

**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK  
PEMANFAATAN LIMBAH INDUSTRI TEPUNG TAPIOKA DAN  
GULA DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN  
BERPIKIR KREATIF SISWA SMA**

**(SKRIPSI)**

**Oleh**

**DINI CAHYANI  
NPM 2013023019**



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

**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK  
PEMANFAATAN LIMBAH INDUSTRI TEPUNG TAPIOKA DAN  
GULA DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN  
BERPIKIR KREATIF SISWA SMA**

**Oleh**

**DINI CAHYANI**

**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 INDUSTRI TEPUNG TAPIOKA DAN GULA DALAM MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA SMA**

**Oleh**

**DINI CAHYANI**

Model pembelajaran berbasis proyek (PBP) merupakan pendekatan kontekstual yang melibatkan siswa secara aktif dalam memilih topik, merancang solusi, memecahkan masalah, serta menghasilkan produk nyata dalam waktu tertentu. PBP dinilai mampu meningkatkan rasa ingin tahu dan pemahaman siswa, serta mendorong pengembangan keterampilan berpikir kreatif. Namun, penerapannya di sekolah masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model PBP dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi pengolahan limbah industri tepung tapioka dan gula. Metode yang digunakan adalah *weak experiment* dengan desain *One Group Pretest-Posttest Design*. Sampel penelitian adalah siswa kelas XI-6 yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Analisis data dilakukan melalui uji-t dan perhitungan n-gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai posttest lebih tinggi daripada pretest, dengan nilai n-gain sebesar 0,765 berkategori tinggi. Keterlaksanaan pembelajaran sebesar 82,45% berkategori sangat tinggi dan respon siswa sebesar 83,5% berkategori sangat baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

Kata Kunci: Keterampilan berpikir kreatif, limbah industri tepung tapioka, limbah industri gula, pembelajaran berbasis proyek

## **ABSTRACT**

### **EFFECTIVENESS OF PROJECT-BASED LEARNING ON THE UTILIZATION OF TAPIOCA FLOUR AND SUGAR INDUSTRY WASTE TO ENHANCE CREATIVE THINKING SKILLS IN HIGH SCHOOL STUDENTS**

**By**

**DINI CAHYANI**

Project-Based Learning represents a contextual instructional approach that actively involves students in selecting topics, designing solutions, solving problems, and producing tangible outcomes within a predetermined timeframe. This model has been recognized for its potential to enhance students' curiosity, deepen conceptual understanding, and foster the development of creative thinking skills. Nevertheless, its application in school settings remains limited. This study aims to examine the effectiveness of the PBL model in enhancing students' creative thinking skills on the subject of industrial waste processing of tapioca flour and sugar. The research employed a weak experimental method using a One Group Pretest-Posttest Design. The sample consisted of students from class XI-6, selected through purposive sampling techniques. Data analysis was conducted using the t-test and n-gain calculation. The findings indicated that the average posttest scores were significantly higher than the pretest scores, with an n-gain score of 0.765, which falls into the high category. The implementation of the learning process reached 82.45%, categorized as very high, while the student response rate reached 83.5%, categorized as very good. Based on these results, it can be concluded that the project-based learning model is effective in improving students' creative thinking skills.

**Keywords:** Creative thinking skills, tapioca starch industry waste, sugar industry waste, project-based learning

Judul Skripsi

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN  
BERBASIS PROYEK PEMANFAATAN  
LIMBAH INDUSTRI TEPUNG  
TAPIOKA DAN GULA DALAM  
MENINGKATKAN KETERAMPILAN  
BERPIKIR KREATIF**

Nama Mahasiswa

: **Dini Cahyani**

NPM

: 2013023019

Program Studi

: Pendidikan Kimia

Jurusan

: Pendidikan MIPA

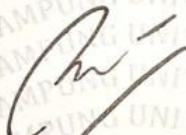
Fakultas

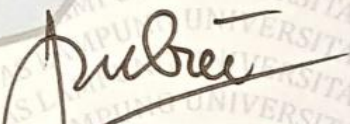
: Keguruan dan Ilmu Pendidikan



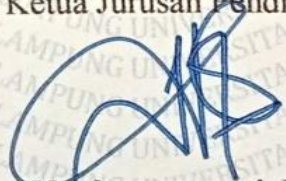
**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

  
**Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si.**  
NIP 19660824 199111 2002

  
**Dr. Noor Fadiawati, M.Si.**  
NIP 19660824 199111 2001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

  
**Dr. Nurhanurawati, M.Pd.**  
NIP 19670808 199103 2001



## 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. Alber Maydiantoro, SPd., M.Pd.  
NIP. 19870504201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 24 Mei 2025



## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dini Cahyani  
NPM : 2013023019  
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 Pembelajaran Berbasis Proyek Pemanfaatan Limbah Industri Tepung Tapioka dan Gula dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Siswa SMA” adalah asli hasil penelitian saya, baik gagasan, data, maupun pembahasannya 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 bertanggung jawab sesuai dengan Undang-Undang dan Peraturan yang berlaku.

Bandarlampung, 24 Mei 2025  
Yang Menyatakan,



Dini Cahyani  
NPM 2013023019

;

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Panjang pada 1 November 2002, Anak pertama dari dua bersaudara, anak dari Bapak Najamudin dan Ibu Sakdiah. Riwayat pendidikan diawali di Sekolah Dasar Negeri 1 Jatibaru Lampung Selatan (2008-2014), dilanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Tanjung Bintang Lampung Selatan (2014-2017), dan dilanjutkan ke Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Tanjung Bintang Lampung Selatan (2017-2020).

Pada tahun 2020 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur PMPAP (Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan). Selama menjadi mahasiswa pernah diberikan tanggung jawab menjadi wakil sekretaris umum FOSMAKI Universitas Lampung 2019. Penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Turunan Alkana dan Senyawanya Tahun 2022, serta memiliki pengalaman mengajar dan mengabdikan yang pernah diikuti selama perkuliahan yaitu PLP (Pengenal Lapangan Persekolahan) yang terintegrasi dengan kuliah kerja nyata (KKN) di SMP Negeri 7 Negeri Agung di Way Kanan.



## **PERSEMBAHAN**

*Alhamdulillahirabbil 'alamin*

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan kekuatan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan mengharap Ridho-Mu, dan sebagai tanda bakti dan kasih sayang kepada orang-orang yang berharga, ku persembahkan skripsi ini kepada:

### **Ibu (Sakdiah) dan Bapak (Najamudin)**

Kedua orang tuaku Ibu dan bapakku tersayang yang selalu mengusahakan anak pertamanya menempuh pendidikan setinggi-tingginya dengan segala pengorbanan, nasehat, ketulusan doa, keridhoannya dalam membimbing serta mengajarkan perihal hidup dan menjadi pelita disetiap langkah saya, sehingga menjadikan saya pribadi yang lebih baik dari hari ke hari. Semoga skripsi ini sebagai salah satu wujud baktiku dan ungkapan rasa kasih sayang yang tak terhingga.

### **Adikku (Muhammad Dafa Rinaldi)**

Yang senantiasa memberikan semangat dan menjadi alasan saya untuk terus melangkah maju.

### **Para Pendidikku (Guru dan Dosen)**

Yang telah memberikan ilmu, membimbing, mendidik, menginspirasi, serta memberikan nasehat yang berharga dengan setulus hati.

Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang menjadi tempat berbagi cerita, inspirasi, dan semangat di setiap langkah perjalanan ini.

**Almamaterku, Universitas Lampung**

## **MOTTO**

*“Percayalah bahwa semua yang ada di bumi ini berjalan sesuai aturan dan pada porosnya, tidak ada yang terlambat ataupun saling mendahului”*

(Nreksha)

## SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul “Efektivitas Pembelajaran Berbasis Proyek Pemanfaatan Limbah Industri Tepung Tapioka dan Gula dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana pendidikan dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam tercurah kepada manusia terbaik sepanjang masa Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan yang ada pada penulis. Penulisan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan doa, bimbingan, motivasi, kritik dan saran yang telah diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini disampaikan terimakasih secara tulus kepada:

1. Dr. Albert Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung;
2. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Kepala Program studi Pendidikan Kimia;
4. Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si., selaku Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik atas kesediaan, kesabaran dan keikhlasannya untuk memberikan bimbingan, motivasi, kritik dan masukan selama masa studi dan penulisan skripsi;
5. Dr. Noor Fadiawati, M.Si., selaku Pembimbing II atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, motivasi, saran dan masukan untuk skripsi ini;
6. 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. Maria Habiba, S.Pd., M.Pd. selaku kepala sekolah SMA Negeri 15 Bandar Lampung dan Dra. Hj. Endang Andari, selaku guru mata pelajaran kimia atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;
9. Keluarga besar yang telah memberikan dukungan serta doa tulus yang selalu dilantunkan demi kelancaran menyelesaikan studi di Pendidikan Kimia;
10. Rekan seperjuangan skripsi Adelia Putri dan Inge Laras Pramudita yang selalu menjadi kekuatan, menyalakan semangat, serta membagikan energi positifnya hingga akhir;
11. Sahabat-sahabatku Lilis, Bella yang selalu ada dan menjadi pendengar keluh kesah selama perkuliahan ini, serta membingkai perjalanan ini dengan tawa dan ketulusan.
12. Teman bertumbuh One Hanifa, terimakasih telah karena telah membantu menjadikan saya pribadi yang kuat, sabar, dan ceria;
13. Sahabat perjuangan Bintang, Afif, Asni, Upit, Fasya terimakasih telah menjadi teman berkeluh kesah serta segala bantuannya selama perkuliahan;
14. Keluarga Pendidikan Kimia 2020 terimakasih atas bantuan dan dukungan selama berjuang di Pendidikan Kimia;
15. Semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas segala bantuan, dukungan, kritik, dan saran yang telah diberikan.

Akhir kata penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan penulisan skripsi ini. Aamiin.

Bandar Lampung, 24 Mei 2025

Penulis,

**Dini Cahyani**

## DAFTAR ISI

|                                                   | Halaman    |
|---------------------------------------------------|------------|
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                         | <b>xv</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                         | <b>xvi</b> |
| <b>I. PENDAHULUAN.....</b>                        | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang .....                          | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                         | 4          |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                       | 4          |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                      | 5          |
| 1.5 Ruang Lingkup.....                            | 5          |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                 | <b>6</b>   |
| 2.1 Model Pembelajaran Berbasis Proyek .....      | 6          |
| 2.2 Keterampilan Berpikir Kreatif .....           | 8          |
| 2.3 Limbah Industri Tepung Tapioka dan Gula ..... | 9          |
| 2.4 Penelitian yang Relevan.....                  | 11         |
| 2. 5 Kerangka Pemecahan Masalah .....             | 14         |
| 2.6 Kerangka Pemikiran.....                       | 16         |
| 2.7 Hipotesis Penelitan.....                      | 18         |
| <b>III. METODE PENELITIAN .....</b>               | <b>19</b>  |
| 3.1 Populasi dalam Sampel .....                   | 19         |
| 3.2 Jenis dan Sumber Data .....                   | 19         |
| 3.3 Desain Penelitian.....                        | 20         |

