

**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK PEMANFAATAN
LIMBAH CAIR HASIL PENGOLAHAN TEPUNG TAPIOKA DAN TEMPE
DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KREATIF SISWA**

(Skripsi)

Oleh

**BINTANG MAULANA
2013023017**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK PEMANFAATAN
LIMBAH CAIR HASIL PENGOLAHAN TEPUNG TAPIOKA DAN TEMPE
DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KREATIF SISWA**

Oleh

BINTANG MAULANA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Kimia
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK PEMANFAATAN LIMBAH CAIR HASIL PENGOLAHAN TEPUNG TAPIOKA DAN TEMPE DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA

Oleh

BINTANG MAULANA

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah *Weak-Eksperimental* dengan desain *The One Group Pre-test-Posttest Design*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Natar. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* dan kelas XI IPA 4 dijadikan sebagai sampel penelitian. Perangkat pembelajaran dan instrumen dalam penelitian ini yaitu RPP, LKPD, soal pretes dan postes yang terdiri dari 7 soal esai, asesmen kinerja produk, asesmen kinerja produk berpikir, angket respon siswa, dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Teknik analisis data dilakukan dengan uji statistik parametrik uji t dan perhitungan *n-gain*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata postes lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata pretes, dengan *n-gain* rata-rata siswa sebesar 0,60 berkategori sedang. Rata-rata persentase respon siswa sebesar 85,45% berkategori sangat baik dan keterlaksanaan pembelajaran sebesar 81,46% berkategori sangat tinggi. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

Kata kunci: keterampilan berpikir kreatif, limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe, model pembelajaran berbasis proyek

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF PROJECT-BASED LEARNING MODEL OF UTILIZATION OF LIQUID WASTE FROM TAPIOCA FLOUR AND TEMPEH PROCESSING IN IMPROVING STUDENTS' CREATIVE THINKING SKILLS

By

BINTANG MAULANA

This study aims to describe the effectiveness of the project-based learning model for the utilization of liquid waste from tapioca flour and tempeh processing in improving students' creative thinking skills. The research method used is Weak-Experimental with The One Group Pretest-Posttest Design. The population in this study were all students of grade XI at SMA Negeri 1 Natar. Sampling was carried out using purposive sampling technique and class XI IPA 4 was used as the research sample. The learning devices and instruments in this study were RPP, LKPD, pre-test and post-test questions consisting of 7 essay questions, product performance assessment, thinking product performance assessment, student response questionnaire, and learning implementation observation sheet. Data analysis techniques were carried out using parametric statistical tests, t-tests and n-gain calculations. The results showed that the average post-test score was higher than the average pre-test score, with an average student n-gain of 0.60 in the moderate category. The average percentage of student responses was 85.45% in the very good category and the implementation of learning was 81.46% in the very high category. Based on the results of this study, it can be concluded that the project-based learning model for the utilization of liquid waste from tapioca flour and tempeh processing is effective in improving students' creative thinking skills.

Keywords: creative thinking skills, liquid waste from tapioca and tempeh flour processing, project-based learning model

Judul Penelitian : **EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN
BERBASIS PROYEK PEMANFAATAN
LIMBAH CAIR HASIL PENGOLAHAN
TEPUNG TAPIOKA DAN TEMPE DALAM
MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KREATIF SISWA**

Nama Mahasiswa : **BINTANG MAULANA**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2013023017**

Program Studi : **Pendidikan Kimia**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si.
NIP 19660824 199111 2 002



Dr. Noor Fadiawati, M.Si.
NIP 19660824 199111 2 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si.

Sekretaris : Dr. Noor Fadiawati, M.Si.

Penguji

Bukan Pembimbing : Dra. Ila Rosilawati, M.Si.



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP. 19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 24 Juni 2025

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bintang Maulana

NPM : 2013023017

Program Studi : Pendidikan Kimia

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul "Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pemanfaatan Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa" adalah asli hasil penelitian saya, baik gagasan, data, maupun pembahasan adalah benar karya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila di kemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya akan bertanggung jawab sesuai dengan Undang-Undang dan Peraturan yang berlaku

Bandarlampung, 24 Juni 2025

Yang Menyatakan



Bintang Maulana

NPM. 2013023017

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Natar, Lampung Selatan, pada tanggal 28 Mei 2002, anak ketiga dari tiga bersaudara, putra dari Bapak Alimudin dan Ibu Ishar. Penulis mengawali pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 1 Natar, Lampung Selatan (2008-2014), dilanjutkan Sekolah Menengah Pertama Negeri Terbuka 1 Natar, Lampung Selatan (2014-2017) dan dilanjutkan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Natar, Lampung Selatan (2017-2020).

Pada tahun 2020 penulis diterima di Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur PMPAP (Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah diberikan tanggung jawab menjadi anggota bidang Dana dan Usaha Fosmaki dan menjadi anggota Media Center Himasakta Universitas Lampung. Pengalaman mengajar dan mengabdikan yang pernah diikuti selama perkuliahan yaitu PLP (Pengenalan Lapangan Persekolahan) yang terintegrasi dengan kuliah kerja nyata (KKN) di Sekolah Menengah Atas Negeri 2 Banjit, Way Kanan.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT, skripsi sederhana ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku tercinta yaitu Bapak Alimudin dan Ibu Ishar yang selalu menyayangiku, membimbing, mendukung dan selalu mendoakan keberhasilanku demi tercapainya cita-cita.

Kakakku Intan Pramelia dan Indah Agusta serta keluarga besarku yang telah memberikan dukungan dan kasih sayang selama ini.

Para pendidik dan Dosen yang telah berjasa memberikan bimbingan dan ilmu yang berharga melalui ketulusan dan kesabarannya.

Semua sahabatku yang begitu tulus memberikan semangat dan menyayangiku dengan segala kekuranganku

Almamater tercinta Universitas Lampung.

MOTTO

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkan ku tidak akan pernah menjadi takdir ku, dan apa yang ditakdirkan untuk ku tidak akan pernah melewatkan ku”

(Umar bin Khattab)

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat diselesaikannya skripsi yang berjudul “Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pemanfaatan Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa” sebagai syarat untuk mencapai gelar sarjana pendidikan di Universitas Lampung.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari doa, bimbingan, motivasi, kritik, dan saran yang telah diberikan oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
2. Ibu Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Ibu Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
4. Ibu Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si., selaku Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik atas kesediaan, kesabaran dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan, motivasi, kritik, dan masukan selama masa studi dan penulisan skripsi;
5. Ibu Dr. Noor Fadiawati, M.Si., selaku Pembimbing II atas kesediannya dalam memberikan bimbingan, motivasi, saran dan masukan untuk skripsi ini;
6. Ibu Dra. Ila Rosilawati, M.Si., selaku Pembahas atas masukan dan perbaikan yang telah diberikan;
7. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan Kimia dan segenap civitas akademik Jurusan Pendidikan MIPA atas ilmu dan bantuan yang telah diberikan;
8. Bapak Drs. Agus Nardi, M.M., selaku kepala sekolah SMA Negeri 1 Natar, dan Dra. Yulianti Anggun Solekha selaku guru mata pelajaran kimia atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;

9. Keluarga A. Majid, yang telah memberikan kegembiraan, motivasi, dukungan, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
10. Ayah Alimudin dan Mami Ishar, yang selalu memberikan semangat, motivasi, dukungan dan doa sehingga penulis dapat semangat menyelesaikan skripsi;
11. Intan Pramelia dan Indah Agusta S.Pd., yang telah memberikan kegembiraan, motivasi, dukungan, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik;
12. Rekan seperjuangan skripsi Afifatul Azizah yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan motivasi sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini;
13. Sahabatku Ebit, Rehan, dan Tata yang selalu memberikan semangat, dukungan, motivasi dan keceriaan selama ini;
14. Teman-temanku Feri, Choirul, Fasya, Agus, Mulyawan, Khomsatun, Dini, Bella, Asni dan lainnya yang selalu memberikan semangat, dukungan, keceriaan, dan ketenangan selama ini;
15. Teman-teman KKN Desa Simpang Asam, Qorina, Dea, Fatricia, Dharma, Surya, Linda, Yessica, Alya dan Desta. Terima kasih atas kebersamaanya selama KKN yang penuh cerita dan kegembiraan. Semoga kita semua dapat diberikan kesehatan dan kesuksesan dalam semua urusan;
16. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

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

Bandarlampung, 24 Juni 2025

Penulis,

Bintang Maulana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pembelajaran Berbasis Proyek.....	7
2.2 Keterampilan Berpikir Kreatif	9
2.3 Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe	11
2.4 Penelitian Relevan.....	13
2.5 Kerangka Pemecahan Masalah Berkaitan dengan Pemanfaatan Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe.....	15
2.6 Kerangka Pemikiran	18
2.7 Hipotesis Penelitian	20
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Populasi dan Sampel.....	21
3.2 Jenis dan Sumber Data	21
3.3 Desain Penelitian	21
3.4 Variabel penelitian.....	22
3.5 Perangkat Pembelajaran, Instrumen Penelitian dan Validitas	22
3.5.1 Perangkat Pembelajaran.....	22

3.5.2 Instrumen Penelitian	23
3.5.3 Validitas Instrumen Penelitian.....	24
3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	25
3.6.1 Observasi	25
3.6.2 Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.7 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	27
3.7.1 Teknik analisis data	27
3.7.1.1 Analisis Data Utama.....	27
3.7.1.2 Analisis Data Pendukung	29
3.7.2 Pengujian Hipotesis	32
3.7.2.1 Uji Normalitas	32
3.7.2.2 Uji Homogenitas	32
3.7.2.3 Uji Perbedaan Dua Rata-rata.....	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Hasil Penelitian.....	34
4.1.1 Rata-rata Skor Pretes dan Postes Keterampilan Berpikir Kreatif....	34
4.1.2 Kinerja Produk Pemanfaatan Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe	39
4.1.3 Kinerja Produk Berpikir	40
4.1.4 Respon Siswa Terhadap PBP Pemanfaatan Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe	41
4.1.5 Keterlaksanaan PBP Pemanfaatan Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe.....	42
4.2 Pembahasan	43
4.2.1 Orientasi.....	43
4.2.2 Identifikasi Masalah dan Mendefinisikan Proyek	44
4.2.3 Merencanakan Proyek	47
4.2.4 Melaksanakan Proyek.....	62
4.2.5 Mendokumentasikan dan Melaporkan Temuan Proyek	66
4.2.6 Evaluasi.....	68
4.2.7 Kinerja Produk.....	68
4.2.8 Kendala	71

V. KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN.....	80
1. Hasil Pretes dan Postes Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa.....	81
2. Uji Statistik Pretes, Postes dan <i>n-gain</i>	85
3. Uji Normalitas, Homogenitas dan Perbedaan Dua Rata-rata.....	89
4. Rekapitulasi Respon Siswa dan Keterlaksanaan PBP	91
5. Rekapitulasi Skor Kinerja Produk dan Produk Berpikir	95
6. Surat Pra Penelitian dan Penelitian	97

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahapan Pembelajaran Berbasis Proyek	8
2. Ciri-ciri Berpikir Kreatif	10
3. Penelitian Relevan.....	13
4. Desain Penelitian <i>One Group Pretest-Posttest Design</i>	22
5. Kategori Respon Siswa	24
6. Klarifikasi <i>n-gain</i>	28
7. Kriteria Penskoran Respon Siswa	30
8. Kriteria Tingkat Ketercapaian Pelaksanaan	31
9. Hasil Uji Normalitas	37
10. Hasil Uji Homogenitas	38
11. Hasil Uji Perbedaan Dua Rata-rata	38
12. Skor Kinerja Produk Pemanfaatan Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe	39
13. Penilaian Skor Kinerja Produk Berpikir Siswa.....	40
14. Link Dokumentasi Video dan Laporan Akhir Pelaksanaan Proyek.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Cair Tepung Tapioka.....	16
2. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Cair Tempe	17
3. Diagram Alir Penelitian	26
4. Rata-rata Skor Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa.....	34
5. Rata-rata Skor Pretes dan Postes Setiap Indikator	35
6. <i>n-gain</i> Keterampilan Berpikir Kreatif Seluruh Siswa.....	36
7. <i>n-gain</i> Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa.....	37
8. Persentase Respon Siswa Terhadap PBP	41
9. Persentase Keterlaksanaan PBP Pemanfaatan Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe	42
10. Hasil Tulisan Identifikasi Informasi oleh Siswa Sebelum Konsultasi	44
11. Hasil Tulisan Identifikasi Informasi oleh Siswa Setelah Konsultasi	45
12. Hasil Penulisan Informasi yang Dibutuhkan Sebelum Konsultasi	46
13. Hasil Penulisan Informasi yang Dibutuhkan Setelah Konsultasi.....	46
14. Hasil Penulisan Rumusan Masalah Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 1 <i>Nata de Soya</i> dan Kelompok 2 <i>Nata de Cassava</i> Sebelum Konsultasi ...	48
15. Hasil Penulisan Rumusan Masalah Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 3 <i>Yogurt Soya</i> dan Kelompok 4 <i>Yogurt Cassava</i> Sebelum Konsultasi.....	48
16. Hasil Penulisan Rumusan Masalah Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 5 POC <i>Soya</i> dan Kelompok 6 POC <i>Cassava</i> Sebelum Konsultasi.....	49
17. Hasil Penulisan Rumusan Masalah Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 1 <i>Nata de Soya</i> dan Kelompok 2 <i>Nata de Cassava</i> Setelah Konsultasi.....	50
18. Hasil Penulisan Rumusan Masalah Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 3 <i>Yogurt Soya</i> dan Kelompok 4 <i>Yogurt Cassava</i> Setelah Konsultasi	50
19. Hasil Penulisan Rumusan Masalah Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 5 POC <i>Soya</i> dan Kelompok 6 POC <i>Cassava</i> Setelah Konsultasi	50

