

**IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN
PROJECT BASED LEARNING TERHADAP
KETERAMPILAN PROSES SAINS PESERTA
DIDIK PADA MATERI KIMIA HIJAU DALAM
PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN 2030**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh: **YULISTINA**
NIM: 2008076004

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

**IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN
PROJECT BASED LEARNING TERHADAP
KETERAMPILAN PROSES SAINS PESERTA
DIDIK PADA MATERI KIMIA HIJAU DALAM
PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN 2030**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh: **YULISTINA**
NIM: 2008076004

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Yulistina
NIM : 2008076004
Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

Implementasi Model Pembelajaran *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Kimia Hijau Dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya penulis sendiri, kecuali bagian tertentu yang di rujuk sumbernya.

Semarang, 13 Desember 2023
Pembuat Pernyataan



Yulistina

NIM: 2008076004

i



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 7643366
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web: <https://fst.walisongo.ac.id/>

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Implementasi Model Pembelajaran
Project Based Learning Terhadap
Keterampilan Proses Sains Peserta
Didik Pada Materi Kimia Hijau dalam
Pembangunan Berkelanjutan 2030

Peneliti : Yulistina
NIM : 2008076004
Program Studi : Pendidikan Kimia

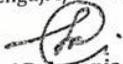
Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh dewan penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana
dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 27 Desember 2023

DEWAN PENGUJI

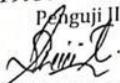
Penguji I/Ketua Sidang

Penguji II/ Sekretaris Sidang


Sri Ralmaniana, M.Pd

NIP. 199301162019032017

Penguji III


Dr. Sri Mulyanti, M.Pd

NIP. 198702102019032019




Hakim, S.Pd., M.Pd

NIP. 199108032016011901

Penguji IV


Hagihati Setiowati, M.Pd

NIP. 1992019032021


Sri Ralmaniana, M.Pd

NIP. 199301162019032017

NOTA DINAS

Semarang, 13 Desember 2023

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo

Di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Implementasi Model Pembelajaran
Project Based Learning Terhadap
Keterampilan Proses Sains Peserta Didik
Pada Materi Kimia Hijau Dalam
Pembangunan Berkelanjutan 2030**

Nama : **Yulistina**

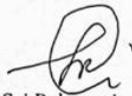
NIM : 2008076004

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang munaqosah.

Wassaiikum'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I,



Sri Rahmania, M.Pd
NIP.199301162019032017

Implementasi Model Pembelajaran *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

Yulistina
2008076004

ABSTRAK

Penerapan pembelajaran berbasis proyek merupakan program utama pada kurikulum merdeka. Peserta didik ikut berperan dalam proses pembelajaran melalui proyek atau tugas yang memerlukan pemecahan masalah, kolaborasi, dan penerapan keterampilan abad 21 seperti keterampilan proses sains. Namun, fakta dilapangan menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilakukan belum melibatkan peserta didik secara aktif dan keterampilan proses sains peserta didik belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh implementasi model *project based learning* terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 dan respons peserta didik. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, yang berdesain *quasi eksperimen design* berdesain *posttest only control group design*. Teknik pengambilan sampel digunakan adalah *cluster random sampling*. Sampel dari penelitian ini kelas X3 sebagai kelas eksperimen dan kelas X2 sebagai kelas kontrol. Hasil uji hipotesis *independent sample t-test* menunjukkan nilai (Sig) $0,00 < 0,05$. Nilai rata-rata keterampilan proses sains peserta didik pada kelas eksperimen 79,19 dan kelas kontrol 60,34. Model pembelajaran *project based learning* menunjukkan berpengaruh terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030. Sedangkan respons peserta didik

penerapan model PjBL dalam mengukur keterampilan proses sains pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 memberikan hasil yang sangat baik dalam mengembangkan keterampilan peserta didik, memperdalam konsep, dan meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran.

Kata Kunci: Pengaruh Implementasi, Project Based Learning, Keterampilan Proses Sains, Kimia Hijau

KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, taufik, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Implementasi Model Pembelajaran *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030" ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa pula tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu dinantikan syafaatnya kelak di dunia maupun diakhirat.

Dengan selesainya skripsi ini, perkenankan penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun dalam penyusunan skripsi ini. Ucapan terimakasih ini peneliti sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
2. Ibu Dr. Atik Rahmawati, M.Si. selaku ketua jurusan Pendidikan Kimia.
3. Ibu Sri Rahmania, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Hanifah Setiowati, M.Pd. selaku dosen wali yang selalu memberikan nasihat, masukan serta dukungan kepada penulis.

5. Ibu Apriliana Drastisianti, M.Pd., Resi Pratiwi M.Pd., dan Nana Misrochah, M.Pd selaku dosen validator instrumen.
6. Bapak Sugiarto, S.Pd, Kim dan Ibu Ummi Rahmawati, M.Si selaku guru pengampu kimia SMA N 16 Semarang.
7. Peserta didik kelas X2 dan X3 SMA N 16 Semarang yang berkenan ikut andil dalam penelitian.
8. Kepada orang tua yaitu Bapak Huldand dan Ibu Sunarti. Kata-kata tidak akan pernah cukup untuk mengungkapkan rasa terima kasihku kepada kalian berdua. Skripsi ini tidak akan pernah terwujud tanpa doa, dukungan, cinta, dan pengorbanan yang kalian berikan sepanjang perjalanan ini. Aku ingin mengucapkan terima kasih yang dalam dan tulus atas segala hal yang kalian lakukan untukku. Terima kasih kepada orang tuaku karena telah menjadi tiang penyangga dalam hidupku. Aku berharap bahwa skripsi ini akan menjadi bukti kebanggaan bagi kalian, dan aku berjanji untuk terus berusaha menjadi pribadi yang kalian banggakan.
9. Kepada Kakak-kakakku (Hendri Hirawan, Wawan Suganda, dan Akhmad Jeri) dan ayuk-ayukku (Rina Helna Tuti, Vera Hidayah, dan Oktiana), terima kasih karena telah menjadi teladan yang luar biasa dalam hidupku. Kalian telah mengajarkan tentang nilai-nilai seperti kejujuran, kerja keras, dan ketekunan. Selalu menginspirasi oleh kesuksesan dan pencapaian kalian, dan berharap bisa mengikuti jejak kalian. Terima kasih karena telah memberikan dukungan dan semangat yang tak tergantikan. Skripsi ini tidak akan pernah

terwujud tanpa dukungan, cinta, dan semangat yang kalian berikan sepanjang perjalanan ini. Saya merasa sangat beruntung karena memiliki kalian sebagai saudara dan saudari.

10. Keluarga besar yang selalu mendukung, memotivasi, dan selalu menghibur sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
11. Segenap dosen Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membekali banyak pengetahuan selama studi di UIN Walisongo Semarang. Semoga ilmu yang bapak dan ibu berikan mendapatkan berkah dari Allah SWT.
12. Teman-teman pendidikan kimia 2020 (PK A) yang telah memberikan warna selama menempuh perkuliahan, teman-teman PLP SMA N 16 Semarang, dan teman-teman KKN Reguler 81 posko 5 terimakasih atas kebersamaan, bantuan, motivasi, dan dukungannya.
13. Teman-teman kul17 Semarang (Febi, mba Anggit, Ila, Silvi, Putri, Raudoh, dan Nidaul) yang menemani selama hidup di Semarang perantauan yang selalu menghibur dan mendengarkan keluh kesah.
14. Teman-teman cewekkamu dan BW yang selalu mendengarkan keluh kesah, memberikan semangat, dan info di Lampung yang trending.
15. Kepada diriku sendiri karena telah memprioritaskan waktu dan energi untuk menyelesaikan skripsi ini, telah mempercayai kemampuanku sendiri, dan terima kasih kepada diriku sendiri karena telah menjadi pendorong dan motivator terbesarku. Aku berjanji untuk terus menghargai dan merawat diriku sendiri,

serta menggunakan pengalaman ini untuk tumbuh dan berkembang lebih lanjut.

16. Semua pihak yang telah membantu terselesainya penulisan skripsi ini tidak disebut satu persatu.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Semarang, 15 Desember 2023
Peneliti,

Yulistina
NIM: 2008076004

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Pembatasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	8
BAB II LANDASAN PUSTAKA	11
A. Kajian Teori.....	11
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	35
C. Kerangka Berpikir	38
D. Hipotesis Penelitian	42
BAB III METODE PENELITIAN	43
A. Jenis Penelitian	43
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	44
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	44
D. Definisi Operasional Variabel	45
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	46
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen.....	53
G. Teknik Analisis Data	56

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	61
A. Deskripsi Hasil Penelitian	61
B. Hasil Uji Hipotesis.....	70
C. Pembahasan	70
D. Keterbatasan Penelitian.....	105
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	106
A. Simpulan.....	106
B. Implikasi.....	107
C. Saran	107
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN-LAMPIRAN	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Langkah-langkah pelaksanaan PjBL	16
Gambar 2.2	Langkah penerapan pembelajaran PjBL	16
Gambar 2.3	12 Prinsip Kimia Hijau	27
Gambar 2.4	17 agenda SDgS	34
Gambar 2.5	Sistematika Kerangka Berpikir	41
Gambar 4.1	Rekapitulasi Rata-Rata Nilai <i>Posttest</i> pada kelas eksperimen dan kelas kontrol	67
Gambar 4.2	Nilai Rata-Rata 8 Aspek KPS	76
Gambar 4.3	Grafik respons peserta didik	96

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Aspek Keterampilan Proses Sains (KPS)	21
Tabel 3.1	<i>Posttest only control group design.</i>	43
Tabel 3.2	Aspek Keterampilan Proses Sains (KPS)	49
Tabel 3.3	Aspek Keterampilan Proses Sains (KPS)	52
Tabel 3.4	Kriteria Reliabilitas	56
Tabel 3.5	Skala Likert	59
Tabel 3.6	Kriteria hasil angket respons	60
Tabel 4.1	Hasil Uji Validitas Instrumen	63
Tabel 4.2	Hasil Uji Normalitas <i>Posttest</i>	68
Tabel 4.3	Hasil Uji Homogenitas <i>Posttest</i>	60
Tabel 4.4	Uji Hipotesis <i>Posttest</i>	70
Tabel 4.5	Hasil Penilaian Observasi Aspek Observasi /Mengamati	78
Tabel 4.6	Hasil Penilaian Laporan Aspek Observasi /Mengamati	79
Tabel 4.7	Hasil Penilaian Aspek Menafsirkan	82
Tabel 4.8	Hasil Penilaian komponen memprediksi	86
Tabel 4.9	Hasil Penilaian Aspek Berhipotesis	89
Tabel 4.10	Hasil Penilaian Aspek Menggunakan Alat dan Bahan	90
Tabel 4.11	Hasil Penilaian Observasi Aspek Menerapkan Konsep	91
Tabel 4.12	Hasil Penilaian Aspek Berkomunikasi	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Surat Penunjukan Pembimbing	118
Lampiran 2	Permohonan Riset Ke Sekolah	119
Lampiran 3	Surat Keterangan Riset	120
Lampiran 4	Surat Penunjukan Validator	121
Lampiran 5	Instrumen Lembar Petunjuk Praktikum PjBL	122
Lampiran 6	Instrumen Lembar Petunjuk Praktikum	133
Lampiran 7	Kisi-Kisi Penilaian Instrumen	140
Lampiran 8	Kriteria hasil angket respons	152
Lampiran 9	Validasi Instrumen	159
Lampiran 10	Daftar Nama Responden Uji Coba Instrumen	164
Lampiran 11	Hasil Uji Coba Instrumen	165
Lampiran 12	Uji Validitas Instrumen	166
Lampiran 13	Uji Reliabilitas	169
Lampiran 14	Modul Ajar Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	170
Lampiran 15	Daftar Nama Sampel Penelitian	222
Lampiran 16	Hasil Nilai Peserta Didik	227
Lampiran 17	Hasil Perhitungan Normalitas dan Homogenitas	229
Lampiran 18	Uji Hipotesis (Uji <i>Independent t test</i>)	230
Lampiran 19	Lembar Respons Peserta didik	231
Lampiran 20	Dokumentasi	234

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kurikulum adalah suatu sistem yang mempunyai komponen-komponen yang saling berkaitan dan menunjang satu sama lain (Huda, 2017). Perubahan signifikan dalam sistem pendidikan di Indonesia salah satunya yaitu kurikulum merdeka (Martin & Simanjourang, 2022). Tujuan dari kurikulum merdeka adalah menciptakan peserta didik inovatif, kreatif, dan mandiri, serta menjadi warga negara yang berpartisipasi dalam pembangunan negara dan bersaing tingkat global (Indarta dkk., 2022). Menurut Arviyansyah & Shagena (2022) dalam menerapkan kurikulum merdeka, guru harus berperan sebagai fasilitator yang mampu mendorong peserta didik untuk menjadi lebih baik.

Menurut Aransyah dkk. (2023) tidak semua guru siap dan terlatih dalam pengembangan pembelajaran kurikulum merdeka tersebut. Menurut Narsa, Wulan, & Rosita (2022) dalam menerapkan kurikulum merdeka diperlukan model pembelajaran yang lebih berkolaborasi juga berpartisipasi dalam proses pembelajaran. Pembelajaran berbasis proyek adalah salah satu program utama dalam kurikulum merdeka,

peserta didik ikut berperan dalam proses pembelajaran (Mujiburrahman, Suhardi, & Hadijah, 2022). Model pembelajaran yang menerapkan proyek dalam pembelajaran yaitu model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL).

Project Based Learning (PjBL) merupakan pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk belajar langsung, menemukan solusi yang berkelanjutan, dan berkolaborasi dengan peserta didik lainnya (Mukhlifida, 2021). PjBL merupakan model pembelajaran populer di negara-negara maju seperti Amerika Serikat. Sedangkan menurut Ulrich (2016), model PjBL dapat mendukung peserta didik mengetahui konsep dan aplikasinya dalam kehidupan nyata juga membangun dan menerapkan konsep proyek. Model PjBL sangat cocok digunakan dalam pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik tentang konsep dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari serta meningkatkan motivasi peserta didik untuk belajar (Muliaman, 2021).

Setelah melakukan pra-riset, PjBL masih jarang digunakan di sekolah salah satunya di SMA N 16 Semarang. Sumber daya manusia dan finansial yang kurang membuat model pembelajaran PjBL jarang diterapkan di sekolah. Model pembelajaran PjBL dapat membantu peserta didik menangani masalah, mengumpulkan data, mengatur dan

menginterpretasikan informasi, dan berkomunikasi dengan baik. Aspek pada penerapan PjBL tersebut merupakan komponen dalam Keterampilan Proses Sains (KPS) (Maysyaroh & Dwikoranto, 2021).

KPS merupakan komponen penting dalam pembelajaran sains yang dapat membantu peserta didik memahami konsep sains lebih baik (Sulistiyono, 2020). Sedangkan menurut Rustaman (2007) mengamati atau observasi, mengelompokkan atau klasifikasi, menafsirkan, meramalkan atau prediksi, ber hipotesis, menggunakan alat dan bahan, menerapkan konsep, dan berkomunikasi adalah beberapa indikator KPS. Setelah melakukan pra-riiset pada SMA N 16 Semarang diketahui bahwa penilaian KPS belum dilakukan sehingga belum ada gambaran KPS bagi peserta didik. Sedangkan menurut guru SMA N 16 Semarang ada beberapa aspek KPS yang tidak dimiliki peserta didik yaitu dalam proses pembelajaran peserta didik cenderung pasif, jarang bertanya, dan sulit dalam melakukan observasi.

KPS memiliki peran yang sangat penting dan harus dimiliki oleh setiap peserta didik (Mutmainnah dkk., 2019). Menurut Chen dkk. (2021) indikator keterampilan tersebut mencakup tindakan yang dilakukan untuk mencari dan memproses informasi yang akhirnya menjadi pengetahuan individu tersebut. Mahmudah, Makiyah, dan Sulistyaningsih

(2019) mengatakan bahwa KPS sangat penting bagi peserta didik bertujuan untuk membantu peserta didik dalam menentukan dan mengembangkan materi untuk meningkatkan kemampuan peserta didik di masa depan.

KPS merupakan salah satu penilaian pendukung dalam penilaian taksonomi bloom yaitu keterampilan (Cahya, Saridewi, & Muslim, 2023). KPS merupakan pendekatan pembelajaran yang berfokus kepada proses sains yang lebih dari sekedar kumpulan pengetahuan, tetapi mengandung empat hal yakni proses atau metode, konten atau produk, teknologi, dan sikap (Sumaryani & Parmithi, 2021). KPS memberi kesempatan kepada peserta didik untuk memiliki keahlian seperti yang dilakukan ahli sains melalui pengamatan, klasifikasi, inferensi, merumuskan hipotesis dan melakukan eksperimen (Dewi & Muhiri, 2020). Salah satu mata pelajaran sains yaitu kimia.

Kimia merupakan ilmu yang mengkaji sifat zat dan proses zat yang bereaksi dengan zat lainnya (Chang, 2006). Menurut Sirhah (2007) mempelajari ilmu kimia, sama halnya dengan mengkaji konsep dan fakta yang abstrak. Sariati, Suardana, dan Wiratini (2020) mengatakan kimia dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit bagi peserta didik. Setelah melakukan pra-riset pada SMA N 16 Semarang peserta didik menganggap kimia sulit dikarenakan kurang familiar dalam

kontennya dan tidak ada praktikum atau eksperimen untuk membuktikan sebuah teori. Materi kimia perlu dilakukan eksperimen karena kimia mempunyai karakteristik kimia sebagai proses yang artinya ilmu yang didapatkan dari proses kerja ilmiah (Bahruddin, 2018). Salah satu materi baru kimia SMA/MA pada kurikulum merdeka yaitu kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

Kimia hijau adalah penerapan prinsip menghilangkan dan meminimalisir senyawa berbahaya dalam rancangan, membuat dan penerapan dalam kehidupan sehari-hari dari produk kimia (Ulfah dkk., 2013). Materi kimia hijau tidak hanya teori tetapi membuat atau merancang produk kimia untuk meminimalisir senyawa berbahaya (Puspaningsih dkk., 2021). Setelah melakukan pra-riset SMA N 16 Semarang telah mempelajari kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030, tetapi peserta didik belum memahami materi tersebut. Hal tersebut dikarenakan peserta didik hanya mendengarkan guru, kurangnya observasi pada lingkungan sekitar bagi peserta didik. Penting bagi peserta didik untuk mempelajari konsep dan prinsip kimia hijau. Berdasarkan penjelasan latar belakang, peneliti melakukan penelitian tentang **IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN *PROJECT BASED LEARNING* TERHADAP KETERAMPILAN PROSES SAINS**

PESERTA DIDIK PADA MATERI KIMIA HIJAU DALAM PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN 2030.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, maka identifikasi masalah dalam penelitian yakni:

1. Adanya perubahan kurikulum dari kurikulum lama (K13) menjadi kurikulum baru yaitu kurikulum merdeka.
2. Penyesuaian model dan materi yang diterapkan.
3. Model pembelajaran PjBL masih jarang digunakan di sekolah.
4. Penilaian Keterampilan Proses Sains (KPS) masih jarang dilakukan oleh pendidik.
5. Kimia merupakan materi sulit yaitu kurang familiar dalam kontennya.
6. Tidak ada praktikum atau eksperimen untuk membuktikan sebuah teori dalam pembelajaran.
7. Kimia hijau berkelanjutan 2030 merupakan materi baru kurikulum merdeka.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka batasan masalah dalam penelitian, yakni:

1. Objek penelitian ini terbatas penerapan model pembelajaran yang digunakan *project based learning* (PjBL).
2. Penilaian Keterampilan Proses Sains (KPS) masih jarang dilakukan oleh pendidik.
3. Materi pokok yang diajarkan dalam penelitian ini adalah Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah pada penelitian, rumusan masalah penelitian yakni:

1. Apakah terdapat pengaruh model pembelajaran *project based learning* terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030?
2. Bagaimana respons peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran *project based learning* terhadap keterampilan proses sains pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yakni:

1. Untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *project based learning* terhadap keterampilan proses

sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

2. Untuk mengetahui respons peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran *project based learning* terhadap keterampilan proses sains pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan dalam penelitian yakni:

1. Manfaat teoretis
 - a. Menambahkan sumbangan pemikiran bagi pembaharuan kurikulum SMA/MA yang terus berkembang sesuai dengan tuntutan masyarakat dan teknologi yang semakin berkembang.
 - b. Memberikan sumbangan ilmiah dalam ilmu pendidikan, yaitu inovasi penerapan model pembelajaran *project based learning* terhadap keterampilan proses sains peserta didik.
 - c. Sebagai landasan dan referensi pada penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan keterampilan proses sains.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi sekolah

- 1) Memberikan pembelajaran yang baik dalam rangka perbaikan model pembelajaran kimia disekolah tempat penelitian.
- 2) Sekolah mendapatkan rekomendasi model pembelajaran yang sesuai dengan standar kompetensi pada materi yang diajarkan.
- 3) Hasil penelitian dapat dijadikan saran bagi pengembangan sekolah, terutama dalam meningkatkan kualitas proses pembelajaran di sekolah.

b. Bagi pendidik

- 1) Memberikan informasi mengenai alternatif model pembelajaran *project based learning* terhadap keterampilan proses sains peserta didik sebagai salah satu rekomendasi pembelajaran yang biasa diterapkan.
- 2) Mengoptimalkan peran, kompetensi, dan profesionalisme guru dalam mengimplementasikan pembelajaran berorientasi sebagai upaya dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan proses sains peserta didik.

- 3) Memberikan contoh yang nyata dalam penyampaian materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 dengan model pembelajaran *project based learning* terhadap keterampilan proses sains peserta didik.
- c. Bagi peserta didik
- 1) Mampu meningkatkan penguasaan konsep peserta didik dan memberikan pemahaman terkait aplikasi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 dalam kehidupan sehari-hari.
 - 2) Mampu meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik yang peduli terhadap masalah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari.
- d. Manfaat bagi Peneliti
- 1) Mampu memberikan kontribusi besar dalam perkembangan pendidikan.
 - 2) Mampu meningkatkan kemampuan peneliti sebagai calon tenaga pendidik yang berkompeten.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Model Pembelajaran

a. Pengertian Model Pembelajaran

Pembelajaran adalah kegiatan pendidik berupa interaksi secara langsung kepada peserta didik dalam mengajarkan, membimbing, dan mengarahkan peserta didik untuk mendapatkan pengalaman belajar (Holis, 2020). Model pembelajaran adalah suatu pola yang digunakan untuk membuat rencana pembelajaran jangka panjang (kurikulum), membuat bahan, dan membimbing pembelajaran di kelas (Joyce & Well, 2009). Model pembelajaran adalah mendesain proses rinci dan menciptakan situasi lingkungan peserta didik dapat berinteraksi sehingga mengalami perubahan atau perkembangan (Sugiyono, 2018). Model pembelajaran dapat didefinisikan sebagai rencana atau kerangka yang digunakan untuk proses belajar mengajar.

Menurut teori belajar, ada 4 model pembelajaran terdiri dari model interaksi sosial, model pemrosesan informasi, model personal, dan

model modifikasi tingkah laku (Rusman, 2017). Isjoni (2009) model pembelajaran memiliki tujuan, prinsip, dan tekanan yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan peserta didik. Berikut ciri-cirinya:

- 1) Rancangan untuk mengembangkan proses berpikir induktif.
- 2) Misi atau tujuan pendidikan tertentu.
- 3) Pedoman untuk meningkatkan kegiatan belajar mengajar di kelas.
- 4) Model pembelajaran terdiri dari urutan atau langkah-langkah, sistem sosial, dan sistem pendukung.
- 5) Mempengaruhi penerapan model.
- 6) Model pembelajaran yang dipilih menjadi pedoman dalam pembelajaran yang dipilih menjadi pedoman dalam pembelajaran, salah satunya membimbing peserta didik untuk berfikir induktif (Mirdad, 2020).

Model pembelajaran memiliki ciri-ciri bersifat rasional teoritik yang logis dan peserta didik belajar sesuai dengan pembelajaran yang akan dicapai. Penelitian ini model pembelajaran yang digunakan berupa *Project Based Learning (PjBL)*.

2. Model Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL)

a. Pengertian *Project Based Learning* (PjBL)

Project Based Learning (PjBL) adalah pembelajaran yang melibatkan proyek dalam pembelajaran (Rusman, 2017). Sedangkan menurut Bell (2010) PjBL adalah model pembelajaran yang memperhatikan peserta didik dalam melakukan eksplorasi, menilai, menginterpretasikan, dan mensintesis informasi secara bermakna. Menurut Rusman (2017) peserta didik memiliki gaya belajar yang berbeda, maka pembelajaran PjBL memberikan kesempatan kepada peserta didik gaya belajar yang berbeda, pembelajaran PjBL memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar dengan cara yang berbeda.

Salah satu model pembelajaran yang paling inovatif adalah PjBL, yang lebih menekankan belajar kontekstual melalui kegiatan yang kompleks (Wena, 2010). Fathurrohman (2016) menyatakan bahwa PjBL adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek untuk mengajarkan perilaku atau sikap,

pengetahuan, dan keterampilan. Menggunakan PjBL peserta didik dapat membuat produk autentik dengan bekerja sama dalam kelompok atau secara mandiri (Isriani & Puspitasari, 2015).

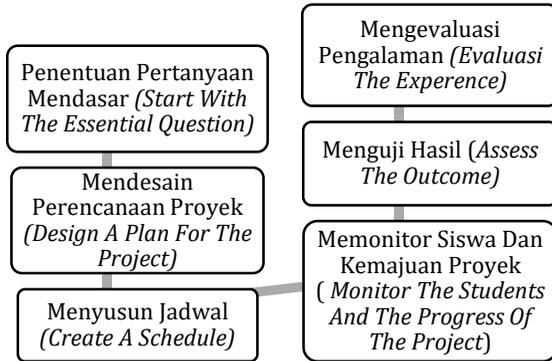
b. Sintak *Project Based Learning* (PjBL)

Langkah-langkah dalam pelaksanaan PjBL sebagai berikut :

1. Penentuan Pertanyaan Mendasar (*Start With The Essential Question*) adalah pertanyaan yang memberi tugas pada peserta didik untuk melakukan suatu aktivitas dengan topik realistis dan dimulai dengan investigasi penyelidikan mendalam.
2. Mendesain Perencanaan Produk (*Design A Plan For The Project*) yang berarti bekerja sama dengan peserta didik dan guru untuk membuat rencana proyek.
3. Menyusun Jadwal (*Create a Schedule*) yaitu guru dan peserta didik menyusun aktivitas untuk menyelesaikan proyek. Mencakup membuat deadline untuk menyelesaikan proyek, membuat jadwal akhir, dan

mendorong peserta didik untuk merencanakan cara baru.

4. Memonitor Peserta Didik Dan Kemajuan Proyek (*Monitor The Student And The Progress Of The Project*) yaitu bertindak sebagai mentor untuk aktivitas peserta didik, memungkinkan peserta didik untuk membuat rubrik untuk merekam semua aktivitas penting.
5. Menguji Hasil (*Assess the Outcome*) dikenal sebagai evaluasi hasil adalah yang membantu guru dalam mengukur ketercapaian standar, mengevaluasi kemajuan masing-masing peserta didik, memberikan umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai peserta didik, dan membantu dalam membuat rencana pembelajaran.
6. Mengevaluasi Pengalaman (*Evaluate the Experience*) yaitu guru dan peserta didik melakukan refleksi individu dan kelompok tentang hasil proyek (Rusman, 2017).



(Rusman, 2017)

Gambar 2. 1 Langkah-langkah pelaksanaan PjBL

Sedangkan menurut Thomas (2000), secara umum langkah-langkah PjBL dapat dijelaskan sebagai berikut :



(Thomas, 2000)

Gambar 2. 2 Langkah penerapan pembelajaran PjBL

- 1) Penentuan proyek yaitu peserta didik menentukan tema proyek berdasarkan yang telah ditentukan oleh guru.
- 2) Perencanaan langkah-langkah penyelesaian proyek yaitu peserta didik merancang langkah-langkah kegiatan penyelesaian proyek dari awal hingga sampai akhir dan mengelolanya.
- 3) Penyusunan jadwal proyek yaitu peserta didik bekerja sama dengan guru untuk mengukur semua kegiatan yang dirancang.
- 4) Penyelesaian proyek dibawah pengawasan fasilitas dan guru adalah langkah-langkah implementasi rancangan proyek yang telah dibuat. Membaca, meneliti, mengamati, berbicara, merekam, membuat karya seni, mengunjungi lokasi proyek, dan mengakses internet adalah beberapa tindakan yang dapat dilakukan selama kegiatan proyek.
- 5) Membuat laporan dan memamerkan hasil proyek (produk pembelajaran) kepada peserta didik, guru, dan masyarakat.

6) Evaluasi proses proyek dan hasilnya, guru dan peserta didik memikirkan aktivitas yang diberikan proyek.

c. Karakteristik *Project Based Learning* (PjBL)

Menurut Rusman (2017) PjBL memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- 1) Peserta didik sebagai membuat keputusan.
- 2) Adanya masalah yang diajukan.
- 3) Peserta didik merancang proses untuk menentukan solusi masalah
- 4) Peserta didik bertanggung jawab untuk mendapatkan dan mengelola informasi yang dikumpulkan.
- 5) Proses evaluasi berlangsung secara konsisten.
- 6) Peserta didik secara teratur melihat kembali atas aktivitas yang telah dikerjakan.
- 7) Evaluasi kualitas dan produk akhir.
- 8) Situasi pembelajaran sangat fleksibel dalam hal ketidakpastian dan perubahan.

Model pembelajaran *Project Based Learning* adalah pola pembelajaran berbasis proyek yang digunakan guru dalam pembelajaran. Penelitian ini menggunakan

model pembelajaran *Project Based Learning* untuk mengukur keterampilan proses sains peserta didik.

3. Keterampilan Proses Sains (KPS)

a. Pengertian Keterampilan Proses Sains (KPS)

Keterampilan adalah efisien dan efektif dengan menggunakan kemampuan pikiran, nalar, dan tindakan. Proses diartikan sebagai perangkat keterampilan kompleks dalam melakukan penelitian ilmiah (Devi, 2011). Keterampilan proses dalam bidang ilmu pengetahuan alam adalah pengetahuan tentang konsep dan kemampuan proses sains yang diperlukan untuk menggunakan ilmu sains (Hamalik, 2005). Sund dan Trowbribge (2014) menyatakan bahwa kumpulan pengetahuan dan proses merupakan sains. Sedangkan Bundu (2006), keterampilan proses sains adalah kemampuan untuk mempelajari fenomena alam dengan cara tertentu untuk memperoleh ilmu dan kemudian mengembangkan ilmu.

Hayward (2003) menyatakan, pendidik hendaknya sadar bahwa

pembelajaran sains tidak hanya pengetahuan tetapi berisi keterampilan praktik untuk mengembangkan pemahaman terhadap lingkungan sekitar. Menurut Gagne (1985) mendeskripsikan keterampilan proses sains sebagai keterampilan untuk memahami fenomena yang digunakan oleh saintis. Hubungan antara isi pelajaran dan memberi pikiran rasional dalam kehidupan sehari-hari merupakan salah satu keterampilan proses sains (Budiwati, 2022).

b. Jenis Keterampilan Proses Sains (KPS)

Jenis penilain keterampilan proses sains berbeda-beda. Proses penilaian KPS dilakukan 4 cara yaitu Daftar pertanyaan berbentuk essay atau skala penilaian, observasi, wawancara, laporan tertulis dibuat oleh peserta didik pada akhir pembelajaran (Bundu, 2006).

Pada penelitian kali ini menggunakan indikator dan aspek pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Aspek Keterampilan Proses Sains (KPS)

Aspek Keterampilan Proses Sains (KPS)	Kode Indikator	Indikator Keterampilan Proses Sains (KPS)
Mengamati/ Observasi	1A	Menggunakan sebanyak mungkin indera.
	1 B	Mengumpulkan/menggunakan fakta yang relevan.
Mengelompokkan/Klasifikasi	2A	Mencatat setiap pengamatan secara terpisah.
	2B	Mencari perbedaan dan persamaan, mengontraskan ciri-ciri, dan membandingkan.
	2C	Mencari dasar pengelompokkan atau penggolongan.
Menafsirkan	3A	Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan.
	3B	Menghubungkan hasil-hasil pengamatan.
	3C	Menyimpulkan.
Meramalkan / Prediksi	4A	Menggunakan pola-pola pengamatan.
	4B	Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati.
Berhipotesis	5A	Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan

		penjelasan dari satu kejadian.
	5B	Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu kebenarannya dalam memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.
Menggunakan Alat/Bahan	6A	Memakai alat dan bahan.
	6B	Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan, serta mengetahui bagaimana menggunakan alat dan bahan.
Menerapkan Konsep	7A	Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.
	7B	Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.
Berkomunikasi	8A	Mengubah bentuk penyajian.
	8B	Menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram.
	8C	Mendiskusikan hasil kegiatan dan menjelaskan hasil percobaan atau penelitian.

