

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

(SKRIPSI)

Oleh

**ADELIA PUTRI
NPM 2013023014**



**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
PROSES SAINS SISWA SMA**

Oleh

ADELIA PUTRI

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 PROSES SAINS SISWA SMA

Oleh

ADELIA PUTRI

Pembelajaran Berbasis Proyek ((PBP) merupakan suatu model pembelajaran sains yang berpusat pada siswa, dimana siswa menghasilkan produk nyata sebagai hasil belajar. Melalui PBP, keterampilan proses sains siswa dapat dilatihkan, akan tetapi PBP belum banyak diterapkan di sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas pembelajaran berbasis proyek dalam meningkatkan keterampilan proses sains pada pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula. Metode dalam penelitian ini menggunakan *Weak Experiment* dengan desain *The One Group Pretest-Posttest Design*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI di SMA Negeri 15 Bandarlampung. Sampel penelitian ini adalah siswa kelas XI.6 yang diambil dengan teknik *purposive sampling*. Teknik analisis data yang dilakukan adalah uji statistik parametrik uji-*t* dan perhitungan *n-gain*. Hasil penelitian ini diperoleh perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai postes dengan rata-rata nilai pretes, serta *n-gain* rata-rata keterampilan proses sains sebesar 0,70 berkategori tinggi. Rata-rata persentase respon siswa sebesar 83,5% dan keterlaksanaan pembelajaran sebesar 82,5% berkategori sangat baik dan sangat tinggi terhadap PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

Kata Kunci: Keterampilan proses sains, limbah industri tepung tapioka dan gula, pembelajaran berbasis proyek

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF PROJECT-BASED LEARNING MODEL OF UTILIZATION OF TAPIOCA FLOUR AND SUGAR INDUSTRY WASTE IN IMPROVING SCIENCE PROCESS SKILLS OF HIGH SCHOOL STUDENTS

By

ADELIA PUTRI

Project Based Learning (PBL) is a student-centered science learning model, where students produce real products as a result of learning. Through PBL, students' science process skills can be trained, but PBL has not been widely applied in schools. This study aims to describe the effectiveness of project-based learning in improving science process skills in the utilization of tapioca flour and sugar industry waste. The method in this study used Weak Experiment with The One Group Pretest-Posttest Design. The population in this study were all students of class XI at SMA Negeri 15 Bandarlampung. The sample of this study was students of class XI.6 who were taken using purposive sampling techniques. The data analysis technique used was the parametric statistical test t-test and n-gain calculation. The results of this study obtained a significant difference between the average post-test score and the average pre-test score, and the average n-gain of science process skills was 0.70 in the high category. The average percentage of student responses was 83.5% and the implementation of learning was 82.5% in the very good and very high categories for PBL utilization of tapioca flour and sugar industry waste. This shows that project-based learning can improve students' science process skills.

Keywords: Science process skills, tapioca flour and sugar industry waste, project-based learning

Judul Skripsi

**: EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN
BERBASIS PROYEK PEMANFAATAN
LIMBAH INDUSTRI TEPUNG TAPIOKA
DAN GULA DALAM MENINGKATKAN
KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA
SMA**

Nama Mahasiswa

: **Adefia Putri**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2013023014

Program Studi

: Pendidikan Kimia

Jurusan

: Pendidikan MIPA

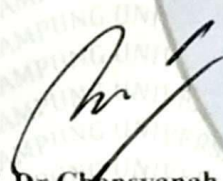
Fakultas

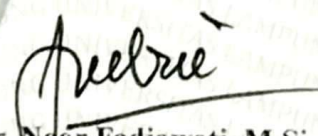
: Keguruan dan Ilmu Pendidikan



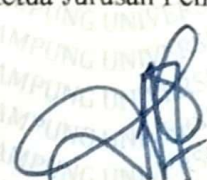
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


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


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

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA


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

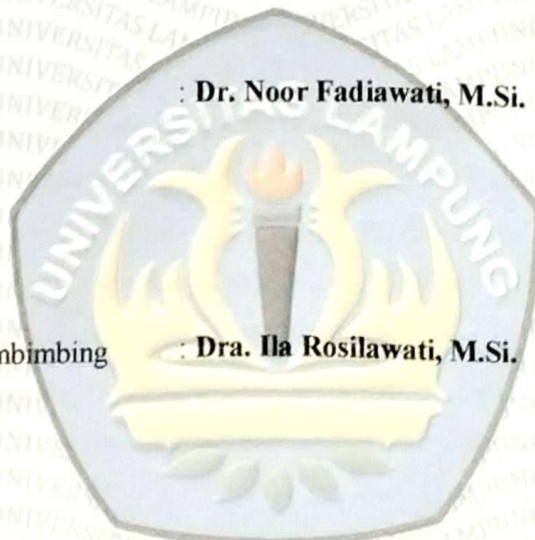
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

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

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



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **24 Mei 2025**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adelia Putri
NPM : 2013023014
Program Studi : Pendidikan Kimia
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul “Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pemanfaatan Limbah Industri Tepung Tapioka dan Gula dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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,



Adelia Putri
NPM 2013023014

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Nyukang Harjo pada 12 Mei 2002, Anak pertama dari dua bersaudara, anak dari Bapak Sukamto dan Ibu Suwarni. Riwayat pendidikan diawali di Sekolah Dasar Negeri 1 Nyukang Harjo Lampung Tengah (2008-2014), dilanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Pubian Lampung Tengah (2014-2017), dan dilanjutkan ke Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Kalirejo Lampung Tengah (2017-2020).

Pada tahun 2020 penulis melanjutkan studi dan terdaftar sebagai mahasiswa Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Mahasiswa Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa pernah diberikan tanggung jawab menjadi anggota Bidang Kerohanian FOSMAKI Universitas Lampung 2020, anggota Divisi Sosial dan Masyarakat Himasakta FKIP Universitas Lampung 2021. Penulis pernah menjadi tutor mata kuliah Dasar-Dasar Ilmu Kimia Tahun 2022, serta memiliki pengalaman mengajar dan mengabdikan yang pernah diikuti selama perkuliahan yaitu PLP (Pengenalan Lapangan Persekolahan) yang terintegrasi dengan kuliah kerja nyata (KKN) di SMA Negeri 1 Gunung Labuhan Way Kanan. Penulis juga pernah mengikuti program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) program Kampus Mengajar di SMPN 34 Bandarlampung.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil 'alamin

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan kekuatannya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dengan mengharapkan Ridho-Mu, dan sebagai tanda bakti dan kasih sayang kepada orang-orang yang berharga, ku persembahkan skripsi ini kepada:

Bapak (Sukamto) dan Ibu (Suwarni)

Kedua orang tuaku Bapak dan Ibu tersayang dengan segala pengorbanan, nasehat, ketulusan doa serta keridhoannya dalam membimbing serta mengajarkan perihal hidup sehingga menjadi pribadi yang lebih baik, juga semangat yang diberikan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga skripsi ini sebagai salah satu wujud baktiku dan ungkapan rasa kasih sayang yang tak terhingga.

Adikku (Qori Dwi Fitri Andani)

Yang selalu menantikan keberhasilan dan kesuksesan penulis, terima kasih atas dukungan selama ini semoga kita dapat membahagiakan dan membanggakan orang tua.

Para Pendidikku (Guru dan Dosen)

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

Almamaterku, Universitas Lampung

MOTTO

“Pada akhirnya, ini semua hanyalah permulaan”

(Nadin Amizah)

“Keindahan rencana-Nya yang sempurna, menunjukkan bagaimana setiap tantangan dan penundaan membawa pada sesuatu yang lebih besar”

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang dengan limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi yang berjudul ‘Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Proyek Pemanfaatan Limbah Industri Tepung Tapioka dan Gula dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains 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. Albet 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. Rekan seperjuangan skripsi Dini Cahyani dan Inge Laras Pramudita terimakasih atas semangat, motivasi, bantuan serta kesediaannya untuk berjuang bersama menyelesaikan skripsi ini sampai akhir;
10. Sahabat bertumbuh Nikmah Turohmah, Faza Aulia, Melin Gustina, Siti Aminah, Shintya Shanti dan Alfina terimakasih telah senantiasa menemani, memberi energi positif serta menjadikanku pribadi yang kuat, sabar, dan ceria;
11. Sahabat perjuangan Lilis, Ika, Nurul, Fasya, Anggun, Alvira, dan Anfasa terimakasih telah menjadi teman berkeluh kesah, berbagi keceriaan serta segala bantuannya selama masa-masa perkuliahan;
12. Keluarga Pendidikan Kimia 2020 terimakasih atas bantuan dan dukungan selama berjuang di Pendidikan Kimia;
13. Semua pihak yang terlibat dalam pembuatan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas segala waktu, bantuan, dukungan, dan saran yang telah diberikan.

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

Bandarlampung, 24 Mei 2025

Penulis

Adelia Putri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pembelajaran Berbasis Proyek.....	6
2.2 Keterampilan Proses Sains	8
2.3 Limbah Industri Tepung Tapioka dan Gula	11
2.3.1 Limbah Industri Tepung Tapioka	11
2.3.2 Limbah Industri Gula	12
2.4 Penelitian Relevan.....	13
2.5 Kerangka Pemecahan Masalah	17
2.5.1 Limbah Industri Tepung Tapioka	17
2.5.2 Limbah Industri Gula	18
2.6 Kerangka Pemikiran Penelitian	19
2.7 Hipotesis Penelitian.....	20
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Populasi dan Sampel	21
3.2 Jenis dan Sumber Data	21

3.3 Desain Penelitian.....	22
3.4 Variabel Penelitian	22
3.5 Instrumen Penelitian dan Perangkat Pembelajaran	22
3.5.1 Instrumen penelitian.....	22
3.5.1.1 Soal pretes dan postes keterampilan proses sains	22
3.5.1.2 Instrumen asesmen kinerja produk pemanfaatan limbah	23
3.5.1.3 Instrumen asesmen kinerja produk berpikir	23
3.5.1.4 Instrumen angket respon siswa terhadap PBP	23
3.5.1.5 Instrumen lembar keterlaksanaan PBP	24
3.5.2 Perangkat pembelajaran.....	24
3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	24
3.6.1 Pelaksanaan observasi	24
3.6.2 Penyusunan instrumen penelitian.....	24
3.6.3 Pengambilan data.....	25
3.6.4 Analisis data	25
3.6.3 Pelaporan.....	25
3.7 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis.....	26
3.7.1 Teknik analisis data	26
3.7.1.1 Analisis data utama	26
3.7.1.2 Analisis data pendukung	28
3.7.2 Pengujian hipotesis.....	31
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Hasil Penelitian	34
4.1.1 Pretes dan postes keterampilan proses sains	34
4.1.1.1 Rata-rata skor pretes dan postes KPS.....	34
4.1.1.2 <i>n-gain</i> keterampilan proses sains siswa.....	36
4.1.1.3 Pengujian hipotesis.....	37
4.1.2 Kinerja produk pemanfaatan limbah.....	38
4.1.3 Kinerja produk berpikir	39
4.1.4 Respon siswa terhadap pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula	40
4.1.5 Keterlaksanaan PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula.....	41
4.2 Pembahasan	42
4.2.1 <i>Orientation</i>	42
4.2.2 <i>Identifying and defining a project</i>	43
4.2.4 <i>Implementing a project</i>	63

