

**PENERAPAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
BERORIENTASI ISU LINGKUNGAN TERHADAP
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATERI
KIMIA HIJAU**

SKRIPSI

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



Oleh : **Tatmainnul Qulub**

NIM : 2008076012

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tatmainnul Qulub

NIM : 2008076012

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENERAPAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
BERORIENTASI ISU LINGKUNGAN TERHADAP
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MATERI KIMIA HIJAU**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya.

Semarang, 12 Desember 2023

buat Pernyataan,



fatmainnul Qulub
NIM. 2008076012



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngaliyan
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387 Semarang 50185

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul Skripsi: Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik Berorientasi Isu Lingkungan
Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Materi Kimia Hijau

Penulis : Tatmainnul Qulub

NIM : 2008076012

Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah ditujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 19 Desember 2023

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji

Nana Misrochah, S. Si., M.Pd
NIP. 198608282019032009

Sekretaris Sidang/Penguji

Ulfa Lutfianasari, M.Pd
NIP. 198809282019032019

Penguji Utama I

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

Penguji Utama II

Resi Pratiwi, M.Pd
NIP. 198703142019032013



Pembimbing

Nana Misrochah, S. Si., M.Pd
NIP. 198608282019032009

NOTA DINAS

Semarang, 12 Desember 2023

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo

di Semarang

Assalamualaikum wr.wb.

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

Judul : Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik Berorientasi Isu Lingkungan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Materi Kimia Hijau

Nama : Tatmainnul Qulub

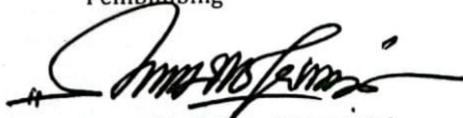
NIM : 2008076012

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing



Nana Misrochah, S. Si, M. Pd.

NIP. 198608282019032009

Judul : Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik Berorientasi Isu Lingkungan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Materi Kimia Hijau
Nama : Tatmainnul Qulub
NIM : 2008076012

Bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran di SMAN 7 Semarang masih kurang inovatif. Kondisi ini berpotensi menghambat capaian pembelajaran dalam kurikulum merdeka bahwa peserta didik diharapkan memiliki pikiran kritis melalui kerja ilmiah kelas. Namun, penilaian hasil belajar yang dilakukan di SMAN 7 kelas X belum mengukur kemampuan berpikir kritis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam konteks pembelajaran kimia hijau. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment* dengan desain *nonequivalent control group design*. Teknik pemilihan sampel menggunakan teknik *cluster random sampling*, sampel yang digunakan, yaitu kelas eksperimen (X-5) dan kelas kontrol (X-6). Teknik pengumpulan data melalui tes, wawancara, dan dokumentasi. Hasil kemampuan berpikir kritis sebelum perlakuan menunjukkan bahwa kedua sampel berdistribusi normal dan homogen. Setelah perlakuan, didapatkan rata-rata hasil kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen adalah 82,33 dan 74,61 untuk kelas kontrol. Analisis uji-t menunjukkan signifikansi sebesar 0,001, menunjukkan bahwa penerapan LKPD berorientasi isu lingkungan memiliki pengaruh terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hasil uji *effect size* menunjukkan nilai sebesar 0,801 dan presentase 79% yang artinya penerapan LKPD

berorientasi isu lingkungan memiliki signifikansi yang tinggi. Penerapan dari LKPD berorientasi isu lingkungan memiliki pengaruh dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

Kata Kunci: isu lingkungan, kemampuan berpikir kritis, kimia hijau, LKPD

KATA PENGANTAR

Puji syukur panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabat serta para pengikutnya. Penyusunan skripsi dengan judul “Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik Berorientasi Isu Lingkungan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Materi Kimia Hijau” dimaksudkan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari berbagai pihak yang telah memberikan nasihat, bimbingan, arahan, serta dukungan dan do’a. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag., Plt Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Dr. Ismail, M.Ag., Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Dr. Atik Rahmawati, S.Pd., M.Si., Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Islam Walisongo Semarang.

4. Nana Misrochah, S.Si., M.Pd., dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, kritik, saran serta motivasi kepada penulis dengan penuh pengertian dalam penyusunan skripsi.
5. Lenni Khotimah Harahap, M.Pd. selaku dosen wali yang memberikan banyak semangat, dan dedikasinya kepada penulis sehingga mampu untuk terus berkarya dalam proses penyusunan skripsi
6. Segenap dosen, pegawai dan civitas Akademik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan pemahaman.
7. Kedua Orang Tua, Bapak Qomari dan Ibu Kafiyati dan kakak saya Ahmad Zainul Mustofa yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat dan kasih sayang kepada penulis sehingga menyelesaikan studi dengan baik dan lancar.
8. Teman-teman pendidikan kimia 2020 khususnya PK-A, segenap teman-teman kamar 3, Ristek, KKN regular 81 kelompok 19, PLP SMAN 7 Semarang yang telah turut membentuk pribadi penulis.
9. Reza Rahmatulloh yang telah memberikan dukungan pikiran, tenaga, dan waktunya dalam penulisan skripsi ini.

10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat demi terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran agar penulis dapat memperbaiki tugas akhir ini. semoga naskah skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Semarang, 12 Desember 2023
Penulis

Tatmainnul Qulub
NIM. 2008076012

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
NOTA DINAS.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Pembatasan Masalah.....	8
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian	9
BAB II LANDASAN PUSTAKA	11
A. Kajian Teori.....	11
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	52
C. Kerangka Berpikir	57
D. Hipotesis Penelitian.....	58
BAB III METODE PENELITIAN	60
A. Jenis Penelitian	60
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	61
C. Populasi dan Sampel Penelitian	61

D. Definisi Operasional Variabel.....	62
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	64
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen	67
G. Teknik Analisis Data.....	73
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	79
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....	79
B. Hasil Uji Hipotesis.....	93
C. Pembahasan.....	95
D. Keterbatasan Penelitian	115
BAB V PENUTUP.....	117
A. Simpulan	117
B. Implikasi	117
C. Saran.....	117
DAFTAR PUSTAKA	119
LAMPIRAN.....	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Berpikir Penelitian	59
Gambar 4.1 Nilai Kemampuan Berpikir Kritis	89
Gambar 4.2 Hasil Nilai <i>Pre-test</i> Berpikir Kritis	99
Gambar 4.3 Hasil Nilai <i>Post-test</i> Berpikir Kritis	104
Gambar 4.4 Hasil Uji Normalitas.....	106

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aspek Kemampuan Berpikir Kritis	37
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian	61
Tabel 3.2 Validitas Ahli.....	68
Tabel 3.3 Kriteria Reliabilitas Soal.....	71
Tabel 3.4 Kriteria Daya Beda Butir Soal.....	72
Tabel 3.5 Kriteria Kesukaran Butir Soal	73
Tabel 3.6 Kategori <i>Effect size</i>	78
Tabel 4.1 Hasil Validitas Ahli	81
Tabel 4.2 Validitas Soal	84
Tabel 4.3 Reliabilitas Soal	85
Tabel 4.4 Tingkat Kesukaran Soal	86
Tabel 4.5 Daya Beda Soal	87
Tabel 4.6 Soal Layak.....	87
Tabel 4.7 Normalitas Kemampuan Berpikir Kritis	91
Tabel 4.8 Homogenitas Kemampuan Berpikir kritis	93
Tabel 4.9 Uji-t kemampuan Berpikir Kritis	94
Tabel 4.10 Hasil Uji <i>Effect Size</i>	95

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Merdeka Belajar sebagai kebijakan baru yang dibuat oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia memiliki esensi yaitu kemerdekaan berpikir (Evi, 2020). Pembelajaran pada Kurikulum Merdeka berfokus pada pengetahuan esensial serta pengembangan kemampuan peserta didik berdasarkan fasenya. Selain itu, pembelajaran pada Kurikulum Merdeka lebih mendalam, bermakna, dan menyenangkan (Arisanti, 2022).

Terdapat beberapa perubahan kebijakan dalam penerapan Kurikulum Merdeka diantaranya adalah dihapuskannya program peminatan pada jenjang SMA kelas 10 (fase E). Peserta didik secara bebas dapat menentukan mata pelajaran peminatan dengan menyesuaikan bakat, minat, dan aspirasinya. Materi kimia menjadi salah satu materi peminatan pada jenjang SMA. Kontribusi materi kimia pada fase E mencakup tatacara suatu pengetahuan yang dimiliki peserta didik dapat memberikan pengaruh terhadap pola pikir sehingga dapat diimplementasikan dalam mengatasi persoalan kehidupan

sehari-hari baik lokal maupun global (Tjahjadarmawan, 2021). Persoalan kehidupan yang terjadi diantaranya adalah masalah lingkungan.

Berbagai persoalan lingkungan muncul dalam beberapa sektor mulai dari rumah tangga, pertanian, peternakan, industri, dan lain-lain. Menurut laporan FAO (*Food and Agriculture Organization*), hampir sepertiga produk yang diproduksi untuk keperluan makanan terbuang sebesar 1,3 miliar ton per tahun di dunia (Kostecka, Garczyńska & Pączka, 2018). Diperlukan pendidikan yang memperkenalkan tata cara dalam mengelola sampah organik rumah tangga. Sebuah sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan seperti pengkomposan bertujuan untuk mendaur ulang sampah organik pada sisa makanan sebagai bahan mentah. Hasil pengolahan industri juga menimbulkan berbagai jenis limbah seperti limbah cair, padat, dan gas.

Sisa hasil pemakaian Rhodamin B dalam industri tekstil merupakan contoh limbah cair. Kebanyakan senyawa tersebut langsung dibuang ke sungai-sungai yang dimanfaatkan oleh masyarakat. Dampaknya sangat berbahaya bagi kesehatan masyarakat, terutama jika masyarakat menggunakan air tersebut untuk keperluan sehari-hari (Surati, 2015). Pewarna Rhodamin B (RhB)

yang digunakan dalam industri tekstil memiliki efek karsinogenik dan neurotoksik (Al-Buriah *et al.*, 2022). Persoalan lingkungan seperti pencemaran limbah industri memiliki kedekatan dengan kimia hijau sebab konsep kimia hijau menerapkan solusi ilmiah inovatif untuk memecahkan masalah lingkungan yang ditimbulkan.

Kimia Hijau muncul dari gagasan yang diterbitkan oleh Paul T. Anastas dalam sebuah program khusus yang dikenalkan oleh organisasi EPA (*Environmental Protection Agency*) pada tahun 1991 di Amerika Serikat. Program kimia hijau bertujuan untuk menerapkan pengembangan berkelanjutan pada bidang kimia dan teknologi kimia oleh dunia akademi, industri, dan pemerintahan (Anastas & Eghbali, 2010). Konsep dasar kimia hijau adalah mengurangi dampak negatif proses kimia terhadap lingkungan dan manusia, sekaligus meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan proses tersebut. Pengintegrasian konsep kimia hijau dengan pendekatan baru pada proses sintesis, pengolahan, dan penggunaan bahan kimia sedemikian rupa sehingga nilai toksisitas lingkungan dan kesehatan dapat diturunkan (Mustafa, 2016).

Pemahaman dan penerapan prinsip kimia hijau dapat membantu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal ini terjadi karena prinsip kimia

hijau memerlukan suatu pendekatan yang inovatif dan kreatif dalam mengembangkan proses dan teknologi yang lebih ramah lingkungan (Putri, 2019). Pengembangan desain pembelajaran kimia hijau dengan fokus meningkatkan kemampuan berpikir kritis sejalan dengan tujuan pembelajaran kimia. Tujuan tersebut mencakup pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam menganalisis klaim ilmiah dan mengevaluasi fenomena yang terjadi dalam konteks kehidupan sehari-hari (Kemendikbudristek BSKAP, 2022). Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan di SMAN 7 Semarang, rata-rata nilai ketuntasan yang diperoleh peserta didik sudah di atas nilai kriteria ketuntasan minimal. Namun, hasil belajar tersebut belum menunjukkan kemampuan berpikir kritis. Hal ini didasarkan pada hasil analisis soal yang digunakan belum menggunakan indikator kemampuan berpikir kritis.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis memainkan peran krusial dalam mendukung peserta didik dalam memahami konsep, menjadi peka terhadap isu lingkungan, sehingga mampu memahami dan mengatasi permasalahan dengan menerapkan konsep-konsep tersebut dalam konteks kehidupan sehari-hari (Yessi, 2019). Berpikir kritis dapat memberikan banyak manfaat terhadap peserta didik diantaranya mampu meningkatkan

dan mengembangkan pemahaman konsep sehingga dapat memudahkan peserta didik dalam menyelesaikan berbagai persoalan yang kompleks. Di sisi lain, peserta didik menggunakan kemampuan berpikir kritis untuk menganalisis permasalahan dengan mengungkapkan alasan yang logis (Rusly, 2019).

Perangkat pembelajaran yang digunakan di SMAN 7 masih kurang inovatif. Hal ini dibuktikan bahwa media pembelajaran yang biasa digunakan adalah berupa *Power Point* dan lembar kerja yang berupa ringkasan materi. Materi yang dipelajari peserta didik hanya bersumber pada LKS (Lembar Kerja Siswa). LKS yang dipakai cenderung lebih mengarah pada pemberian instruksi dan tugas, tetapi kurang mendorong diskusi dan pemikiran kritis. Diskusi yang dapat memperluas sudut pandang siswa seringkali terbatas oleh format LKS yang telah ditetapkan. Solusi yang dapat diterapkan dalam mengembangkan berpikir kritis peserta didik adalah menyiapkan lembar kerja peserta didik (LKPD) yang memuat pertanyaan terbuka sehingga menstimulasi pemikiran kritis. LKPD didesain dengan menyajikan skenario kompleks yang mendorong peserta didik untuk menganalisis, mengidentifikasi solusi, dan memberikan

pemikiran peserta didik tentang implikasi dari keputusan yang diambil.

Studi yang dilakukan oleh Astuti, Danial & Anwar (2018) menjelaskan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik meningkat setelah menerapkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Pembelajaran menggunakan LKPD berbasis PBL dapat melatih kepada peserta didik untuk menyelesaikan masalah-masalah di kehidupan nyata dan secara aktif terlibat dalam proses pembelajaran. Hal ini dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui pemecahan masalah dalam dunia nyata.

Menurut Depdiknas (2008) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan lembaran-lembaran yang memuat tugas untuk dikerjakan oleh peserta didik. Keuntungan penggunaan LKPD dapat mempermudah pendidik dalam mengajar, sedangkan bagi peserta didik dapat menjadi alat bantu dalam belajar mandiri. LKPD dapat memuat tentang topik-topik isu-isu lingkungan meliputi pencemaran lingkungan, pemanasan global, pemanfaatan limbah, dan bahan alam (Ali & Khan, 2017). Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, peneliti melakukan penelitian dengan judul **Penerapan LKPD**

Berorientasi Isu Lingkungan Terhadap Kemampuan Kerpikir Kritis Materi Kimia Hijau.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Pemerintah menetapkan perubahan kurikulum dari kurikulum 2013 menjadi kurikulum merdeka, sehingga terjadi pergolakan dalam dunia pendidikan.
2. Pembelajaran yang masif diterapkan adalah model ceramah sehingga peserta didik menjadi bosan karena hanya mendengarkan materi.
3. Hasil pembelajaran yang dilakukan belum mengukur tingkat kemampuan berpikir kritis.
4. Belum ada upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik.
5. Materi kimia hijau dijadikan sebagai salah satu materi IPA dalam kurikulum merdeka pada fase E sehingga, pelaksanaan pembelajarannya memerlukan inovasi baru.
6. Bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran kurang inovatif sehingga pembelajaran menjadi monoton.

7. Isu lingkungan yang digunakan dalam pembelajaran belum memuat penanggulangannya yang merupakan implementasi konsep kimia hijau.

C. Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini semakin terarah, perlu dilakukan pembatasan masalah. Pembatasan masalah pada penelitian ini akan difokuskan pada objek penelitian yang terbatas pada penerapan lembar kerja berorientasi isu lingkungan untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi kimia hijau.

D. Rumusan Masalah

Melalui penjelasan latar belakang yang telah disampaikan, rumusan masalah dalam penelitian adalah bagaimana pengaruh dari penerapan LKPD berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi kimia hijau?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan masalah, maka tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh dari penerapan LKPD berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi kimia hijau.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat memberikan manfaat bagi pihak, diantaranya sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Manfaat hasil penelitian diharapkan dapat memberikan peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini juga dapat memberikan bukti empiris tentang hubungan antara pembelajaran kimia hijau dan isu lingkungan dengan kemampuan berpikir kritis sehingga, dapat memberikan informasi tentang bagaimana pembelajaran yang berfokus pada isu lingkungan dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi sekolah

Penelitian ini dapat menjadi landasan yang berharga dalam proses pengambilan kebijakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kimia hijau dengan fokus pada peningkatan kemampuan berpikir kritis.

b. Bagi guru

Penelitian ini diharapkan dapat menunjang ketersediaan bahan ajar yang digunakan untuk

menyampaikan materi kimia hijau sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik.

c. Bagi peserta didik

Penelitian ini diharapkan dapat menguatkan pemahaman konsep kimia hijau sehingga mampu meningkatkan kemampuan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

d. Bagi peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan atau rujukan penelitian selanjutnya yang berfokus pada pembelajaran materi kimia hijau.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Bahan Ajar

a) Pengertian Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan instrumen yang digunakan oleh pendidik untuk membantu mempermudah dalam pelaksanaan kegiatan belajar mengajar. Bahan ajar yang digunakan dapat berupa bahan ajar tidak tertulis maupun bahan ajar tertulis. Melalui penggunaan bahan ajar, peserta didik dapat mempelajari suatu kompetensi secara terstruktur dan sistematis sehingga semua kompetensi yang ada mampu dikuasai secara komprehensif dan terpadu.

Bahan ajar juga dapat diartikan sebagai alat bantu dalam transfer informasi yang dibutuhkan oleh pendidik untuk merencanakan dan menelaah implementasi pembelajaran. Selain itu, bahan ajar juga dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan gaya belajar peserta didik agar proses pembelajaran dapat berjalan lebih efektif (Depdiknas, 2008). Fleksibilitas bahan ajar untuk menyesuaikan diri dengan keberagaman gaya belajar dan kebutuhan peserta didik menjadi kunci

keberhasilan dalam menciptakan lingkungan pembelajaran yang mendukung.

b) Jenis-Jenis Bahan ajar

Penyusunan bahan ajar membutuhkan berbagai sumber bahan yang berbeda-beda sehingga dapat menciptakan suasana pembelajaran dengan suasana yang menyenangkan memungkinkan peserta didik belajar dengan baik. Berdasarkan perbedaan bahan penyusunnya maka bahan ajar dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis yaitu:

- 1) Jenis bahan ajar cetak meliputi *handout*, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, *leaflet*, *wallchart*, foto/gambar, dan model/maket. Bahan cetak dapat dihadirkan dalam berbagai format. Ketika bahan ajar cetak disusun dengan baik, beberapa manfaat dapat diperoleh, yaitu:
 - a. Bahan ajar tertulis sering kali dilengkapi dengan daftar isi, memudahkan pendidik untuk merujuk dan membimbing peserta didik pada bagian materi yang sedang dipelajari.
 - b. Pencetakan bahan ajar relatif lebih ekonomis, menjadikannya pilihan yang efisien dari segi biaya.

- c. Bahan cetak tertulis lebih mudah dalam penggunaan dan portabilitas, yang artinya mudah dipindahkan-pindahkan.
 - d. Kemudahan yang ditawarkan lebih luas dan dapat meningkatkan kreativitas secara individual.
 - e. Bahan ajar tertulis lebih mudah dibaca pada berbagai tempat serta ringan dibawa.
 - f. Bahan ajar tertulis lebih mudah untuk ditandai, dicatat serta membuat sketsa.
 - g. Bahan tertulis dapat dinikmati sebagai dokumen berharga yang mencerminkan kekayaan pengetahuan.
 - h. Waktu tempo yang digunakan oleh pembaca dapat diatur secara mandiri.
- 2) Bahan ajar dengan basis audio seperti kaset, radio, piringan hitam, dan *compact disk* audio
- 3) Bahan ajar dengan basis *audio visual* seperti video, *compact disk*, dan film.
- 4) Bahan ajar interaktif, seperti *compact disk interaktif* (CDI), telah menjadi salah satu sarana pembelajaran yang sangat efektif dan populer dalam era modern ini. Multimedia interaktif tidak hanya sekadar menyajikan informasi, tetapi juga

menggabungkan berbagai jenis media, seperti audio, teks, grafik, gambar, animasi, dan video, untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang mendalam. Desain multimedia interaktif cenderung komprehensif, mencakup panduan penggunaan yang jelas hingga pengukuran hasil pembelajaran. Pengguna dapat berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran, mengikuti langkah-langkah yang disajikan, dan melakukan eksplorasi lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan dan tingkat pemahaman (Nurhendrayani, Mustopa & Edy, 2015).

c) Kriteria Bahan Ajar yang Baik

Bahan ajar memiliki tujuan untuk mempermudah proses belajar mengajar sehingga terdapat berbagai kriteria yang harus dipenuhi agar bahan ajar memudahkan peserta didik untuk memahami materi. Berikut beberapa kriteria yang harus dipenuhi :

- 1) Memiliki kesesuaian dengan materi yang dibahas.
- 2) Materi yang terkandung dalam bahan ajar, memuat informasi pendukung materi pokok.
- 3) Penyampaian memakai bahasa yang sederhana, singkat, padat, sistematis sehingga mudah difahami.