8D	Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis.
----	--

(Rustaman, 2007)

c. Tujuan Keterampilan Proses sains

Tujuan dari keterampilan proses sains menurut Nopitasari, Indrowati, dan Santosa (2012), yaitu :

1. Meningkatkan keinginan belajar dan hasil belajar peserta didik.
2. Menuntaskan hasil belajar peserta didik, termasuk keterampilan produk, proses serta keterampilan kinerja.
3. Menentukan dan membangun ide-ide
4. Memperdalam konsep pengertian.
5. Mengembangkan pengetahuan teori dan konsep.

Keterampilan proses sains merupakan keterampilan yang mencakup untuk mengumpulkan dan mengkaji berbagai informasi. Penelitian ini menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* untuk mengukur keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia pada sub bab kimia

hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

4. Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

Kimia hijau dikembangkan sebagai tanggapan terhadap Undang-Undang Pencegahan Polusi tahun 1990 oleh Paul Anastas and John Warner, yang melibatkan penggunaan desain proses yang lebih aman bagi lingkungan untuk membatasi atau mengurangi polusi (Fajaroh, 2018). Prinsip kimia hijau membantu pelestarian lingkungan.

Konsep kimia hijau memiliki dampak yang besar karena mencakup kegiatan-kegiatan di laboratorium penelitian industri, pendidikan, lingkungan dan masyarakat umum. Kimia hijau telah menunjukkan bahwa ahli kimia dapat membuat produk dan proses secara berkelanjutan yang bermanfaat bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Banyak kegiatan sehari-hari baik yang sadar maupun tidak, bertentangan (tidak sesuai) dengan prinsip kimia hijau (Sudarmo, 2022).

a. Pengertian dan Pentingnya Kimia Hijau

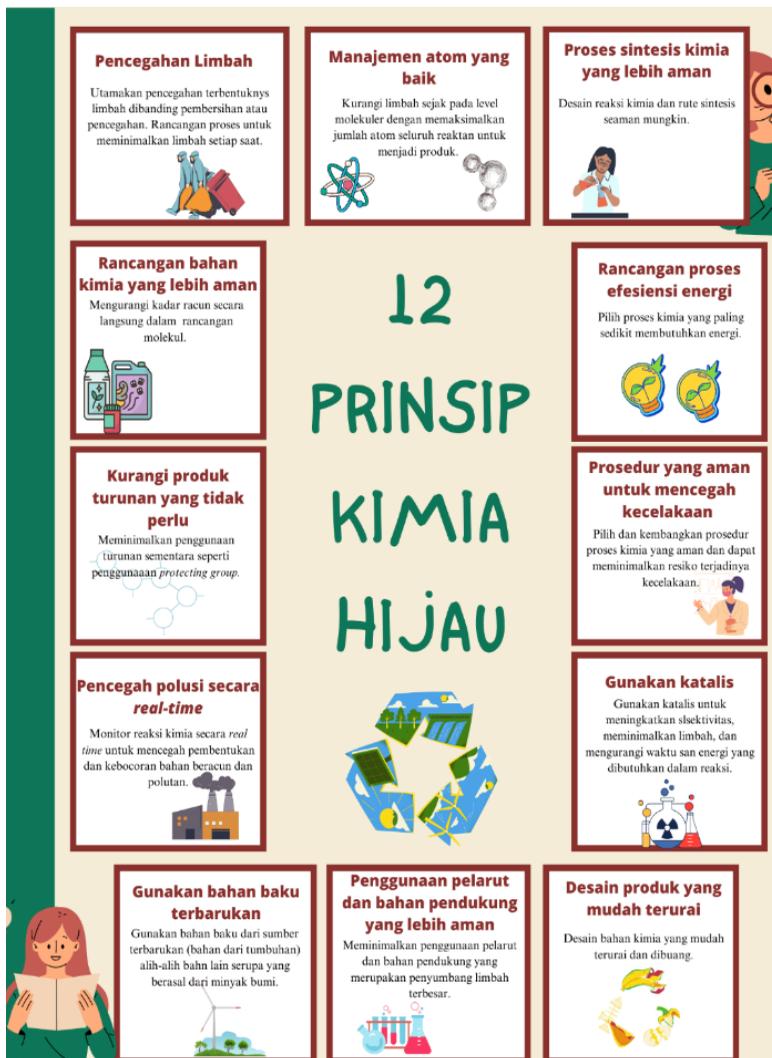
Kimia hijau merupakan upaya yang digunakan untuk merancang atau mendesain proses kimia yang dibuat untuk mengurangi dan menghasilkan penggunaan dan pembentukan zat yang merugikan lingkungan (Sudarmo, 2022). Kimia hijau adalah ilmu kimia yang memfokuskan pada penerapan 12 prinsip kimia hijau dalam merancang, menggunakan, atau memproduksi bahan kimia untuk mengurangi pemakaian atau produksi bahan berbahaya yang dapat mengganggu kesehatan dan pelestarian lingkungan (Nurbaity, 2011). Aspek terpenting kimia hijau adalah konsep desain (rancangan). Merancang suatu proses, seseorang tidak dapat melakukan desain secara kebetulan, tetapi harus sudah diperhitungkan dari berbagai aspek (Sudarmo, 2020).

Pentingnya kimia hijau adalah tentang meningkatkan keuntungan dan mempromosikan inovasi sambil melindungi kesehatan manusia dan lingkungan

(Manahan, 2005). Tujuan utama pendekatan kimia hijau yaitu:

1. Menciptakan zat-zat kimia yang lebih baik dan aman.
 2. Memilih cara-cara yang paling aman dan efisien untuk mensintesis zat-zat.
 3. Mengurangi sampah kimia yang dihasilkan.
- b. Prinsip Kimia Hijau dalam Mendukung Upaya Pelestarian Lingkungan

Kimia hijau berbeda dengan program mengurangi pencemaran atau membersihkan lingkungan dari pencemaran atau membersihkan lingkungan dari pencemaran. Kimia hijau lebih menekankan pada upaya yang lebih mendasar dengan mencegah terjadinya pencemaran dari sumbernya yang utama. Berikut 12 prinsip kimia hijau :



Gambar 2. 3 12 Prinsip Kimia Hijau

Dapat disimpulkan dari 12 prinsip kimia hijau tersebut bahwa tujuan utama

pendekatan kimia hijau adalah untuk menciptakan zat-zat kimia yang lebih baik dan aman dan secara bersamaan dapat memilih cara-cara yang paling aman dan efisien untuk mensintesis zat-zat tersebut dan mengurangi sampah kimia yang dihasilkan.

c. Penerapan Kimia Hijau dalam Kehidupan Sehari-hari

Proses kimia yang biasa disebut dengan reaksi kimia yang melibatkan terjadinya interaksi (reaksi) antara bahan kimia (zat kimia) dengan lingkungan atau zat kimia yang lain sehingga membentuk zat baru.

Proses reaksi kimia dan produksi bahan kimia yang dapat mengancam bagi kelestarian alam banyak terjadi pada dunia industri. Beberapa industri telah menerapkan 12 prinsip kimia hijau berikut beberapa contoh penerapannya:

1. Perkloroetilena, pelarut yang digunakan untuk membersihkan, bersifat karsinogen (pemicu kanker) dan dapat

mencemari air, tanah ketika dibuang. Memiliki $\text{Cl}_2\text{C}=\text{CCl}_2$, teknik baru yang ramah lingkungan menggunakan cairan karbon oksida (CO_2) dan surfaktan untuk membersihkan.

2. Pada awalnya soda kaustik (NaOH) dan natrium sulfida (Na_2S) digunakan sebagai pemutih kertas, yang menghasilkan limbah berbahaya. Namun, saat ini proses pemutih kertas menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) dan katalis untuk mengoksidasi, yang lebih efisien dan tidak berbahaya.
3. Cat minyak berbasis alkil menghasilkan uap yang banyak mengandung bahan kimia organik berbahaya saat mengering. Sebuah campuran resin yang terbuat dari minyak kedelai dan gula telah diusulkan untuk menggantikan uap berbahaya, yang dapat dikurangi hingga 50%.
4. Pemadam api biasanya menggunakan busa, yang juga dikenal *foam*, yang mengandung bahan beracun yang dapat

mencemari air dan merusak ozon. Namun, busa jenis baru yang disebut *pyro cool* dapat digunakan sebagai pemadam api tanpa menghasilkan bahan beracun.

5. Proses penjernihan air limbah secara konvensional menggunakan alum (tawas) yang meninggalkan kadar in beracun yang dapat memicu penyakit Alzheimer. Saat ini dikembangkan bubuk yang terbuat dari biji buah asam yang lebih ramah lingkungan.
6. Plastik yang terbuat dari tepung singkong yang mudah terurai telah digunakan sebagai pengganti plastik yang terbuat dari minyak bumi yang sulit terurai. Bakteri dan air membuat plastik ini mudah terurai.
7. Ilmuwan mengembangkan proses pembuatan *chip* komputer yang membutuhkan banyak air dan energi.
8. Industri farmasi menghasilkan obat dengan efek samping yang tidak berbahaya dengan menggunakan

pembuatan obat menggunakan enzim daripada logam sebagai katalis.

9. Sel surya adalah sumber energi ramah lingkungan yang rendah emisi karbon, dan diharapkan memenuhi kebutuhan energi yang semakin tinggi. Penggunaan lebih banyak sel surya akan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dan mengurangi pencemaran gas rumah kaca.
 10. Untuk mengurangi dampak lingkungan, beberapa bangunan ramah lingkungan mulai dimanfaatkan. Penggunaan materi lokal, ventilasi alam, pencahayaan alami menggunakan bahan yang memantulkan cahaya matahari, dan teknologi atap “hijau” dapat mengurangi penggunaan AC dan listrik yang menyebabkan pencemaran gas karbon.
- d. Kimia Hijau dan Isu Pemanasan Global
- Sebuah penelitian menyatakan bahwa pada tahun 2050, sekitar 95% wilayah Jakarta Utara akan terendam. Permukaan tanah di Jakarta Utara telah turun

2,5 meter dalam 10 tahun dan di beberapa bagian terus turun 25 cm setiap tahunnya. Penurunan ini dampak dari naiknya permukaan air laut yang disebabkan oleh perubahan iklim. Naiknya permukaan air laut terjadi karena mencairnya es di kutub dan akibat pemanasan global (*global warming*).

Pemanasan global adalah fenomena perubahan iklim yang ditandai dengan peningkatan suhu rata-rata. Bumi secara umum, yang mengubah keseimbangan cuaca dan ekosistem untuk waktu yang lama. Penyebab terjadinya pemanasan global salah satunya efek rumah kaca berupa gas-gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 , NO_x , SO_x) akan membuat menipisnya lapisan ozon. Persentase gas penyumbang efek rumah kaca 14% metana, 8% pertanian, 77% karbon dioksida (57% bahan bakar fosil, penebangan hutan 17%, dan 3% lainnya), dan 1% lainnya. Sedangkan sumber gas rumah kaca berasal dari 29% industri, 3% limbah, 15% (penggunaan lahan, perubahan lahan, hutan), 13% penyediaan energi, 7% pertanian, 15%

Transportasi, 7% perkantoran, dan 11% perumahan.

Dampak pemanasan global menyebabkan perubahan iklim (*climate change*) yaitu kebakaran hutan, mencair es di kutub, naiknya permukaan laut, terjadinya bencana alam (banjir, angin topan, dan tanah longsong), hilangnya keanekaragaman hayati, menurunnya produksi pangan. Pencegahan yang dapat dilakukan yaitu penghijauan, pengelolaan sampah, memanfaatkan bahan bakar ramah lingkungan, dan energi alternatif non fosil.

Salah satu penyebab terjadinya pemanasan global adalah terjadinya penipisan/lubang ozon yang berfungsi melindungi bumi dari sinar ultraviolet yang berasal dari luar angkasa. Ozon adalah molekul yang tersusun dari tiga atom oksigen dengan rumus molekul O_3 . Terdapat pada lapisan stratosfer 10 km di atas permukaan bumi.

e. Menciptakan Kegiatan yang Mendukung Prinsip Kimia Hijau

Kimia hijau bertanggung jawab untuk mendukung 17 agenda pembangunan berkelanjutan PBB hingga tahun 2030 pada Gambar 2.8.



(Puspaningsih dkk, 2021).

Gambar 2.4 17 agenda SDgS

Agenda nomor 3, 6, 7, 13, 14, dan 15 adalah tiga agenda pembangunan berkelanjutan yang menggabungkan prinsip kimia hijau ke-17 agenda tersebut. Karena lingkungan yang aman dan tidak terkontaminasi dengan zat berbahaya, semua makhluk hidup di bumi dapat hidup dengan sehat dan sejahtera. Konsep nomor 7 mengacu pada penggunaan sumber energi

yang dapat diperbaharui. Indonesia telah berusaha untuk menerapkan prinsip ini, yaitu mengurangi ketergantungannya pada sumber energi fosil dalam upaya menjaga kelestarian lingkungan (Puspaningsih dkk., 2021).

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Peneliti menggunakan referensi dari penelitian dan pengembangan berikut :

Berdasarkan penelitian jurnal Ischak dkk. (2020) yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana keterampilan proses sains melalui model inkuiri terbimbing mempengaruhi hasil belajar peserta didik tentang materi larutan asam basa. Hasilnya menunjukkan bahwa keterampilan proses sains memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar peserta didik pada materi asam basa. Pengaruh tersebut didukung oleh keaktifan peserta didik dalam melaksanakan dan mengolah data praktikum asam baa menurut tahap keterampilan proses sains. Sedangkan, untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, penelitian ini menggunakan model pembelajaran *project based learning* (PjBL) pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

Menurut penelitian yang diterbitkan dalam jurnal Syaputra (2021) hasil penelitian tersebut menunjukkan hasil belajar peserta didik pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit yang diajarkan dengan pembelajaran literasi sains dan teknologi meningkat dengan rata-rata 80,41. Kedua, jika dibandingkan dengan kegiatan pembelajaran yang tidak menggunakan pembelajaran literasi sains dan teknologi, hasil belajar peserta didik pada topik larutan elektrolit dan non elektrolit lebih baik dan peserta didik memiliki keterampilan proses sains yang lebih baik. Sedangkan dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, pada penelitian ini menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

Berdasarkan penelitian Wahida (2020) hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan kreatif dan hasil belajar peserta didik pada bahan kimia sangat dipengaruhi oleh penerapan model pembelajaran berbasis proyek. N-Gain dalam kategori sedang mendukung hasil penelitian. Selain itu, ada peningkatan nilai pada komponen afektif dan psikomotorik peserta didik dalam kelompok. Namun, dalam penelitian ini model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) digunakan

untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

Berdasarkan penelitian Zahroh (2020) model pembelajaran *project based learning* memberikan pengaruh sebesar 44,89% terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi elektrokimia. Sedangkan 55,11 % kemampuan berpikir kritis dipengaruhi oleh faktor-faktor lain yang tidak diteliti dalam penelitian. Pengaruh yang diberikan termasuk kategori signifikan dan tinggi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *project based learning* memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi elektrokimia. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu yang telah dipaparkan, terdapat persamaan dan perbedaan. Persamaan penelitian ini dengan salah satu penelitian tersebut terletak pada penggunaan model pembelajaran dan keterampilan proses sains. Sedangkan perbedaan terletak pada materi dan variabel terikatnya. Penelitian

terdahulu dalam mengukur keterampilan proses sains menggunakan model inkuiri dan pembelajaran berbasis literasi sains, selain itu penerapan model PjBL mengukur keterampilan berpikir, kreatif, hasil belajar, dan kemampuan berpiir kritis.

C. Kerangka Berpikir

Implementasi model *project based learning* (PjBL) terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan 2030, pendekatan pembelajaran yang digunakan adalah dengan memberikan proyek nyata kepada peserta didik yang terkait dengan kimia hijau dan pembangunan berkelanjutan. Peserta didik akan terlibat dalam kegiatan yang melibatkan pemahaman konsep kimia hijau, penggunaan keterampilan proses sains, dan aplikasi praktis dalam kehidupan sehari-hari.

Proyek yang diberikan kepada peserta didik dapat beragam, seperti merancang sistem daur ulang, mengembangkan produk ramah lingkungan, atau menganalisis dampak lingkungan dari bahan kimia tertentu. Tetapi pada penelitian ini akan difokuskan pada satu produk. Peserta didik akan bekerja untuk merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proyek.

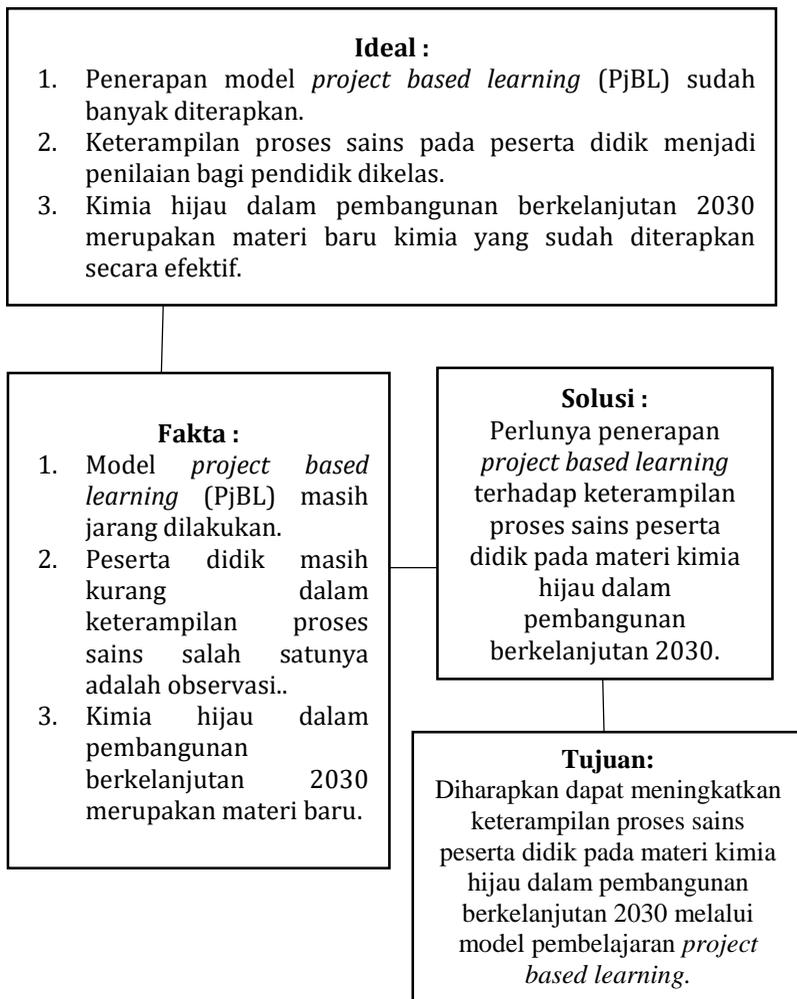
Dalam tahap perencanaan, peserta didik akan melakukan riset tentang konsep kimia hijau dan pembangunan berkelanjutan yang relevan dengan proyek yang dikerjakan. Peserta didik akan merancang eksperimen atau aktivitas yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek. Selama pelaksanaan proyek, peserta didik akan mengumpulkan data, menganalisis data, dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh.

Selama proses pelaksanaan proyek, guru akan berperan sebagai fasilitator dan pembimbing. Peserta didik akan memberikan bimbingan dan umpan balik kepada peserta didik untuk membantu memperbaiki pemahaman dan keterampilan. Guru juga akan memfasilitasi diskusi dan refleksi bersama peserta didik untuk memperdalam pemahaman tentang konsep kimia hijau dan pembangunan berkelanjutan.

Pada akhir proyek, peserta didik akan mempresentasikan hasil proyek kepada kelas atau panel penilai. Presentasi ini akan melibatkan penjelasan tentang konsep kimia hijau yang diterapkan, proses yang dilakukan, dan hasil yang dicapai. Selain itu, peserta didik juga akan menyerahkan laporan tertulis

yang menjelaskan secara rinci tentang proyek yang dikerjakan.

Implementasi model *project based learning* ini, peserta didik akan memiliki pengalaman belajar yang lebih nyata dan relevan dengan dunia nyata. Peserta didik akan mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang konsep kimia hijau dan kemampuan dalam keterampilan proses sains. Selain itu, peserta didik juga akan mampu mengaplikasikan konsep dan keterampilan tersebut dalam kehidupan sehari-hari, sehingga dapat berkontribusi dalam menciptakan industri kimia yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Sistematika kerangka berpikir dalam penelitian ini adalah pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sistematika Kerangka Berpikir

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan hasil kerangka berpikir, maka usulan penelitian yang diajukan peneliti yaitu sebagai berikut: Terdapat pengaruh model pembelajaran *project based learning* terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan menggunakan jenis penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan kegiatan penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh tindakan pendidikan pada perilaku peserta didik dibandingkan dengan tindakan lain (Payadnya & Jayantika, 2018). Penelitian dilakukan menggunakan rancangan kuasi eksperimen dengan desain *posttest only control group design*. Seperti yang dijelaskan oleh Arikunto (2013) rancangan penelitian ini menggunakan dua kelas yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen, kelas eksperimen diberikan perlakuan khusus yaitu penerapan model pembelajaran *project based learning* dan kelas kontrol tidak mendapatkan perlakuan. Nilai tes akhir digunakan untuk mengukur perbandingan hasil perlakuan yang digambarkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 *Posttest only control group design*.

Kelas	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	X	0
Kontrol	-	0

(Arikunto, 2013)

Keterangan :

X = Diberi perlakuan model pembelajaran *project based learning* (PjBL)

O = Nilai tes akhir

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 16 Semarang pada semester gasal tahun pelajaran 2023/2024 yaitu pada tanggal 4-27 September 2023.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi adalah subjek penelitian yang mempunyai kuantitas dan karakteristik yang ditetapkan oleh peneliti untuk memperoleh data (Sugiyono, 2019). Penelitian ini dapat dilakukan atau diterapkan di sekolah mana saja yang memiliki permasalahan yang sama. Namun, karena keterbatasan waktu, sarana, dan fasilitas. Populasi penelitian ini yaitu peserta didik kelas X SMAN 16 Semarang tahun ajaran 2023/2024.

Sampel merupakan bagian dari karakteristik dan jumlah dari populasi (Sugiyono, 2019). Sampel dalam penelitian ini terdiri dari dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini berupa *cluster random sampling*, sekelompok sampel acak diambil dari populasi tanpa mempertimbangkan persamaan

populasi, yang berarti setiap peserta didik di populasi memiliki kesempatan yang sama (Sugiyono, 2015).

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel merupakan kegiatan atau sifat yang memiliki variasi tertentu yang dimaksudkan untuk dipelajari dan disimpulkan oleh peneliti (Sugiyono, 2019). Variabel penelitian ini sebagai berikut:

1. Variabel Independen (Variabel Bebas)

Variabel independen adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat (Sugiyono, 2019). Variabel independen penelitian ini yaitu model pembelajaran *project based learning*.

2. Variabel Dependen (Variabel Terikat)

Variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi variabel bebas (Sugiyono, 2019). Variabel dependen dalam penelitian ini adalah keterampilan proses sains peserta didik.

3. Variabel Kontrol

Variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga variabel independen dan variabel dependen tidak terpengaruh oleh faktor luar yang tidak diteliti dikenal sebagai variabel kontrol (Sugiyono, 2019). Variabel dalam penelitian ini yaitu

kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik tes kinerja

a. Penilaian laporan

Penilaian laporan digunakan untuk mengevaluasi 7 aspek keterampilan proses sains peserta didik berupa *posttest*. *Posttest* dilakukan setelah diberikan perlakuan yaitu penerapan model pembelajaran *project based learning*.

Teknik non tes

b. Wawancara

Wawancara adalah teknik yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan suatu penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan suatu informasi melalui tanya jawab (Fadhallah, 2021). Wawancara dilakukan dengan cara peneliti menanyakan langsung kepada *observer* atau pendidik, mengenai penerapan model pembelajaran yang telah dilakukan oleh peneliti saat proses pembelajaran dan kepada peserta didik

mengenai pembelajaran yang dilaksanakan dan menanyakan pendapat peserta didik mengenai proses pembelajaran yang telah dilaksanakan.

c. Observasi

Observasi (pengamatan) merupakan salah satu cara pengumpulan informasi mengenai objek atau peristiwa yang bersifat kasat mata atau dapat dideteksi dengan panca indera (Pujaastawa, 2016). Observasi digunakan pendidik untuk menilai kegiatan peserta didik dalam pembuatan proyek.

d. Dokumentasi

Dokumentasi adalah suatu cara yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi dalam bentuk buku, arsip, dokumen, tulisan angka, dan gambar yang berupa laporan serta keterangan yang dapat mendukung penelitian (Sugiyono, 2018). Dokumentasi dilakukan untuk memperoleh nama peserta didik, nilai harian peserta didik, foto proses pembelajaran berlangsung, serta dokumen dari SMAN 16 Semarang.

e. Angket

Kuesioner atau angket merupakan teknik pengumpulan data yang digunakan untuk mengumpulkan data dengan mengajukan pertanyaan kepada responden untuk menghasilkan tanggapan yang sesuai permintaan pengguna (Sugiyono, 2019). Angket digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap model pembelajaran yang sudah diterapkan.

2. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen adalah alat atau fasilitas yang digunakan dalam pengumpulan data agar lebih mudah dan lebih cermat, lengkap, dan sistematis sehingga lebih mudah dianalisis (Arikunto, 2002).

a. Laporan Peserta Didik

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu Laporan peserta didik. Laporan digunakan untuk penilaian kognitif dari 7 aspek keterampilan proses sains peserta didik. Laporan peserta didik yang digunakan untuk menganalisis aspek keterampilan proses sains peserta didik

menggunakan model pembelajaran *project based learning* (PjBL) yang digambarkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Aspek Keterampilan Proses Sains (KPS)

Aspek Keterampilan Proses Sains (KPS)	Kode Indikator	Indikator Keterampilan Proses Sains (KPS)
Mengamati/Observasi	1 B	Mengumpulkan/menggunakan fakta yang relevan.
Mengelompokkan/Klasifikasi	2A	Mencatat setiap pengamatan secara terpisah.
	2B	Mencari perbedaan dan persamaan, mengontraskan ciri-ciri, dan membandingkan.
	2C	Mencari dasar pengelompokkan atau penggolongan.
Menafsirkan	3A	Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan.

	3B	Menghubungkan hasil-hasil pengamatan.
	3C	Menyimpulkan.
Meramalkan / Prediksi	4A	Menggunakan pola-pola pengamatan.
	4B	Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati.
Berhipotesis	5A	Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari satu kejadian.
	5B	Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu kebenarannya dalam memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.
Menggunakan alat/bahan	6B	Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan.

Berkomunikasi	8A	Mengubah bentuk penyajian.
	8B	Menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram.
	8D	Menyusun laporan secara sistematis.

(Rustaman, 2007)

b. Lembar Observasi Keterampilan Proses Sains Peserta didik

Lembar observasi digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains yang dimiliki peserta didik ketika proses pembelajaran berlangsung. Lembar observasi berupa 4 aspek yang digunakan untuk menganalisis keterampilan proses sains menggunakan model pembelajaran *project based learning*. berikut indikator yang mencakup pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Aspek Keterampilan Proses Sains (KPS)

Aspek Keterampilan Proses Sains (KPS)	Kode Indikator	Indikator Keterampilan Proses Sains (KPS)
Mengamati/ Observasi	1A	Menggunakan sebanyak mungkin indera.
Menggunakan Alat/ Bahan	6A	Memakai alat dan bahan.
	6B	Mengetahui bagaimana menggunakan alat dan bahan.
Menerapkan Konsep	7A	Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.
	7B	Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.
Berkomunikasi	8C	Mendiskusikan hasil kegiatan dan menjelaskan hasil percobaan atau penelitian.

8D	Menyampaikan laporan secara sistematis.
----	---

(Rustaman, 2007)

c. Kuesioner (Angket)

Instrumen angket digunakan untuk mengetahui respons peserta didik terhadap model pembelajaran yang sudah diterapkan. Angket tersebut akan berisi pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan implementasi model PjBL terhadap KPS pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

1. Uji Validitas

Uji validitas pada penelitian ini untuk menentukan ketepatan alat ukur. Uji validitas instrumen dilakukan dengan metode sebagai berikut:

a. Uji Validitas Isi

Uji validitas pada penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana ketepatan alat ukur melakukan tugasnya. Uji validitas instrumen dilakukan uji validitas “logis” yang berarti penalaran (Ismail, 2018). Uji validitas logis dilakukan dengan cara *expert judgement* atau

penilaian yang dilakukan oleh ahli. Validitas instrumen diperoleh dengan meminta validasi kepada yaitu 5 validator ahli.

b. Uji Validitas Empiris

Peneliti menguji cobakan terlebih dahulu instrumen tersebut pada peserta didik diluar sampel penelitian guna mengukur valid tidaknya soal yang akan dijadikan sebagai instrumen penelitian. Adapun rumus yang digunakan untuk mencari validitas instrumen ini adalah menggunakan korelasi *product moment*.

Pengujian validitas ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS *statistics* 16. Metode untuk menguji validitas instrumen dengan korelasi *product moment* adalah dengan mengkorelasikan atau membandingkan skor item masing-masing dengan skor total, yang merupakan jumlah skor item. Menurut Priyatno (2014), terdapat dua pertimbangan dalam melihat apakah aspek dari setiap instrumen valid atau tidak yaitu sebagai berikut:

- a. Dilihat pada nilai signifikan. Jika signifikan $< 0,05$ maka item valid, jika signifikan $> 0,05$ maka item tidak valid.

- b. Membandingkan r_{hitung} (nilai *pearson correlation*) dengan r_{tabel} (didapat dari tabel r). Jika nilai positif dan $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka item valid, tetapi $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka item tidak valid.

Cara untuk menguji validitas instrumen dapat menggunakan *software SPSS 16.0 for Windows* sebagai alat bantu pengujiannya. Pilihan untuk menilai validitas data adalah *Variabel View > Analyze > Correlate > Bivariate > OK*. Apabila nilai signifikansi $< 0,05$ maka instrumen atau item memiliki korelasi yang signifikansi terhadap skor total (valid). Sedangkan nilai signifikansi $> 0,05$ instrumen atau item tidak memiliki korelasi yang signifikansi terhadap skor total (tidak valid) (Jainuri, 2019).

2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas merupakan skala yang menunjukkan variabel atau konstruk nilai. Skala dianggap reliabel jika tanggapan responden terhadap pertanyaan diberikan dalam kondisi yang stabil atau konsisten. Setelah mengetahui instrumen lembar petunjuk praktikum keterampilan proses sains peserta didik reliabel atau tidak reliabel, maka dilakukan uji reliabilitas menggunakan program *SPSS*

16.0 sebagai alat bantu pengujian. Sujarweni (2014) menyatakan uji statistik *Cronbach Alpha* (α) digunakan untuk pengukuran reliabilitas. Cara yang digunakan yaitu dengan melihat besarnya nilai *Cronbach's Alpha Based on Standardized Items*. Suatu variabel dinyatakan reliabel apabila mendapat nilai *Cronbach's alpha* $> 0,60$ pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Kriteria Reliabilitas

Hasil Reliabilitas	Kriteria
< 0,5	Buruk
0,5-0,6	Jelek
0,6-0,7	Cukup
0,7-0,8	Bagus
>0,8	Sangat Bagus

(Sumintono & Widhiarso, 2015)

G. Teknik Analisis Data

1. Uji Prasyarat Analisis

Uji prasyarat terdiri atas uji normalitas dan uji homogenitas sebagai berikut.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas data digunakan untuk memastikan bahwa data sampel berasal dari populasi dengan distribusi normal. Pengujian normalitas dengan menggunakan *SPSS for Windows Release 16* berdasarkan pada uji

shapiro wilk. Hipotesis dalam uji normalitas sebagai berikut.