4.2.5 <i>Documenting and reporting project findings</i>	65
4.2.6 <i>Evaluating and taking action</i>	67
4.2.7 Kinerja produk	68
V. KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Kendala.....	71
5.3 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	80
1. Hasil Pretes dan postes KPS siswa	81
2. Rekapitulasi Uji statistik pretes, postes dan <i>n-gain</i> KPS siswa.....	83
3. Uji Normalitas, Uji Homogenitas dan Perbedaan dua rata-rata.....	87
4. Rekapitulasi Lembar Observasi Keterlaksanaan PBP dan Respon Siswa terhadap PBP di Kelas XI.6	92
5. Skor kinerja produk pemanfaatan limbah	93
6. Rekapitulasi kinerja produk berpikir LKPD Limbah Industri Tepung Tapioka dan Gula	94
7. Surat Keterangan Penelitian	96

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahapan PBP	7
2. Indikator KPS dasar menurut Dimiyati dan Mudjiono (2006)	9
3. Indikator KPS terintegrasi menurut Dimiyati dan Mudjiono (2006)	10
4. Kandungan gizi kulit singkong per 100 gram	12
5. Penelitian Relevan.	14
6. Desain penelitian <i>The One Group Pretest-Posttest Design</i>	22
7. Kategori respon siswa	23
8. Klasifikasi <i>n-gain</i>	28
9. Kriteria penskoran respon siswa	30
10. Kriteria tingkat ketercapaian pelaksanaan pembelajaran	30
11. Hasil uji normalitas dan homogenitas	37
12. Skor kinerja produk pemanfaatan limbah	38
13. Skor kinerja produk berpikir.....	39
14. Link video dan laporan pelaksanaan proyek	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Industri Tepung Tapioka	17
2. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Industri Gula	18
3. Diagram alir penelitian.....	26
4. Rata-rata skor pretes dan postes keterampilan proses sains siswa.....	34
5. Rata-rata skor pretes dan postes setiap indikator seluruh siswa	35
6. <i>n-gain</i> setiap indikator KPS seluruh siswa	36
7. Rekapitulasi hasil angket respon siswa	40
8. Persentase keterlaksanaan PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula	41
9. Hasil identifikasi informasi LKPD limbah industri tepung tapioka yang dituliskan siswa sebelum konsultasi	43
10. Hasil identifikasi informasi LKPD limbah industri gula yang dituliskan siswa sebelum konsultasi	43
11. Hasil identifikasi informasi LKPD limbah industri tepung tapioka yang dituliskan siswa setelah konsultasi.....	44
12. Hasil identifikasi informasi LKPD limbah industri gula yang dituliskan siswa setelah konsultasi	44
13. Salah satu hasil penulisan informasi yang dibutuhkan pada LKPD limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi.....	45
14. Salah satu hasil penulisan informasi yang dibutuhkan pada LKPD limbah industri gula sebelum konsultasi.....	45
15. Salah satu hasil penulisan identifikasi informasi yang dibutuhkan pada LKPD limbah industri tepung tapioka setelah konsultasi	46
16. Salah satu hasil penulisan identifikasi informasi yang dibutuhkan pada LKPD limbah industri gula setelah konsultasi	46
17. Salah satu informasi hasil identifikasi pada LKPD limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi.....	47
18. Salah satu informasi hasil identifikasi pada LKPD limbah industri gula sebelum konsultasi	48

19. Salah satu informasi hasil identifikasi pada LKPD limbah industri tepung tapioka setelah konsultasi.....	48
20. Salah satu informasi hasil identifikasi pada LKPD limbah industri gula setelah konsultasi	49
21. Hasil rumusan masalah LKPD limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi.....	50
22. Hasil rumusan masalah LKPD limbah industri gula sebelum konsultasi	50
23. Hasil rumusan masalah LKPD limbah industri tepung tapioka sesudah konsultasi.....	50
24. Hasil rumusan masalah LKPD limbah industri gula sesudah konsultasi	51
25. Hasil rumusan hipotesis LKPD limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi.....	51
26. Hasil rumusan hipotesis LKPD limbah industri gula sebelum konsultasi	51
27. Hasil rumusan hipotesis LKPD limbah industri tepung tapioka sesudah konsultasi.....	52
28. Hasil rumusan hipotesis LKPD limbah industri gula sesudah konsultasi	52
29. Salah satu hasil penulisan tujuan proyek LKPD limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi.....	53
30. Salah satu hasil penulisan tujuan proyek LKPD limbah industri gula sebelum konsultasi.....	53
31. Salah satu hasil penulisan tujuan proyek LKPD limbah industri tepung tapioka setelah konsultasi.....	53
32. Salah satu hasil penulisan tujuan proyek LKPD limbah industri gula setelah konsultasi.....	53
33. Salah satu hasil penulisan pentingnya proyek LKPD limbah industri tepung tapioka sebelum konsultasi.....	54
34. Salah satu hasil penulisan pentingnya proyek LKPD limbah industri gula sebelum konsultasi	54
35. Salah satu hasil penulisan pentingnya proyek LKPD limbah industri tepung tapioka setelah konsultasi.....	55
36. Salah satu hasil penulisan pentingnya proyek LKPD limbah industri gula setelah konsultasi	55
37. Hasil rancangan langkah-langkah LKPD limbah industri tepung tapioka produk gula cair sebelum konsultasi	56
38. Hasil rancangan langkah-langkah LKPD limbah industri gula produk bioetanol sebelum konsultasi.....	55
39. Hasil rancangan langkah-langkah LKPD limbah industri tepung tapioka produk gula cair sesudah konsultasi	55

40. Hasil rancangan langkah-langkah LKPD limbah industri gula produk bioetanol setelah konsultasi	58
41. Hasil rancangan alat dan bahan LKPD limbah industri tepung tapioka produk gula cair sebelum konsultasi.....	58
42. Hasil rancangan alat dan bahan LKPD limbah industri gula produk bioetanol sebelum konsultasi.....	59
43. Hasil rancangan alat dan bahan LKPD limbah industri tepung tapioka produk gula cair sesudah konsultasi.....	59
44. Hasil rancangan alat dan bahan LKPD limbah industri gula produk bioetanol setelah konsultasi.....	59
45. Hasil rancangan desain alat pembuatan bioetanol LKPD limbah industri gula sebelum konsultasi.....	60
46. Hasil rancangan desain alat pembuatan bioetanol LKPD limbah industri gula sesudah konsultasi.....	60
47. Jadwal pelaksanaan proyek dan pembagian peran, tanggung jawab dari setiap anggota kelompok LKPD limbah industri tepung tapioka dalam proses pembuatan produk gula cair	61
48. Jadwal pelaksanaan proyek dan pembagian peran, tanggung jawab dari setiap anggota kelompok LKPD limbah industri gula dalam proses pembuatan produk bioetanol	62
49. Rincian pelaksanaan proyek LKPD limbah industri tepung tapioka beserta kendala pada produk gula cair	63
50. Rincian pelaksanaan proyek LKPD limbah industri gula beserta kendala pada produk bioetanol	64
51. Presentasi kelompok bioethanol	66
52. Presentasi kelompok gula cair	67
53. Produk Bioetanol	69
54. Nyala Api Bioetanol Kelompok 1 dan Kelompok 2.....	70
55. Produk Gula Cair	70

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada abad ke-21 dunia telah menghadapi era revolusi industri 4.0 yaitu suatu abad keterbukaan atau abad globalisasi (Mardhiyah dkk., 2021). Pada era revolusi industri 4.0, perkembangan teknologi menjadi sangat cepat sehingga akan mengubah pola dan relasi antara manusia dengan mesin. Kemunculan robot yang dapat menggantikan aktivitas manusia, menandakan bahwa akan ada profesi atau pekerjaan manusia yang digantikan oleh robot di masa depan (Arnyana, 2019). Seiring perkembangan teknologi tersebut, dibutuhkan sumber daya manusia berkualitas yang dapat berkompetisi dalam dunia kerja untuk peningkatan kesejahteraan ekonomi dan kemaslahatan masyarakat (Maya, 2020; Daniah, 2020). Seorang individu diharapkan dapat bekerja dengan menggunakan keterampilan untuk hidup (*life skills*), menguasai keterampilan teknis (*hard skill*) serta *soft skill* salah satunya keterampilan proses sains (Kemendikbud, 2013).

Keterampilan proses sains (KPS) merupakan keterampilan yang digunakan untuk berbagai keperluan pengetahuan seperti pendekatan sistematis serta mampu mencerminkan sikap ilmiah dalam diri seseorang (Mutmainnah dkk., 2019; Wirayuda dkk., 2022). KPS sangat penting karena dapat menjadikan seseorang memiliki fleksibilitas yang tinggi dalam menghadapi perubahan di sekitarnya, termasuk dalam pergaulan, pekerjaan, maupun dalam suatu lembaga atau organisasi. Seseorang yang telah terlatih dengan KPS akan memiliki kepribadian yang jujur, tanggung jawab, teliti dan mampu mengolah informasi sehingga dapat lebih mudah bersosialisasi dengan masyarakat (Nuvitalia dkk., 2021).

Faktanya menurut TIMSS (*Trends in Mathematics and Science Study*) yang diadakan oleh IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*), KPS di Indonesia masih tergolong rendah. Hal ini didasarkan oleh studi mengenai kemampuan kognitif siswa pada tahun 2015 Indonesia memperoleh nilai 397 pada peringkat 44 dari 47 negara peserta (Martin dkk., 2016). Hasil evaluasi PISA pada tahun 2018 yang dilansir dari Kemendikbud, siswa di Indonesia berada pada kuadran *low performance* dengan *high equity*. Sistem penilaian PISA mengembangkan instrumen penilaian matematika, kemampuan membaca dan sains, turut serta untuk mengukur KPS (Solpa dkk., 2022). Berdasarkan penelitian dari Sunyono (2018), menyatakan bahwa KPS siswa khususnya di provinsi Lampung masih berkategori rendah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Amalia dan Hidayah (2020), juga menunjukkan bahwa hanya 3 dari 21 siswa SMAN 1 Bontang yang masuk dalam kategori tinggi. Fakta tersebut diperkuat dengan hasil observasi dan wawancara dengan salah satu guru kimia di SMAN 15 Bandarlampung. Pada proses pembelajaran, guru dominan menggunakan metode ceramah, sehingga siswa lebih banyak mendengarkan dan sedikit melakukan interaksi untuk berdiskusi. Siswa hanya menerima apa yang diberikan oleh guru dan tidak memecahkan masalah, sehingga KPS seperti mengamati, menentukan hipotesis, dan menyimpulkan pada saat pembelajaran belum dilatihkan.