- 4) Ilustrasi yang digunakan memiliki kesesuaian dengan pokok materi sehingga konstruk imajinasi yang dibangun dapat mempermudah peserta didik dalam memahami materi.
- 5) Alangkah baiknya jika diberikan terlebih dahulu sebelum pembelajaran dilaksanakan agar terlebih dahulu dapat dipelajari oleh peserta didik.
- 6) Penyajian gagasan yang dibuat bersifat tantangan sehingga membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik (Ahmad, 2011).

d) Strategi Menyusun Bahan Ajar

Ginting (2012) dalam bukunya menjelaskan cara penyusunan bahan pembelajaran harus berlandaskan kurikulum yang berlaku. Saat mengajar di lembaga pendidikan formal atau nonformal yang menggunakan kurikulum, maka referensi utama dalam penyusunan bahan ajar adalah:

- 1) Tujuan pembelajaran yang tercantum dalam standar kompetensi lulusan.
- 2) Standar isi yang berlaku.
- 3) Standar sarana yang ada.
- 4) Buku pegangan utama yang digunakan sebagai acuan.

Berdasarkan penjelasan tentang bahan ajar, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar merupakan segala materi atau sumber belajar yang digunakan untuk mendukung proses pembelajaran dan pengajaran. Ragam bahan ajar melibatkan buku teks, modul, lembar kerja, slide presentasi, video pembelajaran, aplikasi, dan sebagainya. Tujuan utama dari bahan ajar adalah memfasilitasi peserta didik dalam memahami konsep dan materi yang diajarkan, sekaligus meningkatkan keterampilan dan pengetahuan di suatu bidang tertentu. Sebuah bahan ajar yang berkualitas haruslah mudah dipahami, relevan, dan sesuai dengan tingkat kemampuan serta kebutuhan peserta didik. Oleh karena itu, penelitian yang akan dilakukan akan menggunakan bahan ajar berupa LKPD karena dianggap relevan dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Komponen yang menjadi sumber utama dalam proses pembelajaran adalah bahan ajar. Terdapat berbagai jenis instrumen pembelajaran yang populer diterapkan oleh pendidik diantaranya adalah modul, buku, *handout*, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Pendidik perlu mengembangkan bahan ajar tersebut agar proses pembelajaran tidak menjadi monoton dan membosankan.

a) Definisi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan salah satu bahan ajar yang sering digunakan pada proses pembelajaran. Lembar kerja peserta didik (*student worksheet*) merupakan lembaran-lembaran yang memuat tugas atau *challenge* yang harus dikerjakan oleh peserta didik (Rusly, 2019). Definisi lain menyatakan bahwa LKPD adalah bahan ajar yang terdiri dari lembaran-lembaran yang memuat ringkasan materi dan petunjuk untuk menyelesaikan tugas pembelajaran.

LKPD dirancang berdasarkan kompetensi dasar atau tujuan pembelajaran yang harus dicapai oleh peserta didik. LKPD berfungsi sebagai panduan yang komprehensif, membantu peserta didik dalam memahami inti materi dan memberikan arahan yang jelas untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. LKPD tidak hanya menjadi panduan yang komprehensif berdasarkan kompetensi dasar atau tujuan pembelajaran, tetapi juga dapat diadaptasi sebagai alat evaluasi yang efektif (Nurfitra, Mamin & Muhiddin, 2021).

b) Fungsi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Berdasarkan konsep sebelumnya tentang Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dapat diperinci bahwa LKPD memiliki empat peran pokok. Pertama, sebagai instrumen untuk merangsang partisipasi aktif peserta didik dalam pembelajaran. Kedua, LKPD berfungsi sebagai sarana yang memudahkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang sedang dibahas.

Ketiga, LKPD digunakan sebagai alat latihan untuk melatih kemampuan berpikir peserta didik melalui penyajian ringkasan materi dan penawaran soal-soal yang relevan. Terakhir, LKPD dianggap sebagai alat bantu yang mendukung pelaksanaan proses pengajaran di dalam kelas. LKPD memiliki peran ganda sebagai stimulus partisipasi, fasilitator pemahaman, latihan berpikir, dan alat pendukung proses pembelajaran di ruang kelas (Andi, 2018).

c) Tujuan Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dilakukan dengan tujuan yang jelas, meliputi beberapa aspek penting. Pertama, LKPD bertujuan untuk mempermudah peserta didik dalam memahami materi dengan menyajikan bahan ajar secara terstruktur dan

sistematis. Kedua, LKPD dirancang untuk meningkatkan kemampuan peserta didik terhadap materi yang tercakup dalam lembaran tersebut.

LKPD juga berfungsi sebagai alat bantu belajar mandiri bagi peserta didik, memberikan peserta didik kesempatan untuk mengembangkan pemahaman secara lebih mandiri dan aktif. Terakhir, LKPD bukan hanya sebagai sumber belajar bagi peserta didik, tetapi juga sebagai alat bantu bagi pendidik, menyediakan tugas dan latihan yang terstruktur untuk membimbing proses pembelajaran. Tujuan penyusunan LKPD mencakup pemahaman, peningkatan kemampuan, kemandirian dan dukungan bagi pendidik dalam mengelola pembelajaran (Nurhendrayani, Mustopa & Edy, 2015).

d) Unsur-Unsur LKPD sebagai Bahan Ajar Bahan Ajar

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menampilkan sebuah pendekatan yang unik dalam penyajian kontennya. Meskipun kontennya lebih sederhana daripada modul, namun struktur kontennya tampak lebih kompleks dibandingkan dengan buku. Secara khusus, LKPD terdiri dari enam bagian utama, yang meliputi judul, petunjuk belajar, kompetensi dasar atau

materi pokok, informasi pendukung, tugas atau langkah kerja, dan penilaian.

LKPD memuat setidaknya delapan unsur penting. Unsur-unsur tersebut mencakup judul, kompetensi dasar yang ingin dicapai, peralatan atau bahan yang dibutuhkan, informasi ringkas, langkah-langkah kerja, tugas yang harus dilakukan, serta laporan yang harus disusun. Struktur LKPD yang terinci ini akan memberikan panduan yang komprehensif bagi peserta didik, mencakup berbagai aspek yang diperlukan untuk pemahaman dan penerapan materi pembelajaran (Andi, 2018).

e) Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD didesain agar dapat menjadikan suasana proses pembelajaran lebih interaktif dan menyenangkan. Sehingga peserta didik membutuhkan sebuah LKPD yang inovatif dan kreatif. Adapun langkah-langkah dalam membuat LKPD adalah sebagai berikut:

1) Melakukan Analisis Kurikulum

Tahapan analisis kurikulum dilakukan dengan pemilihan materi yang akan dimasukkan ke dalam bahan ajar LKPD. Pemilihan materi dilakukan dengan memilah materi pokok, pengalaman belajar,

dan materi, serta menentukan kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didik.

2) Menyusun Peta Kebutuhan LKPD

Setelah menganalisis kurikulum dan sumber belajar, langkah selanjutnya adalah menentukan jumlah dan urutan LKPD yang akan ditulis, sehingga prioritas penulisan dapat ditetapkan.

3) Menentukan Judul-Judul LKPD

Penentuan dari judul LKPD dilakukan berdasarkan kompetensi dasar, materi-materi yang akan dibahas dan kurikulum yang diterapkan. Apabila kompetensi yang dimuat tidak terlalu luas, maka satu kompetensi dasar bisa digunakan untuk judul LKPD. Satu kompetensi dasar jika diuraikan dapat menjadi 4 materi pokok maka dapat dijadikan satu judul LKPD.

4) Penulisan LKPD

Langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam penulisan LKPD adalah sebagai berikut. Pertama, merumuskan kompetensi dasar yang diperoleh dari kurikulum yang berlaku. Kedua, menentukan alat penilaian berdasarkan pada kompetensi yang ditetapkan. Ketiga, tahap berikutnya adalah menyusun materi-materi yang akan dimasukkan ke

dalam LKPD, memastikan bahwa setiap bagian mendukung pencapaian kompetensi dasar yang diinginkan. Keempat, perlu memperhatikan struktur LKPD yang terdiri dari enam komponen penting, yakni judul, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas, langkah-langkah kerja, dan penilaian peserta didik. Dengan memperhatikan struktur yang terorganisir, LKPD dapat memberikan panduan yang efektif dan menyeluruh bagi peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan (Ahmad, 2014)

f) Kriteria Kualitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam susunan LKPD yaitu :

- 1) Syarat didaktik, LKPD memiliki kemampuan untuk diaplikasikan secara universal, menjadikannya relevan untuk digunakan oleh berbagai kelompok peserta didik. Komponen utama dalam penyusunan LKPD adalah keberagaman stimulus yang berasal dari berbagai sumber bahan dan penekanan pada pengembangan pemahaman konsep melalui pendekatan penemuan. LKPD ditekankan untuk

mengutamakan perkembangan kemampuan sosial, moral, emosional, dan estetika peserta didik. Persyaratan didaktik LKPD dapat terpenuhi jika memiliki kesesuaian dengan prinsip pembelajaran yang efektif.

- 2) Persyaratan konstruksi LKPD meliputi penggunaan bahasa, struktur kalimat, kosakata, tingkat kesulitan, dan kejelasan kalimat.
- 3) Persyaratan teknis LKPD memperhatikan penggunaan format, penulisan, gambar, dan tampilan (Andi, 2018).

g) Bentuk dan Jenis LKPD

LKPD digunakan sebagai alat bantu dalam mengoptimalkan kegiatan pembelajaran. Cara penggunaan LKPD pada peserta didik bervariasi tergantung pada tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Tujuan pembelajaran yang berbeda, maka LKPD dirancang berdasarkan materi dan tugas tertentu. Hasil LKPD yang didapatkan memiliki berbagai bentuk dan jenis yang beragam. Adapun beberapa macam bentuk LKPD yang biasa digunakan oleh peserta didik, yaitu sebagai berikut:

- 1) LKPD untuk menemukan konsep. Jenis LKPD ini memaparkan sebuah fenomena yang bersifat *real*,

sederhana dan memiliki keterkaitan dengan konsep yang akan dibahas. Fenomena yang disajikan dapat membimbing peserta didik mengkonstruksikan pengetahuan yang didapatkan melalui kegiatan mengamati, melakukan dan menganalisis. Penggunaan LKPD jenis ini lebih baik diperkuat dengan penggunaan buku pembelajaran lain untuk memverifikasi kebenarannya.

- 2) LKPD berperan sebagai alat pendukung yang membantu peserta didik mengimplementasikan serta mengintegrasikan konsep-konsep yang telah dipelajari. Fungsi utama dari LKPD ini adalah melatih peserta didik agar memiliki kemampuan untuk menerapkan konsep-konsep pembelajaran yang telah dipahami secara praktis dalam konteks kehidupan sehari-hari. LKPD tidak hanya menjadi sarana pembelajaran di dalam kelas, tetapi juga sebagai sarana latihan untuk memastikan bahwa peserta didik dapat mengaitkan dan mengaplikasikan pengetahuan dalam kehidupan nyata.
- 3) LKPD dalam bentuk panduan atau penuntun belajar, disusun dengan menyajikan pertanyaan-pertanyaan yang jawabannya terdapat dalam buku

atau materi yang tercakup dalam lembar kerja. Fokus utama dari LKPD model ini adalah memberikan dukungan kepada peserta didik dalam proses menghafal dan memahami materi pembelajaran yang terdapat dalam buku sumber. Jenis LKPD ini umumnya digunakan pada kegiatan remediasi untuk membantu peserta didik memperoleh pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep-konsep yang mungkin sulit diserap secara langsung.

- 4) LKPD yang berfungsi sebagai sarana penguatan pembelajaran. Kebanyakan LKPD ini berisi materi yang difokuskan pada pengembangan pemahaman dan aplikasi materi yang telah dipelajari. LKPD jenis ini cocok digunakan setelah peserta didik menyelesaikan pembelajaran suatu materi (Ahmad, 2011).

Kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwasanya LKPD merupakan lembaran yang berisi instruksi dan tugas yang harus diselesaikan oleh peserta didik. Tujuan dari lembar kerja ini adalah untuk membantu peserta didik dalam memahami konsep atau materi yang telah diajarkan, serta untuk mengukur pemahaman dan kemampuan peserta didik dalam

mengerjakan tugas atau aktivitas yang diberikan. Lembar kerja peserta didik dapat berupa soal latihan, proyek, atau tugas yang melibatkan berbagai keterampilan seperti keterampilan pemecahan masalah, keterampilan kreatifitas dan keterampilan berpikir kritis. Isi dari lembar kerja peserta didik disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dan materi yang diajarkan. Kebutuhan isi dari LKPD yang digunakan adalah membahas tentang isu-isu lingkungan.

3. Isu Lingkungan

Lingkungan adalah kumpulan dari berbagai komponen fisik dan biologis yang memiliki dampak pada organisme yang hidup di dalamnya (Tresna, 2009). Pencemaran dan kerusakan lingkungan sangat merugikan manusia dan mengganggu keseimbangan lingkungan. Namun, sebagian besar kerusakan disebabkan oleh aktivitas manusia yang menyebabkan pencemaran lingkungan hidup dan kerusakan (Indang & Yun Hendri, 2018).

Undang-Undang Lingkungan Hidup No. 32 tahun 2009 menjelaskan pencemaran lingkungan sebagai keadaan makhluk hidup, zat pencemar, energi, atau komponen lainnya masuk ke dalam lingkungan hidup akibat aktivitas manusia yang melebihi standar baku mutu

lingkungan yang telah ditetapkan. Dwiyatmo (2007) memberikan definisi pencemaran lingkungan sebagai peristiwa ketika makhluk hidup, zat pencemar, atau komponen lain memasuki lingkungan, mengakibatkan ketidakmampuan lingkungan untuk beroperasi sesuai dengan fungsinya. Pencemaran dapat berupa zat kimia, debu, suara, radiasi, atau panas yang memasuki lingkungan dan dapat merusak serta mengganggu kehidupan makhluk hidup. Pencemaran lingkungan dapat disebabkan oleh aktivitas manusia atau proses alam, dan dampaknya dapat dirasakan pada kesehatan manusia, lingkungan, dan ekosistem biotik. Jenis pencemaran lingkungan melibatkan tanah, air, dan udara, dan memiliki konsekuensi yang merugikan bagi keberlanjutan ekosistem dan kesehatan manusia. Berdasarkan sifatnya, jenis polutan dibedakan menjadi dua macam yaitu:

- a. Materi polutan yang dapat diuraikan oleh proses alam, atau yang bersifat *biodegradable*, contohnya bahan-bahan seperti kayu, kertas, sisa makanan, dan dedaunan. Proses alami dapat memecah material ini menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana dan tidak mencemari lingkungan secara berlebihan.
- b. Sebaliknya, polutan yang bersifat *non-biodegradable* tidak dapat diuraikan oleh proses alam. Contohnya

termasuk gelas, pestisida, residu radioaktif, dan logam toksik. Material-material ini cenderung bertahan lama dalam lingkungan dan dapat menyebabkan dampak negatif jangka panjang terhadap ekosistem.

a) Macam-Macam Pencemaran

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 tahun 1997, pencemaran lingkungan merupakan suatu keadaan masuknya makhluk hidup, zat, energi dan komponen lainnya ke dalam lingkungan hidup sehingga menyebabkan kualitas lingkungan hidup menurun sampai pada tingkat tertentu yang membuat lingkungan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya (Tresna, 2009). Pencemaran berdasarkan wujudnya dapat dibedakan menjadi pencemaran udara, pencemaran tanah, dan pencemaran air.

1) Pencemaran Air

Dwiyatmo (2007) mengungkapkan bahwa pencemaran air terjadi ketika ada masuknya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam air, atau ketika terjadi perubahan kondisi air akibat aktivitas manusia atau proses alam yang menyebabkan penurunan kualitas air sehingga tidak bisa digunakan sesuai fungsinya. Sumber

pencemaran air umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia, yang dapat dibedakan berdasarkan jenis kegiatannya, seperti yang dijelaskan secara singkat oleh Dwiyatmo (2007) yaitu (1) limbah cair dari industri pengolahan yang berasal dari pembuangan sisa produksi, lahan pertanian, dan peternakan; (2) limbah domestik atau limbah rumah tangga.

2) Pencemaran Udara

Pencemaran udara terjadi ketika zat, energi, atau komponen lain memasuki lingkungan udara dan menurunkan kualitasnya, mengganggu kehidupan manusia dan makhluk lain. Sumber utama pencemaran udara adalah pembakaran bahan bakar oleh kendaraan bermotor dan gas buangan dari pabrik. Polutan utama dalam asap gas buang pabrik adalah partikel halus yang dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia karena mengandung zat berbahaya.

3) Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah terjadi ketika bahan-bahan cair atau padat yang mengandung polutan masuk ke dalam tanah. Limbah rumah tangga, limbah industri, dan limbah pertanian merupakan contoh sumber pencemar tanah. Tanah yang subur

memiliki kandungan unsur hara, humus, zat organik, dan air yang cukup. Keseimbangan ekologi tanah dapat terganggu jika ada bahan lain yang masuk ke dalam tanah. Limbah industri, hujan asam, dan limbah rumah tangga merupakan penyebab umum pencemaran tanah. Berbagai jenis bahan dapat mencemari tanah, seperti kertas, kaleng, kantong plastik, baterai bekas, pestisida, dan senyawa kimia beracun.

b) Contoh-Contoh Isu Lingkungan

1. Pencemaran Limbah Cair Industri Tekstil

Industri tekstil adalah salah satu industri yang paling banyak mencemari lingkungan, terutama melalui limbah cair yang dihasilkan selama proses produksi. Limbah cair industri tekstil mengandung berbagai zat kimia yang berbahaya, seperti pewarna, bahan penghilang noda, dan bahan pengikat, yang dapat merusak ekosistem sungai dan mengancam kesehatan manusia. Pencemaran limbah cair industri tekstil dapat mengubah kualitas air dan mengancam kehidupan organisme yang tinggal di dalamnya (Irianto, 2015).

Selain dampak langsung pada lingkungan, pencemaran limbah cair industri tekstil juga dapat

membahayakan kesehatan manusia. Bahan kimia dalam limbah cair dapat meresap ke dalam tanah dan masuk ke dalam sumber air yang digunakan oleh masyarakat. Konsumsi air yang terkontaminasi dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti kerusakan organ, kanker, dan gangguan reproduksi (Witteck, Marks & Eilks, 2013).

2. Limbah Organik Rumah Tangga

Limbah organik rumah tangga adalah jenis limbah yang berasal dari sisa-sisa makanan, sayuran, buah-buahan, dan sisa-sisa bahan organik lainnya yang dihasilkan dari aktivitas sehari-hari di rumah. Limbah organik ini merupakan sumber daya yang dapat didaur ulang menjadi pupuk organik yang berguna untuk tanaman. Limbah organik yang tidak terkumpul dan terurai di tempat pembuangan akhir dapat menghasilkan gas metana yang berbahaya jika tidak dikendalikan. Gas metana ini dapat menimbulkan efek rumah kaca dan berkontribusi pada perubahan iklim global (Indan & Yun Hendri, 2018).

Limbah organik yang dibiarkan menumpuk dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan bau tidak sedap dan menarik serangga dan hewan

pengerat. Hal ini dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia, seperti infeksi dan penyakit yang terbawa oleh serangga. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan membuat kompos dari limbah organik. Proses pembuatan kompos melibatkan pemecahan dan penguraian limbah organik, sehingga menghasilkan pupuk organik yang berguna untuk tanaman. Selain itu, limbah organik juga dapat diolah menjadi biogas, yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif (Indang & Yun Hendri, 2018).

Pemilihan isu-isu lingkungan yang tepat perlu memperhatikan kriteria yang mencakup kelengkapan informasi, relevansi dengan kehidupan peserta didik, dan kontroversial. Isu-isu lingkungan harus terkait dengan bidang sains dan memungkinkan untuk didiskusikan terbuka di antara peserta didik. Selain itu, dalam menekankan pendekatan isu-isu lingkungan, idealnya harus:

- a. Menampilkan masalah terkini yang relevan dengan kehidupan sekitar peserta didik, kontroversial, dan tidak terstruktur, sehingga memerlukan data dan bukti ilmiah untuk mengambil keputusan.

- b. Menggabungkan topik sains dengan masalah sosial yang menuntut partisipasi peserta didik dalam dialog, diskusi, debat dan argumentasi.
- c. Melibatkan komponen etika yang menyiratkan atau menjelaskan penalaran moral dalam beberapa tingkat. Memperkuat pembentukan karakter sebagai tujuan pedagogis jangka panjang (Hancock *et al.*, 2019).