H_0 : Data berdistribusi normal

H_a : Data tidak berdistribusi normal

Cara menentukan hasil uji normalitas signifikan atau tidak signifikan dengan memperhatikan bilangan pada kolom signifikansi (Sig.) untuk menetapkan kenormalan data, taraf signifikansi 0,05. Jika signifikansi yang diperoleh lebih besar dari 0,05 (sig. > 0,05), maka H_a diterima, yang menunjukkan data berdistribusi normal. Akan tetapi, jika signifikansi yang diperoleh kurang dari 0,05 (sig. < 0,05), maka H_a ditolak sehingga menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas yaitu untuk mengetahui dua atau lebih kelompok data sampel yang berasal dari populasi yang memiliki variansi yang sama (Santoso, 2014). Uji homogenitas menggunakan *SPSS for Windows Release 16*. Hasil uji homogenitas dapat dilihat setelah melakukan uji normalitas.

Uji homogenitas yang digunakan dengan taraf signifikan 5% dengan kriteria apabila nilai signifikan $< 0,05$ maka data dinyatakan tidak homogen. Hipotesis yang diuji dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut.

H_0 : Varian data homogen

H_a : Varian data tidak homogen

2. Uji Hipotesis

Uji hipotesis digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua kelas yang tidak berhubungan satu dengan yang lain (Santoso, 2014). Tujuan uji hipotesis adalah untuk menentukan apakah rata-rata kedua kelas tersebut sama atau tidak. Uji hipotesis penelitian ini dilakukan uji *independent sample t-test* dengan menggunakan *SPSS for windows release 16*. Hipotesis yang diajukan yaitu terdapat pengaruh model pembelajaran *project based learning* terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

Uji sampel *Independent Sample t-test* memiliki taraf signifikansi sebesar 0,05. Jika nilai probabilitas lebih tinggi dari 0,05 ($p < 0,05$) maka H_0 ditolak, ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh

model pembelajaran *project based learning* terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik. Sebaliknya, jika nilai probabilitas lebih rendah dari 0,05 ($p > 0,05$) maka H_a ditolak sehingga tidak terdapat berpengaruh terhadap model pembelajaran *project based learning* terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik.

3. Respons Peserta Didik

Angket yang diberikan kepada peserta didik dengan skala likert. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui respons peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran *project based learning*. Pendapat dan persepsi peserta didik tentang penerapan model pembelajaran *project based learning* diukur dengan menggunakan skala likert. Data hasil angket disajikan dalam bentuk Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Skala Likert

Kategori Jawaban	Skor Pernyataan
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

(Sugiyono, 2019)

Hasil angket dari peserta didik disajikan dalam bentuk tabel. Selanjutnya dicari hasil angket tersebut dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{f_i}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase kepraktisan

f_i = Jumlah skor

n = Nilai skor maksimum ke-i

Persentase hasil angket respons siswa yang didapatkan disesuaikan dengan kategori pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Kriteria hasil angket respons

Hasil Angket Respons	Kriteria
82,14% ≤ P ≤ 100%	Sangat baik
62,5% ≤ P < 80,36%	Baik
42,86% ≤ P < 60,71%	Kurang
21,42% ≤ P < 40,07%	Sangat Kurang

(Sugiyono, 2019)

BAB IV

HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan 2 kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran *project based learning* (PjBL), sedangkan kelas kontrol diberi perlakuan menggunakan model pembelajaran konvensional. Setelah perlakuan yang berbeda diberikan, *posttest* akan diberikan kepada kedua kelas tersebut. Tujuan dari *posttest* adalah untuk mengetahui keterampilan proses sains peserta didik di kelas eksperimen dan kelas kontrol berbeda secara rata-rata. Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap, diantaranya yaitu:

1. Tahap Persiapan

Tahap awal pelaksanaan penelitian ini adalah mempersiapkan perangkat pembelajaran serta instrumen yang akan diperlukan. Berikut adalah beberapa tindakan yang dilakukan selama tahap persiapan:

a. Menyusun Modul Ajar

Pelaksanaan pembelajaran untuk kedua kelas dilakukan dengan perlakuan berbeda. Modul ajar kelas eksperimen disusun sesuai dengan model pembelajaran *project based learning* sedangkan modul ajar kelas kontrol disusun sesuai dengan model pembelajaran konvensional. Semua modul ajar yang disusun telah divalidasi oleh 3 dosen validator dengan catatan sedikit revisi dan 2 guru kimia SMA N 16 Semarang validator dengan catatan sedikit revisi.

b. Menyusun Instrumen dan Lembar Penilaian

Instrumen yang diperlukan dalam penelitian ini adalah lembar petunjuk praktikum PjBL di susun sesuai dengan penilaian keterampilan proses sains dalam pembuatan produk. Lembar petunjuk praktikum PjBL digunakan untuk penilaian *posttest*. Lembar petunjuk praktikum PjBL yang berisi pertanyaan-pertanyaan terbuka kepada peserta didik yang akan menjawab pertanyaan tersebut menjadi sebuah laporan peserta didik. Sebelum diberikan ke peserta

didik, lembar petunjuk praktikum PjBL terlebih dahulu dilakukan validasi instrumen oleh 3 dosen ahli dan 2 guru kimia SMA N 16 Semarang. Selanjutnya akan dilakukan pengujian sebagai berikut ini:

1. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk memastikan bahwa pertanyaan yang akan digunakan untuk mengukur keterampilan proses sains peserta didik valid atau tidak. Dengan cara dilakukan uji coba kepada 25 peserta didik kelas XI SMAN 16 Semarang yang telah mempelajari kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030. Berdasarkan hasil perhitungan pada lampiran 12, disimpulkan pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4. 1 Hasil Uji Validitas Instrumen

Kriteria	Nomor Komponen	Jumlah
Valid	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	10
Tidak Valid		0
Jumlah		10

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa 10 komponen pertanyaan

dinyatakan valid dan dapat digunakan sebagai instrumen untuk mengukur keterampilan proses sains peserta didik.

2. Uji Reliabilitas

Dilakukan uji reliabilitas berfungsi untuk melihat keteraturan dari setiap komponen pertanyaan yang diujikan. Pada uji ini rumus yang digunakan yaitu *Cronbach Alpha*. Hasil analisis data menggunakan aplikasi SPSS yang terlampiran pada lampiran 13 nilai *Cronbach Alpha* yaitu 0,605. Dapat disimpulkan bahwa reliabilitas komponen tergolong cukup.

2. Tahap Pelaksanaan

Setelah instrumen diuji, penelitian dilanjutkan dengan tahapan berikut:

a. Memberikan perlakuan untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol

Proses pembelajaran kelas eksperimen diberi perlakuan menggunakan model pembelajaran *project based learning* dengan membuat langkah percobaan pembuatan *eco-enzyme*. Sedangkan pada kelas kontrol pembelajaran menggunakan pembelajaran

konvensional menggunakan petunjuk praktikum yang diberikan oleh pendidik. Berikut adalah tahapan proses pembelajaran menggunakan model *project based learning* dengan membuat langkah percobaan pembuatan *eco-enzyme* mandiri.

1. Pendidik memberikan pertanyaan

Pada langkah ini pendidik akan menayangkan sebuah video dan mengajukan pertanyaan seputar materi yang akan dibahas agar membangkitkan kemauan belajar peserta didik dengan mengajukan stimulus. Pendidik akan memberikan tugas untuk menjawab pertanyaan tersebut.

2. Peserta didik mendesain sebuah perencanaan proyek

Peserta didik secara mandiri membuat sebuah produk yang sesuai dengan materi yang dibahas. Langkah ini pendidik akan berkeliling di kelas untuk menanyakan progres yang telah dibuat oleh peserta didik. Dan menanyakan yang disesuaikan, contohnya "*Mengapa menggunakan bahan tersebut?*".

3. Pendidik menganalisis dan mengevaluasi hasil projek yang dilakukan peserta didik

Peserta didik akan melakukan persentasi secara mandiri, dimana pendidik memberikan pendapat, usulan, mengenai pertanyaan dan bagaimana cara peserta didik menjawab pertanyaan tersebut. Tahapan ini pendidik juga memberikan penekanan mengenai materi yang sedang dibahas.

Penggunaan model pembelajaran *project based learning*, kegiatan awal sampai akhir di kelas eksperimen dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Model ini juga memungkinkan peserta didik untuk menggunakan berbagai sumber, seperti buku, internet, dan lainnya, untuk menemukan informasi terkait topik yang sedang peserta didik pelajari (Anggriani dkk, 2019).

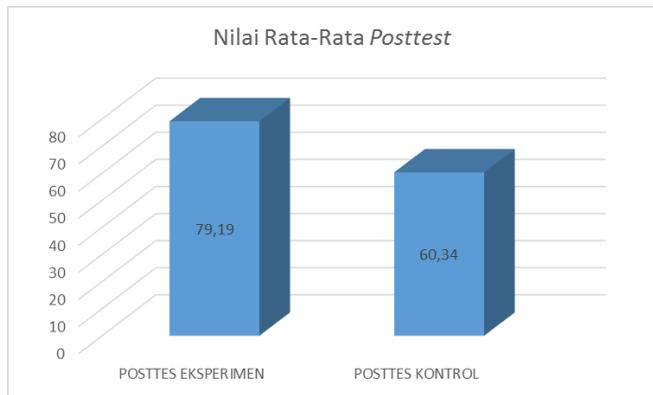
b. Memberikan tugas *posttest* berupa laporan peserta didik

Kegiatan terakhir yaitu memberikan *posttest* materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030. Tujuannya dilakukan *posttest* adalah untuk mengetahui keterampilan

proses sains peserta didik mengenai materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 yang sudah diajarkan.

c. Menganalisis hasil rata-rata nilai *posttest*

Setelah mendapatkan data *posttest* maka langkah selanjutnya menganalisis nilai *posttest* peserta didik. Hasil analisis akan ditampilkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Rekapitulasi Rata-Rata Nilai *Posttest* pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Berdasarkan gambar 4.1 rata-rata nilai *posttest* pada kelas eksperimen nilai rata-rata *posttest* lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

d. Menganalisis uji normalitas dan homogenitas menggunakan data hasil *posttest* peserta didik

1) Uji Normalitas

Dilakukan uji normalitas *posttest* agar mendapatkan bukti apakah data dari sampel yang telah ditentukan berdistribusi normal atau tidak. Hasil analisis akan dilampirkan pada lampiran 17. Berikut hasil uji normalitas data *posttest* dapat dilihat melalui tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Normalitas *Posttest*

Kelas	Jumlah Peserta Didik	<i>Sig.</i>	Taraf Signifikansi
Eksperimen	36	0,126	0,05
Kontrol	36	0,121	0,05

Berdasarkan hasil pengujian normalitas terhadap nilai *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol membuktikan bahwa sampel berdistribusi normal. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai signifikansi dari kedua data *posttest* lebih besar dari 0,05.

2) Uji Homogenitas

Kedua sampel akan diuji homogenitasnya, untuk melihat apakah data yang telah berdistribusi normal memiliki varians sama dengan melihat taraf signifikansi 0,05. Hasil uji dapat dilihat pada lampiran 17. Dapat disimpulkan pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Uji Homogenitas *Posttest*

Kelas	<i>Levene Statistic</i>	<i>Sig.</i>	Taraf Signif ikansi
Eksperimen dan Kontrol	0,950	0,333	0,05

Berdasarkan data pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa data hasil *posttest* memiliki signifikansi lebih dari 0,05. Hasil uji homogenitas *posttest* memiliki nilai signifikansi 0,333. Kesimpulannya yaitu kedua kelas memiliki data yang homogen dan memiliki varians yang sama, maka dapat dilakukan pengujian selanjutnya menggunakan uji parametrik.

B. Hasil Uji Hipotesis

Uji ini dihitung menggunakan uji *independent sample t-test* dengan tujuan mengetahui rata-rata nilai *posttest* dari data kelas eksperimen maupun kelas kontrol yang telah didapatkan dengan nilai signifikansi 0,05. Uji t dapat dikatakan signifikansi jika nilai *sig. 2-tailed* yang digunakan nilai *equaeval variances assumed*. Hasil uji hipotesis ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Hipotesis *Posttest*

Kelas	Jumlah peserta didik	<i>Sig. 2-Tailed</i>	Taraf Signifikansi
Eksperimen	36	0,00	0,05
Kontrol	36	0,00	0,05

Berdasarkan tabel 4.5 diketahui nilai *Sig. 2-Tailed* dari kedua kelas $< 0,05$. Hal tersebut menandakan bahwa H_0 ditolak yaitu model pembelajaran *project based learning* berpengaruh terhadap keterampilan proses sains peserta didik. Hasil analisis dilampirkan pada lampiran 18.

C. Pembahasan Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMA N 16 Semarang untuk mengetahui apakah implementasi model

pembelajaran *project based learning* berpengaruh terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 atau tidak. Penelitian ini memiliki Populasi pada penelitian ini yang terdiri dari mulai dari kelas X1 hingga kelas X6. Kelas eksperimen menggunakan kelas X3 sedangkan kelas kontrol menggunakan kelas X2.

Langkah awal dalam pembelajaran yaitu tanya jawab kepada salah satu guru kimia di SMA N 16 Semarang tentang permasalahan yang ada pada sekolah tersebut. Salah satu permasalahannya yaitu mengenai keterampilan proses sains dan model pembelajaran yang digunakan. Kesimpulan dari hasil wawancara yaitu rendahnya keterampilan proses sains peserta didik pada saat kegiatan belajar mengajar, padahal keterampilan proses sains merupakan konteks yang terpenting untuk menghadapi pembelajaran di abad 21.

Selain itu, model pembelajaran yang biasa digunakan dalam kegiatan pembelajaran yaitu model pembelajaran konvensional. Pada penelitian ini untuk mendukung perkembangan keterampilan proses sains maka diterapkannya model pembelajaran *project based learning*. Model pembelajaran tersebut

diharapkan peserta didik dapat leluasa mengorganisir proses pembelajaran dan dapat mengeksplorasi materi dengan luas.

Penelitian ini menggunakan dua kelas yaitu kelas kontrol dan kelas eksperimen, pada kedua kelas kana dilakukan 6 kali pertemuan. Setiap pertemuan diberikan durasi 2 x 45 menit dan 1 x 45 menit. Pertemuan pertama peserta didik mengamati sebuah video, diberikan pertanyaan pemantik, dan tugas *project*. Pertemuan kedua hingga keenam disampaikan materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 dan pengumpulan tugas sebagai nilai *posttest*.

Berdasarkan gambar 4.1 dapat disimpulkan terjadi peningkatan KPS pada peserta didik setelah dilakukan model pembelajaran (PjBL) dibuktikan dari rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, dengan nilai kelas eksperimen sebesar 79,19 sedangkan kelas kontrol 60,34. Sesuai dengan penelitian Rizkasari, Rahman, & Aji (2022) yang menjelaskan penerapan model pembelajaran *project based learning* mengalami peningkatan hasil belajar lebih tinggi dibandingkan dengan penerapan model pembelajaran konvensional.

Hasil nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen pada gambar 4.1 setara dengan dengan KKM sekolah yaitu 75. Sedangkan rata-rata nilai *posttest* kelas kontrol di bawah nilai KKM sekolah, artinya pencapaian akhir peserta didik setelah diberikan perlakuan model pembelajaran konvensional belum sesuai dengan standar minimum pada sekolah. Hasil *posttest* menunjukkan masih terdapat 4 peserta didik pada kelas eksperimen mendapatkan nilai kurang dari 75, sedangkan kelas kontrol sebanyak 36 peserta didik mendapatkan nilai kurang dari 75.

1. Pengaruh Implementasi Model Pembelajaran *Project Based Learning* Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

Untuk melihat perbedaan nilai keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dibuktikan dari nilai rata-rata pada gambar 4.1. Berdasarkan gambar tersebut mendapatkan hasil bahwa kelas eksperimen mendapatkan nilai rata-rata 79,19 sedangkan nilai rata-rata kelas kontrol sebesar 60,34. Hal tersebut menandakan model pembelajaran *project based*

learning memiliki kategori lebih berpengaruh terhadap keterampilan proses sains peserta didik dibandingkan proses pembelajaran dengan mengaplikasi model pembelajaran konvensional.

Data nilai rata-rata selanjutnya dianalisis guna menguji hipotesis. Karena normalitas dan homogenitas dari data nilai *posttest* lebih dari 0,05 maka dapat diujikan menggunakan *independent sample t test* dengan mengacu nilai *sig.2-tailed* pada *Equal variances assumed* dilakukan untuk menguji hipotesis pada penelitian ini. Berdasarkan lampiran 18 diperoleh bahwa hasil nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ maka H_0 ditolak. Artinya terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran *project based learning* terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 di SMA N 16 Semarang.

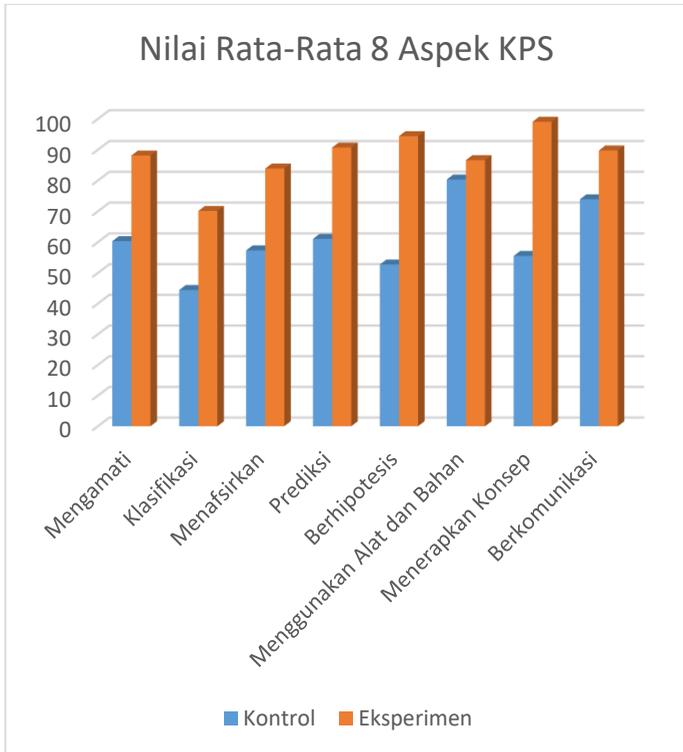
Model pembelajaran *project based learning* Peserta didik dihadapkan pada masalah nyata yang memerlukan pemecahan masalah secara kreatif. Peserta didik diajak untuk mengidentifikasi masalah, merumuskan masalah, mengumpulkan dan menganalisis data, serta merumuskan solusi yang berdasarkan pada konsep-konsep sains.

Peserta didik juga diajak untuk berpikir kritis dalam menghadapi masalah. Peserta didik perlu menganalisis informasi, mengevaluasi bukti, mengidentifikasi asumsi, dan membuat kesimpulan berdasarkan pada pemahaman konsep sains. Hal yang paling menonjol dalam model pembelajaran *project based learning* yaitu membuat sebuah proyek.

Peserta didik perlu menyajikan hasil proyek secara lisan maupun tertulis. Peserta didik perlu mengkomunikasikan ide, temuan, dan kesimpulan dengan jelas dan efektif. Menurut Nasir dkk (2023) *project based learning* memberikan konteks nyata dan relevan bagi peserta didik, yang dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran sains. Peserta didik lebih merasa terlibat karena peserta didik dapat melihat hubungan antara konsep sains dengan dunia nyata dan merasakan dampak dari proyek yang peserta didik kerjakan (Syamsudin & Salmawati, 2023). Dapat disimpulkan dari penjelasan diatas yaitu model pembelajaran *project based learning* lebih berpengaruh dalam peningkatan keterampilan proses sains peserta didik.

2. Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Setelah diberikan Model pembelajaran *Project Based Learning*

Setelah melihat perbedaan nilai rata-rata keterampilan proses sains peserta didik per-kelas, selanjutnya menganalisis 8 aspek keterampilan proses sains peserta didik yang ada pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Nilai Rata-Rata 8 Aspek KPS

Dilihat dari gambar 4.2 aspek menerapkan konsep pada kelas eksperimen memiliki persentase yang lebih tinggi dibandingkan aspek yang lain. Menerapkan konsep merupakan proses mengaplikasikan pengetahuan dan konsep yang dipelajari dalam situasi nyata atau dalam konteks praktis.

Kelas eksperimen melakukan percobaan, mengumpulkan data, menganalisis hasil, dan mengambil kesimpulan berdasarkan konsep yang dipelajari. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa peserta didik memiliki pemahaman yang baik tentang konsep yang diajarkan dan mampu dihubungkan dengan situasi dunia nyata. Agar dapat melihat persentase keterampilan proses sains peserta didik perlu menganalisis 8 aspek keterampilan proses sains pada setiap pertanyaan yang sesuai dengan 8 aspek keterampilan proses sains (Elvanisi, Hidayat, & Fadillah, 2018).

a. Aspek Mengobservasi/Mengamati

Aspek keterampilan proses sains pertama yaitu mengobservasi atau mengamati yang memiliki 2 indikator. Indikator tersebut yaitu menggunakan sebanyak mungkin indera dan

mengumpulkan fakta yang relevan, penilaian aspek tersebut dilihat dari dua penilaian yaitu observasi dan laporan peserta didik.

Penilaian observasi dapat dilihat pada gambar 4.5

Tabel 4.5 Hasil Penilaian Observasi Aspek Mengobservasi/Mengamati

Indikator KPS	Kelas	Nilai Rata-Rata
Menggunakan sebanyak mungkin indera.	Kelas Kontrol	49,3%
	Kelas Eksperimen	97,2%

Pada penilaian observasi peserta didik diminta untuk melakukan observasi di sekitar sekolah dalam menemukan masalah. Rata-rata nilai pada penilaian ini sebesar 49,3% pada kelas kontrol dan 97,2% pada kelas eksperimen. Perbandingan nilai tersebut sebesar 47,9% yang tergolong tinggi. Hal tersebut dikarenakan, rasa ingin tahu peserta didik yang besar pada kelas eksperimen. Sedangkan pada kelas kontrol peserta didik fokus terhadap petunjuk praktikum yang diberikan.

Rasa ingin tahu peserta didik mendorong untuk mencari jawaban dan mengumpulkan

informasi yang diperlukan untuk memahami topik tersebut. Dalam proses ini, peserta didik akan menggunakan indera penglihatan dalam pengamatan, sedangkan dalam indera pendengar dan pembau dalam kegiatan proyek untuk mendapatkan jawaban yang peserta didik cari. Rasa ingin tahu peserta didik dalam PjBL berkontribusi pada pengembangan KPS peserta didik akan belajar bagaimana menggunakan mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang topik yang peserta didik teliti (Lukiyati, 2022).

Penilaian laporan yang dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Penilaian Laporan Aspek Mengobservasi/Mengamati

Aspek Penilaian	Kelas	Nilai Rata-Rata (%)
Dasar Teori	Kelas Kontrol	44,4
	Kelas Eksperimen	70,1
Daftar Pustaka dan Lampiran	Kelas Kontrol	87,3
	Kelas Eksperimen	97,2

Pada penilaian laporan pada dasar teori, kelas kontrol memperoleh nilai rata-rata sebesar 44,4 % sedangkan pada kelas eksperimen sebesar 70,1 %.

Peserta didik melakukan observasi dan mengelompokan informasi dalam pembuatan proyek. Peserta didik mencari pengertian sampah, kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030, *eco-enzyme*, dan hubungannya. Pada kelas kontrol rata-rata jawaban mengikuti lembar petunjuk praktikum yang hanya menjelaskan sampah dan *eco-enzyme*. Sedangkan kelas eksperimen mencari dan mengumpulkan data berdasarkan observasi dan data informasi.

Daftar pustaka dan lampiran peserta didik kelas kontrol nilai rata-rata sebesar 87,3% sedangkan pada kelas eksperimen sebesar 97,2%. Peserta didik akan mengumpulkan daftar pustaka yang ada pada dasar teori, dan foto dalam pembuatan proyek. Kelas kontrol menggunakan daftar pustaka yang ada di petunjuk praktikum, sedangkan kelas eksperimen mencari informasi baru yang peserta didik kumpulkan.

Observasi merupakan langkah penting dalam menemukan data informasi. Melalui observasi peserta didik mengamati peristiwa secara langsung dan mampu mengumpulkan data. Dan observasi yang sistematis dan terarah, peserta didik mampu

memperoleh pemahaman yang lebih mendalam (Masloman dkk, 2023).

b. Aspek Mengelompokan/Klasifikasi

Aspek mengelompokan atau klasifikasi memiliki 3 indikator yaitu mencatat setiap pengamatan secara terpisah, mencari perbedaan dan persamaan, mengontraskan ciri-ciri dan membandingkan, dan mencari pengelompokan atau penggolongan. Setelah melakukan observasi peserta didik akan mencatat informasi data yang sudah didapatkan. Data tersebut akan dikelompokan berdasarkan perbedaan, persamaan, ciri-ciri, atau membandingkan. Penilaian indikator ini dilihat pada penilaian laporan yang dapat dilihat pada tabel 4.6 pada aspek penilaian dasar teori.

Kelas eksperimen mencari dan mengelompokan tentang pengertian sampah, kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030, *eco-enzyme*, dan hubungannya. Data yang didapat akan dikelompokkan oleh peserta didik dalam dasar teori. Sedangkan kelas kontrol mengikuti dasar teori yang sudah ada dalam petunjuk praktikum. Model PjBL memberikan

kesempatan bagi peserta didik untuk terlibat dalam proyek, proses ini peserta didik akan merancang sebuah eksperimen dengan mencari dan mengumpulkan informasi tersebut (Bariyah & Sugandi, 2022).

c. Aspek Menafsirkan

Aspek menafsirkan memiliki 3 indikator yaitu menemukan pola dalam suatu seri pengamatan, menghubungkan hasil-hasil pengamatan, dan menyimpulkan. Aspek menafsirkan berada pada penilaian laporan dengan 4 aspek penilaian yaitu rumusan masalah, hasil pengamatan, analisis data dan pembahasan.

Tabel 4. 7 Hasil Penilaian Aspek Menafsirkan

Aspek Penilaian	Kelas	Nilai Rata-Rata (%)
Rumusan Masalah	Kelas Kontrol	42,7
	Kelas Eksperimen	86,1
Hasil Pengamatan	Kelas Kontrol	72,9
	Kelas Eksperimen	90,7
Analisis Data dan Pembahasan	Kelas Kontrol	56,7
	Kelas Eksperimen	73,01
	Kelas Kontrol	57,2

Kesimpulan dan Saran	Kelas Eksperimen	861
----------------------	------------------	-----

Nilai rata-rata komponen rumusan masalah kelas kontrol sebesar 42,7% sedangkan kelas eksperimen sebesar 86,1%. Perbedaan nilai kedua kelas tersebut sebesar 43,4% yang dikategorikan tinggi. Rumusan masalah ini termasuk indikator menemukan pola seri pengamatan. Dengan peserta didik mengetahui rumusan masalah, maka peserta didik akan mengetahui solusi apa yang akan dilakukan.

Peserta didik membuat rumusan masalah sesuai dasar teori. Pada kelas kontrol peserta didik dalam membuat rumusan masalah tidak sesuai dengan dasar teori yang dibuat dan 10 peserta didik tidak membuat rumusan masalah. Sedangkan kelas eksperimen peserta didik membuat rumusan masalah sesuai dengan dasar teori yang dibuat dan ada beberapa yang tidak mencantumkan.

Aspek penilaian hasil pengamatan termasuk indikator menghubungkan hasil-hasil pengamatan, peserta didik kelas kontrol nilai rata-rata sebesar 72,9 % sedangkan pada kelas

eksperimen sebesar 90,7%. Peserta didik akan mencatat hasil pengamatan berupa proses pembuatan dan perubahan yang terjadi. Perbandingan nilai pada kedua kelas tersebut sebesar 17,8% yang dikategorikan tinggi.

Kelas eksperimen tinggi dibandingkan kelas kontrol, dikarenakan peserta didik kelas eksperimen mencari informasi terlebih dahulu sebelum melakukan pembuatan proyek. Peserta didik akan memiliki pemahaman yang lebih tentang keadaan dan proses yang terlibat dalam pembuatan proyek (Ritonga, Ulfa & Jayanti, 2023). Maka dari itu aspek penilaian hasil pengamatan kelas eksperimen tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Sedangkan pada aspek penilaian analisis data dan pembahasan termasuk indikator menghubungkan hasil-hasil dan menyimpulkan. Kelas kontrol memperoleh rata-rata nilai sebesar 56,7% sedangkan kelas eksperimen sebesar 73,01%. Peserta didik akan mencari informasi tentang project yang telah dilakukan. Pada kelas kontrol peserta didik hanya menjelaskan alur pembuatan produk tidak

menjelaskan hal-hal tersebut terjadi. Sedangkan kelas eksperimen peserta didik menjelaskan hal-hal yang terjadi dan alasannya. Perbedaan nilai kedua kelas yaitu 16,31% yang dikategorikan sedang.

Aspek penilaian kesimpulan dan saran merupakan indikator menyimpulkan kelas kontrol sebesar 52,7% sedangkan kelas eksperimen sebesar 86,1%. Pada kelas kontrol kesimpulan tidak sesuai rumusan masalah dan tidak mencantumkan saran. Sedangkan kelas eksperimen kesimpulan sesuai dengan rumusan masalah. Perbedaan nilai kedua kelas tersebut sebesar 33,4%. Dalam hal ini pada kelas eksperimen mendapatkan pencapaian indikator keterampilan proses sains lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Mencari informasi sebelum melakukan pembuatan produk merupakan langkah penting dalam mempersiapkan diri untuk memahami keadaan dan proses yang terlibat dalam pembuatan produk (Wahyudi & Lazulva, 2021). Begitupun yang dilakukan kelas eksperimen dalam pembuatan produk dalam pembelajaran

ini. Dengan pemahaman yang lebih baik membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih komprehensif dan terintegrasi (Rahman, 2022).

d. Aspek Meramalkan/Prediksi

Pada aspek meramalkan atau prediksi memiliki 2 indikator yaitu menggunakan pola-pola pengamatan dan menemukan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati. Peserta didik diarahkan untuk membuat pola dalam pembuatan produk penerapan kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030. Dan juga memprediksi pola tersebut apakah bisa dilakukan. pada tabel 4.6.

Tabel 4. 8 Hasil Penilaian aspek memprediksi

Aspek Penilaian	Kelas	Nilai Rata-Rata (%)
Tujuan produk	Kelas Kontrol	58,3
	Kelas Eksperimen	86,1
prosedur kerja	Kelas Kontrol	63,8
	Kelas Eksperimen	95,3

Aspek penilaian tujuan produk kelas kontrol memperoleh nilai rata-rata sebesar 58,3% sedangkan pada kelas eksperimen

sebesar 86,1%. Dalam menyebutkan tujuan produk pada kelas kontrol telah disebutkan tujuan produk dalam petunjuk praktikum tetapi banyak tidak sesuai dengan rumusan masalah dan tidak menyebutkan rumusan masalah. Sedangkan pada kelas eksperimen peserta didik menyebutkan tujuan produk berdasarkan rumusan masalah yang sudah dibuat dan ada yang tidak sesuai dengan rumusan masalah yang dibuat.

Peserta didik membuat prosedur kerja dengan nilai kelas kontrol 63,8% dan kelas eksperimen sebesar 95,3%. Perbedaan nilai kedua kelas sebesar 32,5% yang dikategorikan tinggi. Perolehan nilai tersebut peserta didik kurang dalam pembuatan prosedur kerja dengan menggunakan kalimat pasif dan berbentuk diagram alir pada kelas kontrol. Sedangkan pada kelas eksperimen peserta didik dapat membuat prosedur kerja menggunakan kalimat pasif dan berbentuk diagram alir.

Kelas eksperimen sebelum membuat prosedur kerja telah mengumpulkan informasi data yang relevan, menentukan tujuan produk,

dan kinerja prosedur kerja. Sedangkan kelas kontrol melihat petunjuk praktikum. Ketika merancang prosedur kerja dapat melibatkan perkiraan waktu yang diperlukan, sumber daya yang dibutuhkan, atau masalah yang mungkin muncul (Suja, 2023).

e. Aspek Berhipotesis

Aspek berhiotesis memiliki 2 indikator yaitu mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian dan menyadari bahwa suatu penjelasan perlu kebenarannya dalam memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah. Pada penilaian laporan peserta didik mengetahui bahwa produk yang di mempunyai dampak dari pembuatan tersebut. Hasil Penilaian aspek berhipotesis dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil Penilaian Aspek Berhipotesis

Aspek Penilaian	Kelas	Nilai Rata-Rata (%)
Berhipotesis	Kelas Kontrol	52,7
	Kelas Eksperimen	94,4

Rerata nilai yang didapatkan pada kelas kontrol sebesar 52,7% dan rerata nilai yang didapatkan pada kelas eksperimen sebesar 94,4%. Peserta didik membuat hipotesis pada kontrol tidak sesuai dan kurang lengkap. Didapatkan kesimpulan peserta didik pada kelas eksperimen mampu menentukan hipotesis lebih baik dibandingkan peserta didik kelas kontrol.

