepada kedua orang tuaku atas ridho, kasih sayang yang tak ternilai, pengorbanan, serta do'a yang tak pernah putus untuk mengiringi langkah anakmu agar dapat menyelesaikan studi magister ini. Tanpa kasih sayang dan dukungan kalian, penulis tidak akan sampai pada titik ini. Semoga Allah SWT memberikan kesempatan kepada anakmu ini untuk dapat membahagiakan kalian di masa depan"

MOTTO

"Setiap kesulitan membawa janji kemudahan bagi mereka yang bersabar"

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

"Tidak ada ujian yang melebihi batas kemampuan, karena setiap beban sudah di ukur dengan kasih sayang-Nya"

(QS. Al-Baqarah: 286)

"It does not matter how slowly you go as long as you do not stop."

(Confucius)

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat-Nya dan hidayah-Nya Tesis ini dapat diselesaikan. Tesis dengan judul "Pegembangan LKPD Berbasis STEM-PjBL Pembatan Peuyeum untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA" adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.S.S.IPM. selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M. Si. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung;
3. Dr. Albet Maydiantoro, M. Pd. selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
4. Dr. Nurhanurawati, M. Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
5. Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M. Si. selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA;
6. Dr. Noor Fadiawari, M. Si. selaku Pembimbing I atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasannya dalam memberikan saran dan masukan selama penulisan tesis;
7. Dr. Kartini Herlina, M. Si. selaku Pembimbing II atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasannya dalam memberikan saran dan masukan selama penulisan tesis;
8. Dr. Tri Jalmo, M. Si. selaku Pembahas I atas kritik dan saran perbaikan yang telah diberikan;
9. Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M. Si. selaku Pembahas II atas kritik dan saran perbaikan yang telah diberikan;
10. Prof. Dr. Abdurrahman, M. Si. selaku Validator I atas bimbingan, kritik, dan saran perbaikan produk penelitian yang telah diberikan;

11. Dra. Nina Kadaritna, M. Si. selaku Validator II atas bimbingan, kritik dan saran perbaikan produk penelitian yang telah diberikan;
12. Dosen-dosen Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung atas ilmu yang telah Bapak dan Ibu berikan;
13. Kepala SMA Negeri 3 Bandar Lampung Ibu Tri Winarsih, S. Pd., M.Pd. dan Bapak Iyan Ibrani, S.Pd. selaku Waka Kurikulum, serta Ibu Elitha Aprilucilla, S. Pd. selaku guru mata pelajaran Biologi yang telah bersedia dalam membantu penelitian tesis ini;
14. Mama, kakak, dan keluargaku yang selalu memberikan dukungan, cinta, kasih sayang, serta do'a yang tak pernah putus untuk kelancaran studi;
15. Teman-teman seperjuangan Magister Pendidikan IPA angkatan 2022, kakak-kakak, dan adik-adik tingkat di Magister Pendidikan IPA, terimakasih atas kerjasamanya;

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis dan semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, 18 Mei 2025
Penulis,

Sekar Tria Mulyaningrum

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI XIII
DAFTAR TABEL XVI
DAFTAR GAMBAR XVIII
I. PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 6
C. Tujuan Penelitian 7
D. Manfaat Penelitian 7
E. Ruang Lingkup Penelitian 8
II. TINJAUAN PUSTAKA 9
A. Kerangka Teori 9
1. Teori Kontruktivisme 9
2. Model Pembelajaran Berbasis Proyek *(Poroject Based Learning)* 11
3. STEM-PjBL 15
4. Berpikir Kreatif 19
5. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) 21
6. Peuyeum 22
B. Penelitian yang Relevan 27
III. METODE PENELITIAN 31
A. Desain Penelitian 31
B. Sumber Data 33
C. Instrumen Data dan Teknik Pengumpulan Data 33

D. Teknik Analisis Data 38
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 43
A. Hasil Penelitian 43
B. Pembahasan 54
V. SIMPULAN DAN SARAN 70
A. Simpulan 70
B. Saran 71
DAFTAR PUSTAKA 72
LAMPIRAN 82
Lampiran 1. Kuesioner Studi Pendahuluan Peserta Didik 83
Lampiran 2. Kuesioner Studi Pendahuluan Guru 88
Lampiran 3. Hasil Output Studi Pendahuluan Peserta Didik 95
Lampiran 4. Hasil Output Studi Pendahuluan Guru 100
Lampiran 5. Kisi-Kisi Soal Pretest-Posttest 113
Lampiran 6. Soal Pretest-Posttest 120
Lampiran 7. Rubrik Penilaian Pretest-Posttset 122
Lampiran 8. Lembar Penilaian Kinerja Peserta Didik 129
Lampiran 9. Lembar Penilaian Pembuatan Produk 131
Lampiran 10. Angket Validasi Ahli 133
Lampiran 11. Angket Validasi Praktisi 140
Lampiran 12. Hasil Validasi Ahli Aspek Keseusian Materi 145
Lampiran 13. Hasil Validasi Ahli Aspek Keseusian Konstruksi 147
Lampiran 14. Hasil Validasi Ahli Aspek Keseusian Keterbacaan 149
Lampiran 15. Hasil Validasi Praktisi Aspek Keseusian Materi 151
Lampiran 16. Hasil Validasi Praktisi Aspek Keseusian Keterbacaan 153
Lampiran 17. Data Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes 155
Lampiran 18. Hasil Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes 157
Lampiran 19. Data Pretest 159
Lampiran 20. Data Posttest 161
Lampiran 21. Data n-Gain Peserta Didik 163
Lampiran 22. Data Hasil Penilaian Kinerja Siswa 165

Lampiran 23. Data Hasil Penlilaian Pembuatan Produk 166
Lampiran 24. Hasil Output Uji Normalitas 167
Lampiran 25. Hasil Output Uji Paored Sample T-Test 168
Lampiran 26. Data Respon Peserta Didik 169
Lampiran 27. Data Respon Guru 172

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

Tabel 1. Skenario Pembelajaran 15
Tabel 2. Sintaks dan Langkah-Langkah Pembelajaran STEM-PjBL 18
Tabel 3. Ciri-Ciri Kemampuan Berpikir Kreatif 20
Tabel 4. Perbandingan singkong mentega dan singkong kuning 23
Tabel 5. Penelitian Terdahulu 28
Tabel 6. Penskoran pada angket skala Likert 1-4 35
Tabel 7. Tafsiran skor angke skala Likert 1-4 37
Tabel 8. Kriteria derajat reliabilitas (r11) 40
Tabel 9. Kategori n-Gain 40
Tabel 10. Persentase Hasil Validasi Ahli 46
Tabel 11. Hasil Output Validasi Praktisi 46
Tabel 12. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes 47
Tabel 13. Rata-rata Nilai Pretest-Posttest Keterampilan Berpikir Kreatif 48
Tabel 14. Hasil Uji Normalitas n-Gain pretest-posttest Keterampilan Berpikir Kreatif 50
Tabel 15. Statistic Deskriptif Hasil Pretest-Posttest 50
Tabel 16. Data Penilaian Kinerja Peserta Didik 51
Tabel 17. Data Penilaian Produk 52
Tabel 18. Respon Peserta Didik Terhadap Pembelajaran (n = 32) 53
Tabel 19. Respon Guru 1 (n = 1) 54
Tabel 20. Respon Guru 2 (n = 1) 54

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

Gambar 1. Sintaks Model Pembelajaran Berbasis Proyek 12
Gambar 2. Sintaks Pembelajaran STEM-PjBL 18
Gambar 3. Peuyeum 27
Gambar 4. Desain Penelitian Embedded Experimental Model 32
Gambar 5. Respon Peserta Didik (n = 20)..... 44
Gambar 6. Respon Guru (n = 10) 44
Gambar 7. Respon Peserta Didik “Olahan Produk Bioteknologi” (n = 20) 45
Gambar 8. Respon Guru “Olahan produk bioteknologi” (n = 10) 45
Gambar 9. Persentase n-Gain Peserta Didik berdasarkan kriteria..... 49
Gambar 10. Jawaban Peserta Didik Pada Tahap Reflection 57
Gambar 11. Jawaban Tahap Research I..... 58
Gambar 12. Jawaban Tahap Research II 58
Gambar 13. Jawaban Tahap Research III..... 59
Gambar 14. Hasil Jawaban Peserta Didik Pada Tahap Discovery I..... 60
Gambar 15. Jawaban Peserta Didik Pada Tahap Discovery II..... 60
Gambar 16. Jawaban Peserta Didik Pada Tahap Discovery III..... 61
Gambar 17. Jawaban Peserta Didik Pada Tahap Discovery IV 61
Gambar 18. Penerapan Tahap Application..... 63
Gambar 19. Porduk Peuyeum A..... 64
Gambar 20. Produk Peuyeum B 65
Gambar 21. Hasil Jawaban Pretest 69
Gambar 22. Hasil Jawaban Posttest..... 69

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) semakin canggih dan mendukung terciptanya inovasi dan teknologi baru yang mempengaruhi kehidupan sehari-hari. Kemajuan teknologi telah mempengaruhi kehidupan dan tidak bisa dihindari, karena IPTEK memberikan banyak manfaat dan memudahkan pekerjaan (Mulyani dan Haliza, 2021). Lebih lanjut dijelaskan oleh Mulyani dan Haliza, bahwa ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) sudah sangat pesat di berbagai bidang, salah satunya di dalam dunia pendidikan. Peningkatan mutu pendidikan merupakan bagian dari proses yang terintegrasi dengan pengembangan kualitas sumber daya manusia yang didukung oleh ketersediaan sarana dan prasarana serta komitmen untuk meningkatkan kualitas pendidikan (Hasby dkk. 2024). Karena perubahan tersebut, kurikulum harus menuntut siswa untuk berpikir kritis dan kreatif, inovatif, kolaboratif dan menjunjung tinggi nilai (Saputra, 2020).

Salah satu respon terhadap tuntutan tersebut adalah dengan mengembangkan keterampilan abad ke-21 pada peserta didik. *Partnershio for* 21st *Century* (2009) menyatakan bahwa meningkatnya keterampilan dan inovasi peserta didik diakui sebagai kesiapan untuk menghadapi kehidupan dan lingkungan kerja yang semakin kompleks. Tantangan pendidikan abad ke-21 adalah mempersiapkan para generasi muda untuk kreatif, inovatif, percaya diri, dan tangguh menghadapi persaingan (Barus dkk. 2023). Sehingga pengetahuan saja tidak cukup untuk menjadikan peserta didik maju dan berkembang, oleh karena itu peserta didik perlu memiliki

keterampilan abad ke-21 untuk dapat bertahan pada dunia dengan perkembangan yang sangat pesat (Rahman, 2019). Adapun beberapa rangkaian keterampilan abad ke-21 yang berfokus pada keterampilan pembelajaran kritis dan inovasi, yaitu kemampuan berpikir krtis, pemecahan masalah, kemampuan komunikasi, kolaborasi, kreativitas dan inovasi (Trilling and Fadel, 2009).

Diantara keterampilan tersebut, kemampuan berpikir kreatif memegang peran penting dalam menciptakan solusi inovatif terhadap berbagai permasalahan yang kompleks dan belum pernah dihadapi sebelumnya.. Sebagai suatu pemikiran yang memiliki banyak kemungkinan, keterampilan berpikir kreatif ini dapat menjadikan seseorang untuk menggunakan cara yang bervariasi dengan sudut pandang yang berbeda, memiliki pemikiran yang baru, serta suatu kemampuan yang digunakan untuk membimbing dalam menghasilkan atau memilih suatu alternatif solusi (Torrance et al. 1992). Sehingga kemampuan berpikir kreatif ini memiliki peran yang sanagat penting dalam dunia pendidikan. Peserta didik dengan kemampuan berpikir kreatif yang terlatih, akan mampu bersikap fleksibel dan mampu melihat peluang dalam menghadapi tantangan global yang semakin berkembang pesat (Ritter and Mostert., 2016). Mengingat pentingnya keterampilan berpikir, maka proses pembelajaran diharapkan mampu mendorong peserta didik menjadi individu yang berpikir kreatif, serta dalam proses pembelajaran lebih mampu memilih pembelajaran yang memberdayakan kemampuan berpikir kreatif peserta didik secara optimal.

Pada saat ini masih banyak sekali guru yang menggunakan pembelajaran konvensional, sehingga guru lebih mendominasi pada saat proses pembelajaran (Imaroh dkk. 2022). Pembelajaran yang lebih cenderung didominasi oleh guru akan membatasi peserta didik dalam perkembangan berpikirnya, termasuk kemampuan berpikir kreatif (Sari dkk. 2019). Keterampilan berpikir kreatif ini dapat dilatihkan di sekolah dalam proses pembelajaran. Keterampilan berpikir kreatif ini juga dapat dikembangkan pada lingkungan belajar yang menumbuhkan rasa ingin tahu, kesabaran, keterbukaan terhadap ide-ide, tingkat kepercayaan diri yang tinggi, serta berani belajar dari kesalahan dan kegagalan (Trilling and Fadel,

2009). Lebih lanjut dijelaskan oleh Trilling and Fadel, bahwa salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif adalah melalui kerja proyek tantangan desain, dimana peserta didik harus menemukan solusi terhadap permasalahan dunia nyata. Sehingga tantangan belajar yang diperlukan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik dibutuhkan dalam waktu yang cukup lama. Adapun beberapa karakteristik kemampuan berpikir kreatif yang dimiliki oleh seseorang dapat dilihat dari kefasihan *(fluency),* fleksibilitas *(flexibility),* keaslian *(originality),* dan elaborasi *(elaboration)* (Torrance *et al.* 1992).

Pada saat ini, terdapat beberapa tantangan terkait kurangnya pemanfaatan bahan ajar dan belum optimalnya implementasi model pembelajaran yang digunakan. Penggunaan media belajar yang kurang kreatif dan materi yang disampaikan secara monoton dapat menyebabkan menurunnya minat belajar peserta didik, selain itu kurangnya variasi dalam metode pembelajaran juga dapat menurunkan minat belajar karena kurangnya stimulus dan tantanga baru yang dapat mempertahankan ketertarikan peserta didik dalam pembelajaran (Susanti dkk. 2024). Hal tersebut terlihat dari hasil studi pendahuluan angket analisis kebutuhan guru dan peserta didik di Provinsi Lampung, bahwa dalam pembelajaran Biologi khususnya pada materi Bioteknologi sebanyak 90% guru menyatakan bahwa sudah menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL). Dalam hal penggunaan model *Project Based Learning* (PjBL) ini, guru merasa bahwa penggunaan model pembelajaran ini belum sesuai dengan sintaks model pembelajaran tersebut. Sehingga, keterampilan berpikir yang akan dikembangkan belum sepenuhnya tercapai. Selain itu penggunaan bahan ajar khususnya LKPD yang belum sepenuhnya termanfaatkan, karena dalam hal ini guru merasa memiliki keterbatasan waktu dan terlalu banyak proses atau administrasi yang harus dilalui jika menggunakan media pembelajaran LKPD. Sebagai salah satu bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran, LKPD sudah sering digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran, hal ini sejalan dengan hasil studi pendahuluan yang menyatakan bahwa 80% guru telah menggunakan LKPD dalam proses pembelajarannya, hanya saja LKPD tersebut kebanyakan didapat atau di *download* melalui media tertentu.