20. Hasil Penulisan Variabel Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 1 <i>Nata de Soya</i> dan Kelompok 2 <i>Nata de Cassava</i> Sebelum Konsultasi ...	51
21. Hasil Penulisan Variabel Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 3 <i>Yogurt Soya</i> dan Kelompok 4 <i>Yogurt Cassava</i> Sebelum Konsultasi.....	52
22. Hasil Penulisan Variabel Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 5 POC <i>Soya</i> dan Kelompok 6 POC <i>Cassava</i> Sebelum Konsultasi.....	52
23. Hasil Penulisan Variabel Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 1 <i>Nata de Soya</i> dan Kelompok 2 <i>Nata de Cassava</i> Setelah Konsultasi.....	53
24. Hasil Penulisan Variabel Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 3 <i>Yogurt Soya</i> dan Kelompok 4 <i>Yogurt Cassava</i> Setelah Konsultasi	54
25. Hasil Penulisan Variabel Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 5 POC <i>Soya</i> dan Kelompok 6 POC <i>Cassava</i> Setelah Konsultasi	54
26. Hasil Penulisan Rancangan Prosedur, Alat dan Bahan Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 1 <i>Nata de Soya</i> dan Kelompok 2 <i>Nata de Cassava</i> Sebelum Konsultasi	55
27. Hasil Penulisan Rancangan Prosedur, Alat dan Bahan Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 3 <i>Yogurt Soya</i> dan Kelompok 4 <i>Yogurt Cassava</i> Sebelum Konsultasi	56
28. Hasil Penulisan Rancangan Prosedur, Alat dan Bahan Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 5 POC <i>Soya</i> dan Kelompok 6 POC <i>Cassava</i> Sebelum Konsultasi	56
29. Hasil Penulisan Rancangan Prosedur, Alat dan Bahan Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 1 <i>Nata de Soya</i> dan Kelompok 2 <i>Nata de Cassava</i> Setelah Konsultasi	58
30. Hasil Penulisan Rancangan Prosedur, Alat dan Bahan Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 3 <i>Yogurt Soya</i> dan Kelompok 4 <i>Yogurt Cassava</i> Setelah Konsultasi	58
31. Hasil Penulisan Rancangan Prosedur, Alat dan Bahan Berdasarkan Rencana Proyek Kelompok 5 POC <i>Soya</i> dan Kelompok 6 POC <i>Cassava</i> Setelah Konsultasi.....	59
32. Pembagian Peran dan Tanggung Jawab Siswa Serta <i>Timeline</i> Pembuatan Produk Kelompok 1 <i>Nata de Soya</i> dan Kelompok 2 <i>Nata de Cassava</i>	60
33. Pembagian Peran dan Tanggung Jawab Siswa Serta <i>Timeline</i> Pembuatan Produk Kelompok 3 <i>Yogurt Soya</i> dan Kelompok 4 <i>Yogurt Cassava</i>	61
34. Pembagian Peran dan Tanggung Jawab Siswa Serta <i>Timeline</i> Pembuatan Produk Kelompok 5 POC <i>Soya</i> dan Kelompok 6 POC <i>Cassava</i>	61
35. Rincian Kegiatan atau Kendala Pelaksanaan Proyek Pembuatan Produk	

Kelompok 1 <i>Nata de Soya</i> dan Kelompok 2 <i>Nata de Cassava</i>	63
36. Rincian Kegiatan atau Kendala Pelaksanaan Proyek Pembuatan Produk Kelompok 3 <i>Yogurt Soya</i> dan Kelompok 4 <i>Yogurt Cassava</i>	64
37. Rincian Kegiatan atau Kendala Pelaksanaan Proyek Pembuatan Produk Kelompok 5 POC <i>Soya</i> dan Kelompok 6 POC <i>Cassava</i>	64
38. Presentasi Kelompok 1 <i>Nata de Soya</i> dan Kelompok 2 <i>Nata de Cassava</i> ..	67
39. Presentasi Kelompok 3 <i>Yogurt Soya</i> dan Kelompok 4 <i>Yogurt Cassava</i>	67
40. Presentasi Kelompok 5 POC <i>Soya</i> dan Kelompok 6 POC <i>Cassava</i>	67
41. Produk Kelompok 1 <i>Nata de Soya</i>	69
42. Produk Kelompok 2 <i>Nata de Cassava</i>	69
43. Produk Kelompok 3 <i>Yogurt Soya</i>	69
44. Produk Kelompok 4 <i>Yogurt Cassava</i>	70
45. Produk Kelompok 5 POC <i>Soya</i>	70
46. Produk Kelompok 6 POC <i>Cassava</i>	71

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Abad ke 21 dikenal dengan revolusi industri 4.0. Revolusi industri 4.0 ini ditandai dengan perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat dengan menggabungkan teknologi otomasi dan teknologi cyber (Redhana, 2019; Putriani & Hudaidah, 2021). Sejalan dengan revolusi industri 4.0, kebutuhan tenaga kerja mengalami transformasi dari pekerjaan rutin secara manual, bergeser pada pekerjaan non rutin (Triling & Fabel, 2009; Sumartono & Huda, 2020). Transformasi ini diakibatkan banyaknya pekerjaan manusia yang digantikan oleh teknologi otomasi atau mesin (Kunarti & Pamoji, 2019). Hal tersebut berdampak pada hilangnya beberapa profesi dan pekerjaan (Benesova, 2017; Dhyanasaridewi, 2020), sehingga akan menyebabkan persaingan mencari pekerjaan menjadi semakin ketat dan mengakibatkan pengangguran. Kompetisi ini dapat dimenangkan oleh manusia yang meresponnya secara kreatif (Diawati dkk., 2017; Hasanah, Faizi & Wijaya, 2023). Manusia yang kreatif di era revolusi industri 4.0 diyakini mampu berkompetisi dan berkontribusi dengan baik di berbagai bidang (Maisaroh, Fadiawati & Diawati, 2018).

Kemampuan berpikir kreatif memiliki peran penting dalam kehidupan, karena kreativitas merupakan sumber kekuatan yang baik untuk menggerakkan kemajuan manusia dalam hal pengembangan, penemuan dan cara-cara baru di semua bidang usaha manusia (Fatmasari dkk., 2023; Ghuftron & Rini, 2014). Kemampuan kreatif perlu dimiliki manusia, karena manusia yang kreatif bisa melakukan berbagai cara dalam mengembangkan hingga menciptakan pekerjaan untuk dirinya atau bahkan untuk manusia lainnya (Supian & Hukom, 2023). Maka manusia yang bisa beradaptasi dari segala perubahan merupakan manusia yang kreatif.

Faktanya sumber daya manusia di Indonesia yang berkemampuan kreatif masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil survei *Global Innovation Index* tahun 2023, menyatakan Indonesia berada di rangking 61 dari 132 negara, mendapatkan nilai indeks 30,3 dan negara Swiss dengan indeks tertinggi mendapatkan nilai 67,6. Penilaian ini dilihat dari segi pendidikan, sumber daya manusia, dan kreativitas yang sangat erat hubungannya dengan perkembangan ekonomi, daya saing, dan kemakmuran suatu negara (World Intellectual Property Organization, 2023). Rendahnya kemampuan kreatif di Indonesia, dikarenakan pembelajaran di sekolah saat ini masih mempelajari masalah yang terstruktur, selain itu pembelajarannya juga menggunakan metode pembelajaran konvensional dan bersifat teoritis. Berdasarkan hal tersebut siswa tidak memiliki ruang yang cukup untuk mengembangkan kreativitasnya sehingga menyebabkan keterampilan berpikir kreatif siswa sangat rendah (Mohamad dkk., 2023; Perdana & Sugara, 2020; Palupi dkk., 2019).

Fakta diperkuat, berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru kimia di SMA Negeri 1 Natar, didapatkan informasi dalam proses pembelajaran kimia, siswa hanya mendengarkan dan menerima langsung penyampaian materi yang diajarkan oleh guru, siswa lebih banyak memperoleh pengetahuan yang disampaikan oleh guru tanpa ada penerapan dari pengetahuan tersebut, siswa tidak dilatih untuk memecahkan masalah nyata yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Pada saat sesi diskusi berlangsung, kebanyakan siswa cenderung diam dan hanya mengandalkan siswa yang aktif, sehingga pembelajaran tidak efektif karena guru harus menjelaskan kembali. Proses pembelajaran sering menggunakan metode ceramah dan diskusi. Hal ini dilakukan karena padatnya materi yang disampaikan dan terbatasnya waktu. Berdasarkan hal tersebut, siswa menjadi kurang aktif dalam pembelajaran dan tidak memiliki kesempatan untuk mengungkapkan ide, sehingga siswa menjadi kurang kreatif dalam mengembangkan potensi yang dimilikinya.

Rendahnya keterampilan berpikir kreatif siswa dapat ditingkatkan melalui pembelajaran di sekolah. Berpikir kreatif adalah kemampuan seseorang menghasilkan dan mengembangkan ide-ide untuk memecahkan masalah dan solusi alternatif (Moma, 2017), sehingga pembelajaran yang memungkinkan dapat melatih kemampuan berpikir kreatif yaitu dengan menerapkan permasalahan nyata. Pembelajaran yang seperti ini merupakan karakteristik dari model pembelajaran ber-

basis proyek (PBP). Menurut Paramita, Baity & Andari (2023); Hayati (2019), melalui pembelajaran berbasis proyek, siswa dapat meningkatkan kreativitasnya karena pada proses pembelajaran, siswa secara aktif terlibat langsung dalam mengatasi suatu permasalahan nyata.

Model pembelajaran berbasis proyek adalah model pembelajaran yang dirancang untuk mengatasi permasalahan nyata yang bersifat tidak terstruktur agar dapat meningkatkan kreativitas, minat, dan motivasi siswa dengan menghasilkan suatu karya, sehingga diperoleh pengetahuan dalam proses pembelajaran (Susilawati, 2021; Riza, 2020). Masalah yang diterapkan merupakan masalah yang autentik, sehingga menghasilkan pembelajaran yang bermakna untuk menimbulkan banyak solusi, artinya siswa harus terlibat dalam menemukan berbagai solusi alternatif atas masalah tersebut.

Salah satu permasalahan nyata yang sering terjadi di kehidupan sehari-hari adalah limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe. Industri dengan skala rumah tangga biasanya tidak dilengkapi instalasi pengolahan limbah cair. Kandungan zat organik yang terdapat pada limbah cair akan langsung dibuang ke aliran sungai begitu saja, tanpa melewati proses pengolahan terlebih dahulu, sehingga akan menimbulkan bau yang tidak enak, hal ini disebabkan oleh adanya pemecahan zat organik oleh mikroba dan berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan (Hariyanto & Larasati, 2016; Ayuni & Putri, 2022).