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran berbasis isu-isu lingkungan merupakan suatu pendekatan yang menggabungkan isu-isu sosial dan sains dalam kegiatan pembelajaran. Konsep ini juga berlaku pada penggunaan media atau bahan ajar yang menerapkan pendekatan tersebut. Isu yang diangkat sebaiknya merupakan isu kontroversial terkini yang relevan dengan kehidupan peserta didik, menarik untuk didiskusikan. Penelitian ini memiliki fokus pada perubahan lingkungan, sehingga isu-isu yang dibahas terkait dengan topik tersebut dan terjadi di lingkungan sekitar peserta didik, seperti limbah organik rumah tangga dan pencemaran sungai akibat aktivitas industri. Dengan menjadikan isu lingkungan sebagai topik pembelajaran, diharapkan peserta didik dapat mengasah kemampuan berpikir kritis.

4. Kemampuan Berpikir Kritis

a) Pengertian Berpikir Kritis

Berpikir kritis merupakan kemampuan menggunakan logika disertai dengan penilaian kebenaran berdasarkan pola pikir tertentu untuk memperoleh suatu wawasan atau pengetahuan. Berpikir kritis adalah suatu kemampuan yang melibatkan penggunaan logika dan penilaian kebenaran untuk memperoleh wawasan atau pengetahuan. Kemampuan ini dapat diartikan sebagai kemampuan untuk memberikan keputusan yang didasarkan pada bukti-bukti reflektif, produktif, dan evaluatif (Paul & Elder, 2020).

Berpikir kritis melibatkan keterampilan kognitif dan disposisi afektif yang mempengaruhi cara pendidik menyajikan konsep kepada peserta didik (Ismail & Bempah, 2018). Tujuan dari penggunaan berpikir kritis dalam pembelajaran adalah untuk membantu peserta didik mengembangkan kemampuan otaknya dalam berpikir secara logis, terstruktur, dan cerdas dalam mengorganisir konsep-konsep untuk memecahkan masalah (Hadiryanto & Thaib, 2016).

Keahlian berpikir kritis sangat penting bagi peserta didik tidak hanya dalam lingkup pembelajaran

tetapi juga dalam kehidupan sehari-hari. Kemampuan ini melibatkan proses mental yang meliputi menerima, memproses, menganalisis, dan mengevaluasi informasi untuk membuat keputusan atau tindakan yang tepat dalam menyelesaikan masalah (Fitriani, 2019). Ada beberapa alasan mengapa kemampuan berpikir kritis perlu dikembangkan, yaitu:

- 1) Era perkembangan teknologi yang semakin maju menuntut individu untuk mampu mencari, memilih, dan menggunakan informasi secara tepat dan akurat.
- 2) Kemampuan berpikir kritis membantu individu untuk melihat masalah dari berbagai sudut pandang dan mencari solusi yang kreatif.
- 3) Kemampuan berpikir kritis juga penting untuk membangun hubungan yang sehat dan adil dengan orang lain serta dapat menciptakan kerjasama yang baik.

b) Indikator Berpikir Kritis

Berpikir kritis adalah suatu proses yang kompleks yang mencakup berbagai keterampilan dan sikap. Proses ini melibatkan kemampuan untuk mengenali sudut pandang, argumen, dan kesimpulan orang lain. Selain itu, berpikir kritis melibatkan evaluasi

bukti dari sudut pandang yang berbeda dan kemampuan untuk menimbang argumen serta bukti yang berlawanan secara adil. Selanjutnya, berpikir kritis juga mencakup kemampuan untuk membaca di antara baris, menemukan makna yang tersirat, dan mengidentifikasi asumsi yang salah atau tidak adil. Selain itu, individu yang berpikir kritis memiliki pengetahuan tentang teknik-teknik yang digunakan untuk membuat suatu posisi lebih menarik, seperti penggunaan logika palsu dan perangkat persuasif.

Berpikir kritis juga melibatkan refleksi terstruktur dan penggunaan logika serta wawasan saat mempertimbangkan suatu masalah. Selain itu, individu yang berpikir kritis mampu mengambil kesimpulan apakah suatu argumen valid dan dapat dibenarkan berdasarkan bukti yang tepat dan asumsi yang masuk akal. Berpikir kritis mencakup kemampuan untuk menggabungkan penilaian terhadap bukti guna membentuk sudut pandang yang baru. Terakhir, individu yang berpikir kritis dapat menyajikan sudut pandangnya dengan cara yang terstruktur, jelas, dan beralasan agar dapat meyakinkan orang lain. Penilaian kemampuan berpikir kritis terdiri dari 5 aspek yang

menjadi 12 indikator (Fuad *et al.*, 2017). Aspek dan indikator tersebut akan disajikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Aspek Kemampuan Berpikir Kritis

Aspek	Indikator
Melakukan klarifikasi dasar	Fokus pada pertanyaan Menganalisis argumen Meminta dan menjawab pertanyaan klarifikasi dan tantangan
Menilai dukungan dasar informasi	Menilai kredibilitas informasi Membuat dan menilai observasi
Menarik kesimpulan	Melihat dan menilai deduksi Membuat dan menilai induksi Membuat dan menilai keputusan
Melakukan klarifikasi tingkat lanjut	Mengidentifikasi dan menilai istilah Mengidentifikasi asumsi
Menerapkan strategi dan taktik dalam memecahkan masalah	Memutuskan suatu tindakan Berinteraksi dengan orang lain

(Lembang *et al.*, 2019)

Menurut Ennis dari 12 indikator tersebut dapat dirangkum menjadi lima indikator berpikir kritis, yaitu:

- 1) Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan.
- 2) Mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah.

- 3) Mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat.
- 4) Mampu mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda.
- 5) Mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan.

Berpikir kritis adalah suatu proses pemikiran yang sistematis dan analitis dalam mengevaluasi informasi dan argumen dengan tujuan untuk memecahkan masalah atau membuat keputusan yang tepat. Berpikir kritis melibatkan kemampuan untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi, menilai dan mengevaluasi bukti dan argumen, mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah, serta membuat kesimpulan yang logis dan rasional.

Berpikir kritis juga melibatkan kemampuan untuk mengenali dan menghindari kesalahan dalam pemikiran, seperti bias atau stereotip yang dapat mempengaruhi pemahaman dan pengambilan keputusan. Melalui berpikir kritis, individu diharapkan dapat mempertanyakan asumsi, mencari alternatif solusi, dan mengambil keputusan berdasarkan data dan fakta yang ada. Instrumen yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis adalah LKPD berorientasi isu-isu lingkungan. Isu lingkungan memiliki kedekatan dengan kimia hijau

sehingga materi yang tepat untuk diterapkan adalah kimia hijau.

5. Kimia Hijau

Beberapa proses kimia tidak selalu memiliki dampak negatif atau potensi bahaya. Ada proses kimia yang bermanfaat, aman bagi lingkungan, dan dikenal sebagai reaksi kimia hijau. Konsep kimia hijau pertama kali diusulkan oleh Paul Anastas dan John Warner pada tahun 1998. Prinsip kimia hijau berkaitan dengan cara merancang produk kimia dan prosesnya agar mengurangi atau bahkan menghilangkan penggunaan bahan kimia yang berpotensi merugikan bagi manusia, hewan, dan lingkungan.

Bahaya yang dimaksud mencakup berbagai aspek seperti risiko ledakan fisik, sifat mudah terbakar, toksisitas, mutagenisitas, karsinogenisitas, serta dampak terhadap perubahan iklim global, penipisan lapisan ozon, pencemaran lingkungan, dan paparan zat kimia berbahaya. Kimia hijau bertujuan untuk menciptakan metode produksi yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan, mengutamakan keselamatan manusia dan lingkungan. (Zimmerman *et al.*, 2020).

Kimia hijau dan berkelanjutan adalah pendekatan berbeda dalam menerapkan kimia dan teknik kimia.

Prinsip-prinsip kimia hijau memungkinkan ilmuwan untuk secara kreatif menemukan cara untuk mengurangi limbah, menghemat energi, dan mengganti bahan berbahaya. Konsep kimia hijau meliputi faktor-faktor seperti tingkat toksisitas bahan kimia, konservasi energi, pengurangan limbah, dan siklus hidup, yang melibatkan penggunaan bahan baku yang lebih berkelanjutan atau terbarukan, serta perancangan produk untuk akhir hidup atau disposisi akhir yang baik. Implementasi prinsip-prinsip kimia hijau memberikan kontribusi positif terhadap pelestarian lingkungan (Roth, 2013).

Pengukuran kimia hijau juga dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metrik. Meskipun belum ada satu set metrik terpadu yang diterapkan. Ada banyak cara untuk mengukur seberapa ramah lingkungan suatu proses reaksi atau produknya. Cara yang digunakan mencakup ukuran untuk massa, energi, pengurangan, atau penghilangan bahan berbahaya, serta dampak lingkungan dalam siklus hidup.

Prinsip-prinsip kimia hijau memiliki keterkaitan dengan penggunaan bahan kimia, proses, dan produk yang lebih ramah lingkungan, dan terdiri dari 12 prinsip sebagai berikut:

1) Mencegah Limbah (*Waste Prevention*)

Waste Prevention yaitu prinsip yang mencegah timbulnya limbah daripada mengolah atau membersihkan limbah hasil reaksi. Dengan membandingkan jumlah produk yang dihasilkan terhadap limbah. Beberapa perusahaan yang telah menerapkan prinsip kimia ramah lingkungan dapat mengurangi jumlah limbah sampai 10 kali lipat.

2) Memaksimalkan Nilai Ekonomi suatu Atom (*Atom Economy*)

Atom Economy merupakan metode sintetik yang dirancang untuk memaksimalkan reaksi antar reaktan dapat menjadi produk akhir. Semakin tinggi persentase hasil reaksi, maka Nilai Atom Ekonomi semakin maksimal. Begitu juga dengan limbah dari reaksi kimia. Semakin sedikit limbah yang dihasilkan, maka nilai atom ekonomi semakin maksimal. Jika semua bahan reaktan dapat sepenuhnya diubah menjadi produk, maka dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut memiliki nilai atom ekonomi sebesar 100%. Namun, tidak selalu setiap reaksi alami mampu menghasilkan produk dengan tingkat konversi yang optimal, terkadang tingkat konversinya hanya mencapai kisaran 30% hingga 40%. Oleh karena itu, perlu

dilakukan upaya pengembangan untuk meningkatkan efisiensi konversi dalam reaksi tersebut.

3) Mendesain Proses Sintesis Kimia yang Aman (*Less Hazardous Chemical Syntheses*)

Merancang reaksi sintesis kimia dengan menggunakan dan menghasilkan zat yang memiliki bahaya kecil bagi kesehatan serta lingkungan. Sintesis kimia, selain menghasilkan produk yang diinginkan, juga kadang menghasilkan residu yang memiliki dampak buruk. Prinsip ini berfokus untuk mengurangi dampak buruk dari sintesis kimia. Desain metode sintesis harus memastikan penggunaan dan produksi bahan kimia yang aman bagi manusia dan lingkungan. Oleh karena itu kajian yang dilakukan berfokus pada kimia organik karena memiliki tingkat toksisitas yang rendah.

4) Mendesain Produk Bahan Kimia yang Aman (*Designing Safer Chemicals*)

Prinsip ini berfokus pada desain bahan kimia dengan meminimalkan toksisitas, sekaligus mempertahankan fungsi dan efektivitas dari desain sintesis yang telah dirancang. Pengetahuan mengenai struktur molekul kimia memungkinkan kamu untuk

untuk mengenali bahaya dari suatu zat kimia serta mampu mendesain produk kimia yang aman.

5) Penggunaan Pelarut dan Reaksi yang Lebih Aman (*Safer Solvents and Auxiliaries*)

Memilih pelarut yang paling aman dalam tiap proses serta meminimalkan jumlah pelarut agar tidak menghasilkan persentase limbah yang besar. Kebutuhan akan pelarut mencapai 50-80% dari jumlah suatu reaksi kimia. Selain itu pelarut menyumbang sekitar 75% dari dampak lingkungan dan memiliki daya konsumsi energi yang besar. Sehingga pemilihan pelarut harus yang efektif dalam reaksi kimia, mengurangi kebutuhan energi serta memiliki toksisitas paling sedikit.

6) Meningkatkan Efisiensi Energi dalam Reaksi (*Design for Energy Efficiency*)

Memilih jalan reaksi kimia yang paling kecil energinya. Harus diakui bahwa kebutuhan energi dalam reaksi kimia memiliki dampak lingkungan dan ekonominya yang harus diminimalkan. Penggunaan energi yang paling besar adalah proses pemanasan dan pendinginan sehingga hal ini lebih di hindari.

7) Menggunakan Bahan Baku Terbarukan (*Use of Renewable Feedstocks*)

Ketersediaan bahan baku yang dapat diperbaharui menjadi suatu kebutuhan pokok sebagai alternatif pengganti bahan baku yang bersifat tidak dapat diperbaharui. Umumnya, bahan baku terbarukan yang berfungsi sebagai sumber material berasal dari produk pertanian atau hasil alam. Sebaliknya, bahan baku tak terbarukan berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, gas alam, dan berbagai sumber daya tambang lainnya.

8) Mengurangi Derivatisasi dan Modifikasi Sementara dalam Reaksi kimia (*Reduce Derivatives*)

Salah satu prinsip utama kimia hijau adalah mengurangi penggunaan turunan dan gugus pelindung dalam proses sintesis. Derivatisasi yang dimaksud disini adalah penggunaan pereaksi kimia tambahan (sering disebut sebagai reagen pelindung) dalam suatu reaksi kimia untuk mengontrol jalannya reaksi kimia. Gugus pelindung sering dipakai pada proses sintesis kimia dikarenakan mampu mencegah timbulnya perubahan struktur senyawa dalam reaksi kimia, sementara memungkinkan transformasi dilakukan pada bagian lain dari struktur.

9) Menggunakan Katalis (*Catalysis*)

Katalis merupakan substansi kimia yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan kecepatan suatu reaksi kimia. Reagen katalitis harus dipilih dengan sangat selektif dan berfungsi untuk mengurangi limbah, mengoptimalkan waktu reaksi, dan menghemat energi dalam suatu reaksi kimia. Penggunaan katalis dapat menghasilkan nilai ekonomi atom yang lebih tinggi pada reaksi tersebut. Katalis sendiri tidak terlibat dalam reaksi kimia dan, oleh karena itu, dapat digunakan kembali berulang kali, serta tidak menyumbang pada pembentukan limbah.

10) Mendesain Bahan Kimia yang Mudah Terdegradasi (*Design for Degradation*)

Bahan kimia perlu memiliki kemampuan terdegradasi dengan mudah dan tidak mengakumulasi di lingkungan. Desain bahan kimia harus memperhatikan aspek lingkungan, sehingga bahan kimia tersebut dapat mudah terurai dan tidak bertahan lama di lingkungan. Prinsip ini menjadi salah satu konsep yang populer, yaitu tentang cara menciptakan produk yang dapat dengan mudah diuraikan oleh bakteri.

11) Penggunaan Metode Analisis secara Langsung untuk Mengurangi Polusi (*Real-time analysis for Pollution Prevention*)

Pendekatan analisis secara waktu nyata digunakan untuk mencegah pembentukan zat berbahaya bagi lingkungan. Metode analisis yang dilakukan secara *real-time* dapat mengurangi pembentukan produk samping dan mencegah polusi. Lingkup ini menekankan pengembangan teknologi dan metode analisis yang dapat mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya dalam prosesnya.

12) Meminimalisasi Potensi Kecelakaan (*Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention*)

Menyusun pemilihan bahan kimia untuk reaksi kimia dan merancang prosedur guna mencegah kejadian yang tidak diinginkan. Seleksi bahan kimia yang digunakan dalam reaksi harus dilakukan dengan cermat, bertujuan untuk menghindari kemungkinan kecelakaan yang dapat menyebabkan penyebaran bahan kimia ke lingkungan, terjadinya ledakan, serta risiko kebakaran (Anastas & Eghbali, 2010).

Pembelajaran kimia dengan pendekatan kimia hijau mengutamakan proses pembelajaran yang berkelanjutan dan lingkungan menjadi pertimbangan utama selaras

dengan kimia. Penerapan prinsip-prinsip kimia hijau dalam pembelajaran tidaklah menjadi tujuan mutlak, namun merupakan sebuah dedikasi. Beberapa kriteria yang diperlukan dalam pelaksanaan pembelajaran dengan prinsip kimia hijau meliputi: 1) mengajarkan reaksi kimia dan teknik terbaru; 2) menggambarkan konsep-konsep kimia hijau; 3) melakukan diskusi kelas yang melibatkan isu-isu lingkungan; dan 4) memberikan waktu bagi siswa untuk memahami setiap prinsip kimia hijau.

6. Teori-Teori Belajar

Teori pembelajaran merupakan suatu upaya sistematis dalam menjelaskan dan memahami kompleksitas proses pembelajaran. Teori-teori ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam terhadap bagaimana kegiatan pembelajaran berlangsung (Molly & David, 2015). Beberapa teori belajar yang akan dibahas lebih lanjut adalah teori belajar konstruktivisme, teori belajar behavioristik, dan teori belajar gagne.

a. Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme, yang berasal dari kata "kons," "truktiv," dan "isme," memiliki arti membangun, memperbaiki, dan membina suatu pengetahuan. Pembelajaran konstruktivis memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk aktif menemukan

pengetahuan melalui metode pembelajaran yang ditetapkan oleh pendidik (Yusra, Neviyarni & Erianjoni, 2022). Penggunaan bahan ajar yang inovatif dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran dengan menyediakan berbagai sumber belajar.

Menurut teori belajar konstruktivisme, pengetahuan tidak bisa disalurkan dari pendidik kepada peserta didik begitu saja, tetapi peserta didik dituntut untuk membangun pengetahuannya secara aktif berdasarkan kematangan kognitifnya (Muhajirah, 2020). Penerapan teori konstruktivisme dalam pembelajaran kimia hijau akan membuat peserta didik memahami konsep-konsep dasar kimia hijau. Peserta didik juga diharuskan untuk mengaitkan pengetahuannya dengan aplikasi praktis terhadap lingkungan.

b. Teori Belajar Behavioristik

Teori belajar behavioristik, diusulkan oleh Gage dan Berliner, menekankan perubahan perilaku sebagai hasil langsung dari pengalaman belajar yang dapat diamati dan diukur (Maysa, Windy & Ilmi, 2021). Teori ini menekankan pada stimulus dan respon dalam proses belajar. Pendidik perlu menyusun strategi

pembelajaran dan menggunakan model atau media yang dapat mendukung tujuan pembelajaran.

Prinsip-prinsip teori behavioristik antara lain menekankan bahwa perubahan perilaku menandai terjadinya pembelajaran, serta pentingnya stimulus dan respon dalam proses pembelajaran. Teori ini juga diterapkan dalam konteks pembelajaran, dengan menekankan pentingnya lingkungan, karakteristik peserta didik, media, dan fasilitas pembelajaran (Eka, 2023). Teori belajar behavioristik mampu meningkatkan mutu belajar mengajar apabila dikenalkan kembali implementasinya pada pembelajaran. Penerapan teori ini juga mampu meningkatkan kualitas peserta didik. Oleh karena itu, teori behavioristik kerap dijumpai di sekolah.

Implementasi teori behavioristik dalam pembelajaran kimia hijau mencakup pembentukan pola pikir peserta didik melalui pemberian stimulus dan respons. pendidik berperan dalam membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir kritis, logis, sistematis, dan pemecahan masalah kontekstual dalam permasalahan lingkungan.

c. Teori Belajar Gagne

Teori Belajar Gagne, yang dicetuskan oleh ahli psikologi pendidikan Robert M. Gagne, melihat proses belajar sebagai hasil transformasi informasi eksternal yang terjadi melalui beberapa fase dengan gaya belajar yang berbeda. Gagne mendefinisikan belajar sebagai perubahan perilaku yang dihasilkan dari pengalaman masa lalu atau dari pembelajaran (Sajid & Shaikh, 2015). Pembelajaran yang realistik disini mengarah pada permasalahan kontekstual dengan beberapa tahapan yaitu menggunakan permasalahan kontekstual, model, partisipasi peserta didik, interaktivitas, serta saling berhubungan topik satu dengan yang lainnya.

Gagne mengkasifikasikan proses belajar menjadi delapan jenis, yang terdiri dari respons terhadap stimulus, urutan verbal, penerimaan isyarat, urutan gerak, pembentukan konsep, pengenalan perbedaan, formulasi aturan, dan kemampuan pemecahan masalah. Tipe-tipe belajar ini terurut kesukarannya dari yang paling sederhana (belajar isyarat) hingga belajar pemecahan masalah. Teori Belajar Gagne memiliki beberapa prinsip, seperti mendapatkan perhatian, memberikan informasi tujuan pembelajaran, dan memastikan lingkungan belajar yang sesuai. Gagne juga

menekankan bahwa belajar dipengaruhi lingkungan sekitarnya (Woo, 2016).