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4 Variabel Penelitian .....                                                | 20        |
| 3.5 Instrumen Penelitian dan Perangkat Pembelajaran.....                     | 20        |
| 3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....                                     | 22        |
| 3.7 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis.....                        | 24        |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                        | <b>32</b> |
| 4.1 Hasil Penelitian.....                                                    | 32        |
| 4.2 Pembahasan.....                                                          | 40        |
| <b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                                          | <b>71</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                          | 71        |
| 5.2 Kendala.....                                                             | 71        |
| 5.3 Saran.....                                                               | 72        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                                                  | <b>73</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                                        | <b>79</b> |
| 1. Bahan Ajar.....                                                           | 80        |
| 2. Hasil Pretes dan Postes Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa.....          | 81        |
| 3. Rekapitulasi Hasil Uji Statistik .....                                    | 86        |
| 4. Uji Normalitas, Uji Homogenitas, Uji <i>dependent sample t test</i> ..... | 90        |
| 5. Rekapitulasi Keterlaksanaan PBP .....                                     | 94        |
| 6. Rekapitulasi Respon Siswa .....                                           | 96        |
| 7. Rekapitulasi Kinerja Produk Pemanfaatan Limbah .....                      | 97        |
| 8. Rekapitulasi Kinerja Produk Berpikir .....                                | 98        |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                              | Halaman |
|----------------------------------------------------|---------|
| 1. Tahapan model PBP.....                          | 7       |
| 2. Hasil penelitian yang relevan.....              | 11      |
| 3. Desain penelitian.....                          | 20      |
| 4. Kategori respon siswa .....                     | 21      |
| 5. Klasifikasi <i>n-gain</i> .....                 | 26      |
| 6. Kriteria penskoran respon siswa .....           | 28      |
| 7. Kriteria tingkat ketercapaian pelaksanaan ..... | 29      |
| 8. Hasil uji normalitas dan homogenitas .....      | 35      |
| 9. Skor kinerja produk pengolahan limbah .....     | 36      |
| 10. Hasil kinerja produk.....                      | 36      |
| 11. Link video dan laporan pelaksanaan proyek..... | 37      |



## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                                                                | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Tepung Tapioka.....                                              | 14      |
| 2. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Industri Gula.....                                               | 15      |
| 3. Diagram alir penelitian.....                                                                       | 24      |
| 4. Tes keterampilan berpikir kreatif siswa .....                                                      | 32      |
| 5. Rata-rata skor pretes dan postes setiap indikator .....                                            | 33      |
| 6. Rata-rata <i>n-gain</i> keterampilan berpikir kreatif.....                                         | 34      |
| 7. Rekapitulasi respon siswa .....                                                                    | 38      |
| 8. Data hasil keterlaksanaan PBP .....                                                                | 39      |
| 9. Hasil identifikasi informasi limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi.....                | 41      |
| 10. Hasil identifikasi informasi limbah industri gula sebelum konsultasi .....                        | 41      |
| 11. Hasil identifikasi informasi limbah industri tepung tapioka setelah konsultasi .....              | 42      |
| 12. Hasil identifikasi informasi limbah industri gula setelah konsultasi .....                        | 42      |
| 13. Salah satu hasil penulisan informasi limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi .....      | 43      |
| 14. Salah satu hasil penulisan informasi limbah industri gula sebelum konsultasi .....                | 43      |
| 15. Salah satu hasil penulisan informasi limbah industri tepung tapioka sesudah konsultasi.....       | 44      |
| 16. Salah satu hasil penulisan informasi limbah industri gula yang dibutuhkan sesudah konsultasi..... | 45      |
| 17. Pencarian informasi hasil identifikasi sebelum konsultasi.....                                    | 45      |
| 18. Pencarian informasi hasil identifikasi sebelum konsultasi.....                                    | 46      |
| 19. Pencarian informasi hasil identifikasi sesudah konsultasi .....                                   | 47      |
| 20. Pencarian informasi hasil identifikasi setelah konsultasi .....                                   | 47      |
| 21. Rumusan masalah limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi .....                           | 48      |

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 22. Rumusan masalah limbah industri gula sebelum konsultasi.....                         | 48 |
| 23. Rumusan masalah limbah industri tepung tapioka setelah konsultasi .....              | 49 |
| 24. Rumusan masalah limbah industri gula setelah konsultasi .....                        | 49 |
| 25. Salah satu tujuan proyek limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi .....     | 50 |
| 26. Tujuan proyek limbah industri gula yang sebelum konsultasi .....                     | 50 |
| 27. Tujuan proyek limbah industri tepung tapioka sesudah konsultasi .....                | 51 |
| 28. Salah satu tujuan proyek limbah industri gula sesudah konsultasi .....               | 51 |
| 29. Pentingnya proyek limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi .....            | 51 |
| 30. Pentingnya proyek limbah industri gula sebelum konsultasi .....                      | 52 |
| 31. Salah satu pentingnya proyek limbah industri tepung tapioka sesudah konsultasi ..... | 52 |
| 32. Salah satu pentingnya proyek limbah industri gula sesudah konsultasi .....           | 53 |
| 33. Rancangan langkah-langkah pembuatan gula cair sebelum konsultasi .....               | 54 |
| 34. Rancangan langkah-langkah pembuatan bioetanol sebelum konsultasi .....               | 54 |
| 35. Rancangan langkah-langkah pembuatan gula cair setelah konsultasi.....                | 55 |
| 36. Rancangan langkah-langkah pembuatan bioetanol setelah konsultasi.....                | 55 |
| 37. Alat dan bahan pembuatan gula cair sebelum konsultasi.....                           | 56 |
| 38. Alat dan bahan pembuatan bioetanol sebelum konsultasi .....                          | 56 |
| 39. Alat dan bahan pembuatan gula cair sesudah konsultasi .....                          | 57 |
| 40. Salah satu menentukan alat dan bahan pembuatan bioetanol sesudah konsultasi .....    | 57 |
| 41. Desain salah satu rancangan alat pembuatan bioetanol sebelum dikonsultasikan .....   | 57 |
| 42. Desain salah satu rancangan alat pembuatan bioetanol setelah dikonsultasikan .....   | 58 |
| 43. Satu rincian fungsi alat dan bahan pembuatan gula cair sebelum konsultasi .....      | 59 |
| 44. Satu rincian fungsi alat dan bahan pembuatan bioetanol sebelum konsultasi .....      | 59 |
| 45. Satu rincian fungsi alat dan bahan pembuatan gula cair setelah konsultasi .....      | 60 |
| 46. Rincian fungsi alat dan bahan pembuatan bioetanol setelah konsultasi ....            | 60 |
| 47. Salah satu pembuatan timeline pembuatan gula cair .....                              | 61 |
| 48. Salah satu pembuatan timeline pembuatan bioetanol .....                              | 61 |
| 49. Penentuan tugas masing-masing kelompok pembuatan gula cair.....                      | 61 |
| 50. Penentuan tugas masing-masing kelompok pembuatan bioetanol.....                      | 62 |

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 51. Rincian pelaksanaan proyek serta kendala dalam pembuatan gula cair ..... | 63 |
| 52. Rincian pelaksanaan proyek serta kendala dalam pembuatan bioetanol ....  | 63 |
| 53. Presentasi kelompok bioetanol.....                                       | 65 |
| 54. Presentasi kelompok gula cair.....                                       | 65 |
| 55. Rangkaian alat destilasi yang dibuat kelompok 1 .....                    | 67 |
| 56. Rangkaian alat destilasi yang dibuat kelompok 2 .....                    | 67 |
| 57. Rancangan alat kelompok 1 .....                                          | 68 |
| 58. Rancangan alat kelompok 2 .....                                          | 68 |
| 59. Produk Bioetanol.....                                                    | 69 |
| 60. Nyala api kelompok 1 dan 2.....                                          | 69 |
| 61. Produk gula cair .....                                                   | 70 |

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Era revolusi industri 4.0 ditandai dengan perkembangan teknologi digital diantaranya *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), dan *big data*, hal ini menciptakan perubahan yang signifikan dalam berbagai sektor kehidupan (Sawitri, 2019). Perubahan yang signifikan pada sektor kehidupan telah mengubah secara fundamental cara hidup, bekerja, dan berinteraksi secara sosial (Prause, Atari, & Tvaronaviciene, 2017; Shahroom & Hussin, 2018). Perubahan yang berkelanjutan dari waktu ke waktu akan menjadi tantangan bagi setiap individu (Wijaya dkk., 2016). Tantangan yang akan dihadapi, seperti pasar kerja yang menuntut agar lulusannya memiliki kemampuan untuk bekerja dalam lingkungan yang selalu berubah, menghadapi proses kerja yang non-rutin dan abstrak, mengambil keputusan, tanggung jawab, serta bekerja dalam tim (Diawati dkk., 2017).

Salah satu isu strategis untuk menghadapi tantangan tersebut, yaitu menjadikan ekonomi kreatif sebagai strategi memenangkan persaingan global, dengan dilakukannya inovasi dan kreativitas untuk meningkatkan nilai tambah ekonomi (Laurensa, 2018). Keberadaan ekonomi kreatif mampu mengubah masyarakat yang semula sumber daya manusia biasa saja menjadi sumber daya manusia yang bernilai tinggi, sehingga mereka yang kalah bersaing di masa lalu bisa kembali berkompetisi memperbaiki gaya hidup dengan menerapkan keterampilan berpikir kreatif (Lestari & Zulhelmi, 2023).

Keterampilan berpikir kreatif merupakan kemampuan untuk memecahkan masalah dan menciptakan berbagai hal baru seperti konsep, teori yang diperlukan bagi kehidupan di dunia nyata (Mawaddah dkk., 2015). Kemampuan berpikir kreatif dapat meningkatkan pemahaman dan mempertajam bagian otak yang berhubu-

ngan dengan kognitif murni (Heldanita, 2018). Pemikiran kreatif akan membantu seseorang untuk meningkatkan kualitas dan keefektifan pengambilan keputusan yang dibuat (Handoyo & Rohayuningsi, 2015). Tanpa kemampuan berpikir kreatif, seseorang tidak akan menemukan jawaban untuk mengatasi permasalahan-nya, sehingga tidak akan pernah terjadi kemajuan dalam hidupnya (Astuti dkk., 2018). Oleh karena itu, kemampuan berpikir kreatif merupakan salah satu kemampuan yang penting untuk ditingkatkan.

Fakta yang diperoleh dari lapangan, menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif di Indonesia belum mencapai hasil yang diharapkan. Berdasarkan penelitian global tentang berpikir kreatif pada tahun 2015 yang dilakukan melalui Martin Prosperity Institute, Indonesia menduduki peringkat 115 dari 139 negara dengan indeks 0,202, sedangkan peringkat 1 diraih oleh Australia dengan indeks 0,970 (Shoit & Masrukan, 2021). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *World Intellectual Property Organization* (WIPO) dalam *Global Innovation Index* (GII), Indonesia menduduki peringkat 61 dengan skor 30,3 dari 152 negara tahun 2023, peringkat 1 diraih oleh Swiss dengan skor sebesar 67,6 (WIPO, 2023). Hal tersebut diperkuat dengan hasil wawancara yang telah dilakukan di SMAN 15 Bandarlampung, bahwa proses pembelajaran kimia lebih didominasi dari pihak guru, menyebabkan siswa cenderung lebih banyak menerima pengetahuan daripada menemukan pengetahuan, serta kurangnya kesempatan untuk mengungkapkan ide, sehingga siswa menjadi lebih pasif dalam proses pembelajaran, dan potensi kreativitas siswa terhambat dalam pengembangannya. Berdasarkan fakta tersebut menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif belum dilatih dengan baik.

Keterampilan berpikir kreatif dapat ditingkatkan dengan model pembelajaran yang mendukung eksplorasi ide baru, memberikan tantangan untuk pemecahan masalah, mendorong pertanyaan kritis, dan memberikan ruang untuk eksperimen dan inovasi (Dewi dkk., 2019). Salah satu model pembelajaran dengan ciri-ciri tersebut adalah model pembelajaran berbasis proyek (PBP). Model PBP adalah model pembelajaran yang berorientasi pada masalah dengan mengkolaborasikan konsep-konsep pengetahuan. Model PBP mengajak siswa untuk belajar



terstruktur dan terorganisasi dalam suatu proyek atau dalam bentuk lain sesuai dengan masalah nyata (Muharomah dkk., 2019). Salah satu permasalahan nyata adalah limbah industri tepung tapioka dan gula.