Sehingga LKPD yang digunakan dalam proses pembelajaran tersebut belum sesuai dengan format atau ketentuan LKPD yang sebenarnya.

Sebagai upaya untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif, diperlukan tantangan nyata dalam pembelajaran yang mempu meningkatkan rasa ingin tahu peserta didik. Salah satu bentuk tantangan yang dapat diberikan adalah melalui kegiatan produksi makanan tradisional yang melibatkan proses eksplorasi dan pemecahan masalah, seperti pembuatan peuyeum. Peuyeum merupakan hidangan berbahan dasar singkong yang diolah dengan proses fermentasi, sehingga menghasilkan aroma dan rasa yang khas (Rakhmani dkk. 2023). Peuyeum tidak hanya menjadi bagian dari kekayaan budaya kuliner nusantara, tetapi juga dapat menjadi media pembelajaran konstekstual terutama di daerah yang memiliki potensi produksi singkong yang tinggi. Provinsi Lampung dikenal sebagai salah satu sentra produksi singkong di Indonesia. Menurut sumber berita Antara (2024), menyebutkan bahwa Provinsi Lampung memiliki potensi besar dalam produksi singkong, dengan proyeksi produksi pada tahun 2024 sebesar 7,5 juta ton. Volume tinggi ini menunjukkan ketersediaan bahan baku yang sangat melimpah dan dapat dimaksimalkan melalui produk olahan bernilai tambah seperti peuyeum.

Pada perkembangan saat ini banyak sekali menimbulkan tantangan yang merombak pondasi masyarakat ke arah yang baru dan lebih kuat, salah satunya adalah permasalah ekonomi yang semakin global (Trilling and Fadel, 2009). *Sustainable Development Goals* (SDGs) merupakan suatu sistem yang direncana-kan dan memiliki komitmen oleh para pemimpin bangsa, termasuk pimpinan Indonesia. SDGs ini bertujuan untuk menumpas kemiskinan, meminimalisir ketimpangan, dan menjaga lingkungan (Pangestu dkk., 2021). Hal ini sejalan dengan tujuan SDGs kedelapan, yaitu terkait dengan pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi. Dimana tujuan ini berupaya untuk mendorong terciptanya pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan, inklusif yang diikuti dengan ketenaga-kerjaan yang produktif dan kerja layak bagi setiap individu (Nialda dkk. 2022). Sehingga, pembuatan peuyeum ini dapat dijadikan salah satu tantangan yang dapat

digunakan dalam pembelajaran dengan isu lokal sekaligus mendorong kesadaran terhadap pentingnya pemanfaatan sumber daya lokal secara berkelanjutan..

Dalam kegiatan pembelajaran ini diperlukan pengetahuan yang mendukung proses pelaksanaannya, yaitu sebuah pendekatan dalam pembelajaran. Salah satu pendekatan yang dapat diguakan dalam membantu proses ini adalah pendekatan STEM. Dalam pelaksanaan pembelajaran menggunakan pendekatan STEM, dapat diimplementasikan ke dalam pembelajaran yang inovatif. Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan adalah model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL), dimana pembelajaran ini merupakan pembelajaran berbasis proyek yang mengarahkan peserta didik untuk bekerja dengan melakukan kegiatan sehingga mampu menyelesaikan sebuah proyek yang melibatkan penyelidikan mendalam (Allanta, 2021). *Project Based Learning* (PjBL) merupakan pembelajaran kontekstual berbasis kurikulum yang didasarkan pada pertanyaan atau permasalahan nyata yang melibatkan peserta didik dalam pemilihan topik, mempertimbangkan pendekatan, merancang, memecahkan masalah, mengambil keputusan, memberikan kesempatan bekerja secara bebas dalam waktu yang lama serta menghasilkan produk nyata yang berkaitan dengan permasalahan (Diawati dkk. 2017).

Proses pembelajaran dengan menerapkan model *Project Based Learning* (PjBL) merupakan proses pembelajaran yang mengarahkan peserta didik pada permasalahan secara langsung kemudian penyelesaiannya melibatkan kerja proyek yang secara tidak langsung aktif dan dilatih untuk bertindak maupun berpikir kreatif (Kusadi, 2020). Melalui pembelajaran berbasis proyek, dapat mendorong peserta didik untuk lebih aktif dalam belajar dan kreativitas ilmiah peserta didik dapat meningkat (Fadiawati dkk. 2021). Kreatifitas siswa dapat dilihat dari aspek berpikir kreatif sebelum dan sesudah dilakukan pembelajaran menggunakan model STEM-PjBL.

Laboy-rush (2010) menyebutkan bahwa model pembelajaran PjBL melalui pendekatan STEM dapat memberikan beberapa manfaat seperti meningkatkan

penguasaan konsep dan aplikasinya dalam memecahkan masalah di dunia nyata, meningkatkan motivasi belajar siswa, serta meningkatkan motivasi belajar sains dan matematika. Pada pelaksanaannya, masih banyak sekali guru-guru yang belum menerapkan pembelajaran menggunakan pendekatan STEM yang berguna untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik (Tanjung, 2022).

Menurunnya kreativitas ilmiah peserta didik disebabkan karena belum adanya inovasi dalam pembelajaran seperti penggunaan model pembelajaran dan media pembelajaran yang kurang memadai (Prasetyo dan MS, 2021). Dan dijelaskan lebih lanjut oleh Baran *et al* (2021) menyatakan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan pada keterampilan yang dimiliki oleh siswa, seperti keterampilan komunikasi, kolaborasi, pemecahan masalah, kreativitas, berpikir kritis, tanggung jawab, kesadaran lingkungan, dan literasi teknologi dalam pembelajaran dengan menerapkan model PjBL-STEM. Oleh karena itu, penting saat ini untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan karakteristik LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik?
2. Bagaimana keefektifan LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik?
3. Bagaimana respon guru dan peserta didik terhadap LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan dalam menigkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik.
2. Mendeskripsikan keefektifan LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik.
3. Mendeskripsikan respon guru dan peserta didik terhadap LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peserta didik

   Tersedianya LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum ini dapat memberikan pembelajaran yang menarik sehingga menambah wawasan dan pengetahuan sehingga memudahkan peserta didik dalam mempelajari materi bioteknologi.

2. Guru

   Tersedianya LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum ini dapat menjadi referensi bahan ajar dan membantu melakukan inovasi terkait dengan LKPD untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.

3. Sekolah

   Tersedianya LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum iini sebagai salah satu usaha untuk meningkatkan mutu pembelajaran Biologi di sekolah.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Agar tidak terjadi kesalahpahaman dalam penelitian ini, maka perlu dijelaskan ruang lingkupnya adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan adalah berorientasi pada peserta didik, memuat aktivitas dan tugas, relevan dengan tujuan pembelajaran, interaktif, dan dapat melatihkan kemampuan analisis peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir peserta didik melalui pembuatan produk dan penilaian autentik.
2. Berdasarkan karakteristik LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan, adapun aspek-aspek yang diukur adalah peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik yang diukur menggunakan lembar observasi kinerja peserta didik serta penilaian produk yang dikembangkan.
3. Penilaian validasi LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum dalam penelitian ini meliputi aspek substansi, kontruksi, dan konteks.
4. Sintaks dan langkah-langkah model PjBL melalui pendekatan STEM dalam penelitian ini diadaptasi menururt Laboy-Rush (2010), yaitu *reflection, research, discovery, application, and commuication.*
5. Efektifitas LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan efektif dalam keterampilan berpikir kreatif apabila terdapat perbedaan yang signifikan antara *pretest* dan *posttest*, serta di dalamnya melatihkan keterampilan berpikir kreatif dengan indikator keterampilan berpikir kreatif menururt kerangka kerja Torrance (1992), yaitu *fluency, flexibility, originality,* and *elaboration.*

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kerangka Teori

1. Teori Kontruktivisme

Kontruktivisme merupakan suatu proses yang dilalui peserta didik untuk membentuk pengetahuan baru dengan mengintegrasikannya ke dalam struktur kognitig yang dimiliki, berdasarkan pengalaman yang mereka alami (Hendrik dan Panggabean, 2021). Pandangan kontruktivisme dalam pembelajaran menekankan pentingnya memberi peserta didik kebebasan untuk menggunakan strategi belajarnya sendiri. Pengetahuan tidak dapat secara langsung ditransfer oleh guru kepada peserta didik, melainkan harus dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui keterlibatan mental, sesuai dengan tingkat kematangan kognitifnya. Tujuan utama penerapan teori kontruktivisme dalam pembelajaran adalah untuk meningkatkan pemahaman peserta didik secara mendalam (Magumelar dan Mustafa, 2021).

Piaget (1978) yang dikenal dengan teori *Individual Cognitive Contruktivist* mendasarkan teorinya pada pemahaman konstruktif, bahwa pengetahuan seseorang merupakan bentukan individu itu sendiri. Proses pembentukan individu akan terjadi apabila individu mengubah atau mengembangkan skema yang telah dimilikinya terhadap rangsangan luar. Sehingga teori ini menurut Piaget (1978) yang berfokus pada kontruksi internal individu terhadap pengetahuannya. Selain itu, dijelaskan lebih lanjut oleh Piaget (1978) bahwa proses pembelajaran sebagai adaptasi terdiri dari beberapa tahapan, antara lain : 1) pembangunan skema, yaitu cara terorganisir untuk men-ciptakan informasi tentang bagaimana sesuatu bekerja

melalui iteraksi langsung dengan lingkungan ; 2) asimilasi, yaitu memasukkan infromasi baru ke dalam skema yang sudah ada ; 3) akomodasi, yaitu mengubah skema yang sudah ada ; dan 4) ekuilibrasi (keseimbangan), yaitu merupakan penyesuaian antara asimilasi dan akomodasi. Oleh karena itu, terori belajar kontruktivisme menurut Jean Piaget ini merupakan pembelajaran yang cenderung beradaptasi dengan lingkungan baru-nya dan mengembangkan ketidakseimbangan antara skema yang ada dengan apa yang ditemui pada lingkungan tersebut (Devi, 2019).

Vygotsky (1978) yang dikenal dengan teori kontruktivisme sosiokulturnya, percaya bahwa anak-anak berkembang secara kognitif melalui proses sosialisasi dan pendidikan. Teori belajar kontruktivisme merupakan teori belajar yang fokus utamanya adalah pada bagimana seseorang belajar dengan bantuan orang lain dalam suatu zona keterbatasan dirinya yaitu disebut *zone of proximal development* (ZPD), dimana seorang anak dalam perkembangannya membutuhkan orang lain untuk memahami sesuatu dan memecahkan masalah yang dihadapinya. Dijlaskan lebih lanjut oleh Vygotsky (1978) mengenai teori belajar yang terbagi menjadi tiga konsep utama, antara lain : 1) hukum genetik mengenai perkembangan, 2) zona perkembangan proksimal, dan 3) mediasi.

Sebagai konsep utama yang paling mendasar dalam teori belajarnya, *zone of proximal development* (ZPD) juga diartikan sebagai daerah perkembangan terdekat. Menurut Vygotsky (1978) perkembangan kemampuan seseorang dapat dibedakan dalam dua tingkatan, yaitu tingkat perkembangan aktual dan tingkat perkembangan potensial. Lebih lanjut dijelaskan oleh Vygotsky (1925) bahwa *zone of proximal development* (ZPD) merupakan jarak antara tingkat perkembangan aktual yang ditentukan melalui pemecahan masalah secara mandiri dan tingkat perkembangan potensial yang ditentukan melalui pemeahan masalah di bawah bimbigan orang dewasa atau melalui kerjasama dengan teman sebaya yang lebih mampu. Oleh karena itu, dalam pandangan Vygotsy yang mengatakan bahwa pentingnya peran interaksi sosial dalam pengetahuan anak. Artinya bahwa anak dapat mengembangkan konsep-konsep dalam pengetahuan mereka melalui

percakapan dengan pembimbing seperti orang tua, guru, maupun individu yang ahli (Retnaningsih, 2024).

2. Model Pembelajaran Berbasis Proyek *(Poroject Based Learning)*

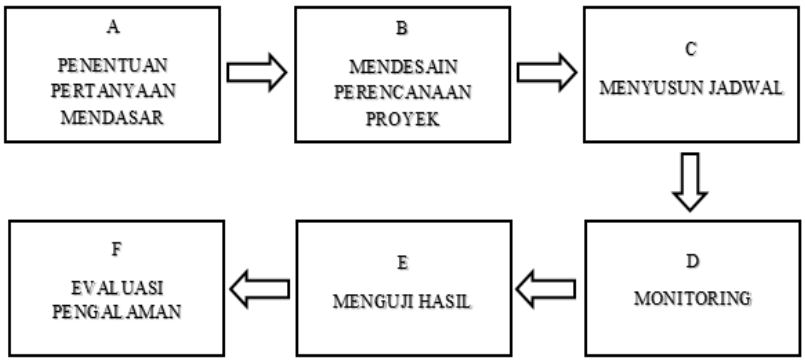
Project Based Learning (PjBL) adalah model pembelajaran yang mengorganisasikan kelas dalam sebuah proyek (Thomas, 2000). Menurut NYC Departement of Education (2009) *project based learning* merupakan strategi pembelajaran dimana siswa harus membangun pengetahuan konten mereka sendiri dan mendemonstrasikan pemahaman baru melalui berbagai bentuk representasi. Dalam metode pembelajaran berbasis proyek, berarti peserta didik dapat merekonstruksi pengetahuan intelektualnya, sehingga peserta didik dapat membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman pada kehidupan nyata (Bilgin *et al*, 2015), seperti bekerja sama untuk memecahkan dan mengevaluasi suatu masalah (Tsybulsky and Muchnik, 2019) lalu peserta didik dapat menyampaikan hasilnya kepada audience untuk dapat memperoleh pengetahuan dan keterampilan baru (Chen and Yong, 2019). Kemudian hal ini ditandai dengan kemandirian peserta didik, kerjasama, komunikasi dan refleksi dalam praktik kehidupan nyata (Kokotsaki *et al*, 2016).