Teori belajar *gagne* akan mendorong interaktivitas bersama siswa melalui stimulus yang diberikan dari media pembelajaran serta memberikan pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam memecahkan suatu permasalahan. Penerapan teori *Gagne* memiliki tujuan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik, memacu kreativitas, dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam memecahkan permasalahan. Interaktivitas melalui stimulus dari media pembelajaran menjadi kunci untuk mencapai tujuan ini (Ullah, Rehman & Bibi, 2015).

Pendidik yang telah memahami berbagai teori belajar dapat memilih dan mengimplementasikan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan konteks dan karakteristik peserta didik. Pendekatan ini dapat meningkatkan interaktivitas, kreativitas, dan pemahaman peserta didik dalam memecahkan berbagai permasalahan. Integrasi media pembelajaran menjadi semakin penting untuk mencapai tujuan pembelajaran yang optimal.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian terdahulu adalah penelitian yang berfungsi sebagai bentuk perbandingan penelitian dengan penelitian yang sebelumnya sudah pernah dilakukan. Peneliti melakukan penelusuran terhadap penelitian terdahulu untuk menghindari duplikasi dan pengulangan penelitian. Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini meliputi:

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mahjatia, Susilowati & Miriam (2021) berjudul "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis STEM dengan Inkuiri Terbimbing untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa" menunjukkan beberapa hasil yang diperoleh. Pertama, LKPD yang dikembangkan memiliki validitas yang kategorinya termasuk valid. Kedua, LKPD yang dikembangkan praktis, sebagaimana dikonfirmasi oleh angket respon dari peserta didik yang kategorinya termasuk praktis. Ketiga, efektivitas LKPD diukur menggunakan *N-gain*, dan nilai *N-gain* yang diperoleh dikategorikan sedang, yang berarti efektif. Keempat, pencapaian Keterampilan Proses Sains (KPS) melalui LKPD berbasis STEM secara keseluruhan sangat baik dan mengalami peningkatan di setiap pertemuan. Kelima, pencapaian STEM melalui LKPD berbasis STEM secara

keseluruhan juga sangat baik dan mengalami peningkatan di setiap pertemuan. Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilakukan adalah tahapan yang dilakukan oleh peneliti sampai pada tahap uji efektifitas dari LKPD, sedangkan materi yang digunakan adalah kimia hijau.

Penelitian yang dilakukan oleh Nugraheny (2018) berjudul "Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Life Skills* untuk Meningkatkan Keterampilan Proses dan Sikap Ilmiah". Penelitian terdahulu memberikan dasar yang kuat untuk penelitian yang akan dilakukan, memungkinkan peneliti untuk melihat kekurangan dan kelebihan penelitian sebelumnya. Hasil penelitian dengan uji kuantitatif terhadap penggunaan LKPD di sekolah menunjukkan ada peningkatan keterampilan proses dan sikap ilmiah peserta didik. Perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian yang telah dilakukan adalah: a) LKPD yang akan diterapkan berorientasi isu-isu lingkungan; b) variabel terikat yang akan diterapkan adalah kemampuan berfikir kritis; c) dan materi yang digunakan adalah kimia hijau.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ikhwani (2021) dengan judul "Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis *Guided Inquiry*

pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA", hasilnya menunjukkan bahwa E-LKPD *guided inquiry* pada materi perubahan lingkungan efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis siswa kelas X SMA. Secara teoritis, E-LKPD dinyatakan layak dengan skor validitas 3,69 yang diinterpretasikan sangat valid. Sedangkan secara empiris, respon positif guru terhadap E-LKPD mencapai 97% dengan interpretasi sangat layak. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa E-LKPD *guided inquiry* pada materi perubahan lingkungan merupakan alat yang layak secara teoritis dan empiris untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Adapun perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian yang telah dilakukan adalah: a) LKPD yang diterapkan berorientasi isu-isu lingkungan dan b) tahapan yang akan dilakukan sampai pada uji efektifitas.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nurfitri, Mamin & Muhiddin (2021) yang berjudul "Pengaruh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Guided Discovery* Terhadap Keterampilan Proses Sains (KPS) dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas VIII", didapatkan hasil bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan LKPD berbasis *guided discovery* terhadap

peningkatan keterampilan proses sains dan hasil belajar IPA pada peserta didik kelas VIII di SMP Negeri 4 Makassar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterampilan proses sains peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol masih kurang dan tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Adapun perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian yang telah dilakukan adalah: a) orientasi dari LKPD yang digunakan adalah isu-isu lingkungan; b) variabel terikat yang akan diterapkan adalah kemampuan berfikir kritis dan c) materi yang diterapkan adalah kimia hijau.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yessi (2019) yang berjudul "Pembelajaran Asam Basa Menggunakan LKS Berbasis *Learning Cycle 7e* Berbantuan Weblog Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa", diperoleh bahwa keterampilan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan yang signifikan setelah menggunakan bahan ajar berupa LKS berbasis *learning cycle 7e* yang disajikan melalui weblog. Oleh karena itu, kesimpulan yang dapat diambil pada pembelajaran asam basa dengan pendekatan *learning cycle 7E* yang didukung oleh weblog dapat secara efektif melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Adapun perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan

penelitian yang telah dilakukan adalah: a) LKPD yang digunakan berorientasi dengan isu-isu lingkungan dan b) materi yang digunakan adalah materi kimia hijau.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rusly (2019) yang berjudul "Efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Contextual Teaching and Learning* untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit". Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis pendekatan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemahaman peserta didik terkait materi larutan elektrolit dan non elektrolit. Hasil analisis N-gain menunjukkan bahwa terjadi peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik sebesar 83,33%, dengan sebagian besar peserta didik mencapai kriteria tinggi, sementara 16,67% sisanya mencapai kriteria sedang pada tes keterampilan berpikir kritis. Selain itu, pada tes pengetahuan, 100% peserta didik berhasil mencapai nilai tuntas. Adapun perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian yang telah dilakukan adalah LKPD yang akan dibuat bermuatan isu-isu lingkungan dan materi yang diterapkan adalah kimia hijau.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai pembuatan LKPD, maka peneliti memberikan inovasi terhadap LKPD dengan berorientasi pada isu-isu lingkungan yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

C. Kerangka Berpikir

Analisis soal uji hasil belajar menunjukkan bahwa indikator kemampuan berpikir kritis belum secara eksplisit diintegrasikan dalam instrumen penilaian. Hasil belajar yang dicapai oleh peserta didik belum memberikan gambaran tentang kemampuan berpikir kritis. Penelitian ini sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi Kimia Hijau. Tindakan yang dilakukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis adalah menerapkan LKPD yang berorientasi isu lingkungan.

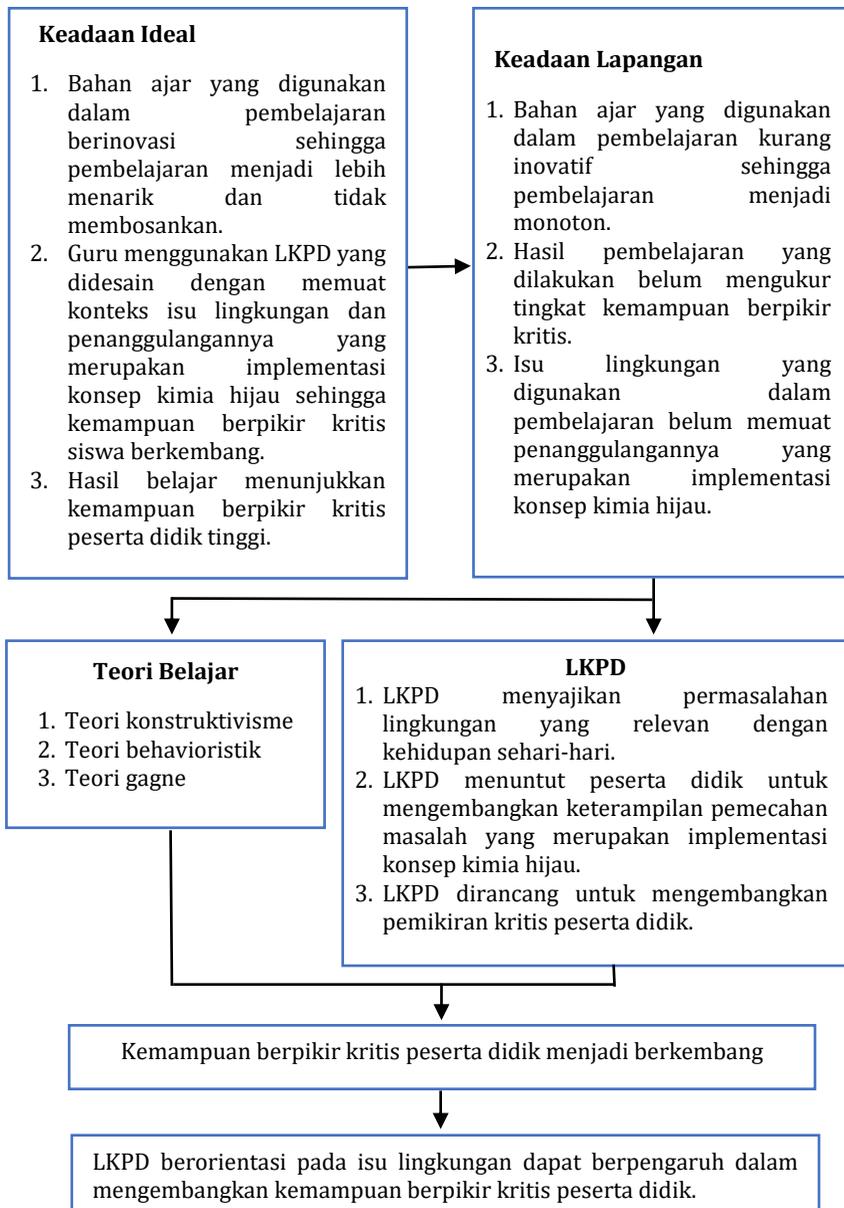
LKPD materi kimia hijau yang berorientasi pada isu lingkungan dirancang untuk mengembangkan pemahaman mendalam tentang masalah lingkungan dan penyelesaiannya. Isu lingkungan yang digunakan dalam pembelajaran sudah memuat penanggulangan dari permasalahan lingkungan yang merupakan implementasi konsep kimia hijau. Mengintegrasikan isu lingkungan ke dalam LKPD materi kimia hijau adalah langkah untuk

mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Penggunaan bahan ajar LKPD berorientasi isu lingkungan ini didukung oleh tiga teori belajar yaitu, teori konstruktivisme, teori behavioristik, dan teori gagne.

Diharapkan setelah pemberian perlakuan akan terdapat pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis pada materi kimia hijau. Kerangka berpikir dari penelitian ini disajikan pada Gambar 2.1.

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir yang telah dipaparkan, hipotesis penelitian ini adalah bahwa terdapat pengaruh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis dalam pemahaman materi kimia hijau.



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experiment*. Desain penelitian yang digunakan adalah *nonequivalent control group design*. Sebelum memberikan perlakuan kepada kedua kelompok penelitian, dilakukan uji *pre-test* sebagai langkah awal untuk mengumpulkan informasi mengenai pemahaman materi yang akan diimplementasikan. Seperti yang dijelaskan oleh Arikunto (2009) rancangan penelitian ini melibatkan dua kelompok subjek yang diberi tes awal (*pretest*) sebelum eksperimen dan tes akhir (*posttest*) setelah eksperimen. Tujuan dari tes awal adalah untuk mengukur pengetahuan peserta didik sebelum memulai pembelajaran kimia hijau.

Kelas eksperimen dalam penelitian ini menerapkan pembelajaran dengan menggunakan LKPD yang berfokus pada isu-isu lingkungan, sementara kelas kontrol mengadopsi model *Teacher Center Learning* (TCL) dengan metode ceramah. Tes yang diberikan sebelum dan sesudah perlakuan memiliki kesamaan. Rincian desain penelitian tercantum dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Kelompok	Data Awal	Perlakuan (X)	Data Akhir
Experiment	<i>Pre-test</i>	X ₁	<i>Post-test</i>
kontrol	<i>Pre-test</i>	X ₂	<i>Post-test</i>

(Arikunto, 2009)

Keterangan :

X₁ : Perlakuan terhadap kelas eksperimen dengan menerapkan LKPD berorientasi isu-isu lingkungan.

X₂ : Perlakuan terhadap kelas kontrol model *Teacher Center Learning* (TCL) dengan metode ceramah.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 7 Semarang yang beralamatkan di jalan Untung Surapati Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-September tahun 2023.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi adalah keseluruhan unit yang ingin digeneralisasi dalam penelitian. Unit populasi adalah subjek yang ingin diukur dan diteliti. Populasi mencakup kumpulan objek atau subjek yang memiliki

karakteristik tertentu, yang dipilih oleh peneliti untuk dianalisis dan kemudian diambil kesimpulannya. Populasi penelitian ini adalah peserta didik kelas X-1 hingga X-10 di SMAN 7 Semarang.

2. Sampel

Sampel merupakan bagian dari populasi yang memiliki jumlah dan karakteristik tertentu. Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel *cluster random sampling*, yaitu metode pengambilan sampel dengan populasi dibagi menjadi kelompok-kelompok yang disebut *cluster*, dan kemudian beberapa *cluster* dipilih secara acak untuk dijadikan sampel (Sugiyono, 2012). kelas yang diambil sebagai sampel adalah kelas X-5 sebagai kelas eksperimen dan X-6 sebagai kelas kontrol, dengan jumlah peserta didik sebanyak 36 dari setiap kelas. Evaluasi kemampuan di kedua kelas ini, yang diukur melalui Penilaian Akhir Semester (PAS), menunjukkan tingkat kemampuan yang relatif serupa. Proses pemilihan metode sampling ini juga didasarkan pada pertimbangan dari guru kimia yang mengajar di kelas X, yang telah memahami kemampuan peserta didiknya selama proses pembelajaran.

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel adalah suatu bagian dari penelitian yang dapat diukur atau diamati dan dapat berubah/ bervariasi

nilainya. Variabel dapat berupa kuantitatif (bernilai angka) atau kualitatif (berupa deskripsi atau kategori) dan dapat diukur dengan berbagai metode, seperti pengukuran, pengamatan, atau wawancara. Variabel digunakan dalam penelitian untuk mengukur hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya, untuk menemukan pola atau tren dalam data, dan untuk menguji hipotesis (Yuberti, 2017).

1. Variabel Bebas (X)

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi penyebab perubahan pada variabel terikat (Wina, 2013). Variabel terikat yang digunakan pada penelitian ini adalah LKPD yang berorientasi pada isu-isu lingkungan. LKPD ini adalah sebuah perangkat pembelajaran yang mengandung tugas-tugas yang dirancang untuk membantu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan memperoleh pemahaman tentang materi kimia hijau.

2. Variabel Terikat (Y)

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh adanya variabel *independent*, dan ditandai dengan simbol Y (Wina, 2013). Variabel

dependent yang digunakan dalam penelitian ini adalah kemampuan berpikir kritis (Y).

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Peneliti menggunakan beberapa teknik dalam pengumpulan data untuk memperoleh data pada penelitian yang akan dilakukan, diantaranya:

a. Tes

Sebelum memulai proses pembelajaran mengenai materi kimia hijau dengan menggunakan lembar kerja peserta didik yang berfokus pada isu lingkungan, langkah awal dilakukan dengan memberikan *pretest*. Tujuan dari *pretest* ini adalah untuk menilai kemampuan awal peserta didik. Selanjutnya, peneliti melanjutkan dengan proses pembelajaran menggunakan LKPD yang diarahkan pada isu lingkungan. Setelah melakukan pembelajaran menggunakan LKPD berorientasi isu lingkungan peneliti memberikan *posttest* tujuannya untuk mengetahui pengaruh penggunaan LKPD berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi kimia hijau.

b. Wawancara

Wawancara merupakan proses bertukar informasi dan gagasan melalui tanya jawab yang dilakukan dua orang atau lebih sehingga mampu dikontruksikan maksud dalam suatu topik tertentu. Objek yang akan digunakan dalam wawancara penelitian adalah pendidik dan peserta didik untuk mengetahui permasalahan serta kendala yang dialami pendidik maupun peserta didik dalam pembelajaran berlangsung.

c. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode yang dilakukan untuk melengkapi data pendukung yang relevan dalam sebuah penelitian. Data pelengkap yang dihasilkan dari metode dokumentasi antara lain: variabel berupa catatan, buku, surat, notulen dan sebagainya (Arikunto, 2009). Hal itu digunakan untuk mencari informasi tambahan tentang peserta didik yang menjadi populasi dan sampel penelitian.

2. Instrumen Pengumpulan Data

a. Soal Esai

Penentuan keberhasilan pembelajaran bisa dilihat melalui penggunaan tes, yang menjadikan jawaban tes sebagai dasar untuk mendapatkan skor.

Penelitian ini menggunakan metode tes yang terdiri dari dua bagian yaitu *pretest* dan *posttest*. *Pretest* adalah soal yang diberikan sebelum dilakukan perlakuan dan berupa soal esai sebanyak 7 butir mengenai materi kimia hijau. Sedangkan *posttest* adalah soal yang diberikan setelah dilakukan perlakuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berfikir kritis peserta didik. Skor dari hasil tes *post-test* digunakan sebagai nilai akhir. Soal *post-test* yang diberikan sama seperti soal *pre-test*.

b. Lembar Observasi

Observasi dalam penelitian berfungsi sebagai alat evaluasi untuk menilai sejauh mana kesesuaian antara prosedur penelitian dan kegiatan pembelajaran yang diimplementasikan. Teknik observasi ini menjadi sarana untuk mengamati kesesuaian kegiatan guru dan peserta didik selama dengan indikator yang telah ditetapkan pada lembar observasi. Teknik observasi yang dilakukan adalah mengamati dinamika interaksi antara pendidik dan peserta didik, serta melihat bagaimana konsep pembelajaran diaplikasikan dalam kelas.

c. Dokumentasi

Dokumentasi adalah metode yang diterapkan untuk mengamati dokumen kondisi guru, peserta didik, dokumen yang digunakan dalam pembelajaran, termasuk fasilitas dan infrastruktur yang dimiliki oleh SMAN 7 Semarang. Tujuan dari penggunaan dokumentasi ini adalah untuk memperkuat data yang dikumpulkan selama penelitian di lokasi tersebut.

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Salah satu langkah yang diambil untuk menghasilkan instrumen yang efektif adalah melalui uji coba instrumen, yang bertujuan untuk mengevaluasi apakah instrumen tersebut layak digunakan dalam penelitian. Analisis butir soal merupakan teknik analisis untuk mengetahui kelayakan instrum butir soal. Analisis butir soal meliputi:

1. Validitas Tes

a. Validitas Ahli

Sebelum menguji coba soal tes di kelas, langkah pertama yang harus dilakukan adalah validasi oleh ahli. Validasi oleh ahli menjadi langkah awal untuk memastikan bahwa soal tes yang akan diujicobakan di kelas telah disusun dengan baik dan memenuhi standar Validasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa soal-soal yang telah disusun memenuhi kriteria-kriteria

yang telah ditetapkan sebagai syarat validitas soal. Jumlah soal yang divalidasi oleh ahli sebanyak 15 butir, dengan format esai.

Ahli akan memberikan penilaian terhadap instrumen tes berdasarkan kriteria yang meliputi nilai instrumen yang cukup, baik, dan sangat baik. Jika terdapat soal yang dinilai masih cukup, maka dilakukan perbaikan untuk meningkatkan kualitasnya. Adapun dasar pengambilan keputusan dalam validitas ahli terdapat pada Tabel 3.2. Rumus perhitungan dari validitas ahli terdapat pada persamaan 3.1.

$$X = \frac{\Sigma X}{n} \quad (3.1)$$

X = rata rata skor penilaian

ΣX = jumlah skor penilaian ahli

n = jumlah indikator penilaian

Tabel 3.2 Validitas Ahli

Skor Rata-Rata Penilaian	Kriteria Penilaian
$3 \leq X \leq 4$	Valid
$2 \leq X \leq 3$	Cukup Valid
$1 \leq X \leq 2$	Kurang Valid
$0 \leq X \leq 1$	Tidak Valid

(Arikunto, 2009)

b. Validitas Butir Soal

Pengukuran seberapa akurat alat ukur dalam mengukur isi yang sebenarnya, digunakan uji validitas. Uji validitas penelitian ini diujicobakan pada 32 peserta didik di kelas X dengan taraf signifikan 5%. Uji validitas dilakukan untuk menganalisis validitas masing-masing unit soal tes dan setiap pernyataan butir soal menggunakan rumus *person product moment* (Sugiyono, 2013). Rumus yang digunakan untuk menghitung uji validitas butir soal dengan melihat harga r pada persamaan 3.2.

$$r_{xy} = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{(N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)(N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}} \quad (3.2)$$

Keterangan:

- r = Koefisien korelasi pearson
- ΣXY = Jumlah hasil kali skor X dan Y
- ΣX = Jumlah skor X
- ΣY = Jumlah skor Y
- ΣX^2 = Jumlah kuadrat skor X
- ΣY^2 = Jumlah kuadrat skor Y
- N = Jumlah peserta

Analisis yang diterapkan adalah dengan melakukan perbandingan antara nilai koefisien korelasi product moment yang dihitung dengan mengacu pada

rumus $r_{hitung} > r_{tabel}$, pada tingkat signifikansi 5% dengan nilai $\alpha = 0,05$ (Muhidin, Ali & Abdurahman, 2017). Jika hasil perhitungan menggunakan perangkat lunak statistik SPSS menunjukkan bahwa nilai r_{hitung} lebih besar dibanding r_{tabel} , maka data dianggap valid. Sebaliknya, jika nilai r_{hitung} lebih kecil daripada r_{tabel} , maka data dianggap tidak valid.