Limbah industri tepung tapioka dapat diolah menjadi produk baru diantaranya adalah kulit singkong Lusiani dkk. (2016). Limbah kulit singkong saat ini hanya digunakan sebagai pakan ternak, sehingga belum dimanfaatkan untuk menghasilkan produk baru. Menurut Indrianeu dkk. (2019) 100 kg bahan baku singkong akan menghasilkan 13 kg limbah kulit singkong dan 87 kg singkong yang akan diproduksi. Sementara itu, proses produksi gula menghasilkan limbah cair berupa tetes tebu. Industri gula menunjukkan kapasitas produksi 250.000 ton/ tahun menghasilkan sekitar 800 hingga 900 m<sup>3</sup>/hari limbah cair Rhofita dkk. (2019). Apabila limbah industri tepung tapioka dan gula tidak diolah dengan benar, maka dapat menimbulkan bau yang tidak sedap (Hariyanto & Larasati, 2016). Permasalahan tersebut terjadi dalam kehidupan nyata, sehingga menjadi kesempatan yang baik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif melalui pembelajaran berbasis proyek di sekolah.

Melalui model PBP, permasalahan limbah industri tepung tapioka dan gula bisa diatasi dengan cara siswa mengamati wacana tentang limbah, kemudian mengidentifikasi serta menentukan pengetahuan yang sudah dimiliki dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Siswa mengidentifikasi dan merumuskan masalah dengan mengajukan pertanyaan, lalu siswa mencari informasi dari berbagai sumber yang dapat menyelesaikan permasalahan yang sedang dihadapi, untuk menjawab pertanyaan yang diajukan. Informasi yang telah diperoleh didiskusikan untuk mendapatkan solusi dari permasalahan tersebut. Siswa selanjutnya melaksanakan pemecahan masalah dengan berkonsultasi kepada teman maupun guru.

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya mengenai pembelajaran dengan Model PBP. Penelitian yang dilakukan oleh Anggraini & Wulandari (2021) Model PBP mampu memberikan pengaruh terhadap peningkatan keaktifan siswa dalam pembelajaran. Penelitian yang dilakukan Sari dkk. (2021) pembelajaran berbasis

proyek perlu dilakukan oleh guru di kelas sebagai salah satu model dalam proses belajar mengajar karena berfokus pada siswa karena dapat membangun motivasi siswa, membangun kepercayaan diri dan rasa tanggung jawab siswa, dan membuat siswa lebih aktif dan kreatif. Penelitian yang dilakukan Setiatun dkk. (2022) LKS berbasis IPA terpadu pada model pembelajaran berbasis pengolahan limbah tongkol jagung, dapat digunakan dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Abida dkk. (2022) Model PBP efektif untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran. Penelitian yang dilakukan oleh Rosaria dkk. (2023) perlunya pengembangan program pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas ilmiah peserta didik karena hal ini dapat bermanfaat bagi pelajar di era globalisasi saat ini.

Berdasarkan uraian di atas maka dari itu dilaksanakan penelitian yang berjudul “Efektivitas Pembelajaran Berbasis Proyek Pemanfaatan Limbah Industri Tepung Tapioka dan Gula dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana efektivitas model PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa SMA?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan efektivitas model PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa SMA.

### 1.4 Manfaat Penelitian

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

1. Siswa  
Memberikan pengalaman belajar yang nyata dalam memecahkan masalah karena mereka dihadapkan pada proses pemecahan masalah limbah industri tepung tapioka dan gula, sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.
2. Guru  
Memberikan pengalaman kepada para guru dalam kegiatan pembelajaran kimia menggunakan model PBP.
3. Sekolah  
Memberikan masukan bagi lembaga pendidikan untuk mengembangkan kurikulum, dengan memberikan wawasan yang diperoleh dari penerapan model PBP.

### 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Indikator keterampilan berpikir kreatif sesuai dengan *framework*, yaitu: *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration* (Torrance, 1979).
2. Langkah-langkah model PBP yang digunakan berdasarkan sintaks *project based learning* Colley (2008) yang dimodifikasi dari Diawati (2018).
3. Model PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula dikatakan efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif apabila terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara nilai pretes dan nilai postes, serta rata-rata nilai *n-gain* yang didapatkan berkategori minimal sedang.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Model Pembelajaran Berbasis Proyek

Model pembelajaran berbasis proyek (PBP) merupakan pembelajaran kontekstual berbasis kurikulum, yang melibatkan siswa secara aktif dalam memilih topik, mempertimbangkan pendekatan, perancangan, memecahkan masalah, mengambil keputusan, memberikan kesempatan bekerja selama periode waktu tertentu, hingga akhirnya menghasilkan produk nyata (Diawati dkk., 2017; Surayya dkk., 2024). Model pembelajaran ini dapat membantu peserta didik menjadi lebih ingin tahu dan meningkatkan pemahaman mereka terhadap ide-ide ilmiah, sehingga peserta didik akan memiliki kesempatan untuk mengatasi hambatan (Zhao & Wang, 2022). Model PBP memiliki potensi yang amat besar untuk membuat pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermanfaat bagi siswa (Trianto, 2011; Purba dkk., 2023).

Karakteristik Model PBP adalah pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir siswa, memungkinkan siswa menjadi kreatif dan kompeten, mendorong kolaborasi siswa, serta memungkinkan siswa mengakses dan mendemonstrasikan informasi sendiri (Indriyani & Wrahatno, 2019; Sutrisna dkk., 2019). Siswa dalam proses PBP berurusan dengan masalah nyata dan mengintegrasikan pengetahuan baru melalui penemuan, dengan panduan dari pertanyaan terstruktur, siswa menghadapi masalah nyata, bekerja mandiri, dan menghasilkan produk bernilai.

Adapun tahapan pembelajaran berbasis proyek dari Colley (2008) yang diadaptasi oleh Diawati (2018) yaitu *orientation, identifying and defining a project, planning a project, implementing a project, documenting and reporting project findings, evaluating and taking action*. Penjelasan setiap tahap PBP disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan model PBP

| <b>Fase<br/>(1)</b>                                                                                       | <b>Deskripsi<br/>(2)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase 1. Orientasi ( <i>orientation</i> )                                                                  | Siswa memperhatikan penjelasan pembelajaran yang akan dilakukan yakni tujuan pembelajaran, pentingnya kerjasama dan berbagi informasi, serta tanggung jawab dan peran yang diharapkan. Siswa juga membahas bagaimana harus berkomunikasi satu sama lain, dan bagaimana pembelajaran akan dinilai.                                                                         |
| Fase 2. Identifikasi masalah dan mendefinisikan proyek ( <i>identifying and defining a project</i> )      | Siswa membaca wacana yang disajikan mengenai limbah industri gula dan tepung tapioka, lalu diberikan tantangan bagaimana cara memecahkan masalah, kemudian siswa mengidentifikasi masalah.                                                                                                                                                                                |
| Fase 3. Merencanakan proyek ( <i>planning a project</i> )                                                 | Berdasarkan hasil identifikasi, siswa merumuskan masalah, menuliskan tujuan dan pentingnya proyek yang akan dilaksanakan, menuliskan rancangan langkah-langkah eksperimen, merinci daftar alat dan bahan yang dibutuhkan, menggambarkan desain rancangan alat, menuliskan fungsi alat dan bahan, membuat <i>timeline</i> , serta menuliskan tugas masing-masing kelompok. |
| Fase 4. Implementasi proyek ( <i>implementing a project</i> )                                             | Siswa menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai dengan rencana proyek dan dilanjutkan dengan pembuatan produk.                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Fase 5. Mendokumentasi dan melaporkan temuan proyek ( <i>documenting and reporting project findings</i> ) | Siswa mendokumentasikan selama melaksanakan kegiatan proyek dan siswa menulis laporan sesuai format yang telah ditentukan, kemudian siswa mempresentasikan hasil pelaksanaan proyek di depan kelas.                                                                                                                                                                       |
| Fase 6. Evaluasi dan umpan balik ( <i>evaluating and taking action</i> )                                  | Guru mengevaluasi dan memberikan umpan balik kepada siswa, agar siswa dapat belajar dari evaluasi dan meningkatkan kinerjanya.                                                                                                                                                                                                                                            |

Menurut (Wena, 2014) kelebihan yang dimiliki model PBP, yaitu: a) memotivasi peserta didik; b) memecahkan masalah baik di dalam pembelajaran maupun kegiatan sehari-hari; c) meningkatkan kemampuan kolaboratif antar pendidik dan peserta didik; d) mengelola keterampilan dari berbagai sumber yang ada; e) memanajemenkan kemampuan peserta didik.

Menurut (Azahri dkk., 2022) kelemahan model PBP antara lain a) memerlukan banyak waktu untuk menyelesaikan masalah; b) membutuhkan biaya yang cukup banyak, banyak pendidik yang merasa nyaman dengan kelas tradisional, di mana pendidik memegang peran utama di dalam kelas; c) banyaknya peralatan yang harus disediakan; d) peserta didik yang memiliki kelemahan dalam percobaan

dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan; e) ada kemungkinan peserta didik ada yang kurang aktif dalam kerja kelompok.

## 2.2 Keterampilan Berpikir Kreatif

Keterampilan berpikir kreatif adalah kemampuan individu dalam mencari metode, strategi, ide, atau gagasan baru tentang bagaimana memperoleh penyelesaian dari suatu permasalahan (Moma, 2017). Keterampilan berpikir kreatif akan menghasilkan gagasan asli, konstruktif, dan menekankan pada aspek intuitif serta rasional (Agustin dkk., 2023). Berpikir kreatif melibatkan proses berpikir yang fleksibel dan terbuka terhadap kemungkinan-kemungkinan baru (Amelia, 2016). Keterampilan berpikir kreatif merupakan kemampuan berpikir secara fleksibel terhadap kemungkinan baru untuk menciptakan ide atau gagasan yang orisinal dalam memecahkan masalah.

Pengukuran kemampuan berpikir kreatif dimulai oleh Torrance melalui pengembangan *Torrance Tests of Creative Thinking* (TTCT). TTCT terdiri atas tiga kegiatan, yakni mengkonstruksi gambaran mengenai masalah, merumuskan penyelesaian masalah, serta mengungkapkan ulang gagasan orang lain dan menyempurnakannya (Torrance, 1979). Menurut Torrance terdapat empat indikator yang diukur dalam berpikir kreatif, yakni *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration* (Patmawati dkk., 2019). Keempat indikator tersebut merupakan indikator yang dapat merangsang siswa dalam memecahkan permasalahan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari (Amalia, 2021). Torrance memberikan uraian terkait indikator-indikator keterampilan berpikir kreatif sebagai dasar untuk mengukur tingkat kreativitas siswa. Berikut merupakan indikator keterampilan berpikir kreatif menurut Torrance (1963):

1. *Fluency*, dapat dilihat dari keterampilan siswa dalam mencetuskan banyak ide atau jawaban yang relevan sebagai solusi permasalahan atau tugas.
2. *Flexibility*, merujuk pada keterampilan siswa dalam menjawab masalah dengan bervariasi dan variasi sudut pandang yang digunakan dalam melihat suatu masalah.