Berdasarkan hasil survei dan wawancara di industri tepung tapioka dan tempe skala rumah tangga yang berada di Desa Kalisari Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan. Pada industri tepung tapioka, dalam sehari produksi menggunakan 50 kg singkong untuk diolah menjadi tepung, dalam proses pembuatannya dihasilkan limbah cair dari proses pengendapan sebanyak 250 liter limbah cair, sedangkan pada industri tempe, dalam sehari produksi menggunakan 60 kg kedelai untuk diolah menjadi tempe, dalam proses pembuatannya dihasilkan limbah cair dari proses perebusan sebanyak 380 liter limbah cair. Pada kedua industri tersebut tidak memiliki instalasi pengolahan air limbah, sehingga limbah cair kedua industri tersebut langsung dibuang begitu saja ke selokan, kemudian mengalir ke sungai sekitar persawahan dan menimbulkan bau di lingkungan sekitar, serta terjadi perubahan-

an warna dan terdapat banyak busa pada air sungai. Berdasarkan permasalahan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe, maka diperlukan pemikiran inovatif untuk mencari solusi dalam mengolah limbah cair kedua industri tersebut, menjadikan sesuatu yang bermanfaat untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Melalui penerapan model pembelajaran berbasis proyek, pada permasalahan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe, berpotensi dapat diatasi dengan cara siswa mencari solusi alternatif atas permasalahan tersebut, dengan mengamati sebuah wacana permasalahan nyata, mengajukan banyak pertanyaan yang bervariasi, mencari berbagai informasi terkait solusi permasalahan tersebut, mendiskusikan dan menentukan berbagai cara yang efektif untuk mengatasi permasalahan dengan menghasilkan sesuatu yang bermanfaat, mengumpulkan data, dan menarik kesimpulan dengan menghasilkan sebuah produk (Sari, Manzilatusifa & Handoko, 2019). Disamping itu, penerapan pembelajaran berbasis proyek ini dapat mendorong tumbuhnya kreativitas, kemandirian, tanggung jawab dan kepercayaan diri pada siswa (Sulaeman, 2016).

Banyak penelitian yang membuktikan bahwa proses pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Model pembelajaran berbasis proyek pembuatan alat destilasi uap sederhana dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa (Diawati., dkk 2017). Model PBP pada materi pencemaran dan daur ulang limbah, setelah diterapkan menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kreatif pada siswa (Nugroho., dkk 2017). Model pembelajaran berbasis proyek dengan permasalahan minyak jelantah berpengaruh positif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa (Astuti, Fadiawati & Saputra, 2019). Model pembelajaran *project based learning* pada materi energi terbarukan, berpengaruh positif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa (Dinantika, Suyanto & Nyeneng, 2019). Model pembelajaran berbasis proyek berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif Ilmiah sebagai salah satu keterampilan abad 21 (Jiddiyyah & Umam, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, maka akan dilakukanlah penelitian yang berjudul “Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pemanfaatan Limbah Cair Ha-

sil Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana efektivitas model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini untuk mendeskripsikan efektivitas model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa?

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pihak yang bersangkutan yaitu :

1. Memberikan pengalaman secara langsung kepada siswa memecahkan permasalahan dengan membuat suatu produk sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.
2. Memberikan pengalaman secara langsung bagi guru dan calon guru dalam kegiatan pembelajaran kimia dengan menerapkan model pembelajaran berbasis proyek.
3. Sebagai masukan untuk sekolah dalam mengembangkan kurikulum.

1.5 Ruang Lingkup

Agar penelitian ini mencapai sasaran sebagai mana yang telah dirumuskan, maka ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe dikatakan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif apabila n-gain berkategori minimal sedang dan terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretes dan nilai postes.

2. Langkah-langkah model pembelajaran berbasis proyek yang digunakan berdasarkan langkah pembelajaran menurut Colley (2008) yang dimodifikasi oleh Diawati, Liliyasi, Setiabudi dan Buchari (2018).
3. Keterampilan berpikir kreatif menurut Torrance (1965) yaitu *fluency, flexibility, originality, elaboration*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) adalah model pembelajaran inovatif yang menekankan pembelajaran kontekstual melalui rangkaian aktivitas yang kompleks (Zaharah & Mangudor, 2023). Model pembelajaran berbasis proyek merupakan suatu model pembelajaran yang memfasilitasi siswa untuk melakukan penyelidikan, pemecahan masalah nyata, dan tugas-tugas bermakna lainnya, hingga menghasilkan produk yang bernilai (Rati dkk., 2017). Kegiatan ini melibatkan siswa secara keseluruhan dalam proses pembelajaran dan pemecahan masalah, agar mereka mengembangkan pola berpikir sendiri dan mencari solusi secara mandiri dan realistis (Sinta dkk., 2022).

Pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek ini dapat memberikan peluang siswa untuk mengembangkan ide pikiran mencari solusi permasalahan dunia nyata dengan menghasilkan suatu karya dari proses pembelajaran. Model PBP ini mampu meningkatkan kualitas belajar siswa pada materi tertentu menjadikan siswa dapat mengaplikasikan satu pengetahuan dalam konteks tertentu (Doppelt, 2005). Menurut Isriani & Dewi (2012), melalui model pembelajaran berbasis proyek, siswa memiliki potensi yang besar memberikan pengalaman belajar yang menarik dan bermakna. Ciri-ciri model pembelajaran berbasis proyek yaitu, siswa terlibat secara langsung, pembelajaran berhubungan dengan dunia nyata, pelaksanaannya berorientasi pada eksperimen, menggunakan berbagai sumber belajar, mengkolaborasi keterampilan dengan pengetahuan, dilaksanakan secara runtut (memerlukan waktu), diakhiri dengan sebuah produk (Diffly & Sassman, 2011). Adapun tahapan-tahapan pembelajaran berbasis proyek yang diadaptasi dari Colley (2008)

yang dimodifikasi oleh Diawati, Liliyasi, Setiabudi dan Buchari (2018) melalui 6 fase disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan pembelajaran berbasis proyek

Fase (1)	Deskripsi (2)
Fase 1 Orientasi	Guru menjelaskan pembelajaran berbasis proyek, tujuan pembelajaran, pentingnya kerjasama dan berbagi informasi, serta kewajiban dan peran peserta didik yang diharapkan.
Fase 2 Identifikasi masalah dan mendefinisikan proyek	Peserta didik membaca wacana yang disajikan dalam LKPD, peserta didik mengidentifikasi informasi-informasi yang disajikan pada wacana, peserta didik mengidentifikasi informasi atau pengetahuan yang diperlukan untuk mengatasi masalah, peserta didik mencari informasi mengenai produk-produk dari artikel ilmiah, dan peserta didik menentukan produk yang akan dibuat.
Fase 3 Merencanakan proyek	Peserta didik merumuskan masalah, peserta didik menuliskan tujuan dan pentingnya proyek yang akan dilakukan, peserta didik menyusun prosedur proyek, peserta didik menentukan alat dan bahan yang diperlukan.
Fase 4 Melaksanakan proyek	Peserta didik diberi waktu untuk melaksanakan proyek, menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai dengan rencana proyek dan dilanjutkan dengan pembuatan produk.
Fase 5 Mendokumentasikan dan melaporkan temuan proyek	Peserta didik mendokumentasikan selama melaksanakan kegiatan proyek dan peserta didik membuat laporan sesuai format yang telah ditentukan, lalu peserta didik mempresentasikan hasil pelaksanaan proyek didepan kelas.
Fase 6 Evaluasi	Guru mereview hasil penyajian proyek dan memberikan umpan balik kepada peserta didik, sehingga peserta didik dapat belajar dari evaluasi dan meningkatkan kinerjanya.

Model pembelajaran berbasis proyek memiliki beberapa kelebihan bagi siswa jika guru menerapkannya dalam pembelajaran di sekolah yaitu motivasi siswa meningkat, siswa memperoleh hasil akademik yang sama atau lebih baik daripada menggunakan model lain, keterlibatan siswa dalam proyek membuat mereka lebih memiliki tanggung jawab dalam pembelajaran, keterampilan siswa dapat dikembangkan terutama dalam keterampilan berpikir kreatif, pemecahan masalah, kolaborasi dan berkomunikasi, serta siswa dapat memperluas akses belajar mereka sehingga dapat menjadi strategi agar siswa dapat lebih terlibat dalam beragam budaya (Sutirman, 2013)

Pembelajaran berbasis proyek juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu menggunakan banyak waktu, memerlukan biaya yang cukup tinggi, fasilitator sulit beradaptasi dengan model pembelajaran baru, peralatan yang perlu dipersiapkan kompleks, siswa yang lemah dalam eksperimen dan agregasi informasi akan kesulitan mengikuti pembelajaran, kemungkinan ada siswa yang pasif dalam kelompok, jika topik yang diberikan berbeda antar kelompok, dikhawatirkan siswa sulit memahami topik secara keseluruhan, terjadi inkonsistensi saat penilaian diri, kurangnya motivasi siswa terhadap pembelajaran apabila diterapkan pada kelas besar (Sumarni, 2015).

2.2 Keterampilan Berpikir Kreatif

Menurut Widana & Septiari (2021); Yusuf (2011), berpikir kreatif ialah sebuah keterampilan individu yang dapat menghasilkan gagasan baru dan melahirkan ide yang kompleks dan berbeda dengan orang lain sehingga mampu memecahkan masalah dengan mencari solusi terbaik melalui sudut pandang yang berbeda. Menurut Munandar (2004), mengemukakan bahwa berpikir kreatif dapat dirumuskan sebagai kemampuan berpikir berdasarkan data atau informasi yang tersedia, menemukan banyak kemungkinan jawaban secara operasional, kreativitas dapat dirumuskan sebagai kemampuan berpikir atau memberi gagasan secara lancar, lentur, dan orisinal, serta mampu mengelaborasi suatu gagasan. Keterampilan berpikir kreatif merupakan proses berpikir yang digunakan individu untuk mengembangkan gagasan baru atau mengembangkan gagasan orang lain untuk memecahkan masalah. Pengukuran kemampuan berpikir kreatif diawali oleh Torrance karena mengembangkan *Torrance Tests of Creative Thinking* (TTCT), TTCT terdiri atas tiga kegiatan yaitu mengkonstruksi gambaran mengenai masalah, membuat penyelesaian masalah, serta mengungkapkan ulang gagasan orang lain dan menyempurnakannya (Torrance, 1965). Ada empat indikator pengukuran berpikir kreatif menurut Torrance adalah sebagai berikut: *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration* (Torrance, 1965).

Menurut Starko (2010) berpendapat bahwa pentingnya penilaian kreatif. Karena penilaian kreatif ini digunakan sebagai tolak ukur untuk mengetahui perkembangan kreativitas serta pemahaman siswa melalui pembelajaran. Berdasarkan hal ini

maka keberhasilan berkemampuan berpikir kreatif siswa dipengaruhi oleh strategi kreatif yang dilakukan pada saat pembelajaran. Ciri-ciri berpikir kreatif menurut Munandar (2009) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ciri-ciri berpikir kreatif

No (1)	Indikator berfikir kreatif (2)	Prilaku siswa (3)
1.	Berpikir lancar (<i>fluency</i>) 1. Mencetuskan banyak gagasan dalam pemecahan masalah 2. Memberikan banyak jawaban dalam menjawab suatu pertanyaan 3. Memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan berbagai hal 4. Bekerja lebih cepat dan melakukan lebih banyak dari pada anak- anak lain	1. Mengajukan banyak pertanyaan 2. Menjawab dengan sejumlah jawaban jika ada pertanyaan 3. Mempunyai banyak gagasan dalam men jawab suatu pertanyaan 4. Lancar mengungkapkan gagas an untuk melakukan berbagai hal 5. Bekerja lebih cepat dan melakukan lebih banyak dari siswa lain 6. Dapat melihat dengan cepat melihat kesalahan dan kelemahan dari suatu objek atau situasi
2.	Berpikir luwes (<i>flexibility</i>) 1. Menghasilkan gagasan penyelesaian, jawaban atau pertanyaan yang bervariasi 2. Dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda. 3. Mencari banyak alternatif atau arah yang berbeda-beda 4. Mampu mengubah cara pendekatan atau pemikiran	1. Memberikan aneka ragam penggu- naan yang tak lazim terhadap suatu objek masalah 2. Memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu gambar, cerita atau masalah 3. Dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda. 4. Menerapkan suatu konsep atau asas penafsiran terhadap suatu gambar, cerita atau masalah 5. Memberikan pertimbangan terha- dap situasi yang berbeda dari yang lain 6. Jika diberikan suatu masalah biasa- nya memikirkan bermacam-macam cara untuk menyelesaikannya 7. Mampu mengubah arah berpikir secara spontan
3.	Berpikir orisinil (<i>originality</i>) 1. Mampu memberikan ungkapan yang baru dan unik 2. Membuat kombinasi-kombinasi yang tidak lazim dari bagian-bagian atau unsur-unsur.	1. Memikirkan masalah-masalah atau hal yang tidak terpikirkan orang lain 2. Mempertanyakan cara-cara yang lama dan berusaha memikirkan cara-cara yang baru dalam menjawab suatu masalah 3. Memilih cara berpikir lain daripada yang lain 4. Mencari pendekatan baru

Tabel 2. Lanjutan

No (1)	Indikator Berpikir Kreatif (2)	Prilaku Siswa (3)
4.	Berpikir elaborasi (<i>elaboration</i>) 1. Mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain 2. Menambahkan atau memperinci suatu gagasan sehingga meningkatkan suatu gagasan tersebut	1. Mencari arti yang mendalam dari terhadap pemecahan suatu masalah dengan melakukan langkah-langkah terperinci 2. Mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain

2.3 Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe

Perkembangan industri rumah tangga seiring dengan perkembangan waktu mengalami pertumbuhan yang cukup tinggi, dalam era perkembangan revolusi industri 4.0 saat ini, industri rumah tangga tetap ada dan bertahan. Salah satunya adalah industri rumah tangga tepung tapioka dan tempe (Pramaningsih, Wahyuni & Suryawan, 2022; Arianti & Mariyamah, 2020). Meningkatnya industri tepung tapioka dan tempe menghasilkan banyak limbah cair sisa produksi yang tidak digunakan, karena pada proses pembuatannya memerlukan banyak air.