KPS diartikan sebagai kemampuan untuk melaksanakan suatu tindakan dalam proses belajar sains sehingga siswa mampu menghasilkan konsep, teori dan fakta (Nurfitra dkk., 2021). KPS merupakan inti dari perolehan pengetahuan ilmiah yang berguna dalam memecahkan masalah nyata (Okoye *et al.*, 2021). KPS dapat ditingkatkan dengan model pembelajaran yang dapat mendorong kreativitas dan pemikiran kritis siswa dengan melibatkan partisipasi aktif melalui konstruksi pengetahuan, keterampilan, dan kegiatan berpikir (Maghfiroh dkk., 2016; Amanda dkk., 2023). Hal ini sesuai dengan ciri-ciri yang terdapat dalam salah satu model pembelajaran, yaitu model pembelajaran berbasis proyek (PBP).

PBP merupakan *project-based science instruction* yaitu suatu model pembelajaran sains yang berpusat pada siswa, dimana siswa menghasilkan produk nyata sebagai hasil belajar dengan mengajukan dan menjawab pertanyaan sendiri (Colley, 2008). PBP berfokus pada konsep-konsep yang melibatkan siswa dalam kegiatan pengerjaan proyek, memberi peluang siswa bekerja secara otonom, mengkonstruksi pengetahuannya, serta membantu siswa dalam mengembangkan berbagai kemampuan yang dimiliki, dengan melakukan analisis mendalam terhadap masalah yang diberikan dan mencari solusi yang dapat diterapkan dalam konteks proyek (Suhanda dan Sugeng, 2018; Amanda dkk., 2023).

Salah satu permasalahan nyata di antaranya adalah limbah industri tepung tapioka dan gula. Limbah industri tepung tapioka yang dapat diolah menjadi produk baru, di antaranya adalah kulit singkong (Lusiani dkk., 2016). Pemanfaatan limbah kulit singkong ini hanya sebatas sebagai pakan ternak sehingga belum menghasilkan suatu produk baru. Sementara itu, dari proses produksi gula dihasilkan produk samping, di antaranya berupa limbah cair, yaitu tetes tebu. Jika diasumsikan rata-rata kapasitas produksi gula di Indonesia sebesar 6.000 sampai 6.250 TCD (*Ton Cane Per Day*), maka akan menghasilkan sekitar 800 sampai 900 m³ /hari limbah cair (Rhofita dan Ruso, 2019). Apabila limbah industri tepung tapioka tidak diolah dengan baik dan benar dapat menimbulkan berbagai masalah seperti penyakit batuk, gatal-gatal, sesak nafas, serta timbul bau yang tidak sedap (Zulaifah dkk., 2021). Permasalahan tersebut merupakan masalah nyata dan dapat digunakan sebagai media yang baik untuk melatih KPS melalui PBP di sekolah.

Melalui model PBP, KPS akan dapat dilatihkan kepada siswa dengan cara siswa mengidentifikasi serta menentukan apa saja pengetahuan yang sudah ia miliki dan yang ia butuhkan untuk menyelesaikan masalah yang disajikan (Diaz and King, 2007). Pada PBP siswa mencari solusi terhadap permasalahan limbah dengan mengamati wacana, mengajukan pertanyaan, mendiskusikan ide untuk menentukan solusi alternatif meminimalisir limbah dengan menjadikannya sesuatu yang lebih bermanfaat, mengumpulkan dan menganalisis data, menarik

kesimpulan dan menyajikan hasil proyek sebagai solusi dari permasalahan limbah yang disajikan (Okoye *et al.*, 2021).

Terdapat beberapa penelitian yang berkaitan dengan PBP yaitu penelitian yang dilakukan oleh Nawahdani dkk. (2021) menunjukkan model pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Penelitian Indriani dkk. (2023) menunjukkan model PjBL berbantuan AR dapat meningkatkan KPS dan sikap ilmiah peserta didik. Penelitian Amanda dkk. (2023) menunjukan terdapat pengaruh signifikan terhadap keterampilan proses sains dengan menggunakan model pembelajaran berbasis proyek.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian yang berjudul “Efektivitas pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMA”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimanakah efektivitas PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula dalam meningkatkan KPS siswa SMA?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat bagi pihak yang bersangkutan, yaitu:

1. Siswa
Mendapatkan pengalaman belajar secara langsung dalam menyelesaikan masalah limbah industri tepung tapioka dan gula dengan menghasilkan suatu produk.
2. Guru
Memberikan referensi untuk menerapkan model pembelajaran yang dapat meningkatkan KPS.
3. Sekolah
Menjadi masukan untuk sekolah dalam mengembangkan kurikulum yang diterapkan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. KPS yang diukur dalam penelitian ini adalah KPS dasar yaitu mengamati dan menarik kesimpulan, serta KPS terintegrasi yaitu menyusun hipotesis (Dimiyati dan Mudjiono, 2006).
2. Model PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula dikatakan efektif dalam meningkatkan KPS apabila terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai postes dengan rata-rata nilai pretes, serta rata-rata *n-gain* KPS yang diperoleh berkategori minimal sedang.
3. Langkah-langkah model PBP yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan sintaks *project-based learning* Colley (2008) yang dimodifikasi oleh Diawati (2018).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Berbasis Proyek

PBP merupakan model pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalaman siswa dalam beraktivitas secara nyata (Erifania dkk., 2020). Model PBP dapat membantu siswa belajar dengan membangun pengetahuan dan keterampilan melalui sebuah proyek sebagai inti dari suatu pembelajaran (Afriyana, 2016; Fitriyani dkk., 2020). Model PBP memberikan peluang kepada siswa untuk bekerja secara otonom dan mengkonstruksi belajar mereka sendiri sehingga pada tahap akhir siswa mampu menghasilkan produk yang bernilai dan realistis (Khoiriyah dkk., 2023). Penggunaan model PBP dalam kegiatan pembelajaran dapat memberikan pengalaman belajar siswa yang detail, menantang, dan dengan waktu yang lebih panjang dalam penyelesaiannya.

Karakteristik pada model PBP antara lain: (1) siswa membuat ketentuan mengenai kerangka kerja, (2) adanya masalah nyata menantang yang diajukan kepada siswa, (3) siswa merancang prosedur untuk menentukan solusi atas permasalahan yang diajukan, (4) siswa saling berkolaborasi dan bertanggungjawab dalam mengakses serta mengelola informasi untuk pemecahan masalah (Permendikbud Nomor 58 Tahun 2014).

Tujuan yang akan dicapai dalam PBP, yaitu (1) dapat mengajarkan kemampuan memecahkan masalah dan berfikir kritis siswa; (2) membantu siswa memperoleh keterampilan proses sains seperti, mengajukan pertanyaan, mengidentifikasi, merumuskan hipotesis, merancang dan melakukan eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data menarik kesimpulan, dan mendokumentasikan serta

serta melaporkannya; dan (3) mengajarkan konsep sains, pengetahuan, fakta, dan hakikat sains (Colley, 2008).

Adapun tahapan-tahapan PBP menurut Colley (2008) yang diadaptasi oleh Diawati (2018) terdiri dari enam tahap diantaranya *orientation, Identifying and defining a project, planning a project, implementing a project, documenting and reporting project findings, Evaluating and taking action* yang dapat dilihat pada Tabel 1 .

Tabel 1. Tahapan PBP

Fase-fase (1)	Deskripsi (2)
Fase 1. <i>Orientation</i>	Siswa memperhatikan penjelasan tujuan pembelajaran proyek, pentingnya kolaborasi, pentingnya berbagi informasi, dan tanggung jawab serta peran yang diharapkan. Siswa juga membahas bagaimana mereka harus berkomunikasi satu sama lain serta bagaimana pembelajaran akan dinilai.
Fase 2. <i>Identifying and defining a project</i>	Siswa membaca dan mengamati wacana mengenai limbah industri tepung tapioka dan gula, lalu diberikan tantangan bagaimana cara memecahkan masalah, kemudian siswa mengidentifikasi masalah.
Fase 3. <i>Planning a project</i>	Siswa harus mencari dan mempelajari pengetahuan yang berkaitan dengan masalah dari berbagai sumber. Setelah itu, siswa melaporkan hasilnya dan mendiskusikan dengan guru. Siswa diberi tugas untuk merumuskan: masalah berdasarkan wacana, tujuan proyek, pentingnya proyek, merinci daftar alat dan bahan, mendeskripsikan prosedur pelaksanaan proyek, dan selanjutnya mendiskusikan kembali dengan guru dan memperbaiki sesuai arahan guru
Fase 4. <i>Implementing a project</i>	Siswa menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai dengan rencana proyek dan dilanjutkan dengan pembuatan produk.
Fase 5. <i>Documenting and reporting project findings</i>	Siswa mempersiapkan laporan proyek, melaporkan kendala yang dihadapi selama pembuatan proyek, dan mempresentasikan hasil kerja di kelas.
Fase 6. <i>Evaluating and taking action</i>	Guru mengevaluasi dan memberikan umpan balik kepada siswa, sehingga siswa dapat belajar dari evaluasi, dan meningkatkan kinerjanya.

Kelebihan dari model PBP yaitu efektif meningkatkan motivasi siswa untuk aktif dalam proses pembelajaran, dengan menyampaikan pendapat atau gagasan dalam menciptakan sebuah produk sesuai dengan kreatifitasnya (Utami dkk., 2018).

PBP mampu meningkatkan kualitas pembelajaran dengan cara siswa mengaplikasikan satu pengetahuan tertentu dalam konteks tertentu, meningkatkan pemikiran kritis dan pemecahan masalah, meningkatkan kemampuan mengolah informasi, meningkatkan kerjasama, serta mengorganisir pikiran dan ide (Choi dkk., 2019; Doppelt, 2005). Melalui PBP akan melatih kemampuan *high order thinking* dimana siswa dirangsang untuk berargumen, menyelidiki, menganalisis, membuat, dan menarik kesimpulan yang unik (Muis dan Dewi, 2021).

Adapun kelemahan model PBP, diantaranya: (1) memerlukan banyak waktu untuk menyelesaikan masalah; (2) membutuhkan biaya yang cukup banyak; (3) banyak pendidik yang merasa nyaman dengan kelas tradisional, dimana pendidik memegang peran utama di kelas; (4) banyaknya peralatan yang harus disediakan; (5) siswa yang memiliki kelemahan dalam percobaan dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan; (6) ada kemungkinan siswa yang kurang aktif dalam kerja kelompok; (7) ketika topik yang diberikan kepada kelompok berbeda, dikhawatirkan siswa tidak bisa memahami topik secara keseluruhan (Sari, 2019).