3. *Originality*, berkaitan dengan keterampilan menghasilkan gagasan, ide, dan solusi yang unik atau tidak lazim.
4. *Elaboration*, berkaitan dengan keterampilan mendeskripsikan sesuatu dengan langkah terperinci.

## **2.3 Limbah Industri Tepung Tapioka dan Gula**

### **2.3.1 Limbah Industri Tepung Tapioka**

Industri tapioka merupakan salah satu jenis industri agro (*agro based industry*) yang cukup banyak tersebar di Indonesia baik skala kecil, menengah, maupun berskala besar (Indrianeu & Singkawijaya, 2019). Bahan baku industri tapioka adalah ubi kayu atau singkong yang banyak tersebar diberbagai daerah (Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2009). Tahapan proses produksi pada industri tapioka tradisional diantaranya pembersihan singkong, pencucian singkong, pamarutan singkong, pengayakan acian basah, pengendapan acian basah dan proses pengeringan aci (Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2009). Proses produksi tepung tapioka memiliki potensi besar untuk menghasilkan limbah yang akan mencemari lingkungan jika tidak diolah dengan baik.

Limbah industri tepung tapioka terdiri dari limbah cair dan limbah padat. Limbah cair industri tepung tapioka dihasilkan dari proses pencucian bahan baku dan pengendapan pati. Limbah cair tersebut masih mengandung bahan organik dalam yang cukup tinggi sehingga dapat mencemari lingkungan perairan (sungai) yang berupa bau busuk, warna hitam, dan kematian ikan, serta penurunan kualitas air sungai (Hardianto & Larasati, 2016). Limbah padat industri pengolahan tepung tapioka yaitu kulit singkong dari proses pengupasan singkong (Musita, 2018).

Limbah padat dan cair dari tepung tapioka dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai industri (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2006). Misalnya industri alkohol, etanol, dan gashol, lem, tekstil, dan industri kimia. Selain itu limbah padat tapioka bermanfaat juga untuk dijadikan bahan baku industri makan-an, baik berupa produk antara (*intermediate product*), misalnya



tepung tapioka, maupun makanan jadi berupa kripik, emping, dan biskuit. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2009), pada bagian dalam kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sedangkan kulit bagian luarnya dibakar. Ampas singkong yang dihasilkan dari proses ekstraksi, dibentuk terlebih dahulu menjadi bongkahan kecil lalu dikeringkan di bawah sinar matahari.

### 2.3.2 Limbah Industri Gula

Limbah cair pabrik gula merupakan salah satu buangan industri dengan kandungan bahan organik yang tinggi (Khofifah & Utami, 2022). Limbah cair berasal dari ceceran nira dan air cucian yang mengandung soda dan pelumas pada unit *juice heater* dan evaporator (Kolhe *et al.*, 2002; Oktavia, 2012). Industri pengolahan hasil pertanian seperti pabrik gula menghasilkan limbah padat, cair dan gas. Proses pembuatan gula dimulai dari bahan baku utama yaitu tebu hingga menjadi nira melalui beberapa tahapan seperti ekstraksi, pembersihan kotoran, penguapan, kristalisasi, afinasi, karbonasi, penghilangan warna, dan pengemasan. Proses produksi gula yang dihasilkan produk samping berupa limbah cair industri gula, limbah padat yang berupa ampas tebu, blotong dan abu pembakaran sisa ampas tebu, limbah gas yang berupa aerosol, dan limbah bahan berbahaya dan beracun (LB3) (Rhofita dkk., 2019).

Limbah blotong merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses penggilingan batang tebu untuk menjadi gula. Limbah blotong juga dihasilkan dari stasiun pemurnian, dengan penapisan nira kotor pada *vaccum filter* dengan nira kotor yang terdapat pada *door clarifier* yang telah diberi bahan tambahan. Pada masa satu proses penggilingan, blotong menghasilkan sekitar 3,8% dari berat tebu (Kurniasari dkk., 2019). Tetes tebu (*molasse*) adalah produk samping atau limbah pada industri pengolahan gula dengan wujud bentuk cair, yang merupakan sumber energi yang esensial dengan kandungan gula didalamnya (Dharma dkk., 2017). Tetes tebu mengandung senyawa nitrogen, *trace element* dan kandungan gula yang cukup tinggi terutama kandungan sukrosa sekitar 34% dan kandungan total karbon sekitar 37% (Kusuma dkk., 2017). Menurut Rhofita dkk. (2019) tetes tebu (*molasse*) digunakan sebagai sumber energi untuk denitrifikasi, fermentasi

tasi anaerobik, dan pengolahan limbah aerobik serta budidaya perikanan. Produk samping yang dihasilkan adalah limbah cair (tetes tebu).

Limbah cair mengandung berbagai unsur yang dapat mencemari lingkungan dan mempengaruhi kesehatan masyarakat. Apabila tidak diolah, air limbah pabrik gula menjadi sumber bau busuk, lalat, nyamuk, dan virus yang ditularkan melalui air yang membawa berbagai penyakit. Kebutuhan oksigen yang tinggi dalam limbah tidak hanya mempengaruhi kehidupan akuatik tetapi juga kesuburan tanah seperti pertumbuhan tanaman dan perkecambahan biji (Sahu, 2019; Sahendra, Hamsyah & Sa'diyah, 2021).

## 2.4 Penelitian yang Relevan

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai penerapan Model PBP dan efektivitasnya terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif. Penelitian-penelitian tersebut dapat menjadi referensi yang berhubungan dengan penelitian ini. Berikut merupakan beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penelitian yang Relevan

| No.<br>(1) | Peneliti<br>(2)    | Judul<br>(3)                                                                                                                                     | Metode<br>(4)                                                                                  | Hasil<br>(5)                                                                                                                                                      |
|------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.         | Agustin dkk (2018) | Efektivitas Pembelajaran Berbasis Masalah Pencemaran oleh Limbah Pemutih dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa                  | Metode quasi eksperimen                                                                        | PBMPLD efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif                                                                                                   |
| 2.         | Abida dkk (2022)   | <i>Teachers' Perceptions toward Student Worksheets Based on Sugarcane Waste Treatment Projects to Improve Students' Creative Thinking Skills</i> | Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan model ADDIE menurut Branch | Guru menganggap bahwa kemampuan berpikir kreatif siswa dapat ditingkatkan dengan pembelajaran berbasis proyek atau berbasis masalah menggunakan limbah ampas tebu |

Tabel 2. (Lanjutan)

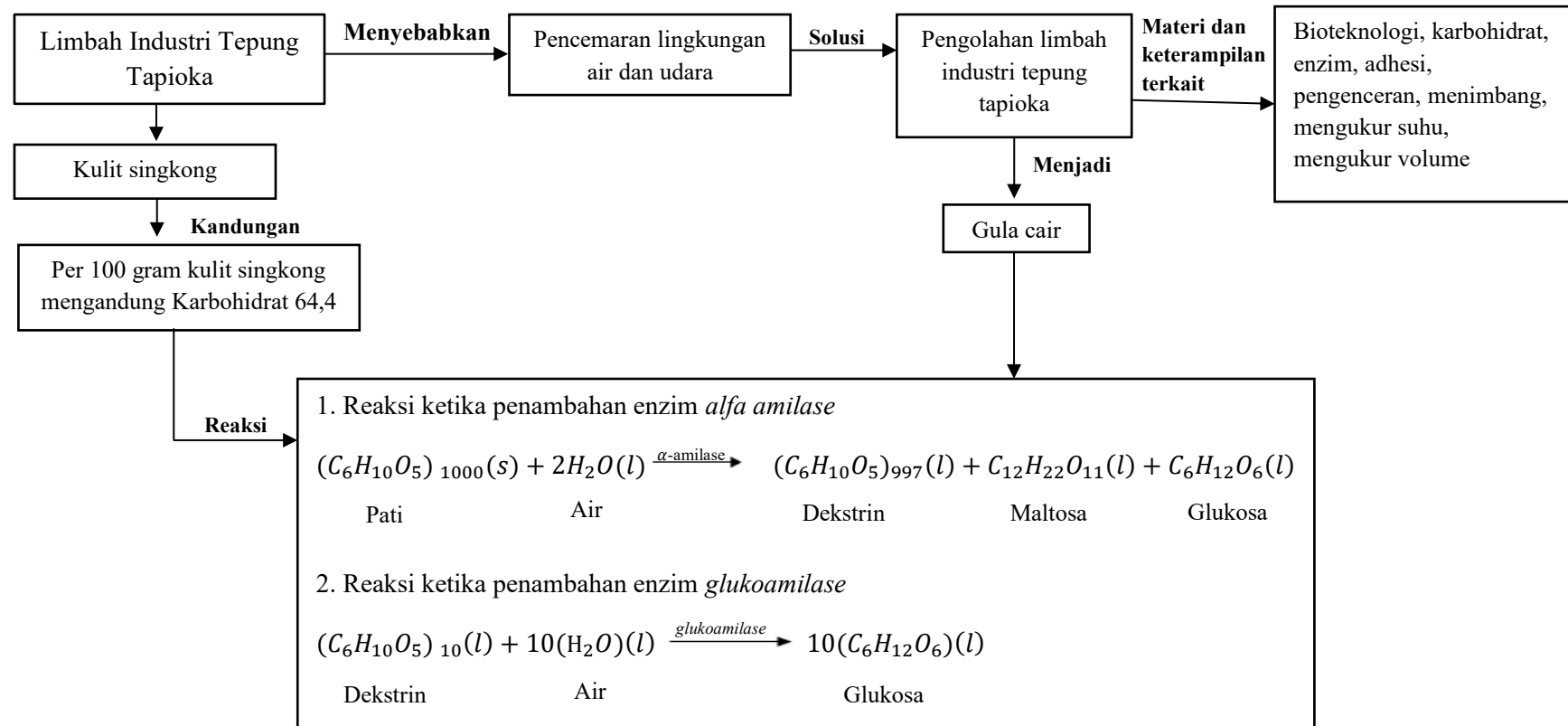
| (1) | (2)                     | (3)                                                                                                                                                            | (4)                                                                                  | (5)                                                                                                                                            |
|-----|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.  | Agustin dkk (2023)      | <i>Teachers' Perception toward Electronic Student Worksheet Based on chicken manure Waste Treatment Projects to Improve Students' Creative Thinking Skills</i> | Metode penelitian campuran yang diadaptasi dari Creswell                             | Persepsi guru IPA dan siswa SMP terhadap LKS elektronik, pembelajaran berbasis proyek, dan keterampilan berpikir kreatif masih kurang optimal. |
| 4.  | Zhao et al (2015)       | <i>Correction: A Case Study of Student Development Across Project-Based Learning Units in Middle School Chemistry</i>                                          | Eksperimen                                                                           | Terbukti bahwa model pembelajaran ini sangat baik implikasinya terhadap desain kurikulum, implementasi.                                        |
| 5.  | Ningsih dkk (2020)      | <i>Effectiveness of Using the Project-Based Learning Model in Improving Creative-Thinking Ability</i>                                                          | Quasi eksperimen                                                                     | Pembelajaran berbasis proyek efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.                                                      |
| 6.  | Diawati dkk (2018)      | Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA Menggunakan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pencemaran oleh Limbah Cair Tahu                           | Quasi eksperimen dengan desain <i>The Matching-Only Pretest-Postes Control Group</i> | Pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.                                                             |
| 7.  | Rahardjan to dkk (2019) | <i>Hybrid-PjBL: Learning Outcomes, Creative Thinking Skills, and Learning Motivation of Preservice Teacher.</i>                                                | Metode <i>Quasi-Experimental</i> dengan desain <i>Control Group Pretest-Postes.</i>  | PJBL dapat meningkatkan hasil belajar, keterampilan berpikir kreatif, dan motivasi belajar guru prajabatan.                                    |