Limbah cair adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses industri rumah tangga yang kehadirannya tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis (Lestari., dkk 2023) . Limbah cair industri tempe berasal dari pencucian, perendaman dan perebusan kedelai dari proses pembuatan tempe sedangkan limbah cair tepung tapioka berasal dari pencucian, perendaman, dan pengendapan pati singkong dari proses pembuatan tepung tapioka (Mukminin, Wignyanto & Hidayat, 2021; Pakpahan, Ruhayat & Hendrawan, 2021). Faktanya limbah cair kedua industri tersebut tidak dikelola dengan baik, langsung dibuang diselokan atau perairan begitu saja tanpa diolah terlebih dahulu dan mengakibatkan kondisi lingkungan disekitarnya kurang baik (Damayanti, Husna & Harwanto, 2021; Perdana & Widiawati, 2021).

Salah satu kandungan limbah cair tepung tapioka dan tempe yang dapat merusak lingkungan adalah tingginya kandungan BOD, COD dan TSS yang dihasilkan oleh kedua industri tersebut. Berdasarkan hasil penelitian Pakpahan, Ruhayat & Hendrawan (2021), menyatakan bahwa pada limbah cair tempe mengandung BOD sebesar 805,79 mg/L - 2383.81 mg/L, COD berkisar 26764.3 mg/L- 53849-

.33 mg/L dan TSS berkisar 123.67 mg/L-1162.33 mg/L. Hasil penelitian Juliasih & Amha (2019), menyatakan bahwa limbah cair tepung tapioka mengandung BOD sebesar 300-7500 mg/L, COD 3100-20000 mg/L dan TSS (padatan terlarut) 1500-8500 mg/L, sedangkan baku mutu air limbah industri menurut Permen LHK No. 68 Tahun 2016 untuk BOD 30 mg/L, COD 100 mg/L dan TSS 30 mg/L, dapat dikatakan bahwa limbah cair tepung tapioka dan tempe sangat berpotensi besar terhadap pencemaran lingkungan.

Limbah cair yang langsung dibuang akan menimbulkan bau yang tidak enak, hal ini disebabkan oleh adanya pemecahan zat organik oleh mikroba. Bau menyengat yang timbul di perairan atau saluran, biasanya timbul apabila kondisi limbahnya sudah menjadi anaerob atau tidak ada oksigen yang terlarut. Bau tersebut timbul karena penyusun protein dan karbohidrat terpecah, sehingga timbul bau busuk dari gas H_2S , amoniak ataupun fosfin sebagai akibat dari terjadinya fermentasi limbah organik tersebut (Tarru, Tarru & Rapang, 2015).

Limbah cair tepung tapioka dan tempe dapat diasumsikan sebagai sampah atau limbah berbentuk cair yang sampai saat ini pemanfaatannya sangat minim. Jika dimanfaatkan dengan tepat maka akan mengurangi pencemaran lingkungan dan menghilangkan sumber penyakit (Zulaifah, Rosyidah & Andriani, 2021; Tarru, Tarru & Rapang, 2015). Berdasarkan penelitian limbah cair tepung tapioka memiliki kandungan sebagian besar air, karbohidrat sebesar 18,900 % pati terlarut, nitrogen, fosfor, lemak, protein dan HCN dalam konsentrasi yang rendah dan kadar mineral limbah cair tapioka terdiri dari Ca, Mg, Fe, Cu, Pb, dan Zn (Anggari & Prayitno, 2020). Sedangkan Limbah cair industri tempe juga memiliki kandungan kompleks terdiri dari protein sebesar 40%, lemak 10%, karbohidrat 15%, air 98,87%, kalsium 13,60 ppm, fospor 1,74 ppm, dan besi 4,55 ppm (Pakpahan, Ruhayat & Hendrawan, 2021). Banyaknya kandungan yang ada pada limbah cair tepung tapioka dan tempe, dapat dimanfaatkan dan diolah secara optimal menjadi berbagai produk yang bernilai ekonomis sehingga dapat meningkatkan perekonomian masyarakat. Maka dari itu pemanfaatan limbah cair tepung tapioka dan tempe merupakan salah satu upaya yang tepat dalam mengurangi masalah yang ditimbulkan, hal ini dapat diintegrasikan dengan proses pendidikan yang ada. Terdapat beberapa penelitian terkait pemanfaatan limbah cair tepung tapioka

dan tempe melalui pengolahan lebih lanjut, seperti diolah menjadi *nata de cassava* (Yudha, Ariestanti & Budiarmo, 2021), *nata de soya* (Silviyanti & Iftitah, 2023), *soygurt* (Jayanti, Bintari & Iswari 2015), *savagurt*, bioplastik (Arifan, Yulianto & Budiardjo, 2012 ; Rahadi, Setiani & Antonius, 2020) , dan pupuk organik cair (Astuti & Sarjiyah, 2022).

2.4 Penelitian Relevan

Adapun beberapa peneliti yang telah melakukan penelitian mengenai penerapan PBP dan efektivitasnya terhadap peningkatan keterampilan berfikir kreatif. Berikut ini adalah beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini disajikan pada tabel 3. Berdasarkan penelitian relevan yang tersaji, penelitian ini sudah dilakukan oleh beberapa peneliti menunjukkan bahwa model PBP efektif dalam meningkatkan keterampilan berfikir kreatif.

Tabel 3. Penelitian Relevan

No. (1)	Penelitian (2)	Judul (3)	Metode (4)	Hasil (5)
1	Diawati, Liliarsari, Setiabudi, & Buchari (2017)	<i>Students Construction of a Simple Steam Distillation Apparatus and Development of Creative Thinking Skills: A Project-Based Learning</i>	Penelitian telah dilakukan dalam pemisahan kimia di Program Studi Pendidikan Kimia di Provinsi Lampung. Metode Penelitian ini adalah studi kasus kualitatif	Hasil menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kreatif siswa dalam mempelajari destilasi uap
2	Nugroho, Prayitno, & Arianto(2017)	Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Melalui Penerapan <i>Project Based Learning</i> pada Materi Pencemaran dan Daur Ulang Limbah	Penelitian ini merupakan tindakan Kelas dilaksanakan selama 2 siklus, masing-masing siklus terdiri dari tahap perencanaan (<i>planning</i>), pelaksanaan (<i>action</i>), pengamatan (<i>observation</i>), dan refleksi (<i>reflecting</i>).	Hasil menunjukkan bahwa terdapat peningkatan persentase kemampuan berpikir kreatif siswa dari level kurang kreatif menjadi cukup kreatif sehingga model <i>Project Based Learning</i> efektif meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Tabel 3. Lanjutan

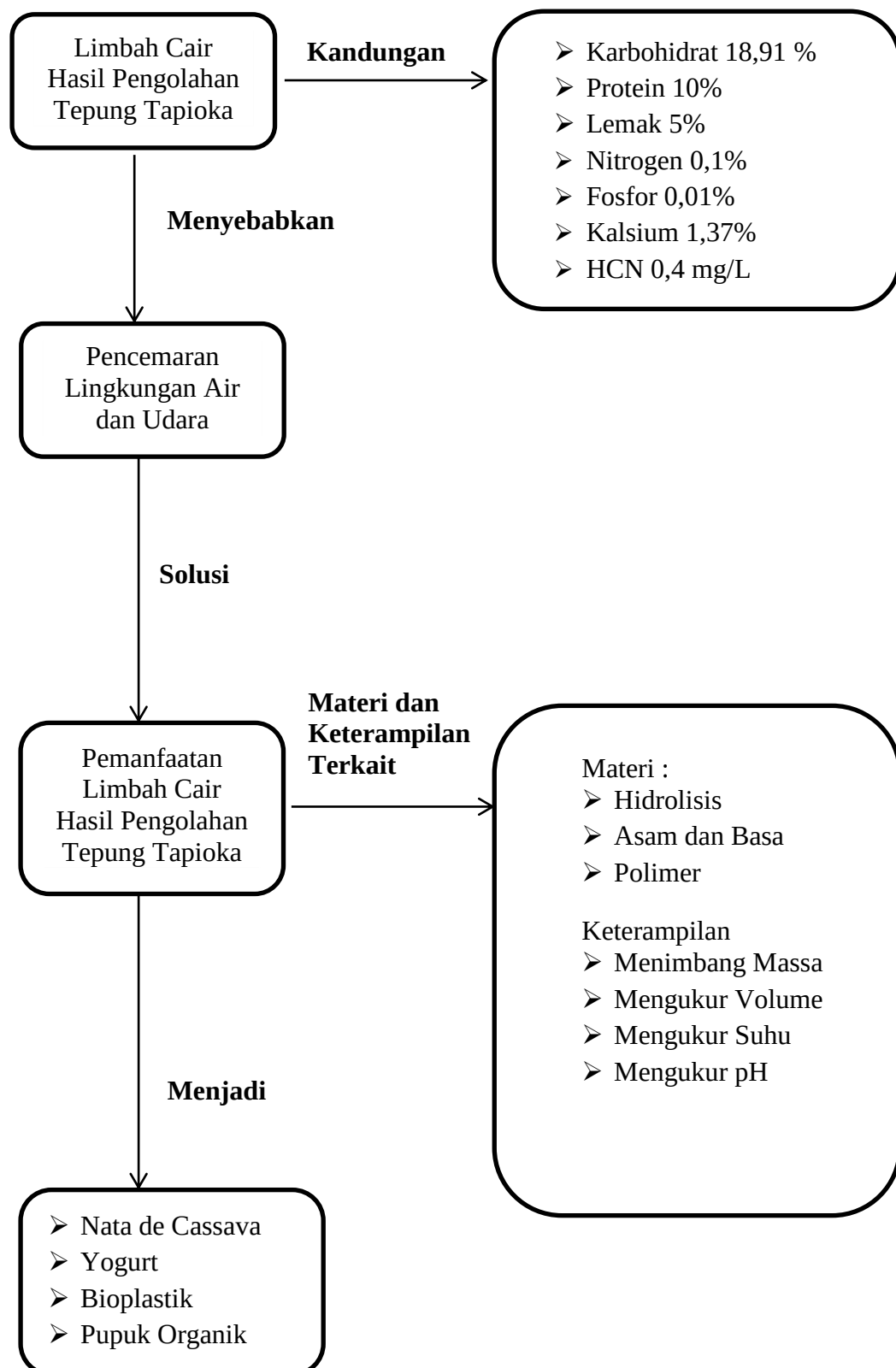
No (1)	Penelitian (2)	Judul (3)	Metode (4)	Hasil (5)
3	Astuti, Fadiawati, & Saputra (2019)	Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA Menggunakan Pembelajaran Berbasis Proyek Daur Ulang Minyak Jelantah	Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain penelitian <i>the matching only pretest-posttest control group</i> , dengan pengambilan sampel menggunakan teknik <i>purposive sampling</i> .	Pembelajaran berbasis proyek daur ulang minyak jelantah berpengaruh positif terhadap peningkatan KBK siswa.
4	Dinantika, Suyanto, & Nyeneng (2019)	Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> Terhadap Kreativitas Siswa Pada Materi Energi Terbarukan	Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu dengan rancangan desain penelitian <i>posttest only control group design</i> , dengan pengambilan sampel menggunakan teknik <i>purposive sampling</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek pada materi energi terbarukan pengaruh positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa.
5	Umam & Jiddiyyah (2021)	Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Ilmiah Sebagai Salah Satu Keterampilan Abad21	Desain penelitian yang digunakan adalah <i>one group pretest-posttest design</i> .	Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat pengaruh PjBL terhadap peningkatan KBK ilmiah siswa
6	Tamba, Motlan, & Betty (2017)	<i>The Effect of Project Based Learning Model for Students' Creative Thinking Skills and Problem Solving</i>	Metode yang digunakan ialah kuasi eksperimen dengan desain <i>two group pretest-posttest design</i> . Penentuan sampel dengan <i>random sampling</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa PjBL efektif dalam meningkatkan KBK dan pemecahan masalah siswa
7	Irawan, Surbakti, & Marpaung (2015)	Kreativitas Siswa Pada Materi Daur Ulang Limbah Menggunakan Model PjBL	Penelitian menggunakan metode kuasi eksperimen dengan <i>one-shot case study</i> sebagai desain penelitian. Sampel dipilih dengan teknik <i>purposive sampling</i> .	Hasil penelitian penerapan model PjBL pada materi daur ulang limbah dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa

Tabel 3. Lanjutan

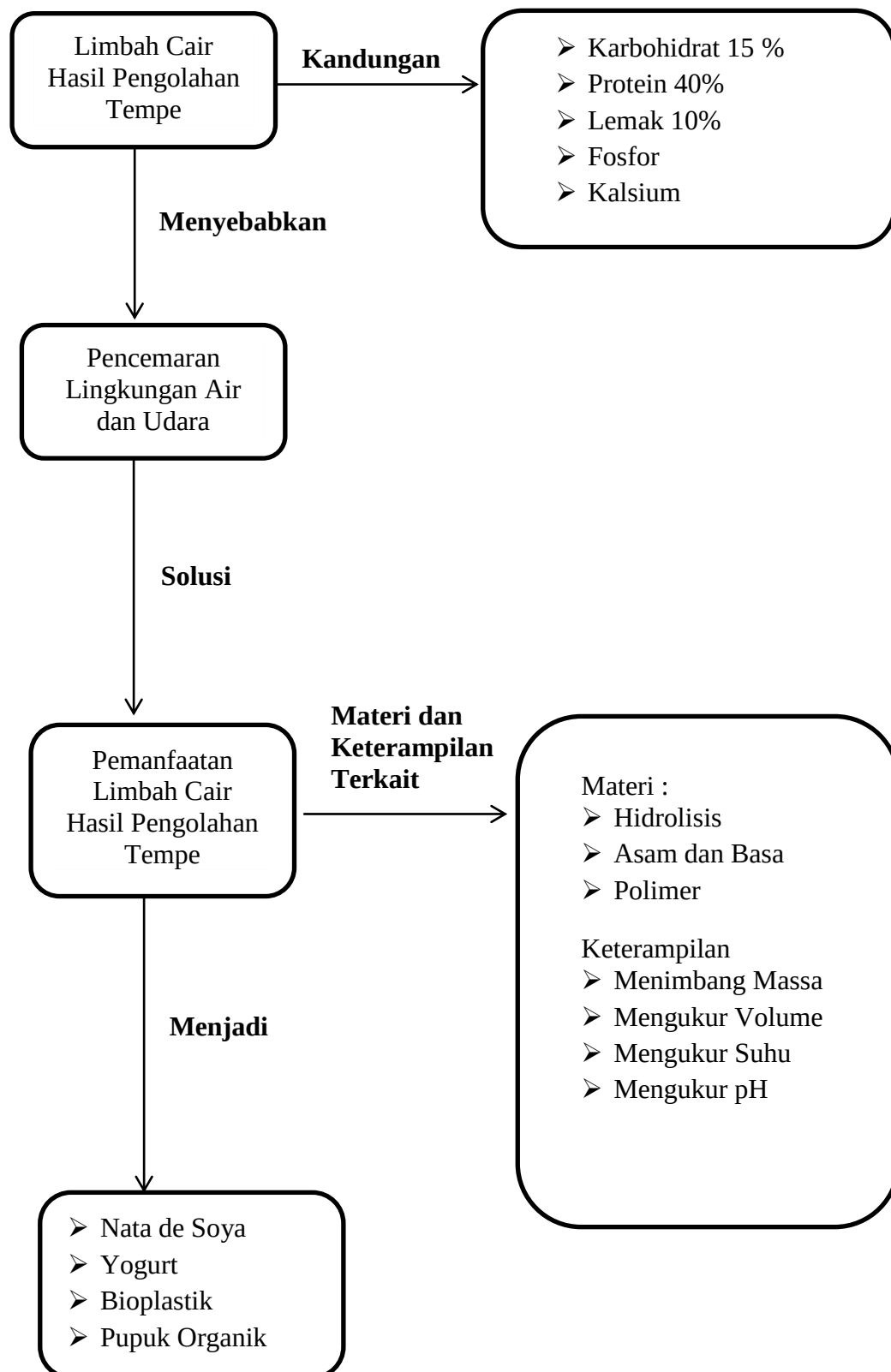
No (1)	Penelitian (2)	Judul (3)	Metode (4)	Hasil (5)
8	Shin (2018)	<i>Effects of Project-Based Learning on Students' Motivation and Self-Efficacy</i>	Penelitian ini menggunakan metode studi kasus kuantitatif, dengan kuesioner sebagai alat pengumpulan data.	Hasil penelitian ini mendukung gagasan bahwa pembelajaran berbasis proyek memiliki pengaruh positif terhadap motivasi siswa dan kerjasama.
9	Sarif, Fadiawati, & Syamsuri (2019)	<i>The Effectiveness of Waste Cooking Oil Recycling Project-Based Learning to Improve Students' High Order Thinking Skills</i>	Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen dengan <i>the matching only pretest-posttest control group design</i> . Sampel dipilih menggunakan teknik <i>purposive sampling</i> .	Hasil penelitian ini diterapkannya model PjBL pada permasalahan minyak jelantah dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.
10	Ningrum, Rahman, & Riandi (2022)	Penerapan STEM FROM HOME dengan Metode PjBL untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan KBK Siswa SMP	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen tidak ada kelas kontrol (<i>Pre-Experimental</i>) dengan desain <i>One Group Pretest-Posttest Design</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi STEM <i>from home</i> dengan metode PjBL dapat meningkatkan penguasaan konsep dan KBK siswa SMP.

2.5 Kerangka Pemecahan Masalah Berkaitan dengan Pemanfaatan Limbah Cair Hasil Pengolahan Tepung Tapioka dan Tempe

Keterampilan pemecahan masalah adalah keterampilan berpikir yang harus dimiliki siswa agar bisa bertahan dalam menghadapi tantangan masa depan. Keterampilan pemecahan masalah sangat penting pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari. Untuk memfokuskan permasalahan dapat dikembangkan secara deskriptif kualitatif dalam bentuk gambar, peta atau kata-kata yang dapat membantu siswa dalam menemukan pokok permasalahannya. Peta pemecahan masalah mencakup sumber masalah, konsep-konsep pengetahuan yang terkait dengan masalah, akibat yang ditimbulkan oleh masalah, dan alternatif solusi memecahkan masalah tersebut. Berikut ini peta pemecahan masalah limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Cair Tepung Tapioka



Gambar 2. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Cair Tempe

2.6 Kerangka Pemikiran

Pembelajaran berbasis proyek terdiri dari enam fase yaitu orientasi, identifikasi masalah dan mendefinisikan proyek, merencanakan proyek, melaksanakan proyek, mendokumentasikan dan melaporkan temuan proyek, dan yang terakhir evaluasi.

Pertama-tama orientasi, siswa diberikan penjelasan mengenai pembelajaran yang akan dilakukan melalui model pembelajaran berbasis proyek, tujuan pembelajaran, pentingnya kerjasama dan berbagi informasi dalam mengerjakan suatu proyek, serta kewajiban dan peran siswa yang diharapkan.

Kemudian langkah kedua yaitu identifikasi masalah dan mendefinisikan proyek. Siswa diberikan LKPD, siswa mengamati wacana permasalahan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe yang tersedia pada LKPD lalu mengidentifikasi permasalahan dengan mencari informasi pada permasalahan tersebut. Fase ini melatih indikator keterampilan *fluency* yaitu siswa dilatih dapat melihat dengan cepat kesalahan atau kelemahan dari suatu situasi dan bekerja lebih cepat dalam menemukan banyaknya informasi pada wacana. Selanjutnya siswa mengidentifikasi informasi atau pengetahuan yang diperlukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Fase ini melatih indikator keterampilan *originality* yaitu siswa dilatih bisa mencetuskan banyak gagasan baru yang diperlukan untuk mengatasi permasalahan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe dengan mencari informasi diberbagai sumber (buku, internet, dan lain-lain).

Pada langkah ketiga merencanakan proyek, setelah siswa mendapatkan informasi baru yang diperlukan, selanjutnya siswa dituntun untuk menggunakan informasi yang sudah didapat sebagai acuan dalam perencanaan proyek yang akan dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut, dalam hal ini adalah pembuatan produk. Rencana proyek ditentukan oleh siswa, mengacu pada banyaknya pertanyaan yang diajukan oleh siswa dengan menuliskan rumusan masalah, fase ini melatih indikator keterampilan *fluency* yaitu siswa dapat mengajukan banyak ide atau pertanyaan berdasarkan informasi yang sudah didapatkan. Siswa selanjutnya menentukan variabel bebas, terikat, dan kontrol sesuai dengan rencana proyek yang telah ditentukan, fase ini melatih keterampilan *originality* yaitu siswa dilatihkan untuk

bisa mengendalikan variabel, membuat kombinasi-kombinasi yang tidak lazim dari bagian unsur-unsur dan mencari pendekatan baru, setelah siswa menentukan variabel, siswa diminta untuk membuat prosedur percobaan secara detail mengenai proses pembuatan produk, fase ini melatih indikator keterampilan *elaboration* yaitu siswa dilatih dapat mengembangkan ide secara rinci dan mendalam terhadap pemecahan suatu masalah dengan cara menyusun prosedur eksperimen secara rinci untuk menjawab gagasan atau rumusan masalah yang diajukan, lalu siswa menentukan alat dan bahan yang akan digunakan. Pada fase ini siswa dilatih dengan indikator keterampilan *originality* yaitu siswa dilatih untuk mencari alat maupun bahan terbaru artinya belum umum terpikirkan orang lain. Selanjutnya siswa ditugaskan untuk membagi peran dan tanggung jawab serta menyusun jadwal pelaksanaan kegiatan pembuatan produk. Aktivitas pada fase ini antara lain; (1) membuat timeline untuk menyelesaikan proyek, dimulai dari pencarian alat dan bahan yang digunakan serta diskusi untuk proses pembuatan produk; (2) membuat batas waktu penyelesaian proyek, siswa akan memperhitungkan lama pembuatan produk yang akan dibuat sehingga dihasilkan sesuai waktu yang disepakati, fase ini melatih indikator keterampilan *elaboration* yaitu melatih siswa dalam membagi tugas pelaksanaan proyek secara adil dan jelas serta dapat mengembangkan ide siswa dalam membuat *timeline* secara terstruktur, rinci dan detail.

Langkah keempat yaitu melaksanakan proyek, setelah menyusun rencana proyek selanjutnya siswa melakukan pembuatan produk dengan menguji coba prosedur yang telah dirancang hingga menemukan cara yang terbaik serta menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan sesuai variabel yang telah ditentukan. Tahap ini melatih indikator keterampilan *flexibility* karena pada fase ini siswa dilatih untuk menguji coba prosedur yang dibuat sehingga siswa dapat menguji berbagai cara dan solusi alternatif hingga menemukan metode terbaik atau cara paling efektif yang menunjukkan fleksibilitas dalam berpikir kreatif, dan pada pelaksanaan proyek siswa diwajibkan melaporkan setiap kegiatan dan kendala pada saat pelaksanaan proyek, sehingga melatih indikator keterampilan *elaboration* yaitu siswa dilatih untuk bisa merinci dan memperjelas setiap kegiatan yang dilakukan.

Langkah kelima yaitu mendokumentasikan dan melaporkan temuan proyek. Selama melakukan proyek atau pembuatan produk. Siswa memiliki tanggung jawab mendokumentasikan kegiatan selama proses pembuatan produk sampai penyelesaian proyek untuk mengetahui kemajuan pelaksanaan proyek, sehingga dapat mengantisipasi hambatan yang akan dihadapi. Kemudian siswa membuat laporan akhir sesuai format yang telah ditentukan, lalu siswa mempresentasikan hasil pelaksanaan proyek di depan kelas.