2.2 Keterampilan Proses Sains

KPS adalah seperangkat keterampilan ilmiah yang terarah yang digunakan untuk mendapatkan teori, konsep dan fakta (Puspita dkk., 2017). KPS akan membantu siswa lebih memahami konsep, karena terlibat langsung dalam proses pembelajaran sehingga siswa dapat menemukan sendiri fakta atau konsep yang nantinya dapat bertahan lama di ingatan siswa (Ermaningsih dkk., 2013; Andromeda dkk., 2018). KPS penting bagi siswa sebagai bekal untuk menggunakan metode ilmiah dalam mengembangkan sains dan diharapkan siswa memperoleh pengetahuan baru atau mengembangkan pengetahuan yang telah dimiliki (Dahar, 1985).

Menurut Rustaman (Eliyana, 2020), dalam pembelajaran sains, siswa tidak hanya harus mempelajari produknya saja, tetapi siswa harus belajar aspek proses, sikap dan teknologi untuk dapat memahami sains secara keseluruhan. Sejalan dengan itu, Nurhasanah dkk. (2016) mengatakan, sesuai dengan karakteristiknya, sains yang berhubungan dengan mencari ilmu tentang alam secara sistematis bukan hanya fakta, konsep dan prinsip saja, namun menekankan pada penemuan. Berdasarkan definisi di atas, KPS adalah keterampilan-kerampilan yang dibutuhkan untuk mencapai pemahaman konsep dengan siswa terlibat langsung dalam pembelajaran. Keterampilan tersebut meliputi mengamati, menentukan hipotesis, mengklasifikasikan, meramalkan, menyimpulkan dan mengkomunikasikan.

Keterampilan proses terbagi menjadi dua, yaitu KPS dasar dan KPS terintegrasi. KPS dasar merupakan kemampuan dalam mengamati benda-benda dan peristiwa kemudian diklasifikasikan untuk menemukan suatu konsep baru dengan mencari persamaan maupun perbedaan. KPS dasar meliputi kegiatan mengamati, mengelompokkan, mengukur, memprediksi, mengkomunikasikan dan menyimpulkan. KPS terintegrasi merupakan keterampilan dimana siswa mencari tahu sendiri jawaban atas pertanyaannya dan merancang investigasi untuk menguji ide mereka sendiri. Keterampilan terintegrasi terdiri dari mengenali variabel, membuat tabel data, membuat grafik, menggambarkan hubungan antar variabel, mengumpulkan dan mengolah data, menganalisis penelitian, menyusun hipotesis, mendefinisikan variabel, merancang eksperimen dan bereksperimen (Dimyati dan Mudjiono, 2006; Rezba dkk., 2002). Uraian-uraian indikator KPS dasar disajikan pada Tabel 2, sebagai berikut.

Tabel 2. Indikator KPS dasar menurut Dimyati dan Mudjiono (2006)

Keterampilan proses sains dasar (1)	Indikator (2)
Mengamati	Mampu menggunakan semua indra (penglihatan, penciuman, pendengaran, perasa dan peraba) untuk mengamati, mengidentifikasi dan menamai sifat benda dan kejadian secara teliti dari hasil pengamatan.

Tabel 2. (lanjutan)

(1)	(2)
Mengelompokkan	Memilah objek berdasarkan sifat-sifat khususnya, sehingga didapatkan golongan atau kelompok sejenis dari objek yang dimaksud.
Mengukur	Membandingkan yang diukur dengan satuan ukuran tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya.
Meramalkan	Mengantisipasi atau membuat ramalan tentang segala hal yang akan terjadi pada waktu mendatang berdasarkan pada kecenderungan tertentu.
Mengomunikasikan	Mampu membaca dan menyusun informasi dalam grafik atau diagram, menggambar data empiris dengan grafik, tabel, atau diagram, menjelaskan data hasil percobaan, menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas.
Menarik kesimpulan	Mampu membuat suatu kesimpulan tentang suatu objek atau fenomena setelah mengumpulkan, menginterpretasikan data dan informasi

Tabel 3. Indikator KPS terintegrasi menurut Dimiyati dan Mudjiono (2006)

Keterampilan proses sains terintegrasi (1)	Indikator (2)
Mengenali variabel	Menentukan variabel dalam suatu pernyataan, memberi contoh variabel, dan membedakan variabel bebas dan terikat.
Membuat tabel data	Mengembangkan kegiatan membuat tabel data diantaranya membuat tabel frekuensi, membuat tabel silang.
Membuat grafik	Mengolah data untuk disajikan dalam bentuk visualisasi garis atau bidang.
Menggambarkan hubungan antar variabel.	Mendesripsikan hubungan antar variabel.
Mengumpulkan dan mengolah data	Memperoleh informasi/data dari orang atau sumber lain dengan cara lisan, tertulis atau pengamatan, misalnya membuat instrument pengumpulan data, menghitung nilai, dan menentukan tingkat signifikasi hasil perhitungan.
Menganalisis penelitian	Menelaah laporan untuk meningkatkan pengenalan terhadap untuk penelitian. Misalnya mengenali variabel, dan mengenali hipotesis.
Menyusun hipotesis	Menyatakan dugaan yang dianggap benar dalam satu situasi.

Tabel 3. (lanjutan)

(1)	(2)
Mendefinisikan variabel	Mendefinisikan variabel antara lain mengenali variabel bebas, membatasi lingkup variabel terikat dan kegiatan lain sejenis.
Merancang penelitian	Mendeskripsikan variabel yang dimanipulasi dan direspon dalam penelitian secara operasional.
Bereksperimen	Mengadakan pengujian terhadap ide-ide yang bersumber dari fakta sehingga dapat diperoleh informasi yang menerima atau menolak ide itu.

2.3 Limbah Industri Tepung Tapioka dan Gula

2.3.1 Limbah Industri Tepung Tapioka

Limbah industri tepung tapioka digolongkan dalam dua kelompok. Kelompok pertama merupakan industri besar yang menggunakan mesin-mesin dengan kapasitas besar, modal kuat dan tenaga kerja sedikit, dan kelompok kedua menggunakan mesin-mesin sederhana, modal kecil dan lebih banyak menggunakan tenaga kerja, sehingga biasanya pabrik-pabrik menggunakan mesin dalam industrinya (Indrianeu & Singkawijaya, 2019). Secara umum tahapan proses produksi pada industri tapioka tradisional menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2009) diantaranya pembersihan singkong, pencucian singkong, pamarutan singkong, pengayakan acian basah, pengendapan acian basah dan proses pengeringan aci. Limbah padat dan cair tepung tapioka menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2006) dapat dijadikan bahan baku dalam berbagai jenis industri, misalnya industri pembuatan alkohol, etanol, lem, tekstil, dan industri kimia. Selain itu limbah padat tapioka bermanfaat juga untuk dijadikan bahan baku industri makanan, baik berupa produk antara (*intermediate product*), misalnya tepung tapioka, maupun makanan jadi berupa kripik, eyek-eyek, emping, dan biskuit. Sedangkan untuk kulit singkong menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2009) adalah bagian yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan kulit bagian luarnya dibakar.

Limbah padat dari pengolahan industri tepung tapioka berupa kulit singkong yang berasal dari proses pengupasan singkong. Ampas singkong atau ongkok meru-

pakan limbah hasil olahan pengambilan pati untuk dijadikan sebagai tepung tapioka. Sedangkan limbah cair hasil pengolahan tepung tapioka yaitu berupa air tajin dan elod atau cai balendrang. Elod dan cai balendrang merupakan kumpulan limbah yang berasal dari getah dan air bekas proses pengolahan singkong, yaitu air yang berasal dari pencucian singkong, air buangan, air sisa pemerasan onggok. Hasil kulit singkong dari bahan baku singkong 100 kg akan menghasilkan limbah kulit singkong sebesar 13 kg (Indrianu dkk., 2019). Kulit singkong adalah pembalut terluar dari umbi singkong, bagian terluar berwarna merah muda serta bagian dalam berwarna putih. Persentase kulit singkong yaitu kurang lebih sebanyak 20% dari umbinya sehingga per kg umbi singkong menghasilkan 0,2 kg kulit singkong (Martiyana, 2022). Kulit singkong masih mengandung beberapa kandungan gizi yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan gizi kulit singkong per 100 gram

Kandungan Gizi	Kulit Singkong
Kalori (kkal)	157
Protein (g)	8,11
Lemak (g)	1,29
Karbohidrat (g)	64,4
Serat (g)	15,20
Air (g)	17

(Ramadhan, 2019).

2.3.2 Limbah Industri Gula

Industri pengolahan hasil pertanian seperti pabrik gula dihasilkan limbah padat, cair dan gas. Proses produksi gula yang merupakan proses mengubah tebu menjadi nira melalui beberapa tahapan seperti proses ekstraksi, pembersihan kotoran, penguapan, kritalisasi, afinasi, karbonasi, penghilangan warna, dan terakhir pengemasan. Proses produksi gula menghasilkan 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 dan Ruso, 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. Dalam masa satu proses penggilingan biasanya akan menghasilkan blotong sekitar 3,8% dari bobot tebu (Kurniasari dkk., 2019)

Tetes tebu (*molasse*) merupakan hasil samping pada industri pengolahan gula dengan wujud bentuk cair. *Molasses* adalah limbah utama industri pemurnian gula. *Molasses* merupakan sumber energi yang esensial dengan kandungan gula didalamnya (Dharma dkk., 2017). Menurut Kusuma 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%. Tetes tebu (*molasse*) digunakan secara luas sebagai sumber energi untuk denitrifikasi, fermentasi anaerobik, pengolahan limbah aerobik, dan diaplikasikan pada budidaya perairan. Berdasarkan beberapa produk samping yang dihasilkan dari kegiatan produksi gula, limbah cair (tetes tebu) adalah salah satu produk samping yang menjadi perhatian dan memerlukan penanganan secara detail (Rhofita dan Ruso, 2019). Limbah cair mengandung berbagai unsur yang dapat berpotensi mencemari lingkungan serta mengganggu kesehatan masyarakat. Menurut Sahu (2019), tanpa adanya pengolahan, limbah cair industri gula merupakan sumber bau, lalat, nyamuk, virus yang ditularkan melalui air, yang berperan sebagai media untuk berbagai penyakit.