Tabel 2. (Lanjutan)

| (1) | (2)                  | (3)                                                                                                                                  | (4)                                                                                                                        | (5)                                                                                                        |
|-----|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.  | Diawati dkk (2019)   | Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA Menggunakan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pencemaran oleh Limbah Cair Tahu | Metode quasi eksperimen dengan desain <i>The Matching-Only PretesPostes Control Group</i>                                  | Hasil menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan pikerkir kreatif siswa. |
| 9.  | Kusadi dkk (2020)    | Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> Terhadap Keterampilan Sosial dan Berpikir Kreatif                                   | Metode Quasi Experimen, desain penelitian <i>postes-only control design</i> , menggunakan teknik <i>purposive sampling</i> | Terdapat pengaruh model PjBL terhadap keterampilan sosial dan KBK siswa                                    |
| 10. | Fadiawati dkk (2019) | <i>The Effectiveness of Waste Cooking Oil Recycling ProjectBased Learning to Improve Students' High Order Thinking Skills</i>        | Metode Quasi eksperimen, <i>the matching only pretes and postes control group design</i>                                   | Pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi                         |

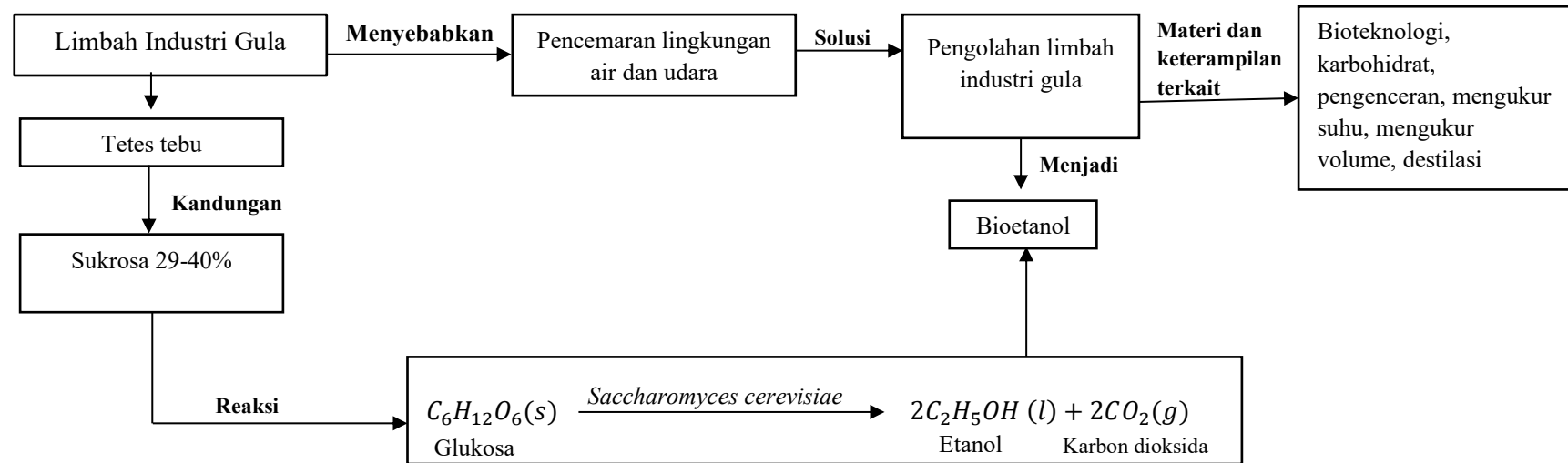
## 2. 5 Kerangka Pemecahan Masalah

### 2.5.1 Limbah Industri Tepung Tapioka



Gambar 1. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Tepung Tapioka

## 2.5.2 Limbah Industri Gula



Gambar 2. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Industri Gula

## 2.6 Kerangka Pemikiran

Model PBP yang diadaptasi dari Diawati (2018), proses pelaksanaannya terdiri dari enam langkah yaitu *orientation*, *identifying and defining a project*, *planning a project*, *implementing a project*, *documenting and reporting project findings*, *evaluating and taking action*. Tahap model PBP dimulai dengan langkah *orientation* pada langkah ini guru memberikan penjelasan kepada siswa terkait dengan tujuan model PBP, pentingnya kolaborasi dan berbagi informasi, tanggung jawab, serta peran yang diharapkan siswa dalam pembelajaran. Siswa juga membahas bagaimana mereka saling berkomunikasi satu sama lain, dan bagaimana pembelajaran akan dinilai.

Langkah kedua yaitu *identifying and defining a project*, pada tahap ini siswa bergabung kedalam kelompoknya masing-masing, lalu siswa diberi masalah nyata dengan cara mengamati wacana mengenai limbah industri tepung tapioka dan gula, lalu siswa mengidentifikasi masalah pada wacana minimal 5, kemudian siswa mengidentifikasi informasi atau pengetahuan yang diperlukan untuk mengatasi permasalahan limbah tersebut. Setelah itu, siswa mencari informasi atau pengetahuan hasil identifikasi terkait permasalahan limbah industri tepung tapioka dan gula, minimal 3 dari berbagai sumber. Kegiatan mencari informasi dapat dilakukan di luar kelas selama beberapa hari. Pada tahap ini melatih indikator keterampilan berpikir kreatif *fluency* dan *flexibility*.

Langkah ketiga yaitu *planning a project*, pada tahap ini siswa merumuskan masalah berdasarkan identifikasi informasi atau pengetahuan yang sudah didapat. siswa merumuskan masalah mengetahui permasalahan yang terdapat dalam wacana dan siswa merumuskan masalah secara jelas. Pada langkah ini melatih indikator keterampilan berpikir kreatif, yaitu: *fluency*.

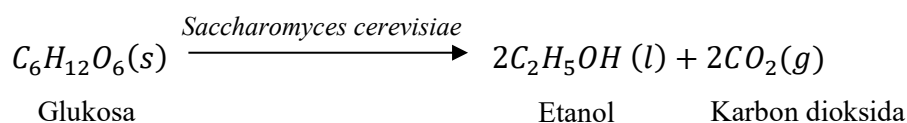
Siswa kemudian mencari dan mempelajari informasi mengenai kandungan limbah industri tepung tapioka dan gula, dampak bagi lingkungan dari berbagai sumber dan berbagai sudut pandang, lalu menuliskan beberapa solusi alternatif untuk meminimalisir limbah industri tepung tapioka dan gula dengan menjadikannya

sesuatu yang lebih bermanfaat. Pada langkah ini melatih indikator keterampilan berpikir kreatif, yaitu: *flexibility*.

Siswa melaporkan hasilnya dan mendiskusikan dengan guru, kemudian siswa merumuskan tujuan proyek, menjelaskan pentingnya proyek, menentukan alat dan bahan yang sesuai untuk menciptakan produk yang diinginkan, merancang prosedur pelaksanaan proyek, desain alat yang digunakan. Siswa juga harus membuat jadwal proyek (*timeline*) agar pekerjaan menjadi terstruktur, menentukan tugas masing-masing anggota kelompok. Lalu, siswa melaporkan hasilnya dan mengkonsultasikannya dengan guru. Apabila informasi kurang sesuai, kurang lengkap maka siswa melakukan perbaikan. Setelah melakukan perbaikan, siswa telah memilih proyek pembuatan produk yang akan dibuat. Pada tahap ini melatih indikator keterampilan berpikir kreatif *fluency*, *originality*, *elaboration*.

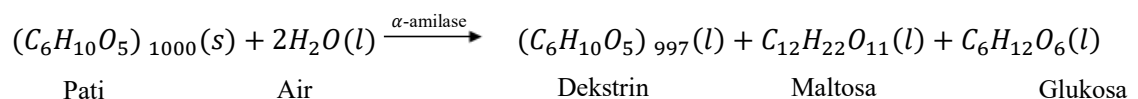
Langkah keempat yaitu *implementing a project*, pada tahap ini, siswa mulai merealisasikan ide dan konsep yang telah dirancang menjadi sebuah produk nyata. Kegiatan dimulai dengan siswa membuat alat sesuai dengan desain hasil konsultasi dan diskusi bersama guru, kemudian siswa menyiapkan berbagai alat dan bahan yang dibutuhkan. Siswa melanjutkan dengan menguji coba percobaan pembuatan produk sesuai dengan rancangan langkah-langkah percobaan yang telah dibuat.

Berikut merupakan reaksi dari pembuatan bioetanol:

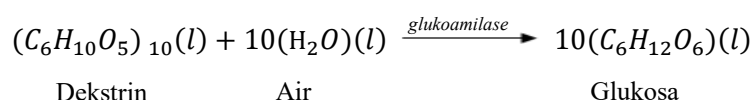


Berikut merupakan reaksi dari pembuatan gula cair:

1. Reaksi ketika penambahan enzim *alfa amilase*



2. Reaksi ketika penambahan enzim *glukoamilase*





Dalam proses ini, siswa dituntut untuk teliti, sabar, serta mampu mengembangkan dan memperluas ide awal dengan menambahkan detail atau fitur yang membuat produknya lebih baik dan fungsional. Oleh karena itu, pada langkah ini secara khusus melatih indikator keterampilan berpikir kreatif, yaitu *elaboration* kemampuan untuk memperinci dan memperluas ide tambahan yang bermakna terhadap produk yang dibuat.

Langkah kelima yaitu *documenting and reporting project findings*. Pada tahap ini, siswa mulai menyusun laporan proyek secara sistematis sebagai bentuk pertanggungjawaban atas seluruh proses dan hasil kerja yang telah dilakukan. Laporan tersebut berisi informasi lengkap mengenai tujuan proyek, langkah-langkah pelaksanaan, perkembangan yang terjadi selama proses pengerjaan, serta hambatan atau tantangan yang dihadapi dan bagaimana cara siswa mengatasinya. Dokumentasi ini tidak hanya berupa tulisan, tetapi juga dapat dilengkapi dengan video proses pembuatan. Setelah laporan selesai, siswa melakukan presentasi di depan kelas, siswa memaparkan secara lisan hasil kerja mereka, termasuk proses berpikir, strategi yang digunakan, inovasi yang diterapkan, serta refleksi pribadi atas pengalaman yang diperoleh selama proyek berlangsung. Kegiatan ini bertujuan untuk melatih kemampuan komunikasi, tanggung jawab, serta memperkuat pemahaman siswa terhadap proyek yang telah mereka kerjakan.

Langkah akhir yaitu *evaluating and taking action*, diakhir pembelajaran, guru mengevaluasi dan memberikan umpan balik kepada siswa sehingga siswa dapat belajar dari evaluasi, dan meningkatkan kinerjanya. Berdasarkan uraian tersebut dengan diterapkannya pembelajaran berbasis proyek pengolahan limbah industri tepung tapioka dan gula diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa SMA.

## **2.7 Hipotesis Penelitian**

Hipotesis dalam penelitian ini adalah PBP pengolahan limbah industri tepung tapioka dan gula efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa SMA.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Populasi dalam Sampel**

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 15 Bandarlampung dengan subjek populasi yang terdiri dari seluruh peserta didik kelas XI pada tahun ajaran 2024/2025, yang berjumlah 277 peserta didik. Kelas XI SMA Negeri 15 Bandarlampung terbagi menjadi 8 kelas, dengan jumlah siswa laki-laki sebanyak 135 siswa dan siswa perempuan sebanyak 142 siswa.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel yang didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu yang dibuat oleh peneliti (Fraenkel & Wallen, 2006). Pertimbangan tersebut didasarkan dari hasil observasi dengan guru mata pelajaran kimia. Berdasarkan informasi, kelas yang lebih kondusif, antusias, dan memiliki kemampuan kognitif yang hampir sama digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan sampel penelitian. Sesuai dengan hal tersebut, kelas yang akan dijadikan sampel adalah kelas XI 6.