Langkah keenam melakukan evaluasi, penilaian dilakukan untuk mengukur ketercapaian standar, mengevaluasi kemajuan masing-masing siswa, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai, dan menjadi bahan pertimbangan dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya. Penilaian dilakukan menilai produk yang telah dihasilkan siswa berdasarkan kriteria penilaian.

Berdasarkan uraian diatas dengan diterapkannya pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

2.7 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah pembelajaran menggunakan model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Populasi dan Sampel

Penelitian ini dilakukan di SMAN 1 Natar Kabupaten Lampung Selatan. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI IPA Tahun Pelajaran 2024/2025, dengan jumlah siswa 286 yang tersebar dalam 8 kelas. Satu kelas dari populasi akan digunakan sebagai sampel penelitian. Sampel dalam penelitian ini adalah XI IPA 4 yang diambil menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik pengambilan sampel ini didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu yang dibuat oleh peneliti berkaitan dengan kemampuan kognitif siswa yang heterogen dan memiliki tingkat partisipasi yang tinggi. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari guru kimia, didapatkan informasi kelas yang memiliki karakteristik tersebut yaitu kelas XI IPA 4.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data utama dan data pendukung. Data utama berupa pretes dan postes keterampilan berpikir kreatif di kelas eksperimen. Data pendukung berupa data kinerja produk siswa, kinerja produk berpikir siswa, respon siswa dan keterlaksanaan pembelajaran. Sumber data dalam penelitian ini adalah seluruh siswa di kelas eksperimen.

3.3 Desain Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian yaitu metode *weak experimental design* dengan desain penelitian *One Group Pretest-Posttest Design* (Fraenkel & Wallen 2012). Berikut desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Desain Penelitian *One Group Pretest-Posttest Design*

Kelas	Pretes	Perlakuan	Postes
Kelas Eksperimen	O	X	O

Keterangan :

O : Observasi (pretes dan postes).

X : Pembelajaran Berbasis Proyek.

Sebelum diterapkan perlakuan, kelas eksperimen diberikan pretes terlebih dahulu (O). Setelah itu diberi perlakuan berupa pembelajaran berbasis proyek (X), lalu dilakukan postes (O) untuk melihat hasil belajar berdasarkan perlakuan yang telah diberikan.

3.4 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdiri dari variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas yaitu model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe untuk kelas eksperimen.

Variabel terikat yaitu keterampilan berpikir kreatif siswa kelas XI IPA 4 SMAN 1 Natar Tahun Ajaran 2024/2025. Variabel kontrol yaitu materi yang dipelajari dan guru yang mengajar di kelas.

3.5 Perangkat Pembelajaran, Instrumen Penelitian dan Validitas

Perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian ini digunakan untuk menunjang proses kegiatan penelitian yang khususnya sebagai alat pengukuran dan pengumpulan data. Validitas instrumen sebagai suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen.

3.5.1 Perangkat pembelajaran

Perangkat pembelajaran digunakan sebagai alat penunjang dalam melaksanakan proses kegiatan belajar mengajar.

1. Rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP)

RPP digunakan sebagai pedoman untuk melaksanakan pembelajaran agar terarah.

2. Lembar kerja peserta didik (LKPD)

LKPD digunakan sebagai panduan peserta didik atau penuntun belajar serta sebagai media penilaian kinerja produk berpikir.

3.5.2 Instrumen penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Instrumen soal pretes dan postes

Penilaian pretes dan postes ini digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran berbasis proyek. Soal pretes dan postes dalam bentuk *essay* yang berjumlah 7 soal meliputi keterampilan berpikir kreatif terkait yaitu keterampilan *fluency*, *Flexibility*, *originality* dan *elaboration*. Penilaian setiap butir soal berdasarkan pada rubrik skor tertinggi 3 dan skor terendah 1.

2. Instrumen asesmen kinerja produk pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe

Penilaian kinerja produk dilakukan untuk penilaian terhadap hasil produk siswa selama pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe. Penilaian kinerja produk didasarkan pada penilaian aspek setiap produk :

- 1) Nata de soya/cassava, aspek yang dinilai yaitu tekstur (ketebalan lapisan), warna, rasa, dan aroma;
- 2) Yogurt soya/cassava, aspek yang dinilai yaitu tekstur (kekentalan), warna, rasa, dan aroma; dan
- 3) Pupuk organik cair soya/cassava, aspek yang dinilai yaitu tekstur, warna dan aroma.

Penilaian kinerja produk pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe siswa didasarkan pada rubrik penilaian dengan skor tertinggi 8 dan skor terendah 6.

3. Instrumen asesmen kinerja produk berpikir

Penilaian kinerja produk berpikir dilakukan untuk menilai kemampuan berpikir siswa selama proses pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe. Kinerja produk berpikir ini meng-

gunakan LKPD, penilaiannya didasarkan pada jawaban siswa setiap item pertanyaan di LKPD, berdasarkan pada rubrik penilaian dengan skor tertinggi 3 dan skor terendah 1.

4. Instrumen angket respon siswa

Instrumen angket respon siswa mengenai kegiatan proses pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe. Angket ini digunakan untuk penilaian tanggapan siswa terkait pembelajaran berbasis proyek. Angket respon siswa menggunakan angket tertutup dengan pernyataan positif yang dilakukan, dengan cara memberikan tanda *checklist* (✓) pada setiap kategori penskoran yang akan dipilih. Angket ini menggunakan skala likert 1-4 yang terdiri dari 10 item. Pengkategorian pada angket respon siswa seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Kategori respon siswa

Skor Penilaian	Kategori
4	Sangat Setuju (SS)
3	Setuju (S)
2	Tidak Setuju (TS)
1	Sangat Tidak Setuju (STS)

5. Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran

Lembar observasi ini digunakan untuk mendapatkan data mengenai tingkat keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek yang diisi oleh guru mata pelajaran kimia pada saat proses pembelajaran berlangsung. Penilaian keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek menggunakan angket tertutup dengan pernyataan positif yang dilakukan dengan cara memberikan tanda *checklist* (✓) pada kategori penskoran yang akan dipilih setiap itemnya memiliki skor tertinggi 4 dengan kategori penskoran sangat baik, skor 3 dengan kategori penskoran baik, skor 2 dengan kategori penskoran cukup baik, dan 1 dengan kategori penskoran kurang baik.

3.5.3 Validitas instrumen penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini divalidasi terlebih dahulu oleh dosen pembimbing. Pengujian instrumen penelitian ini menggunakan validitas isi

yang dilakukan dengan cara *judgement*. Pengujian dilakukan dengan menganalisis kesesuaian antara tujuan penelitian, tujuan pengukuran, indikator berpikir kreatif, kisi-kisi soal dan butir-butir pertanyaan.

3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu observasi, penelitian, dan pelaporan. Adapun langkah-langkah yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.6.1 Observasi

Kegiatan yang dilakukan pada prapenelitian adalah sebagai berikut :

Melakukan observasi ke sekolah dan wawancara dengan guru mata pelajaran kimia untuk memperoleh data awal berupa jumlah populasi serta menentukan sampel penelitian, jadwal mata pelajaran kimia, kelengkapan alat dan bahan di laboratorium, dan sarana prasarana yang akan digunakan sebagai pendukung pelaksanaan penelitian. Selanjutnya, berdiskusi tentang jadwal pelaksanaan dan teknis pelaksanaan penelitian.

3.6.2 Pelaksanaan penelitian

Tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tahap persiapan

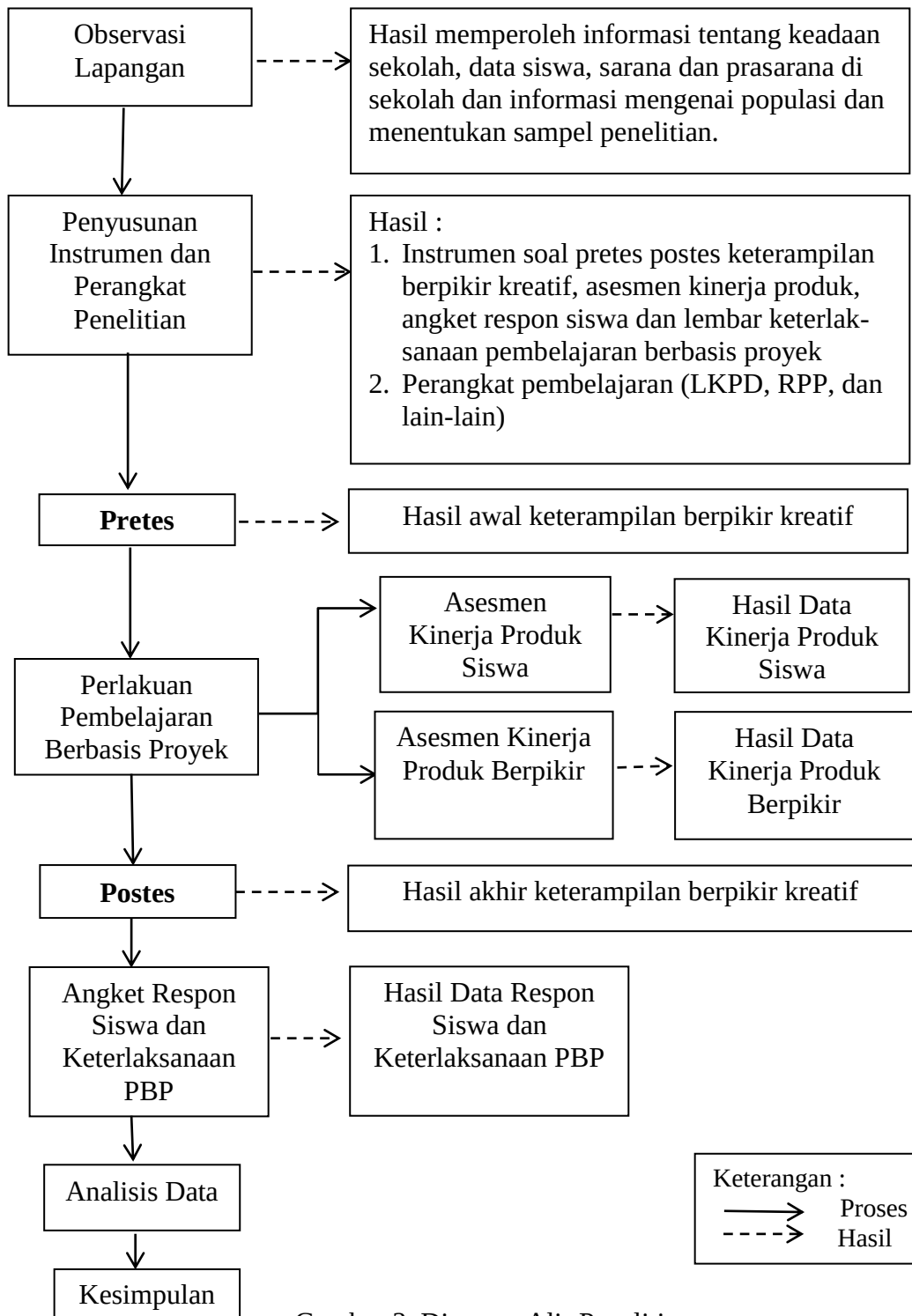
Tahap pertama yaitu menyusun perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian yang meliputi RPP, LKPD berbasis proyek, dan instrumen tes yang terdiri dari soal pretes postes berupa soal uraian, dan instrumen non tes berupa lembar penilaian kinerja produk, lembar penilaian kinerja produk berpikir, angket respon siswa, dan lembar observasi terhadap keterlaksanaan pembelajaran.

2. Tahap pelaksanaan penelitian

Adapun tahap pelaksanaan penelitian adalah (1) Melakukan pretes pada kelas sampel; (2) Melaksanakan kegiatan pembelajaran berbasis proyek pada topik pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe yang diterapkan di kelas sampel; (3) Melakukan postes di kelas sampel; (4) Melakukan pengisian angket respon siswa terhadap PBP dan lembar observasi keterlaksanaan PBP; (5) Melakukan analisis data; (6) Menarik kesimpulan.

3. Pelaporan

Pada tahap ini membuat laporan berupa skripsi. Laporan yang dibuat berisi mengenai hasil penelitian secara tertulis. Langkah-langkah penelitian ditunjukkan pada alur penelitian seperti Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.7 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.7.1 Teknik analisis data

Analisis data pada penelitian ini adalah data kuantitatif. Dalam penelitian ini analisis data dilakukan terhadap data utama dan data pendukung.