Setelah mencari informasi sebelumnya, peserta didik mengembangkan pertanyaan yang lebih mendalam dan relevan untuk dijawab melalui eksperimen. Dengan pemahaman yang baik tentang proses dan konsekuensi yang terlibat dalam pembuatan produk, peserta didik dapat membuat dugaan sementara berdasarkan informasi yang sudah diperoleh (Murniyati & Winarto, 2018).

f. Aspek Menggunakan Alat dan Bahan

Aspek menggunakan alat dan bahan memiliki 2 indikator yaitu memakai alat dan bahan dan mengetahui bagaimana menggunakan alat dan bahan. Pada aspek ini dilihat dari penilaian laporan dan observasi peserta didik pada tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil Penilaian Aspek Menggunakan Alat dan Bahan

Aspek Penilaian	Kelas	Nilai Rata-Rata (%)
Alat dan Bahan (Laporan)	Kelas Kontrol	78,7
	Kelas Eksperimen	85,1
Alat dan Bahan (Observasi)	Kelas Kontrol	81,9
	Kelas Eksperimen	88,1

Kelas kontrol nilai rata-rata sebesar 78,7 % sedangkan pada kelas eksperimen sebesar 85,1%. Perbedaan dari kedua kelas sebesar 6,4% yang dikategorikan rendah. Sedangkan pada penilaian observasi kelas kontrol sebesar 81,9% dan kelas eksperimen sebesar 88,1%. Dengan perbandingan 0,8% yang tergolong rendah.

Meskipun perbandingan kedua kelas tersebut rendah, tetapi kelas eksperimen mempunyai nilai rata rata lebih tinggi. Melalui proses mencari informasi, peserta didik mampu menentukan jumlah alat dan bahan yang akan digunakan pada kelas eksperimen. Sedangkan pada kelas kontrol jumlah yang akan dipakai

menyesuaikan yang ada di petunjuk praktikum. Menentukan alat dan bahan yang baik dapat membantu peserta didik untuk melakukan eksperimen, mengamati, dan mengeksplorasi fenomena alam lebih baik (Wahyudi & Lazulva, 2021).

g. Aspek Menerapkan Konsep

Aspek menerapkan konsep memiliki 4 indikator yaitu menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru, menggunakan konsep pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi. Dilihat pada penilaian observasi, peserta didik akan melakukan pembuatan produk yang telah dibuat sesuai dengan tema yang digunakan.

Tabel 4. 11 Hasil Penilaian Observasi Aspek Menerapkan Konsep

Aspek Penilaian	Kelas	Nilai Rata-Rata (%)
Menerapkan Konsep	Kelas Kontrol	55,5
	Kelas Eksperimen	99,07

Nilai rata-rata pada kelas kontrol sebesar 55,5% dan kelas eksperimen 99,07%. Hal ini indikator keterampilan proses sains peserta

didik pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Dengan menggunakan model pembelajaran *project based learning*, peserta didik terlibat secara aktif dalam pembuatan produk.

Peserta didik akan melalui proses merencanakan, merancang, dan membuat produk yang sesuai konsep sains yang dipelajari. Keterlibatan aktif ini membuat peserta didik untuk menerapkan konsep secara langsung dan menguji pemahaman peserta didik itu sendiri (Amanda, Biru, & Suryani, 2023). Sedangkan pada kelas kontrol melakukan kegiatan pembuatan produk sesuai langkah yang ada di petunjuk praktikum.

h. Aspek Berkomunikasi

Aspek berkomunikasi memiliki 4 indikator yaitu mengubah bentuk penyajian, menggambarkan data hasil percobaan atau pengamatan dengan tabel, mendiskusikan hasil percobaan atau penelitian, dan menyusun laporan secara sistematis. Penilaian pada aspek berkomunikasi menggunakan 2 penilaian yaitu

penilaian laporan dan penilaian observasi yang dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Hasil Penilaian Aspek Berkomunikasi

Aspek Penilaian	Kelas	Nilai Rata-Rata (%)
Hasil Pengamatan	Kelas Kontrol	72,9
	Kelas Eksperimen	90,7
Berkomunikasi	Kelas Kontrol	75
	Kelas Eksperimen	88,8

Pada penilaian laporan yaitu hasil pengamatan, peserta didik kelas kontrol nilai rata-rata sebesar 72,9 % sedangkan pada kelas eksperimen sebesar 90,7%. Peserta didik akan mencatat hasil pengamatan berupa proses pembuatan dan perubahan yang terjadi.

Sedangkan pada penilaian observasi komponen 4 yaitu berkomunikasi kelas kontrol sebesar 75% dan kelas eksperimen sebesar 88,8%. Dapat disimpulkan kelas eksperimen lebih tinggi dalam mengamati dan mengobservasi. Artinya indikator keterampilan proses sains yang dimiliki kelas eksperimen tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Hal tersebut dikarenakan kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran *project based learning*. Peserta didik dapat menemukan ide, menyampaikan pendapat, dan menjelaskan hasil produk (Nuraini & Waluyo, 2021). Peserta didik tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi peserta didik juga akan mendengarkan, memahami, dan menafsirkan informasi yang disampaikan oleh rekan lainnya (Mahali dkk, 2023). Maka pembelajaran ini dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik berupa kemampuan berbicara di depan umum, menggunakan bahasa tubuh yang tepat, dan menyampaikan pesan dengan percaya diri (Rahayu & Ismawati, 2022).

3. Respons Peserta Didik Terhadap Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* dalam Mengukur Keterampilan Proses Sains Materi Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

Respons peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* dalam mengukur keterampilan proses sains mendapatkan

respons baik. Peserta didik mampu mengembangkan keterampilan proses sains seperti observasi, eksperimen, analisis data, dan pemecahan masalah. Selain itu, kolaborasi dalam tim juga terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan sosial dan kemampuan berkomunikasi peserta didik.

Berdasarkan respons peserta didik gambar 4.3 dengan menggunakan model PjBL terdapat pengaruh terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030. Persentase yang didapatkan dalam respons peserta didik sebesar 89,69% dengan kriteria sangat baik. Respons peserta didik diberikan 19 pertanyaan kepada peserta didik yang dicantumkan pada lampiran 19. Berdasarkan lampiran 19 Model pembelajaran PjBL memungkinkan peserta didik untuk memahami konsep sains secara lebih mendalam.

Peserta didik terlibat dalam pengalaman langsung yang membantu peserta didik melihat hubungan antara teori dan praktik dalam sains. Meskipun model PjBL menyediakan pendekatan

yang menantang, dengan perencanaan yang matang dan dukungan pendidik yang memadai, peserta didik mampu mengatasi tentang tersebut. Respons peserta didik dibagi menjadi 3 komponen yaitu keterampilan peserta didik, memperdalam konsep, dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Berikut gambar 4.3 grafik respons peserta didik.



Gambar 4.3 Grafik Respons Peserta Didik

Respons peserta didik terhadap penerapan model PjBL dalam mengukur keterampilan proses sains pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 memiliki 3 indikator yaitu keterampilan peserta didik, memperdalam konsep, dan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Keterampilan peserta didik dapat dilihat pada respons 8, 12, 13, 17, 18, dan 19. Respons peserta

didik pada indikator keterampilan peserta didik sebesar 90,8% yang dikategorikan sangat baik. Model pembelajaran PjBL, peserta didik mengembangkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi yang baik dalam proyek pembelajaran. Peserta didik belajar bekerja membuat sebuah proyek, berbagai ide, dan menyampaikan hasil proyek dengan jelas dan efektif.

Sedangkan indikator memperdalam konsep terdapat pada respons 5, 6, 8, 9, 10, 11, 14, 15, dan 16. Respons peserta didik pada indikator memperdalam konsep sebesar 85,03% yang dikategorikan sangat baik. Peserta didik memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang konsep materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030. Peserta didik memahami proses kimia hijau dapat berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan dan menciptakan solusi yang berkelanjutan dalam pembangunan.

Indikator keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran terdapat pada respons 1, 2, 3, 4, dan 7. Respons peserta didik terhadap indikator keterlibatan peserta didik sebesar 93,19% yang

dikategorikan sangat tinggi. Peserta didik menunjukkan tingkat keterlibatan yang tinggi dalam proyek pembelajaran PjBL. Peserta didik terlibat secara aktif aktif dalam proses pembuatan proyek dan menunjukkan minat yang tinggi terhadap materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030. Peserta didik berhasil mengembangkan keterampilan proses sains yang diperlukan dalam proyek pembelajaran. Serta mampu merumuskan pertanyaan penelitian, merencanakan menganalisis data, dan menyusun kesimpulan berdasarkan temuan dalam pembuatan proyek.

Secara keseluruhan, penerapan model PjBL dalam mengukur keterampilan proses sains memberikan respons yang sangat baik dalam mengembangkan keterampilan peserta didik, memperdalam konsep, dan meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Dari ketiga indikator tersebut memperdalam konsep memiliki persentase rendah dibandingkan 2 indikator lainnya. Menerapkan konsep menjadi tantangan peserta didik, beberapa konsep dalam pembelajaran akan sulit dipahami peserta didik.

Namun, dengan adanya model pembelajaran PjBL menerapkan konsep ini dapat dilakukan secara nyata dan bisa menumbuhkan pemahaman yang lebih mendalam dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Piliang, 2019). Maka dari pada penelitian ini indikator menerapkan konsep sebesar 85,03% yang dikategorikan sangat baik.

Salah satu penyebabnya yaitu rendahnya nilai *posttest* pada kelas kontrol yaitu model pembelajaran yang diterapkan masih konvensional. Sejalan dengan hasil penelitian Jafar (2021) nilai rata-rata hasil belajar peserta didik dikategorikan rendah apabila pembelajaran masih menggunakan model pembelajaran konvensional. Selain itu, faktor kebiasaan juga ikut berpengaruh pada hasil akhir belajar peserta didik. Apabila peserta didik telah biasa mengikuti pembelajaran dengan mengasah keterampilan proses sains maka akan mempengaruhi tingkat keterampilan proses sains serta pemahaman akan konsep yang diberikan dengan baik.

Sesuai dengan penelitian Sutrisno (2022) yang menjelaskan bahwa setiap peserta didik memiliki kemampuan yang berbeda untuk memahami setiap materi yang diajarkan, sehingga pendidik harus

memahami setiap materi yang diajarkan, sehingga pendidik harus mampu memahami keadaan tersebut. Keterampilan proses sains dalam pembelajaran dapat memastikan bahwa peserta didik akan mendapatkan hasil belajar yang baik. Sebaliknya, peserta didik dengan keterampilan proses sains yang kurang akan berdampak pada hasil belajar yang lebih buruk.

Peserta didik pada kelas kontrol kurang aktif dan sering berbicara dengan teman sebangku ketika proses pembelajaran berlangsung. Hal tersebut merupakan faktor kebiasaan yang ada pada diri peserta didik, sehingga tak sedikit peserta didik mengalami kesulitan dalam pembuatan produk dan laporan praktikum. Muderawan, Wiratma, & Nabila (2019) juga menjelaskan bahwa beberapa faktor penyebab peserta didik kesulitan belajar serta mengerti mengenai materi yaitu rendahnya motivasi belajar dalam pembelajaran.

Berbeda dengan kelas eksperimen, pada kelas tersebut peserta didik lebih aktif, sangat antusias dalam menemukan proses pembuatan produk, aktif bertanya, hal tersebut menandakan tingginya motivasi belajar peserta didik. Sesuai dengan penelitian Elisabet, Relmasira, & Hardini (2019) yang menyebutkan di dalam penelitiannya model

pembelajaran *project based learning* berfungsi terhadap hasil belajar peserta didik serta peningkatan motivasi belajar peserta didik.

Pemberian perlakuan juga dapat mempengaruhi hasil akhir pembelajaran. Kelas eksperimen diberi perlakuan dengan menerapkan model pembelajaran *project based learning* yang mengharuskan peserta didik aktif mencari materi serta dapat mengorganisir kegiatan pembelajaran mandiri. Namun sebaliknya, kelas kontrol diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran konvensional, sehingga peserta didik pada kelas eksperimen lebih tertarik untuk mengikuti proses pembelajaran.

Oleh karena itu, hasil *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal itu sesuai dengan hasil penelitian Anwar, Fadillah, & Syam (2021) menyebutkan bahwa peserta didik ketika kegiatan belajar diberikan model pembelajaran *project based learning* mempunyai pengetahuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan peserta didik yang diberikan model pembelajaran konvensional.

Berdasarkan hasil analisis per indikator keterampilan proses sains. Kelas eksperimen mendapatkan peningkatan persentase dari nilai rata-

rata tinggi dibandingkan kelas kontrol. Indikator yang sangat berpengaruh terhadap keterampilan proses sains pada penelitian ini ialah indikator mengamati, menafsirkan, menerapkan konsep, dan berkomunikasi. Indikator tersebut berkaitan dengan menemukan dasar teori, menemukan pola pengamatan, menganalisis data, dan interpretasi. Sejalan dengan penelitian Fitriyah & Ramadhani (2021) menerapkan pembelajaran secara nyata memiliki fungsi yang penting karena akan mendapatkan pengalaman dan juga sejalan dengan penelitian Aini & Evendi (2020) bahwa keterampilan proses sains digunakan untuk mengembangkan keterampilan ilmiah yang terarah baik kognitif maupun psikomotorik.

Faktor penyebab kelas eksperimen memiliki keterampilan proses sains lebih unggul dibandingkan kelas kontrol yaitu faktor kebiasaan. Kegiatan pembelajaran kelas eksperimen diajarkan menggunakan model pembelajaran *project based learning*, yang mana terdapat *syntax* untuk mendesain perencanaan proyek. Keterampilan proses sains peserta didik akan diasah dengan cara melatih peserta didik mencari informasi terkait materi yang sedang dipelajari dengan mencari pengetahuan secara

mandiri. Sehingga peserta didik telah terbiasa untuk mengasah keterampilan proses sains agar tujuan pembelajaran tercapai dengan baik. Sejalan dengan penelitian Sirait (2019) yang mengungkapkan bahwa terdapat berbagai jenis kebiasaan belajar peserta didik salah satunya dengan menggunakan model pembelajaran yang tepat. Sehingga akan menjadikan dampak positif pada keberhasilan yang dicapai oleh peserta didik.

Selain faktor eksternal dan internal, faktor psikis dan dan interaksi juga berpengaruh terhadap keterampilan proses sains peserta didik. Faktor psikis meliputi perkembangan intelektual, apabila peserta didik memiliki perkembangan intelektual yang tinggi maka akan dengan cepat peserta didik tersebut memahami materi tersebut. Namun sebaliknya, apabila peserta didik perkembangan intelektualnya rendah, maka akan lambat juga peserta didik memahami isi materi yang diajarkan. Hal tersebut berkaitan dengan penelitian Dores dkk. (2020) yang menjelaskan bahwa perkembangan intelektual setiap orang berbeda-beda, maka akan berbeda juga dalam menyelesaikan permasalahan dan merespon stimulus.

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pendidik memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk mengemukakan pendapat dan bertanya jika ada materi pelajaran yang belum dipahami selama pembelajaran berlangsung, pendidik membimbing peserta didik untuk memahami materi yang disampaikan sehingga peserta didik mampu memecahkan masalah. Sesuai dengan penelitian Nuraida (2019) mengemukakan salah satu cara yang dilakukan guru untuk meningkatkan serta mengembangkan keterampilan proses sains yaitu dengan adanya interaksi dari guru dan peserta didik oleh karena itu suasana belajar mengajar harus memberikan kebebasan dan rasa aman kepada peserta didik untuk mengekspresikan kegiatan-kegiatan belajar mengajar berlangsung.

Hal tersebut sesuai dengan sintak model pembelajaran *project based learning* yang memberikan kebebasan bagi peserta didik untuk bertanya, mencari informasi tentang permasalahan yang ada pada materi pembelajaran. Sehingga kelas eksperimen yang diajarkan menggunakan model pembelajaran *project based learning* memiliki keterampilan proses sains lebih baik dibandingkan kelas kontrol.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan sebaik mungkin, tetapi penelitian ini bahwa masih didapati kekurangan serta keterbatasan dalam melaksanakan penelitian. Keterbatasan pada penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

1. Keterbatasan waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 4 September hingga 22 September. Dimana pada 22 September merupakan pengumpulan tugas terakhir dan pihak sekolah memberikan waktu 9 JP x 45 menit saja.

2. Keterbatasan materi

Penelitian ini hanya dilakukan pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030, namun masih banyak materi lainnya yang dapat dikaitkan dengan keterampilan proses sains.

3. Keterbatasan kemampuan

Penelitian ini menyadari terdapat keterbatasan kemampuan di dalam penyusunan skripsi ini. Namun, penelitian ini telah melaksanakan penelitian dengan sebaik mungkin sesuai dengan kemampuan dan arahan yang diberikan dosen pembimbing maupun guru pamong.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan data dan hasil penelitian dalam pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil uji hipotesis *independent sample t-test* menunjukkan nilai (Sig) $0,00 < 0,05$, maka H_0 ditolak. Model pembelajaran *project based learning* berpengaruh terhadap keterampilan proses sains peserta didik pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030. Nilai rata-rata keterampilan proses sains kelas eksperimen 79,19 dan kelas kontrol 60,34.
2. Respons peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran *project based learning* terhadap keterampilan proses sains peserta didik materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menunjukkan respons sangat baik. Penerapan model PjBL dalam mengukur keterampilan proses sains pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 memberikan hasil yang sangat baik dalam mengembangkan keterampilan peserta didik, memperdalam konsep, dan meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran.

B. Implikasi

Implikasi pada penelitian yang telah dilakukan yaitu model pembelajaran *project based learning* berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan proses sains peserta didik materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030

C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan saran yang dapat disampaikan oleh peneliti yaitu sebagai berikut :

a. Bagi Peneliti

Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai implementasi model pembelajaran *project based learning* menggunakan materi lain serta menambahkan variabel lain guna untuk mengukur selain keterampilan proses sains.

b. Bagi Guru

Guru yang menggunakan model pembelajaran *project based learning*, disarankan untuk dapat mengelola waktu agar proses kegiatan pembelajaran lebih efektif dan efisien sehingga hasil belajar peserta didik dapat maksimal. Dan diawal pembelajaran, memberikan informasi kepada

peserta didik untuk sistem penilaian keterampilan proses sains.

c. Bagi Sekolah

Diharapkan dapat menginformasikan serta menerapkan model pembelajaran *project based learning* kepada guru mata pelajaran lain guna memotivasi guru lain serta mengembangkan model pembelajaran yang digunakan sebelumnya dan melakukan penilaian keterampilan proses sains peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, E., & Evendi, M. S. 2020. Korelasi uji keterampilan proses sains dan uji kemampuan kognitif fisika siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Kutacane. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Fisika*, 5(3): 19-25.
- Amanda, N. G., Biru, L. T., & Suryani, D. I. 2023. Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Keterampilan Proses Sains pada Ta Makanan di Sekitarmu Kelas VIII. *Pendipa Journal of Science Education*, 7(2):168-177.
- Anggriani, F., Wijayati, N., Susatyo, E. B., & Kharomah, K. 2019. Pengaruh Project-based learning produk kimia terhadap pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(2): 2404-2413.
- Anwar, B. Sunardi, & Nurhayati, N. 2022. *Ilmu Pengetahuan Alam*. Bandung: Yrama Widya.
- Anwar, Y., Fadillah, A., & Syam, M. 2021. Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas X di SMA Negeri 11 Samarinda. *Jurnal Pendidikan*, 30(3): 399-408.
- Aransyah, A. Herpratiwi, H. Adha, M.M. Nurwahidin, M. & Yuliati, D. 2023. Implementasi Evaluasi Modul Kurikulum Merdeka Sekolah Penggerak Terhadap Peserta Didik SMA Perintis 1 Bandar Lampung. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pembelajaran*. 8(1): 136-147.
- Arikunto, S. 2002. *Metodologi Penelitian Suatu Pendekatan Proposal*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arviansyah, M.R. & Shagena, A. 2022. Efektivitas dan Peran Guru dalam Kurikulum Merdeka Belajar. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*. 17(1): 40-50.
- Bahrudin, B. 2018. Dampak Pembelajaran Eksperimen Kimia Terhadap Minat dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Diklat Teknis Pendidikan dan Keagamaan*. 6(1): 19-40.

- Bariyah, I. L. N., & Sugandi, M. K. 2022. Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Konsep Ekosistem. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*. 4(1): 135-144.
- Bell, S. 2010. Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *Journal of Educational Strategies*. 83(2): 39-43.
- Budiwati, S. 2022. Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning Materi Elastisitas di MAN Kota Sorong Papua Barat. *Jurnal Pendidikan Madrasah*. 1(1): 22-30.
- Bundu, P. 2006. *Penilaian Keterampilan Proses dan Sikap Ilmiah dalam Pembelajaran Sains*. Jakarta: Erlangga.
- Cahya, N. N., Saridewi, N., & Muslim, B. 2023. Analisis Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Kimia UIN Syarif Hidayatullah Jakarta Pada Praktikum Kimia Anorganik Dari Rumah. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 6(2): 127-136.
- Chang, R. 2006. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Chen, D., Fitriani, R., Maryani, S., Rini, E. F. S., Putri, W. A., & Ramadhanti, A. 2021. Deskripsi keterampilan proses sains dasar siswa kelas VIII pada materi cermin cekung. *Pendipa Journal of Science Education*, 5(1): 50-55.
- Devi. 2011. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: CV Alfabet.
- Dewi, T. M., & Muhiri, M. 2020. Profil Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD) pada Mata Kuliah Konsep Biologi. *SIMBIOSA*, 9(2), 150-157.
- Elisabet, E., Relmasira, S. C., & Hardini, A. T. A. 2019. Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar IPA dengan Menggunakan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL). *Journal of Education Action Research*, 3(3): 285-291.

- Elvanisi, A., Hidayat, S., & Fadillah, E. N. 2018. Analisis keterampilan proses sains siswa sekolah menengah atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(2): 245-252.
- Fadhallah, R.A. 2021. *Wawancara*. Jakarta: Unj Press.
- Fajaroh, F. 2018. *Sintesis Nanopartikel dengan Prinsip Kimia Hijau*. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Fathurrohman, M. 2016. *Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Yogyakarta: Ar-ruzz Media.
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. 2021. Pengaruh pembelajaran STEAM berbasis PjBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis. *Jurnal Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209-226.
- Gagne, R. M. 1985. *The Condition of Learning Theory of Instrucion*. New York: Rinehart.
- Hamalik, O. 2005. *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Hayward, D. 2003. *Professional Development for Teachers: Teaching and Assessing Practical Skills in Science*. Cambridge: Cambridge University.
- Holis, N. 2020. *Menuju Pembelajaran Berkualitas Tinjauan Teori dan Praktik*. Kota Malang: Literasi Nusantara Abadi.
- Huda, N. (2017). Manajemen Pengembangan Kurikulum. *Al-Tanzim: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 1(2), 52-75.
- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A.D., Riyanda, A.R. & Adi, N.H. 2022. Relevansi kurikulum merdeka belajar dengan model pembelajaran abad 21 dalam perkembangan era society 5.0. *Jurnal Ilmu Pendidikan*. 4(2): 3011-3024.
- Ischak, N.I., Odja, E.A., La Kilo, J. & La Kilo, A. 2020. Pengaruh Keterampilan Proses Sains Melalui Model Inkuiri Terbimbing terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Larutan Asam Basa. *Jurnal Kependidikan Kimia*. 8(2): 58-66.
- Isjoni. 2009. *Cooperative Learning*. Bandung: Alfabeta.

- Ismail, A. 2018. Pengembangan Instrumen Kecerdasan Naturalis Anak Usia Dini Di Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 9(1), 16-29.
- Isriani & Puspitasari, D. 2015. *Strategi Pembelajaran Terpadu: Teori, Konsep & Implementasi*. Yogyakarta: Relasi Inti Media Group.
- Jainuri, M. 2019. *Pengantar Aplikasi Komputer (SPSS)*(T. Hira (ed); 2nd ed., Issue Hira Institute). Hira Institute.
- Joyce, B. & Weil. 2009. *Model of Teaching*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kurniawan, A. W., & Puspitaningtyas, Z. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif*.
- Lukiyati, L. 2022. The Influence of Project-Based Learning of Chemical Products on Concept Understanding and Science Process Skills of Class X Mechanical Engineering Students at SMK Negeri 2 Samarinda. *Educationist: Journal of Educational and Cultural Studies*, 1(2): 252-278.
- Mahali, J., Kashardi, K., Irwandi, I., & Hartati, M. S. 2023. Perbedaan Keterampilan Proses Sains Menggunakan Model Pembelajaran Pjbl dan Pbl pada Pembelajaran IPA di SMP Negeri 02 Seberang Musi. *Indonesian Journal of Innovation Multidiscipliner Research*, 1(3): 271-282.
- Mahmudah, I.R., Makiyah, Y.S. and Sulistyaningsih, D., 2019. Profil keterampilan proses sains (KPS) siswa SMA di Kota Bandung. *Diffraction: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 1(1).
- Manahan, S. E., 2006. *Green Chemistry And The Ten Commandments Of Sustainability*. Columbia: ChemChar Research.
- Martin, R. & Simanjourang, M.M. 2022. Pentingnya Peranan Kurikulum yang Sesuai dalam Pendidikan di Indonesia. *Prosiding Pendidikan Dasar*. 1(1): 125-134.

- Masloman, F., Suriani, N. W., Rungkat, J. A., Komansilan, A., & Wola, B. R. 2023. Keterampilan Proses Sains Mahasiswa dalam Pembelajaran Eksploratif Fenomena Lokal-Global Mengenai Perubahan Gelombang Air dan Kecepatan Angin di Danau Tondano. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(3): 717-728.
- Maysyaroh, S. & Dwikoranto, D. 2021. Kajian Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 7(1): 44-53.
- Mirdad, J. 2020. Model-model pembelajaran (empat rumpun model pembelajaran). *Jurnal sakinah*. 2(1): 14-23.
- Muderawan, I. W., Wiratma, I. G. L., & Nabila, M. Z. (2019). Analisis faktor-faktor penyebab kesulitan belajar siswa pada pelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 3(1), 17-23.
- Mujiburrahman, M., Suhardi, M. & Hadijah, S.N. 2022. Implementasi Model Pembelajaran Project Based Learning di Era Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2(2): 91-99.
- Mukhlifida, N., 2021. Meningkatkan Hasil Belajar Bahasa Inggris Pada Keterampilan Speaking Materi Monolog Descriptive Lisan Sederhana Yang Berterima Melalui Model Project Based Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan & Pengajaran*. 1(1): 153-163.
- Muliaman, A. 2021. Efektivitas model project based learning berorientasi exe learning dan motivasi terhadap hasil belajar pada materi laju reaksi. *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*, 13(1): 51-57.
- Mulyanti, S., Nurkhozin, M. 2018. *Kimia Dasar Jilid 1*. Bandung : Alfabeta CV.
- Mutmainnah, S. N., Padmawati, K., Puspitasari, N., & Prayitno, B. A. 2019. Profil Keterampilan Proses Sains (KPS) Mahasiswa Pendidikan Biologi Ditinjau Dari Kemampuan Akademik (Studi Kasus Di Salah Satu

- Universitas Di Surakarta). *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 3(1), 49-56.
- Narsa, I.M. Wulan, N. & Rosita, N. 2022. *Panduan Metode Pembelajaran Kolaboratif dan Partisipatif*. Surabaya : Universitas Airlangga.
- Nasir, M., Fahrudin, F., Haljannah, M., & Nehru, N. 2023. Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMAN 5 Kota Bima. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(1): 289-296.
- Nopitasari, A., Indrowati, M., & Santosa, S. 2012. "Pengaruh Metode Student Created Case Studies Disertai Media Gambar Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X Sma Negeri 1 Mojolaban Sukoharjo". *Jurnal Pendidikan Biologi*. 4:100-110.
- Nuraida, D. 2019. Peran guru dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam proses pembelajaran. *Jurnal Teladan: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 51-60.
- Nuraini, N., & Waluyo, E. 2021. Pengembangan desain instruksional model project based learning terintegrasi keterampilan proses sains untuk meningkatkan literasi sains. *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 5(1): 101-111.
- Nurbaity, N. 2011. Pendekatan Green Chemistry Suatu Inovasi Dalam Pembelajaran Kimia Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia (JRPK)*, 1(1), 13-21.
- Payadnya, I.P.A.A., & Jayantika, I.G.A.N.T. 2018. *Panduan penelitian eksperimen beserta analisis statistik dengan spss*. Deepublish.
- Piliang, F. M. 2019. Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Dalam Tatanan Group Investigation Terhadap Keterampilan Proses Sains Di Usi Pematangsiantar. *Wahana Inovasi: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UISU*, 8(2): 41-50.

- Pujaastawa, I. B. G. 2016. Teknik wawancara dan observasi untuk pengumpulan bahan informasi. *Universitas Udayana*, 4.
- Puspaningsih, Tjahjarmawan, & kirsdianti. 2021. *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta Pusat: Pusat Kurikulum dan Perbukuan Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Rahayu, R., & Ismawati, R. 2022. Efektifitas Online Project Based Learning Berbasis Ethnosains Pada Pembelajaran IPA terhadap Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Selama Pandemi. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(4): 1065-1071.
- Rahman, A. 2022. *Project Based Learning sebagai Upaya Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik*. Penerbit NEM.
- Ritonga, J., Ulfa, S. W., & Jayanti, U. N. A. D. 2023. Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Media Komik Pada Materi Ekosistem Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Biologi. *JURNAL PENDIDIKAN DAN ILMU SOSIAL (JUPENDIS)*, 1(4): 218-237.
- Rizkasari, E., Rahman, I. H., & Aji, P. T. 2022. Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kreativitas Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2): 14514-14520.
- Rusman. 2017. *Belajar & Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Edisi Pertama. Jakarta: PT Kharisma Putra Utama.
- Russel, L. 1980. *The accelerated learning fieldbook*. Bandung: Nusa Media.
- Rustaman, N. et al. (2005). *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Rustaman, N. 2007. *Assesmen dalam Pembelajaran Sains*. Bandung: Program doktor pendidikan IPA sekolah pasca sarjana UPI.

- Santoso. S. 2014. *SPSS 22 from Essential to Expert Skills*. Jakarta: Gramedia anggota IKAPI.
- Sirait, E. D. 2019. Pengaruh Gaya dan Kebiasaan Belajar terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Matematika. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 4(1).
- Sariati, N. K., Suardana, I. N., & Wiratini, N. M. 2020. Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Kelas XI pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*. 4(1): 86-97.
- Sirhah, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry: an overview. *Journal of Turkish Science Education*.
- Sudarmo. U. 2022. *IPA Kimia Untuk SMA/MA KELAS X*. Erlangga.
- Sugiyono., 2015. *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Suja, I. W. 2023. *Keterampilan Proses Sains dan Instrumen*. PT. Raja Grafindo Persada-Raja Grafindo Persada.
- Sujarweni, V. W. 2014. *Metodologi penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Baru Perss.
- Sulistiyono, S. 2020. Efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap keterampilan proses sains dan pemahaman konsep fisika siswa ma riyadhus solihin. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*. 10(2): 61-73.
- Sumaryani, N. P., & Parmithi, N. N. 2021. Pemberdayaan keterampilan proses sains biologi dengan memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai sumber belajar di masa pandemi Covid-19. *Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 11(2), 280–286.
- Sund, R.B. & Trowbridge, L.W. 1973. *Becoming a Secondary School Science Teacher*. Third Edition. Columbus: Bell & Howell Company.

- Sutrisno, S. 2022. Pengaruh Strategi Pembelajaran dan Gaya Belajar terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta didik Kelas VII SMP Negeri 4 Malunda. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1): 8640-8644.
- Syamsuddin, S., & Salmawati, S. 2023. Penerapan Model Pembelajaran PjBL Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika dan KPS Siswa Kelas XI MIPA. *Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(2): 1412-1418.
- Syaputra, A. 2021. Analisis Perkembangan Aspek Keterampilan Proses Sains Kimia Siswa melalui Pembelajaran Berbasis Literasi Sains dan Teknologi di SMA Muhammadiyah 11 Padangsidempuan. *Jurnal Eksakta*. 2(1): 49-53.
- Thomas, J.W. 2000. *A Review of Research on Project Based Learning*. California : The Autodesk Foundation.
- Ulfah, M, Rahayu, P dan Rossita, Dewi, L. 2013. *Konsep Pengetahuan Lingkungan Green*. Prosidng Pendidikan Biologi UNS Oktober 2013.
- Ulrich, D. 2016. HR at a crossroads. *Asia Pacific Journal of Human Resources*. 54(2): 148-164.
- Wahida, F. 2020. Pengaruh model pembelajaran berbasis proyek terhadap keterampilan berpikir kreatif dan hasil belajar siswa kelas X SMA Negeri 1 Parigi. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*. 4(3): 36-43.
- Wahyudi, D., & Lazulva, L. 2021. Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa melalui Pembelajaran Berbasis Proyek pada Materi Larutan Elektrolit dan Non-elektrolit. *JEDCHEM (Journal Education and Chemistry)*, 3(2): 49-57.
- Wena, M. 2010. *Strategi Pembelajaran Invatif Kontenperer: suatu Tujuan Konseptual Oprasional*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Zahroh, F. 2020. Pengaruh model pembelajaran project based learning terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi elektrokimia. *Jurnal Pendidikan MIPA*. 10(2): 191-203.