2. Reliabilitas Butir Soal

Reliabel dan kevalidan menjadi syarat utama instrument soal untuk dapat dikatakan layak. Kualitas reliabel yang tinggi dari suatu instrument tes dapat menunjukkan kestabilan (tetap) hasil tes walaupun diujikan dalam waktu yang berbeda dan responden yang sama (Arikunto, 2009). Reliabilitas suatu tes dapat diukur menggunakan perhitungan teknik *Alfa Cronbach*. Teknik *Alfa Cronbach* memiliki kriteria yang skor 1 atau bukan 0 dalam mencari reliabilitas instrumen tes. Rumus reliabilitas *Alfa Cronbach* dapat dilihat pada persamaan 3.3.

$$r_i = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma_t^2}{\sigma_i^2} \right\} \quad (3.3)$$

Keterangan :

r_i = nilai reliabilitas

k = mean kuadrat antara subjek

$\Sigma\sigma_t^2$ = varians skor tiap butir soal

σ_t^2 = varian skor total

Hasil uji reliabilitas kemudian dapat dibandingkan dengan tabel rentang nilai *Alfa Cronbach* yang disajikan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kriteria Reliabilitas Soal

Koefisien Reliabilitas	Kriteria
$0,80 \leq r \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 \leq r \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r \leq 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r \leq 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r \leq 0,20$	Sangat Rendah

(Arikunto, 2009)

3. Uji Tingkat Daya Beda Soal

Suatu butir soal memiliki kemampuan daya pembeda (DB) untuk memisahkan tingkat pengetahuan antara peserta didik yang memiliki pemahaman materi yang baik dengan peserta didik yang kurang atau tidak menguasai materi. Indeks pembeda butir soal dapat mempengaruhi tinggi rendahnya angka daya pembeda. Persamaan 3.4 dapat digunakan untuk menentukan nilai daya beda sebuah butir soal (Anas, 2006).

$$DP = \frac{\bar{X}_{KA} - \bar{X}_{KB}}{\text{Skor maks}} \quad (3.4)$$

Keterangan :

DP = daya pembeda

$\bar{X}KA$ = rata-rata kelompok atas

$\bar{X}KB$ = rata-rata kelompok bawah

Skor maks = skor maksimal

Hasil perhitungan kemudian dapat diklasifikasikan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kriteria Daya Beda Butir Soal

Rentang Daya Beda	Kriteria
$0,40 \leq DB \leq 1,00$	Soal diterima dengan baik
$0,30 \leq DB \leq 0,39$	Soal diterima, tetapi diperbaiki
$0,20 \leq DB \leq 0,29$	Soal diperbaiki
$0,00 \leq DB \leq 0,19$	Soal tidak dipakai

(Anas, 2006)

4. Uji Tingkat Kesukaran Butir Soal

Taraf kesukaran dari butir soal dapat dilihat dari proporsi dan variasi, yakni tidak begitu mudah dan tidak begitu sulit. Taraf kesukaran butir soal berpengaruh terhadap jawaban peserta didik pada tingkat kemampuan tertentu. Uji tingkat kesukaran butir soal memiliki indeks kesukaran (*difficulty index*) untuk menentukan mudah sukarnya butir soal (Arifin, 2009). Persamaan 3.6 digunakan untuk menentukan tingkat kesukaran butir soal adalah sebagai berikut:

$$Mean = \frac{\text{Jumlah skor peserta didik tiap butir soal}}{\text{Jumlah peserta didik}} \quad (3.5)$$

$$TK = \frac{Mean}{\text{Skor maksimum yang ditetapkan}} \quad (3.6)$$

Keterangan :

TK = tingkat kesukaran

Mean = rata-rata skor

Semakin sedikit peserta didik dapat menjawab soal dengan benar, semakin sulit soal tersebut dan sebaliknya. Kriteria indeks kesukaran butir soal disajikan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.5 Kriteria Kesukaran Butir Soal

Rentang Indeks Kesukaran	Kriteria
$0,00 \leq TK \leq 0,30$	Sukar
$0,30 \leq TK \leq 0,70$	Sedang
$0,70 \leq TK \leq 1,00$	Mudah

(Arifin, 2009)

G. Teknik Analisis Data

1. Uji Prasyarat

Sebelum melakukan analisis hipotesis, langkah awal yang diambil adalah menguji prasyarat dengan memeriksa hasil distribusi data sampel penelitian.

a. Uji Normalitas

Pengujian normalitas memiliki tujuan untuk menilai apakah data yang sedang diuji mengikuti

distribusi normal atau tidak. Salah satu metode analisis yang dapat diterapkan dalam uji normalitas adalah uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji *Kolmogorov-Smirnov* menjadi alat statistik yang berguna untuk memeriksa kesamaan distribusi antara dua kelompok data atau menentukan apakah suatu kelompok data mengikuti distribusi tertentu (Pratama, 2017). Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji *One-Sample Kolmogorov-Smirnov* dengan berbantuan perangkat lunak statistik SPSS. Rumusan hipotesis uji normalitas dapat dirumuskan sebagai berikut:

H_a : Sebaran data tidak berdistribusi secara normal.

H_0 : Sebaran data berdistribusi secara normal.

Landasan pengambilan keputusan uji normalitas, acuan dasarnya adalah apabila nilai signifikansi $> 0,05$, maka data dianggap memiliki distribusi normal. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi $< 0,05$, maka data dianggap tidak memiliki distribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dalam penelitian ini dengan menggunakan perangkat lunak SPSS. Pengujian hipotesis bertujuan untuk menganalisis

apakah data yang diambil memiliki varians yang sama atau tidak. Uji homogenitas varians dilakukan dengan menggunakan uji F max karena kelompok yang dibandingkan memiliki jumlah sampel yang sama. Homogenitas varians di uji menggunakan rumus pada persamaan 3.7.

$$F = \frac{\text{varians terbesar}}{\text{varians terkecil}} \quad (3.7)$$

Keputusan uji homogenitas dapat diambil berdasarkan nilai signifikansi. Jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka data dianggap homogen. Namun, jika nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka data dianggap tidak homogen.

2. Uji Hipotesis

Metode pengujian hipotesis yang diterapkan dalam penelitian ini adalah uji parsial, yang sering juga disebut sebagai uji-t. Metode analisis uji-t yang digunakan untuk mengkaji hipotesis dari penggunaan LKPD berorientasi isu lingkungan adalah *Independent Sample T Test*. Uji *T Independent* merupakan alat statistik yang digunakan untuk membandingkan apakah terdapat perbedaan signifikan dalam rerata antara dua kelompok yang tidak terkait satu sama lain, yang diukur dengan skala data interval atau rasio (Wina, 2013). Dasar pengambilan putusan untuk mengetahui

pengaruh LKPD berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis pada uji ini adalah sebagai berikut:

1. Jika nilai signifikan $> 0,05$ maka tidak terdapat pengaruh LKPD berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis.
2. Jika nilai signifikan < 0.05 maka terdapat pengaruh LKPD berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis.

Analisis *Independent Sample T Test* digunakan dengan bantuan aplikasi SPSS. Rumus yang digunakan untuk menghitung *Independent Sample T Test* terdapat pada persamaan 3.8.

$$t_{hitung} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}} \quad (3.8)$$

Keterangan :

X_1 = rata-rata nilai kelompok 1

X_2 = rata-rata nilai kelompok 2

n_1 = jumlah kasus/subjek kelompok 1

n_2 = adalah jumlah kasus/subjek kelompok 2

S_1 = adalah variance skor kelompok 1

S_2 = adalah variance skor kelompok 2

3. Uji *Effect Size*

Penggunaan *effect size* dalam penelitian ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana dampak dari penerapan lembar kerja peserta didik berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Effect size* dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus Cohen's (Cohen, Manion, & Morrison, 2018). Rumus untuk menghitung *effect size* digunakan rumus pada persamaan 3.9.

$$ES = \frac{M_e - M_c}{SD} \quad (3.9)$$

Keterangan

ES : nilai *effect size*

M_e : nilai rata-rata kelas eksperimen

M_c : nilai rata-rata kelas kontrol

SD : nilai *pooled standard deviation*

$$SD \text{ pooled} = \sqrt{\frac{(N_E - 1)SD_E^2 + (N_C - 1)SD_C^2}{N_E + N_C - 2}}$$

Keterangan

SD *pooled* : Nilai *pooled standard deviation*

N_E : Jumlah siswa kelas eksperimen

N_C : Jumlah siswa kelas kontrol

SDE : Standar deviasi kelas eksperimen

SDC : Standar deviasi kelas kontrol

Kriteria dalam menentukan besar *effect size* dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Kategori *Effect size*

Cohen's Standard	<i>Effect Size</i>	Presentase
	2,0	97,7
	1,9	97,1
	1,8	96,4
	1,7	95,5
	1,6	94,5
	1,5	93,3
Tinggi	1,4	91,9
	1,3	90
	1,2	88
	1,1	86
	1,0	84
	0,9	82
	0,8	79
	0,7	76
Sedang	0,6	73
	0,5	69
	0,4	66
Rendah	0,3	62
	0,2	58
	0,1	54
	0,0	50

(Cohen, Manion, & Morrison, 2018)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

1. Deskripsi Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di SMA Negeri 7 Semarang, yang beralamatkan di Jalan Untung Suropati, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah. SMA Negeri 7 Semarang didirikan sejak tahun 1977 berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor: 0435/O/1977 tanggal 1 April 1977. Sekolah ini telah berhasil meraih akreditasi dengan kategori A. Adapun kurikulum yang diterapkan di SMA Negeri 7 meliputi Kurikulum Merdeka untuk kelas X dan XI, sedangkan kurikulum 2013 diterapkan untuk kelas XII.

2. Deskripsi Data Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif dengan metode *quasi experiment*. Data penelitian didapatkan melalui teknik *cluster random sampling* pada dua kelas sampel yang didasarkan dari pertimbangan kebutuhan data dan masukan dari pendidik kimia kelas X. Kelas yang dijadikan sebagai kelompok kontrol adalah kelas X-6, sementara kelas X-5

sebagai kelompok. Jumlah peserta didik pada masing-masing kelas penelitian adalah sebanyak 36 peserta didik, dengan total populasi di semua kelas X-1 hingga X-10 adalah 360 peserta didik.

Kelas eksperimen akan menerima perlakuan dalam bentuk penggunaan LKPD berorientasi isu-isu lingkungan, sedangkan kelas kontrol akan menjalani pembelajaran model TCL (*Teacher Center Learning*) dengan metode ceramah. Materi yang dipelajari dalam penelitian ini adalah kimia hijau, yang merupakan bagian dari materi bab ke-2 dalam mata pelajaran kimia kelas X semester 1 di SMAN 7 Semarang pada tahun pelajaran 2023/2024. Jumlah waktu pembelajaran untuk kelas X SMAN 7 Semarang sebanyak tiga jam pelajaran setiap minggu.

Kelas penelitian akan mendapatkan tes yang terdiri dari *pre-test* dan *post-test* untuk mengevaluasi pengaruh dari penerapan lembar kerja peserta didik yang berorientasi pada isu-isu lingkungan. Soal ujian tersebut telah melalui proses validasi oleh dosen ahli dan uji coba sebelum diterapkan di dalam kelas penelitian. Instrumen *pre-test* dan *post-test* yang diberikan kepada sampel penelitian memiliki kesamaan dalam konten dan tingkat kesulitan.

3. Hasil Uji Coba Instrumen

d. Hasil Validitas Instrumen Tes Oleh Ahli

Uji validitas butir soal dilakukan terlebih dahulu sebelum digunakan dalam mengukur kemampuan berpikir kritis. Tujuan dari uji validitas butir soal adalah untuk menilai sejauh mana suatu pertanyaan atau pernyataan dalam instrumen dapat mengukur aspek atau kemampuan yang seharusnya diukur oleh tes atau instrumen tersebut. Proses uji validitas butir soal diperlukan untuk memastikan bahwa setiap pertanyaan dalam instrumen memiliki kemampuan yang akurat dan konsisten dalam mengukur hal yang diharapkan. Instrumen tersebut telah melalui tahap validasi oleh para ahli yang memiliki kompetensi dalam bidangnya. Hasil penilaian oleh para ahli terhadap instrumen tes disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Validitas Ahli

Nomor soal	Skor Soal	Keterangan
1	3,5	Valid
2	3,4	Valid
3	3,7	Valid
4	3,7	Valid
5	3,6	Valid
6	3,5	Valid
7	3,5	Valid
8	3,6	Valid

Nomor soal	Skor Soal	Keterangan
9	3,6	Valid
10	3,4	Valid
11	3,2	Valid
12	3,5	Valid
13	3,5	Valid
14	3,7	Valid
15	3,7	Valid

Hasil dari validasi butir soal kepada ahli menunjukkan bahwa instrumen tersebut layak valid. Jumlah butir Instrumen berpikir kritis pada proses validasi ahli terdiri dari 15 soal. Proses validasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap butir soal dalam instrumen dapat mengukur kemampuan berpikir kritis.

e. Validitas Butir Tes

Perhitungan validitas butir tes dilakukan setelah melakukan uji coba soal. Jumlah soal yang telah melewati tahap uji validitas ahli (keabsahan) sebanyak 15 soal. Selama tahap uji coba, sebanyak 5 soal tidak dimasukkan dalam tahap uji coba karena terdeteksi adanya kemiripan yang dominan antar soal, khususnya pada aspek bentuk atau jenis pertanyaan, dengan perbedaan hanya terletak pada objek pertanyaan masing-masing. Hal ini dilakukan untuk memastikan variasi yang memadai dalam uji coba,

serta menghindari adanya unsur repetitif yang dapat memengaruhi hasil evaluasi secara objektif.

Sebanyak 32 peserta didik yang telah mendapatkan materi kimia hijau diberi 10 butir soal. Validitas suatu soal dianggap terpenuhi jika skor yang dihitung (r_{hitung}) lebih besar atau sama dengan skor tabel (r_{tabel}) pada tingkat signifikansi 0.05 atau probabilitas 5%. Sebaliknya, jika r_{hitung} kurang dari r_{tabel} , maka soal tersebut dianggap tidak valid dan perlu dipertimbangkan untuk dihilangkan (Sugiyono, 2013).

Hasil perhitungan validitas menggunakan perhitungan *Pearson Product Moment* dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 22 menunjukkan bahwa dari 10 soal yang diuji, sebanyak 7 soal telah terbukti valid. Nilai r_{hitung} pada 7 soal ini lebih besar daripada r_{tabel} , sebagai penegasan validitas terhadap soal tersebut. Hasil analisis validitas soal disajikan secara rinci pada lampiran 13. Hasil analisis validitas ini sangat penting dalam memastikan bahwa soal-soal yang digunakan dapat mengukur dengan akurat kemampuan berpikir kritis. Detail dari 7 soal yang telah terindeks valid disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Validitas Soal

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

f. Reliabilitas Tes

Uji reliabilitas dilakukan dengan bantuan SPSS versi 22, didapatkan nilai reliabilitas butir soal secara keseluruhan adalah sebesar 0,710. Instrumen tes dianggap reliabel apabila hasil perhitungan nilai r_{hitung} melebihi angka 0,60. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa soal yang telah diuji coba memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi (Dewi & Sudaryanto, 2020).

Hasil uji reliabilitas ini memastikan bahwa instrumen tes yang digunakan dapat memberikan hasil yang akurat dalam mengukur kemampuan berpikir kritis. Hasil uji reliabilitas butir soal disajikan secara lebih rinci pada Lampiran 14. Hasil uji reliabilitas yang diperoleh telah memenuhi standar yang ditetapkan, sehingga instrumen tes tersebut dapat dianggap efektif dalam mengukur kemampuan berpikir kritis.

Tabel 4.3 Reliabilitas Soal

Nomor Soal	Cronbach's Alpha if Item Deleted	Kategori
1	0,634	Tinggi
2	0,690	Tinggi
3	0,762	Tinggi
4	0,633	Tinggi
5	0,665	Tinggi
6	0,664	Tinggi
7	0,647	Tinggi
8	0,681	Tinggi
9	0,741	Tinggi
10	0,713	Tinggi

g. Tingkat Kesukaran Tes

Uji Tingkat Kesukaran Butir Soal (*difficulty index* atau *item difficulty*) adalah untuk mengevaluasi tingkat kesulitan suatu instrumen tes. Uji tingkat kesukaran butir soal sangat penting dalam memastikan bahwa tes memiliki kualitas yang baik, dapat memberikan hasil yang akurat terhadap pencapaian peserta didik, dan dapat membantu pengambilan keputusan yang tepat.

Hasil perhitungan tingkat kesukaran tes dengan menggunakan analisis statistik melalui SPSS versi 22 mengindikasikan bahwa soal-soal tes yang digunakan dalam uji coba memiliki tingkat kesukaran yang sukar. Hasil analisis tingkat kesukaran ini terlampir secara rinci pada Lampiran 16. Dari analisis tersebut, telah

diinterpretasikan jumlah soal yang dapat diklasifikasikan berdasarkan kategori indeks kesukaran. Detail hasil analisis tingkat kesukaran soal disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tingkat Kesukaran Soal

Kriteria	Nomor Soal	Jumlah
Sukar	1,2,4,5,6,7,8	7
Sedang	3,9,10	3
Mudah	-	-

h. Daya Pembeda Tes

Uji Tingkat Daya Beda Soal bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas suatu pertanyaan dalam mengukur perbedaan kemampuan peserta didik dalam menjawab soal. Secara sederhana, tujuan uji ini adalah untuk menilai sejauh mana sebuah pertanyaan mampu membandingkan peserta didik yang mempunyai kemampuan berpikir kritis tinggi dengan yang memiliki kemampuan berpikir kritis rendah.

Berdasarkan hasil analisis daya pembeda yang telah dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 22, dapat disimpulkan bahwa daya pembeda dari berbagai soal memiliki variasi yang beragam. Hasil analisis daya pembeda soal disajikan dalam Lampiran

15. Berdasarkan hasil uji daya beda ini, telah dilakukan interpretasi jumlah soal yang dapat diklasifikasikan berdasarkan kategori indeks daya beda. Hasil uji daya beda soal disajikan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Daya Beda Soal

Nomor Soal	Keterangan
1,4,5,6,7,8	Soal diterima dengan baik
2	Soal diterima, tetapi diperbaiki
3,9,10	Soal tidak dipakai

i. Data Soal yang Layak Digunakan

Jumlah soal yang dinyatakan layak digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis adalah sebanyak 7 soal. Soal yang didapatkan sudah akurat untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik dikarenakan telah memenuhi uji validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran. Soal yang didapatkan akan diaplikasikan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis. Detail soal yang layak digunakan terdapat pada Tabel 4.6. Data lengkap mengenai soal yang digunakan terdapat pada Lampiran 17.

Tabel 4.6 Soal Digunakan sebagai Instrumen Tes

Nomor Soal	Kriteria				Keterangan
	Valid	Reliabel	DB	TK	
1	Valid	Tinggi	Baik	Sukar	Digunakan
2	Valid	Tinggi	Baik	Sukar	Digunakan
3	Tidak Valid	Tinggi	Buruk	Sedang	Tidak Digunakan
4	Valid	Tinggi	Baik	Sukar	Digunakan
5	Valid	Tinggi	Baik	Sukar	Digunakan
6	Valid	Tinggi	Baik	Sukar	Digunakan
7	Valid	Tinggi	Baik	Sukar	Digunakan
8	Valid	Tinggi	Baik	Sukar	Digunakan
9	Tidak Valid	Tinggi	Buruk	Sedang	Tidak Digunakan
10	Tidak Valid	Tinggi	Buruk	Sedang	Tidak Digunakan

Keterangan:

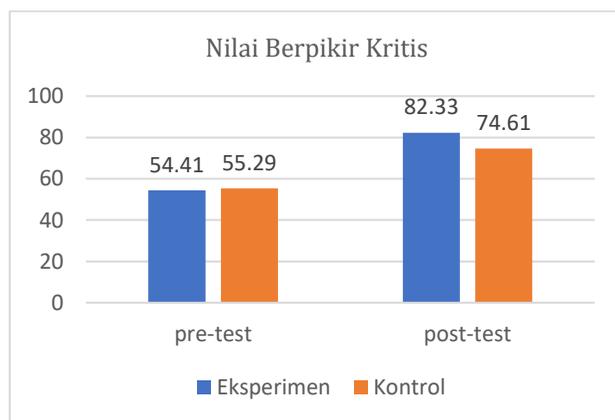
DB : Daya Beda

TK : Tingkat Kesukaran

4. Data Hasil Penelitian

Perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* pada sampel penelitian digunakan untuk mengevaluasi kemampuan berpikir kritis. Soal *pre-test* dan *post-test* merupakan soal yang sama, yaitu sebanyak 7 butir soal yang telah terbukti valid. Analisis statistik deskriptif mengenai kemampuan berpikir kritis ini terlampir secara lengkap dalam Lampiran 16.