3.7.1.1 Analisis data utama

Data utama yang diperoleh pada penelitian ini adalah skor tes keterampilan berpikir kreatif sebelum penerapan pembelajaran (pretes) dan juga skor tes keterampilan berpikir kreatif setelah penerapan pembelajaran (postes). Data skor pretes dan postes yang diperoleh siswa, selanjutnya dihitung skor rata-rata pretes dan postes dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} \text{ Skor} = \frac{\sum \text{skor seluruh siswa}}{\text{jumlah siswa}}$$

Keterangan:

$\bar{x}$ Skor = rata-rata skor tes

Untuk menghitung skor rata-rata pretes dan postes setiap indikator dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} \text{ Skor indikator ke } - i = \frac{\sum \text{skor soal indikator ke } - i}{\text{jumlah siswa}}$$

Kemudian untuk menguji hipotesis diperlukan skor dalam bentuk persentase skor maka dilakukan perubahan skor pretes dan postes menjadi persentase skor pretes dan postes dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{Skor} = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Data yang diperoleh digunakan untuk mengukur efektivitas penerapan model pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan penguasaan keterampilan

berpikir kreatif siswa ditunjukkan oleh *n-gain* yang diperoleh siswa dalam tes. Adapun rumus *n-gain* (Hake,1988) adalah sebagai berikut :

$$n - gain = \frac{\% \text{skor postes} - \% \text{skor pretes}}{100\% - \% \text{skor pretes}}$$

Setelah perhitungan *n-gain* masing-masing siswa, dilakukan perhitungan *n-gain* rata-rata kelas eksperimen. Rumus *n-gain* rata-rata kelas adalah :

$$n - gain \text{ rata - rata} = \frac{\sum n - gain \text{ seluruh siswa}}{\text{jumlah siswa}}$$

Untuk menghitung *n-gain* setiap indikator dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n - gain \text{ indikator ke } - i = \frac{\% \text{skor postes}(i) - \% \text{skor pretes}(i)}{100\% - \% \text{skor pretes}(i)}$$

Hasil perhitungan *n-gain* rata-rata kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria dari (Hake, 1998). Kriteria pengklarifikasian *n-gain* menurut Hake dapat dilihat seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Klarifikasi *n-gain*

Besarnya <i>n-gain</i>	Interpretasi
$n-gain \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq n-gain < 0,7$	Sedang
$n-gain < 0,3$	Rendah

Pada pengujian hipotesis, skor pretes dan postes diubah menjadi nilai. Nilai pretes dan postes pada penilaian keterampilan berpikir kreatif secara operasional dirumuskan sebagai berikut:

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

Selanjutnya nilai pretes dan postes siswa yang diperoleh dihitung nilai rata-rata pretes dan postes dengan rumus sebagai berikut :

$$\bar{x} \text{ Nilai} = \frac{\sum \text{nilai seluruh siswa}}{\text{jumlah siswa}}$$

Keterangan:

$\bar{x}$ Nilai = rata-rata nilai tes

3.7.1.2 Analisis data pendukung

Data pendukung yang dianalisis dalam penelitian ini yaitu penilaian produk dan respon siswa yang dijelaskan secara kualitatif dan deskriptif. Selain itu dilakukan analisis terkait tingkat keterlaksanaan terhadap pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe.

1. Analisis data kinerja produk dan produk berpikir

Kinerja produk adalah hasil produk siswa dan diukur dengan indikator *task* produk. Berikut indikator *task* produk (tekstur, warna, rasa dan aroma). Analisis data kinerja produk dilakukan dengan menghitung nilai perolehan skor kinerja produk dengan rumus sebagai berikut.

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

Kinerja produk berpikir adalah jawaban tertulis LKPD siswa. Analisis data kinerja produk berpikir siswa diperoleh dari skor tiap soal pada jawaban LKPD yang diubah menjadi sebuah nilai dengan rumus sebagai berikut :

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

2. Analisis data respon siswa

Hasil angket respon siswa terhadap pembelajaran berbasis proyek pengolahan limbah cair tepung tapioka dan limbah cair tempe menggunakan angket tertutup dengan pernyataan positif, yang dilakukan dengan cara memberikan tanda *check-list* (✓) pada setiap kategori yang akan dipilih.

Adapun langkah-langkah analisis data respon siswa terhadap pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe sebagai berikut :

- 1) Menghitung presentase skor tiap item dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\bar{x}_{\text{presentase skor tiap item}} = \frac{\sum \text{skor tiap item}}{n \times \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Keterangan :

$\bar{x}_{\text{presentase skor tiap item}}$ = rata – rata skor respon siswa

n = banyaknya siswa dalam satu kelas

- 2) Menghitung persen rata-rata seluruh item dengan rumus berikut :

$$\% \bar{x}_{\text{seluruh item}} = \frac{\sum \bar{x}_{\text{presentase skor tiap item}}}{\text{jumlah item}}$$

- 3) Hasil perhitungan presentase rata-rata seluruh item kemudian diinterpretasikan dengan jumlah menggunakan kriteria (Sugiono, 2019) yang ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria penskoran respon siswa

Interval rata-rata skor %	Kategori
81,25 - 100	Sangat Baik
62,25 - 81,25	Baik
43,75 - 62,5	Kurang Baik
25 - 43,75	Tidak Baik

3. Analisis data keterlaksanaan pembelajaran

Keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe diukur melalui penilaian terhadap keterlaksanaan pembelajaran yang memuat tahapan dari pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe, dibuat menggunakan angket tertutup dengan pernyataan positif yang dilaku-

kan dengan cara memberikan tanda *checklist* (✓) pada setiap aspek yang akan dipilih. Adapun langkah-langkah terhadap keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe sebagai berikut :

- 1) Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh pengamat untuk setiap aspek pengamatan, kemudian dihitung presentase ketercapaian dengan rumus berikut :

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

Keterangan :

$\%J_i$: Presentase ketercapaian dari skor ideal untuk setiap aspek pengamatan pada pertemuan ke-i

$\sum J_i$: Jumlah skor setiap aspek pengamatan yang diberikan oleh pengamat pada pertemuan ke-i

N : Skor maksimal (Sudjana, 2005)

- 2) Menghitung rata-rata ketercapaian untuk setiap aspek pengamatan
- 3) Menafsirkan data keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe berdasarkan presentase ketercapaian pelaksanaan pembelajaran (Arikunto, 2002) seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria tingkat ketercapaian pelaksanaan

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

3.7.2 Pengujian Hipotesis

Sebelum dilakukan uji perbedaan dua rata-rata maka dilakukan terlebih dahulu uji prasyarat yaitu uji normalitas sebagai berikut :

3.7.2.1 Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas digunakan dengan uji statistik *Shapiro Wilk Test* dengan menggunakan SPSS versi 25.0. Menurut Sudjana (2005), uji normalitas adalah sebagai berikut:

Hipotesis : H_0 : Sampel berasal dari populasi yang terdistribusi normal

H_1 : Sampel berasal dari populasi yang tidak terdistribusi normal

Kriteria uji :

Terima H_0 (terdistribusi normal) jika nilai sig. $> 0,05$ dan tolak H_0 jika nilai sig. $< 0,05$ (Sudjana 2005).

3.7.2.2 Uji homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk memperoleh asumsi bahwa sampel penelitian berasal dari varians yang sama atau homogen yang digunakan untuk menentukan statistik-t yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis. Uji homogenitas dilakukan dengan menyelidiki apakah kedua sampel mempunyai varians yang sama atau tidak. Uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan uji *Levene Statistic* dengan menggunakan SPSS versi 25.0.

Hipotesis : H_0 : Sampel berasal dari varians yang homogen

H_1 : Sampel berasal dari varians yang tidak homogen

Kriteria uji :

Terima H_0 (homogen) jika nilai sig. $> 0,05$ dan tolak H_0 jika nilai sig. $< 0,05$. (Sudjana, 2005).

3.7.2.3 Uji perbedaan dua rata-rata

Data yang diperoleh berdistribusi normal dan homogen, maka menggunakan uji statistik parametrik, yaitu menggunakan uji *dependent sample t-test*.

1. Uji *dependent sample t-test*

Uji *dependent sample t-test* dilakukan untuk mengetahui tingkat efektivitas penerapan pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa. Uji *dependent sample t-test* menggunakan SPSS versi 25.0.

Rumusan hipotesis untuk uji ini :

$H_1 : \mu_1 \leq \mu_2$: Nilai rata-rata pretes keterampilan berpikir kreatif siswa kurang dari atau sama dengan nilai rata-rata postes keterampilan berpikir kreatif siswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe (efektif).

$H_0 : \mu_1 > \mu_2$: Nilai rata-rata pretes keterampilan berpikir kreatif siswa lebih tinggi dari nilai rata-rata postes keterampilan berpikir kreatif setelah diterapkan model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe

Keterangan :

μ_1 = Nilai rata-rata pretes keterampilan berpikir kreatif siswa

μ_2 = Nilai rata-rata postes keterampilan berpikir kreatif siswa

Kriteria uji:

- 1) Jika nilai signifikan $> 0,05$ maka H_0 diterima atau H_1 ditolak (perbedaan nilai yang tidak signifikan).
- 2) Jika nilai signifikan $< 0,05$ maka H_0 ditolak atau H_1 diterima (perbedaan nilai yang signifikan) (Widiyanto, 2013).

Kriteria pengambilan keputusan yaitu :

$T_{\text{tabel}} > T_{\text{hitung}}$: H_0 diterima atau H_1 ditolak

$T_{\text{tabel}} < T_{\text{hitung}}$: H_0 ditolak atau H_1 diterima

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data diketahui bahwa nilai rata-rata postes lebih besar dibandingkan nilai rata-rata pretes dan rata-rata *n-gain* yang diperoleh yaitu sebesar 0,60 dengan kategori sedang. Rata-rata persentase angket respon siswa sebesar 85,45% berkategori sangat baik dan rata-rata persentase keterlaksanaan PBP sebesar 81,46% berkategori sangat tinggi. Maka dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka dan tempe efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, disarankan bahwa :

1. Bagi peneliti lain yang ingin melakukan penelitian serupa dengan menerapkan model pembelajaran berbasis proyek, penting untuk mempertimbangkan waktu pelaksanaan proyek agar pembelajaran dapat berjalan dengan baik.
2. Pembelajaran berbasis proyek sebaiknya diterapkan pada pembelajaran kimia, karena sudah terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggari, V. S., & Prayitno. (2020). Studi Literatur Limbah Tapioka Untuk Produksi Biogas: Metode Pengolahan dan Peranan Starter-Substrat. *Jurnal Teknologi Separasi*. 6(2) : 176-187
- Arianti, S., & Mariyamah. (2020). Analisa Limbah Cair Pada Sistem Pengolahan Industri Tepung Tapioka. *Jurnal Sains dan Teknologi Terapan*. 3(1) : 599-608
- Arifan, F., Yulianto, M, E., & Budihardjo, M, A. (2012). Produksi Bioplastik (Poli-hidroksialkanoat) Sebagai Kerajinan Elemen Interior dan Fashion Stuff dari Limbah Cair Industri Tapioka. *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS-2012*. 30:38
- Arikunto, S. (2002) . *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Astuti, A., & Sarjiyah, S. (2022). Pemberdayaan Karyawati Pabrik Tempe Membuat Pupuk dari Limbah Cair untuk Budidaya Sayur Sehat: Empowering Tempe Factory Employees to Make Fertilizer from Liquid Waste for Healthy Vegetable Cultivation. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. 7(1) : 252-258
- Astuti, M. D., Fadiawati, N., & Saputra, A. (2019). Meningkatkan Keterampilan Ber- pikir Kreatif Siswa SMA Menggunakan Pembelajaran Berbasis Proyek Daur Ulang Minyak Jelantah. Bandarlampung. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*. 8 (2): 444-457
- Ayuni, S., Putri, E. S. (2022). Pengelolaan Limbah Industri Tempe Rumah Tangga di Kecamatan Meurebo Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*. 2 (2) : 288-307.
- Benesova, A., and Tupa, J. (2017). Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. *27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent manufacturing. FAIM2017*. 2195-2202
- Damayanti, H. O., Husna, M., & Harwanto, D. (2021). Limbah Cair Tapioka, Pencemaran, dan Teknik Pengolahannya. *Jurnal Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*. 17(1): 73-84
- Dhyanasaridewi, I.G.A.D. (2020). Analisis Digitalisasi Industri Penciptaan Kesempatan Kerja dan Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Organisasi, dan Bisnis*. 9(1): 21-29