Lampiran 1. Surat Penunjukan Pembimbing

	KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang 50185 Email: fst@walisongo.ac.id , Web: http://fst.walisongo.ac.id
---	--

Nomor	: B.8425/Un.10.8/J7/DA.08.05/11/2023	20 November 2023
Lamp	: -	
Hal	: Penunjukan Pembimbing Skripsi.	

Kepada Yth.
 Dr. Sri Rahmania, M.Pd
 Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat, berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian pada jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, maka disetujui judul skripsi mahasiswa :

Nama : Yulistina
 NIM : 2008076004
 Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Pendidikan Kimia
 Dan menunjuk : Dr. Sri Rahmania, M.Pd
 Judul Skripsi : Implementasi Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

Demikian penunjukan pembimbing skripsi ini disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan
 Ketua Program Studi
 Pendidikan Kimia



Atik Rahmawati, S.Pd. M.Si.
 NIP. 197505162006042002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip.

Lampiran 2. Permohonan Riset Ke Sekolah



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185
Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.5371/Un.10.8/K/SP.01.08/07/2023 21 Juli 2023
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA N 16 Semarang
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Yulistina
NIM : 2008076004
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia
Judul Penelitian : Implementasi Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi kimia Hijau Dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

Dosen Pembimbing : Sri Rahmania, M.Pd.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut diijinkan melaksanakan Riset di Sekolah yang bapak/Ibu Pimpin yang akan dilaksanakan pada Tanggal 1 s.d 31 Agustus 2023

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.
1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 3. Surat Keterangan Riset



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA) NEGERI 16 SEMARANG

Jalan Ngadirgo Tengah 1 Mijen, Kota Semarang Kode Pos 50213
Telepon (0294) 3670415/Hp 08112740409 Surat Elektronik sman16sma@gmail.com

SURAT KETERANGAN

Nomor : 070/1143/IX/2023

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Sri Wahyuni, S.Pd, M.Pd
NIP : 19730627 199802 2 002
Jabatan : Kepala Sekolah
Unit Kerja : SMA Negeri 16 Semarang

Dengan ini menerangkan bahwa saudara :

Nama : **YULISTINA**
NIM : 200876004
Fakultas/Jurusan : Pendidikan Kimia, S1
Perguruan Tinggi : Universitas Walisongo Semarang

Benar – benar telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri 16 Semarang pada tanggal *04 s.d 22 September 2023*, kegiatan penelitian tersebut dilaksanakan dalam rangka penulisan skripsi yang sedang disusun, dengan judul:

" IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING TERHADAP KETRAMPILAN PROSES SAINS PESERTA DIDIK PADA MATERI KIMIA HIJAU DALAM PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN 2030"

Demikian surat keterangan ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



Semarang, 07 September 2023
Kepala Sekolah,
Sri Wahyuni, S.Pd, M.Pd
Pembina Tingkat I/IVb
NIP. 19730627 199802 2 002

Lampiran 4. Surat Penunjukan Validator



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang Telp. 024-76433366
E-mail: fst@walisongo.ac.id. Web: [Http://fst.walisongo.ac.id](http://fst.walisongo.ac.id)

Nomor : B.4676/Un.10.8/K/SP.01.06/06/2023 23 Juni 2023
Hal : Permohonan Validasi Instrumen Penelitian Mahasiswa
Lampiran : -

Yth.

1. Resi Pratiwi S.Pd. (Dosen Pendidikan Kimia)
2. Apriliana Drastisanti, M.Pd. (Dosen Pendidikan Kimia)
3. Nana Mirochah, S.Si, M.Pd. (Dosen Pendidikan Kimia)
4. Sugiarlo, S.Pd. Kim (Guru Kimia SMA 16 Semarang)
5. Umi, S.Pd (Guru Kimia SMA 16 Semarang)
di tempat.

Assalamu'alaikum. wr. wb.,

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara berkenan menjadi validator ahli untuk penelitian skripsi:

Nama : Yulistina
NIM : 2008076004
Program Studi : Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Dosen Pembimbing : Sri Rahmania, M.Pd
Judul : Implementasi Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Pada Materi Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.



An Dekan
FST UIN Walisongo Semarang, TU

M. Kharis, SH., MH
196910171994031002

Tembusan :

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
2. Kaprodi Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo Semarang

Lampiran 5 Instrumen Lembar Petunjuk Praktikum
PjBL

LEMBAR PETUNJUK PRAKTIKUM PJBL

**KIMIA HIJAU DALAM
PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN 2030**



NAMA :
KELAS :

Tata Tertib Pelaksanaan Praktikum

1. Praktikum dimulai tepat waktu sebagaimana jadwal.
2. Selalu menggunakan APD minimum yaitu: Jas atau Pakaian pelindung, sarung tangan, dan masker.
3. Tidak ada toleransi keterlambatan.
4. Praktikan membuat uraian alat dan bahan serta diagram alir cara kerja sebelum praktikum dimulai.
5. Semua hasil pengamatan dicatat pada selembor kertas untuk laporan sementara.
6. Laporan praktikum dikumpulkan 1 minggu setelah pelaksanaan praktikum.
7. Penilaian materi percobaan meliputi:
 - a. Kerja selama praktikum.
 - b. Produk yang dihasilkan.
 - c. Laporan praktikum.

Tujuan Pembelajaran

Dengan mengerjakan laporan, anda mampu mengamati, menyelidiki dan menjelaskan, menerapkan konsep, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, dan mengkomunikasikan hasil proyek yang bertemakan kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 yang bermanfaat di kehidupan sehari-hari.

Petunjuk penggunaan

1. Bacalah dan pahami lembar petunjuk praktikum dengan baik yang disajikan pada masing-masing kegiatan pembelajaran. Apabila terdapat kata yang kurang jelas segera tanyakan kepada guru.
2. Kerjakan setiap langkah kegiatan dengan baik sesuai dengan alur PjBL atau pembelajaran berbasis proyek untuk melatih keterampilan proses sains anda.
3. Kumpulkan laporan hasil sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan antara guru dan anda.
4. Tanyakan pada guru jika terdapat hal yang kurang jelas selama proses pembelajaran.

Eco-Enzyme

Perhatikan gambar berikut ini !



Gambar Produk *eco-enzyme*

Limbah merupakan masalah yang seringkali muncul di kehidupan sehari-hari (Hayati, Anisya, & Amsari, 2021). Namun, dengan penerapan kimia hijau, limbah dapat diubah menjadi sesuatu yang bermanfaat. Salah satu contohnya adalah penggunaan limbah untuk pembuatan *eco-enzyme*. Penerapan kimia hijau, penggunaan limbah untuk produksi *eco-enzyme* adalah salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Suguyastuti, 2023). Dengan cara ini, limbah dapat diubah menjadi sesuatu yang berguna dan sekaligus membantu memperbaiki kualitas lingkungan hidup.

Berdasarkan wacana tersebut desain sebuah proyek yang berhubungan dengan *eco-enzyme* dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut.



Jelaskan apa yang maksud sampah, kimia hijau dalam berkelanjutan 2030, dan *eco-enzyme* serta keterkaita sampah, kimia hijau dalam berkelanjutan 2030 dan *eco-enzyme* menggunakan sumber-sumber yang relevan seperti artikel, jurnal, atau buku !





Buatlah kesimpulan permasalahan antara penerapan kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 terhadap produk *eco-enzyme*! (dalam bentuk pertanyaan)



Bagaimana tujuan kegiatan pembuatan produk *eco-enzyme* terhadap penerapan kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 ?



Bagaimana dugaan sementara hasil dari pembuatan produk *eco-enzyme* terhadap penerapan kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030?



Tuliskan alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan *eco-enzyme* dan jelaskan fungsi masing-masing alat dan bahan pada setiap kegiatan dalam pembuatan proyek?



Bagaimana cara kerja yang anda lakukan dalam pembuatan produk *eco-enzyme* terhadap penerapan kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030?



Bagaimana hasil pengamatan dari setiap kegiatan yang telah dilakukan sajikan dalam bentuk tabel?



Bagaimana perubahan yang terjadi pada pembuatan produk *eco-enzyme* Apakah terbentuk gas, endapan, atau berubah warna. Jelaskan!



Bagaimana hubungan *eco-enzyme* dengan kimia hijau?



Apakah ada contoh lain dari produk *eco-enzyme* yang anda buat? sebutkan manfaatnya terhadap lingkungan secara berkelanjutan?

**Daftar Pustaka****Lampiran**

Lampiran 6 Instrumen Lembar Petunjuk Praktikum

LEMBAR PETUNJUK PRAKTIKUM

KIMIA HIJAU DALAM

PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN 2030



NAMA :
KELAS :

Tata Tertib Pelaksanaan Praktikum

1. Praktikum dimulai tepat waktu sebagaimana jadwal.
2. Selalu menggunakan APD minimum yaitu: Jas atau Pakaian pelindung, sarung tangan, dan masker.
3. Tidak ada toleransi keterlambatan.
4. Praktikkan membuat uraian alat dan bahan serta diagram alir cara kerja sebelum praktikum dimulai.
5. Semua hasil pengamatan dicatat pada selembor kertas untuk laporan sementara.
6. Laporan praktikum dikumpulkan 1 minggu setelah pelaksanaan praktikum.
7. Penilaian materi percobaan meliputi:
 - a. Kerja selama praktikum.
 - b. Produk yang dihasilkan.
 - c. Laporan praktikum.

Tujuan Pembelajaran

Dengan mengerjakan laporan, anda mampu mengamati, menyelidiki dan menjelaskan, menerapkan konsep, memproses, menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi, dan mengkomunikasikan hasil proyek yang bertemakan kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 yang bermanfaat dikehidupan sehari-hari.

Petunjuk penggunaan

1. Bacalah dan pahami lembar petunjuk praktikum dengan baik yang disajikan pada masing-masing kegiatan pembelajaran. Apabila terdapat kata yang kurang jelas segera tanyakan kepada guru.
2. Kumpulkan laporan hasil sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan antara guru dan anda.

3. Tanyakan pada guru jika terdapat hal yang kurang jelas selama proses pembelajaran.

Format Penyusunan Laporan

1. Laporan sementara wajib dibuat sebanyak 2 rangkap yang berisi hasil percobaan.
2. Laporan resmi praktikum dikumpulkan satu minggu setelah praktikum berlangsung dengan uraian sebagai berikut:
 - a. Cover yang memuat:
 - Identitas praktikum, judul percobaan.
 - Logo Sekolah.
 - Identitas Praktikan.
 - Identitas sekolah serta tahun.
 - b. Rumusan Masalah
 - c. Tujuan percobaan
 - d. Hipotesis
 - e. Dasar Teori

Tuliskan landasan teori yang terkait dengan percobaan yang dilaksanakan, sertakan kutipan dari sumber bacaan yang diambil berupa nama dan tahun. Tidak disarankan mengacu landasan teori dari blog pada internet dan buku panduan praktikum karena bukan merupakan sumber bacaan primer. Kutipan yang disertakan pada landasan teori harus disertakan sitasi lengkapnya pada daftar pustaka.
 - f. Alat dan Bahan

Tuliskan alat dan bahan yang digunakan pada percobaan.
 - g. Cara kerja

Gambarkan diagram alir percobaan dengan kalimat pasif.

- h. Hasil percobaan
- i. Pembahasan

Dalam pembahasan, korelasikan hasil yang anda peroleh dengan teori yang melandasi percobaan dengan menguraikan jalannya praktikum dan menjelaskan maksud dan tujuan setiap perlakuan, menjelaskan fenomena praktikum dan perubahan yang terjadi dengan reaksi kimianya serta menganalisa hasil apa yang anda peroleh dari percobaan dan membandingkannya dengan teori yang mendasarinya.

- j. Kesimpulan
- k. Saran
- l. Daftar pustaka
- m. Lampiran

Laporan sementara dan lain-lain (jika ada).

Percobaan *Eco-Enzyme*

Tujuan Praktikum

1. Mengetahui fungsi *eco-enzyme*.
2. Mengetahui keefektifan *eco-enzyme* untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Pendahuluan

Eco-enzyme adalah hasil fermentasi limbah organik seperti ampas buah dan sayuran, gula (gula coklat, gula merah atau gula tebu), dan air (Ulfa dkk., 2023). *Eco-enzyme* adalah produk pupuk dari bahan organik, tanpa bahan kimia dan ramah lingkungan karena dapat terurai secara alami (Jelita, 2022). Warnanya coklat gelap dan memiliki bau fermentasi asam manis kuat dan komposisi sampah yaitu 54% berasal dari sampah organik (Ulfa dkk, 2023).



Gambar Produk *eco-enzyme*

Prinsip proses pembuatan *eco-enzyme* sendiri sebenarnya mirip proses pembuatan kompos, namun ditambahkan air sebagai media pertumbuhan sehingga produk akhir yang diperoleh berupa cairan yang lebih disukai karena lebih mudah digunakan dan mempunyai banyak manfaat (Alkadri, & Asmara, 2020). Keistimewaan *eco-enzyme* dibandingkan dengan pembuatan kompos adalah tidak memerlukan lahan yang luas untuk proses fermentasi seperti pada proses pembuatan kompos, bahkan

produk ini tidak memerlukan bak komposter dengan spesifikasi tertentu (Prarikeslan, Novio, & Nora, 2023). Pemanfaatan *eco-enzyme* dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah sampah rumah tangga terutama sampah organik yang komposisinya masih tinggi (Mahali, 2020).

Alat dan Bahan

Alat		Bahan	
Toples plastik	1L	Limbah organik	300 gram
Timbangan	1 buah	Gula	100 gram
Gelas ukur	500 mL	Air	1 L

Cara Kerja

1. Larutkan gula sebanyak 100 gram menggunakan 500 mL air.
2. Siapkan limbah organik sebanyak 300 gram, lalu cacah limbah organik menjadi bagian kecil-kecil.
3. Masukkan limbah organik ke dalam toples plastik.
4. Tambahkan larutan gula ke dalam toples plastik.
5. Tambahkan 500mL air ke dalam toples plastik.
6. Tutup rapat toples plastik dan pastikan ke atas udara.
7. Buka toples plastik setiap hari selama 14 hari untuk mengeluarkan gas yang terbentuk dan tutup kembali toples plastik pastikan ke atas udara.

Tugas

Buatlah laporan praktikum sesuai dengan format penyusunan laporan yang sudah di berikan!

Daftar Pustaka

- Alkadri, S. P. A., & Asmara, K. D. 2020. Pelatihan pembuatan eco-enzyme sebagai hand sanitizer dan desinfektan pada masyarakat Dusun Margo Sari Desa Rasau Jaya Tiga dalam upaya mewujudkan desa mandiri tangguh covid-19 berbasis eco-community. *Buletin Al-Ribaath*. 17(2), 98-103.
- Jelita, R. 2022. Produksi Eco Enzyme dengan Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga untuk Menjaga Kesehatan Masyarakat di Era New Normal. *Jurnal Maitreyawira*. (3)1.
- Mahali, J., Wilhotama, W., Septika, F., Safitri, D., & Rahayu, I. 2022. Pembuatan Eco Enzym Sebagai Upaya Pengelolaan Lingkungan di Daerah Pantai Panjang Bengkulu. *Setawar Abdimas*. 1(2), 45-50.
- Prarikeslan, W., Novio, R., & Nora, D. 2023. Pengelolaan Limbah Organik Petani Untuk Mengatasi Kelangkaan Pupuk Bersubsidi. *Abdi: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*. 5(1), 101-108.
- Ulfa, F., Faroka, G., Afandi, A, C., Muslihah, S., & Septiana, P. 2023. Penyuluhan Pembuatan Pupuk Eco-enzym di Dusun Sirembes Desa Kaliwuluh. *Jurnal Bina Desa*. (5)

LEMBAR PENILAIAN LAPORAN

No	Aspek KPS	Aspek Penilaian	Skor
1.	Mengamati / Observasi : mengumpulkan data atau menggunakan fakta yang relevan Mengelompokkan : <ul style="list-style-type: none"> • Mencari perbedaan dan persamaan, mengontraskan, ciri-ciri, dan membandingkan. • Mencari dasar pengelompokan atau penggolongan. 	Dasar Teori Komponen yang harus ada 1. Menyebutkan pengertian limbah.	1
		2. Menyebutkan pengertian kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030	1
		3. Menyebutkan hubungan sampah, kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan dan <i>eco-enzyme</i> .	1
		4. Menyebutkan pengertian <i>eco-enzyme</i> .	1

Jawaban Benar

Sampah adalah **sesuatu yang tidak digunakan**, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. (Poin 1) Sampah merupakan masalah yang seringkali muncul di kehidupan sehari-hari. Namun, dengan penerapan kimia hijau, sampah dapat diubah menjadi sesuatu yang bermanfaat. Kimia hijau, juga disebut **kimia berkelanjutan**, adalah cabang ilmu kimia yang mengajarkan desain produk dan proses kimia untuk **mengurangi atau menghilangkan penggunaan dan pembentukan senyawa-senyawa berbahaya**. (Poin 1) Salah satu contoh penerapan kimia hijau penggunaan limbah untuk pembuatan *eco-enzyme*. *Eco-enzyme* adalah hasil **fermentasi limbah organik** seperti ampas buah dan sayuran, **gula** (gula coklat, gula merah atau gula tebu), dan **air**. (Poin 1) *Eco Enzyme* adalah alternatif alami dari bahan kimia sintetis berbahaya di rumah. Dengan membuat *Eco Enzyme* dapat **mengurangi produksi limbah kimia sintetis** dan sampah plastik sisa kemasan produk rumah tangga pabrikan (poin 1).

2.	Menafsirkan : menemukan pola dalam seri pengamatan	Rumusan Masalah Komponen yang harus ada 1. Sesuai dengan teori yang dicantumkan 2. Dibuat dalam bentuk kalimat tanya	1
Jawaban benar Bagaimana fungsi <i>eco-enzyme</i> dan keefektifan <i>eco-enzyme</i> untuk mengurangi ? (poin 2)			
3.	Prediksi/ meramalkan : mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati	Tujuan Projek Komponen yang harus ada Menjawab pertanyaan dari rumusan masalah	1
Jawaban benar Untuk mengetahui fungsi <i>eco-enzyme</i> dan keefektifan <i>eco-enzyme</i> dalam mengurangi pencemaran (Poin 1).			
4.	Berhipotesis : mengetahui bahwa ada satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian.	Rumusan Hipotesis Komponen yang harus ada 1. Berhubungan dengan produk <i>eco-enzyme</i> . 2. Dibuat dalam bentuk pernyataan	1
Jawaban benar Produk <i>eco-enzyme</i> sangat efektif dalam mengurangi pencemaran dan penerapan kimia hijau dalam pembanngunan berkelanjutan 2030. (Poin 2) Mengurangi pencemaran dan penerapan kimia hijau dalam pembanngunan berkelanjutan 2030. (Poin 1)			

5.	Menggunakan alat dan bahan : mengetahui alasan menggunakan alat dan bahan.	Alat dan Bahan Komponen yang harus ada 1. Menyebutkan alat dan bahan yang diperlukan.	1
		2. Menyebutkan alasan menggunakan alat dan bahan.	1
		3. Berbentuk tabel	1

Jawaban yang benar (Poin 3)

Nama Alat	Jumlah	Keterangan
Toples	1 buah	Untuk wadah pembuatan <i>eco-enzyme</i> .
Pisau	1 buah	Untuk memotong sampah organik menjadi beberapa bagian.
Timbangan	1 buah	Untuk mengukur banyak bahan yang diperlukan dalam pembuatan <i>eco-enzyme</i> .
Gelas ukur 250 mL	1 buah	Untuk mengukur banyaknya air yang digunakan pembuatan <i>eco-enzyme</i> .

Nama Bahan	Jumlah	Keterangan
Limbah Organik	75 gram	Sebagai bahan utama dalam pembuatan <i>eco-enzyme</i> .
Gula	25 gram	Sebagai pelarut dalam pembuatan <i>eco-enzyme</i> .
Air	250 ml	Sebagai pengencer dalam pembuatan <i>eco-enzyme</i> .

6.	Prediksi : Menggunakan pola-pola pengamatan Menemukan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati	Prosedur Kerja Komponen yang harus ada	1
		1. Menggunakan kalimat pasif. 2. Menyebutkan prosedur kerja secara sistematis.	1

		3. Berbentuk diagram alir.	1
	<p>Cara kerja</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin-bottom: 10px;">Eco-Enzyme</div> <ul style="list-style-type: none"> ← Dilarutkan gula sebanyak 100 gram menggunakan 500 mL air. ← Disiapkan limbah organik sebanyak 300 gram, lalu cacah limbah organik menjadi bagian kecil-kecil. ← Dimasukan limbah organik kedalam toples plastik. ← Ditambahkan larutan gula kedalam toples plastik. ← Ditambahkan 500mL air kedalam toples plastik ← Ditutup rapat toples plastik dan pastikan kedap udara. ← DiBuka toples plastik setiap hari selama 14 hari untuk mengeluarkan gas yang terbentuk dan tutup kembali toples plastik pastikan kedap udara. <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin-top: 10px;">Hasil</div>		
7.	<p>Berkomunikasi : Menggambarkan hasil pengamatan dalam bentuk tabel</p> <p>Menafsikan : menghubungkan hasil-hasil pengamatan.</p>	<p>Hasil Pengamatan</p> <p>Komponen yang harus ada</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyebutkan perubahan yang terjadi pada kegiatan pembuatan produk yang dilakukan. 	1
		<ol style="list-style-type: none"> 2. Menyebutkan banyaknya bahan yang digunakan. 	1

		3. Menyebutkan secara berurutan.	1								
		4. Berbentuk tabel.	1								
<p>Hasil Pengamatan 500 mL Larutan Gula + 300 gram Limbah Organik + 500 mL</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Hari ke-</th> <th>Perubahan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Berwarna kuning kecoklatan.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Berwarna kuning kecoklatan.</td> </tr> <tr> <td>dst</td> <td>dst</td> </tr> </tbody> </table>				Hari ke-	Perubahan	1	Berwarna kuning kecoklatan.	2	Berwarna kuning kecoklatan.	dst	dst
Hari ke-	Perubahan										
1	Berwarna kuning kecoklatan.										
2	Berwarna kuning kecoklatan.										
dst	dst										
8.	Menafsirkan : menghubungkan hasil-hasil pengamatan dan menyimpulkan	Analisis Data dan Pembahasan Komponen yang harus ada	1								
		1. Menjelaskan langkah-langkah pembuatan proyek.	1								
		2. Menjelaskan alasan menggunakan alat dalam pembuatan proyek.	1								
		3. Menjelaskan menggunakan bahan dalam pembuatan proyek.	1								
		4. Menjelaskan perubahan kimia yang terjadi pada proyek.	1								
		5. Menjelaskan alasan perubahan kimia tersebut dapat terjadi.	1								
		6. Menjelaskan hubungan <i>eco-enzyme</i> dengan kimia hijau.	1								

		8. Menjelaskan manfaat <i>eco-enzyme</i> untuk lingkungan secara berkelanjutan.	1
<p>Analisis data Pada pembuatan proyek ini langkah pertama..... Penggunaan alat dan bahan tersebut untuk..... Perubahan yang terjadi diakibatkan..... Manfaat dari <i>eco-enzyme</i> ini yaitu.....</p>			
9.	Manafsirkan : Menyimpulkan dan membandingkan hasil pengamatan dengan teori yang ada.	Kesimpulan Komponen yang harus ada Menyebutkan kesimpulan sesuai dengan tujuan praktikum atau eksperimen.	1
		Saran Komponen yang harus ada Menyebutkan saran dari pembuatan produk yang dilakukan, memuat solusi atau rekomendasi atau harapan.	1
Kesimpulan Menyebutkan kesimpulan sesuai dengan tujuan praktikum atau eksperimen. Saran Menyebutkan saran dari pembuatan produk yang dilakukan, memuat solusi atau rekomendasi atau harapan.			
10.	Mengumpulkan fakta yang relevan.	Daftar Pustaka Komponen yang harus ada 1. Menyebutkan 5 daftar pustaka.	1

		2. Tahun jurnal minimal 10 tahun terakhir.	1
		Lampiran Komponen yang harus ada	
		1. Melampirkan foto pada saat pembuatan produk.	1
		2. Melampirkan ss vidio pembuatan produk.	1
		3. Disertai keterangan setiap lampiran.	1

Daftar Pustaka

Anwar, B. Sunardi, & Nurhayati, N. 2022. Ilmu Pengetahuan Alam. Bandung: Yrama Widya.

Fajaroh, F. 2018. Sintesis Nanopartikel dengan Prinsip Kimia Hijau. Malang : Universitas Negeri Malang.

Lampiran



Keterangan



keterangan

**KISI-KISI
LEMBAR OBSERVASI PESERTA DIDIK**

No	Tujuan Pembelajaran	Aspek KPS	Aspek Penilaian	Skor
1	Memperhatikan detail yang relevan dari objek yang di amati.	Menggunakan sebanyak mungkin indera.	Menggunakan indera penglihat.	1
			Menggunakan indera pembau.	1
			Menggunakan indera Pendengar.	1
			Menggunakan indera peraba	1
2	Menggunakan alat dan bahan dalam pembuatan produk	Memakai alat dan bahan.	Mengetahui alat-alat yang diperlukan.	1
			Mengetahui bahan-bahan yang diperlukan.	1
		Mengetahui bagaimana menggunakan alat dan bahan.	Mengetahui penggunaan alat.	1
			Mengetahui penggunaan bahan.	1

3	Menerapkan konsep dengan metode yang tepat.	Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.	Menggunakan konsep yang telah dipelajari.	1
		Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.	Mampu mengembangkan konsep yang telah dipelajari.	1
			Mampu menjelaskan konsep kerja yang dilakukan.	1
4.	Berkomunikasi sesama teman kelompok untuk menunjukkan hasil kegiatan secara utuh dan pola berfikir sistematis sesuai format yang ditentukan.	Mendiskusikan hasil kegiatan dan menjelaskan hasil percobaan atau penelitian.	Mendiskusikan hasil kegiatan.	1
			Menjelaskan hasil percobaan atau penelitian.	1
		Menyampaikan laporan secara sistematis	Menyampaikan laporan secara sistematis.	1

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

Kode nilai/ Predikat

0	- 25,00	= kurang
25,001	- 50,00	= cukup
50,01	- 75,00	= baik
75,01	- 100,00	= sangat baik

Lampiran 8 Lembar Respons Peserta Didik

Berikan tanda (√) pada kolom yang sesuai dengan jawaban anda!

Keterangan :

STS : Sangat Tidak setuju

S : Setuju

TS : Tidak Setuju

SS : Sangat setuju

No	Pertanyaan	STS	TS	S	SS	Alasan
1	Model PjBL sangat bermanfaat dalam melakukan observasi menggunakan sebanyak mungkin indera atau mengamati					

2	Menurut saya model PjBL sangat bermanfaat dalam mengumpulkan fakta-fakta yang relevan pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.					
3	Model PjBL membuat saya mampu mencari perbedaan dan persamaan, mengontraskan, ciri-ciri dan membandingkan fakta-fakta yang ada pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.					
4	Menurut saya model PjBL sangat bermfaat dalam mencari dasar pengelompokan fakta-fakta yang relevan pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.					

5	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya lebih terampil dalam menemukan pola.					
6	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya lebih terampil dalam menghubungkan hasil-hasil pengamatan.					
7	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya lebih terampil dalam menyimpulkan.					

8	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya lebih terampil dalam menggunakan pola-pola pengamatan.					
9	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mampu menemukan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati.					
10	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian.					

11	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mampu menyadari bahwa suatu penjelasan perlu kebenarannya dalam memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.					
12	Model PjBL bermanfaat untuk belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 dalam menggunakan alat dan bahan.					
13	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan.					

14	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mampu menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.					
15	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mampu menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.					
16	Model PjBL memudahkan saya mengubah bentuk penyajian materi yaitu kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.					

17	Model PjBL memudahkan saya menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.					
18	Model PjBL memudahkan saya mendiskusikan hasil kegiatan dan menjelaskan hasil percobaan pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.					
19	Model PjBL memudahkan saya menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.					

Lampiran 9 Validasi Instrumen

Lembar Validasi Isi Instrumen Lembar Petunjuk Praktikum PjBL & Lembar Petunjuk Praktikum

Judul Skripsi : Implementasi Model Pembelajaran *Project Based Learning*
Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada materi
Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030
Nama Mahasiswa : Yulistina
NIM : 2008076004
Program Studi : Pendidikan Kimia
Dosen Validator : Apriliana Drastisianti, M.Pd
Tanggal Validasi : 10 Juli 2023

Petunjuk :

Berilah saran ataupun masukan pada kolom dibawah ini sesuai dengan saran bapak/Ibu terhadap lembar petunjuk praktikum PjBL dan lembar petunjuk praktikum (terlampir)

Di perbaiki sesuai pada instrumen saat ini kelas PjBL
maupun kelas kontrol

Kesimpulan Validator :

Mohon diisi dengan melingkari jawaban berikut ini sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
4. Belum dapat digunakan

Semarang,

Validator

Apriliana Drastisianti, M.Pd

Lembar Validasi Isi Instrumen
Lembar Petunjuk Praktikum PjBL & Lembar Petunjuk Praktikum

Judul Skripsi : Implementasi Model Pembelajaran *Project Based Learning*
Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada materi
Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030
Nama Mahasiswa : Yulistina
NIM : 2008076004
Program Studi : Pendidikan Kimia
Dosen Validator : Nana Misrochah, S.Si, M.Pd
Tanggal Validasi : 10 Juli 2023

Petunjuk :

Berilah saran ataupun masukan pada kolom dibawah ini sesuai dengan saran bapak/Ibu terhadap lembar petunjuk praktikum PjBL dan lembar petunjuk praktikum (terlampir)

Dapat di pergunakan setelah di revisi sesuai arahan .

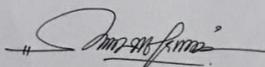
Kesimpulan Validator :

Mohon diisi dengan melingkari jawaban berikut ini sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

1. Dapat digunakan tanpa revisi
- ② 2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
4. Belum dapat digunakan

Semarang, 10 Juli 2023 .