Hasil analisis deskriptif nilai kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas penelitian menunjukkan bahwa pada *pre-test*, rata-rata nilai kelas eksperimen sebanyak 54,41 sedangkan untuk kelas kontrol sebanyak 55,29. Hasil rata-rata *post-test* pada kelas eksperimen mencapai 82,33, sementara kelas kontrol mencapai 74,61. Perbandingan nilai rata-rata hasil kemampuan berpikir kritis sebelum dan setelah perlakuan secara keseluruhan dapat dilihat dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Nilai Kemampuan Berpikir Kritis

Hasil kemampuan berpikir kritis yang didapatkan memberikan gambaran yang jelas mengenai peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah dilakukan perlakuan. Data ini dapat digunakan untuk

mengukur pengaruh dari penerapan LKPD berorientasi isu lingkungan yang diterapkan dalam penelitian ini terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada kelas eksperimen.

5. Prasyarat Uji Hipotesis

a. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui data yang didapatkan berdistribusi normal atau tidak. Uji Kolmogorov-Smirnov merupakan pendekatan statistik yang diterapkan untuk uji normalitas pada penelitian ini. Verifikasi normalitas diperlukan sebagai prasyarat untuk melaksanakan uji parametrik. Uji parametrik yang digunakan adalah uji sampel independent. Sebaran data yang didapatkan melalui perhitungan statistik dengan bantuan SPSS versi 22 menunjukkan bahwa data berdistribusi normal, dengan landasan pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

H_a : hasil kemampuan berpikir kritis tidak berdistribusi normal jika nilai signifikansi $< 0,05$.

H_0 : hasil kemampuan berpikir kritis berdistribusi normal jika nilai signifikansi $> 0,05$

Pengujian normalitas data hasil kemampuan berpikir kritis menunjukkan data berdistribusi normal pada kelompok kelas eksperimen dan kontrol. Hal ini

dibuktikan dengan nilai signifikansi kemampuan berpikir kritis yang diperoleh $> 0,05$. Nilai signifikansi dari hasil *pre-test* dan *post-test* berturut-turut adalah 0,096 dan 0,095, sementara nilai signifikansi dari hasil *pre-test* dan *post-test* untuk kelas kontrol masing-masing adalah 0,200 dan 0,091. Informasi lengkap mengenai uji normalitas pada kemampuan berpikir kritis dapat ditemukan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Normalitas Kemampuan Berpikir Kritis

Kelas	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
Kontrol	0.200	0.091
Eksperimen	0.096	0.095

Merujuk pada Tabel 4.7, kesimpulan yang didapatkan mengenai data hasil kemampuan berpikir kritis menunjukkan distribusi yang bersifat normal. Informasi rinci terkait analisis uji normalitas kemampuan berpikir kritis melalui perangkat lunak SPSS versi 22 dapat ditemukan pada Lampiran 19.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilaksanakan untuk mengevaluasi keberadaan perbedaan variansi antara dua distribusi atau lebih. Uji homogenitas yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan metode F

max. Berdasarkan hasil pengujian homogenitas pada sampel penelitian, dapat disimpulkan bahwa sebaran data bersifat homogen. Keputusan ini diambil dengan merujuk pada kriteria pengambilan keputusan yang telah ditetapkan sebagai berikut:

- 1) Sebaran data kemampuan berpikir kritis homogen jika nilai signifikansi $> 0,05$
- 2) Sebaran data kemampuan berpikir kritis tidak homogen jika nilai signifikansi $< 0,05$.

Signifikansi yang didapatkan melalui perhitungan statistik menggunakan SPSS versi 22 menunjukkan masing-masing nilai *post-test* adalah 0,876. Nilai signifikansi hasil uji homogenitas $> 0,05$. Menurut pedoman pengambilan keputusan uji homogenitas, apabila nilai signifikansi $> 0,05$, maka diperoleh data hasil kemampuan berpikir kritis berasal dari varians yang homogen. Rincian hasil uji homogenitas dengan bantuan SPSS versi 22 disajikan pada lampiran 20. Setelah didapatkan bahwa data berdistribusi normal dan homogen, maka dapat dilanjutkan dengan uji hipotesis. Informasi detail mengenai hasil uji homogenitas kemampuan berpikir kritis terdapat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Homogenitas Kemampuan Berpikir kritis

Homogenitas Kemampuan Berpikir Kritis
<i>Post-test</i>
0,88

B. Hasil Uji Hipotesis

1. Uji Hipotesis

Tujuan dari uji hipotesis adalah untuk mengambil keputusan atau membuat inferensi mengenai parameter populasi berdasarkan sampel data yang diambil. Proses pengujian hipotesis dilakukan setelah mengetahui bahwa data yang diperoleh pada kelas penelitian memiliki distribusi normal dan homogen. Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji *independent sample t-test* dengan menggunakan SPSS versi 22.

Hasil uji *independent sample t-test*, didapatkan nilai uji-t (2-tailed) adalah 0,001. Nilai ini lebih kecil dari tingkat signifikansi 0,05, sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.6. Interpretasi hasil dilakukan dengan merujuk pada pedoman pengambilan keputusan hipotesis, apabila didapatkan hasil perhitungan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka H_0 (hipotesis nol) diterima dan H_a (hipotesis alternatif) ditolak (artinya tidak terdapat pengaruh). Sebaliknya, apabila

didapatkan hasil perhitungan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_a diterima (artinya terdapat adanya pengaruh). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pengujian hipotesis dalam penelitian ini menerima hipotesis H_a karena nilai signifikansi hasil uji $< 0,05$. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa implementasi LKPD berorientasi isu lingkungan memiliki pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis pada kelas penelitian. Detail mengenai hasil pengujian hipotesis kemampuan berpikir kritis melalui SPSS versi 22 disajikan pada Lampiran 21.

Tabel 4.9 Uji-t Kemampuan Berpikir Kritis

Independent Sample t Test		
	Lavene's Test for Equality of Variances	
	df	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	70	0.001
Equal variances not assumed	69.994	0.001

2. Hasil Uji *Effect Size*

Effect Size adalah ukuran statistik yang menggambarkan seberapa besar perbedaan atau hubungan yang signifikan antara dua kelompok dalam

penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengevaluasi sejauh mana peningkatan dari kemampuan berpikir kritis sebelum dan setelah penerapan lembar kerja peserta didik yang berorientasi pada isu-isu lingkungan. Hasil uji *effect size* yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 0,801 menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis tersebut dapat dikategorikan memiliki efek tinggi. Detail mengenai pengujian *effect size* hasil kemampuan berpikir kritis disajikan pada Lampiran 22.

Tabel 4.10 Hasil Uji *Effect Size*

	Eksperimen	Kontrol
Standar Deviasi	9.58821	9.67891
Standar <i>Deviasi Pooled</i>	9.633	
<i>Effect Size</i>	0.801	
Persentase	79%	

C. Pembahasan

Mengacu pada perkembangan pendidikan nasional, penting bagi pendidik untuk senantiasa memberikan inovasi dalam pengembangan bahan ajar. Pengembangan bahan ajar yang berfokus pada isu-isu lingkungan merupakan langkah yang bijak. Isu-isu lingkungan adalah topik yang semakin mendesak dalam era modern ini, dan

memiliki dampak besar pada kehidupan. Dengan memasukkan isu-isu lingkungan ke dalam bahan ajar yang dalam penelitian ini menggunakan LKPD, pendidik tidak hanya memberikan pengetahuan, tetapi juga memberikan kesadaran dalam menjaga lingkungan.

Materi kimia hijau memiliki relevansi dengan isu-isu lingkungan dan keberlanjutan. Ketika, peserta didik belajar tentang konsep-konsep kimia hijau, secara alamiah peserta didik terlibat dalam pemikiran kritis tentang dampak lingkungan dan cara-cara untuk mengatasi dampak negatifnya. Permasalahan yang disajikan pada LKPD juga nyata, sehingga memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk menerapkan pengetahuan yang dimiliki dalam konteks nyata, yang dapat mendorong pemikiran kritis. Pada penelitian yang dilakukan memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh dan efektivitas dari penerapan bahan ajar berupa LKPD berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis pada materi kimia hijau.

Tahapan awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan penentuan lokasi dan waktu penelitian. Adapun *timeline* dari penelitian ini dilakukan dari bulan Agustus hingga bulan September. Lokasi yang dijadikan penelitian ini adalah SMAN 7 Semarang. Alasan penelitian

dilakukan di SMAN 7 Semarang dikarenakan hasil pembelajaran yang dilakukan belum menunjukkan tingkat kemampuan berpikir kritis dan juga penggunaan LKPD yang memuat isu lingkungan dalam pembelajaran belum mengajarkan penanggulangnya sebagai implementasi konsep kimia hijau.

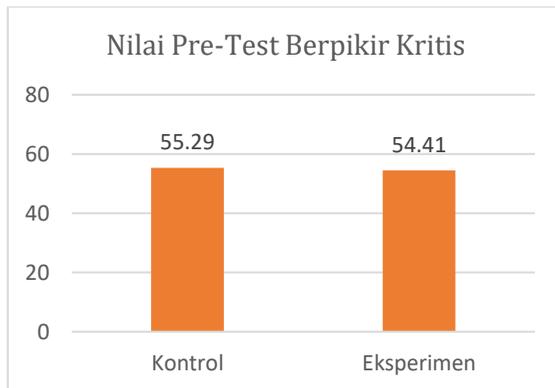
Sebelum melakukan penelitian, peneliti melakukan persiapan dengan menyusun beberapa dokumen yang diperlukan selama penelitian. Dokumen-dokumen tersebut melibatkan modul ajar yang berisi lembar kerja peserta didik berorientasi isu lingkungan, kisi-kisi instrumen tes, dan instrumen tes. Sebelum instrumen tes digunakan dalam mengukur kemampuan berpikir kritis, terlebih dahulu dilakukan tahap validasi oleh dosen ahli. Validasi dilakukan terhadap aspek materi, konstruksi soal, dan kebahasaan yang digunakan dalam instrumen tes. Hasil validasi menyatakan bahwa secara keseluruhan soal valid secara keabsahan sebagaimana terdapat pada Tabel 4.1. Instrumen tes dapat digunakan setelah melewati tahap uji coba.

Uji coba diberikan kepada peserta didik kelas XI-1 di SMAN 7 Semarang sebanyak 32 responden dengan jumlah soal sebanyak 10 butir. Data hasil uji coba yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan bantuan perangkat

lunak statistik SPSS versi 22. Hasil uji validitas, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran dari 10 soal menunjukkan bahwa 7 soal layak digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik. Soal tersebut disajikan pada Lampiran 6.

Acuan indikator kemampuan berpikir kritis pada instrumen tes yang digunakan adalah menurut Ennis yang dirangkum menjadi 5 indikator yang dan semuanya digunakan. Berdasarkan Lampiran 5, indikator soal pertama fokus pada kemampuan merumuskan pokok-pokok permasalahan, sedangkan soal kedua dan ketiga fokus pada kemampuan memilih argumen logis, relevan, dan akurat. Soal keempat menilai kemampuan mengungkap fakta yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah, serta menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai keputusan. Selanjutnya, indikator soal kelima adalah mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan, sementara soal keenam indikatornya adalah kemampuan menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil, dan soal ketujuh fokus pada kemampuan mendeteksi bias dari sudut pandang yang berbeda serta mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil.

Setelah didapatkan soal untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dilakukan pemilihan kelas penelitian. Pemilihan kelas merupakan tahap paling awal yang dilakukan dalam penelitian ini. Sampel penelitian dipilih secara *cluster random* pada dua kelas, yakni kelas X-5 sebagai kelas eksperimen dan kelas X-6 sebagai kelas kontrol. Sebelum pemberian perlakuan dilakukan *pre-test*. Pemberian *pre-test* bertujuan untuk mengevaluasi pemahaman awal dan kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum perlakuan diterapkan. Nilai rata-rata *pre-test* yang diperoleh pada kelas eksperimen sebesar 54,41 dan nilai rata-rata pada kelas kontrol sebesar 55,29, sebagaimana terdapat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.2 Hasil Nilai *Pre-test* Berpikir Kritis

Kelas penelitian yang telah berikan *pre-test* akan mendapatkan perlakuan yang berbeda. Kelas eksperimen akan melakukan pembelajaran dengan menerapkan LKPD berorientasi isu lingkungan, sedangkan kelas kontrol akan mendapatkan model *Teacher Center Learning* (TCL) dengan metode ceramah. Materi yang diajarkan mencakup konsep kimia hijau dalam konteks pembangunan berkelanjutan tahun 2023, dengan sub materi mencakup pemahaman dan relevansi kimia hijau serta prinsip-prinsipnya yang mendukung pelestarian lingkungan. Durasi pembelajaran diatur selama 5 jam pelajaran untuk kelas eksperimen dan 5 jam pelajaran untuk kelas kontrol.

Kegiatan awal pada pembelajaran kelas kontrol dengan sesi pendahuluan, dilanjutkan dengan kegiatan inti pembelajaran. Pertama, dimulai dengan pengenalan materi kimia hijau. Kemudian menjelaskan konsep kimia hijau sebagai pendekatan berkelanjutan dalam kimia, yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Prinsip-prinsip kimia hijau juga dijelaskan seperti prinsip penggunaan bahan baku yang ramah lingkungan, pengurangan limbah, dan penggunaan energi yang efisien.

Peserta didik kemudian melakukan studi kasus dan contoh praktis yang relevan dengan kimia hijau. Hal ini

membantu peserta didik untuk mengaplikasikan konsep-konsep kimia hijau dengan praktik. Setelah pendidik selesai menyampaikan materi, kegiatan selanjutnya adalah latihan soal. Setelah sesi pembelajaran selesai, dilakukan evaluasi untuk mengukur kemampuan berpikir kritis pada materi kimia hijau.

Kegiatan awal pada pembelajaran kelas eksperimen dimulai dengan sesi pendahuluan, dilanjutkan dengan kegiatan inti pembelajaran. Kegiatan inti dimulai dengan serangkaian pembelajaran yang bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam kepada peserta didik mengenai kimia hijau yang terintegrasi masalah pencemaran sungai. Langkah awal peserta didik mengidentifikasi masalah dengan melakukan analisis terhadap sumber-sumber pencemaran sungai dan mengumpulkan informasi untuk memahami dampak yang mungkin timbul akibat masalah tersebut. Selanjutnya, peserta didik mengasosiasikan pengetahuan yang diperoleh dari identifikasi masalah untuk mencari solusi yang efektif.

Penyelesaian dari pencemaran sungai akibat zat warna rhodamin B, peserta didik terlibat dalam praktikum adsorpsi zat warna rhodamin B menggunakan asam humat. Percobaan adsorpsi asam humat terhadap

rhodamin B menerapkan prinsip kimia hijau. Prinsip pencegahan diwujudkan dengan menggunakan asam humat sebagai agen adsorpsi, yang dapat mengurangi konsentrasi zat warna rhodamin B dalam air. Pilihan asam humat sebagai agen adsorpsi juga mendukung prinsip penggunaan bahan kimia yang lebih aman karena senyawa tersebut bersifat organik alami. Desain untuk degradasi diaplikasikan dengan memilih asam humat yang memiliki sifat degradabilitas yang baik. Selain itu, penggunaan asam humat berasal dari sumber bahan baku terbarukan, seperti kompos yang mendukung prinsip penggunaan bahan baku yang dapat diperbaharui dan berkelanjutan dalam kimia hijau.

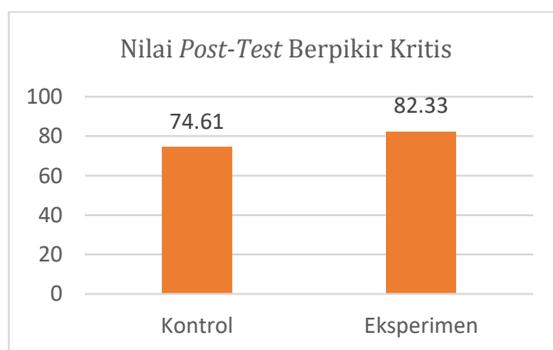
Praktikum adsorpsi asam humat dirancang dalam konteks pembelajaran kimia hijau yang diorientasikan dengan isu lingkungan supaya memberikan pemahaman yang lebih mendalam. Melalui serangkaian percobaan, peserta didik dapat mengamati secara langsung perubahan yang terjadi pada larutan rhodamin B yang mengalami adsorpsi asam humat dibandingkan dengan yang tidak mengalami adsorpsi. Perubahan warna pada larutan rhodamin B setelah penambahan asam humat menjadi fokus pengamatan pada percobaan ini. Jika terjadi perubahan warna yang signifikan, hal ini dapat diartikan

sebagai adanya interaksi antara asam humat dan zat warna rhodamin B. Pengamatan perubahan warna ini menjadi indikator keberhasilan adsorpsi zat warna oleh asam humat.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa larutan rhodamin B yang mengalami adsorpsi oleh asam humat menunjukkan perubahan kejernihan yang signifikan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kemampuan asam humat sebagai adsorben efektif dalam mengatasi pencemaran sungai akibat zat warna rhodamin B. Tahap selanjutnya, peserta didik memahami proses adsorpsi yang terjadi dan menerapkan pengetahuan tersebut untuk merumuskan kesimpulan dari percobaan.

Setelah selesai melakukan eksperimen, peserta didik menyusun laporan hasil percobaan dan kemudian mempresentasikannya. Selama sesi presentasi, peserta didik memaparkan tahapan eksperimen, menganalisis hasil, dan menyajikan kesimpulan. Sesi tanya jawab setelah presentasi memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berdiskusi lebih lanjut untuk menguatkan pemahaman terhadap konsep kimia hijau yang terkandung dalam eksperimen. Tahap terakhir peserta didik mengerjakan latihan soal yang ada pada LKPD.

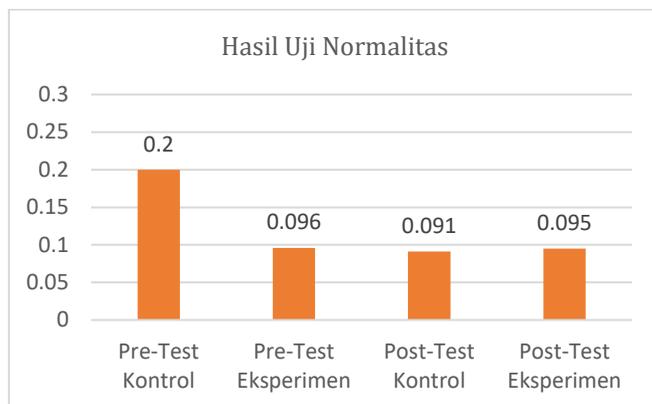
Setelah mendapatkan perlakuan, kelas penelitian diberikan *post-test* berupa soal kemampuan berpikir kritis. Data hasil *post-test* digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana penerapan lembar kerja peserta didik berorientasi isu lingkungan berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Perolehan rata-rata kemampuan berpikir kritis pada masing-masing kelas eksperimen dan kontrol adalah 82,33 dan 74,61 sebagaimana terdapat pada Gambar 4.3. Hasil kemampuan berpikir kritis yang diperoleh menunjukkan bahwa implementasi LKPD berorientasi isu lingkungan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.



Gambar 4.3 Hasil Nilai *Post-test* Berpikir Kritis

Setelah diperoleh data nilai kemampuan berpikir kritis, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat. Data yang

berdistribusi normal dan homogen menjadi prasyarat untuk dilakukan uji parametrik dalam mengevaluasi pengaruh dari penerapan lembar kerja peserta didik berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis. Hasil analisis menggunakan perangkat lunak statistik SPSS versi 22 menunjukkan bahwa data kemampuan berpikir kritis secara statistik berdistribusi normal. Bukti ini didasarkan pada nilai signifikansi uji normalitas untuk data nilai *pre-test* berpikir kritis pada kelas eksperimen sebesar 0,096 dan 0,200 untuk kelas kontrol. Begitu juga, hasil analisis data *post-test* berpikir kritis pada kelas eksperimen dan kontrol diperoleh masing-masing nilai signifikansinya adalah 0,095 dan 0,091. Nilai signifikansi yang diperoleh menunjukkan bahwa data berpikir kritis memiliki berdistribusi normal, dikarenakan nilai signifikansi $> 0,05$. Detail uji normalitas terdapat pada Gambar 4.4. Selain uji normalitas, analisis uji homogenitas juga diperlukan sebagai prasyarat melakukan uji hipotesis.