#### **3.2 Jenis dan Sumber Data**

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data utama dan data pendukung sebagai sumber data. Data utama dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari skor pretes-postes keterampilan berpikir kreatif siswa dan data pendukungnya adalah data yang diperoleh dari data kinerja produk siswa, angket respon siswa, dan lembar keterlaksanaan pembelajaran. Sumber data dalam penelitian ini adalah keseluruhan siswa di kelas sampel.

### 3.3 Desain Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *weak experimental* dengan desain penelitian *One Group Pretes-Postes Design*. Berikut desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Desain Penelitian

| Pretes | Perlakuan | Postes |
|--------|-----------|--------|
| O      | X         | O      |

(Fraenkel & Wallen, 2006)

Keterangan :

O: Pretes sebelum perlakuan

X: Perlakuan berupa PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula

O: Postes setelah perlakuan

### 3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel terikat, variabel bebas, dan variabel kontrol. Variabel terikat berupa keterampilan berpikir kreatif siswa kelas XI 6 SMA Negeri 15 Bandarlampung Tahun Pelajaran 2023/2024. Variabel bebas berupa model pembelajaran yang digunakan yaitu model PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula. Variabel kontrol berupa materi yang dipelajari dan guru yang mengajar di kelas sampel.

### 3.5 Instrumen Penelitian dan Perangkat Pembelajaran

#### 3.5.1 Instumen Penelitian

##### 3.5.1. 1 Soal pretes dan postes keterampilan berpikir kreatif

Soal pretes dan postes terdiri dari soal uraian untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa meliputi *fluency*, *flexibility*, *originality*, *elaboration*, disertai dengan rubrik penilaiannya.

##### 3.5.1.2 Asesmen kinerja produk siswa

Instrumen asesmen kinerja produk digunakan untuk melakukan penilaian terhadap hasil pengolahan limbah selama proses PBP pemanfaatan limbah industri tepung

tapioka dan gula. Penilaian kinerja produk difokuskan pada dua jenis produk, yaitu produk gula cair dan bioetanol. Aspek penilaian produk gula cair dapat berupa rasa dan kejernihan, sementara untuk bioetanol dapat berupa nyala api dan warna. Penilaian ini dilakukan menggunakan rubrik penilaian dengan skor tertinggi 7 dan skor terendah 5.

### 3.5.1.3 Asesmen kinerja produk berpikir

Instrumen asesmen kinerja produk berpikir bertujuan untuk mengumpulkan data mengenai penilaian proses siswa dalam menyelesaikan permasalahan limbah. Instrumen asesmen kinerja produk berpikir didapatkan dari hasil jawaban tertulis siswa pada LKPD. Penilaian kinerja produk berpikir didasarkan pada rubrik penilaian dengan skor tertinggi 3 dan skor terendah 1.

### 3.5.1.4 Instrumen angket respon siswa terhadap PBP

Instrumen angket respon siswa terkait proses PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula digunakan untuk menilai tanggapan siswa terhadap tahapan PBP. Instrumen angket respon siswa ini menggunakan skala *likert* 1-4 yang terdiri dari 10 item pernyataan. Siswa diminta memberikan tanda *checklist* (✓) pada setiap kategori penskoran yang akan dipilih. Pengkategorian pada angket respon siswa seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori respon siswa

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

### 3.5.1.5 Lembar keterlaksanaan PBP

Lembar keterlaksanaan PBP digunakan untuk mengumpulkan data mengenai tingkat keterlaksanaan PBP, yang diisi oleh guru mata pelajaran kimia di akhir pembelajaran. Penilaian keterlaksanaan model PBP dilakukan dengan *skala Likert* skor tertinggi 4 dengan kategori penskoran sangat setuju, skor 3 dengan kategori penskoran setuju, skor 2 dengan kategori penskoran tidak setuju, dan 1 dengan kategori penskoran sangat tidak setuju. Instrumen ini berbentuk angket tertutup dengan pernyataan positif, yang diisi dengan memberi tanda *checklist* (✓).

Agar data yang diperoleh akurat, valid, dan dapat dipercaya, instrumen ini perlu divalidasi. Validasi dilakukan melalui uji validitas isi dengan metode *judgement*, di mana para ahli mengevaluasi kesesuaian antara soal pretes dan postes dengan indikator keterampilan berpikir kreatif.

### 3.5.2 Perangkat pembelajaran

Perangkat pembelajaran, seperti RPP dan LKPD, digunakan selama proses pembelajaran dengan menerapkan metode PBP yang memanfaatkan limbah dari industri tepung tapioka dan gula.

## 3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

### 3.6.1 Tahap persiapan

#### 3.6.1.1 Melakukan observasi lapangan

Pada tahap ini yaitu melakukan observasi ke SMA Negeri 15 Bandarlampung yang digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai kurikulum, metode pembelajaran yang diterapkan, karakteristik siswa, jadwal serta kelengkapan alat dan bahan di laboratorium. Informasi yang diperoleh digunakan untuk menentukan sampel penelitian.

### **3.6.1.2 Menyusun instrumen penelitian**

Pada tahap ini, menyusun instrumen penelitian yang mencakup kisi-kisi soal pretes dan postes berupa soal uraian yang digunakan sebagai data kuantitatif, serta RPP, LKPD berbasis proyek pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula, asesmen penilaian kinerja produk dan berpikir siswa, angket respon siswa dan lembar observasi tingkat keterlaksanaan pembelajaran.

### **3.6.2 Tahap pelaksanaan penelitian**

#### **3.6.2.1 Mengumpulkan data**

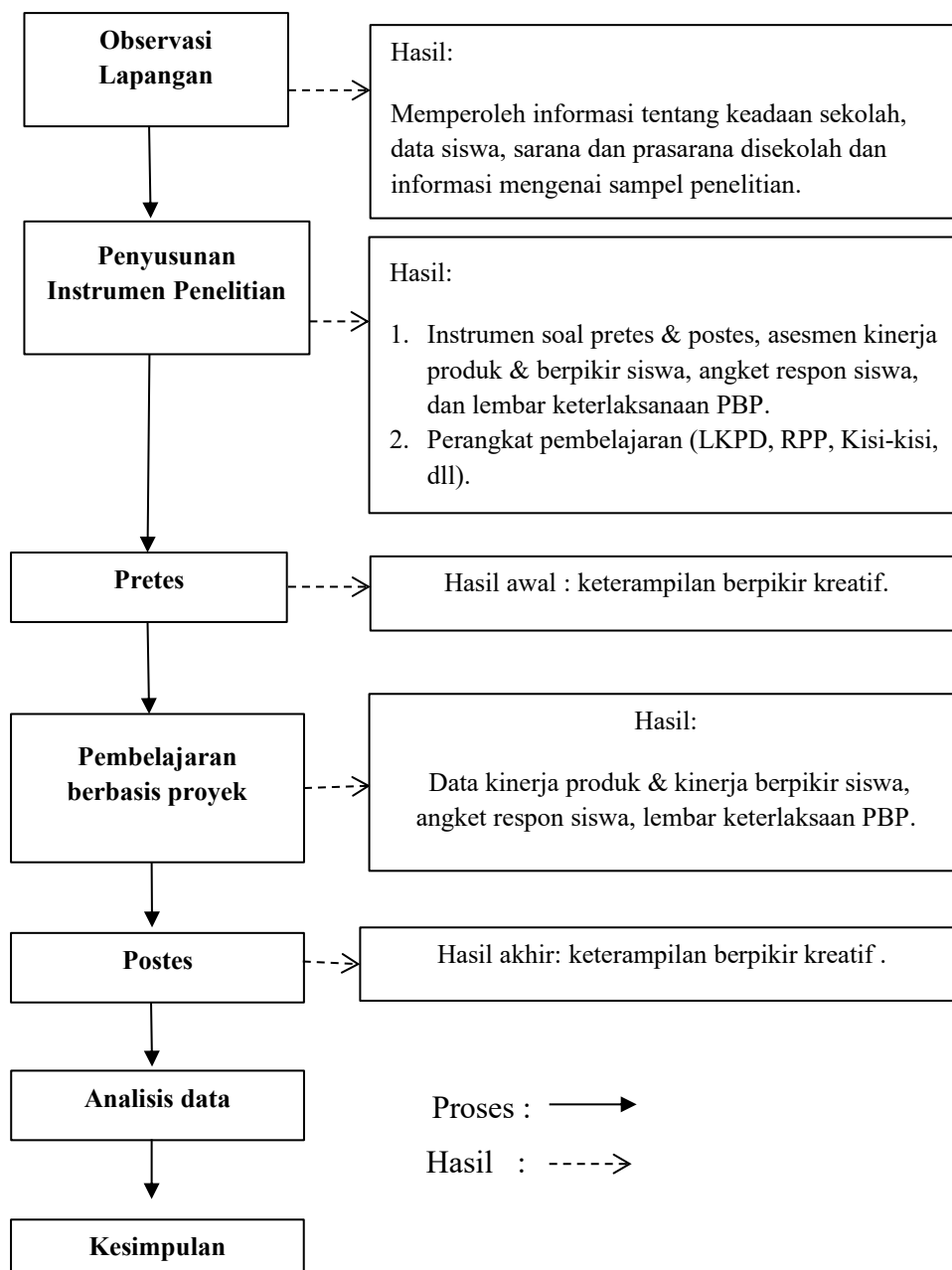
Pada tahap ini, mengumpulkan data meliputi: (a) melakukan pretes pada awal pembelajaran; (b) melaksanakan kegiatan PBP limbah industri tepung tapioka dan gula; (c) melakukan observasi keterlaksanaan (lembar pengamatan) kepada subjek penelitian pada saat berlangsungnya pembelajaran; (d) melakukan postes untuk mengukur keterampilan berpikir kreatif siswa.

#### **3.6.2.2 Menganalisis data**

Pada tahap ini, menganalisis data utama dan data pendukung. Analisis data utama dilakukan dengan cara mengolah data skor pretes dan postes keterampilan berpikir kreatif dan data pendukung berupa asesmen kinerja produk siswa, asesmen kinerja produk berpikir, angket respon siswa dan lembar keterlaksanaan pembelajaran. Setelah itu, dilakukan pengujian hipotesis dengan melakukan uji normalitas, uji homogenitas, uji-t dan menarik kesimpulan.