Validator



Nana Misrochah, S.Si, M.Pd

Lembar Validasi Isi Instrumen
Lembar Petunjuk Praktikum PjBL & Lembar Petunjuk Praktikum

Judul Skripsi : Implementasi Model Pembelajaran *Project Based Learning*
Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada materi
Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030
Nama Mahasiswa : Yulistina
NIM : 2008076004
Program Studi : Pendidikan Kimia
Dosen Validator : Resi Pratiwi, M.Pd
Tanggal Validasi : 11 Juli 2023

Petunjuk :

Berilah saran ataupun masukan pada kolom dibawah ini sesuai dengan saran bapak/Ibu terhadap lembar petunjuk praktikum PjBL dan lembar petunjuk praktikum (terlampir)

Diperbaiki sesuai dengan diskusi pada instrumen kelas PjBL
Maupun kelas kontrol

Kesimpulan Validator :

Mohon diisi dengan melingkari jawaban berikut ini sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

1. Dapat digunakan tanpa revisi
- ② 2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
4. Belum dapat digunakan

Semarang, 11 Juli 2023

Validator



Resi Pratiwi, M.Pd

Lembar Validasi Isi Instrumen
Lembar Petunjuk Praktikum PjBL & Lembar Petunjuk Praktikum

Judul Skripsi : Implementasi Model Pembelajaran *Project Based Learning*
Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada materi
Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

Nama Mahasiswa : Yulistina
NIM : 2008076004
Program Studi : Pendidikan Kimia
Dosen Validator : Sugiarto, S.Pd
Tanggal Validasi : 28 Juli 2023

Petunjuk :

Berilah saran ataupun masukan pada kolom dibawah ini sesuai dengan saran bapak/Ibu terhadap lembar petunjuk praktikum PjBL dan lembar petunjuk praktikum (terlampir)

Diperbaiki sesuai dengan diskusi pada instrumen PjBL maupun kontrol

Kesimpulan Validator :

Mohon diisi dengan melingkari jawaban berikut ini sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
4. Belum dapat digunakan

Semarang, 28 Juli 2023

Validator



Sugiarto, S.Pd

Lembar Validasi Isi Instrumen
Lembar Petunjuk Praktikum PjBL & Lembar Petunjuk Praktikum

Judul Skripsi : Implementasi Model Pembelajaran *Project Based Learning*
Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik pada materi
Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

Nama Mahasiswa : Yulistina
NIM : 2008076004
Program Studi : Pendidikan Kimia
Dosen Validator : Ummi Rahmawati, S.Pd, M.Si
Tanggal Validasi : 28 Juli 2023

Petunjuk :

Berilah saran ataupun masukan pada kolom dibawah ini sesuai dengan saran bapak/Ibu terhadap lembar petunjuk praktikum PjBL dan lembar petunjuk praktikum (terlampir)

Diperbaiki sesuai dengan diskusi pada instrumen PjBL maupun kontrol

Kesimpulan Validator :

Mohon diisi dengan melingkari jawaban berikut ini sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

1. Dapat digunakan tanpa revisi
2. Dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Dapat digunakan dengan banyak revisi
4. Belum dapat digunakan

Semarang, 28 Juli 2023

Validator



Ummi Rahmawati, S.Pd, M.Si

Lampiran 10 Daftar Nama Responden Uji Coba Instrumen

No	Nama	Kode	Kelas
1	Fadhil Fiannata Nugroho	UC-01	XI 1
2	Gesang Murdo Widuro	UC-02	XI 1
3	Muhammad Faiq Zafran	UC-03	XI 1
4	Nobel Nutruansyah	UC-04	XI 1
5	Nabila Salwa Alice Norin	UC-05	XI 1
6	Adista Radit Heriantirta	UC-06	XI 2
7	Gilang Kurnia Adi	UC-07	XI 2
8	Firza Wiatu Naja	UC-08	XI 2
9	Mareta Lutfia Agustin	UC-09	XI 2
10	Muhamad Naufal Hardyana Putra	UC-10	XI 2
11	Muhammad Bagus Ferdiansyah	UC-11	XI 2
12	Mutiara Aulia Ramadhani	UC-12	XI 2
13	Shafa Auliya Rifa	UC-13	XI 2
14	Widi Aulia Marcinta	UC-14	XI 2
15	Ananda Keiza Martha Ningtyas	UC-15	XI 3
16	Azri Fajar Tamimi	UC-16	XI 3
17	Dewi Apriliyanty Natasya	UC-17	XI 3
18	Muhammad Iqbal Adriano	UC-18	XI 3
19	Dava Candra Kusuma	UC-19	XI 3
20	Muhamad Nur Rizky	UC-20	XI 3
21	Gita Murti Purwitasari	UC-21	XI 3
22	Salwa Aliya Suparna	UC-22	XI 3
23	Syahrul Hutomo Putra Wibowo	UC-23	XI 3
24	Sandha Naila Nurkumala	UC-24	XI 3
25	Galih Eka Prasetya	UC-25	XI 3

Lampiran 11 Hasil Uji Coba Instrumen

No	Kode	Nilai
1	UC-01	51,515
2	UC-02	48,485
3	UC-03	66,667
4	UC-04	54,545
5	UC-05	54,545
6	UC-06	45,455
7	UC-07	63,636
8	UC-08	48,485
9	UC-09	63,636
10	UC-10	69,697
11	UC-11	60,606
12	UC-12	48,485
13	UC-13	48,485
14	UC-14	51,515
15	UC-15	60,606
16	UC-16	69,697
17	UC-17	60,606
18	UC-18	60,606
19	UC-19	36,364
20	UC-20	51,515
21	UC-21	63,636
22	UC-22	63,636
23	UC-23	63,636
24	UC-24	48,485
25	UC-25	39,394

Lampiran 12 Uji Validasi Instrumen

Correlations

	KOM 1	KOM 2	KOM 3	KOM 4	KOM 5	KOM 6	KOM 7	KOM 8	KOM 9	KOM 10	KOM_T OTAL
KOM1 Pearson Correlation	1	-.079	.585**	.047	.406*	.007	.253	.105	.018	.296	.532**
Sig. (2-tailed)		.706	.002	.825	.044	.975	.222	.619	.933	.150	.006
N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
KOM2 Pearson Correlation	-.079	1	-.242	.014	.163	.053	.435*	.032	.372	.428*	.450*
Sig. (2-tailed)	.706		.244	.947	.435	.802	.030	.881	.067	.033	.024
N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
KOM3 Pearson Correlation	.585**	-.242	1	.232	.196	.191	-.086	.196	.144	.050	.442*
Sig. (2-tailed)	.002	.244		.263	.347	.361	.684	.347	.491	.814	.027
N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
KOM4 Pearson Correlation	.047	.014	.232	1	.065	.187	-.045	.160	.201	-.003	.411*

KOM9	Pearson Correlation	.018	.372	.144	.201	-.019	.362	-.074	.170	1	.186	.530**
	Sig. (2-tailed)	.933	.067	.491	.334	.929	.075	.724	.417		.373	.006
	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
KOM10	Pearson Correlation	.296	.428*	.050	-.003	.318	-.146	.336	-.006	.186	1	.544**
	Sig. (2-tailed)	.150	.033	.814	.989	.121	.486	.100	.975	.373		.005
	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
KOM_T OTAL	Pearson Correlation	.532**	.450*	.442*	.411*	.525**	.431*	.403*	.458*	.530**	.544**	1
	Sig. (2-tailed)	.006	.024	.027	.041	.007	.032	.046	.021	.006	.005	
	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

** . Correlation is significant at the 0.01 level
(2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level
(2-tailed).

Lampiran 13 Uji Reliabilitas**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items
.605	10

Lampiran 14 Modul Ajar Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen

MODUL AJAR

“KIMIA HIJAU DALAM PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN 2030”

1. INFORMASI UMUM

A. IDENTITAS MODUL

Nama Guru	: Yulistina
Jenjang Sekolah	: SMA/MA Sederajat
Nama Sekolah	: SMA N 16 Semarang
Tahun Ajaran	: 2023/2024
Kelas/ Fase	: X/E
Alokasi Waktu	: 3 JP (3x45 menit)
Pertemuan Ke	: 1-3

B. KOMPETENSI AWAL

Peserta didik mengenal proses kimia dari issue global terkait reaksi kimia melalui sumber berita.

C. PROFIL PELAJAR PANCASILA (PPP)

Profil pancasila yang digunakan dalam proses pembelajaran ini yakni gotong royong.

D. SARANA DAN PRASARANA

- Buku pegangan peserta didik, alat tulis, laptop/Hp.
- Vidio, PPT.

E. TARGET PESERTA DIDIK

- Peserta didik regular / tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
- Peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda: auditory, visual, kinestetik

F. MODEL PEMBELAJARAN

Konvensional (Ceramah dan Eksperimen).

G. METODE PEMBELAJARAN

Diskusi, Presentasi, dan Tanya Jawab.

H. CAPAIAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik memiliki kemampuan untuk merespon isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah.
2. Peserta didik mampu memperhatikan detail yang relevan dari obyek yang diamati, merencanakan penyelidikan ilmiah.

2. KOMPETENSI INTI**A. TUJUAN PEMBELAJARAN**

1. Peserta didik mampu memahami dan menghubungkan aturan kimia hijau, 12 prinsip kimia hijau dan contoh

proses kimia di kehidupan sehari-hari serta berkelanjutan.

2. Peserta didik mampu memahami hubungan unsur, atom, molekul, serta penyetaraan reaksi kimia.
3. Peserta didik mampu memahami proses kimia yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau dan solusinya.
4. Peserta didik mampu melakukan praktikum dengan tema kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

Setelah mengikuti pembelajaran ini siswa mampu :

1. Memahami kimia hijau dan kegunaannya sesuai dengan 12 prinsip kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari.
2. Membuat produk lain yang berupa kimia hijau atau melibatkan 12 prinsip kimia hijau dan SDGs dengan disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), dan pro-aktif sebagai bagian tugas akhir dari model pembelajaran *project based learning* yang diterapkan pada pembelajaran.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

Pada hal ini guru dapat memberikan contoh yang lebih nyata untuk memahami kimia hijau dan 12 prinsip kimia

hijau dalam kehidupan sehari-hari. Agar lebih mudah untuk mengvisualisasikannya, guru dapat memberikan video berikut <https://youtu.be/ruH03WooR 8>.

Kemudian bertanya :

1. Apa yang dibahas pada video tersebut?
2. Apa kaitannya dengan kimia hijau?
3. Dalam kehidupan sehari-hari terdapat proses kimia menurut kalian apakah setiap proses kimia sudah memenuhi prinsip kimia hijau?
4. Sebagai siswa apa kontribusimu terhadap lingkungan sekitar?

D. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan ke-1

Tahapan	Sintak PjBL	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam dan menyapa peserta didik. 2. Peserta didik dan guru berdoa sebelum memulai pelajaran. 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik. 4. Guru menanyakan kabar hari ini. 5. Guru bertanya kepada peserta didik mengenai persiapan peserta didik sebelum belajar di sekolah. 	15 menit
	Penentuan pertanyaan dasar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan brainstorming sebelum memulai pembelajaran. 2. Peserta didik diminta untuk mengamati video yang berkaitan dengan kimia yang berkaitan dalam kehidupan sehari-hari untuk menimbulkan pertanyaan: "Dalam kehidupan sehari-hari terdapat proses kimia menurut kalian apakah setiap 	

		proses kimia sudah memenuhi prinsip kimia hijau?".	
Kegiatan Inti	Mendesain perencanaan proyek	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memastikan peserta didik dalam kelompok memilih dan mengetahui prosedur pembuatan proyek/produk yang akan dihasilkan. 2. Peserta didik melakukan pengumpulan data/informasi yang dilakukan diluar kelas dengan memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai media pembelajaran. 3. Guru memantau keterlibatan peserta didik dalam proses kerja kelompok/diskusi. 4. Guru membantu peserta didik apabila terdapat miskonsepsi atau hal yang ditanyakan. 	35 menit
	Mengembangkan dan Menyajikan data	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memantau dalam pembuatan laporan sementara. 2. Guru meminta peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi sementara. 	35 menit

		<ol style="list-style-type: none"> 3. Peserta didik memperhatikan dan mengamati penjelasan yang disampaikan presenterator 4. Peserta didik (audien) mengajukan pertanyaan, memberikan sanggahan, saran, dan argumentasinya terkait apa yang dipaparkan presenterator . 5. Presenterator menjawab pertanyaan yang diajukan oleh peserta didik lainnya (selain presenterator). 6. Peserta didik memantau jalanya presentasi. 	
	Menyusun jadwal sebagai langkah nyata dari sebuah proyek	Guru dan peserta didik membuat kesepakatan tentang jadwal pembuatan proyek (tahapan-tahapan dan pengumpulan).	15 menit
Penutup	Menganalisis dan Mengevaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memotivasi peserta didik dalam kelompok atau individual untuk menuliskan dan menanyakan permasalahan yang belum dipahami dari masalah yang disajikan. 2. Guru memberikan jawaban dan penjelasan ulang yang menegaskan terkait topik yang dibahas. 	15 menit
		<ol style="list-style-type: none"> 3. Guru mengingatkan tentang hal apa yang perlu dipersiapkan untuk pertemuan selanjutnya. 4. Guru dan peserta didik berdoa penutup dan mengucapkan salam sebelum meninggalkan kelas. 	

Pertemuan ke-2

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam dan menyapa peserta didik. 2. Peserta didik dan guru berdoa sebelum memulai pelajaran. 3. Guru mengecek kehadiran siswa. 4. Guru menanyakan kabar hari ini. 5. Guru bertanya kepada peserta didik mengenai persiapan peserta didik sebelum belajar di sekolah. 6. Guru memberikan pertanyaan pemantik. 	15 menit

Kegiatan Inti	Memantau siswa dan kemajuan proyek	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memastikan setiap anggota kelompok memahami tugas. 2. Guru meminta peserta didik berkumpul dengan anggota sekelompoknya. 3. Guru memantau kemajuan dari sebuah proyek yang dilakukan. 	40 menit
	Menganalisis proses kimia dalam kehidupan sehari-hari yang tidak sesuai dengan kimia hijau.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mengamati tabel periodik unsur untuk mengetahui cara menuliskan lambang unsur. 2. Peserta didik mendiskusikan apa itu unsur dan hubungannya terhadap atom dan molekul serta pernyetaraan reaksi. 3. Peserta didik mengidentifikasi proses kimia di kehidupan sehari-hari. 4. Peserta didik mengidentifikasi proses kimia dalam kehidupan sehari-hari yang tidak sesuai dengan kimia hijau. 	60 menit
Penutup	Menganalisis dan Mengevaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memotivasi 2. Peserta didik dalam kelompok atau individual untuk menuliskan dan 	20 menit

		<ol style="list-style-type: none"> menanyakan permasalahan yang belum dipahami dari masalah yang disajikan. 3. Guru memberikan jawaban dan penjelasan ulang yang menegaskan terkait topik yang dibahas. 4. Guru mengingatkan tentang hal apa yang perlu dipersiapkan untuk pertemuan selanjutnya. 5. Guru dan Peserta didik berdoa penutup dan mengucapkan salam sebelum meninggalkan kelas. 	
--	--	--	--

Pertemuan ke-3

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam dan menyapa peserta didik. 2. Peserta didik dan guru berdoa sebelum memulai pelajaran. 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik. 4. Guru menanyakan kabar hari ini. 5. Guru bertanya kepada peserta didik mengenai persiapan peserta didik sebelum belajar di sekolah. 	15 menit
Kegiatan Inti	Penilaian hasil penugasan proyek	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru meminta peserta didik untuk mempresentasikan hasil proyek. 2. Peserta didik memperhatikan dan mengamati penjelasan yang disampaikan presenterator. 3. Peserta didik (audien) mengajukan pertanyaan, memberikan sanggahan, saran, dan argumentasi terkait apa yang dipaparkan presenterator 	75 menit
		<ol style="list-style-type: none"> 4. Presenterator menjawab pertanyaan yang diajukan oleh peserta didik lainnya. 5. Guru memantau jalannya presentasi. 	
	Menganalisis produk terhadap prinsip kimia hijau	Peserta didik menganalisis produk yang dibuat dan kegiatan lainnya yang mendukung prinsip kimia hijau.	25 menit
Penutup	Menganalisis dan Mengevaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memotivasi peserta didik dalam kelompok atau individual untuk menuliskan dan menanyakan permasalahan yang belum dipahami dari masalah yang disajikan. 2. Guru memberikan jawaban dan penjelasan ulang yang menegaskan terkait topik yang dibahas. 3. Guru mengingatkan tentang hal apa yang perlu dipersiapkan untuk pertemuan selanjutnya. 	20 menit

		4. Guru dan peserta didik berdoa penutup dan mengucapkan salam sebelum meninggalkan kelas.	
--	--	--	--

E. ASSESMEN

Bentuk asesmen :

1. Sikap (Profil Pelajar Pancasila) berupa : Gotong Royong dan Displin

Aspek yang dinilai	Sub Indikator Aspek	Skor
Gotong Royong	Berdiskusi dengan kelompok.	1
	Berbagi tugas dalam kegiatan.	1
	Mengerjakan tugas kelompok.	1
Displin	Masuk kelas tepat waktu	1
	Memakai seragam sekolah yang sudah ditentukan.	1
	Membuat surat izin jika tiak dapat mengikuti pembelajaran.	1

2. Kognitif : Soal Pilihan Ganda

No	Soal	Jawaban	Skor
1.	Pernyataan berikut yang benar tentang kimia hijau adalah.....	a. Sintesis senyawa kimia sehingga proses produksi lebih singkat.	0
		b. Sintesis bahan kimia untuk produksi yang tidak terbatas.	0
		c. Perancangan senyawa kimia menggunakan bahan yang mudah terdegradasi.	1
		d. Penggunaan senyawa kimia yang mudah diperoleh.	0
2.	Berikut yang menyebabkan <i>green chemistry</i> adalah....	a. Global warming	1
		b. Kelangkaan bahan makanan	0

		c. Bertambahnya jumlah penduduk	0
		d. Banyaknya kematian	0
3.	Berikut ini yang merupakan permasalahan yang menyimpang dari prinsip kimia hijau adalah.....	a. Menggunakan asbes dirumah	0
		b. Menggunakan banyak kaca dirumah	0
		c. Menggunakan baja dirumah	0
		d. menggunakan banyak benda plastik dirumah.	1
4.	Perhatikan pernyataan berikut ! 1. ada banyak kecelakaan 2. aman bagi pekerja industri	a. 1, 2, dan 3	1
		b. 2, 3, dan 5	0

	3. resiko-resiko yang jauh lebih sedikit lagi komunitas disekitar lingkungan pabrik	c. 3, 4, dan 5	0
	4. mengurangi efesiensi energi dalam reaksi	d. 1, 3, dan 5	0
	5. prosuk yang lebih aman bagi pengguna		
5.	Sebagai jenis plastik ramah lingkungan, bioplastik terbuat dari bahan-bahan alami seperti jamur dan jagung. Maka dari itu, hasil produksi plastik ini di beri nama polyactic acid (PLA). Dilihat dari tampilannya, PLA memiliki ciri menyerupai polietilena dan polipropilena yang merupakan jenis plastik dari bahan	a. Mencegah timbulnya limbah dalam proses	0
		b. Mendesain produk bahan kimia yang aman	1
		c. Penggunaan katalis dengan proses pembuatan	0
		d. Derivatisasi reaksi kimia	0

	petrokimia. Hal tersebut mendukung prinsip kimia hijau tentang.....		
6.	Bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi adalah...	a. Gas LPG	0
		b. Kayu bakar	0
		c. Biodiesel	1
		d. Batu bara	0
7.	Biodiesel merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan karena.....	a. Diperoleh minyak nabati dan tidak menghasilkan polutan.	1
		b. Dibuat melalui proses fermentasi dan tidak mencemari lingkungan.	0
		c. Dihasilkan dari aktivasi anaerobbik atau fermentasi bahan-bahan organik dan bersifat dapat diperbarui.	0
		d. Mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik dan tidak menghasilkan polutan.	0
8.	Gas berikut berperan dalam proses kimia fotosinesis. Gas ini dikenal sebagai gas rumah kaca yang meningkatkan peningkatan suhu bumi. Gas yang dimaksud adalah.....	a. CO	0
		b. CO ₂	1
		c. H ₂ O	0
		d. C ₆ H ₁₂ O ₆	0
9.	Zat adiktif yang ditambahkan dalam bensin yang lebih ramah lingkungan adalah.....	a. Terta ethyl lead	0
		b. Methyl tertiary butyl ether	0
		c. Petroleum eter	0
		d. Isooktan	0
10.		a. Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil	1

<p>Salah satu upaya untuk mencegah kerusakan lingkungan seperti pada gambar adalah.....</p> 	b. Mengganti bahan bakar batu bara dengan bensin	0
	c. Mengurangi jumlah penggunaan pupuk kimia dan pestisida	0
	d. Menumbuhkan kesadaran masyarakat akan pentingnya air bersih bebas polutan	0

3. Keterampilan : Keterampilan Proses Sains

a. Lembar Penilaian Hasil Peserta Didik

No	Tujuan Pembelajaran	Aspek KPS	Aspek Penilaian	Skor
1.	Mengumpulkan fakta yang relevan.	Mengamati/observasi dan mengelompokkan	Dasar Teori Komponen yang harus ada	1
			1. Menyebutkan pengertian sampah.	1
			2. Menyebutkan pengertian kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.	1
			3. Menyebutkan hubungan sampah, kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030, dan <i>eco-enzyme</i>	1
			4. Menyebutkan pengertian <i>eco-enzyme</i> .	1
	5. Bersumber minimal 5 buah buku atau jurnal sebagai referensi.	1		
2.	Mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan menggunakan pola-pola pengamatan.	Menafsirkan	Rumusan Masalah Komponen yang harus ada	1
			1. Menyebutkan rumusan masalah secara tepat.	1
			2. Sesuai dengan dasar teori yang dicantumkan.	1
			3. Mengandung nilai pembuatan proyek.	1
	4. Dibuat dalam bentuk kalimat tanya.	1		
3.	Mengemukakan apa yang mungkin terjadi sesuai dengan teori yang telah dijabarkan.	Presiksi/ Meramalkan	Tujuan Praktikum Komponen yang harus ada	1
			1. Menyebutkan tujuan proyek secara tepat.	1
			2. Menjawab pertanyaan dari rumusan masalah.	1
			3. Menggambarkan secara rinci dari diadakannya percobaan.	1
			4. Mengandung nilai pembuatan proyek.	1
	5. Menggunakan kalimat singkat, padat, dan jelas.	1		
4.	Mengetahui bahwa ada satu kemungkinan	Berhipotesis	Rumusan Hipotesis Komponen yang harus ada	1
			1. Menyebutkan rumusan hipotesis secara tepat.	

	penjelasan dari suatu kejadian.		2. Berhubungan dengan ilmu yang ada.	1
			3. Dapat diuji dengan nalar.	1
			4. Dibuat dalam bentuk pernyataan.	1
5.	Mampu memilih alat dan bahan yang tepat dalam pelaksanaan praktikum.	Menggunakan alat dan bahan	Alat dan Bahan Komponen yang harus ada 1. Menyebutkan nama alat dan bahan secara tepat.	1
			2. Menyebutkan jumlah alat dan bahan yang diperlukan.	1
			3. Menyebutkan alasan menggunakan alat dan bahan tersebut.	1
			4. Disertai gambar.	1
			5. Berbentuk tabel.	1
6.	Menggunakan pola-pola pengamatan yang tepat.	Prediksi	Prosedur Kerja Komponen yang harus ada 1. Menyebutkan prosedur kerja secara tepat.	1
			2. Menggunakan kalimat pasif.	1
			3. Menyebutkan prosedur kerja secara sistematis.	1
			4. Berbentuk diagram alir.	1
7.	Menafsirkan data dengan menghubungkan hasil-hasil pengamatan.	Berkomunikasi	Hasil Pengamatan Komponen yang harus ada 1. Menyebutkan reaksi yang terjadi pada produk yang dilakukan.	1
			2. Menyebutkan banyaknya bahan yang digunakan.	1
			3. Menyebutkan perubahan kimia yang terjadi.	1
			4. Menyebutkan secara berurutan.	1
			5. Berbentuk tabel.	1
8.	Menafsirkan data dengan menghubungkan hasil-hasil pengamatan.	Menafsirkan	Analisis Data dan Pembahasan Komponen yang harus ada 1. Menjelaskan langkah-langkah pembuatan proyek.	1
			2. Menjelaskan alasan menggunakan alat dalam pembuatan proyek.	1

			3. Menjelaskan menggunakan bahan dalam pembuatan proyek.	1
			4. Menjelaskan perubahan kimia yang terjadi pada proyek.	1
			5. Menjelaskan alasan perubahan kimia tersebut dapat terjadi.	1
			6. Menjelaskan hubungan <i>eco-enzyme</i> dengan kimia hijau.	1
			7. Menjelaskan manfaat <i>eco-enzyme</i> untuk lingkungan secara berkelanjutan.	1
9.	Menyimpulkan dan membandingkan hasil pengamatan dengan teori yang ada.	Manafsirkan	Kesimpulan Komponen yang harus ada 1. Menyebutkan kesimpulan dengan tepat.	1
			2. Memeberikan kesimpulan sesuai dengan tujuan proyek.	1

10.	Mengevaluasi kekurangan dan kelebihan.		Saran Komponen yang harus ada 1. Menyebutkan saran dari pembuatan produk yang dilakukan.	1
			2. Memuat solusi atau rekomendasi atau harapan.	1
11.	Mengumpulkan fakta yang relevan.	Mengamati	Daftar Pustaka Komponen yang harus ada 1. Menyebutkan 3 daftar pustaka buku.	1
			2. Menyebutkan 3 daftar pustaka jurnal.	1
			3. Tahun jurnal minimal 10 tahun terakhir.	1
12.			Lampiran Komponen yang harus ada 1. Melampirkan foto pada saat pembuatan produk.	1
			2. Melampirkan link vidio pembuatan produk.	1
			3. Disertai keterangan setiap lampiran.	1

b. Lembar Penilaian Observasi

No	Tujuan Pembelajaran	Aspek KPS	Aspek Penilaian	Skor
1	Memperhatikan detail yang relevan dari objek yang diamati.	Menggunakan sebanyak mungkin indera.	Menggunakan indera penglihat	1
			Menggunakan indera pembau	1
			Menggunakan indera pendengar	1
			Menggunakan indera peraba	1
2	Menggunakan alat dan bahan dalam pembuatan produk	Memakai alat dan bahan.	Mengetahui alat-alat yang diperlukan.	1
		Mengetahui bagaimana	Mengetahui bahan-bahan yang diperlukan.	1
			Mengetahui penggunaan alat.	1

		menggunakan alat dan bahan.	Mengetahui penggunaan bahan.	1
3	Menerapkan konsep dengan metode yang tepat.	Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.	Menggunakan konsep yang telah dipelajari.	1
			Menggunakan konsep pada pengalaman baru.	1
		Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.	Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.	1
			Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.	1

4	Berkomunikasi sesama teman kelompok untuk menunjukkan hasil kegiatan secara utuh dan pola berfikir sistematis sesuai format yang ditentukan.	Mendiskusikan hasil kegiatan dan menjelaskan hasil percobaan atau penelitian.	Mendiskusikan hasil kegiatan	1
			Menjelaskan hasil percobaan atau penelitian.	1
		Menyampaikan laporan secara sistematis	Menyampaikan laporan secara sistematis.	1

c. Lembar Format Penilaian Produk

No	Aspek	Indikator	Aspek Penilaian	Skor
1	Persiapan	Peserta didik merencanakan pembuatan produk.	Menggali dan mengembangkan rencana pembuatan produk.	1
			Mendesain rencana pembuatan produk.	1
				1

2	Proses Pembuatan	Persiapan alat dan bahan	Menyiapkan seluruh alat dan bahan.	2
			Menyiapkan sebagian alat dan bahan.	1
		Teknik pembuatan	Teknik pembuatan produk dilakukan sesuai yang diberikan.	1
			Teknik pembuatan produk dimodifikasi.	2
			Teknik pembuatan produk dibuat khusus.	3
		Keamanan	Menggunakan alat dan bahan yang aman.	1
Mengidentifikasi potensi keamanan dalam pembuatan produk.	1			
3	Produk	Kreativitas	Komponen produk yang dihasilkan.	1
			Manfaat produk yang dihasilkan.	1

F. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

a. Pengayaan

Mendiskusikan Bagaimana konsep kimia hijau yang harus dilakukan oleh para peserta didik dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan 2030.

b. Remedial

Memperbaiki laporan hasil yang telah diberikan.

G. REFLEKSI

Refleksi bagi siswa dengan menjawab pertanyaan refleksi berikut ini :

No	Informasi yang diharapkan	Pertanyaan	Jawaban
1.	Siswa mampu memahami materi yang disampaikan oleh guru.	Apakah dari materi yang sudah dipelajari ada yang belum dipahami? Jika ada silahkan ditanyakan!	

Refleksi bagi guru :

No	Informasi yang diharapkan	Pertanyaan	Jawaban
1.	Pembelajaran berjalan dengan baik. Siswa menikmati setiap tahapan belajar.	Bagaiman proses pembelajaran pada hari ini?	

H. MATERI/REKOMENDASI BACAAN/LINK VIDIO/BAHAN AJAR

Kimia hijau dikembangkan sebagai tanggapan terhadap Undang-Undang Pencegahan Polusi tahun 1990 oleh Paul Anastas and John Warner, yaitu membatasi atau mengurangi polusi dengan menggunakan desain proses yang lebih (Fajaroh, 2018). Prinsip kimia hijau memberikan kontribusi terhadap pelestarian lingkungan.

a. Pengertian dan Pentingnya Kimia Hijau

Kimia hijau adalah ilmu kimia yang memfokuskan pada penerapan 12 prinsip kimia hijau dalam merancang, menggunakan, atau memproduksi bahan kimia untuk mengurangi pemakaian atau produksi bahan berbahaya yang dapat mengganggu kesehatan dan pelestarian lingkungan (Ramadhani, 2022). Pentingnya kimia hijau adalah tentang meningkatkan keuntungan dan mempromosikan inovasi sambil melindungi kesehatan manusia dan lingkungan (Manahan, 2005). Kimia hijau sering disebut kimia ramah lingkungan (*Environmental benign Chemistry*), kimia bersih (*Clean Chemistry*), ekonomi atom (*atom economy*), kimia yang dirancang jinak/ramah (*benign-by-designchemistry*)

(Fajaroh, 2018). Tujuan utama pendekatan kimia hijau yaitu:

1. Menciptakan zat-zat kimia yang lebih baik dan aman.
 2. Memilih cara-cara yang paling aman dan efisien untuk mensintesa zat-zat.
 3. Mengurangi sampah kimia yang dihasilkan.
- b. Prinsip Kimia Hijau dalam Mendukung Upaya Pelestarian Lingkungan

Konsep "*The Twelve Principles of Green Chemistry*" yang dipakai para peneliti untuk melaksanakan penelitian yang ramah lingkungan. Berikut 12 prinsip kimia hijau :

- 1) Mencegah timbulan sampah dalam proses yaitu pencegahan yang lebih baik daripada perbaikan.
- 2) Desain produk menggunakan bahan kimia yang bermanfaat.
- 3) Merancang proses sintesis yang aman untuk digunakan dan menghasilkan bahan kimia yang tidak berbahaya bagi manusi dan lingkungan.
- 4) Menggunakan bahan baku yang dapat terbarukan.

- 5) Menggunakan katalis merupakan meningkatkan selektivitas, dapat meminimalkan penggunaan reagen, dan berpotensi menghemat energi dalam suatu reaksi.
- 6) Menghindari derivatisasi dan modifikasi sementara dari reaksi kimia karena setiap langkah derivatisasi membutuhkan reagen tambahan akan meningkatkan limbah.
- 7) Memaksimalkan atom ekonomi.
- 8) Menggunakan pelarut yang kondusif, penggunaan bahan kimia seperti pelarut, ekstrak, atau bahan kimia tambahan lainnya harus dikecualikan. Apabila terpaksa mesti digunakan, maka mesti seminimal mungkin.
- 9) Meningkatkan efisiensi energi dalam reaksi karena energi yang dipakai dalam suatu proses kimia harus mempertimbangkan dampak kepada lingkungan dan faktor ekonomi.
- 10) Mendesain materi kimia yang gampang terdegradasi.
- 11) Penggunaan sistem analisis secara eksklusif untuk mengurangi polusi.

12) Mengurangi resiko kecelakaan berupa kecelakaan yang dapat mengakibatkan pelepasan bahan kimia ke lingkungan, ledakan dan kebakaran (Anastas & Warner, 1998).

Dapat disimpulkan dari 12 prinsip kimia hijau tersebut bahwa tujuan utama pendekatan kimia hijau adalah untuk menciptakan zat-zat kimia yang lebih baik dan aman dan secara bersamaan dapat memilih cara-cara yang paling aman dan efisien untuk mensintesa zat-zat tersebut dan mengurangi sampah kimia yang dihasilkan.

c. Proses Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari Terkait Hal-hal yang Tidak Sesuai dengan Prinsip Kimia Hijau

Setelah mengetahui prinsip kimia hijau sebagai pelestarian lingkungan, selanjutnya mengetahui aktivitas yang menunjukkan kontribusi terhadap prinsip kimia hijau (Puspaningsih dkk, 2021). Pertama amati sistem periodik unsur pada Gambar 1.

TABEL SISTEM PERIODIK UNSUR

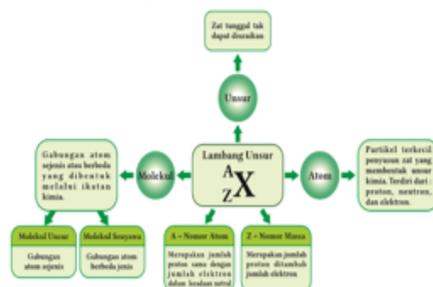
H
→ Metale Alkali
→ Berdak
→ Metale Transisi

Sumber: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018

(Pusaningsih dkk, 2021)

Gambar 1 Tabel Sistem Periodik Unsur

Tabel periodik unsur adalah tabel unsur-unsur yang disusun berdasarkan nomor atom, konfigurasi periodik, dan sifat unsur kimia (Mulyanti & Nurkhozin, 2018). Unsur adalah elemen yang menyusun segala bentuk materi yang ada di alam (Goldberg, 2004). Pengelompokan unsur-unsur berdasarkan kenaikan nomor atom seperti tersaji dalam tabel periodik unsur (Mulyanti dan Nurkhozin, 2018). Setelah itu memahami unsur dan hubungannya dengan atom dan molekul pada Gambar 2.