Gambar 4.4 Hasil Uji Normalitas

Setelah didapatkan data berdistribusi normal selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22, didapatkan bahwa data yang diamati menunjukkan tingkat homogenitas, yang berarti bahwa data tersebut berasal dari varian yang relatif seragam. Hal ini dibuktikan oleh hasil signifikansi yang didapatkan untuk kemampuan berpikir kritis setelah perlakuan adalah 0,88. Hal tersebut menunjukkan nilai signifikansi uji homogenitas $> 0,05$ yang berarti data berasal dari varian sama atau bersifat homogen.

Berdasarkan hasil uji homogenitas ini mencerminkan bahwa pengaruh perlakuan yang diteliti tidak secara signifikan memengaruhi homogenitas data

kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pengaruh kemampuan berpikir kritis tidak disebabkan oleh variasi antara kelompok sebelum dan sesudah perlakuan, melainkan disebabkan oleh faktor lain yang tidak terkait dengan perbedaan varian antara dua kelompok tersebut.

Setelah diketahui bahwa data yang diperoleh memiliki distribusi normal dan homogen, selanjutnya dilakukan uji hipotesis. Uji hipotesis yang digunakan untuk mengevaluasi pengaruh dari penerapan lembar kerja peserta didik berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis adalah uji *independent sample t-test*. Hasil analisis kemampuan berpikir kritis menggunakan uji t menunjukkan bahwa nilai signifikansi (2-tailed) adalah 0,001, yang berada di bawah nilai 0,05. Nilai signifikansi yang diperoleh dapat diartikan bahwa hipotesis alternatif diterima dan hipotesis nol ditolak. Penerimaan H_a menunjukkan bahwa variabel independen (penerapan LKPD berorientasi isu lingkungan) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependen (kemampuan berpikir kritis). Hasil pengujian *t-test* dapat disimpulkan bahwa ketika peserta didik mendapatkan perlakuan dengan pendekatan ini, peserta didik cenderung

mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang lebih baik.

Kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis dapat diamati melalui respons dalam *pre-test* atau *post-test*. Berikut adalah contoh jawaban peserta didik yang mencerminkan indikator keterampilan berpikir kritis. Berikut contoh jawaban peserta didik kelas eksperimen yang mewakili indikator keterampilan berpikir kritis. Indikator pertama, yaitu mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan. Soal indikator ini menuntut peserta didik untuk menganalisis prinsip kimia hijau pada kasus perubahan sampah menjadi bahan bakar. Berikut perbedaan jawaban *pre-test* dan *post-test* peserta didik:

Jawaban *pre-test*:

Prinsip-prinsip kimia hijau yaitu untuk menghasilkan RDF yang memenuhi standar kualitas alternatif bahan bakar untuk pabrik semen.

Jawaban *post-test*:

- a) PT Semen Indonesia, melalui anak usahanya sedang mengembangkan teknologi untuk memanfaatkan biomassa sebagai bahan bakar alternatif. Hal ini sesuai dengan prinsip kimia hijau yaitu penggunaan bahan baku terbarukan.
- b) Komitmen PT Semen Indonesia untuk mengurangi penggunaan batu bara dalam produksi semen mencerminkan prinsip kimia hijau yaitu pengurangan bahan baku beracun atau berbahaya.
- c) Kerja sama antara PT Solusi Bangun Indonesia, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, dan PT Unilever

Indonesia dalam mengubah sampah domestik menjadi *refused derived fuel* (RDF) merupakan penerapan prinsip pengurangan limbah dan penggunaan bahan baku terbarukan.

Berdasarkan jawaban yang telah dipaparkan, terdapat perbedaan jawaban *pre-test* dan *post-test* peserta didik. Jawaban *post-test* peserta didik dapat menyebutkan prinsip kimia hijau disertai dengan bukti argumen. Artinya peserta didik dapat menganalisis secara detail prinsip kimia hijau terkandung.

Indikator kedua yaitu peserta didik mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat. Soal pada indikator ini menuntut peserta didik untuk menguraikan akibat dari pemanasan global. Berikut perbedaan jawaban *pre-test* dan *post-test* peserta didik:

Jawaban *pre-test*:

Ada, karena gas karbon itu terakumulasi di lapisan atmosfer karena tidak terserap tumbuhan atau kawasan hutan di darat dan padang lamun serta rumput laut di perairan yang luasnya menciut.

Jawaban *post-test* :

Benar, Informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050 memiliki kaitan dengan dampak dari pemanasan global. Peningkatan suhu global menyebabkan pencairan es di kutub, yang menambah pada kenaikan permukaan laut. Hal ini berpotensi mengancam wilayah pesisir yang memiliki ketinggian rendah. Wilayah-wilayah tersebut dapat terancam tenggelam akibat kenaikan permukaan laut yang signifikan.

Berdasarkan jawaban yang telah dipaparkan, terdapat perubahan signifikan antara jawaban *pre-test* dan *post-test* peserta didik. Jawaban *post-test* peserta didik dapat mendeskripsikan argumen dengan menjelaskan sebab akibat dari prediksi tenggelamnya beberapa wilayah. Artinya peserta didik dapat memilih argumen logis, relevan dan juga akurat.

Indikator ketiga dan keempat yaitu mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah dan mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan. Soal pada indikator ini menuntut peserta didik untuk merekomendasikan penyelesaian permasalahan global dan menentukan akibat dari keputusan yang ambil. Berikut perbedaan jawaban *pre-test* dan *post-test* peserta didik:

Jawaban *pre-test*:

Mengurangi penggunaan bahan bakar batu bara dan diganti dengan energi alternatif lainnya.

Jawaban *post-test*:

Pengembangan teknologi ramah lingkungan dengan mendorong penelitian dan pengembangan teknologi baru yang ramah lingkungan, seperti energi terbarukan, baterai lebih efisien, dan proses produksi yang lebih bersih dan ramah lingkungan dampak positif

Pengembangan teknologi hijau akan mengurangi emisi gas rumah kaca akan membantu mengurangi peningkatan suhu global, sehingga dapat mengurangi efek pemanasan global yang

lebih lanjut seperti cuaca ekstrem, pencairan es, dan kenaikan permukaan laut.

Berdasarkan jawaban yang telah dipaparkan, terdapat perubahan signifikan antara jawaban *pre-test* dan *post-test* peserta didik. Deskripsi dari jawaban *post-test*, peserta didik dapat merekomendasikan solusi yang berkaitan dengan kimia hijau dan dapat menjelaskan dampak positifnya. Artinya peserta didik memiliki kemampuan untuk mengungkap fakta yang relevan dalam menyelesaikan masalah. Peserta didik juga mampu menganalisis dan memahami akibat dari suatu keputusan atau pernyataan. Kemampuan ini mencerminkan tingkat kekritisan peserta didik dalam mengevaluasi implikasi dari setiap tindakan atau keputusan yang diambil.

Indikator kelima yaitu mampu mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda. Soal indikator ini menuntut peserta didik untuk mengambil keputusan dari sudut pandang yang berbeda dari dua wacana tentang solusi permasalahan lingkungan. Berikut perbedaan jawaban *pre-test* dan *post-test* peserta didik:

Jawaban *pre-test*:

Kedua solusi tersebut memiliki keuntungan dan kerugian masing-masing. Dalam jangka panjang cara kedua lebih menguntungkan karena mengurangi sampah plastik.

Jawaban *post-test*:

Wacana 1: Solusi ini melibatkan pengembangan mesin pencacah plastik agar dapat diolah menjadi bahan campuran aspal. Keuntungan dari pendekatan ini adalah mengurangi jumlah sampah plastik yang mencemari lingkungan dan menggunakan limbah plastik untuk membuat bahan yang lebih berguna. Namun, plastik memiliki sifat yang rapuh dan tidak tahan terhadap suhu tinggi. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas dan kekuatan bahan campuran aspal.

Wacana 2: Solusi ini melibatkan pengolahan sampah buah menjadi biogas yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Ini memiliki manfaat dalam mengurangi sampah organik dan sumber energi terbarukan. Namun, proses produksinya membutuhkan biaya yang tinggi untuk peralatan, dan pemeliharaan.

Jika dilihat dari perspektif jangka panjang, solusi Instalasi Biogas dari Sampah Buah (Wacana 2) mungkin lebih menguntungkan. Alasan utamanya adalah solusi ini menghasilkan energi terbarukan yang dapat membantu mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil.

Berdasarkan jawaban yang telah dipaparkan, terdapat perubahan signifikan antara jawaban *pre-test* dan *post-test* peserta didik. Deskripsi dari jawaban *post-test*, peserta didik dapat mendeteksi dan memahami bias yang mungkin terkandung dalam suatu konteks dari dua wacana berbeda yang membahas penyelesaian dari masalah. Artinya peserta didik memiliki kemampuan untuk menilai ketidaknetralan dari informasi, argumen, atau pernyataan dengan mempertimbangkan berbagai perspektif yang mungkin berbeda. Jawaban dari *pre-test* dan *post-test* peserta didik disajikan pada Lampiran 27.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis disebabkan karena penggunaan LKPD berorientasi isu lingkungan. Desain LKPD yang berbasis isu lingkungan dan pemecahannya dapat merangsang pemikiran kritis dari peserta didik. Selain itu, LKPD dalam bentuk eksperimen yang menyajikan skenario kompleks sehingga mengajak peserta didik untuk berpikir secara mendalam, menganalisis masalah, mengidentifikasi solusi, dan memahami implikasi dari keputusan yang diambil. Hal ini tidak hanya melatih kemampuan berpikir kritis, tetapi juga membantu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir sistematis yang penting dalam pemecahan masalah yang kompleks.

Tingkat pengaruh penerapan LKPD berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis belum diketahui kategorinya, oleh karena itu dilakukan uji *effect size*. *Effect size* merupakan suatu ukuran statistik yang memberikan gambaran sejauh mana perbedaan atau hubungan yang signifikan antara dua kelompok dalam suatu penelitian. Pada penelitian ini *effect size* digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana terjadi peningkatan dalam keterampilan berpikir kritis sebelum dan setelah penerapan LKPD yang berfokus pada isu-isu lingkungan. Hasil uji *effect size* diperoleh nilai sebesar 0,801 yang

menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis dikategorikan dalam efek tinggi. Artinya, perbedaan tersebut tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki relevansi praktis yang cukup besar. Efek tinggi ini menggambarkan bahwa penerapan lembar kerja peserta didik yang berorientasi pada isu-isu lingkungan mampu memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Presentase *effect size* yang diperoleh sebesar 79% menandakan bahwa ada potensi untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran lebih lanjut, khususnya dalam hal peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Ini mengindikasikan bahwa meskipun ada peningkatan yang signifikan, masih terdapat ruang untuk perbaikan dalam desain dan implementasi LKPD. Hasil penelitian yang diperoleh memiliki relevansi dengan didukung oleh beberapa penelitian diantaranya penelitian Mubarokah (2019) yang menunjukkan bahwa penerapan LKPD berbasis Inkuiri Terbimbing efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Pembelajaran ini memberikan kontribusi positif terhadap pemahaman konsep dan pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa penerapan LKPD berorientasi isu lingkungan dalam konteks kimia hijau telah memberikan kontribusi yang positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik, walaupun masih memungkinkan untuk meningkatkan efektivitasnya lebih lanjut. Dalam rangka mencapai peningkatan yang lebih signifikan, diperlukan perbaikan dalam penyusunan dan penyajian lembar kerja peserta didik yang lebih efektif dalam memacu kemampuan berpikir kritis.

D. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dalam penelitian ini di antaranya adalah:

1. Keterbatasan Tempat

Penelitian ini terbatas pada SMAN 7 Semarang sebagai lokasi penelitian, sehingga ketika diterapkan di lokasi lain, kemungkinan besar akan terjadi variasi hasil yang diperoleh oleh peneliti.

2. Keterbatasan Materi

Ruang lingkup materi penelitian ini terbatas pada domain kimia hijau, dan oleh karena itu, hasil yang diperoleh peneliti kemungkinan besar akan berbeda jika penelitian diterapkan pada sub materi yang berbeda.

3. Keterbatasan Bahan Ajar

Bahan ajar yang menjadi fokus dalam penelitian ini terbatas pada Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Oleh karena itu, dapat diantisipasi bahwa terdapat potensi perbedaan hasil apabila pendekatan pembelajaran menggunakan bahan ajar lain.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh melalui uji t nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,001, bahwa penerapan lembar kerja peserta didik yang berorientasi pada isu lingkungan berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis. Uji peningkatan kemampuan berpikir menggunakan *effect size* dan didapatkan hasil sebesar 0,801 atau 79% berdasarkan interpretasi Cohen's. Peningkatan kemampuan berpikir kritis ini berkategori tinggi.

B. Implikasi

Merujuk pada simpulan hasil penelitian yang telah disajikan, dapat diidentifikasi bahwa implikasi yang dapat diambil adalah terkait dengan penerapan lembar kerja peserta didik yang berorientasi isu lingkungan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

C. Saran

Penelitian selanjutnya yang berminat menerapkan LKPD berorientasi isu lingkungan terhadap kemampuan berpikir kritis, disarankan agar penerapan tersebut dilakukan secara maksimal guna mencapai *output* yang optimal. Penting juga untuk memperhatikan aspek-aspek

yang dapat membuat peserta didik tetap terlibat dan tidak merasa bosan selama proses pembelajaran. Selain itu, disarankan penelitian berikutnya mempertimbangkan penggunaan media pembelajaran yang beragam dan memilih pokok bahasan yang berbeda, sehingga dapat memberikan kontribusi baru dan memperluas cakupan temuan yang sudah ada. Upaya untuk memberikan variasi dalam metode pengajaran dan materi pembelajaran dapat menjadi faktor kunci untuk meningkatkan daya tarik dan efektivitas pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdorrakhman, G. (2012) *Esensi Praktis Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Humaniora.
- Ahmad, P. (2011) *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Ahmad, Z. (2014) *Dasar-Dasar Ilmu Lingkungan*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Al-Buriahi, A.K. *et al.* (2022) 'Elimination of rhodamine B from textile wastewater using nanoparticle photocatalysts: A review for sustainable approaches', *Chemosphere*, 287(2).
- Ali, H. and Khan, E. (2017) 'Environmental chemistry in the twenty-first century', *Environmental Chemistry Letters*, 15(2), pp. 329–346.
- Anas, S. (2006) *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Anastas, P. and Eghbali, N. (2010) 'Green Chemistry: Principles and Practice', *Chemical Society Reviews*, 39(1), pp. 301–312.
- Andi, P. (2018) *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Arifin, Z. (2009) *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2009) *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arisanti, D.A.K. (2022) 'Analisis Kurikulum Merdeka Dan Platform Merdeka Belajar Untuk Mewujudkan Pendidikan Yang Berkualitas', *Jurnal Penjaminan Mutu*, 8(02), pp. 243–250.
- Astuti, S., Danial, M. and Anwar, M. (2018) 'Pengembangan LKPD Berbasis PBL (Problem Based Learning) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Kesetimbangan Kimia', *Chemistry*

- Education Review*, 1, pp. 90–114.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (8th ed.). London: Routledge.
- Depdiknas (2008) *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas.
- Dwiyatmo, K. (2007) *Pencemaran Lingkungan Dan Penanganannya*. Yogyakarta: Citra Aji Parama.
- Dewi, S.K. and Sudaryanto, A., 2020. Validitas dan Reliabilitas Kuesioner Pengetahuan, Sikap dan Perilaku Gizi Seimbang Pada Remaja. *Prosiding Seminar Nasional Keperawatan Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 3(2), pp.37–46.
- Eka, Y. (2023) 'Implementation of Behavioristic Learning Theory in Language Learning', *International Journal of Education, Information Technology and Others*, 6, pp. 383–390.
- Evi, H. (2020) 'Penerapan Kurikulum Merdeka Belajar Perguruan Tinggi Di Masa Pandemi Covid-19', *Prosiding Webinar Magister Pendidikan Dasar Pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo "Pengembangan Profesionalisme Guru Melalui Penulisan Karya Ilmiah Menuju Anak Merdeka Belajar"*, pp. 68–74.
- Fitriani, R. (2019) 'Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMP Kelas VII melalui Pembelajaran Berbasis Masalah', *Bioedusiana*, 4(2), pp. 8–14.
- Fuad, N.M. *et al.* (2017) 'Improving junior high schools' critical thinking skills based on test three different models of learning', *International Journal of Instruction*, 10(1), pp. 101–116. Available at: <https://doi.org/10.12973/iji.2017.1017a>.
- Hadiryanto, S. and Thaib, D. (2016) 'Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Smp Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Konsep Respirasi', *EduHumaniora : Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(1), pp. 55–65.
- Hancock, T.S. *et al.* (2019) 'Selecting Socio-scientific Issues for

- Teaching', *Science & Education*, 28(6-7), pp. 639-667. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00065-x>.
- Ikhwan, P.N. (2021) 'Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Guided Inquiry Pada Materi Perubahan Lingkungan Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA', 10(3), pp. 597-604.
- Indang, D. and Yun Hendri, D. (2018) *Pencemaran Lingkungan, Nucl. Phys.* Depok: Raja Grafindo Persada.
- Irianto, I.K. (2015) 'Buku Bahan Ajar Pencemaran Lingkungan', *Buku Bahan Ajar Pencemaran Lingkungan*, pp. 1-88.
- Ismail, S. and Bempah, H.O. (2018) 'Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematika Mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika Pada Mata Kuliah Kalkulus I Materi Limit Fungsi', *Jurnal Entropi*, 13(1), pp. 7-13. Available at: <https://www.neliti.com/publications/277394/analisis-kemampuan-berpikir-kritis-matematika-mahasiswa-jurusan-pendidikan-matem>.
- Kemendikbudristek BSKAP (2022) Salinan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini Jenjang Pendidikan Dasar dan Jenjang Pendid, Kemendikbudristek.
- Kostecka, J., Garczyńska, M. and Paćzka, G. (2018) 'Food waste in the organic recycling system and sustainable development', *Problemy Ekorozwoju*, 13(2), pp. 157-164.
- Lembang, F.R. et al. (2019) 'Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kimia Sma Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik (Studi Pada Materi

- Termokimia)'.
 Mahjatia, N., Susilowati, E. and Miriam, S. (2021) 'Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Siswa Melalui Inkuiri Terbimbing', *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 4(3), p. 139.
- Maysa, L., Windy Divaci, A.S. and Iلمي, D. (2021) 'Behavioristic Learning Theory and Its Applications in Learning', *Education and Learning Journal*, 2(1), pp. 441-446.
- Molly, Z. and David, B. (2015) *Educational Learning Theories: 2nd Edition*. Galileo: University System of Georgia.
- Mubarokah, N.L., 2019. Penerapan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Inkuiri Terbimbing Materi Sistem Indera Kelas XI Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 8(3), pp.178-184.
- Muhajirah (2020) 'Basic of Learning Theory (Behaviorism, Cognitivism, Constructivism, and Humanism)', *International Journal of Asian Education*, 1(1), pp. 37-42.
- Muhidin., Ali, S. and Abdurahman, M. (2017) *Analisis Korelasi, Regresi, dan Jalur Dalam Penelitian Dilengkapi dengan Aplikasi ProGram SPSS*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Mustafa, D. (2016) 'Kimia Hijau dan Pembangunan Kesehatan yang Berkelanjutan di Perkotaan', *Peran MST dalam Mendukung Urban Lifestyle yang Berkualitas*, pp. 177-192.
- Nugraheny, D.C. (2018) 'Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Life Skills Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Dan Sikap Ilmiah', *Visipena Journal*, 9(1), pp. 94-114. Available at: <https://doi.org/10.46244/visipena.v9i1.435>.
- Nurfitra, T., Mamin, R. and Muhiddin, N.H. (2021) 'Pengaruh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Guided Discovery Terhadap Keterampilan Proses Sains (KPS) dan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas VIII', *Jurnal*

- Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 4(2), pp. 121–128.
- Nurhendrayani, H., Mustopa and Edy, H. (2015) *Panduan Penggunaan Bahan Ajar*. Bandung.
- Pratama, A. (2017) 'Model Simulasi Antrian Dengan Metode Kolmogorov-Smirnov Normal Pada Unit Pelayanan', *Edik Informatika*, 3(1), pp. 27–37. Available at: <https://doi.org/10.22202/ei.2016.v3i1.1515>.
- Putri, A.C. (2019) 'Pengaplikasian Prinsip-Prinsip Green Chemistry dalam Pelaksanaan Pembelajaran Kimia sebagai Pendekatan untuk Pencegahan Pencemaran Akibat Bahan-Bahan Kimia dalam Kegiatan Praktikum di Laboratorium', *Journal of Creativity Student*, 2(2), pp. 67–73.
- Roth, M.K.W. (2013) 'The Effects of “ Green Chemistry ” on Secondary School Students ' Understanding and Motivation'. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40299-013-0156-z>.
- Rusly, H. (2019) 'Efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Contextual Teaching and Learning Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Pada Materi Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit', *Jurnal Zarah*, 7(2), pp. 35–39.
- Sajid, M.R. and Shaikh, A.A. (2015) 'Using Gagne's model in hematology residency', *Journal of Health Specialties*, pp. 47–50.
- Sugiyono (2013) *Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Surati (2015) 'Bahaya Zat Aditif Rhodamin B Pada Makanan', 4(1), pp. 22–28.
- Tjahjadarmawan, E. (2021) *Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta Pusat: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Tresna, S. (2009) 'Pencemaran Lingkungan', in. Jakarta: Rineka cipta.
- Ullah, H., Rehman, A.U. and Bibi, S. (2015) 'Gagne's 9 events of