### **3.6.3 Pelaporan**

Pada tahap ini, membuat laporan penelitian berupa skripsi. Laporan yang dibuat mengenai hasil penelitian secara tertulis. Tahap pelaporan ini merupakan tahap akhir dalam sebuah proses penelitian. Prosedur penelitian tersebut dapat digambarkan dalam bentuk bagan disajikan pada 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. 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 pretes dan postes berpikir kreatif data skor pretes dan postes siswa yang telah diperoleh kemudian dihitung rata-ratanya. Rata-rata skor pretes dan postes dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\overline{skor} = \frac{\sum skor}{n} \dots (1)$$

Keterangan:

$\overline{skor}$  = rata-rata skor tes

$n$  = jumlah siswa

$\sum skor$  = jumlah skor pretes/postes seluruh siswa

Kemudian, rata-rata skor pretes dan postes untuk setiap indikator dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\overline{skor\ indikator\ soal\ ke-i} = \frac{\sum skor\ soal\ indikator\ ke-i}{n} \dots (2)$$

Keterangan:

$\overline{skor\ indikator\ soal\ ke-i}$  = rata-rata skor tes untuk indikator ke-i

$\sum skor\ soal\ indikator\ ke-i$  = jumlah skor soal tes untuk indikator ke-i

$n$  = jumlah siswa

Skor pretes dan skor postes selanjutnya diubah menjadi persentase untuk menghitung *n-gain*. Persentase skor pretes dan postes pada penilaian berpikir kreatif secara operasional dirumuskan sebagai berikut:

$$\%skor\ tes = \frac{\sum skor}{\sum skor\ maks} \times 100\% \dots (3)$$

Keterangan:

$\sum skor$  = jumlah skor

$\sum skor\ maks$  = jumlah skor maksimum



Peningkatan berpikir kreatif siswa ditunjukkan oleh nilai *n-gain* yang diperoleh siswa dalam tes. Adapun rumus *n-gain* (Hake, 1998) adalah sebagai berikut:

$$n-gain = \frac{\% \text{ skor postes} - \% \text{ skor pretes}}{100 - \% \text{ skor pretes}} \dots (4)$$

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

$$n-gain \text{ rata-rata} = \frac{\sum n-gain \text{ seluruh siswa}}{\text{Jumlah seluruh siswa}} \dots (5)$$

Hasil perhitungan *n-gain* rata rata kemudian di interpretasikan dengan menggunakan kriteria dari (Hake, 1998). Kriteria pengklasifikasian *n-gain* menurut Hake dapat dilihat seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi *n-gain*

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

Selanjutnya menghitung *n-gain* dari setiap indikator berpikir kreatif dengan rumus sebagai berikut:

$$n-gain \text{ indikator ke } i = \frac{\% \text{ skor postes ke } i - \% \text{ skor pretes ke } i}{100 - \% \text{ skor pretes ke } i} \dots (6)$$

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

$$\text{nilai} = \frac{\sum \text{skor}}{\sum \text{skor maks}} \times 100 \dots (7)$$

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

$$\overline{\text{nilai}} = \frac{\sum \text{nilai}}{n} \dots (8)$$

Keterangan:

$\overline{nilai}$  = nilai rata-rata

n = jumlah siswa

$\sum nilai$  = jumlah nilai pretes/postes seluruh siswa

### 3.7.1.2 Analisis data pendukung

Data pendukung yang dianalisis dalam penelitian ini adalah asesmen kinerja produk, asesmen kinerja produk berpikir, respon siswa dan tingkat keterlaksanaan pembelajaran terhadap model pembelajaran berbasis proyek.

#### a. Analisis data kinerja produk pengolahan limbah

Indikator *taks* yang diukur dalam kinerja produk merupakan hasil dari produk yang ada telah dibuat oleh siswa. Perolehan presentase skor dihitung dengan menjumlahkan skor yang diperoleh.

#### b. Analisis data kinerja produk berpikir

Indikator *task* yang diukur dalam kinerja produk berpikir adalah jawaban tertulis dalam LKPD. Dihitung dengan cara menjumlahkan skor dari jumlah pernyataan di LKPD.

#### c. Analisis data respon siswa

Hasil angket respon siswa terhadap PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula dengan pernyataan positif yang dilakukan dengan cara memberikan tanda ceklist (✓) pada tiap kategori yang dipilih, pengkategorian pada angket respon siswa seperti pada Tabel 6.

Adapun langkah-langkah analisis data respon siswa terhadap pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula sebagai berikut :

1. Menghitung rata-rata skor respon siswa dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{Rata - rata presentase skor tiap item} = \frac{\sum \text{skor tiap item siswa}}{n \times \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Keterangan :

$\bar{x}$ presentase skor tiap item: rata-rata presentase skor tiap item

$n$  : banyaknya siswa dalam satu kelas

2. Menghitung persentase rata-rata skor respon siswa dengan rumus berikut:

$$\% \text{ rata - rata skor respon siswa} = \frac{\sum \text{presentase skor tiap item}}{\text{jumlah item}} \dots (12)$$

(Sugiyono, 2019)

3. Hasil perhitungan persentase rata-rata skor respon siswa kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria (Sugiyono, 2019) yang ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. 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  |

- d. Analisis data keterlaksanaan pembelajaran

Analisis data keterlaksanaan pembelajaran PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula diukur melalui penilaian terhadap keterlaksanaan pembelajaran yang memuat tahapan-tahapan dari PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula dibuat menggunakan angket tertutup dengan pernyataan positif yang dilakukan dengan cara memberikan tanda ceklist (✓) pada setiap aspek yang akan dipilih. Adapun langkah-langkah terhadap keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula sebagai berikut :

- a. Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh pengamat untuk setiap aspek pengamatan, kemudian dihitung persentase ketercapaian dengan rumus berikut :

$$\%J_i = \frac{\sum J_i}{N} \times 100\% \dots (13)$$

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 pengamatan pada pertemuan ke-i

- N : skor maksimal (Sudjana, 2005).
- Menghitung rata-rata ketercapaian untuk setiap aspek pengamatan
  - Menafsirkan data keterlaksanaan PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula. Berdasarkan harga persentase ketercapaian pelaksanaan pembelajaran (Arikunto, 2002). Seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Kriteria tingkat ketercapaian pelaksanaan

| Presentase (%) | Kriteria      |
|----------------|---------------|
| 80,1% - 100%   | Sangat tinggi |
| 60,15% - 80 %  | Tinggi        |
| 40,1% - 60%    | Sedang        |
| 20,1% - 40%    | Rendah        |
| 0,0% - 20%     | Sangat rendah |

### 3.7.2 Pengujian hipotesis

Pengujian hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan uji parameterik yaitu uji perbedaan dua rata-rata. Uji perbedaan dua rata-rata yaitu *dependent sample t-test*. Sebelum melakukan uji perbedaan dua rata-rata harus dilakukan uji normalitas terhadap nilai pretes dan postes kelas sampel.

#### 3.7.2.1 Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui sampel berasal dari populasi yang terdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas menggunakan *uji Shapiro Wilk* dengan taraf signifikan 5% (Sugiyono, 2019). Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 25.0. Adapun hipotesis pengujian ini adalah sebagai berikut:

Hipotesis :  $H_0$ : Sampel berasal dari populasi yang terdistribusi normal  
 $H_1$  : Sampel berasal dari populasi yang tidak terdistribusi normal

Dasar pengambilan keputusan uji ini adalah :

- Jika signifikan  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima atau  $H_1$  ditolak (data berdistribusi normal).
- Jika signifikan  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak atau  $H_1$  diterima (data tidak berdistribusi normal)

### 3.7.2.2 Uji homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel penelitian berasal dari varians yang homogen atau tidak, kemudian untuk menentukan statistik yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis. Uji ini dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 25.0. Hipotesis pengujian ini adalah sebagai berikut:

Hipotesis :

$H_0$  : Sampel berasal dari varians yang homogen

$H_1$  : Sampel berasal dari varians yang tidak homogen

Adapun ketentuan uji menggunakan SPSS yaitu terima  $H_0$  jika  $\text{sig.} > 0,05$  dan tolak  $H_0$  jika  $\text{sig.} < 0,05$ .

### 3.7.2.3 Uji perbedaan dua rata-rata

Sampel penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan homogen, maka uji hipotesis dilakukan dengan uji *Dependent Sample t-Test*.

#### a. Uji *dependent sample t-test*

Uji *dependent sampel t-test* dilakukan menggunakan SPSS 25.0 untuk mengetahui efektivitas perlakuan terhadap sampel dengan melihat nilai pretes dengan nilai postes keterampilan berpikir kreatif yang diterapkan melalui PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula.

Rumusan hipotesis untuk uji ini :

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$  : Nilai rata rata postes keterampilan berpikir kreatif siswa lebih kecil atau kurang dari sama dengan nilai rata-rata pretes keterampilan berpikir kreatif siswa PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula.

$H_a : \mu_1 > \mu_2$  : Nilai rata rata postes keterampilan berpikir kreatif siswa lebih besar dari nilai rata-rata pretes keterampilan berpikir kreatif siswa PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula.

Keterangan :

$\mu_1$  = Nilai rata-rata postes keterampilan berpikir kreatif siswa

$\mu_2$  = Nilai rata-rata pretes keterampilan berpikir kreatif siswa

Analisis didasarkan pada perbandingan antara signifikansi t dengan signifikansi 0,05, dimana syarat-syaratnya adalah sebagai berikut:

1. Jika signifikan  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima atau  $H_a$  ditolak (perbedaan yang tidak signifikan).
2. Jika signifikan  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak atau  $H_a$  diterima (perbedaan yang signifikan).

Setelah didapatkan t hitung selanjutnya t hitung dibandingkan dengan tabel dengan tingkat signifikansi 95%. Kriteria pengambilan keputusan yaitu :

T tabel  $>$  T hitung :  $H_0$  diterima atau  $H_a$  ditolak

T tabel  $<$  T hitung :  $H_0$  ditolak atau  $H_a$  diterima (Widiyanto, 2013)

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diperoleh bahwa uji normalitas dan homogenitas menunjukkan nilai *Asymp. Sig.*  $> 0,05$ , yang mengindikasikan bahwa sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen. Melalui uji *dependent sample t-test*, ditemukan perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai pretest dan posttest, dengan rata-rata nilai *n-gain* sebesar 0,765 yang termasuk dalam kategori tinggi. Rata-rata persentase keterlaksanaan model PBP mencapai 82,45% dan dikategorikan sangat tinggi, sedangkan persentase respon siswa sebesar 83,5% yang termasuk kategori sangat baik. Respon siswa selama pembelajaran juga menunjukkan bahwa penerapan model PBP membuat proses belajar menjadi lebih menarik dan menyenangkan, sehingga mendorong siswa untuk lebih aktif dalam diskusi. Model ini juga menjadikan siswa lebih menghargai pendapat orang lain. Dengan demikian, berdasarkan hasil uji statistik, nilai *n-gain*, keterlaksanaan PBP, dan respon positif siswa, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek dengan memanfaatkan limbah industri tepung tapioka dan gula efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa SMA.

### 5.2 Kendala

Terdapat beberapa kendala yang dialami peneliti antara lain:

1. Waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek lama, sehingga dibutuhkan kesediaan dan kesabaran dalam membimbing siswa selama proses pembelajaran.
2. Kegiatan proyek berbenturan dengan kegiatan ulang tahun sekolah, lomba, serta Latihan Ujian Sekolah (LUS) yang diadakan di sekolah.

3. Kesulitan dalam penyesuaian waktu di luar jam pelajaran untuk siswa berkonsultasi secara bergantian.
4. Sulit penyesuaian suhu ketika proses destilasi pada pembuatan produk bioetanol yang disebabkan oleh tidak adanya pengaturan suhu yang presisi pada kompor.