2.4 Penelitian Relevan

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai penerapan PBP dan efektivitasnya terhadap peningkatan KPS. Beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penelitian Relevan

No. (1)	Peneliti (2)	Judul (3)	Metode (4)	Hasil (5)
1.	Amanda, Biru, & Suryani (2023)	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> terhadap Keterampilan Proses Sains	Penelitian ini menggunakan metode <i>quasi eksperimental desain</i> , dengan jenis <i>non equivalent control group</i> dan desain ini menggunakan pre test dan post test pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen penelitian yang diterapkan ialah lembar tes, observasi, wawancara dan validasi.	Model pembelajaran berbasis proyek (<i>Project Based Learning</i>) mendapatkan pengaruh yang signifikan terhadap keterampilan proses sains.
2.	Hornejas, J, S & Guntalida d Jose Antonio A. (2024)	<i>Project-Based Learning Approach On Content Mastery And Cognitive Skills: A Pedagogical Model For Senior High School Biology Students</i>	Penelitian ini menggunakan metode <i>quasi eksperimental desain</i> , khususnya desain <i>one-group-pretest-posttest</i> , yang merupakan desain utama kuantitatif.	Hasilnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek sangat mengembangkan kreativitas, keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan refleksi diri
3.	Indriani, Wahidin, & Arip (2023)	Pengembangan Model <i>Project Based Learning</i> Berbantuan <i>Augmented Reality</i> Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Sikap Ilmiah Peserta Didik Kelas XI Pada Konsep Sel	Metode penelitian dengan model pengembangan ADDIE dan jenis penelitian <i>research and development</i>	Pengembangan Model <i>Project Based Learning</i> Berbantuan <i>Augmented Reality</i> dapat meningkatkan KPS dan sikap ilmiah peserta didik.

Tabel 5. (lanjutan)

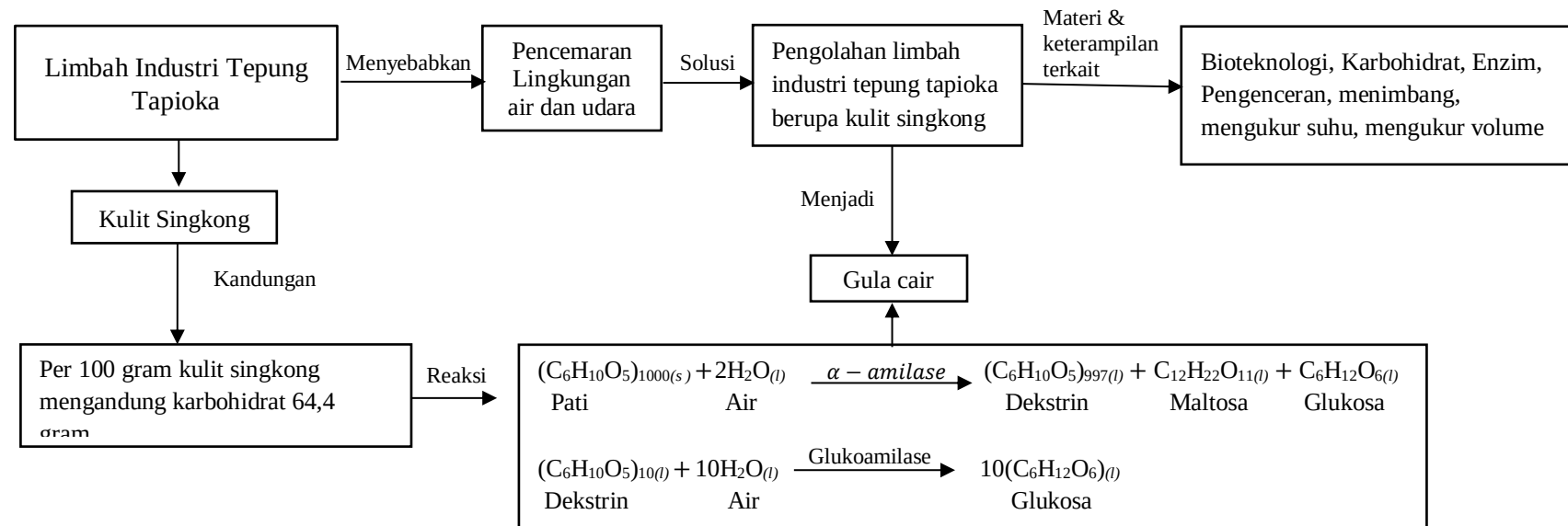
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4.	Lestari, M. (2020)	Pengaruh PBL (<i>Problem Based Learning</i>) Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Di Dusun Bunkawang	Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif. Teknik pengambilan sampel yaitu diambil secara insidental. Teknik pengumpulan data menggunakan lembar observasi.	Model PBL berpengaruh terhadap Keterampilan proses sains.
5.	Mahali, Kashardi, Irwandi & Merri (2023)	Perbedaan Keterampilan Proses Sains Menggunakan Model Pembelajaran PjBL dan PBL pada Pembelajaran IPAdi SMP Negeri 02 Seberang Musi	Penelitian ini adalah <i>quasi eksperimen</i> . Teknik pengambilan sampel dengan cara <i>purposive sampling</i> . Desain penelitian menggunakan <i>non-equivalent control group pretest-posttest design</i> .	Tidak terdapat perbedaan Keterampilan Proses Sains menggunakan model PjBL dan PBL, serta terdapat perbedaan pembelajaran Konvensional pada pembelajaran IPA di SMP Negeri 02 Seberang Musi
6.	Nawahda n, Maison, Kurniawan & Melisa (2021)	Analisis Model Project Based Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Fisika	Penelitian ini menggunakan metode kualitatif studi kasus. Teknik pengambilan sampel <i>purposive sampling</i> . Data diambil dengan cara melakukan wawancara terhadap sampel penelitian.	Model pembelajaran berbasis proyek (<i>Project Based Learning</i>) dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik
7.	Nurdiansah & Makiyah (2021)	Efektivitas Modul Hybrid Project Based Learning (H-Pjbl) Berbasis Laboratorium Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa	Penelitian ini adalah eksperimen semu (<i>quasi eksperimen</i>) yang menggunakan rancangan <i>one-group pre-test post-test</i> . Penentuan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik Simple Random Sampling	Modul <i>hybrid project-based learning</i> berbasis laboratorium mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa

Tabel 5. (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
8.	Nurramad hani, Leny, & Mahdian (2023)	<i>Project Based Learning Model to Increase Scientific Process Skills and Knowledge Learning Outcomes of Students on Colloid System</i>	Penelitian ini digunakan penelitian eksperimental dan metode <i>quasi eksperimen</i> . Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik tes dan non tes.	Dapat disimpulkan model PjBL dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa pada materi koloid materi sistem.
9.	Okoye, Maureen, Osuafor, & Abigail M (2021)	<i>Effects of Project-Based Learning Method on Students' Acquisition of Science Process -Skills in Awka Education Zone</i>	Desain penelitian ini adalah eksperimen semu (<i>quasi eksperimen</i>) <i>posttest non-equivalent control group design</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode PjBL memberikan pengaruh yang signifikan perolehan SPS (<i>Science Process - Skills</i>) oleh siswa
10.	Safaruddi n, Ibrahim, Juhaeni, Harmilaw ati, & Laeli Qadrianti (2020)	<i>The Effect of Project-Based Learning Assisted by Electronic Media on Learning Motivation and Science Process Skills</i>	Penelitian ini menggunakan desain eksperimen <i>quasi-experimental pretest-posttest</i> dengan jumlah peserta 59 siswa.	Penggunaan strategi PjBL berbasis e-media efektif dan berpengaruh terhadap peningkatan KPS dan motivasi belajar siswa sekolah dasar.

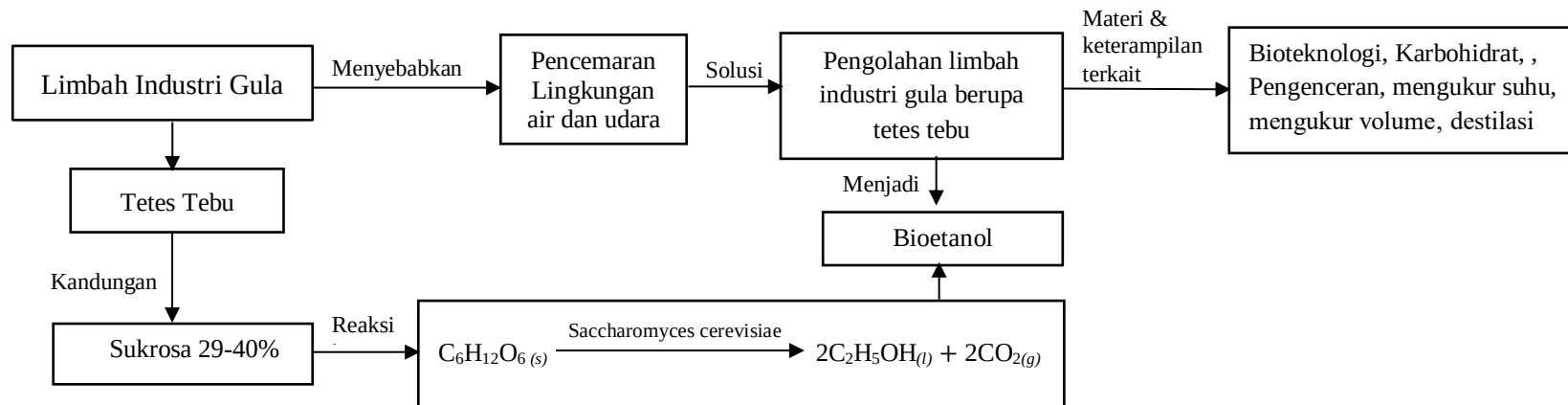
2.5 Kerangka Pemecahan Masalah

2.5.1 Limbah Industri Tepung Tapioka



Gambar 1. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Industri Tepung Tapioka

2.5.2 Limbah Industri Gula



Gambar 2. Kerangka Pemecahan Masalah Limbah Industri Gula

2.6 Kerangka Pemikiran Penelitian

Tahapan model PBP yang diadaptasi dari Diawati (2018), dalam proses pelaksanaannya terdiri dari enam tahap yaitu *orientation, identifying and defining a project, planning a project, implementing a project, documenting and reporting project findings, evaluating and taking action*. Tahapan model PBP dimulai dengan *orientation*. Tahap ini meminta siswa memahami penjelasan terkait dengan tujuan PBP yang dijelaskan guru, pentingnya kolaborasi, pentingnya 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.

Tahap kedua yaitu *identifying and defining a project*. Pada tahap ini siswa diberi wacana masalah nyata mengenai limbah industri tepung tapioka dan gula. Siswa diminta untuk mengidentifikasi informasi yang diperoleh berdasarkan wacana, mengidentifikasi informasi atau pengetahuan yang dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan pada wacana, kemudian mencari informasi hasil identifikasi dan mengkonsultasikan hasilnya kepada guru.