- Dinantika, K. H., Suyanto, E., & Nyeneng, I. D. P. (2019). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kreativitas Siswa Pada Materi Energi Terbarukan. *Titian Ilmu Jurnal Ilmiah Multi Sciences*. 11(2): 73-80
- Diawati, C., Liliarsari, Setiabudi, A., & Buchari. (2017). Students' Construction of a Simple Steam Distillation Apparatus and Development of Creative Thinking Skills: A Project-Based Learning. *AIP Conference Proceedings*, 1848.1-6
- Diawati, C., Liliarsari, Setiabudi, & Buchari. (2018). Using Project-Based Learning To Design, Build, and Test Student-Made Photometer by Measuring the Unknown Concentration of Color Substances. *Journal of Chemical Education*. 95 : 468-475
- Diffly., & Sassman. (2011). *Karakteristik Pembelajaran*. Rineka Cipta
- Djupanda, H., Kendek, Y., & Darmadi, I. W. (2015). Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Sma Dalam Memecahkan Masalah Fisika. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*. 3(2) : 29
- Doppelt, Y. (2005). Assessment of Project Based Learning in a Mechatronics Context. *Journal of Technology Education*. 16(2) : 7-24
- Fatmasari., Irmayana, A., Dwiyanti, D., & Patricia, A. G. (2023). Pengaruh Kreativitas, Inovasi dan Pengetahuan Kewirausahaan Terhadap Keberhasilan Usaha Pada UMKM. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia, Administrasi dan Pelayanan Publik*. 10(3): 1233-1244
- Fraenkel, J.C, and Wallen, N.E. (2006). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw-Hill, inc
- Fraenkel, J.C., & Wallen, N.E. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw-Hill, inc
- Ghufron, N., & Rini, R.S. (2014). *Teori-teori Psikologi*. Yogyakarta : Ar-Ruzz Media
- Hake, R.R. (1998). Interactive Engagement v.s Traditional Methods: Six-thousand Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*. 66 (1)
- Hariyanto, B., Larasati D. A. (2016). Dampak Pembuangan Limbah Tapioka Terhadap Kualitas Air Tambak di Kecamatan Margoyoso Kabupaten Pati. *Jurnal Pendidikan Geografi*. 2 (2): 357-369
- Hasanah, H., Faizi, N., & Wijaya, A. (2023). Perkembangan Kreativitas Peserta Didik: Tinjauan Literatur dalam Konteks Kehidupan Abad ke-21. *Jurnal Pendidikan*. 12(3): 143-152
- Hayati, D., Victoria, D.C., & Priyanto, I. J. (2009). Peningkatan Kreativitas Peserta Didik dengan Menggunakan Model Project Based Learning (PjBL)

- Pada Materi Zat Tunggal Dan Campuran Kelas V Sd Ashyifa Bandung. *Primaria Educationem Journal*. 2(2): 115-126
- Irawan, A.N., Surbakti, A., & Marpaung, R. R. (2015). Kreativitas Siswa Pada Materi Daur Ulang Limbah Menggunakan Model PjBL. *Jurnal Bioterdidik Wahana Ekspresi Ilmiah*. 3(7): 11-19
- Isriani, H., & Dewi, P. (2012). *Strategi Pembelajaran Terpadu*. Yogyakarta: Familia
- Jayanti, S., Bintari, S, H., & Iswari, R, S. (2015). Pengaruh penambahan konsentrasi susu sapi dan waktu fermentasi terhadap kualitas soyghurt. *Journal Of Life Science*. 4 (2): 79-84
- Jiddiyyah, S. H., & Umam, H. I. (2021). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Ilmiah Sebagai Salah Satu Keterampilan Abad 21. *Jurnal Basicedu*. 5 (1): 350-356
- Juliasih, N. G. R., & Amha, R. F. (2019). Analisis COD, DO, Kandungan Posfat dan Nitrogen Limbah Cair Tapioka. *Jurnal Analytical and Environmental Chemistry*. 4(1): 65-72
- Kunarti, S., & Pamuji, K. (2019). Industrial Revolution 4.0 and Its Impacts on Indonesian Labor Force. *Jurnal Atlantis Press*. 358 : 282–285
- Maisaroh., Fadiawati, N., & Diawati, C. (2018). Efektivitas Pembelajaran Berbasis Masalah Pencemaran oleh Limbah Detergen. *Jurnal Pendidikan* . 3(1): 8-11
- Mohamad, E., Iyabu, H., Wiwiyani., Sihalofo, M., Bialangi, N., & Kilo, A.L. (2023). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Sel Volta dan Sel Elektrolisis dengan Menggunakan Tes Open-Ended Problem. *Jambura Journal of Educational Chemistry*. 5(2): 112-121
- Moma, L. (2017). Pengembangan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa Melalui Metode Diskusi. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*. 36 (1): 130-139
- Mukminin, A., Wignyanto., & Hidayat, N. (2021). Perencanaan Unit Pengolahan Limbah Cair Tapioka dengan Sistem Up-Flow Anaerobic Sludge Blanked (UASB) Untuk Industri Skala Menengah. *Jurnal Teknik Pertanian*. 4(2): 91-107
- Munandar, U. (2009). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Munandar, U. (2004). *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Yogyakarta: Rineka Cipta.

- Ningrum, R., Rahman, T., & Riandi, R. (2022). Penerapan STEM From Home dengan Model PjBL untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMP. *Journal of Science Education*. 6(1): 299–307
- Nugroho, G. A., Prayitno, B.A., & Ariyanto, J. (2017). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Melalui Penerapan Project Based Learning Pada Materi Pencemaran dan Daur Ulang Limbah. *Jurnal Pembelajaran Biologi*. 6(2): 9-12
- Pakpahan. M. B., Ruhayat. R., & Hendrawan. D. I. (2021). Karakteristik Air Limbah Industri Tempe (Studi Kasus: Industri Tempe Semanan, Jakarta Barat). *Jurnal Bhuwana*. 1 (2) :164-172
- Palupi, W. D., Fadiawati, N., & Diawati, C. (2019). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA Menggunakan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pencemaran oleh Limbah Cair Tahu. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*. 8 (2) : 361-374
- Paramita, D.L., Baity, N., & Andari, T. (2023). Peningkatan Kreativitas Melalui Project Based Learning (PjBL) dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Reforma*. 13(1): 88-100
- Perdana, A. T., & Widiawati, D. (2021). Pemberdayaan Masyarakat dalam Pengolahan Limbah Cair Produksi Tempe di Kampung Tempe Kota Tangerang. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Universitas Al Azhar Indonesia*. 4(1) : 9-13
- Perdana, T. I., & Sugara, H. (2020). Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMK Negeri 1 Kedawung dengan Menggunakan Model Problem Based Learning. *Jurnal Literasi*. 4(2): 107-113
- Pramaningsih, V., Wahyuni, M., & Suryawan, S. H. (2022). Kualitas Kemasan Tempe Menggunakan Mesin Continuous Sealer. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. 7(1) : 187-192
- Putriani, J. D., & Hudaidah. (2021). Penerapan Pendidikan Indonesia di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. 3(3) : 831-838
- Qiara, S. (2024). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Mata Pelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan IPA*. 13(1) : 64-71
- Rafik, M., Nurhasanah, A., Febrianti, V. P., & Muhajir, S. N. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) terhadap Kreativitas Siswa Guna Mendukung Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*. 5(1) : 80-85.
- Rahadi, B., Setiani, P., & Antonius, R. (2020). Karakteristik Bioplastik Berbahan Dasar Limbah Cair Tahu whey dengan Penambahan Kitosan dan Gliserol. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 7(2) : 81-89

- Rati, N. W., Kusmaryatni, N., & Rediani, N. (2017). Model Pembelajaran Berbasis Proyek, Kreativitas dan Hasil Belajar Mahasiswa. *JPI : Jurnal Pendidikan Indonesia*. 6(1) : 60–71
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad ke-21 dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. 13 (1): 1-5
- Riza, M., Kartono., & Susilaningih, E. (2020). Kajian Project Based Learning (PjBL) pada Kondisi Sebelum dan pada saat Pandemi Covid-19 Berlangsung. *Jurnal Unnes*. 3(1) : 236-240.
- Sari, S. P., Manzilatusifa, U., & Handoko, S. (2019). Penerapan Model Project Based Learning (PjBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Ekonomi Akuntansi*. 5(2) : 119-131
- Sarif, Y., Fadiawati, N., & Syamsuri, M. M. F. (2019). The Effectiveness Of Waste Cooking Oil Recycling Project-Based Learning To Improve Students' High Order Thingking Skills. *International Journal of Chemistry Education Research*. 3(1) : 29–34
- Shin, M. (2018). Effects of Project-Based Learning on Students' Motivation and Self Efficacy. *Journal English Teaching* . 73(1) : 95-114
- Silviyanti, N. A., & Iftitah, G. (2023). Pelatihan Pembuatan Nata de Soya di Kelurahan Ardirejo Sebagai Pemanfaatan Limbah Cair Olahan Kedelai. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 2(1) : 42-45
- Sinta, M., Sakdiah, M., Novita, N., Ginting, FW., Syafrizal S. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Hukum Gravitasi Newton di MAS Jabal Nur. *Jurnal pendidikan fisika dan fisika terapan*. 8(1) : 24-28
- Starko, A. J. (2010). *Creativity in the Classroom: Schools of Curious Delight*. New York: Routledge
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito
- Sugiyono (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabet
- Sulaeman, M. (2016). *Aplikasi Project Based Learning (PjBL) untuk Membangun Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif*. Depok : Bioma Publishing.
- Sumarmi., Baidowi, A., & Amirudin, A. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek terhadap Kemampuan Menulis Karya Ilmiah Geografi Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Geografi*. 20(1): 48-58
- Sumarni, W. (2015). The Strenghts and Weaknesess of the Implementation of Project Based Learning: A Review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 4(3): 478–484

- Sumartono, S., & Huda, N. (2020). Manajemen Pendidikan di Indonesia Sebagai Implementasi Triple Helix Untuk Mempersiapkan Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Pendidikan*. 3(1) : 74-79
- Supian, R., & Hukom, A. (2023). Potensi Ekonomi Kreatif dalam Mengatasi Pengangguran di Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Publikasi Sistem Informasi dan Manajemen Bisnis*. 2(2): 208-220
- Susilawati, E. (2021). Project Based Learning (PjBL) Learning Model during The Covid-19 Pandemic. *Jurnal Social, Humanities, and Education Studies (SHEs): Conference Series*. 4(5) : 1389 – 1394.
- Sutirman. (2013). *Media dan Model- Model Pembelajaran Inovatif*. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu.
- Tamba, P., Motlan, & Turnip, B. M. (2017). The Effect of Project Based Learning Models for Students Creative Thinking Skills and Problem Solving. *Journal of Research and Method in Education*. 7(5) : 67-70.
- Tarru, R, O., Tarru, H, E., & Rapang, D. (2015). Analisis Dampak Buangan Limbah Cair Pada Aliran Sungai Sa'adan. *Jurnal AgroSainT*. 6(1) : 14-17
- Torrance, E. P. (1965). Scientific views of crativity and factors affecting its growth. *Creativity and Learning*. 94(3): 663–681
- Trilling, B & Fadel, C. (2009). *21st century skills*. Learning for life in our times. Wiley, Hoboken: NJ
- Widana, I. W., & Septiari, K. L. (2021). Kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Matematika Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Project-Based Learning Berbasis Pendekatan STEM. *Jurnal Elemen*. 7(1) : 209-220
- Widiyanto, A. M. (2013). *Statistika Terapan. Konsep dan Aplikasi dalam Penelitian Bidang Pendidikan. Psikologi dan Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- World Intellectual Property Organization. (2023). *Global Innovation Index 2023*, (Innovation in the face of uncertainty), 16th Edition
- Yudha, D, C., Ariestanti, C, A., & Budiarmo, T, Y. (2021). Pemanfaatan Limbah Cair Tapioka Untuk Produksi Nata de Cassava Oleh *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Masyarakat*. 6(1) : 757-763
- Yusuf. (2011). *Psikologi Perkembangan Anak dan Remaja*. Bandung: PT. Remaja Rosdaka
- Zaharah., & Mangudor, S. (2023). Meningkatkan Kreativitas Peserta Didik Melalui Model Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) di SMP Negeri 22 Kota Jambi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*. 9 (3) : 139-150

Zulaifah, N., Rosyidah, U., & Andriani, R. (2021). Dampak Pembuangan Limbah Tapioka Terhadap Kualitas Air Sungai Keding di Desa Ngemplak Kidul Pati. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 6(1) : 331-3