### **5.3 Saran**

Penelitian yang telah dilakukan, disarankan bahwa :

1. Bagi calon peneliti dan guru yang juga tertarik dengan penelitian model PBP sebaiknya memperhatikan pemilihan waktu proyek sehingga pembelajaran dapat dilaksanakan secara optimal serta memperhatikan penggunaan sumber api selain kompor yang mempunyai suhu presisi pada saat pembuatan produk bioetanol.
2. Bagi guru yang ingin menerapkan pembelajaran berbasis proyek sebaiknya lebih memberikan keleluasaan waktu bagi siswa untuk berkonsultasi sehingga siswa dapat lebih mudah bertanya maupun menyampaikan kendala proyeknya.
3. Pembelajaran berbasis proyek sebaiknya diterapkan pada pembelajaran kimia karena terbukti efektif.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abida, R., Fadiawati, N., & Setyarini, M. (2022). Teachers' Perceptions toward Student Worksheets Based on Sugarcane Waste Treatment Projects to Improve Students' Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(2), 681–691.
- Agustin, M. S., Diawati, C., & Jalmo, T. (2023). Teachers' Perception toward Electronic Student Worksheet Based on Chicken Manure Waste Treatment Projects to Improve Students' Creative Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1050–1058. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2881>
- Agustin, S., Fadiawati, N., & Diawati, C. (2018). Efektivitas pembelajaran berbasis masalah pencemaran limbah pemutih dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 7(2), 1-12.
- Anggraini, P. D., & Wulandari, S. S. (2020). Analisis Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning dalam Peningkatan Keaktifan Siswa. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 9(2), 292–299. <https://doi.org/10.26740/jpap.v9n2.p292-299>
- Amalia, L. (2021). Pengembangan Keterampilan Berpikir Kreatif sebagai High Order Thinking pada Pembelajaran Ipa. *Prosiding Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(1).
- Ampuero, D., Miranda, C. E., Delgado, L. E., Goyen, S., & Weaver, S. (2015). Empathy and critical thinking: Primary students solving local environmental problems through outdoor learning. *Journal of Adventure Education & Outdoor Learning*, 15(1), 64-78.
- Arikunto, S. (2002). Prosedur penelitian suatu pendekatan dan praktek. *Jakarta: Rineka Cipta*.
- Astuti, N. T., Prasiwi, A., & Yusuf, M. I. (2018). Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif dengan Pembelajaran Guided Discovery. In *Prosiding Seminar Nasional Universitas Pekalongan* (Vol. 84).
- Azhari, N. S., Simangunsong, H. H., Hrp, I. A. A., Afdilani, N. A., & Tanjung, I. F. (2022). Penerapan Project Based Learning (PJBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas XII IPA 1 SMAN 2 Percut Sei Tuan pada Materi Gen. *Jurnal PTK dan Pendidikan*, 8(2).

- Dewi, S., Mariam, S., Kelana, J. B. (2019). Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif IPA Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Model Contextual Teaching and Learning. *Collase*, 02(06), 235-239.
- Dharma, U.S., N. Rajabiah dan C. Setyadi. (2017). *Pemanfaatan Limbah Blotong dan Bagase Menjadi Biobriket dengan Perekat Berbahan Baku Tetes Tebu dan Setilage*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Metro
- Diawati, C., Liliyasi, Setiabudi, and Buchari. (2017). Students' Construction of a Simple STEAM Distillation Apparatus and Development of Creative Thinking Skills: A Project-based learning. *Mathematics, Science, and Computer Science Education*, 1848(1), 1-7.
- Fraenkel, J.C, and Wallen, N.E. (2006). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw-Hill, inc.
- Hafiza, Hairida, Rasmawan. (2022). Profil Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Kelas XI IPA di SMAN 9 Pontianak pada Materi Sistem Koloid. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*. 4(3), 4036-4047.
- 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. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2016 Upaya Pengurangan Risiko Bencana Terkait Perubahan Iklim*, 357–369.
- Heldanita, H. (2018). Pengembangan Kreativitas Melalui Eksplorasi. *Golden Age: Jurnal Ilmiah Tumbuh Kembang Anak Usia Dini*, 3(1), 53-64.
- Indrianeu, T., & Singkawijaya, E. B. (2019). Pemanfaatan Limbah Industri Rumah Tangga Tepung Tapioka untuk Mengurangi Dampak Lingkungan. *JURNAL GEOGRAFI Geografi dan Pengajarannya*, 17(2), 39. <https://doi.org/10.26740/jggp.v17n2.p39-50>
- Kementrian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2006). *Pedoman Pemanfaatan dan Pengolahan Limbah Tapioka*. Jakarta: Asisten Deputi Urusan Pengadilan Perencanaan Agro Industri Deputi MENLH Bidang Urusan Pengendalian Pencemaran Lingkungan Kementrian Negara Lingkungan Hidup R.I.
- Kementrian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2009). *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Pengolahan Tapioka*. Jakarta: Asisten Deputi Urusan Pengadilan Perencanaan Agro Industri Deputi MENLH.
- Khofifah, K., & Utami, M. (2022). Analisis Kadar Total Dissolved Solid (TDS)

dan Total Suspended Solid (TSS) pada Limbah Cair dari Industri Gula Tebu. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 43-49.

- Kurniasari, Dwi, H., Fatma, R. A., & Aldomoro S.R, J. (2019). Analisis Karakteristik Limbah Pabrik Gula (Blotong) dalam Produksi Bahan Bakar Gas (BBG) dengan Teknologi Anaerob Biodigester sebagai Sumber Energi Alternatif Nasional. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 102-113.
- Kusadi, N. M. R., Sriartha, I. P., & Kertih, I. W. (2020). Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Keterampilan Sosial dan Berpikir Kreatif. *Thinking Skills and Creativity Journal*, 3(1), 18-27.
- Kusuma, A. P., Istirokhatun, T., & Purwono, P. (2017). *Pengaruh Penambahan Urin Sapi dan Molase Terhadap Kandungan C Organik dan Nitrogen Total dalam Pengolahan Limbah Padat Isi Rumen Rph dengan Pengomposan Aerobik*. Doctoral dissertation, Diponegoro University.
- Laurensa, L. (2022). Strategi Pengembangan Usaha (*Studi Kasus pada Usaha Jasa Pembuatan Pakaian Dunia Di Tangan di Kecamatan Metro Selatan*) (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Metro).
- Lestari, A., & Zulhelmi, Z. (2023). Peran Usaha Ekonomi Kreatif Dalam Penyerapan Tenaga Kerja Muslim. *Inisiatif: Jurnal Ekonomi, Akuntansi dan Manajemen*, 2(4), 11-18.
- Lusiani, C. E., Ningrum, E. O., & Trisanti, P. N. (2016). Degradasi Onggok Limbah Tapioka menjadi Gula Pereduksi Menggunakan Proses Sonikasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan,"* 1–5.  
[https://www.academia.edu/104329347/Degradasi\\_Onggok\\_Limbah\\_Tapioka\\_menjadi\\_Gula\\_Pereduksi\\_Menggunakan\\_Proses\\_Sonikasi](https://www.academia.edu/104329347/Degradasi_Onggok_Limbah_Tapioka_menjadi_Gula_Pereduksi_Menggunakan_Proses_Sonikasi)
- Mawaddah, NE., Kartono., & Suyitno, H. 2015. Model Pembelajaran Discovery Learning dengan Pendekatan Metakognitif untuk Meningkatkan Metakognisi dan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis. *Jurnal Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Semarang UJMER*, 4 (1).
- Munandar, U. (2018). *Mengembangkan Bakat dan Kreativitas Anak Sekolah*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Moma, L. (2017). Pengembangan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa melalui Metode Diskusi. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 36(1), 130-139.
- Nikmah, N. H., & Andriani, A. E. (2023). Penerapan Model Project Based Learning Berbasis Canva untuk Meningkatkan Hasil Belajar Bahasa Indonesia Siswa SD. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 20113-20117.
- Nurfitriyanti, M. (2016). Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Formatif: Jurnal Ilmiah*

*Pendidikan MIPA*, 6(2).

- Okoye., Mauren N., Ousuafor., Abigail. (2021). Effect Project-Based Learning Methode on Students's. *AJSTME*. 6(2):10-20.
- Oktavia, L. (2012). Pengolahan Limbah Cair Pabrik Gula Menggunakan Kolam Aerasi dengan Penambahan Inola-121. *Jurnal Purifikasi*, 13(1), 9-16.
- Palupi, W. D., Fadiawati, N., & Diawati, C. (2019). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA Menggunakan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pencemaran. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 8(2), 360–374.
- Patmawati, K., Puspitasari, N., Mutmainah, S. N., & Prayitno, B. E. (2019). Profil Kemampuan Berfikir Kreatif Ditinjau Dari Kemampuan Akademik Mahasiswa. *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika*, 7(2), 11-18.
- Prause, G., Atari, S., & Tvaronavičiene, M. (2017). On Sustainable Production Networks for Industry 4.0. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*. 4(4), 421–431.
- Purba, A., & Harahap, E. P. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) pada Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Bahasa Indonesia Sebagai Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia FKIP Universitas Jambi 2021/2022. *Jurnal Ilmiah Dikdaya*, 13(1), 109-120.
- Putri, N. M., El Hakim, L., Ristianto, R. H. (2025). Studi Liteatur Penerapan PjBL pada Pembelajaran Kimia. *Ide Guru*, 10(1), 433-442.
- Rahardjanto, A., Husamah, & Fauzi, A. (2019). Hybrid-PjBL: Learning Outcomes, Creative Thinking Skills, and Learning Motivation of Preservice Teacher. *International Journal of Instruction*, 12(2), 179–192. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12212a>
- 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.
- Rhofita, E. I., & Russo, A. E. (2019). Efektifitas Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Gula di Kabupaten Kediri dan Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 20(2), 235-242.
- Rosaria, A., Fadiawati, N., & Diawati, C. (2023). Teachers' Perceptions on the Development of Project-Based Learning Program for Vegetable Waste Treatment to Increase Students' Scientific Creativity. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4109–4116. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3706>

- Sahendra, S. L., Hamsyah, R. A., & Sa'diyah, K. (2021). Pengolahan Limbah Cair Pabrik Gula Menggunakan Adsorben dari Kotoran Sapi dan Ampas Tebu. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 4(1), 31.
- Sari, R. A., Musthafa, B., & Yusuf, F. N. (2021). Persepsi guru terhadap Pembelajaran Berbasis Proyek di Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 21(2), 1-11.
- Sawitri, D. (2019). Revolusi Industri 4.0 : Big Data Menjawab Tantangan Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Ilmiah Maksitek*, 4(3), 1–9.
- Setiatun, S. N., Diawati, C., & Fadiawati, N. (2022). Development of Integrated Science Worksheet with Immersed Model Based on Corncob Utilization Project to Improve Students' Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(1), 294–303. <http://jurnal.fkip.unila.ac.id/index.php/jpmipa/>
- Shahroom, A. A., & Hussin, N. (2018). Industrial Revolution 4.0 and Education. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*. 8(9): 314-319.
- Shoit, A., & Masrukan, M. (2021). Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Ditinjau dari Rasa Ingin Tahu pada Pembelajaran Problem Posing Berbasis Open Ended Problem dengan Performance Assessment. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4, 37–48.
- Suci, R. A., & Fathiyah, K. N. (2023). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Kemandirian Anak Usia Dini. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(4), 3917-3924.
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabet.
- Sutrisna, G. B. B., Sujana, I. W., & Ganing, N. N. (2019). Pengaruh model project based learning berlandaskan Tri Hita Karana terhadap kompetensi pengetahuan IPS. *Jurnal Adat Dan Budaya Indonesia*, 1(2), 84-93.
- Torrance, E. (1963). *Education and the creative potential*. University of Minnesota Press.
- Torrance.(1979). *Rewarding Creative Behavior*. Prantice Hall, Inc. Englewo Clifts, New Jersey.
- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi pendidikan abad 21 sebagai tuntutan pengembangan sumber daya manusia di era global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 1(26), 263-278.
- Zhao, Y., & Wang, L. (2022). Correction: A Case Study of Student Development Across Project-Based Learning Units in Middle School Chemistry.

*Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1), 1-20.  
<https://doi.org/10.1186/s43031-022-00059-w>

Zulaifah, N., Rosyidah, U., & Andriani, R. (2021). Dampak Pembuangan Limbah Tapioka terhadap Kualitas Air Sungai Keding di Desa Ngemplak Kidul Pati: Studi Kasus di Desa Ngemplak Kidul Pati. *Prosiding SNasPPM*, 6(1), 331-334.