Tahap ketiga yaitu *planning a project*, pada tahap ini setelah siswa mengidentifikasi informasi dan pengetahuan, siswa diajak untuk merumuskan masalah. Siswa merumuskan masalah dari hasil mencari dan mempelajari pengetahuan dari berbagai sumber mengenai kandungan limbah industri tepung tapioka dan gula, dampak limbah industri tepung tapioka dan gula bagi lingkungan, dan solusi alternatif untuk meminimalisir limbah tersebut dengan menjadikannya suatu produk yang lebih bermanfaat. Selanjutnya, siswa merumuskan hipotesis berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, merumuskan tujuan proyek, dan pentingnya proyek lalu melaporkan hasilnya dan mendiskusikan dengan guru. Kemudian siswa juga merinci alat dan bahan yang digunakan sesuai dengan produk yang akan dihasilkan, mendeskripsikan prosedur pelaksanaan proyek, dan desain alat yang digunakan. Selanjutnya siswa kembali mendiskusikannya dengan guru dan memperbaiki sesuai arahan. Tahap ini melatih KPS menyusun hipotesis siswa.

Selanjutnya siswa melaksanakan tahap keempat yaitu *implementing a project*. Pada tahap ini, sesuai dengan rancangan proyek yang telah direncanakan, siswa menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dan dilanjutkan dengan pembuatan produk. Tahap ini melatih KPS mengamati siswa. KPS mengamati siswa dilatihkan pada saat siswa mengamati perubahan yang terjadi selama proses pembuatan produk seperti perubahan warna dan suhu.

Tahap kelima yaitu *documenting and reporting project findings*, siswa mempersiapkan laporan proyek untuk melakukan monitoring mengenai perkembangan proyek yang telah dikerjakan dan menjelaskan hambatan apa saja yang dialami selama pelaksanaan proyek lalu siswa mempresentasikan hasil kerja di kelas. Tahap ini melatih KPS menyimpulkan. KPS menyimpulkan dilatihkan pada saat siswa mengkomunikasikan hasil pelaksanaan proyek dalam bentuk laporan proyek.

Kemudian tahap akhir yaitu *evaluating and taking action*, di akhir pembelajaran guru mengevaluasi dan memberikan umpan balik kepada siswa sehingga siswa dapat belajar dari evaluasi dan meningkatkan kinerjanya. Berdasarkan uraian tersebut dengan diterapkannya PBP pengolahan limbah industri tepung tapioka dan gula diharapkan dapat meningkatkan KPS siswa.

2.7 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula efektif dalam meningkatkan KPS siswa SMA.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Populasi dan Sampel

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 15 Bandarlampung. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa di kelas XI tahun pelajaran 2024/2025 berjumlah 277 siswa yang tersebar dalam 8 kelas dengan jumlah siswa 135 laki-laki dan 142 perempuan.

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel yang didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu yang dibuat oleh peneliti (Fraenkel & Wallen, 2006). Kelas yang memiliki karakteristik kemampuan kognitif awal yang heterogen dan memiliki tingkat partisipasi yang tinggi digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan sampel penelitian. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari guru mata pelajaran kimia, kelas yang akan digunakan sebagai kelas sampel adalah kelas XI.6.

3.2 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data utama dan data pendukung sebagai sumber data. Data utama pada penelitian ini adalah skor pretes dan postes KPS siswa dengan indikator mengamati, menarik kesimpulan dan menyusun hipotesis di kelas XI 6 dan data pendukung dalam penelitian ini adalah data dari asesmen kinerja produk pemanfaatan limbah, asesmen kinerja produk berpikir, angket respon siswa terhadap PBP dan lembar keterlaksanaan pembelajaran. Sumber data dalam penelitian ini adalah keseluruhan siswa di kelas sampel.

3.3 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Weak Experimental* dengan desain penelitian yaitu *The One Group Pretest-Posttest Design* (Fraenkel & Wallen, 2006).

Berikut desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Desain penelitian *The One Group Pretest-Posttest Design*

<i>Pretest</i>	<i>Perlakuan</i>	<i>Posttest</i>
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

Adapun variabel pada penelitian ini yaitu :

1. Variabel bebas meliputi perlakuan yang diberikan dengan mengajar menggunakan model pembelajaran PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula.
2. Variabel terikat meliputi KPS siswa kelas XI.6 SMA Negeri 15 Bandarlampung Tahun Pelajaran 2024/2025.
3. Variabel kontrol meliputi materi yang dipelajari dan guru yang mengajar di kelas sampel.

3.5 Instrumen Penelitian dan Perangkat Pembelajaran

3.5.1 Instrumen penelitian

3.5.1.1 Soal pretes dan postes keterampilan proses sains

Soal pretes dan postes merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur KPS siswa, berupa soal uraian terbuka yang berjumlah 5 soal . Terdapat 1 soal

untuk indikator menyusun hipotesis, 1 soal untuk indikator menarik kesimpulan serta 3 soal untuk indikator mengamati.

3.5.1.2 Instrumen asesmen kinerja produk pemanfaatan limbah

Instrumen asesmen kinerja produk digunakan untuk mendapatkan data penilaian terhadap hasil produk pemanfaatan limbah yang dibuat siswa. Aspek penilaian kinerja produk didasarkan pada penilaian setiap produk, yaitu produk gula cair dan bioetanol dengan indikator rasa dan kejernihan untuk gula cair serta nyala api dan warna untuk bioethanol. Penilaian produk didasarkan pada rubrik penilaian dengan skor tertinggi 7 dan skor terendah 5.

3.5.1.3 Instrumen asesmen kinerja produk berpikir

Instrumen asesmen kinerja produk berpikir digunakan untuk mendapatkan data penilaian proses siswa dalam menyelesaikan permasalahan limbah. Instrumen ini diperoleh 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 digunakan untuk mendapatkan data respon siswa terhadap PBP, menggunakan skala likert 1-4 yang terdiri dari 10 item pernyataan, yang dilakukan dengan cara memberikan tanda checklist (✓) pada setiap kategori penskoran yang akan dipilih. Pengkategorian pada angket respon siswa seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. 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 Instrumen lembar keterlaksanaan PBP

Instrumen lembar keterlaksanaan PBP digunakan untuk mendapatkan data mengenai tingkat keterlaksanaan PBP yang diisi oleh guru mata pelajaran kimia pada akhir pembelajaran. Keterlaksanaan PBP diukur menggunakan skala likert yang terdiri 4 aspek penilaian dengan 4 kategori, yaitu kurang baik, cukup baik, baik dan sangat baik. Instrumen ini dibuat menggunakan angket tertutup dengan pernyataan positif yang diisi dengan cara memberikan tanda ceklist (✓).

Seluruh instrumen yang digunakan harus divalidasi agar data yang diperoleh sah, dapat dipercaya, serta valid. Pengujian instrumen pretes dan postes dalam penelitian ini menggunakan validitas isi dan dilakukan dengan cara *judgement*. Pengujian dilakukan dengan menguji kesesuaian antara soal pretes postes dengan indikator KPS oleh ahli.

3.5.2 Perangkat pembelajaran

Perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD yang digunakan selama pembelajaran menggunakan PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula.

3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

3.6.1 Pelaksanaan observasi

Melakukan observasi ke SMA Negeri 15 Bandarlampung bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai kurikulum yang digunakan, metode pembelajaran yang diterapkan, karakteristik siswa sebagai data awal untuk menentukan kelas sampel, jadwal serta kelengkapan alat dan bahan di laboratorium. Informasi yang diperoleh digunakan untuk menentukan sampel penelitian.

3.6.2 Penyusunan instrumen penelitian

Menyusun instrumen penelitian yang meliputi soal pretes dan postes KPS berupa soal uraian yang digunakan sebagai data kuantitatif, instrumen asesmen penilaian

kinerja produk pemanfaatan limbah, instrumen asesmen penilaian produk berpikir, instrumen angket respon siswa dan lembar tingkat keterlaksanaan pembelajaran. Penyusunan perangkat pembelajaran berupa RPP, LKPD PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula.

3.6.3 Pengambilan data

Pada tahap ini, pengumpulan data meliputi: (a) melakukan pretes pada awal pembelajaran; (b) melaksanakan kegiatan PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula dengan menggunakan satu kelas sampel, diperoleh data kinerja produk pemanfaatan limbah dan kinerja produk berpikir ; (c) melakukan postes untuk memperoleh hasil akhir KPS siswa; (d) memberikan siswa angket respon mengenai PBP pengolahan limbah industri tepung tapioka dan gula; (e) lembar keterlaksanaan PBP pengolahan limbah industri tepung tapioka dan gula diisikan oleh guru kimia.

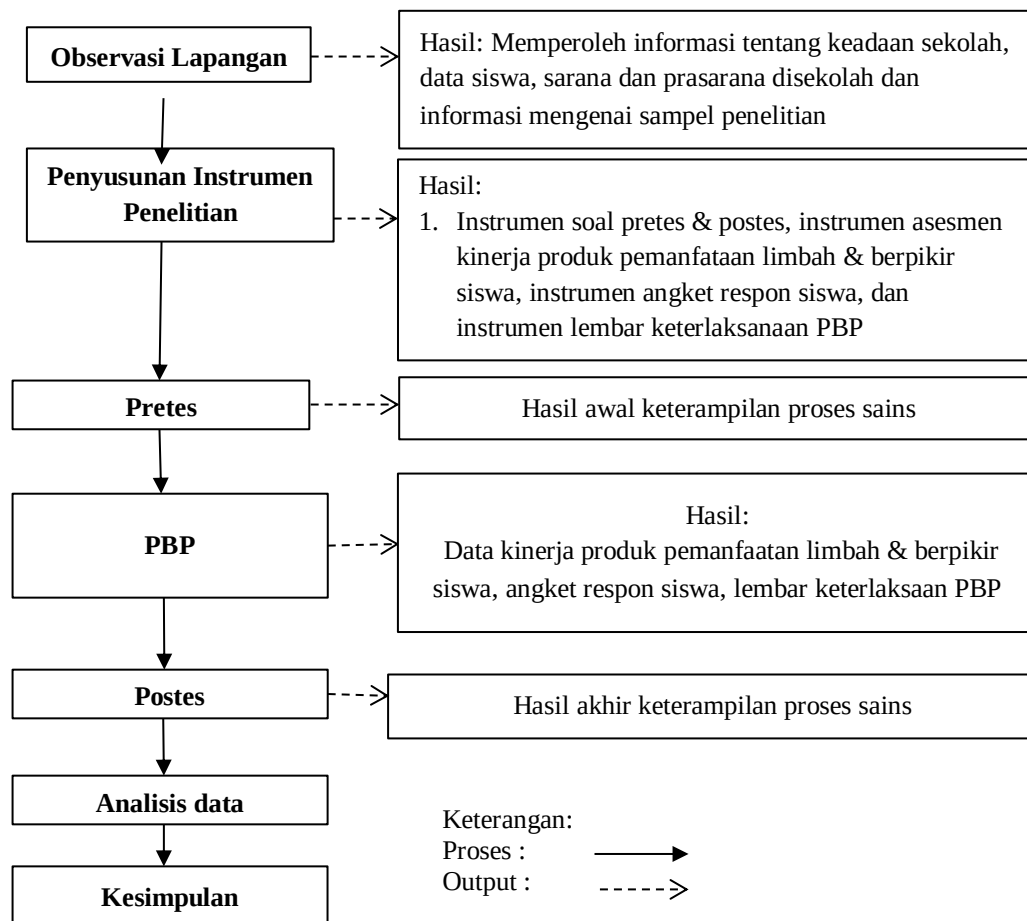
3.6.4 Analisis data

Pada tahap ini, yaitu menganalisis data utama dan data pendukung. Analisis data utama dilakukan dengan cara mengolah data skor pretes dan postes KPS dan data pendukung berupa asesmen kinerja produk pemanfaatan limbah 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. Dalam penelitian ini analisis data dilakukan terhadap data utama dan data pendukung.