(Puspaningsih dkk, 2021)

Gambar 2 Hubungan unsur, atom, dan molekul

Salah satu contoh *green chemistry* yang saat ini sudah diterapkan yaitu busa pemadam kebakaran yang dahulu menggunakan surfaktan terflorinasi yang memiliki efek toksik yang tinggi, diganti beberapa komponen campuran (surfaktan hidrokarbon, gula, air, dan pelarut) yang dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan menghambat korosi (Puspaningsih dkk, 2021).

Implementasi prinsip kimia hijau digunakan untuk melindungi dan memberi manfaat bagi perekonomian, manusia, dan planet dengan menemukan cara-cara kreatif dan inovatif untuk mengurangi limbah,

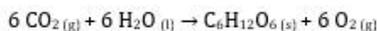
menghemat energi, dan menemukan zat pengganti zat-zat berbahaya (Anwar, Sunardi, & Nurhayati, 2022). Setelah memahami beberapa contoh dari *green chemistry*, dan hubungan dengan atom dan molekul. Sedangkan pada reaksi kimia dan penyetaraan reaksi kimia dapat dilihat pada Gambar 2.



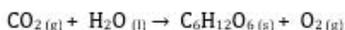
(Puspaningsih dkk, 2021).

Gambar 3 Persamaan Reaksi Kimia Fotosintesis

Kesetaraan reaksi fotosintesis



Apabila tanpa koefisien reaksi



Jumlah atom masing-masing unsur sebelah kiri tidak sama dengan kanan. Jumlah atom C sebelah kiri ada 1, jumlah atom O ada 3, dan jumlah atom H ada 2. Sedangkan disebelah kanan jumlah atom C ada 6, jumlah atom O ada 8, dan jumlah atom H ada 12. Dengan menambahkan koefisien maka jumlah atom sebelah kanan sama pada jumlah atom sebelah kiri (Puspaningsih dkk, 2021). Terdapat contoh proses kimia dalam sehari-hari pada Gambar 4.



(Puspaningsih dkk, 2021).

Gambar 4 Contoh reaksi kimia terjadi dikehidupan sehari-hari

Ketidaksesuaian dengan prinsip kimia hijau dan tindakan yang merupakan solusi yang mendukung penerapan kimia hijau yaitu pembakaran sempurna, pernafasan aerob, dan adanya reaksi dari sabun detergen

dalam air. Kegiatan atau kejadian didalam rumah dapat kita lihat pada Gambar 2.7 sebagai berikut

No	Kegiatan atau kejadian di dalam/sekitar rumah
1	Membakar sampah di udara terbuka
	Proses kimia
	Proses pembakaran tidak sempurna.
	Persamaan reaksi kimia setara (cari dari berbagai sumber informasi dengan dipandu guru)
	Reaksi pembakaran tidak sempurna: $3 C_xH_y (g) + (\frac{1}{2}x + \frac{1}{2}y) O_2 (g) \rightarrow x CO_2 (g) + \frac{1}{2}y H_2O (l) + x CO (g) + x C (s)$
	Hal yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau
	Proses pembakaran tak sempurna melepaskan gas CO ₂ sebagai gas rumah kaca yang menyebabkan peningkatan suhu bumi, dan gas karbon monoksida (CO) yang berbahaya bagi kesehatan.
	Tindakan sebagai solusi penerapan prinsip kimia hijau
	Pilah sampah plastik dari sampah organik. Sampah plastik didaur ulang menjadi pot tanaman, sedangkan sampah organik dijadikan kompos.
	Silakan Kalian lanjutkan dengan berpikir kritis dan kreatif.

(Puspaningsih dkk, 2021).

Gambar 4 Contoh kegiatan atau kejadian di sekitar rumah

Tindakan sebagai solusi penerapan kimia hijau.

- 1) Pilah sampah plastik dari sampah organik. Sampah plastik didaur ulang menjadi pot tanaman, sedangkan sampah dari organik dijadikan kompos.

- 2) Membuat bank sampah sehingga sampah dari setiap rumah dapat dipilah-pilah lebih dahulu lalu diberikan dapat ditukar dengan barang kebutuhan sehari-hari disesuaikan dengan jenis dan jumlah sampah yang ditukar.
 - 3) Sampah dapur limbah kulit buah dan sayuran dapat diolah menjadi ecoenzyme. Ecoenzym dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair sekaligus pembasmi hama yang alami dan ramah lingkungan.
- d. Menciptakan Kegiatan yang Mendukung Prinsip Kimia Hijau

Salah satu peran kimia hijau adalah mendukung 17 agenda pembangunan berkelanjutan hingga tahun 2030 yang dirancangan PBB pada Gambar 5.



(Puspaningsih dkk, 2021).

Gambar 5 17 agenda SDgS

Dari ke-17 agenda tersebut, prinsip kimia hijau terintegrasi dalam tiga agenda pembangunan berkelanjutan 2030 yaitu agenda nomor 3, 6, 7, 13, 14, dan 15. Hidup sehat dan sejahtera bagi semua manusi di bumi tentu karena lingkungan yang aman dan bebas bahan-bahan berbahaya. Prinsip nomor 7 adalah penggunaan sumber ener yang dapat diperbaharui. Indonesia telah berupaya untuk menerapkan prinsip ini yaitu mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil untuk menjaga kelestarian lingkungan (Puspaningsih dkk, 2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Anastas, P.T. & Warner, J.C. 1998. Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford: Oxford University Press.
- Anwar, B. Sunardi, & Nurhayati, N. 2022. Ilmu Pengetahuan Alam. Bandung: Yrama Widya.
- Fajaroh, F. 2018. Sintesis Nanopartikel dengan Prinsip Kimia Hijau. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Goldberg, D. E. 2004. Kimia Untuk Pemula. Jakarta: Erlangga.
- Manahan, S. E., 2006. Green Chemistry And The Ten Commandments Of Sustainability. Columbia: ChemChar Research.
- Mulyanti, S., Nurkhozin, M. 2018. Kimia Dasar Jilid 1. Bandung : Alfabeta CV.
- Puspaningsih, Tjahjadarmawan, & kirsdianti. 2021. Ilmu Pengetahuan Alam. Jakarta Pusat: Pusat Kurikulum dan Perbukuan Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

MODUL AJAR
“KIMIA HIJAU DALAM PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN 2030”

1. INFORMASI UMUM**A. IDENTITAS MODUL**

Nama Guru	: Yulistina
Jenjang Sekolah	: SMA/MA Sederajat
Nama Sekolah	: SMA N 16 Semarang
Tahun Ajaran	: 2023/2024
Kelas/ Fase	: X/E
Alokasi Waktu	: 3 JP (3x45 menit)
Pertemuan Ke	: 1-4

B. KOMPETENSI AWAL

Peserta didik mengenal proses kimia dari isu global terkait reaksi kimia melalui sumber berita.

C. PROFIL PELAJAR PANCASILA (PPP)

Profil pancasila yang digunakan dalam proses pembelajaran yakni tanggung jawab dan disiplin.

D. SARANA DAN PRASARANA

- Buku pegangan peserta didik, alat tulis, laptop/Hp.
- Vidio, PPT.

E. TARGET PESERTA DIDIK

- Peserta didik regular atau tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
- Peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda yaitu auditory, visual, kinestetik

F. MODEL PEMBELAJARAN

Project Based Learning (PjBL).

G. METODE PEMBELAJARAN

Diskusi, presentasi, dan tanya jawab.

H. CAPAIAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik memiliki kemampuan untuk merespon isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah.
2. Peserta didik mampu memperhatikan detail yang relevan dari obyek yang diamati, merencanakan penyelidikan ilmiah.

2. KOMPETENSI INTI**A. TUJUAN PEMBELAJARAN**

1. Peserta didik mampu memahami dan menghubungkan ataran kimia hijau, 12 prinsip kimia hijau dan contoh proses kimia di kehidupan sehari-hari serta berkelanjutan.
2. Peserta didik mamapu memahami hubungan unsur, atom, molekul, serta penyetaraan reaksi kimia.
3. Peserta didik mampu memahami proses kimia yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau dan solusinya.
4. Peserta didik mampu membuat sebuah produk dengan tema kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

Setelah mengikuti pembelajaran peserta didik mampu :

1. Memahami kimia hijau dan kegunaannya sesuai dengan 12 prinsip kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari.

2. Membuat produk lain yang berupa kimia hijau atau melibatkan 12 prinsip kimia hijau dan SDGs dengan disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), dan pro-aktif sebagai bagian tugas akhir dari model pembelajaran *project based learning* yang diterapkan pada pembelajaran.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

Guru dapat memberikan contoh yang lebih nyata untuk memahami kimia hijau dan 12 prinsip kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari. Agar lebih mudah untuk mengvisualisasikannya, guru dapat memberikan video berikut <https://youtu.be/ruH03WooR 8>.

Kemudian bertanya :

1. Apa yang dibahas pada video tersebut?
2. Apa kaitannya dengan kimia hijau?
3. Dalam kehidupan sehari-hari terdapat proses kimia menurut kalian apakah setiap proses kimia sudah memenuhi prinsip kimia hijau?
4. Sebagai peserta didik apa kontribusimu terhadap lingkungan sekitar?

D. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Minggu Pertama

Pertemuan ke-1

Tahapan	Sintak PjBL	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam dan menyapa peserta didik. 2. Peserta didik dan guru berdoa sebelum memulai pelajaran. 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik. 4. Guru menanyakan kabar hari ini. 5. Guru bertanya kepada peserta didik mengenai persiapan peserta didik sebelum belajar di sekolah. 	15 menit
	Penentuan pertanyaan dasar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan <i>brainstorming</i> sebelum memulai pembelajaran. 2. Peserta didik diminta untuk mengamati video yang berkaitan dengan kimia yang berkaitan dalam kehidupan sehari-hari untuk menimbulkan pertanyaan: "Dalam kehidupan sehari-hari terdapat proses kimia menurut kalian apakah setiap proses kimia sudah memenuhi prinsip kimia hijau?". 	

Kegiatan Inti	Mendesain perencanaan proyek	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memastikan peserta didik memilih dan mengetahui prosedur pembuatan proyek yang akan dihasilkan. 2. Peserta didik melakukan pengumpulan data/informasi yang dilakukan diluar kelas dengan memanfaatkan lingkungan sekitar sebagai media pembelajaran. 3. Guru membantu peserta didik apabila terdapat miskonsepsi atau hal yang ditanyakan. 	35 menit
	Mengembangkan dan Menyajikan data	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memantau dalam pembuatan laporan sementara. 2. Guru meminta peserta didik untuk mempresentasikan hasil sementara. 3. Peserta didik memperhatikan dan mengamati penjelasan yang disampaikan presentator. 4. Peserta didik (audien) mengajukan pertanyaan, memberikan sanggahan, saran, dan argumentasinya terkait apa yang dipaparkan presentator. 5. Presentator menjawab pertanyaan yang diajukan oleh peserta didik lainnya (selain presentator). 	35 menit
	Menyusun jadwal sebagai langkah nyata dari sebuah proyek	Guru dan peserta didik membuat kesepakatan tentang jadwal pembuatan proyek (tahapan-tahapan dan pengumpulan).	15 menit

Penutup	Menganalisis dan Mengevaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memotivasi peserta didik dalam kelompok atau individual untuk menuliskan dan menyajikan permasalahan yang belum dipahami dari masalah yang disajikan. 2. Guru memberikan jawaban dan penjelasan ulang yang menegaskan terkait topik yang dibahas. 3. Guru mengingatkan tentang hal apa yang perlu dipersiapkan untuk pertemuan selanjutnya. 4. Guru dan peserta didik berdoa penutup dan mengucapkan salam sebelum meninggalkan kelas. 	15 menit
---------	-------------------------------	---	----------

Pertemuan ke-2

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam dan menyapa peserta didik. 2. Peserta didik dan guru berdoa sebelum memulai pelajaran. 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik. 4. Guru menanyakan kabar hari ini. 5. Guru bertanya kepada peserta didik mengenai persiapan peserta didik sebelum belajar di sekolah. 	15 menit
Kegiatan Inti	Memantau siswa dan kemajuan proyek	Guru memantau kemajuan dari sebuah proyek yang dilakukan.	25 menit

	Memonifator keaktifan siswa.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendiskusikan pengertian dan pentingnya kimia hijau. 2. Menganalisis contoh-contoh proses kimia beserta reaksi kimia yang ada di sekitar. 3. Menyebutkan 12 prinsip kimia hijau dan mendiskusikan penerapan prinsip kimia hijau dalam mendukung upaya pelestarian lingkungan. 	75 menit
Penutup	Menganalisis dan Mengevaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memotivasi peserta didik untuk menuliskan dan menanyakan permasalahan yang belum dipahami dari masalah yang disajikan. 2. Guru memberikan jawaban dan penjelasan ulang yang menegaskan terkait topik yang dibahas. 3. Guru mengingatkan tentang hal apa yang perlu dipersiapkan untuk pertemuan selanjutnya. 4. Guru dan Peserta didik berdoa penutup dan mengucapkan salam sebelum meninggalkan kelas. 	20 menit

Pertemuan ke-2

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberi salam dan menyapa peserta didik. 7. Peserta didik dan guru berdoa sebelum memulai pelajaran. 8. Guru mengecek kehadiran peserta didik. 9. Guru menanyakan kabar hari ini. 10. Guru bertanya kepada peserta didik mengenai persiapan peserta didik sebelum belajar di sekolah. 	15 menit
Kegiatan Inti	Memantau siswa dan kemajuan proyek	Guru memantau kemajuan dari sebuah proyek yang dilakukan.	25 menit
	Memonifator keaktifan siswa.	<ol style="list-style-type: none"> 4. Mendiskusikan pengertian dan pentingnya kimia hijau. 5. Menganalisis contoh-contoh proses kimia beserta reaksi kimia yang ada di sekitar. 6. Menyebutkan 12 prinsip kimia hijau dan mendiskusikan penerapan prinsip kimia hijau dalam mendukung upaya pelestarian lingkungan. 	75 menit
Penutup	Menganalisis dan Mengevaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memotivasi peserta didik untuk menuliskan dan menanyakan permasalahan yang belum dipahami dari masalah yang disajikan. 6. Guru memberikan jawaban dan penjelasan ulang yang menegaskan terkait topik yang dibahas. 7. Guru mengingatkan tentang hal apa yang perlu dipersiapkan untuk pertemuan selanjutnya. 	20 menit

		8. Guru dan Peserta didik berdoa penutup dan mengucapkan salam sebelum meninggalkan kelas.	
--	--	--	--

Pertemuan ke -3

Tahapan	Sintak	Kegiatan	Waktu
Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberi salam dan menyapa peserta didik. 2. Peserta didik dan guru berdoa sebelum memulai pelajaran. 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik. 4. Guru menanyakan kabar hari ini. 5. Guru bertanya kepada peserta didik mengenai persiapan peserta didik sebelum belajar di sekolah. 	15 menit
Kegiatan Inti	Penilaian hasil penugasan proyek	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru meminta peserta didik untuk mempresentasikan hasil proyek. 2. Peserta didik memperhatikan dan mengamati penjelasan yang disampaikan presenterator. 3. Peserta didik (audien) mengajukan pertanyaan, memberikan sanggahan, saran, dan argumentasi terkait apa yang dipaparkan presenterator 4. Persentator menjawab pertanyaan yang diajukan oleh peserta didik lainnya. 5. Guru memantau jalannya presentasi. 	100 menit

Penutup	Menganalisis dan Mengevaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memotivasi peserta didik untuk menuliskan dan menanyakan permasalahan yang belum dipahami dari masalah yang disajikan. 2. Guru memberikan jawaban dan penjelasan ulang yang menegaskan terkait topik yang dibahas. 3. Guru mengingatkan tentang hal apa yang perlu dipersiapkan untuk pertemuan selanjutnya. 4. Guru dan peserta didik berdoa penutup dan mengucapkan salam sebelum meninggalkan kelas. 	20 menit
---------	-------------------------------	--	----------

E. ASSESMEN

Bentuk asesmen :

1. Sikap (Profil Pelajar Pancasila) berupa : Gotong Royong dan Displin

Aspek yang dinilai	Sub Indikator Aspek	Skor
Tanggung Jawab	Tidak mengerjakan tugas sesuai dengan petunjuk (0% - 25% jawaban tepat)	4
	Sedikit mengerjakan tugas sesuai dengan petunjuk (26% - 50% jawaban tepat)	3
	Cukup banyak mengerjakan tugas sesuai dengan petunjuk (51% - 75% jawaban tepat)	2
	Mengerjakan semua tugas sesuai dengan petunjuk (76% - 100% jawaban tepat)	1
Displin	Terlambat mengikuti pembelajaran dan terlambat mengumpulkan tugas.	4
	Terlambat mengikuti pembelajaran namun tepat waktu mengumpulkan tugas.	3

	Tepat waktu mengikuti pembelajaran namun terlambat mengumpulkan tugas	2
	Tepat waktu mengikuti pembelajaran dan mengumpulkan tugas	1

2. Kognitif : Soal Pilihan Ganda

No	Soal	Jawaban	Skor
1.	Pernyataan berikut yang benar tentang kimia hijau adalah.....	a. Sintesis senyawa kimia sehingga proses produksi lebih singkat.	0
		b. Sintesis bahan kimia untuk produksi yang tidak terbatas.	0
		c. Perancangan senyawa kimia menggunakan bahan yang mudah terdegradasi.	1
		d. Penggunaan senyawa kimia yang mudah diperoleh.	0
2.	Berikut yang menyebabkan <i>green chemistry</i> adalah....	a. Global warming	1
		b. Kelangkaan bahan makanan	0
		c. Bertambahnya jumlah penduduk	0
		d. Banyaknya kematian	0
3.		a. Menggunakan asbes di rumah	0

	Berikut ini yang merupakan permasalahan yang menyimpang dari prinsip kimia hijau adalah.....	b. Menggunakan banyak kaca di rumah	0
		c. Menggunakan baja di rumah	0
		d. menggunakan banyak benda plastik di rumah.	1
4.	Perhatikan pernyataan berikut ! 1. ada banyak kecelakaan 2. aman bagi pekerja industri 3. resiko-resiko yang jauh lebih sedikit lagi komunitas disekitar lingkungan pabrik 4. mengurangi efesiensi energi dalam reaksi 5. produk yang lebih aman bagi pengguna memperhatikan dan menerapkan pendekatan atau teknologi kimia hijau di tempat kerja akan menghasilkan tempat kerja yang memiliki kriteria yang ditunjukkan oleh nomor....	a. 1, 2, dan 3	1
		b. 2, 3, dan 5	0
		c. 3, 4, dan 5	0
		d. 1, 3, dan 5	0

5.	Sebagai jenis plastik ramah lingkungan, bioplastik terbuat dari bahan-bahan alami seperti jamur dan jagung. Maka dari itu, hasil produksi plastik ini di beri nama polyactic acid (PLA). Dilihat dari tampilannya, PLA memiliki ciri menyerupai polietilena dan polipropilena yang merupakan jenis plastik dari bahan petrokimia. Hal tersebut mendukung prinsip kimia hijau tentang.....	a. Mencegah timbulnya limbah dalam proses	0
		b. Mendesain produk bahan kimia yang aman	1
		c. Penggunaan katalis dengan proses pembuatan	0
		d. Derivatisasi reaksi kimia	0
6.	Bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi adalah....	a. Gas LPG	0
		b. Kayu bakar	0
		c. Biodiesel	1
		d. Batu bara	0
7.	Biodiesel merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan karena.....	a. Diperoleh minyak nabati dan tidak menghasilkan polutan.	1
		b. Dibuat melalui proses fermentasi dan tidak mencemari lingkungan.	0

5.	Sebagai jenis plastik ramah lingkungan, bioplastik terbuat dari bahan-bahan alami seperti jamur dan jagung. Maka dari itu, hasil produksi plastik ini di beri nama polyactic acid (PLA). Dilihat dari tampilannya, PLA memiliki ciri menyerupai polietilena dan polipropilena yang merupakan jenis plastik dari bahan petrokimia. Hal tersebut mendukung prinsip kimia hijau tentang.....	a. Mencegah timbulnya limbah dalam proses	0
		b. Mendesain produk bahan kimia yang aman	1
		c. Penggunaan katalis dengan proses pembuatan	0
		d. Derivatisasi reaksi kimia	0
6.	Bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi adalah...	a. Gas LPG	0
		b. Kayu bakar	0
		c. Biodiesel	1
		d. Batu bara	0
7.	Biodiesel merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan karena.....	a. Diperoleh minyak nabati dan tidak menghasilkan polutan.	1
		b. Dibuat melalui proses fermentasi dan tidak mencemari lingkungan.	0

		c. Dihasilkan dari aktivasi anaerobik atau fermentasi bahan-bahan organik dan bersifat dapat diperbarui.	0
		d. Mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik dan tidak menghasilkan polutan.	0
8.	Gas berikut berperan dalam proses kimia fotosintesis. Gas ini dikenal sebagai gas rumah kaca yang meningkatkan peningkatan suhu bumi. Gas yang dimaksud adalah.....	a. CO	0
		b. CO ₂	1
		c. H ₂ O	0
		d. C ₆ H ₁₂ O ₆	0
9.	Zat adiktif yang ditambahkan dalam bensin yang lebih ramah lingkungan adalah.....	a. Terta ethyl lead	0
		b. Methyl tertiary butyl ether	1
		c. Petroleum eter	0
		d. Isooktan	0
10.	Salah satu upaya untuk mencegah kerusakan lingkungan seperti pada gambar adalah.....	a. Mengurangi penggunaan bahan bakar fosil	1
		b. Mengganti bahan bakar batu bara dengan bensin	0
		c. Mengurangi jumlah penggunaan pupuk kimia dan pestisida	0

		d. Menumbuhkan kesadaran masyarakat akan pentingnya air bersih bebas polutan	0
--	---	--	---

3. Keterampilan : Keterampilan Proses Sains

a. Lembar Penilaian Laporan Peserta Didik

No	Tujuan Pembelajaran	Aspek KPS	Aspek Penilaian	Skor
1.	Menganalisis data dan informasi.	Mengamati/observasi: mengumpulkan data atau menggunakan fakta yang relevan	Dasar Teori Komponen yang harus ada	1
		Mengelompokkan :	1. Menyebutkan pengertian sampah.	1
		<ul style="list-style-type: none"> Mencari perbedaan dan persamaan, mengontraskan, ciri-ciri, dan membandingkan. 	2. Menyebutkan pengertian kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.	1
		<ul style="list-style-type: none"> Mencari dasar pengelompokan atau pengglongan. 	3. Menyebutkan hubungan sampah, kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030, dan <i>eco-enzyme</i> .	1
			4. Menyebutkan pengertian <i>eco-enzyme</i> .	1

2.	Mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan menggunakan pola-pola pengamatan.	Menafsirkan : menemukan pola dalam seri pengamatan	Rumusan Masalah Komponen yang harus ada	1
			1. Sesuai dengan teori yang dicantumkan.	1
3.	Memprediksi	Prediksi/ Meramalkan : mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati	Tujuan Praktikum Komponen yang harus ada Menjawab pertanyaan dari rumusan masalah.	1
4.	Memprediksi	Berhipotesis : <ul style="list-style-type: none"> Mengetahui bahwa ada satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian. 	Rumusan Hipotesis Komponen yang harus ada	1
			1. Berhubungan dengan produk <i>eco-enzyme</i> terhadap penerapan kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.	1
5.	Mampu melakukan eksperimen	Menggunakan Alat dan bahan : mengetahui alasan menggunakan alat dan bahan.	Alat dan Bahan Komponen yang harus ada	1
			1. Menyebutkan nama alat dan bahan secara tepat.	1
			2. Menyebutkan jumlah alat dan bahan yang diperlukan.	1
			3. Menyebutkan alasan menggunakan alat dan bahan tersebut.	1

			4. Berbentuk tabel.	1
6.	Menggunakan pola-pola pengamatan yang tepat.	Prediksi : Menggunakan pola-pola pengamatan	Prosedur Kerja Komponen yang harus ada	1
			1. Menggunakan kalimat pasif.	1
			2. Menyebutkan prosedur kerja secara sistematis.	1
			3. Berbentuk diagram alir.	1
7.	Menganalisis dan informasi	Berkomunikasi : Menggambarkan hasil pengamatan dalam bentuk tabel Menafsirkan : menghubungkan hasil-hasil pengamatan.	Hasil Pengamatan Komponen yang harus ada	1
			1. Menyebutkan perubahan yang terjadi pada kegiatan pembuatan produk yang dilakukan.	1
			2. Menyebutkan banyaknya bahan yang digunakan.	1
			3. Menyebutkan secara berurutan.	1
			4. Berbentuk tabel.	1
8.	Menafsirkan data dengan menghubungkan hasil-hasil pengamatan.	Menafsirkan : menghubungkan hasil-hasil pengamatan dan menyimpulkan	Analisis Data dan Pembahasan Komponen yang harus ada	1
			1. Menjelaskan langkah-langkah pembuatan proyek.	1
			2. Menjelaskan alasan menggunakan alat dalam pembuatan proyek.	1
			3. Menjelaskan menggunakan bahan dalam pembuatan proyek.	1
			4. Menjelaskan perubahan kimia yang terjadi pada proyek.	1
			5. Menjelaskan alasan perubahan kimia tersebut dapat terjadi.	1
			6. Menjelaskan hubungan <i>eco-enzyme</i> dengan kimia hijau.	1
			7. Menjelaskan manfaat <i>eco-enzyme</i> untuk lingkungan secara berkelanjutan.	1
9.	Mengevaluasi kekurangan dan kelebihan.	Manafsirkan : Menyimpulkan dan membandingkan hasil pengamatan dengan teori yang ada.	Kesimpulan Komponen yang harus ada Memberikan kesimpulan sesuai dengan tujuan proyek.	1
			Saran Komponen yang harus ada	1
			1. Menyebutkan saran dari pembuatan produk yang dilakukan.	1
			2. Menuat solusi atau rekomendasi atau harapan.	1
10.	Menganalisis data dan informasi	Mengumpulkan fakta yang relevan.	Daftar Pustaka Komponen yang harus ada	1
			1. Menyebutkan 5 daftar pustaka jurnal.	1
			2. Tahun jurnal minimal 10 tahun terakhir.	1
			Lampiran Komponen yang harus ada	1
			1. Melampirkan foto pada saat pembuatan produk.	1
			2. Melampirkan link video pembuatan produk.	1

F. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

a. Pengayaan

Mendiskusikan bagaimana konsep kimia hijau yang harus dilakukan oleh para peserta didik dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan 2030.

b. Remedial

Memperbaiki laporan hasil yang telah diberikan.

G. REFLEKSI

Refleksi bagi siswa dengan menjawab pertanyaan refleksi berikut ini :

No	Informasi yang diharapkan	Pertanyaan	Jawaban
1.	Siswa mampu memahami materi yang disampaikan oleh guru.	Apakah dari materi yang sudah dipelajari ada yang belum dipahami? Jika ada silahkan ditanyakan!	

Refleksi bagi guru :

No	Informasi yang diharapkan	Pertanyaan	Jawaban
1.	Pembelajaran berjalan dengan baik. Siswa menikmati setiap tahapan belajar.	Bagaimana proses pembelajaran pada hari ini?	

H. REKOMENDASI BACAAN/LINK VIDIO/BAHAN AJAR

Kimia hijau dikembangkan sebagai tanggapan terhadap Undang-Undang Pencegahan Polusi tahun 1990 oleh Paul Anastas and John Warner, yaitu membatasi atau mengurangi polusi dengan menggunakan desain proses

yang lebih (Fajaroh, 2018). Prinsip kimia hijau memberikan kontribusi terhadap pelestarian lingkungan.

a. Pengertian dan Pentingnya Kimia Hijau

Kimia hijau adalah ilmu kimia yang memfokuskan pada penerapan 12 prinsip kimia hijau dalam merancang, menggunakan, atau memproduksi bahan kimia untuk mengurangi pemakaian atau produksi bahan berbahaya yang dapat mengganggu kesehatan dan pelestarian lingkungan (Ramadhani, 2022). Pentingnya kimia hijau adalah tentang meningkatkan keuntungan dan mempromosikan inovasi sambil melindungi kesehatan manusia dan lingkungan (Manahan, 2005). Kimia hijau sering disebut kimia ramah lingkungan (*Environmental benign Chemistry*), kimia bersih (*Clean Chemistry*), ekonomi atom (*atom economy*), kimia yang dirancang jinak/ramah (*benign-by-designchemistry*) (Fajaroh, 2018). Tujuan utama pendekatan kimia hijau yaitu:

1. Menciptakan zat-zat kimia yang lebih baik dan aman.
2. Memilih cara-cara yang paling aman dan efisien untuk mensintesa zat-zat.
3. Mengurangi sampah kimia yang dihasilkan.

b. Prinsip Kimia Hijau dalam Mendukung Upaya Pelestarian Lingkungan

Konsep "*The Twelve Principles of Green Chemistry*" yang dipakai para peneliti untuk melaksanakan penelitian yang ramah lingkungan. Berikut 12 prinsip kimia hijau :

- 1) Mencegah timbulan sampah dalam proses yaitu pencegahan yang lebih baik daripada perbaikan.
- 2) Desain produk menggunakan bahan kimia yang bermanfaat.
- 3) Merancang proses sintesis yang aman untuk digunakan dan menghasilkan bahan kimia yang tidak berbahaya bagi manusia dan lingkungan.
- 4) Menggunakan bahan baku yang dapat terbarukan.
- 5) Menggunakan katalis merupakan meningkatkan selektivitas, dapat meminimalkan penggunaan reagen, dan berpotensi menghemat energi dalam suatu reaksi.
- 6) Menghindari derivatisasi dan modifikasi sementara dari reaksi kimia karena setiap langkah derivatisasi membutuhkan reagen tambahan akan meningkatkan limbah.
- 7) Memaksimalkan atom ekonomi.
- 8) Menggunakan pelarut yang kondusif, penggunaan bahan kimia seperti pelarut, ekstrak, atau bahan kimia tambahan lainnya harus dikecualikan. Apabila terpaksa mesti digunakan, maka mesti seminimal mungkin.
- 9) Meningkatkan efisiensi energi dalam reaksi karena energi yang dipakai dalam suatu proses kimia harus mempertimbangkan dampak kepada lingkungan dan faktor ekonomi.
- 10) Mendesain materi kimia yang gampang terdegradasi.
- 11) Penggunaan sistem analisis secara eksklusif untuk mengurangi polusi.

- 12) Mengurangi resiko kecelakaan berupa kecelakaan yang dapat mengakibatkan pelepasan bahan kimia ke lingkungan, ledakan dan kebakaran (Anastas & Warner, 1998).

Dapat disimpulkan dari 12 prinsip kimia hijau tersebut bahwa tujuan utama pendekatan kimia hijau adalah untuk menciptakan zat-zat kimia yang lebih baik dan aman dan secara bersamaan dapat memilih cara-cara yang paling aman dan efisien untuk mensintesa zat-zat tersebut dan mengurangi sampah kimia yang dihasilkan.

- c. Proses Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari Terkait Hal-hal yang Tidak Sesuai dengan Prinsip Kimia Hijau

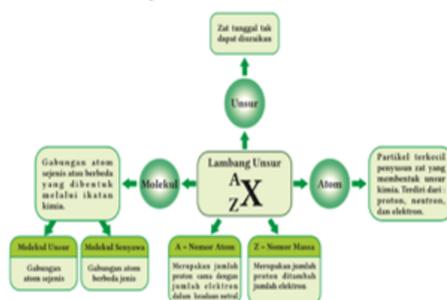
Setelah mengetahui prinsip kimia hijau sebagai pelestarian lingkungan, selanjutnya mengetahui aktivitas yang menunjukkan kontribusi terhadap prinsip kimia hijau (Puspaningsih dkk, 2021). Pertama amati sistem periodik unsur pada Gambar 1.

The image shows a periodic table titled "TABEL SISTEM PERIODIK UNSUR". It features a color-coded layout where elements are grouped into blocks: s-block (yellow), p-block (orange), d-block (green), and f-block (purple). A legend at the top indicates that the atomic number (Z) is shown in the top-left corner, the element symbol is in the center, and the element name is at the bottom. The table includes elements from Hydrogen (H) to Oganesson (Og). At the bottom, there are labels for "LANTANIDA" and "AKTINIDA" corresponding to the f-block elements. A legend at the very bottom identifies the color-coded groups: s, p, d, f, and noble gases.