Project Based Learning (PjBL) dianggap sebagai alat yang sangat berguna untuk mobilisasi peserta didik, penafsiran konten pendidikan yang menarik, memperoleh pengetahuan baru, dan juga mengembangkan fitur pribadi yang diperlukan untuk bekerjasama dalam kelompok untuk memecahkan suatu permasalahan (Chmelárová and Pasiar, 2017). *Project Based Learning* (PjBL) merupakan pembelajaran yang dianggap sangat efektif. Dengan dasar pembelajaran berbasis proyek adalah gagasan yang benar bahwa peserta didik tidak boleh mempelajari definisi abstrak, melainkan peserta didik harus belajar dengan memecahkan proyek yang kompleks (Ćapek, 2019).

Dalam menerapkan model pembelajaran berbasis proyek, terdapat beberapa karakteristik yang dimiliki oleh model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL), antara lain : 1) mengarahkan peserta didik untuk menginvestigasi ide dan

pertanyaan penting, 2) merupakan suatu proses inkuiri, 3) terkait dengan kebutuhan minat peserta didik, 4) berpusat pada peserta didik dengan membuat produk dan melakukan presentasi secara mandiri, 5) menggunakan keterampilan berpikir kreatif, kritis, dan mencari informasi untuk melakukan investigasi menarik kesimpulan, serta menghasilkan produk, dan 6) terkait dengan permasalahan isu dunia nyata yang autentik (Sani, 2014).

Sitaks-sintaks model pembelajaran berbasis proyek menurut Permendikbud No. 58 Tahun 2014, adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Sintaks Model Pembelajaran Berbasis Proyek

a. Penentuan pertanyaan mendasar

Pembelajaran diawali dengan pertanyaan-pertanyaan esensial, yaitu pertanyaan yang dapat membimbing peserta didik dalam menyelesaikan sebuah kegiatan. Kegiatan ini didasarkan pada pengambilan topik-topik yang sesuai dengan realitas dinia nyata dan dimulai dengan penyelidikan menyeluruh, serta guru berusaha agar topik yang diangkat relevan untuk para peserta didik.

b. Mendesain perencanaan proyek

Perencanaan dilakukan secara kolaboratif oleh guru dan peserta didik, sehingga peserta didik merasa “memiliki dan menguasai” proyek tersebut. Perencanaan berisi tentang pemilihan aktivitas yang dapat mendukung pertanyaan-pertanyaan esensial, dengan cara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, serta

mengetahui alat dan bahan yang dapat digunakan untuk membantu penyelesaian proyek.

c. Menyusun jadwal

Guru dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam penyelesaian proyek, berikut adalah aktivitas dalam tahap ini yaitu :

1. Membuat *timeline* untuk menyelesaikan proyek
2. Membantu peserta didik untuk merencanakan prosedur pelaksanaan
3. Membimbing peserta didik pada saat perencanaan prosedur pelaksanaan yang dirasa tidak sesuai dengan proyek, dan
4. Meminta peserta didik membuat penjelasan (alasan) terkait pemilihan suatu prosedur

d. Monitoring siswa dan kemajuan proyek

Guru bertanggung jawab untuk melakukan monitor terhadap aktivitas peserta didik selama menyelesaikan proyek. Monitoring dilakukan dengan cara memfasilitasi peserta didik dalam setiap proses, atau dengan kata lain guru menjadi mentor bagi aktivitas peserta didik.

e. Menguji hasil

Penilaian dilakukan untuk membantu peserta didik dalam mencapai ketercapaian standar, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing peserta didik, serta memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang telah dicapai peserta didik dan membantu guru dalam menyusun strategi pembelajaran selanjutnya.

f. Mengevaluasi pengalaman

Pada akhir proses pembelajaran, guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang telah dilaksanakan. Kegiatan ini dilakukan secara individu atau kelompok, dan pada kegiatan ini peserta didik dimita untuk mengungkapkan pengalamannya selama penyelesaian proyek. Kemudian guru dan peserta didik mengembangkan diskusi untuk memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga ditemukan suatu temuan baru *(new*

inquiry) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran (Kemendikbud, 2014).

Adapun kelebihan pembelajaran berbasis proyek menurut Amelia dan Rusman, (2022), yaitu:

1. Meningkatkan motivasi peserta didik untuk belajar, mendorong kemampuan mereka untuk melakukan pekerjaan penting, dan mereka perlu untuk dihargai;
2. Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah;
3. Membuat peserta didik menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan masalah yang kompleks;
4. Meningkatkan kolaborasi;
5. Mendorong peserta didik untuk mengembangkan dan mempraktekkan keterampilan komunikasi;
6. Meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengelola kebutuhan proyek, mencari, mengevaluasi, dan menggunakan berbagai sumber daya tersebut secara mandiri dan efektif;
7. Memberikan pengalaman kepada peserta didik pembelajaran dan praktik dalam mengorganisasi proyek, dan membuat alokasi waktu dan sumber-sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas;
8. Menyediakan pengalaman belajar yang melibatkan peserta didik secara kompleks dan dirancang untuk berkembang sesuai dunia nyata;
9. Melibatkan peserta didik untuk belajar mengambil informasi dan menunjukkan pengetahuan yang dimiliki, kemudian diimplementasikan dengan dunia nyata;
10. Membuat suasana belajar menjadi menyenangkan, sehingga peserta didik maupun pendidik menikmati proses pembelajaran.

Adapun kelemahan pembelajaran berbasis proyek menurut Sari *et al.* (2019), yaitu:

1. Membutuhkan banyak waktu untuk menyelesaikan masalah dan menghasilkan produk;
2. Membutuhkan biaya yang cukup;
3. Membutuhkan guru yang terampil dan mau belajar;
4. Membutuhkan fasilitas, peralatan, dan bahan yang memadai;

5. Tidak sesuai untuk peserta didik yang mudah menyerah dan tidak memiliki pengetahuan serta keterampilan yang dibutuhkan;
6. Kesulitan melibatkan semua peserta didik dalam kerja kelompok.

Tabel 1. Skenario Pembelajaran

No	Sintaks	Aktivitas		Aktivitas STEM	Kemampuan Berpikir Kreatif
		Guru	Siswa		
1	Penentuan pertanyaan mendasar	Memberikan refleksi dan pertanyaan mendasar terkait permasalahan.	Mencari tahu yang melibatkan pengamatan terkait permasalahan dalam pertanyaan mendasar.	Proses sains	*Fluency*
2	Mendesian perencanaan proyek	Memberikan kebebasan pada siswa untuk menentukan dan mendesain prosedur dalam penyelesaian masalah.	Mendesain prosedur percobaan sesuai dengan ide yang dimiliki untuk menyelesaikan sebuah proyek.	Proses engineering	*Originality*
3	Meyusun jadwal	Mendiskusikan jadwal kegiatan proyek dengan siswa.	Berdiskusi dan berkolaborasi dengan guru untuk menyusun jadwal kegiatan.	Proses engineering	*Fluency*
4	Monitoring	Memantau dan membimbing siswa dalam proses pengerjaan proyek.	Melaksanakan pembuatan proyek.	Proses sains	*Elaboration*
5	Menguji hasil	Memberikan kesempatan pada siswa untuk mempresentasikan hasil proyeknya.	Mempresentasikan hasil proyek.	Proses sains dan proses matematika	*Originality and fluency*
6	Evaluasi pengalaman	Meriview jalannya proses pengerjaan proyek.	Berdiskusi dan berkolaborasi antar siswa dan guru untuk meriview jalannya proses pengerjaan proyek.	Proses sains	*Flexibility*

3. STEM-PjBL

STEM merupakan salah pendekatan dalam pembelajaran yang telah menjadi praktik umum yang dilakukan di sekolah, perguruan tinggi, atau suatu universitas untuk menghadapi tatangan pedagogi dalam pendekatan abad ke-21 (Abdurrahman

dkk. 2019). STEM merupakan integrasi dari *science, technology, engineering, and mathematics* (Lou *et al.,* 2011). Pembelajaran STEM memiliki tujuan yang besar terhadap sistem pendidikan. Secara umum tujuan pembelajaran STEM yaitu untuk mempersiapkan dan menghasilkan peserta didik yang ahli di bidang tertentu dalam upaya meningkatkan daya saing global (Zuryanty, 2020). Selain itu, pendekatan STEM juga mampu untuk membentuk karakter peserta didik. Seperti yang dijelaskan oleh (Ash-Showy, 2022) bahwa penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat bermanfaat dalam memberikan dorongan kepada peserta didik dalam mengembangkan pengetahuan afektif yang memiliki kemungkinan dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa.

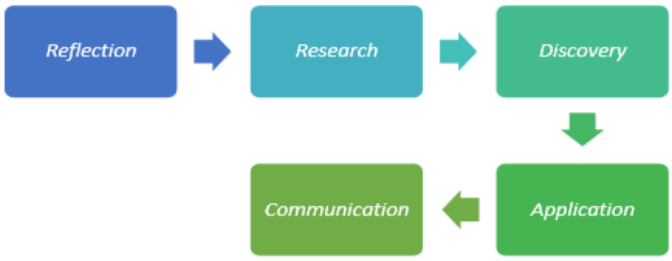
Pendidikan STEM integratif merupakan suatu pendektan pengajaran dan pembelajaran antara dua atau lebih dalam komponen STEM atau antara satu komponen STEM dnegan disiplin ilmu lainnya (Rahmawati dan Juandi, 2020). *Science* mengaitkan Matematika dengan fenomena alam atau sesuatu yang kita temui di alam sekitar (Hasanah dkk. 2020). *Technology* terkait dengan alat ataupun inovasi buatan manusia yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup secara ekonomis dan ramah lingkungan. Sedangkan Matematika terkait dengan pola dan hubungan sebagai bahasa bagi teknologi, sains, dan teknik (Yuiati dan Saputra, 2019).

Adapun lima karakteristik yang membedakan pembelajaran STEM teritegrasi dengan pedagodi guru lainnya menurut Sutaphan and Yuenyong (2019), yaitu : 1) konten dan praktik dari satu atau lebih disiplin ilmu pengetahuan dan matematika menentukan beberapa tujuan pembelajaran utama; 2) integrasinya adalah praktik rekayasa dan desain rekayasa teknologi sebagai konteksnya; 3) rancangan teknik atau praktik rekayasa berkaitan dengan teknologi relevan dan memerlukan penggunaan konsep ilmiah dan matematika melalui suatu desain; 4) ditekankan pada pengembangan keterampilan abad 21; dan 5) konteks pembelajaran memerlukan penyelesaian masalah atau melalui proyek dunia nyata dan melalui kerja tim.

Penerapan pembelajaran berbasis STEM yang terintegrasi ini akan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi dan mengembangkan kemampuannya melalui rasa ingin tahu (Kim *et al.* 2016). Pendekatan STEM berperan dalam membentuk sumber daya manusia yang mampu berpikir kriris, kreatif, inovatif, berkomunikasi, dan berkolaborasi (Susanti dan Kurniawan, 2020). Menurut Davidi (2021) bahwa sebagai pendekatan, STEM adalah pendekatan dalam pendidikan dimana sains, teknologi, teknik, dan matematika terintegrasi dengan proses pendidikan yang berfokus pada pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang nyata serta dalam kehidupan profesional.

Dalam pelaksanaan pembelajaran menggunakan pendekatan STEM, dapat diimplementasikan ke dalam pembelajaran yang inovatif. Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran abad 21 adalah model pembelajaran berbasis proyek *(Project Based Learning*- PjBL*).* *Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran berbasis proyek yang dapat mengintegrasikan suatu masalah dan penyelesaian berbasis proyek, dengan keunggulan model PjBL ini yaitu dapat meningkatkan motivasi belajar, keterampilan pemecahan masalah, dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memilih proyek atau topik yang dikerjakan guna meningkatkan kognitif dan psikomotorik peserta didik (Rokhim dkk. 2020). Sehingga, pembelajaran dengan pendekatan STEM-PjBL ini dapat mendukung kreativitas peserta didik dalam pembelajaran untuk membuat suatu produk yang membutuhkan kreativitas dalam menyelesaikan suatu permasalahan (Karlina dkk. 2023).

Adapun sintaks dan langkah-langkah pembelajaran STEM-PjBL menurut Laboy-Rush (2010) yaitu *reflection, research, discovery, application, and communication.* Sintaks dan langkah-langkah pembelajaran STEM-PjBL menurut Laboy-Rush (2010) yang dideskripsikan pada Tabel 3 sebagai berikut.



Gambar 2. Sintaks Pembelajaran STEM-PjBL

Tabel 2. Sintaks dan Langkah-Langkah Pembelajaran STEM-PjBL

Sintaks	Deskripsi Kegiatan
Reflection	Guru membawa peserta didik ke dalam konteks permasalahan dan memberikan pandangan kepada peserta didik untuk dapat mulai mencari tahu terkait permasalahan yang disajikan. Tahap ini dimaksudkan untuk menghubungkan apa yang diketahui dan apa yang perlu dipelajari oleh peserta didik.
Research	Merupakan tahap penelitian peserta didik. Guru memberikan pembelajaran sains, memilih bacaan, atau metode untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan. Proses belajar lebih banyak terjadi selama tahap ini, kemajuan belajar peserta didik dalam mewujudkan pemahaman abstrak dari masalah. Selama fase *research*, guru lebih sering membimbing diskusi untuk menentukan apakah peserta didik telah mengembangkan pemahaman konseptual dan relevan berdasarkan proyek
Discovery	Merupakan tahap penemuan umumnya melibatkan proses menjembatani *research* dan informasi yang diketahui dalam penyusunan proyek. Ketika peserta didik mulai belajar mandiri dan menentukan apa yang masih belum diketahui. Beberapa model dari STEM PjBL membagi peserta didik menjadi kelompok kecil untuk menyajikan solusi yang mungkin untuk masalah, berkolaborasi, dan membangun kerjasama antar teman dalam kelompok. Model lainnya menggunakan langkah ini dalam mengembangkan kemampuan peserta didik dalam membangun *habit of mind* dari proses merancang untuk mendesain.
Application	Pada tahap aplikasi tujuannya untuk menguji produk/solusi dalam memecahkan masalah. Dalam beberapa kasus, peserta didik menguji produk yang dibuat dari ketentuan yang ditetapkan sebelumnya, hasil yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki langkah sebelumnya. Di model lain, pada tahapan ini peserta didik belajar konteks yang lebih luas di luar STEM atau menghubungkan antara disiplin bidang STEM.
Communication	Tahap akhir dalam setiap proyek dalam membuat produk/solusi dengan mengkomunikasikan antar teman maupun lingkup kelas. Presentasi merupakan langkah penting dalam proses pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi maupun kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang konstruktif.