3.7.1.1 Analisis data utama

Data utama yang diperoleh pada penelitian ini adalah skor pretes dan postes KPS. Data skor pretes dan postes siswa yang telah diperoleh kemudian dihitung rata-ratanya. Rata-rata skor pretes dan postes dihitung dengan rumus sebagai berikut:

a. mengolah data skor pretes dan postes

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

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 untuk mengetahui peningkatan KPS siswa dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

$\sum skor soal indikator ke - i$ = 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 KPS 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

b. perhitungan *n-gain*

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

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

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 8.

Tabel 8. 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 KPS dengan rumus sebagai berikut:

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

c. mengubah skor menjadi nilai

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

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

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

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

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 data yang diperoleh dari asesmen kinerja produk pemanfaatan limbah, asesmen kinerja produk

berpikir, angket respon siswa dan tingkat keterlaksanaan pembelajaran terhadap model PBP.

1. Analisis data kinerja produk pemanfaatan limbah

Indikator *taks* yang diukur dalam kinerja produk adalah produk pemanfaatan limbah yang telah dibuat oleh siswa. Perolehan skor data kinerja produk dihitung dengan cara menjumlahkan skor yang diperoleh.

2. Analisis data kinerja produk berpikir

Indikator *task* yang diukur dalam kinerja produk berpikir adalah jawaban tertulis dalam LKPD. Data kinerja produk berpikir dihitung dengan cara menjumlahkan skor yang diperoleh.

3. Analisis data respon siswa

Data hasil angket respon siswa terhadap PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula diperoleh dengan cara siswa mengisi pernyataan positif dengan cara memberikan tanda ceklist (✓) pada tiap kategori yang dipilih, pengkategorian pada angket respon siswa seperti pada Tabel 7.

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

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

$$\text{rata - rata presentase skor tiap item} = \frac{\sum \text{skor tiap item siswa}}{n \times \text{skor maksimal}} \times 100\% \dots (11)$$

Keterangan :

$\sum$ skor tiap item siswa : jumlah skor tiap item siswa
 n : banyaknya siswa dalam satu kelas

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

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

- c. Hasil perhitungan persentase rata-rata skor respon siswa kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria (Sugiyono, 2019) yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. 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

(Sugiyono, 2019)

4. Analisis data keterlaksanaan pembelajaran

Adapun langkah-langkah terhadap keterlaksanaan PBP 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).

- b. Menghitung rata-rata ketercapaian untuk setiap aspek pengamatan
- c. Menafsirkan data keterlaksanaan PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula. Berdasarkan harga persentase ketercapaian pelaksanaan pembelajaran (Arikunto, 2002) seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria tingkat ketercapaian pelaksanaan pembelajaran

Presentase (%)	Kriteria
80,1% - 100%	Sangat tinggi

Tabel 10. (lanjutan)

(1)	(2)
60,15% - 80 %	Tinggi
40,1% - 60%	Sedang
20,1% - 40%	Rendah
0,0% - 20%	Sangat rendah

(Ari kunto,2002)

3.7.2 Pengujian hipotesis

Pengujian hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan uji parametrik yaitu uji perbedaan dua rata-rata. Uji perbedaan dua rata-rata dilakukan pada nilai postes dan pretes dengan menggunakan uji *dependet sample t-test*. Sebelum melakukan uji *dependet sample t-test* harus dilakukan uji prasyarat, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas terhadap nilai pretes dan postes kelas sampel.

3.7.2.1 Uji prasyarat

1. Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data dari 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.

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 :

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

2. Uji homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah sampel penelitian berasal dari varians yang homogen atau tidak. Hasil dari uji homogenitas kemudian digunakan untuk menentukan statistik yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis. Uji homogenitas pada penelitian ini 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 kriteria uji menggunakan SPSS yaitu:

1. Jika signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima atau H_1 ditolak
2. Jika signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak atau H_1 diterima.

3.7.2.2 Uji perbedaan dua rata-rata

Uji perbedaan dua rata-rata digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula terhadap KPS siswa. Setelah diketahui sampel penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan homogen, maka uji perbedaan dua rata-rata dilakukan dengan menggunakan statistik parametrik yaitu uji *Dependent Sample t-Test* menggunakan SPSS 25.0.

Rumusan hipotesis untuk uji ini :

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$: Nilai rata rata postes KPS kurang dari atau sama dengan nilai rata-rata pretes KPS setelah diterapkan model PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula.

$H_a : \mu_1 > \mu_2$: Nilai rata rata postes KPS lebih dari nilai rata-rata pretes KPS setelah diterapkan model PBP pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula.

Keterangan :

μ_1 = Nilai rata-rata postes KPS siswa

μ_2 = Nilai rata-rata pretes KPS siswa

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

1. Jika signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima atau H_a ditolak (perbedaan nilai yang tidak signifikan).
2. Jika signifikansi < 0.05 maka H_0 ditolak atau H_a diterima (perbedaan nilai yang signifikan).

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

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

$T_{\text{tabel}} < T_{\text{hitung}}$: H_0 ditolak atau H_a diterima (Widiyanto, 2013).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, diketahui bahwa hasil uji normalitas dan homogenitas diperoleh skor *Asym sig.* $> 0,05$ maka sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan memiliki varians homogen. Dari kedua hasil uji tersebut dilakukan uji *dependent sample t-test* dan diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai postes dengan rata-rata nilai pretes serta rata-rata *n-gain* yang diperoleh sebesar 0,70 berkategori tinggi. Rata-rata persentase keterlaksanaan PBP sebesar 82,5% berkategori sangat tinggi. Rata-rata persentase respon siswa sebesar 83,5% berkategori sangat baik. Hasil respon siswa selama pembelajaran juga menunjukkan bahwa model PBP menjadikan pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan, sehingga siswa menjadi lebih aktif dalam berdiskusi. Model PBP memotivasi siswa untuk lebih menonjolkan keterampilan berpikir dalam melaksanakan suatu proyek. Oleh karena itu, berdasarkan hasil uji statistik, *n-gain* yang diperoleh dan hasil keterlaksanaan PBP serta hasil respon siswa selama pembelajaran dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek pemanfaatan limbah industri tepung tapioka dan gula efektif dalam meningkatkan KPS siswa SMA.

5.2 Kendala

Kendala-kendala yang dihadapi selama penelitian PBP ini, yaitu:

1. Kegiatan proyek berbenturan dengan kegiatan ulang tahun sekolah dan Latihan Ujian Sekolah (LUS) untuk kelas 12 sehingga kegiatan pembelajaran sedikit terkendala waktu.
2. Penyesuaian waktu guru diluar jam pembelajaran untuk siswa berkonsultasi

secara bergantian, memerlukan jadwal yang efektif.

3. Waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek lama, sehingga dibutuhkan kesediaan dan kesabaran guru dalam membimbing siswa dalam pembelajaran.
4. Penyesuaian suhu pada proses destilasi dalam pembuatan bioetanol cukup sulit dikarenakan sumber api yang digunakan adalah kompor.

5.3 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan bahwa:

1. Pembelajaran berbasis proyek hendaknya diterapkan pada pembelajaran kimia, karena terbukti efektif meningkatkan KPS siswa.
2. Bagi guru dan calon peneliti yang ingin menerapkan pembelajaran berbasis proyek, hendaknya memperhatikan pemilihan waktu proyek supaya dilaksanakan pada hari efektif serta memperhatikan penggunaan sumber api pada proses destilasi dalam pembuatan produk bioetanol, sebaiknya menggunakan sumber api yang dapat diatur agar suhunya tetap stabil.
3. Guru yang akan menerapkan pembelajaran berbasis proyek hendaknya memberikan keleluasaan bagi siswa untuk berkonsultasi, sehingga pembelajaran lebih menyenangkan dan siswa dapat mengeksplorasi pemikirannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amanda, Gusti N., Biru T. L& suryani I. D. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* terhadap Keterampilan Proses Sains. *PENDIPA Journal of Science Education*. 7 (2): 168-177.
- Amalia, Aulia & Hidayah, Rusly. (2020). Profil Keterampilan Proses Sains Siswa dalam Materi Asam Basa di Sekolah Menengah Atas. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. 154-164.
- Andromeda, A., Ellizar, E., Iryani, I., Bayharti, B & Yulmasari, Y. (2018). Validitas dan Praktikalitas Modul Laju Reaksi Terintegrasi Eksperimen dan Keterampilan Proses Sains untuk Pembelajaran Kimia di SMA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*. 2(2): 132-139.
- Arikunto, S. (2002) . *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Arnyana, I. B. P. (2019). Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kompetensi 4C (*Communication, Collaboration, Critical Thinking dan Creative Thinking*) Untuk Menyongsong Era Abad 21. *Jurnal Pendidikan*. 1 (1): 1-2.
- Colley, K. (2008). Project-based Science Instruction: a primer An Introductioan an Learning Cycle for Project Based Science. *Jurnal The Science Teacher*. 75 (1): 23-28.
- Choi, J., Lee, J. H., & Kim, B. (2019). How Does Learner-Centtered Educationn Affect Teacher Self-Efficacy? The Case of Project-Based Learning in South Korea. *Teaching and Teacher Education*. 85: 45-57.
- Dahar, R.W. (1985). Kesiapan Guru Mengajarkan Sains di Sekolah Dasar ditinjau dari Segi Pengembangan Keterampilan Proses Sains (Suatu Iluminatif tentang Proses Belajar Mengajar Sains di Kelas 4, 5 dan 6 Sekolah Dasar). *Disertasi Doktor*. Bandung: FPS IKIP Bandung.
- Daniah, D. (2020). Pentingnya Inkuiri Ilmiah pada Praktikum dalam Pembelajaran IPA untuk Peningkatan Literasi Sains Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan*. 9(1): 144-153.
- Dharma, U. S., Rajabiah. N., & Setyadi. . (2017). Pemanfaatan Limbah Blotong & Bagase Menjadi Biobriket Dengan Perekat Berbahan Baku Tetes Tebu Setilage. *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*. 6 (1): 92-102.