(Puspaningsih dkk, 2021)

Gambar 1 Tabel Periodik Unsur

Tabel periodik unsur adalah tabel unsur-unsur yang disusun berdasarkan nomor atom, konfigurasi periodik, dan sifat unsur kimia (Mulyanti & Nurkhozin, 2018). Unsur adalah elemen yang menyusun segala bentuk materi yang ada di alam (Goldberg, 2004). Pengelompokan unsur-unsur berdasarkan kenaikan nomor atom seperti tersaji dalam tabel periodik unsur (Mulyanti dan Nurkhozin, 2018). Setelah itu memahami unsur dan hubungannya dengan atom dan molekul pada Gambar 2.

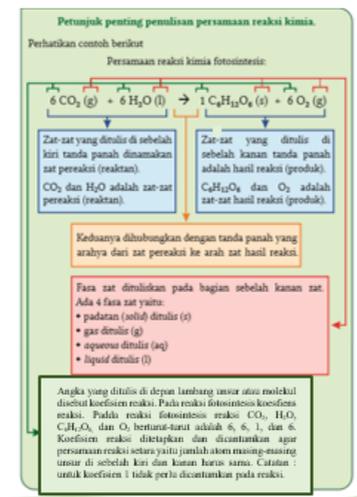


(Puspaningsih dkk, 2021)

Gambar 2 Hubungan Unsur, Atom, dan Molekul

Salah satu contoh *green chemistry* yang saat ini sudah diterapkan yaitu busa pemadam kebakaran yang dahulu menggunakan surfaktan terflorinasi yang memiliki efek toksik yang tinggi, diganti beberapa komponen campuran (surfaktan hidrokarbon, gula, air, dan pelarut) yang dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan dan menghambat korosi (Puspaningsih dkk, 2021).

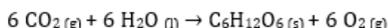
Implementasi prinsip kimia hijau digunakan untuk melindungi dan memberi manfaat bagi perekonomian, manusia, dan planet dengan menemukan cara-cara kreatif dan inovatif untuk mengurangi limbah, menghemat energi, dan menemukan zat pengganti zat-zat berbahaya (Anwar, Sunardi, & Nurhayati, 2022). Setelah memahami beberapa contoh dari *green chemistry*, dan hubungan dengan atom dan molekul. Sedangkan pada reaksi kimia dan penyetaraan reaksi kimia dapat dilihat pada Gambar 3.



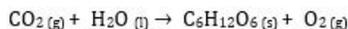
(Puspaningsih dkk, 2021).

Gambar 3 Persamaan Reaksi Kimia

Kesetaraan reaksi fotosintesis



Apabila tanpa koefisien reaksi



Jumlah atom masing-masing unsur sebelah kiri tidak sama dengan kanan. Jumlah atom C sebelah kiri ada 1, jumlah atom O ada 3, dan jumlah atom H ada 2. Sedangkan disebelah kanan jumlah atom C ada 6, jumlah atom O ada 8, dan jumlah atom H ada 12. Dengan menambahkan koefisien maka jumlah atom sebelah kanan sama pada jumlah atom sebelah kiri (Puspaningsih dkk, 2021). Terdapat contoh proses kimia dalam sehari-hari pada Gambar 4.



(Puspaningsih dkk, 2021).

Gambar 4 Contoh reaksi kimia terjadi dikehidupan sehari-hari

Ketidaksesuaian dengan prinsip kimia hijau dan tindakan yang merupakan solusi yang mendukung penerapan kimia hijau yaitu pembakaran sempurna, pernafasan aerob, dan adanya reaksi dari sabun detergen dalam air. Kegiatan atau kejadian didalam rumah dapat kita lihat pada Gambar 5 sebagai berikut

No	Kegiatan atau kejadian di dalam/sekitar rumah
1	Membakar sampah di udara terbuka
	Proses kimia
	Proses pembakaran tidak sempurna.
	Persamaan reaksi kimia setara (cari dari berbagai sumber informasi dengan dipandu guru)
	Reaksi pembakaran tidak sempurna: $3C_xH_y(g) + (\frac{5}{2}x + \frac{1}{2}y)O_2(g) \rightarrow xCO_2(g) + \frac{1}{2}yH_2O(l) + xCO(g) + xC(s)$
	Hal yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau
	Proses pembakaran tak sempurna melepaskan gas CO ₂ sebagai gas rumah kaca yang menyebabkan peningkatan suhu bumi, dan gas karbon monoksida (CO) yang berbahaya bagi kesehatan.
	Tindakan sebagai solusi penerapan prinsip kimia hijau
	Pilah sampah plastik dari sampah organik. Sampah plastik didaur ulang menjadi pot tanaman, sedangkan sampah organik dijadikan kompos.
	Silakan Kalian lanjutkan dengan berpikir kritis dan kreatif.

(Puspaningsih dkk, 2021).

Gambar 4 Contoh kegiatan atau kejadian di sekitar rumah

Tindakan sebagai solusi penerapan kimia hijau.

- 1) Pilah sampah plastik dari sampah organik. Sampah plastik didaur ulang menjadi pot tanaman, sedangkan sampah dari organik dijadikan kompos.
- 2) Membuat bank sampah sehingga sampah dari setiap rumah dapat dipilah-pilah lebih dahulu lalu diberikan dapat ditukar dengan barang kebutuhan sehari-hari disesuaikan dengan jenis dan jumlah sampah yang ditukar.

- 3) Sampah dapur limbah kulit buah dan sayuran dapat diolah menjadi ecoenzyme. Ecoenzym dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair sekaligus pembasmi hama yang alami dan ramah lingkungan.

d. Menciptakan Kegiatan yang Mendukung Prinsip Kimia Hijau

Salah satu peran kimia hijau adalah mendukung 17 agenda pembangunan berkelanjutan hingga tahun 2030 yang dirancangkan PBB pada Gambar 5.



(Puspaningsih dkk, 2021).

Gambar 5 17 Agenda SDGs

Dari ke-17 agenda tersebut, prinsip kimia hijau terintegrasi dalam tiga agenda pembangunan berkelanjutan 2030 yaitu agenda nomor 3, 6, 7, 13, 14, dan 15. Hidup sehat dan sejahtera bagi semua manusi dibumi tentu karena lingkungan yang aman dan bebas bahan-bahan berbahaya. Prinsip nomor 7 adalah penggunaan sumber ener yang dpat diperbaharui. Indonesia telah berupaya untuk menerapkan prinsip ini yaitu mengurangi ketergantungan

tetradap sumber energi fosil untuk menjaga kelestarian lingkungan (Puspaningsih dkk, 2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Anastas, P.T. & Warner, J.C. 1998. Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford: Oxford University Press.
- Anwar, B. Sunardi, & Nurhayati, N. 2022. Ilmu Pengetahuan Alam. Bandung: Yrama Widya.
- Fajarah, F. 2018. Sintesis Nanopartikel dengan Prinsip Kimia Hijau. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Goldberg, D. E. 2004. Kimia Untuk Pemula. Jakarta: Erlangga.
- Manahan, S. E., 2006. Green Chemistry And The Ten Commandments Of Sustainability. Columbia: ChemChar Research.
- Mulyanti, S., Nurkhozin, M. 2018. Kimia Dasar Jilid 1. Bandung : Alfabeta CV.
- Puspaningsih, Tjahjadarmawan, & kirsdianti. 2021. Ilmu Pengetahuan Alam. Jakarta Pusat: Pusat Kurikulum dan Perbukuan Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Lampiran 15 Daftar Nama Sampel Penelitian**a. Kelas Eksperimen**

No	Kode	Nama	Kelas
1	E-01	ADIT YOKO SULISTIYO	X 3
2	E-02	AJI ZACKY LAKSONO	X 3
3	E-03	ALYAA SALMAA SALSABIILA	X 3
4	E-04	AMARATUL INTAN FATIMAH	X 3
5	E-05	AMBAR RIZKI DWI ASTUTI	X 3
6	E-06	ANASTASIA SHERLYTA MUS Aidilla	X 3
7	E-07	ANNISA CAHYA NABILA	X 3
8	E-08	ARYA MALIKUL ASYROF	X 3
9	E-09	AULIA AZAHRA	X 3
10	E-10	DANENDRA IZZAN HARIAWAN	X 3
11	E-11	DANIEL FAJRY RAMADHAN	X 3
12	E-12	DENI ARJIYANTO	X 3
13	E-13	ELLYA DWI SETYARINI	X 3

14	E-14	FARHAN AGUS WIJAYA	X 3
15	E-15	FARIZA NAJMA SYAHARANI	X 3
16	E-16	GIVANI DINAR RULINTANG	X 3
17	E-17	HANYSSA ANNANDITA IFTI	X 3
18	E-18	KANIA LOVELYTA PUTRI	X 3
19	E-19	KHAIRANA AGNI HAFIZHAH	X 3
20	E-20	KINASIH MAGFIROH WULANDARI	X 3
21	E-21	LINDA RIANA VERAWATI	X 3
22	E-22	MELVIN FERDIANSYAH PRAMUSINTO	X 3
23	E-23	MUHAMAD ABDUL LATIF	X 3
24	E-24	MUHAMMAD AFDAL DANUARTA	X 3
25	E-25	MUHAMMAD NUR MAHARDIKA ARDINI	X 3
26	E-26	MUHAMMAD TEGAR ARISQIN DWI PUTRA	X 3
27	E-27	NANDA AULIA RAHMAN	X 3
28	E-28	NAUFAL HASSAN WIBOWO	X 3
29	E-29	PANJI DANISWARA	X 3

30	E-30	RACHEL DIVA NABILA WIDYANA PUTRA	X 3
31	E-31	RAFFAFERDIE PERMANA ARDHI WIBOWO	X 3
32	E-32	RAIQA SALSABILA HARTONO	X 3
33	E-33	SALVI DWI MARDIANI	X 3
34	E-34	SEVIA RAMANDANI	X 3
35	E-35	TARALINIA VIRRY PURNAMA OCTYALOVINA	X 3
36	E-36	TSALISA QURROTA A'YUN	X 3

b. Kelas Kontrol

No	Kode	Nama	Kelas
1	K-01	ADRYAN SAPUTRA PRATAMA YUDIANTO	X 2
2	K-02	AHMAD ROEKHAN SAID	X 2
3	K-03	AIDA BUNGA CAHAYA THEYSA	X 2
4	K-04	AKHDAN SURYA FAIRUZ	X 2
5	K-05	ALVIN ALAN MAULANA	X 2
6	K-06	AMINI DIAH WULANDARI	X 2
7	K-07	ARYA TEGAR RIZKY RAHMADANI	X 2
8	K-08	AULIYA GADIS APRILIZA	X 2

9	K-09	BAGUS SETIYAWAN	X 2
10	K-10	BUNGA MUFLIKHATUL AFIFAH	X 2
11	K-11	CANDRA CAHYANTO	X 2
12	K-12	EVAN PRADANA HARIYANTO PUTRA	X 2
13	K-13	FAHRI AKBAR ASOKHA	X 2
14	K-14	FANY SYAFBRINA HAPSARI	X 2
15	K-15	GYZELLA MARTHA MAULINA	X 2
16	K-16	INTAN CAHYA RARASATI	X 2
17	K-17	ISMAIL ACHMAD DILLAH	X 2
18	K-18	JAWZA FADLILA PUTRI	X 2
19	K-19	KHAIRUNNISA NUR FAADHILAH	X 2
20	K-20	KHESYA DHIYA' YAFI' NUHA	X 2
21	K-21	KHOIRUL ANAM	X 2
22	K-22	LAILA NOVITA SARI	X 2
23	K-23	MARSHA HARPASELINA TANJUNG S.	X 2
24	K-24	MUHAMMAD FAKHRI ZAINUL H.	X 2
25	K-25	MUHAMMAD RAHMAN MAULANA	X 2

26	K-26	NABILLA RIYANDA OKTAVIA RAMADHANI	X 2
27	K-27	NADYA AULIA SYAHARANI	X 2
28	K-28	NILA KIRANA	X 2
29	K-29	RADYAN EKATANAYA ABIYASA D.	X 2
30	K-30	RAHMA ZAIDA NAFI'A	X 2
31	K-31	RARA AULIA WAFFA JANNAHI	X 2
32	K-32	RIZKY RIRIS CHRISTYOWATI	X 2
33	K-33	SAMUEL TRISTAN LEVFI RAYASYAH	X 2
34	K-34	SELVIA ANGGUN SAFITRI	X 2
35	K-35	SYABANI ADAM PUTRA NOVIA	X 2
36	K-36	TIRTA AYU ZAHRA ADRIANI	X 2

Lampiran 16 Hasil Nilai Peserta Didik

Kelas Eksperimen			Kelas Kontrol		
No	Kode	Nilai	No	Kode	Nilai
1	E-01	70,21277	1	K-01	57,44681
2	E-02	76,59574	2	K-02	63,82979
3	E-03	82,97872	3	K-03	55,31915
4	E-04	72,34043	4	K-04	59,57447
5	E-05	80,85106	5	K-05	55,31915
6	E-06	74,46809	6	K-06	63,82979
7	E-07	78,7234	7	K-07	61,70213
8	E-08	80,85106	8	K-08	61,70213
9	E-09	87,23404	9	K-09	63,82979
10	E-10	82,97872	10	K-10	57,44681
11	E-11	76,59574	11	K-11	59,57447
12	E-12	82,97872	12	K-12	55,31915
13	E-13	70,21277	13	K-13	55,31915
14	E-14	85,10638	14	K-14	63,82979
15	E-15	76,59574	15	K-15	57,44681
16	E-16	82,97872	16	K-16	68,08511

17	E-17	80,85106	17	K-17	68,08511
18	E-18	87,23404	18	K-18	63,82979
19	E-19	70,21277	19	K-19	53,19149
20	E-20	80,85106	20	K-20	53,19149
21	E-21	85,10638	21	K-21	63,82979
22	E-22	85,10638	22	K-22	68,08511
23	E-23	80,85106	23	K-23	55,31915
24	E-24	87,23404	24	K-24	63,82979
25	E-25	82,97872	25	K-25	63,82979
26	E-26	76,59574	26	K-26	51,06383
27	E-27	74,46809	27	K-27	63,82979
28	E-28	74,46809	28	K-28	61,70213
29	E-29	80,85106	29	K-29	59,57447
30	E-30	70,21277	30	K-30	57,44681
31	E-31	74,46809	31	K-31	61,70213
32	E-32	87,23404	32	K-32	68,08511
33	E-33	76,59574	33	K-33	61,70213
34	E-34	80,85106	34	K-34	61,70213
35	E-35	74,46809	35	K-35	57,44681
36	E-36	78,7234	36	K-36	55,31915

Lampiran 17 Hasil Perhitungan Normalitas dan Homogenitas

a. Normalitas

Tests of Normality

KELAS		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NILAI	KELAS EKSPERIMEN	.130	36	.126	.944	36	.068
	KELAS KONTROL	.131	36	.121	.943	36	.063

b. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
NILAI	Based on Mean	.950	1	70	.333
	Based on Median	.686	1	70	.410
	Based on Median and with adjusted df	.686	1	68.686	.410
	Based on trimmed mean	.945	1	70	.334

Lampiran 18 Uji Hipotesis (Uji *Independent t test*)

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
NILAI	Equal variances assumed	.950	.333	16.309	70	.000	18.806	1.153	16.506	21.105
	Equal variances not assumed			16.309	68.623	.000	18.806	1.153	16.505	21.106

Lampiran 19 Lembar Respon Peserta didik

No	Pertanyaan	STS	TS	S	SS
1	Model PjBL sangat bermanfaat dalam melakukan observasi menggunakan sebanyak mungkin indera atau mengamati	0	0	0	36
2	Menurut saya model PjBL sangat bermanfaat dalam mengumpulkan fakta-fakta yang relevan pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.	0	0	17	19
3	Model PjBL membuat saya mampu mencari perbedaan dan persamaan, mengontraskan, ciri-ciri dan membandingkan fakta-fakta yang ada pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.	0	0	10	26
4	Menurut saya model PjBL sangat bermanfaat dalam mencari dasar pengelompokan fakta-fakta yang relevan pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.	0	0	22	14
5	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya lebih terampil dalam menemukan pola.	0	9	20	7
6	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya lebih terampil dalam	0	0	0	36

	menghubungkan hasil-hasil pengamatan.				
7	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya lebih terampil dalam menyimpulkan.	0	0	0	36
8	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya lebih terampil dalam menggunakan pola-pola pengamatan.	0	6	21	9
9	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mampu menemukan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati.	1	3	15	18
10	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian.	0	11	11	14
11	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mampu menyadari bahwa suatu penjelasan perlu kebenarannya dalam memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.	0	0	0	36
12	Model PjBL bermanfaat untuk belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 dalam menggunakan alat dan bahan.	0	0	0	36

13	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan.	0	0	0	36
14	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mampu menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.	0	0	30	6
15	Belajar kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 menggunakan model PjBL membuat saya mampu menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.	0	0	0	36
16	Model PjBL memudahkan saya mengubah bentuk penyajian materi yaitu kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.	0	15	10	11
17	Model PjBL memudahkan saya menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.	0	0	20	16
18	Model PjBL memudahkan saya mendiskusikan hasil kegiatan dan menjelaskan hasil percobaan pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.	0	5	20	11
19	Model PjBL memudahkan saya menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis pada materi kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030.	0	2	9	25

Lampiran 20 Dokumentasi

Postest kelas eksperimen

07.2

LEMBAR PETUNJUK PRAKTIKUM PJBL

**KIMIA HIJAU DALAM
PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN 2030**



NAMA : Aulia Azahra .
KELAS : X3

3. Kumpulkan laporan hasil sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan antara guru dan anda.
4. Tanyakan pada guru jika terdapat hal yang kurang jelas selama proses pembelajaran.

Eco-Enzyme

Perhatikan gambar berikut ini



Limbah merupakan masalah yang seringkali muncul di kehidupan sehari-hari (Hayati, Anisya, & Amsari, 2021). Namun, dengan penerapan kimia hijau, limbah dapat diubah menjadi sesuatu yang bermanfaat. Salah satu contohnya adalah penggunaan limbah untuk pembuatan *eco-enzyme*. Dalam penerapan kimia hijau, penggunaan limbah untuk produksi *eco-enzyme* adalah salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Suguyastuti, 2023). Dengan cara ini, limbah dapat diubah menjadi sesuatu yang berguna dan sekaligus membantu memperbaiki kualitas lingkungan hidup.

Berdasarkan wacana tersebut desain sebuah proyek yang berhubungan dengan *eco-enzim* dan jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut.



Jelaskan keterkaitan antara sampah, kimia hijau dalam berkelanjutan 2030, dan eco-enzyme menggunakan sumber-sumber yang relevan seperti artikel, jurnal, atau buku!

Sampah adalah salah satu masalah lingkungan yang signifikan di dunia saat ini. Pembuangan sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, kerusakan ekosistem, dan dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Oleh karena itu, pengelolaan sampah yang berkelanjutan menjadi penting dalam mencapai pembangunan berkelanjutan (Addalawati, Mustagfir, Niswani, Sundusiyah, & Hidayatullah, 2019).

Kimia hijau adalah pendekatan dalam pengembangan dan penggunaan bahan kimia yang ramah lingkungan. Ini melibatkan pengurangan penggunaan bahan berbahaya, penggunaan bahan baku terbarukan, dan pengembangan proses produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, penggunaan kimia hijau dapat membantu mengurangi dampak negatif industri terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Sudarmo, 2022).

Pembangunan berkelanjutan 2030 mengacu pada Agenda Pembangunan Berkelanjutan 2030 yang diadopsi oleh PBB pada tahun 2015. Agenda ini mencakup 17 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals / SDGs) yang

Mencakup berbagai aspek pembangunan, termasuk pembangunan lingkungan, ekonomi, dan sosial. Salah satu tujuan yang relevan adalah Tujuan 12: konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Tujuan ini menekankan pentingnya pengelolaan sampah yang berkelanjutan, pengurangan limbah dan penggunaan bahan kimia yang lebih aman dan berkelanjutan (Tim Penyusun, 2023).

4 Eco-enzyme adalah enzim yang digunakan dalam berbagai aplikasi lingkungan, termasuk pengelolaan limbah/sampah. Enzim ini dapat membantu proses penguraian dan pengelolaan sampah organik, seperti limbah pertanian. Penggunaan eco-enzyme dapat membantu mengurangi ketergantungan pada bahan kimia berbahaya dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Suryawan, 2023).

Dengan demikian, keterkaitan antara sampah, kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan 2030 adalah bahwa pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan penggunaan kimia hijau termasuk eco-enzyme merupakan langkah-langkah penting dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan yang ditetapkan oleh PBB. (Amairin, 2022)



Bagaimana rumusan masalah dalam kegiatan pembuatan proyek terhadap kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan?

Apakah produk eco-enzyme dapat secara signifikan mengurangi dampak lingkungan dalam lingkup pembangunan berkelanjutan 2030?

2



Bagaimana tujuan kegiatan pembuatan proyek terhadap kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan?

Untuk mengetahui produk eco-enzyme dapat secara signifikan mengurangi dampak lingkungan dalam lingkup pembangunan berkelanjutan 2030.

1



Bagaimana hipotesis pada pembuatan proyek bertemakan kimia hijau dalam pembangunan berkelanjutan?

Produk eco-enzyme secara signifikan mengurangi dampak ~~secara signifikan~~ ~~lingkungan~~ lingkungan dalam lingkup pembangunan berkelanjutan 2030.

2



Tuliskan alat dan bahan yang digunakan dan jelaskan fungsi penggunaan alat dan bahan pada setiap kegiatan dalam pembuatan proyek?

Alat/Bahan	Jumlah	Alasan
Toples	1 buah	Untuk tempat <i>eco-enzyme</i>
Sisa Jeruk	300 gram	Limbah <i>eco-enzyme</i>
Gula Merah	200 gram	Campuran <i>eco-enzyme</i> .
Air	100 ml	Pelarat <i>eco-enzyme</i> .
Pengaduk	1 buah	Untuk mengaduk agar rata

3



Bagaimana prosedur kerja pada setiap kegiatan pembuatan proyek?

- eco-enzyme
- ← Siapkan semua alat dan bahan
 - ← Dilarutkan terlebih dahulu gula merah dan air.
 - ← Dimasukkan sisa jeruk ke dalam toples dan dimasukkan larutan gula.
 - ← Ditambahkan air sebanyak 100 ml
 - ← ~~Tutup~~ Diaduk agar semua merata
 - ← Ditutup dengan rapat
 - ← Ditunggu selama 2 minggu dan jangan lupa dibuka untuk membuang gas
- Hasil

3



Bagaimana hasil pengamatan dari setiap kegiatan yang telah dilakukan (dalam bentuk tabel)?

Hari ke-	Pembahasan
1	Aroma jeruk gula merah yang mengpegarkan, wama coklat
4	Aroma jeruk tidak terlalu pekat seperti sebelumnya. sudah mulai terjadi gelembung
8	Aroma jeruk tidak terlalu pekat, terdapat gelembung wama coklat
12	Aroma jeruk pekat, terdapat endapan wama coklat ada gelembung
14	Aroma jeruk pekat, terdapat endapan wama coklat ada gelembung

4



Bagaimana perubahan kimia yang terjadi pada pembuatan proyek tersebut?

Perubahan yang terjadi setelah dilakukan percobaan dengan sisa jenuk digunakan sebagai bahan dasar ditambahkan larutan gula kedalam toples dan juga air. Hari ke-1 eco-enzyme beraroma segar dan berwarna coklat. Hari ke-~~4~~ terdapat gelembung hari ke-8 tetap sama, hari-12 gelembung semakin banyak. dan hari ke-14 terdapat endapan.

2



Bagaimana hubungan eco-enzyme dengan kimia hijau?

Hubungan antara eco-enzyme dan kimia hijau adalah penggunaan eco-enzyme sebagai alternatif yang ramah lingkungan dalam berbagai aplikasi kimia. Eco-enzyme dapat digunakan sebagai bahan ganti kimia berbahaya dan proses kimia, seperti pupuk pertanian.



Bagaimana contoh produk eco-enzyme untuk manfaat lingkungan secara berkelanjutan?

Dengan menggunakan eco-enzyme dapat membantu menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan dengan mengurangi limbah, mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya. Eco-enzyme dapat berkontribusi pada lingkungan yang berkelanjutan melalui beberapa cara yaitu pengelolaan limbah, pembersihan lingkungan, pertanian organik, penghemat energi, dan penggunaan bahan baku terbarukan. Contoh: eco-enzyme sebagai pupuk, sabun pembersih, gas untuk kompor.





Bagaimana kesimpulan dari proyek yang anda lakukan?

Eco-enzyme dapat secara signifikan mengurangi dampak lingkungan dalam lingkup Perumahan berkelanjutan 2030 yang bisa dilihat dari manfaat eco-enzyme secara berkelanjutan.

①



Bagaimana saran dari proyek yang telah lakukan?

Dalam pembuatan eco-enzyme gunakan limbah yang bersih / dan limbah lalu bersihkan terlebih dahulu.

①



Daftar Pustaka

Sudarwib, Unggul. 2022. IPA KIMIA untuk SMA/MA kelas X. Penerbit Eranassa.

Tim Penyusun, 2023. Modul Belajar Praktis Kimia Mata Pelajaran MIPA. Viva Pakramulo.

Adahlawi, H.A., Mustaghfirah, U., Ni'mah, L.K., Sundusya, A., & Hidayatullah, A.F. 2018. Implementasi Prinsip good environmental governance dalam Pengelolaan Sampah di Indonesia. Jurnal green growth dan manajemen lingkungan.

Setiawan, 2022. Pengelolaan Sampah organik eco-charme sumal ABS mas Indonesia.

Amraini, 2022. Eksistensi peran bank sampah di pengelolaan sampah. Jurnal. Paksi-Indonesian.

②



Lampiran



①

Postest kelas kontrol

55.3

15 + 11 = 26

Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030
"Pembuatan Eco-Enzyme"



Disusun Oleh :

Nama : Rahma Zaida Nafi'a
Kelas : X-2
No. Absen : 30

SMA Negeri 16 Semarang
Tahun Pelajaran 2023 / 2024

A. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara membuat *eco-enzyme*?
2. Apa fungsi dari *eco-enzyme*?
3. Apa manfaat dibuatnya *eco-enzyme*?
4. Mengapa *eco-enzyme* efektif untuk mengurangi pencemaran lingkungan?

B. Tujuan Percobaan

1. Mengetahui fungsi *eco-enzyme*
2. Mengetahui keefektifan *eco-enzyme* untuk mengurangi pencemaran lingkungan
3. Mengetahui bagaimana cara pembuatan *eco-enzyme*

C. Hipotesis

Eco-enzyme merupakan salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan sampah organik khususnya dalam rumah tangga. Banyak manfaat dari *eco-enzyme* yang dapat diambil selain untuk mengurangi sampah organik, diantaranya adalah berfungsi sebagai penyiram tanaman, pembersih lantai hingga pencuci piring.

D. Dasar Teori

Pengelolaan sampah di Indonesia menjadi masalah aktual seiring dengan semakin meningkatnya tingkat pertumbuhan penduduk yang berdampak pada semakin banyak jumlah sampah yang dihasilkan (Mahyudin, 2017). Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat dan berupa zat organik atau anorganik yang sudah tidak lagi dibutuhkan oleh manusia (Megah, et al. 2018). Sampah yang berasal dari pemukiman umumnya sangat beragam, tetapi secara umum minimal 75% terdiri dari sampah organik dan sisanya anorganik (Rochyani, et al. 2020).

Salah satu langkah untuk memanfaatkan dan mengolah limbah organik adalah dengan mengkonversinya menjadi *eco-enzyme*. *Eco-enzyme* atau dalam bahasa Indonesia disebut eko enzim merupakan larutan zat organik kompleks yang diproduksi dari proses fermentasi sisa organik, gula dan air. Cairan *eco-enzyme* ini berwarna coklat gelap dan memiliki aroma yang asam / segar yang kuat (M. Hemalatha. 2020). Perbandingan untuk membuat *eco-enzyme* adalah 3:1:10 dengan 3 untuk limbah organik, 1 untuk gula dan 10 untuk air. Pembuatan *eco-enzyme* ini juga memberikan dampak yang luas bagi lingkungan secara global maupun ditinjau dari segi ekonomi. Ditinjau manfaat bagi lingkungan, selama proses fermentasi enzim berlangsung, dihasilkan gas O₃ yang merupakan gas yang dikenal dengan sebutan ozon (Rubin, 2001).

E. Alat dan Bahan

1. Toples plastik 1L
2. Pisau
3. Talenan
4. Air 700 mL
5. Limbah organik 210 gram
6. Gula merah 70 gram

F. Cara Kerja

1. Siapkan alat dan bahan.
2. Potong sisa sayur menjadi bagian – bagian kecil.
3. Sisir gula merah agar mudah larut dengan air.
4. Masukkan gula merah ke dalam toples plastik.
5. Tambahkan air ke dalam toples plastik.
6. Aduk hingga gula larut.
7. Masukkan sisa sayur yang sudah dipotong ke dalam toples plastik.
8. Tutup rapat toples plastik dan pastikan kedap udara.

G. Hasil Percobaan

Hasil percobaan pembuatan *eco-enzyme* adalah terjadinya perubahan pada warna yang semula coklat bersih menjadi coklat keruh dan terjadi perubahan pada bau menjadi asam segar.

H. Pembahasan

Proses pembuatan *eco-enzyme* berlangsung selama 3 bulan lamanya. Pada 1 bulan pertama *eco-enzyme* harus dibuka setiap hari untuk mengeluarkan gas yang terbentuk. Reaksi yang berlangsung selama proses fermentasi yaitu $\text{CO}_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_3 + \text{NO}_3 + \text{CO}_3$. Selama terjadinya proses fermentasi *eco-enzyme* dihasilkan yaitu gas metana, karbondioksida dan berbagai asam organik yang mudah menguap seperti ozon (O_3), dan kandungan dalam cairan yaitu asam asetat (H_3COOH) yang dapat membunuh virus, bakteri serta kuman. Setelah proses fermentasi selesai, hasil akhir berupa campuran antara residu yang merupakan sisa ampas sayuran dengan liquid. Residu atau ampas tersebut dapat kita gunakan untuk beberapa manfaat seperti :

1. Sebagai starter (*ease*) atau untuk membantu mempercepat proses pembuatan *eco-enzyme* selanjutnya.

2. Membantu proses penguraian di dalam septitank.
3. Sebagai kompos

Sedangkan cairan *eco-enzyme* yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai :

1. Pembersih lantai
2. Desinfektan
3. Insektisida
4. Cairan pembersih selokan, dsb.

I. Kesimpulan

Eco-enzyme merupakan produk hasil fermentasi yang ramah lingkungan, fungsional, mudah dibuat dan digunakan serta memiliki banyak manfaat yang diperoleh.

J. Saran

Untuk membuat *eco-enzyme* lebih baik menggunakan sisa sayur atau buah yang beragam agar kandungan *eco-enzyme* lebih kompleks, serta menggunakan wadah berbahan plastik yang bermulut besar untuk mengurangi terjadinya ledakan.

K. Daftar Pustaka

- Mahyudin, R. 2017. Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah dan Dampak Lingkungan di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1): 66-74.
- Megah, S. I. S., Dewi, D. S., & Wilany, E. (2018). Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Digunakan Untuk Obat dan Kebersihan. *Minda Baharu*, 2(1), 50-58.
- M. Hemalatha and P. Visantini, (2020) "The COVID-19 pandemic: Considerations for the waste and wastewater service sector."
- Rochyani, N., Utpalasari, R. L., Dahliana, I. (2020). Analisis Hasil Konversi *Eco-Enzyme* Menggunakan Nanas (*Ananas Comosus*) dan Pepaya (*Carica Papaya L.*). *Jurnal Kesehatan Vol 5(2)*: 135-140.
- Rubin, M. B. (2001). The History of Ozone. The Schonbein Period, 1839-1868. *Bull. Hist. Chem* 26 (1): 71-76

**L. Lampiran**

Proses Pembelajaran Kelas Eksperimen



Proses Pembelajaran Kelas Kontrol



RIWAYAT HIDUP**A. Identitas Diri**

Nama Lengkap : Yulistina
Tempat& Tanggal Lahir : Karang Agung, 2 Juni 2002
Alamat Rumah : Jl. Lintas Liwa 001/001 Karang Agung, Way Tenong, Lampung Barat, Lampung
HP : 085376352952
E-mail : yulistina438@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

TK Al-Furqon Fajar Bulan (2007-2008)
SDN 1 Karang Agung (2008-2015)
SMP N 1 Way Tenong (2015-2017)
SMA N 1 Way Tenong (2017-2020)