4. Berpikir Kreatif

Kebutuhan abad ke-21 terhadap kurikulum lembaga pendidikan diorientasikan untuk menciptakan generasi produktif, kreatif, inovatif, dan efektif melalui integrasi sikap, kemampuan dan pengetahuan dengan kecakapan hidup (Andini, 2016 ; Kabeel and Eisa, 2016; Taghva *et al.* 2014). Pendidikan abad ke-21 merupakan pembelajaran yang berbasis *student centered* dimana peserta didik diberikan kebebasan untuk dapat mencari sumber belajarnya sendiri (Afni, 2021). Salah satu pengembangan yang seringkali dihubungkan dengan pembelajaran abad ke-21 adalah kemampuan berpikir krits dan kemampuan berpikir kreatif.

Keteramilan berpikir kreatif merupakan landasan ilmu pengetahuan yang sangat penting bagi peserta didik (Siburian *et al.* 2019). Berpikir kreatif adalah keterampilan untuk mengembangkan, menemukan atau menciptakan kombinasi konstruktif baru melalui penyelidikan berdasarkan data, informasi yang ada dengan sudut pandang berbeda yang muncul sebagai manifestasi masalah yang dirasakan, sehingga menghasilkan solusi yang bermanfaat (Diawati *et al.* 2017). Dalam kata lain keterampilan berpikir kreatif merupakan gabungan atau kombinasi berpikir logis dan berpikir devergen untuk menghasilkan sesuatu yang baru, sehingga hasil darikombinasi tersebut akan menghasilkan aspek kelancaran, flaksibilitas, dan originalitas atau kemampuan untuk menghasilkan solusi jawaban yang baru (Hidajat, 2022).

Terdapat beberapa ciri atau karakteristik pada keterampilan berpikir kreatif menurut Torrance *et al.* (1992), yaitu : 1) *fluency*, berarti memahami bukan hanya mengingat apa yang dipelajari ; 2) *flexibility*, mengacu pada generasi ide yang menunjukkan berbagai kemungkinan. Mencakup kemampuan untuk melihat sesuatu dari perspektif yang berbeda dan menggunakan banyak strategi atau pendekatan yang berbeda ; 3) *originality*, mengacu pada solusi yang berbeda atau sesuatu yang baru atau tidak pernah ada dalam suatu kelompok : dan 4) *elaboration*, yaitu mengacu pada sejumlah besar ide, gagasan, atau alternatif ketika memecahkan masalah (Purba, 2022). Sedangkan karakteristik mendasar keterampilan berpikir kreatif yaitu menunjukkan potesi dalam memecahkan masalah, berargumen ber-

dasarkan fakta, dan secara emosional memiliki kesanggupan untuk menyelesaikan tugas dan tanggung jawab (Mamahit, 2020). Adapun ciri-ciri kemampuan berpikir kreatif menurut Anindayati dan Wahyudi (2020) yang dideskripsikan pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 3. Ciri-Ciri Kemampuan Berpikir Kreatif

Aspek Kemampuan Berpikir Kreatif	Ciri-Ciri
Fluency (Kelancaran)	1) Mencetuskan banyak gagasan, jawaban, atau penyelesaian masalah. 2) Memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan berbagai hal. 3) Selalu memikirkan lebih dari satu jawaban.
Flexibility (Keluwesan)	1) Menghasilkan gagasan, jawaban, atau pertanyaan yang bervariasi. 2) Dapat melihat masalah dari sudut pandang yang berbeda. 3) Mampu mengubah cara pendekatan atau pemikiran.
Originality (Keaslian)	1) Mampu melahirkan ungkapan yang baru dan unik yang berbeda dari yang lainnya. 2) Mampu mebuat kombinasi-kombinasi yang tak lazim (jarang diberikan kebanyakan orang) dari bagian-bagian atau unsur-unsur untuk strategi menyelesaikan masalah.
Elaboration (Elaborasi)	1) Mampu memperkaya dan mengembangkan suatu gagasan atau produk. 2) Menambah atau merinci detail dari suatu objek, gagasan atau situasi sehingga menjadi lebih menarik.

Fluency, atau kelancaran mengacu kepada kemampuan untuk suatu masalah yang muncul. Kemampuan berpikir lancar memiliki dua komponen, yaitu kemampuan linguistik yang dinyatakan dalam jumlah ucapan dan banyaknya ide yang dikeluar-kan secara cepat. Keterampilan ini melatih peserta didik untuk dapat mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan serupa untuk memecahkan masalah. *Flexibility*, merupakan kemampuan seseorang untuk mentransfer ide atau gagasan kepada orang lain. *Originality*, merupakan kemampuan berpikir dengan mengacu pada ide-ide baru yang dihasilkan oleh orang-orang kreatif, memiliki ide yang unik, memiliki jawaban yang konsisten dan dapat diterima, serta ide tersebut cenderung diasosiasikan secara luas. Keterampilan ini dapat melatihkan peserta didik untuk menafsirkan suatu kondisi secara berbeda dan memikirkan hal-hal yang tidak pernah terpikirkan oleh orang lain. *Elaboration* merupakan kemampuan untuk menambahkan detail dan makna solusi serta menghadirkan

pemikiran orisinil pada ide yang dikembangkan. Keterampilan ini dapat melatih peserta didik untuk mengembangkan dan memperkaya gagasan orang lain, serta mengembangkan prosedur yang terperinci (Al-sulaiman, 2009). Proses kreatif ini dapat terjadi ketika peserta didik diberikan stimulus. Stimulus dalam hal ini adalah dengan memberikan permasalahan nyata kepada peserta didik dan meminta mereka untuk menyelesaikan masalah tersebut (Lisliana *et al.* 2012).

Melalui keterampilan berpikir kreatif, peserta didik akan mampu memodifikasi, menggunakan kembali, atau bahkan menciptakan ide atau produk baru. Selain itu juga peserta didik akan mampu mencerna informasi yang diperoleh dari sudut pandang berbeda (Őzdas and Batdi, 2017). Peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir kreatif yang terlatih, akan mampu bersikap fleksibel dan melihat peluang serta dapat menghadapi tantangan di dunia yang terus berkembang pesat (Ritte and Mostert, 2016).

5. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Pendidik atau guru sebagai fasilitator dalam proses pembelajaran, harus mencari cara untuk membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan menyenangkan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan menyenangkan adalah dengan cara membuat media pembelajaran yang menyenangkan pula, yaitu media pembelajaran yang membuat peserta didik merasa tertatik dan senang dalam mempelajari media tersebut. Salah satu media yang dibutuhkan untuk menigkatkan keterampilan peserta didik adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Lembar kerja peserta didik merupakan media pembelajaran peserta didik yang berisi petunjuk-petunjuk kegiatan yang akan dilaksanakan peserta didik secara aktif dan mengacu pada kompetensi dasar yang akan dicapai (Triana, 2021).

LKPD adalah suatu media pembelajaran yang disusun oleh guru dan berguna dalam proses pembelajaran, dimana LKPD akan menentukan kreatifitas dan efektivitas suatu pembelajaran yang akan dilaksanakan oleh guru (Banjarani dkk, 2020). LKPD memiliki peran penting dalam proses pembelajaran. LKPD

merupakan sebuah pedoman yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran dan pemberian tugas kepada peserta didik, sehingga LKPD sebagai media pembelajaran harus menarik bagi peserta didik. Sebagai salah satu media pembelajaran cetak yang dapat mempermudah peserta didik untuk berinteraksi dengan materi pembelajaran, LKPD dapat membantu peserta didik untuk aktif dalam proses pembelajaran, karena LKPD berisikan aktivitas yang melibatkan peserta didik. Dan melalui LKPD peserta didik juga dapat dibimbing untuk menemukan kembali sebuah konsep dan melalui LKPD juga dapat mempermudah guru dalam proses pembelajaran (Astuti, 2021).

Salah satu fungsi dari diterapkannya LKPD dalam proses pembelajaran yaitu dapat membantu peserta didik untuk memahami materi yang diberikan oleh guru secara optimal, karena peserta didik akan mendapatkan kemudahan dengan menggunakan LKPD dalam pembelajaran (Nana, 2022). Hal ini menjadi penting, karena kesesuaian media pembelajaran untuk peserta didik memberikan ketertarikan sehingga peserta didik akan mendapatkan pemahaman dan hasil belajar yang optimal. Selain itu, melakukan proses pembelajaran menggunakan LKPD semakin populer pada masa era globalisisi ini. Menurut Noprinda, (2019) terdapat beberapa manfaat yang diperoleh dengan menggunakan LKPD, antara lain : 1) memudahkan pendidik dalam mengelola proses belajar, 2) membantu pendidik untuk mengarahkan peserta didiknya untuk dapat menemukan konsep-konsep melalui aktivitasnya sendiri atau dalam kelompok kerja, 3) dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan proses dan mengambangkan sikap ilmiah, dan 4) membantu pendidik untuk dapat memantau keberhasilan peserta didik untuk mencapai sasaran belajar.

6. Peuyeum

Peuyeum dikenal sebagai salah satu produk pangan khas daerah Jawa Barat yang sangat digemari oleh beberapa kalangan. Peuyeum merupakan makanan tradisional yang dihasilkan melalui proses fermentasi karbohidrat atau makanan bertepung. Kultur starter peuyeum atau ragi terdiri dari konsorsium jamur, ragi, dan bakteri, dimana ketiganya mempunyai peran masing-masing dalam

mengembangkan rasa dan aroma peuyeum (Cempaka, 2021). Proses fermentasi dalam hal ini dapat meningkatkan kualitas produk pangan dan fermantasi mampu meningkatkan kualitas nutrisi substrat makanan melalui beberapa mekanisme. Organisme yang membantu proses fermentasi dapat mensintesis vitamin, protein, dan nutrisi. Selain itu, metabolisme mikroba selama fermentasi dapat meningkatkan kecernaan makromolekul makanan dan ketersediaan hayati nutrisi makro dan mikro serta fitokimia (Terefe and Augustin, 2019). Peuyeum merupakan hidangan berbahan dasar singkong yang diolah dengan proses fermentasi yang dibantu dengan mikrobakteria, sehingga menghasilkan aroma dan rasa yang khas (Rakhmani dkk. 2023). Peuyeum merupakan salah satu jenis makanan dengan bahan dasar singkong *(Manihot esculenta Crantz).*

Beberapa jenis singkong atau ubi kayu yang biasa digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan peuyeum adalah jenis singkong mentega dan singkong kuning. Singkong mentega memiliki daging umbi berwarna kuning pucat seperti mentega dengan tekstur pulen, sedangkan singkong kuning memiliki daging umbi berwarna kuning cerah serta mengandung beta-karoten (prekursor vitamin A). Proses fermentasi pada singkong mentega cenderung menghasilkan fermentasi alkohol dominan, hal ini disebabkan oleh kandungan pati yang tinggi yang diubah menjadi gula sederhana oleh enzim amilase, kemudian difermentasi oleh ragi seperti *Saccharomyces cerevisiae* (Azzahra dkk. 2022). Proses fermentasi singkong kuning menghasilkan fermentasi alkohol dominan, dengan kemungkinan pembentukan asam-asam organik seperti asam asetat, asam piruvat, dan asam laktat. Kehadiran bakteri dalam ragi dapat merubah etanol menjadi asam-asam tersebut dan memberikan cita rasa khas pada peuyeum (Maimunah dkk. 2020).

Tabel 4. Perbandingan singkong mentega dan singkong kuning

Parameter	Singkong Mentega	Singkong Kuning
Karbohidrat (per 100g)	34,7 gram	37,9 gram
Arah Fermentasi	Alkohol dominan	Alkohol dominan dengan kemungkinan pembentukan asam-asam organik
Hasil Peuyeum	Empuk, manis, aroma khas	Manis, warna kuning alami, aroma fermentasi khas

Berdasarkan perbedaan kedua jenis singkong di atas, keduanya sangat cocok untuk pembuatan peuyeum karena tekstur yang empuk dan memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi. Memiliki kandungan karboidrat yang tinggi merupakan salah satu faktor utama mengapa singkong digunakan sebagai bahan baku pembuatan peuyeum, karena dengan kandungan karbohidrat yang tinggi dalam bentuk glukosa kompleks yang menjad substrat ideal untuk fermentasi oleh mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae.* Pada proses fermentasi, karbohidrat diubah menjadi gula sederhana dan kemudian menjadi alkohol dan senyawa aromatik yang menciptakan rasa manis dan khas peuyeum (Azzahra dkk. 2022). Selain dikenal dengan kandungan karbohidratnya yang tinggi, singkong juga mengandung senyawa glukosida sianogenik yang bersifat toksis dan dapat membentuk asam sianida (Nasution, 2019). Sehingga untuk memproduksi peuyeum dengan kualitas yang baik, perlu memperhatikan beberapa faktor didalamnya.

Perebusan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses pembuatan peuyeum. Selain bertujuan untuk mematangkan singkong, proses perebusan ini juga dapat menghilangkan rasa getih pada singkong dan mengurangi kandungan sianida pada singkong. Hal ini dijelaskan oleh Purwati dkk. (2016) bahwa proses perebusan singkong dapat mengurangi kadar sianida pada singkong mentah sebanyak 27,78% dibandingkan dengan singkong yang tidak diolah sama sekali. Junior *et al.* (2019) juga menyatakan bahwa proses pemanasan dengan cara perebusan pada suhu 70-100ºC dapat mendegradasi senyawa HCN secara efektif pada singkong. Setelah proses perebusan ini, singkong dapat didiamkan terlebih dahulu pada suhu ruang untuk kemudian diberikan ragi secara merata dipermukaan singkong.