- Diaz, D., & King, P. (2007). *Adapting a Post-Secondary STEM Instructional Model to K-5 Mathematics Instruction*. Clemson: Clemson University.
- Diawati, C., Liliyasi, Setiabudi, A., & Buchari. (2017b). Students' construction of a simple steam distillation apparatus and development of creative thinking skills: A project-based learning. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1848, No. 1, p. 030002). AIP Publishing LLC.
- Diawati, C., Liliyasi, Setiabudi, A., & Buchari. (2018). Using Project-Based Learning To Design, Build, and Test Student-Made Photometer by Measuring the Unknown Concentration of Color Substances. *Journal of Chemical Education*.
- Dimiyati, & Mudjiono. (2006). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Doppelt, Y. (2005). Assessment Of Project Based Learning In A Mechatronics context. *Journal of Technology Education*, 16 (2): 7-24.
- Eliyana, E. (2020). Analisis keterampilan proses sains siswa belajar IPA materi tumbuhan hijau pada siswa kelas V SDN 3 Panjerejo di masa pandemi Covid-19. *Eduproxima (Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA)*. 2 (2): 87-100.
- Fitriyani, A., Toto, & Erlin . (2020). Implementasi Model PjBL-STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 8 (2): 1-6.
- Fraenkel, J.C, and Wallen, N.E. (2006). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York: McGraw-Hill, inc.
- . (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education 8th Edition*. Boston: McGraw-Hill Higher Education.
- Ginanjar, G, G., Muslim., & Effendi. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Penguasaan Konsep Siswa SMP Pada Materi Pesawat Sederhana. *Wahana Pendidikan Fisika*. 1(3):2027.
- 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).
- Hornejas, J, S & Guntalidat Jose Antonio A. (2024). Project-Based Learning Approach On Content Mastery And Cognitive Skills: A Pedagogical Model For Senior High School Biology Students. *International Journal of Interdisciplinary Studies*. 5 (2) : 1-13.

- Indrianeu, T., & Singkawijaya. (2019). Pemanfaatan Limbah Industri Rumah Tangga Tepung Tapioka Untuk Mengurangi Dampak Lingkungan. *Jurnal Geografi*. 17 (2): 40-47.
- Indriani, R., Wahidin, Ginanjar Asep (2023). Pengembangan Model Project Based Learning Berbantuan *Augmented Reality* Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Sikap Ilmiah Peserta Didik Kelas XI Pada Materi Sel. *Jurnal Wahana Pendidikan*. 10 (2): 339-348.
- Insyasiska, D., Siti, Z., & Herawati, S. (2017). Pengaruh Project Based Learning terhadap Motivasi Belajar. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 1(1): 9-21.
- Kemendikbud. (2013). *Pedoman Pelatihan Bantuan Implementasi Kurikulum Tahun 2013*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kementrian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2006). *Pedoman Pemanfaatan dan Pengolahan Limbah Tapioka*. Jakarta: Asisten Deputi Urusan Pengadilan Perencanaan Agro Industri Deputi MENLH Bidang 74 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.
- Khoiriyah, H. M., Sudarti., Nuraini, L., & Rozak, A. (2023). Pengaruh Model Project Based Learning Dalam Pembelajaran Teori Kinetik Gas Terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Di SMAN 5 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 12 (1): 1-8.
- Kurniasari, H. N., Fatma. R. A., & Aldomoro. 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*. 11 (2): 102-113.
- Kusuma, A. P., Istirokhatun, T., & Purwono. (2017). Pengaruh Penambahan Urin Sapi dan Molase Terhadap Kandungan C Organik dan Nitrogen Total Dalam Pengolahan Limbah Padat Isi Rumen RPH dengan Pengomposan Aerobik. *Jurnal Teknik Lingkungan*: 6(1): 1–9.
- Lestari, Mery. (2020). Pengaruh PBL (*Problem Based Learning*) Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa di Dusun Bunkawang. (*Thesis*). UIN Mataram.
- Liandari, E., Siahan P., Kurniawati, & Isnaini. (2017). Upaya Meningkatkan Kemampuan Merumuskan Dan Menguji Hipotesis Melalui Pendekatan Keterampilan Proses Sains Dengan Metode Praktikum. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*. 2(1): 50-55.

- Lusiani, C.E., P.N. Ningrum, P.N. Trisanti dan Sumarno. (2016). Degradasi Onggok Limbah Tapioka menjadi Gula Pereduksi Menggunakan Proses Sonikasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. ISSN 1693-4393.
- M Hosnan. (2014). *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia
- Magiroh, N., Herawati & Abdul. (2016). Pengaruh *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X SMA Negeri Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan*. 1 (8): 1588-1593.
- Mahali, J., Kashardi., Irwandi & Hartati, S.M. (2023). Perbedaan Keterampilan Proses Sains Menggunakan Model Pembelajaran PJBL dan PBL pada Pembelajaran IPA di SMP Negeri 02 Seberang Musi. *Indonesian Journal of Innovation Multidisipliner Research*. 1(3): 271-282.
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M.R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Jurnal Pendidikan*. 12 (1): 30.
- Martiyana, N.R. (2022). Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong (*Manihot Utilissima*) Sebagai Gula Cair Secara Metode Hidrolisis Enzimatis. *Skripsi*. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P., & Hooper, M. 2016. TIMSS 2015 *International Results in Science*. Retrieved from Boston College, USA, TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Maya, Y. (2020). Penggunaan Blended Learning pada Pembelajaran Era Industri 4.0. *Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra*. 4(2): 31-38.
- Muis, A., & Dewi, L. (2021). Day Care Management Course Design Based On OBE And Pjbl For Teacher Education Of Early Childhood Education Program. *Inovasi Kurikulum*. 18 (2): 128-140.
- Mutmainnah, N.S., Padmawati., Puspitasari., & Prayitno. (2019). Profil Keterampilan Proses Sains (KPS) Mahasiswa Pendidikan Biologi Ditinjau Dari Kemampuan Akademik (Studi Kasus Di Salah Satu Universitas di Surakarta). *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*. 3 (1): 49-56.
- Nawahdani, A. M., Maison, Dwi Agus Kurniawan, & Defri Melisa. (2021). Analisis Model *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Dan Sains*: 348-354.

- Nurdiansah, I., & Makiyah, Y. S. (2021). Efektivitas Modul Hybrid Project Based Learning (H-Pjbl) Berbasis Laboratorium Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*. 7(2): 104–110.
- Nurfitra, T., Maming, R., & Muhiddin, N. H. (2021). Pengaruh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Guided Discovery* Terhadap Keterampilan Proses Sains (KPS) dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas VIII. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains*. 4 (2): 121-128.
- Nurhasanah., Mulhayatiah, D., dan Suartini, K. (2016). Tes Keterampilan Proses Sains (KPS) pada Konsep Kalor. *Produk Pengembangan dari Skripsi*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Nurramadhani, E., Leny, and Mahdian. (2023). Project Based Learning Model to Increase Scientific Process Skills and Knowledge Learning Outcomes of Students on Colloid System. *Journal of Mathematics, Science, and Computer Education (JMSCEdu)*. 3 (2):72-83.
- Nuvitalia, D., Cayani, E.E., Patonah, S., & Saptaningrum, E. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Fisika pada Materi Listrik Searah Berbasis Keterampilan Proses Sains untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA/MA Kelas XI. *Jurnal Kualita Pendidikan*. 2 (1): 57-62.
- Okoye, Maureen N. & Osuafor, Abigail M. (2021). Effects of Project-Based Learning Method on Students' Acquisition of Science Process -Skills in Awka Education Zone. *AJSTME*. 6(2): 10-20.
- Permendikbud. (2014). *Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta, Indonesia: Permendikbud.
- Puspita, A. R., Paidi, & Nurcahyo, H. (2017). Analisis Keterampilan Proses Sains LKPD Sel di SMA Negeri Kota Bekasi. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi*. 6(3): 164-170.
- Ramadhan, Gema Aulia. 2019. *Pengaruh Suhu Dan Waktu Sakarifikasi Terhadap Karakteristik Produk Gula Cair Sorgum (Sorghum Bicolor)*.
- 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.
- Rohayati, T., & Ibrahim. (2019). Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Siswa Pada Materi Sistem Sirkulasi. *Jurnal Garda Guru*. 1(1): 11-21.

- Sabaruddin, S. (2019). Penggunaan Model Pemecahan Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Analisis Peserta Didik Pada Materi Gravitasi Newton. *Lantanida Journal*. 7(1): 25-37.
- Safaruddin, S., Ibrahim, N., Juhaeni, J., Harmilawati, H., & Qadrianti, L. (2020). The Effect of Project-Based Learning Assisted by Electronic Media on Learning Motivation and Science Process Skills. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*. 1 (1): 22-29.
- Sahu, O. (2019). Electro-oxidation and chemical oxidation treatment of sugar industry wastewater with ferrous material: An investigation of physicochemical characteristic of sludge. *South African Journal of Chemical Engineering*. 26–38.
- Sari, D. P. (2019). Pengaruh Penerapan Model *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Pencemaran Lingkungan di SMP Negeri 18 Bandar Lampung. *Skripsi*. Lampung : Universitas Lampung.
- Solpa N, H., Lukman & Vica. (2022). Analisis Keterampilan Proses Sains (KPS) dalam Buku Teks IPA SMP Kelas VII Tema Pemanasan Global. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*. 8 (3): 9 – 18.
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono, (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sugiyono (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabet.
- Suhanda., & Sugeng S. (2018). Penerapan Pembelajaran Kimia Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X SMA Negeri 2 Purworejo. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. 2(2): 2137 – 2148.
- Sunyono, S. (2018). Science Process Skills Characteristics of Junior High School Students in Lampung. *European Scientific Journal, ESJ*.14(10): 32.
- Utami, T., Kristin, F., & Anugraheni, I. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Kreativitas dan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas 3 SD. *Jurnal Mitra Pendidikan*. 2(6): 541-552.
- Widiyanto, Agus Mikha. (2013). *Statistika Terapan*. Jakarta: PT. Elex Media.
- Wirayuda, R. P., Darmaji., & Kurniawan, D. A. (2022). Identification of Science Process Skills and Students' Creative Thinking Ability In Science Lessons. *Innovative Education Journal*. 4 (1): 130-137.

- Yunianingrum, S., Idam R., & Hadiyah. (2018). Peningkatan Keterampilan Menyimpulkan Melalui Model PjBL (*Project Based Learning*) Pada Pembelajaran Ipa Siswa kelas III sekolah Dasar. *Didaktika Dwija Indria*. 7 (7) : 24-29.
- Zulaifah, N., Rosyidah U., & Andriani, R. ((2021). Dampak Pembuangan Limbah Tapioka Terhadap Kualitas Air Sungai Keding Di Desa Ngemplak Kidul Pati. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. 6 (1): 331-334.