Pada proses ini, konsentrasi pemberian ragi harus diperhatikan. Dijelaskan oleh Kanino, (2019) bahwa penambahan ragi yang terlalu banyak akan berpengaruh pada tekstur peuyeum dan dijelaskan lebih lanjut oleh Mutmainah dkk. (2021) bahwa penambahan ragi yang terlalu banyak dapat berpengaruh pada rasa yang didapatkan, dimana rasa yang didapat akan terlalu asam. Sedangkan jika

pemberian ragi yang terlalu sedikit dapat mengakibatkan proses fermentasi yang tidak berjalan ditandai dengan produksi alkohol yang sedikit, tekstur singkong tidak berubah, dan cita rasa yag kurang manis (Rakhmani dkk. 2023). Selain ragi *(Saccharomyces cerevisiae)* yang berperan dalam mengubah gula sederhana menjadi etanol dan karbondioksida, juga terdapat *Rhizopus oryzae* yang mengawali proses fermentasi dengan menghidrolisis pati menjadi gula sederhana. Selama proses fermentasi singkong menjadi peuyeum, jamur *(Rhizopus oryzae)* memainkan peran penting dalam memperoleh nutrisi dengan beberapa cara, salah satunya adalah dengan produksi enzim ekstraseluler. Martgrita, dkk (2022) menyatakan bahwa *R. oryzae* menghasilkan enzim-enzim seperti α-amilase dan glukoamilase yang berfungsi untuk menghidrolisis pati kompleks dalam singkong menjadi gula sederhana seperti glukosa. Proses pemecahan molekul pati menjadi gula sederhana ini menyediakan sumber karbon yang dapat digunakan jamur untuk pertumbuhan dan metabolisme. Setelah gula sederhana terbentuk *R. oryzae* meyerap nutrien tersebut melalui hifa yang menembus substrat singkong, nutrien ini kemudian digunakan dalam proses metabolisme untuk menghasilkan energi dan metabolit sekunder seperti asam laktat dan etanol (Phruekswan dkk., 2012). Sehingga *R.oryzae* ini memperoleh nutrisi selama fermentasi dengan menghasilkan enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula sederhana, yang kemudian diserap melalui hifa untuk mendukung ppertumbuhan dan metabolisme, dan proses ini tidak hanya menyediakan energi bagi jamur tetapi juga menghasilkan senyawa yang membeikan karakteristik khas pada peuyeum.

Selanjutnya proses pemeraman atau lama fermentasi juga mempengaruhi kualitas peuyeum yang dihasilkan. Proses ini dimulai setelah singkong yang telah dibaluri ragi didiamkan dengan kondisi ruangan terbuka atau tertutup. Proses fermentasi ini dapat dilakukan pada kondisi aerob ataupun anaerob (Maicas, 2020). Proses fermentasi harus dilakukan secara maksimal, lamanya fermentasi akan mem-pengaruhi kadar air, glukosa, dan organoleptik pada peuyeum. Proses fermantasi dimulai dengan hidrolisis pati menjadi glukosa oleh enzim amilase yang dihasilkan oleh jamur. Hasil pemecahan pati oleh Amiloglukosidase dapat dilihat dalam bentuk molekul glukosa yang disebut tahap sakarifikasi (Cempaka, 2021).

Fermentasi peuyeum ini melibatkan reaksi kimia komples dan mikroorganisme seperti ragi *(Saccharomyces cerevisiae)* dan bakteri asam laktat. Proses ini meng-ubah pati dalam singkong menjadi gula sederhana, yang kemudian difermentasi menjadi etanol dan asam laktat untuk memberikan rasa manis dan asam yang khas pada peuyeum (Cempaka, 2021).

Adapun beberapa reaksi kimia utama dalam proses fermentasi peuyeum ini adalah sebagai berikut:

a. Hidrolisis pati (amilum) menjadi gula sederhana
   Enzim amilase yang dihasilkan oleh jamur *(Rhizopus oryzae)* akan menghidrolisis pagi dalam singkong menjadi gula sederhana. Reaksi sederhana:

$$C_6H_{10}O_5 + H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6$$

b. Fermentasi glukosa menjadi etanol dan karbondioksida (oleh ragi)
   Setelah terbentuk glukosa, ragi melakukan fermentasi alkohol. Reaksi sederhana:

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

c. Fermentasi glukosa menjadi asam laktat (oleh bakteri asam laktat)
   Sebagian glukosa difermentasi menjadi asam laktat oleh bakteri. Reaksi sederhana:

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_3H_6O_3$$

Selain kapang dan khamir, mikroorganisme yang terdapat pada peuyeum adalah seperti Bakteri Asam Laktat (BAL) dan Bakteri Asam Asetat (AAB), dimana BAL dapat menghasilkan metabolit yang menghasilkan rasa, tekstur, serta alkohol sebagai hasil pemecahan glukosa oleh ragi dan diubah menjadi Asam asetat dalam kondisi aerob.

Singkong dapat diperam atau melalui masa fermentasi selama 2-3 hari supaya matang (Rakhmani dkk. 2023), dan dijelaskan lebih lanjut oleh Dirayati dan

Erlidawati (2018) bahwa kadar etanol tertinggi dihasilkan pada hari keempat, dan menandakan bahwa kualitas peuyeum dalam konsisi optimal. Dan yang terakhir, harus memerhatikan penyajian, proses penyajian dengan daun pisang dianggap sebagai pembungkus peuyeum yang dapat mempertahankan cita rasa paling baik (Hidayah dan Basiirun, 2021).

Gambar 3. Peuyeum

B. Penelitian yang Relevan

Pendidikan pada saat ini semakin menuntut integrasi pemanfaatan media pembelajaran dan implementasi model pembelajaran guna menjadikan proses pembelajaran yang aktif dan mendalam. Pengembangan LKPD berbasis STEM-PjBL menjadi penting sebagai media yang efektif untuk memfasilitasi proses pembelajaran. Salah satu implementasi LKPD berbasis STEM-PjBL adalah pembuatan produk berbasis lokal seperti pembuatan peuyeum. Sebagai produk hasil fermentasi tradisional yang memiliki potensi untuk mengintegrasikan konsep ilmu pengetahuan alam, teknologi dalam proses fermentasi, serta aspek matematika dalam pengukuran dan analisis hasil. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD berbasis STEM-PjBL pembuatan peuyeum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik, mendestripsikan keefektifan LKPD yang dikembangkan, serta mendeskripsikan respon guru dan peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan.

Tabel 5. Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti, Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1.	Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., and Maskan, A. (2021).	The Influence Of Project – Based STEM (PjBL-STEM) Applications On The Development Of 21st Century Skills.	Berdasarkan tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui pengaruh aplikasi Project Based STEM (PjBL STEM) yang melibatkan penggunaan bahan limbah terhadap keterampilan abad 21 siswa kelas X. Didapatkan hasil bahwa terdapat peningkatan yang signifikan pada keterampilan abad 21 siswa, seperti keterampilan komunikasi, kolaborasi, pemecahan masalah, kreativitas, berpikir kritis, tanggung jawab, kesadaran lingkungan, dan literasi teknologi. Selain itu peserta didik melaporkan bahwa kegiatan atau pelaksanaan pembelajaran PjBL STEM berdampak positif pada keterampilan abad 21 mereka.
2.	Pramesti, D., Probosari, R. M., and Indiyanti, N.Y. (2022)	Effectiveness of Project Based Learning Low Carbon STEM and Discovery Learning To Improve Creative Thinking Skills.	Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan efektivitas PjBL-STEM *low carbon* dan discovery learning untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Didapatkan hasil bahwa penerapan *low carbon* dalam proses pembelajaran dapat meningkatan pemahaman siswa tentang prinsip, konsep, dan sikap umum karbon. Sehingga dalam penelitian ini menunjukkan bahwa PjBL-STEM adalah pendekatan yang lebih praktis untuk digunakan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kreatif.
3.	Triana, D., Anggraito, Y. U., and Ridlo, S. (2020)	Effectiveness of Environmental Change Learning Tools Based on STEM-Pjbl Towards 4C Skills of Students.	Penelitian ini bertujaun untuk menganalisis efektivitas perangkat pembelajaran perubahan lingkungan berbasis STEM-PjBL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis STEM-PjBL efektif terhadap keterampilan 4C siswa, yang meliputi : keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, keterampilan kreatif dan inovatif, keterampilan kolaborasi dan komunikasi (4C). Dan untuk meningkatkan keterampilan tersebut secara optimal, maka perlu dibiasakan melakukan pembelajaran melalui pembelajaran STEM-PjBL.
4.	Vistara, M. F., Rochmad., and Wijayanti, K. (2022)	Systematic Literature Review : STEM Approach Through Engineering Design Process with Project	Penelitian ini bertujuan untuk medeskripsikan pendekatan STEM melalui EDP dengan model PjBL dan mengkaji dampak penerapan pendekatan STEM melalui EDP

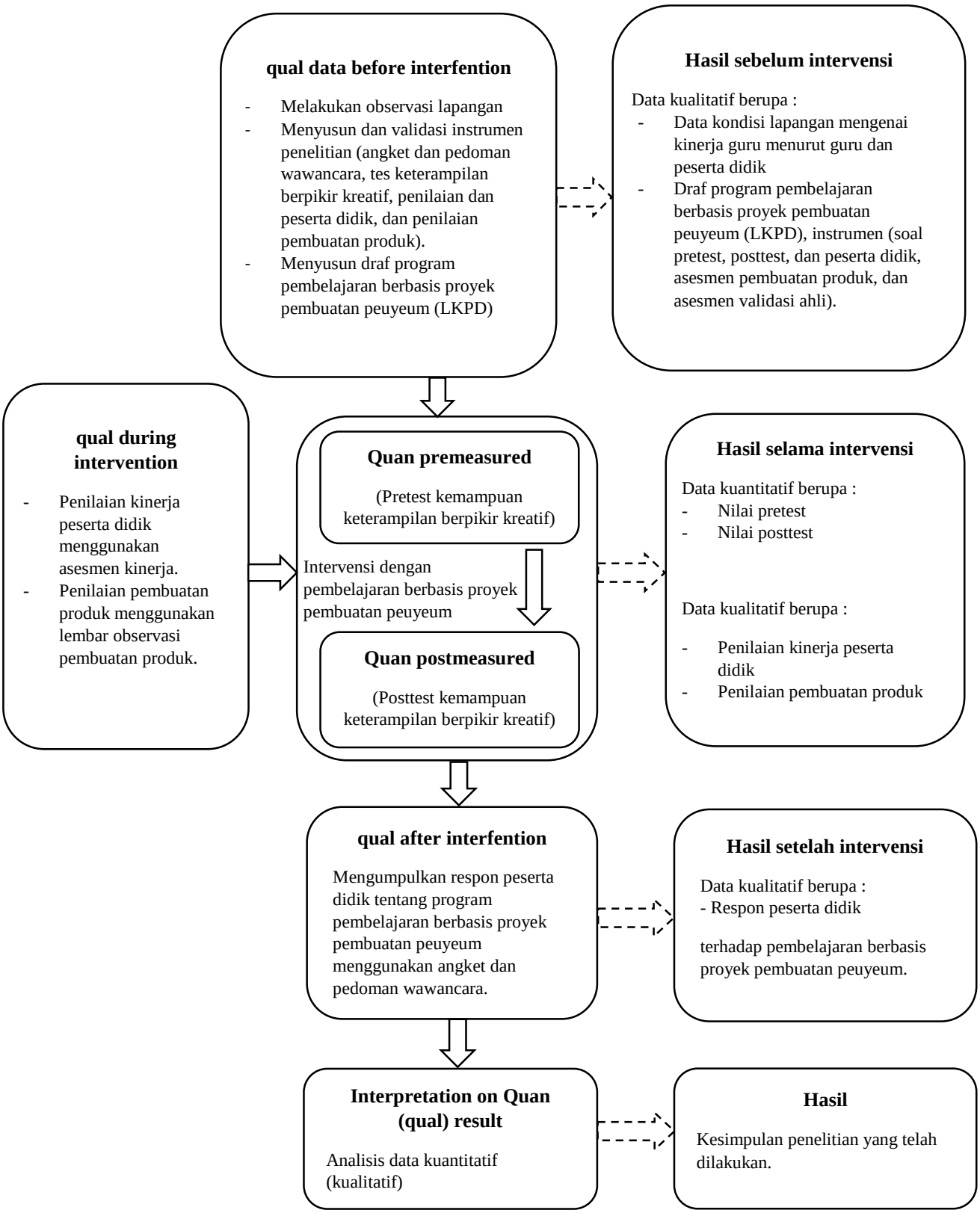
		Based Learning Model to Improve Mathematical Creative Thinking Skills	dengan model PjBL terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa PjBL berbasis STEM mampu memudahkan siswa dalam mendefinisikan konsep pembelajaran dan mebghubungkannya dengan kehidupan nyata. Selain itu model pembelajaran berbasis proyek yang diintegrasikan dengan STEM mampun memberikan pengaruh untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.
5.	Mukaromah, S. H., and Wusqo, I. U. (2020)	The Influence of Pjbl Model with STEM Approach on Global Warming Topic to Students' Creative Thinking and Communication Skills.	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh PjBL dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif dan komunikasi siswa beserta effect size nya. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa, model PjBL dengan pendekatan STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif dan komunikasi siswa.
6.	Noviyani, A., Maison, M., and Syaiful. (2021)	The influence of PjBL-STEM and PBL-Based on the Learning Motivation on the Students' in the Mathematical Creative Thiking Skills.	Penelitian ini bertujuan untuk : 1) mengidentifikasi pengaruh PjBL-STEM dan PBL terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis; 2) pengaruh motivasi belajar tinggi, sedang, dan rendah terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis; dan 3) mengetahui interaksi PjBL-STEM dan PBL serta motivasi belajar terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis. Adapun hasil penelitian dalam peneltiian ini adalah 1) pembelajaran berbasi proyek dengan pendekatan STEM (PjBL-STEM) dan BL mempunyai pengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis; 2) motivasi belajar, tinggi, sedang, da rendah memiliki pengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis; dan 3) terdapat interaksi antara PjBL-STEM dan PBL dengan motivasi belajar terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis.
7.	Cempaka, Laras (2021)	*Peuyeum* : Fermented Cassava from Bandung, West Java, Indonedia	Peuyeum merupakan fermantasi yang terbuat dari singkong. Peuyeum memiliki aroma, rasa, dan tekstur yang khas, serta dibuat melalui proses fermentasi dengan menambahkan kultur starter. Kulturnya tidak hanya melibatkan ragi, tetapi juga konsorium mikroba seperti jamur dan bakteri. Ragi tape dikenal karena menghasilkan aroma alkohol. Dimana alkohol tersebut merupakan metabolit

			yang diproduksi oleh *Saccharomyces cerevisiae.* Dasar prosesnya adalah penguraian komponen pati menjadi dekstrin dan glukosa, lalu glukosa diubah menjadi alkohol atau asam sehingga proses fermentasi sedikit asam atau manis dengan rasa alkohol.

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode campuran *(mixed method)* dengan desain *embedded experimental model*. Penelitian campuran merupakan metode penelitian yang menggabungkan dua bentuk penelitian atau kombinasi antara penelitian kualitatif dan penelitian kuantitatif (Creswell., 2008). Sementara itu, desain *embedded experimental model* merupakan desain penelitian campuran dimana data kualitatif dikumpulkan dan di analisis dalam desain eksperimental. Data kualitatif dan data kuantitatif dapat dikumpulkan secara bersamaan atau berurutan, tetapi data kualitatif akan mendukung data kuantitatif. Tujuan dari pengumpulan data kualitatif adalah untuk melengkapi atau mendukung data kuantitatif. Dalam penelitian ini, peneliti mengumpulkan data kualitatif sebelum, selama, atau setelah intervensi untuk mendukung data kuantitatif. Mengumpilkan data sebelum intervensi akan membantu merancang intervensi yang disesuaikan dengan peserta didik. Mengumpulkan data pasca intervensi dapat membantu menjelaskan dan menindaklanjuti hasil data kuantitatif. Peneliti mengumpulkan data kuantitatif selama penelitian dan menganalisis kedua kumpulan data tersebut secara independen untuk menjawab berbagai pertanyaan dalam penelitian. Adapun skema desain *embedded experimental model* dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Desain Penelitian *Embedded Experimental Model*

B. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini adalah guru dan peserta didik. Sebelum intervensi yang menjadi sumber data adalah 10 guru IPA dan 20 peserta didik di Provinsi Lampung untuk mendapatkan informasi mengenai kinerja guru di lapangan. Sumber data selama dan setelah intervensi melibatkan 32 peserta didik kelas X SMA Negeri 3 Bandar Lampung.

C. Instrumen Data dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen penelitian adalah alat yang digunkan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Adapun instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen angket respon guru dan peserta didik, instrumen pedoman wawancara, instrumen validasi aspek kesesuaian isi dan konstruksi, soal tes keterampilan berpikir kreatif, dan asesmen kinerja.

1. Instrumen sebelum intervensi

a. Instrumen angket respon guru

Angket respon guru disusun untuk mengetahui fakta-fakta di lapangan terkait keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMA, penggunaan sumber belajar, khususnya penggunaan LKPD berbasis STEM-PjBL dalam pembelajaran. Selain itu juga angket respon guru tersebut berisi wawasan guru mengenai pembelajaran dengan pendekatan STEM-PjBL dan LKPD seperti apa yang diharapkan oleh guru sebagai sumber belajar yang akan digunakan untuk peserta didik. Angket analisis awal ini berisi beberapa pertanyaan menggunakan skala Guttman yang memiliki jawaban : “Ya” dan “Tidak” dengan skor “1” dan “0” dengan memberikan alasan mengapa memilih jawaban tersebut.

Pengumpulan data dari isntrumen ini dilakukan dengan cara mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket ; memberikan skor pada setiap jawaban sesuai dengan kriteria penskoran ; menghitung jumlah skor jawaban pada tahap pertanyaan ; dan menghitung presentase skor pada setiap item dengan rumus:

$\%J_{in} = \frac{\sum J_i}{N}\ x\ 100\%$ (Sudjana., 2005)

Keterangan:

$\%J_{in}$ = Presentase pilihan jawaban ke-i
$\sum J_i$ = Jumlah responden yang menjawab jawaban kes-i
N = Jumlah seluruh responden

b. Instrumen angket respon peserta didik

Angket respon peserta didik disusun untuk megetahui karakteristik LKPD yang mereka gunakan di sekolah. Angket ini berisi beberapa pertanyaan dengan menggunakan skala Guttmann yang memiliki pilihan jawaban : "Ya" dan "Tidak" dengan skor "1" dan "0" dengan memberikan alasan mengapa memilih jawaban tersebut.

Pengumpulan data dari isntrumen ini dilakukan dengan cara mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket ; memberikan skor pada setiap jawaban sesuai dengan kriteria penskoran ; menghitung jumlah skor jawaban pada tahap pertanyaan ; dan menghitung presentase skor pada setiap item dengan rumus:

$\%J_{in} = \frac{\sum J_i}{N}\ x\ 100\%$ (Sudjana., 2005)

Keterangan:

$\%J_{in}$ = Presentase pilihan jawaban-i
$\sum J_i$ = Jumlah responden yang menjawab jawaban-i
N = Jumlah seluruh responden

c. Instrumen aspek validasi kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan

Instrumen ini berbentuk angket yang disusun untuk mengetahui kesesuaian isi dan konstruksi peragkat program pembelajaran berbasis proyek pembuatan peuyeum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik yang terdiri dari LKPD, soal pretest-posttest, serta asesmen kinerja. Instrumen ini ditujukan untuk divalidasi oleh dua orang ahli dan direspon oleh guru Biologi di SMA Negeri 3 Bandar Lampung.

Kesesuaian LKPD dengan beberapa pertayaan meliputi kesesuaian capaian pembelajaran (CP), indikator pencapaian kompetensi, kesesuaian perangkat pembelajaran dengan tahap-tahap pembelajaran berbasis proyek, kesesuaian fenomena dengan konteks materi, kesesuaian fenomena untuk membantu peserta didik dalam mengikuti tahap-tahap pembelajaran berbasis proyek, dan kesesuaian fenomena untuk membantu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Konstruksi LKPD dengan beberapa pertanyaan yang meliputi kelengkapan LKPD yang disertai dengan identitas LKPD, KD, Indikator keterampilan berpikir kreatif, petunjuk penggunaan LKPD, tahap-tahap pembelajaran berbasis proyek, dan disertai dengan wacana atau fenomena yang menuntun peserta didik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.

Adapun indikator penilaian pada aspek kesesuain materi, terdiri dari 11 butir penilaian dengan indikator kesesuain isi materi dengan capaian pembelajaran dan kesesuaian LKPD untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Selanjutnya pada aspek keseusian konstruksi, terdiri dari 8 butir penilaian dengan indikator kelengkapan isi dan tata letak serta pilihan warna dan huruf yang digunakan. Dan pada aspek keterbacaan terdiri dari 6 butir penilaian meliputi penggunaan bahasa hingga konsistensi dalam penulisan.

Instrumen ini menggunakan skala likert 1-4 dan juga dilengkapi dengan kolom seran dimana validator dan guru dapat menuliskan saran atau masukan untuk perbaikan produk. Petunjuk pengisian angket ini berada pada halaman depan yaitu dengan cara validaotr dan guru memilih salah satu jawaban dengan memberikan tanda *checklist* (√) pada kolom yang tersedia dan menuliskan saran perbaikan. Adapun metode pengumpulan data dalam instrumen ini adalah:

1) Memberikan skor jawaban responden berdasarkan skala Likert dengan ketentuan seperti pada tabel

Tabel 6. Penskoran pada angket skala Likert 1-4

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat setuju/sangat jelas/sangat membantu	4
Sesuai/jelas/membantu	3

Kurang sesuai/jurang jelas/kurang membantu	2
Tidak sesuai/tidak jelas/tidak membantu	1

2) Menghitung jumlah skor jawaban responden dengan cara
   - Skor untuk pernyataan sangat sesuai/sangat jelas/sangat membantu
     Skor = 4 x jumlah responden yang menjawab
   - Skor untuk pernyataan sesuai/jelas/membantu
     Skor = 3 x jumlah responden yang menjawab
   - Skor untuk pertanyaan kurang sesuai/kurang jelas/kurang membantu
     Skor = 2 x jumlah responden yang menjawab
   - Skor untuk pernyataan tidak sesuai/tidak jelas/tidak membantu
     Skor = 1 x jumlah responden yang menjawab

3) Menghitung presentase skor jawaban pada setiap butir pertanyaan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%X_{in} = \frac{\sum S}{S_{maks}}\ x\ 100\% \qquad \text{(Sudjana., 2005)}$$

Keterangan :

$\%X_{in}$ = Presentase jawaban responden pernyataan dalam angket
$\sum S$ = Jumlah skor jawaban
S_{maks} = Skor maksimum

4) Menghitung rata-rata presentase skor pada setiap butir dengan rumus sebagai berikut:

$$\%X_{\text{i}} = \frac{\sum \%X_{in}}{n} \qquad \text{(Sudjana., 2005).}$$

Keterangan:

$\overline{\%X_{\text{i}}}$ = Rata-rata presentase jumlah terhadap pernyataan pada angket
$\sum \%X_{in}$ = Jumlah presentase jawaban terhadap semua pernyataan pada angket
n = Jumlah pertanyaan pada angket

5) Menafsirkan skor secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran menurut (Arikunto., 2008)

Tabel 7. Tafsiran skor angke skala Likert 1-4

Skor (Presentase)	Kriteria
80,1%-100%	Sangat tinggi
60,1%-80%	Tinggi
40,1%-60%	Sedang
20,1%-40%	Rendah
0,0%-20%	Sangat rendah

2. Instrumen selama intervensi

a. Soal *pretest* dan *posttest*

Soal pretest digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif awal peserta didik sedangkan soal posttest digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif peserta didik setelah dilaksanakan pembelajaran berbasis proyek pembuatan peuyeum. Soal pretest dan posttest yang digunakan dalam penelitian ini direncanakan terdapat fenomena untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang topik atau subjek yang dibahas dalam pembelajaran, selain itu juga diikuti dengan indikator keterampilan berpikir kreatif. Dalam penelitian ini, soal pretest dan posttest ini masing- masing akan terdiri dari 7 soal essay yang sudah divalidasi. Pertanyaan pada soal pretest dan posttest ini berbeda, tetapi indikator yang diukur sama. Soal pretest dan posttest ini ditujukan kepada 32 siswa kelas XII SMA Negeri 3 Bandar Lampung dengan cara menuliskan jawaban pada lembar yang telah diberikan.

Adapun cara untuk menghitung skor hasil pretest dan posttest adalah sebagai berikut :

$$Nilai\ siwa = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}}\ x\ 100\%$$

b. Lembar observasi

Lembar observasi digunakan pada saat implementasi program pembelajaran, yaitu untuk mengetaui sejauh mana keterlaksanaan pembelajaran yang dikembangkan. Lembar observasi ini terdiri dari 2 penilaian, yaitu lembar observasi penilaian kinerja peserta didik serta lembar penialain pembuatan produk. Lembar observasi penilaian kinerja peserta didik digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung, dan lembar obsrvasi penilaian produk digunakan untuk menilai keterampilan peserta didik dalam membuat produk yang ditentukan.

3. Instrumen respon guru dan peserta didik

Instrumen setelah intervensi yang digunakan dalam penelitian ini berupa angket responguru dan peserta didik yang bertujuan untuk megetahui respon terhadap pembelajaran berbasis proyek pembuatan peuyeum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Angket ini berisi 5 aspek, yaitu perasaan terhadap pembelajaran, kebaruan dalam pembelajaran, minat mengikuti pembalajaran, LKPD dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif, dan kegiatan pembelajaran berbasis proyek. Angket ini ditujukan kepada peserta didik yang telah selesai mengikuti pembelajran berbasis proyek pembuatan peuyeum dengan cara memberi tanda *checklist* (√) pada kolom yang telah disediakan menurut pendapat pribadi peserta didik itu sendiri dan menuliskan alasannya pada kolom yang telah disediakan. Cara pengumpulan data pada angket ini yaitu sama dengan cara pengumpulan data validasi kesesuaian isi dan konstruksi program pembelajaran berbasis proyek pembuatan peuyeum.

D. Teknik Analisis Data

1. Teknik analisis data kualitatif

Adapun data kualitatif dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut:

a. Data kinerja guru di lapangan, diperoleh melalui observasi awal menurut guru dan peserta didik menggunakan angket kebutuhan awal.
b. Data validasi kesesuaian iisi, konstruksi, dan keterbacaan program pembelajaran berbasis proyek pembuatan peuyeum untuk meningkatkan

keterampilan berpikir kreatif. Data berasal dari masukan ahli dan respon guru melalui lembar instrumen validasi. Analisis dilakukan dengan mengkategorikan saran serta kritik untuk memperbaiki perangkat yang dikembangkan.

c. Data penilaian kinerja peserta didik, diperoleh melalui lembar observasi selama proses pembelajaran. Data ini dianalisis secara deskriptif dengan mengidentifikasikan peningkatan atau perubahan perilaku serta kemampuan berpikir kreatif berdasarkan indikator yang telah ditentukan.
d. Data penilaian produk, diperoleh dari hasil pembuatan produk oleh peserta didik. Analisis dilakukan dengan mengevaluasi kualitas produk berdasarkan aspek-aspek yang telah ditentukan dan dinilai menggunakan lembar penilaian.
e. Respon guru dan peserta didik terhadap pembelajaran, diperoleh melalui angket terbuka untuk mengetahui pengalaman, kesa, dan saran selama pembelajaran berlangsung. Data dianalisis dengan cara mengelompokkan respon menjadi beberapa kelompok seperti keefektifan pembelajaran, motivasi belajar, dan kendala yang dihadapi selama pembelajaran.

2. Teknik analisis data kuantitatif

a. Teknik analisis data validitas dan reliabilitas instrumen tes

Teknik pengolahan data digunakan untuk mengetahui kualitas instrumen tes yang digunakan dalam penelitian. Uji coba istrumen tes dilakukan untuk mengetahui dan mengukur apakah instrumen yang digunakan telah memenuhi syarat dan layak untuk digunakan sebagai pengumpul data. Instrumen yang baik harus memenuhi dua prasyarat penting, yaitu valid dan reliabel (Arikunto., 2010). Uji coba soal pretest dan posttest dilakukan pasa peserta didik SMA Negeri 3 Bandar Lampung yaitu pada kelas X yang berjumlah 32 orang. Uji coba dilakukan dengan menggunakan soal pretest dan posttest sebanyak 7 butir soal essay. Berdasarkan hasil uji coba instrumen tersebut, maka akan diketahui validitas dan reliabilitas.

1) Validitas

Validitas merupakan suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkah kevalidan atau kesahihan suatu instrumen tes. Uji validitas untuk 7 butir soal essay dengan menggunakan *SPSS versi 26* dengan taraf signifikan 5% dengan kriteria dikatakan valid jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$.

2) Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kepercayaan instrumen penelitian yang diguakan sebagai alat pengumpul data. Analisis reliabilitas dengan menggunakan *SPSS versi 26* dengan melihat nilai *Cronbach's Alpha* kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan derajat reliabilitas atau evaluasi menurut Guilfor yang terlihat pada Tabel 8 Kriteria reliabilitas soal essay jika nilah *Alpha Cronbach* ≥ r tabel.

Tabel 8. Kriteria derajat reliabilitas (r11)

Derajat Reliabilitas (r11)	Kriteria
0,80 < r11 ≤ 1,00	Sangat tinggi
0,60 < r11 ≤ 0,80	Tinggi
0,40 < r11 ≤ 0,60	Sedang
0,20 < r11 ≤ 0,40	Rendah
0,00 < r11 ≤ 0,20;	Tidak reliabel

b. Analisis n-Gain

Untuk mengetahui besarnya peningkatan keterampilan berpikir kreatif peserta didik, maka dilakukan peritunhan nilai gain ternormalisasi *(n-Gain).* Rumus *n-Gain* menurut Hake (1999) adalah sebagai berikut :

$$n - Gain = \frac{\%\ posttest - \%\ pretest}{100 - \%\ pretest}$$

Hasil perhitungan *n-Gain* kemudian dikategorikan dengan menggunakan klasifikasi yang dinyatakan oleh (Hake., 2002) sebagaimana pada Tabel 9.

Tabel 9. Kategori n-Gain

Besarnya *n-Gain*	Kategori
n-Gain ≥ 0,7	Tinggi
0,3 ≤ *n-Gain* < 0,7	Sedang
n-Gain < 0,3	Rendah

c. Uji *paired sample t-test*

Uji *paired sample t-test* merupakan uji yang digunakan untuk menguji perbandingan dua rata-rata sampel yang saling berpasangan. Analisis ini biasa diguakan pada subjek sebelum dan sesudah diberikan suatu proses. Arti dari berpasangan adalah data pada sampel pertama diambil dari sebelum diberikan perlakuan dan data sampel kedua merupakan perubahan atau perbedaan dari sampel yang telah diberikan perlakuan (Nurcahyanto, 2018). Atau *paired sample t-test* adalah sebuah data yang dikumpulkan dari dua sampel yang berhubungan, atau rancangan ini biasanya dikenal dengan rancangan *pretest* dan *posttest* yang berarti membandingkan nilai rata-rata *pretest posttest* dari satu sampel (Norfai, 2021).

1) Uji normalitas

Uji normalitas merupakan uji yang bertujuan untuk menguji apakah data yang digunakan untuk memprediksi suatu konstruk berdistribusi normal atau tidak. Dimana data yang tidak berdistribusi normal, tidak dapat digunakan untuk memprediksi suatu konstruk (Nurcahyanto, 2018).

Adapun hipotesis untuk uji normalitas adalah sebagai berikut:
H_0 : Data penelitian berdistribusi normal
H_1 : Data penelitian tidak berdistribusi normal
Pengujian normalitas ini dilakukan dan dinyatakan memenuhi syarat apabila pada *Kolmogorov-smirnov* nilai Sig. > 0,05.

2) Uji hipotesis

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 :	μ post = μ pre :	Kedua rata-rata populasi adalah identik (rata-rata nilai pretest dan posttest tidak berbeda secara nyata)
H_1 :	μ post > μ pre :	Kedua rata-rata populasi adalah tidak identik (rata-rata nilai pretest dan posttest adalah berbeda secara nyata)

Kriteria uji:
Dasar pengambilan keputusan berdasarkan nilai probabilitas:

Jika probabilitas > 0,05 ; maka H_0 diterima

Jika probabilitas < 0,05 ; maka H_0 ditolak

Tolak H_0 apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$, terima H_0 apabila $t_{hitung} < t_{tabel}$.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Adapun kesimpulan dalam peneliaian ini adlah sebagai berikut:

1. Hasil pengembangan LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa SMA, proses pembelajaran dilakukan berdasarkan sintaks pembelajaran berbasis STEM-PjBL menurut Laboy-Rush (2010). Berdasarkan hasil validasi ahli terhadap aspek kesesuaian materi, konstruksi, dan keterbacaan terhadap LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum ini memiliki rata-rata presentase dengan kriteria "sangat tinggi" sehingga dinyatakan valid.
2. LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum yang dikembangkan dinyatakan efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Hal ini ditunjukkan melalui rata-rata nilai *n-Gain* sebesar 0,53 dengan kategori sedang. Selain itu, uji efektifitas yang menyatakan terdapat selisih sebesar 31,13 antara nilai *pretest-posttest,* yang mana perbedaan tersebut berada pada interval taraf kepercayaan 95% yaitu terendah 25,36 dan tertinggi 36,90. Sehingga hal ini menggambarkan adanya peningkatan hasil belajar peserta didik setelah diakukan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum.
3. Respon positif peserta didik terhadap pembelajaran menggunakan LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum dengan rata-rata persentase sebesar 85,15% menyatakan bahwa pembelajaran dengan LKPD yang dikembangkan dapat memotivasi peserta didik untuk lebih menonjolkan kemampuan berpikir kreatif melalui sebuah proyek. Serta respon positif guru terhadap pembelajaran menggunakan LKPD yang dikembangkan, yaitu 100% guru menyatakan

bahwa peserta didik aktif dalam pembelajaran dan 1005 guru juga menyatakan bahwa terdapat peningkatan pemahaman belajar peserta didik menggunakan LKPD yang dikembangkan.

B. Saran

Adapun saran atau masukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. LKPD berbasis proyek ini perlu dikembangkan lebih lanjut dengan konteks lain yang lebih relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, sehigga dapat memperluas pengalaman belajar mereka.
2. Perlu adanya uji coba lebih lanjut LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum ini di berbagai sekolah dengan latar belakang yang berbeda, untuk mrngukur tingkat efektivitas LKPD yang lebih luas.
3. Sebaiknya pengerjaan LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum ini dilakukan secara berulang atau dua kali selama pembelajaran, sehingga terlihat indikator keterampilan berpikir kreatif yang muncul dalam tiap tahap selama pembelajaran.
4. LKPD berbasis proyek pembuatan peuyeum ini dapat dikembangkan dengan menggunakan teknologi dalam LKPD yaitu seperti simulasi digital atau *platform* pembelajaran yang interaktif, sehingga dapat meningkatkan daya tarik dan efektivitas pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurrahman., Ariyani, F., Maulina, H., and Nurulsari, M. 2019. Design and Validation of Inquiry-based STEM Learning Starabegy as a Powerful Alternative Solution to Facilitate Gifted Studnets Facing 21st Century Challenging. *Journal For The Education of Gifted Young,* 7(1) : 33-56.

Adriyawati, U. E., Rahmawati,Y., and Mardiah, A. 2020. Steam-Projct-Based Learning Integration to Improve Elementary School Students' Scientifict Literacy on Alternative Energy Learning. *Universal Journal of Education Research,* 8(5) : 1863-1873.

Afni, N., Wahid, A., Hastuti, S., Jumrah, A. M., dan Mursidin, M. 2021. Pengembangan Model Pembelajaran Abad 21 di SD Negeri 126 Borong Kecamatan Herlang Kabupaten Bulukumba. *Madaniya*, 2(2) : 137-142.

Al-sulaiman, N. 2009. Cross-cultural studies and creative thinking abilities. *Journal of Education & Psychologic Sccidnces*, 1(1) : 42-92.

Allanta, T.R., dan Puspita, L. 2021. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis dan *Self Efficacy* Peserta Didik : Dampak PjBL-STEM pada Materi Ekosistem. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA,* 7 (2) : 158-170.

Amelia, D., dan Rusman, R. 2022. Sintesis Indikator Lingkungan Belajar Kontruktivis sebagai Instrumen Evaluasi Implementasi Kurikulum Ilmu Pengetahuan Alam. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan,* 4(4) : 5794-5803.

Andrini, V. S. 2016.The Effectiveness of Inquiry Learning Method to Enhance Student's Learning Outcome : A Theoritical and Empirical Review. *Journal of Education and Practice,* 7(3) : 38-42.

Anindayati, A. T., dan Wahyudi. 2020. Kajian Pendekatan Pembelajaran STEM dengan Model PjBL dalam Mengasah Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa. *EKSAKATA : Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA,* 5(2) : 217-225.

Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik.* Yogyakarta : Rineka Cipta.

Astuti. 2021. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Problem Based Learning* untuk Kelas VII SMP/MTs Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika,* 5(2) : 1011-1024.

Azhari, D. S., Afif, S., Kustati, M., dan Sepriyanti, N. 2023. Penelitian Mixed Method Research Untuk Disertasi. *Innovative : Journal of Social Science Research,* 3(2) : 8010-8025.

Azzahra, U., Arsih, F., dan Alberida, H. 2023. Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi : Literature Review. *BIOCHEPHY : Journal of Science Education,* 3 (1) : 49-60.

Azzahra, U., Yohana., Julita, W., dan Achyar, A. 2022. Pengaruh Lama Fermentasi Dalam Pembuatan Tape Singkong *(Manihot utilissima). Prosiding SEMNAS Bio 2022 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta* : 509-515.

Banjarani, T., Putri, A. N., dan Hindrasti, N. E. K. 2020. Evaluasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Sistem Ekskresi untuk Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI),* 3(2) : 130-139.

Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., and Maskan, A. 2021. The Influence of Project-Based STEM (PjBL-STEM) Applications on The Development of 21st-Century Skills. *Journal of Turkish Science Education,* 18(4) : 798-815.

Barus, C. S. A., Pranajaya, S. A., Hutauruk, B. S., Septiani, S., Nurlina., Jamini, S., Muntu, D. L., Asep., Irvan., dan Helmi, D. 2023. *Karakteristik Peserta Didik Abad 21.* Sumater Barat : Get Press Indonesia.

Berk, L. E. 2007. *Child Development.* 7th Ed. Prentice Hall, New Delhi.

Cempaka, Laras. 2021. *Peuyeum :* Fermented Cassava from Bandung, West Java, Indonesia. *Journal of Ethnic Foods,* 8(3) : 1-7.

Cápek, R. 2019. *Mederni didaktika- lexicon vyukovych a hodnoticich metod.* Grada Publishing.

Chas, T. S., Wang, H. C., Haynes, A. M., Song, M., Lai, S. Y., Hsieh, S. H. 2022. Enchancing Student Creativity Through an Intersisciplinary, Project-Oriented Problem-Based Learning Undergreduate Curriculum. *Thinking Skills and Creativity,* 46: 101173.

Chen, C. H., and Yong, Y. C. 2019. Revisiting the effect of project-based learning on students' academic achivement : A meta-analysis investigating moderators. *Education Research Review,* 26 : 71-81.

Chmelárová, Z., and Pasiar, L. 2017. *Teacher's overview on project teaching in economic subjects.* Reviewed Papers of the, 2nd International Scientific Conference-Republic, 10/10/2017, 34, pp. 58-66.

Choifah., Suyitno, A., dan Pujiastuti, E. 2022. *Systematic Literature Review :* Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif pada Pembelajaran Matematika, *Jurnal Cendikia : Jurnal Pendidikan Matematika,* 6 (3) : 3158-3166.

Creswell, Johm w. 2008. *Educational Research : Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research.* London : Sage Publications.

Devi, K. S. 2019. Constructivist Approach to Learning Based on the Concepts of Jean Piaget and Lev Vygotsky an Analytical Overview. *Journal of Indian Education,* XLIV (4) : 5-19.

Diawati, C., Lliasan., Setiabudi, A., dan Buchari. 2017. Students' construction pf a simple steam distillation apparatus and development of creative thinking skills : a project-based learning. *International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education – 2016 AIP Conference Proceedings;* Hidayat, T., et al., Eds., 2016., vol. 1848, pp 030002 – 1-030002 – 6. DOI : 10.1063/1.4983934.

Dincer, S. 2015. Effect of computer assisted learing on student achivements in Turkey : A meta analysis. *Journal of Turkish Science Education,* 12 (1) : 99-118.

Dirayati, G. A., dan Erlidawati, E. 2018. Pengaruh Jenis Singkong dan Ragi Terhadap Kadar Etanol Tape Singkong. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA,* 1(1) : 26-33.

Donald, R. C., Jenkins, D. D., and Metcalf, K. K. 2006. *The Act of Teaching.* New York : McGraw Hill.

Fadiawati, N., Lengkana, D., dan Jalmo, T. 2021. Pelatihan Penyusunan LKS Berbasis Model *Project Based Learning* bagi Guru IPA SMP. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat,* 1(2) : 74-81.

Habsy, B. A., Yusiana, A. P. E., Nadya, N., dan Satria, A. F. 2024. Pemanfaatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi dalam Pendidikan. *Jurnal Bima: Pusat Publikasi Ilmu Pendidikan bahasa dan Sastra,* 2(4) : 301-314.

Hamimi, E., Yulianti, E., Fitriyah, I. J., Affriyyenni, Y., Mulyati, Y., dan Zuhriah, U. D. 2022. *STEM Projecet Based Learning.* Malang : Penerbit Rena Cipta Mandiri.

Hasanah, H., Wirawati, S. M., dam Sari, F. A. 2020. Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis STEM pada Materi Bangun Ruang. *Indonesian Journal of Learning Education and Counseling,* 3(1) : 91-100.

Hendrik., dan Pangabean, E. M. 2021. Implementasi Evektivitas Teori Belajar Kontruktivisme pada Metode Penemuan Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP Negeri 1 Stabat. *Jurnal Akrab Juara,* 6 (1) : 505-515.

Hidajat, F. A. 2022. *Buku Ajar Pengembangan Berpikir Tingkat Tinggi dan Berpikir Kreatif Matematis*. Pekalongan : PT Nasya Expanding Management.

Hidayah, N., dan Basirun. 2019. Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Sifat Organoleptik Tape Singkong. *Nutriology Journal : Pangan, Gzi, Kesehatan,* 2(1) : 101-105.

Hidayatullah, A., Mulyani, S., dan Munir, S. 2022. Validitas Aspek Kebahasaan dan Keterbacaan dalam Pengembangan Bahan Ajar MKWU Bahasa Indonesia Berbasis Kearifan Lokal. *Geram : Jurnal Pendidikan, Bahasa, dan Sastra,* 10(1) : 134-140.

Imaroh, R.D., Sudarti., dan Handayani, R.D. 2022. Analisis Korelasi Kemampuan Berpikir Kreatif dengan Model *Problem Based Learning* (PBL) pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan MIPA,* 12(2) : 198-204.

Isti'adah, F. N. 2020. *Teori-Teori Belajar dalam Pendidikan*. Jawa Barat : Edu Publisher.

Izzati, N., Tambunan, L. R.M Susanti, S., dan Siregar, N. A. R. 2019. Pengenalan Pendekatan STEM Sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Anugerah,* 1 (2) : 83-89.

Junior, E. N. M., Chiste, R. C., and Pena, R. D. S. 2019. Oven Drying and Hot Water Cooking Processes Decrease HCN Contents of Cassava Leaves. *Food Research International,* 119 : 517-523.

Kabeel, A. R., and Eisa, S. A. M. 2016. The correlation of critical thinking disposition and approaches to learning among beccalaurate nursing student. *Jornal of Education and Practice,* 7 (32) : 91-103.

Kakotsaki, D., Manzies, V., and Wiggins, A. 2016. Project Based Learning : A Review of The Literature. *Improving Schools,* 19 (3).

Kanino, D. 2019. Pengaruh Konsentrasi Ragi pada Pembuatan Tape Ketan. *JPPA,* 2(1) : 64-71.

Karlina, C. M., Susilowati, E., dan Fakhrudin, I. A. 2023. Pengaruh Model Pembelajaran STEM-PjBL Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Negeri 1 Slogohimo Wonogiri di Era Pandemi pada Materi

Hidrosfer. *JagoMIPA : Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA,* 3(1) : 33-41.

Kim, M. K., Roh, I. S., and Cho, m. k. 2016. Creativity of gifted students in an integrated math-science instruction. *Thinking Skills and Creativity,* 19 : 38-48.

Krismanita, R., dan Qosyim, A. 2021. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Pada Pembelajaran IPA Berbasis Inkuiri Terbimbing. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains,* 9(2) : 159-164.

Laboy-Rush, D. 2010. Integreted STEM Education Through Game-Project Based Learning.

Lavli, R. O. E. H., and Efendi, N. 2024. The Effect of Project Based Learning Moden on Creative Thinking Ability. *Jurnal Ilmu Penidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara,* 15(2) : 115-126.

Lisliana, L., Hartoyo, A., dan Bistari, B. 2012. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik dalam Menyelesaikan Masalah pada Materi Segitiga di SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Untan* : 1-11.

Lou, S. J., Liu, Y. H., Shih, R. C., and Tseng, K. H. 2011. The Senior High School Students' Learning Behavioral Model of STEM in PBL. *International Journal of Technology and Design Education,* 21 (2) : 161-183.

Maicas, S. 2020. The Role Of Yeats In Fermentation Processes. *Microorganisms,* 8(8) : 1-8.

Maimunah, S., Zuhairiah., dan Sianipar. A. Y. 2020. Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol Hasil Fermentasi Singkong Kuning *(Manihotutillissima* Pohl*). Farmanesia,* 7(2) : 88-91.

Mamahit, J. A., Aloysius, D. U., dan Suwono, H. 2020. Efektivitas Model Project Based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X. *Jurnal Pendidikan : Teori, Penelitian, dan Pengembangan,* 5(9) : 1284-1289.

Masgumelar, N. K., dan Mustafa, P. S. 2021. Teori Belajar Kontruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan dan Pembelajaran. *GHAITSA : Islamic Education Journal,* 2 (1) : 49-57.

Mukaromah, S. H., and Wusqo, I. U. 2020. The Influence of PjBL Model with STEM Approach on Global Warming Topic to Students' Creative Thinking and Communication Skills. *Journal of Physica : Conterence Series,* 1521 : 1-8.

Mulyani, D., dan Haliza, N. 2021. Analisis Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) Dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Konseling,* 3(1) : 101-109.

Mutmainah, S., dan Qomariyah, N. 2021. Pengaruh Variasi Presentase Ragi dan Jenis Bungkus pada Tapai Uni Jalar Putih Terhadap Uji Kesukaan Panelis. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati,* 6(3) : 155-161.

Nana. 2022. *Pengembangan Bahan A*jar Pendidikan Fisika Berbasis Model Pembelajaran POE2WE. Klaten : Penerbit Lakeisha.

Nasution, S. B. 2019. Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Kandungan Sianida Pada Ubi Kayu Beracun Tahun 2015. *Jurnal Ilmiah PANNMED (Pharnacist, Analyst, Nurse, Nutritiom, Midwivery, Environment, Dentist),* 10(2) : 159-163.

Newhouse, C. P. 2016. STEM The Bocedom : Engage Students In The Australian Curriculum Using ICT With Problem-Based Learning and Assessment. *Journal of Eucation and Technology,* 26 (1) : 44-57.

Nialda, R. A., Kaawoan, J. E., dan Sampe, S. 2022. Peranan Dinas Tenaga Kerja dalam Mewujudkan Sustainable Development Goals (SDGS) Pekerjaan Layak di Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Governance,* 2 (1) : 1-10.

Ningsih, S. R.M Disman, A. E., Suwatno., dan Riswanto, A. 2020. Effectiveness of using the project based learning model in improving creative-thinking ability. *Universal Journal of Education Research,* 8 (4) : 1628-1635.

Norfai. 2021. *Analisis Data Penelitian (Analisis Univariat, Bivariat, dan Multivariat).* Jawa Timur : CV. Penerbit Qiara Media.

Noviyani, A., Maison, M., and Syaiful. 2021. The Influence of PjBL-STEM and PBL-Based on the Learning Motivation of the Students in the Mathematical Creative Thinking Skilla. *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research,* 4(1) : 25-35.

NYC Department of Education. 2009. *Project Based Learning : Inspiring Middle School Student to Engage in Deep and Active Learning.* New York : Division Teaching and Learning Office.

Őzdas. F., and Batdi. U. 2017. a Thematic-Based Meta analytic study regarding the effect of creativity on academic success and learning retention. *Journal of Education and Training Studies,* 5 (3) : 53.

Pangestu, F. P., Rahmadianti, N. S., Hardiyanti, N. T., dan Yusida, E. 2021. Ekonomi Pancasila sebagai Pedoman dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan SDGs (Sustainable Development Goals) 2030. *Prosiding Seminar Nasional Ekonomi Pembangunan,* 1 (3) : 210-219.

Partnership for 21st Century. 2009. P21 Framework Definitions : Oartership for 21st Century Skills. Retriwerd from http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf

Pemprov Lampung proyeksi produksi singkong 2024 capai 7,5 juta ton. (2024, Mei 29). *Antara News.* *https://www.antaranews.com/berita/4098288/pemprov-lampung-proyeksi-produksi-singkong-2024-capai-75-juta-ton?utm_source=chatgpt.com*

Permana, I. P. Y. S., Purwaningsih, E., dan Ali, M. 2023. Analysis Creative Thinking Ability of Studentâ€™s on the Topic of Momentum and Impulse in Senior High School. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA,* 9(2) : 11359-11367.

Piaget, J. 1978. *Behavior and Evolution.* New York : Pantheon Books.

Pramesti, D., Probosari, R. M., and Indiyanti, N. Y. 2022. Effectiveness of Poject Based Learning Low Crbon STEM and Discovery Learning to Improve Creative Thinking Skills. *Journal of Innovation in Education and Cultural Research,* 3(3) : 445-456.

Prasetyo, T., dan MS, Z. 2021. Proses Pembelajaran Daring Guru Menggunakan Aplikasi Whatsapp Selama Pandemik Covid-19. *Jurnal Elementaria Edukasia,* 4(1) : 138-150.

Purba, P. B., Chamidah, D., Anzelina, D., dkk. 2022. *Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*. Medan : Yayasan Kita Menulis.

Purwati, Y., Thuraidah, A., dan Rakhmina, D. 2016. Kadar Sianida Singkong Rebus dan Singkong Goreng. *Medical Laboratory Technology Journal,* 2(2) : 46.

Qomariyah, D. N., dan Subekti, H. 2021. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif. *Pensa: e-jurnal pendidikan sains,* 9(2) : 242-246.

Rahardjanto, A., Husman., dan Fauzi, A. 2019. Hybrid-PjBL : Learning Outcomes Creative Thinking Skills and Learning Motivation of Preservice Teacher. *International Journal of Instruction,* 12 (2) : 179-192.

Rahman, Mehadi. 2019. 21st Century Skill “Problem Solving” : Defining the Concept. *Asian Journal of Interdisplinary Research,* 2 (1) : 71-81.

Rahmawati, L., dan Juandi, D. 2022. Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan STEM : *Systematic Literature Review. Teorema : Teori dan Riset Matematika,* 7(1) : 149-160.

Rahmawati, L., Juandi, D., dan Nurlaelah, E. 2022. Implementasi STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Matematis. *Aksioma : Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika,* 11(3) : 2002-2014.

Rakhmani, M. A., Suciati., dan Mahardiani, L. 2023. Analisis Pengetahuan Ilmiah Proses Pembuatan Peuyeum sebagai Kearifan Lokal Jawa Barat dan Potensinya dalam Pemberdayaan Kemampuan Berpikir Kritis. *INKUIRI : Jurnal Pendidikan IPA,* 12 (1) : 29-34.

Retnaningsih, A. P. 2024. Relevansi Kontruktivisme Sosial Lev Vygotsky terhadap Kurangnya Peran Orang Tua dalam Pendidikan Moral Anak di Indonesia. *Sophia Dharma : Jurnal Filsafat, Agama Hindu, dan Masyarakat,* 7(1) : 41-58.

Rittes, S. M., and Mostert, N. 2016. Enhancement of Creative Thinking Skills Using a Cognitive-Based Creativity Training. *Journal of Cognitive Enhancement,* 243-253.

Roberts, A., and Cantu, D. 2012. Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum. *PAAT26 Conference; Technology Education in the 21 st Century; Stockholm; Swden; 26-30 June; 2012, 073,* 111-18.

Rokhim, D. A., Widarti, H. R., dan Fajaroh, F. 2020. Pengembangan Bahan Belajar *Flipbook* pada Materi Redoks dan Elektrokimia Berbasis Pendekatan STEM-PjBL Berbantuan Video Pembelajaran, *Jurnal Teknologi Pendidikan,* 8(2) : 234-25.

Sahratullah., Jekti, D. S. D., dan Zulkifli, L. 2017. Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Air, Glukosa, dan Organoleptik pada Tape Singkong. *Jurnal Biologi Tropis,* 17(1) : 43-52.

Sani, R. A. 2014. *Inovasi Pembelajaran*. Jakarta : Bumi Aksara.

Saputra, Anri. 2020. Pendidikan dan Teknologi : Tantangan dan Kesempatan. *Indonesian Journal of Islamic Education Management,* 3(1) : 21-33.

Sari, F. D. N., dan Astili, R. 2018. Kandungan Asam Sianida Dendeng dari Limbah Kulit Singkong. *Jurnal Dunia Gizi,* 1(1) : 20.

Sari, S. P., Manzilatusifa, U., dan Handoko, S. 2019. Penerapan Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Ekonomi Akuntansi,* 5 (2) : 119-131.

Siburian, J., Corebima, A. D., Ibrohim., and Saptasari, M. 2019. The Correlation Between Critical and Careative Thinking Skills on Cognitive Learning Result. *Eurasian Journal of Education Research,* 81 : 99-114.

Sudjana. 2005. *Metode Statistika* (Tarsito).

Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Pendidikan.* Bandung : Alfabeta.

Sullivan and Feinn. 2012. *Similar to our text, Sullivan and Feinn (2012) explain while the effect size tells us the magn...*

Susanti, E., dan Kurniawan, H. 2020. Design Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan STEM *(Science, Technology, Engineering, Mathematics). Aksioma : Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika,* 11(1) : 37-52.

Susanti, S., Aminah, F., Assa'idah, I. M., Aulia, M. W., dan Angelika, T. 2024. Dampak Negatif Metode Pengajaran Monoton Terhadap Motivasi Belajar Siswa. *PEDAGOGIK : Jurnal Pendidikan dan Riset,* 2(2) : 86-93.

Sutaphan, S., and Yeunyong, C. 2019. STEM Education Teaching Approach : Inquiry From the Contex Based. *Journal of Physics,* 1-18.

Taghua, F., Rezael, N., Ghaderi, J., and Taghua, R. 2014. Stuying the Relationship Between Critical Thinking Skills and Students' Educational Achivement (Eghlid Universitas as Case Study). *International Letters of Social and Humanistic Science,* 25 : 18-25.

Tanjung, Dorimas., Tanjung, Henra, S., dan Nababan, Siti, A. 2022. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Melalui Pendekatan Pembelajaran *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) di SD Joring Lombang. *Bina Gogik,* 9(1) : 198-208.

Thomas, J. W. 2000. *A Review of Research on Project Based Learning*. California : The Autodesk Foundation.

Torrance, P., Ball, O., and Safter, H. T. 1992. *Torrance Test of Creative Thinking : Streamlind Sconing Guide Figural A and B.* Bensenville Illinois : Scholastic Testing Service, inc 4p.

Triana, D., Anggaraito, Y. U., and Ridlo, S. 2020. Effectiveness of Environmental Change Learning Tools Based on STEM-PjBL Towards 4C Skills of Students. *Journal of Innovativr Science Education,* 9(2) : 181-187.

Triana, Neni. 2021. LKPD Berbasis Eksperimen : Tingkatkan Hasil Belajar Siswa. Jawa Barat : Guepedia.

Trilling, B., and Fadel, C. 2009. *21_{st} Century Skills : Learning For Life In Our Times.* San Fransisco : Jossey – Bass A Wiley Imprint.

Tsybulsky, D., and Muchnik, R. Y. 2019. The Developmet of Student-Teachers' Professional Identity While Team Teaching Science Classes Using a Project-Based Learning Approach : A Multi-Level Analysis. *Teaching and Teacher Education,* 79 : 48-59.

Vistara, M. F., Rochmad., and Wijayanti, K. 2022. Systematic Litterature Review : STEM Approach Through Engineering Design Process with Project Based Learning Model to Improve Mathematical Creative Thinking Skills. *Mathematics Education Journal,* 6(2) : 140-156.

Vygotsky, L. S. 1978. *Mind in Society : The Development of Higher Psychological Processes.* Cambridge, MA : Havard University Press.

Waruwu, Mannu. 2024. Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D) : Konsep, Jenis, Tahapan, dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan,* 9(2) : 1220-1230.

Widana, I. W.M dan Septiani, K. L. 2021. Kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Matematika Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Project-Based Learning Berbasis Pendekatan STEM. *Jural Elemen,* 7(1) : 209-220.

Wijayanti, N., Sumarni, W., and Supanti, S. 2019. Improving Student Creative Thinking Skills Through Project Based Learning. In *UNNES Iternational Conference on Research Innovation and Connercialization 2018,* KnE Social Science, 408-421.

Winarni, I. W., Zubaidah, S., dan H. S. K. 2016. STEM :Apa, Mengapa, dan Bagaimana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM,* Vol 1 : 976-984.

Yani, A. 2021. *Model Project Based Learning untuk Mengintegrasikan Motivasi Belajar Pendidikan Jasamani*. Jakarta : Ahlimedia.

Yasiro, L. R., Wulandari, F. E., dan Fahmi. 2021. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Menyelesaikan Soal pada Materi Pemanasan Global Berdasarkan Prestasi Siswa. *Journal of Banua Acience Education,* 1(2) : 69-72.

Yuliati, Y., dan Saputra, D. S. 2019. Urgensi Pendidikan STEM Terhadap Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar. *Proceedings of The ICECRS,* 2(1) : 321-326.

Yuniwati, I., Widyastuti, A., Rahmadani, E., dkk. 2023. *Project Based Learning (PjBL) Di Berbagai Jenjang Pendidikan*. Jakarta : Yayasan Kita Menulis.

Zuryanty., Hamimah., Kenedi, A. K., dan Helsa, Y. 2020. *Pembelajaran STEM Di Sekolah Dasar*. Yogyakarta : Deepublish.