- instruction - A time tested way to improve teaching', *Pakistan Armed Forces Medical Journal*, 65(4), pp. 535-539.
- Wina, S. (2013) *Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Fajar Interorotama Mandiri.
- Witteck, T., Marks, R. and Eilks, I. (2013) 'Reflecting socio scienetific issues for science education coming the case of curriculum development on doping in Chemistry education', *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(4), pp. 361-370. Available at: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2013.94>.
- Yessi, M. (2019) 'Pembelajaran Asam Basa menggunakan LKS Berbasis Learning Cycle 7E Berbantuan Weblog untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa', *Pedagogik: Jurnal Pendidikan*, 14(1), pp. 52-64.
- Woo, W.H. (2016) 'Using gagne's instructional model in phlebotomy education', *Advances in Medical Education and Practice*, 7, pp. 511-516.
- Yuberti, A.S. (2017) *Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika dan Sains*. Bandar Lampung: CV. Anugrah Utama Raharja.
- Yusra, A., Neviyarni, S. and Erianjoni (2022) 'A Review of Behaviorist Learning Theory and its Impact on the Learning', *International Journal of Educational Dynamics*, 5(1), pp. 81-91.
- Zimmerman, J.B. *et al.* (2020) 'Designing for a green chemistry future', *Science*, 367(6476), pp. 397-400.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Kisi-Kisi Instrumen Tes Validasi Ahli

Satuan Pendidikan : SMAN 7 Semarang

Alokasi Waktu : 60 menit

Mata Pelajaran : Kimia Hijau

Jumlah soal : 15 butir

Kelas/Fase : X /E

Bentuk Soal : Esai

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
Peserta didik mampu mengidentifikasi prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar.	Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	Peserta didik dapat menganalisis prinsip-prinsip kimia hijau dengan benar	esai	C4	1	Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan diatas?	Penggunaan bahan bakar alternatif: PT Semen Indonesia melalui anak usahanya, PT Solusi Bangun Indonesia, mengembangkan teknologi untuk menggunakan biomassa sebagai bahan bakar alternatif. Prinsip ini sesuai dengan penggunaan bahan baku terbarukan (<i>Use of Renewable Feedstocks</i>) dalam prinsip kimia hijau.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
						Pengurangan penggunaan batu bara: Komitmen PT Semen Indonesia dalam mengembangkan teknologi untuk mengurangi penggunaan batu bara dalam produksi semen mencerminkan prinsip pengurangan bahan baku beracun atau berbahaya (<i>Less Hazardous Chemical Syntheses</i>) dalam prinsip kimia hijau.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan	

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>Pengelolaan dan pemanfaatan sampah domestik: Kerja sama antara PT Solusi Bangun Indonesia, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, dan PT Unilever Indonesia dalam mengubah sampah domestik menjadi <i>refused derived fuel</i> (RDF) merupakan penerapan prinsip pengurangan limbah (<i>Waste Prevention</i>) dan penggunaan bahan baku terbarukan (<i>Use of Renewable Feedstocks</i>) dalam prinsip kimia hijau</p>	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
<p>Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu lingkungan dengan tepat</p>	<p>Mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat</p>	<p>Peserta didik dapat menganalisis akibat positif dari pemanfaatan sampah sebagai bahan bakar dengan benar</p>	<p>esai</p>	<p>C4</p>	<p>2</p>	<p>Uraikan 3 dampak positif yang ditimbulkan dari pemanfaatan sampah sebagai sumber bahan bakar alternatif!</p>	<p>Pengurangan limbah dan pencemaran lingkungan: Dengan menggunakan sampah sebagai sumber bahan bakar alternatif, jumlah sampah yang dibuang ke Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) dapat berkurang. Hal ini membantu mengurangi beban limbah pada TPST dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti</p>	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							polusi tanah, air, dan udara	
							Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca: Pemanfaatan sampah sebagai bahan bakar alternatif dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, seperti batu bara. Dalam proses pembakaran sampah sebagai bahan bakar, emisi gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO ₂), dapat dikurangi	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
							Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan: Sampah sebagai bahan bakar alternatif merupakan sumber energi terbarukan yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi termal atau listrik. Dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan, seperti biomassa dari sampah, ketergantungan pada sumber energi fosil yang tidak terbarukan dapat dikurangi.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
Peserta didik mampu mengidentifikasi pokok-pokok permasalahan yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar	Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	Peserta didik dapat menganalisis permasalahan yang terdapat dalam teks	Esai	C4	3	Analisis pokok permasalahan yang terkandung dalam teks bacaan diatas?	Terjadi peningkatan konsentrasi gas rumah kaca. Hal tersebut menjadi penyebab utama naiknya suhu rata-rata global. Peningkatan suhu global berdampak padaperubahan kondisi lingkungan bumi.Perubahan tersebut meliputi perubahan pola cuaca, kenaikan permukaan air laut, dan perubahan ekosistem.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
Peserta didik mampu mengidentifikasi pokok-pokok permasalahan yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar	Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	Peserta didik dapat menguraikan aktivitas yang dapat menyebabkan pemanasan global	esai	C4	4	Analisislah aktivitas apa saja yang dapat menyebabkan pemanasan global!	Pembakaran bahan bakar fosil: Penggunaan energi fosil seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam dalam transportasi, pembangkit listrik, dan industri menyebabkan pelepasan CO ₂ .	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
							Industri dan proses produksi: Beberapa industri menghasilkan gas rumah kaca selain CO ₂ , seperti metana dan gas-gas lainnya dalam proses produksi mereka.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu lingkungan dengan tepat	Mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat	Peserta didik dapat menguraikan dampak negatif dari pemanasan global	esai	C4	5	Uraikan 3 dampak yang ditimbulkan akibat pemanasan global!	Perubahan iklim yang ekstrem: Peningkatan suhu menyebabkan perubahan iklim yang lebih ekstrem, termasuk peningkatan frekuensi cuaca ekstrem seperti banjir, kekeringan, dan badai.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan
							Mencairnya es dan naiknya permukaan laut: Pemanasan global menyebabkan pencairan es di kutub dan pegunungan, yang berkontribusi pada kenaikan permukaan laut dan ancaman bagi wilayah pesisir.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan
							Kerusakan ekosistem: Peningkatan suhu dapat mengganggu keseimbangan ekosistem, termasuk pemusnahan terumbu karang, migrasi spesies, dan kehilangan keanekaragaman hayati.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
Peserta didik mampu menerapkan konsep kimia hijau sebagai salah satu solusi masalah pencemaran lingkungan dengan tepat.	<p>Mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah</p> <p>Mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan</p>	Peserta didik mampu merekomendasikan penyelesaian permasalahan dengan benar.	esai	C5 Dan C4	6	<p>Melalui penerapan konsep kimia hijau, apa rekomendasi Anda sebagai upaya dalam mengendalikan pemanasan global? Jelaskan dampak positif dari rekomendasi Anda!</p>	<p>Pengurangan emisi gas rumah kaca: Meningkatkan penggunaan energi terbarukan, seperti energi surya dan angin, yang menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Selain itu, mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dalam transportasi dan industri juga merupakan langkah penting.</p> <p>Dampak positif: Pengurangan emisi gas rumah kaca akan membantu mengurangi peningkatan suhu global, sehingga dapat memitigasi efek pemanasan global yang lebih lanjut seperti cuaca ekstrem, pencairan es, dan kenaikan permukaan laut.</p> <p>Efisiensi energi: Mengadopsi teknologi dan praktik efisiensi energi dalam berbagai sektor, seperti bangunan, transportasi, dan industri. Peningkatan efisiensi energi dapat mengurangi kebutuhan akan energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca.</p> <p>dampak positif Peningkatan efisiensi energi akan mengurangi ketergantungan sumberdaya</p>	Sebuah solusi tidak berkaitan dengan kimia hijau mendapatkan poin 1, jika berkaitan dengan kimia hijau 2 poin, disertai dengan alas sebab saja 3 poin, disertai akibat 4 poin. menjelaskan dampak positif 5 poin

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							energi yang terbatas dan mengurangi polusi udara akibat pembakaran bahan bakar fosil Pengembangan teknologi hijau: Mendorong penelitian dan pengembangan teknologi baru yang ramah lingkungan, seperti energi terbarukan, baterai lebih efisien, dan proses produksi yang lebih bersih dan ramah lingkungan dampak positif Pengembangan teknologi hijau akan menciptakan peluang ekonomi baru dalam sektor energi terbarukan dan teknologi ramah lingkungan.	
Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu lingkungan dengan tepat	Mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat	Peserta didik dapat menguraikan akibat dari pemanasan global dengan benar	esai	C4	7	Baru-baru ini beredar informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050. Apakah hal tersebut ada kaitannya dengan dampak dari pemanasan global? Jelaskan pendapat Anda!	benar, Informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050 memiliki kaitan dengan dampak dari pemanasan global. Peningkatan suhu global menyebabkan pencairan es di kutub dan pegunungan, yang berkontribusi pada kenaikan permukaan laut. Hal ini berpotensi mengancam wilayah pesisir yang memiliki ketinggian rendah dan rentan terhadap banjir serta erosi pantai. Jika tidak ada upaya mitigasi yang memadai, wilayah-wilayah tersebut dapat terancam	1 poin jika menjawab "tidak" dan mendapatkan 2 poin jika menjawab "iya". Jika menjelaskan sebab 3 poin dan menjelaskan akibat 4 poin.

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							tenggelam akibat kenaikan permukaan laut yang signifikan.	
Peserta didik mampu mengidentifikasi pokok-pokok permasalahan yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar	Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	Peserta didik dapat menganalisis pokok permasalahan yang terkandung dalam teks bacaan	esai	C4	8	Analisis pokok permasalahan yang terkandung dalam teks bacaan diatas?	Hujan asam disebabkan oleh dioksida belerang (SO ₂) dan nitrogen oksida (NO _x). Hujan asam terjadi ketika gas-gas polutan yang terdapat di atmosfer, terutama dioksida belerang (SO ₂) dan nitrogen oksida (NO _x), bereaksi dengan uap air di atmosfer membentuk asam sulfat (H ₂ SO ₄) dan asam nitrat (HNO ₃). Gas-gas polutan tersebut berasal dari berbagai sumber termasuk aktivitas manusia dan proses alami.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan
Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu lingkungan dengan tepat	Mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat	Peserta didik dapat menguraikan dampak negatif yang ditimbulkan dari hujan asam	esai	C4	9	Uraikan 3 dampak negatif hujan asam bagi lingkungan!	Kehidupan akuatik: Hujan asam dapat meningkatkan keasaman air di perairan seperti sungai, danau, dan rawa. Kadar asam yang tinggi dapat mengganggu keseimbangan pH air, menghambat pertumbuhan organisme akuatik seperti ikan, amfibi, dan plankton.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan
							Kehidupan tumbuhan: Hujan asam dapat merusak perkembangan dan mengganggu pertumbuhan tanaman. Keasaman tinggi dalam tanah dapat menghambat penyerapan nutrisi oleh akar	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							tanaman, mengganggu keseimbangan mineral dalam tanah, dan merusak jaringan tanaman.	
							Kehidupan hewan: Organisme yang hidup di darat juga dapat terpengaruh oleh hujan asam. Misalnya, hewan tanah yang tergantung pada kondisi tanah yang sehat dapat menderita akibat tanah yang terasam	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan
Peserta didik mampu mengidentifikasi pokok-pokok permasalahan yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar	Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	Peserta didik dapat menguraikan pemasalahan yang terdapat dalam teks	esai	C4	10	Analisislah aktivitas apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya hujan asam!	Pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam, oleh industri, pembangkit listrik, dan kendaraan bermotor merupakan penyebab utama terjadinya hujan asam. Proses pembakaran ini menghasilkan emisi gas berbahaya seperti sulfur dioksida (SO ₂) dan nitrogen oksida (NO _x).	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan
							Aktivitas industri seperti pabrik kimia, pabrik pupuk, pabrik logam, dan pabrik pengolahan limbah dapat menghasilkan emisi gas berbahaya yang berkontribusi terhadap terjadinya hujan asam.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan
Peserta didik mampu menerapkan konsep kimia hijau sebagai salah satu solusi	Mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan	Peserta didik dapat merekomendasikan solusi dari permasalahan hujan asam	Esai	C5	11	Melalui penerapan konsep kimia hijau, solusi apa yang saudara rekomendasikan untuk meminimalisir	Pengurangan emisi gas pencemar: Mengurangi emisi gas pencemar seperti sulfur dioksida (SO ₂) dan nitrogen oksida (NO _x) sangat penting. Ini dapat dilakukan dengan	Sebuah solusi tidak berkaitan dengan kimia hijau mendapatkan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
masalah pencemaran lingkungan dengan tepat.	masalah					terjadinya hujan asam?	mengadopsi teknologi yang lebih bersih dan ramah lingkungan dalam industri, transportasi, dan pembangkit listrik. Penggunaan sumber energi terbarukan dan efisiensi energi juga dapat membantu mengurangi emisi gas pencemar.	poin 1, jika berkaitan dengan kimia hijau 2 poin, disertai dengan alas sebab saja 3 poin, disertai akibat 4 poin. menjelaskan dampak positif 5 poin
							Penggunaan bahan bakar yang lebih bersih: Mengganti bahan bakar fosil konvensional dengan bahan bakar yang lebih bersih, seperti hidrogen yang menghasilkan emisi lebih rendah, dapat membantu mengurangi polusi udara dan kontribusi terhadap hujan asam.	
Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu lingkungan dengan tepat	Mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan	Peserta didik dapat menganalisis keuntungan dan kerugian dari suatu pernyataan yang diambil	esai	C4	12	Pemerintah memutuskan untuk mengizinkan pembangunan pabrik limbah B3 di dekat kawasan hutan yang dilindungi. Analisis akibat yang mungkin ditimbulkan bagi lingkungan, ekosistem, dan masyarakat setempat dengan berdirinya pabrik di dekat	Pencemaran air dan tanah: Pabrik limbah B3 dapat menghasilkan limbah berbahaya yang jika tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air dan tanah disekitarnya	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan
							Pencemaran air dan tanah: Pabrik limbah B3 dapat menghasilkan limbah berbahaya yang jika tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air dan tanah disekitarnya	

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
						kawasan hutan yang dilindungi! Minimal masing-masing 2	<p>Kerusakan habitat: Pembangunan pabrik limbah B3 di dekat kawasan hutan yang dilindungi dapat menyebabkan kerusakan habitat akibat deforestasi.</p> <p>Kesehatan masyarakat: Paparan terhadap limbah berbahaya dan polutan udara dapat meningkatkan risiko penyakit dangangguan kesehatan.</p> <p>Gangguan terhadap keanekaragaman hayati: Keberadaan pabrik limbah B3 dapat mengganggu kehidupan flora danfauna yang ada di dalamnya yang menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati dan bahkan punahnya beberapa spesies</p> <p>Perubahan rantai makanan: Pabrik limbahB3 yang menghasilkan limbah berbahaya dapat mempengaruhi rantai makanan diekosistem sekitar.</p>	<p>1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan</p> <p>1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan</p> <p>1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan</p> <p>1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan</p>
Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu	Mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu	Peserta didik dapat menganalisis keuntungan dan kerugian dari suatu pernyataan yang diambil	esai	C4	13	Taukah anda bahwa plastik dapat diubah menjadi BBM. namun, bahan bakar nabati yang diproduksi dari plastik cenderung lebih mahal dibandingkan	Keuntungan ekonomi Potensi pengembangan industri yang dapat menciptakan lapangan pekerjaan, Potensi penghematan biaya pengelolaan sampah	1

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
lingkungan dengan tepat	keputusan					dengan bahan bakar fosil konvensional. Hal tersebut disebabkan proses produksinya membutuhkan peralatan dan tenaga kerja khusus, yang dapat meningkatkan biaya produksi. Suatu pemerintah daerah melakukan pengolahan sampah plastik menjadi BBM untuk mengatasi permasalahan plastik di TPA sampah mereka. Analisis keuntungan dan kerugian yang didapatkan oleh pemerintah daerah tersebut baik dari segi ekonomi maupun lingkungan! Minimal 1 keuntungan dan kerugian	Kerugian ekonomi Biaya produksi yang tinggi disebabkan proses produksi biofuel dari plastik memerlukan peralatan dan teknologi khusus, yang dapat meningkatkan biaya produksi.	1
							Keuntungan Lingkungan Pengolahan sampah plastik menjadi biofuel mengurangi volume limbah plastik yang dibuang ke TPA, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan mengurangi risiko pencemaran lingkungan	1
							Kerugian lingkungan Proses produksi biofuel dari plastik dapat menghasilkan limbah atau produk sampingan yang perlu dikelola dengan baik.	1
Peserta didik mampu mengidentifikasi prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar.	Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	Peserta didik dapat menganalisis prinsip-prinsip kimia hijau dengan benar	esai	C4	14	Analisis prinsip kimia hijau yang ada berdasarkan aktivitas pengelolaan sampah yang dilakukan oleh daerah A!	Mencegah Limbah (<i>Waste Prevention</i>): Pengelolaan sampah plastik menjadi bahan bakar merupakan bentuk pencegahan limbah, karena mengurangi jumlah plastik yang akhirnya berakhir di Tempat Pembuangan Sampah (TPA).	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							Menggunakan Bahan Baku Terbarukan (<i>Use of Renewable Feedstocks</i>): Jika daerah A menggunakan sumber energi terbarukan atau biomassa sebagai bahan bakar alternatif, maka aktivitas ini mendukung prinsip kimia hijau yang berfokus pada pemanfaatan sumber daya terbarukan.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan
							Mendesain Produk Bahan Kimia yang Aman (<i>Designing Safer Chemicals</i>): Proses pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar juga harus memperhatikan aspek keselamatan dan keamanan produk bahan kimia yang dihasilkan. Jika bahan bakar yang dihasilkan aman digunakan dan memiliki risiko kecelakaan minimal, maka ini mendukung prinsip kimia hijau untuk desain produk yang lebih aman.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin beserta penjelasan
Mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan analisis yang sistematis dan	Mampu mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda Mampu menentukan akibat dari	Peserta didik dapat mengambil keputusan dari sudut pandang berbeda dengan tepat.	esai	C4 dan C5	15	Bagaimana Anda akan menanggapi masing-masing solusi tersebut? Jika dianalisis jangka panjang manakah yang lebih menguntungkan? Berikan alasannya	Wacana 1: Mesin Pencacah Plastik Kresek untuk Bahan Campuran Aspal Solusi ini melibatkan pengembangan mesin pencacah plastik kresek agar dapat diolah menjadi bahan campuran aspal. Keuntungan dari pendekatan ini adalah mengurangi jumlah	Memberikan tanggapan pada masing-masing wacana mendapatkan poin 2, jika dapat menganalisis keuntungan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
bukti ilmiah	suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan.						<p>sampah plastik kresek yang mencemari lingkungan dan menggunakan limbah plastik untuk membuat bahan yang lebih berguna. Namun, ada beberapa pertimbangan jangka panjang:</p> <p>Keuntungan:</p> <p>Pengurangan Sampah Plastik: Solusi ini akan membantu mengurangi jumlah sampah plastik di lingkungan.</p> <p>Pemanfaatan Limbah: Menggunakan plastik kresek sebagai bahan campuran aspal dapat mengurangi kebutuhan terhadap bahan baku baru.</p> <p>Tantangan dan Pertimbangan:</p> <p>Kualitas Bahan Campuran: Plastik kresek memiliki sifat yang rapuh dan tidak tahan terhadap suhu tinggi. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas dan kekuatan bahan campuran aspal.</p> <p>Dampak Lingkungan: Meskipun sampah plastik diolah menjadi bahan campuran aspal, masih perlu memastikan bahwa penggunaan aspal dengan plastik tidak menyebabkan dampak lingkungan lainnya.</p> <p>Wacana 2: Instalasi Biogas dari</p>	dari masing-masing solusi mendapatkan 4 poin. Dan 5 poin jika mampu menjelaskan keuntungan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>Sampah Buah</p> <p>Solusi ini melibatkan pengolahan sampah buah menjadi biogas yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Ini memiliki manfaat dalam mengurangi sampah organik dan menghasilkan energi terbarukan. Namun, ada beberapa pertimbangan jangka panjang:</p> <p>Keuntungan:</p> <p>Pengolahan Sampah Organik: Solusi ini dapat membantu mengurangi limbah organik dan mengurangi dampaknya terhadap lingkungan.</p> <p>Energi Terbarukan: Menghasilkan listrik dari biogas adalah sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan.</p> <p>Tantangan dan Pertimbangan:</p> <p>Investasi dan Biaya Operasional: Pembangunan dan operasional instalasi biogas membutuhkan investasi dan biaya yang signifikan untuk infrastruktur, peralatan, pemeliharaan, dan distribusi listrik.</p> <p>Ketersediaan Bahan Baku: Solusi ini tergantung pada</p>	

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>ketersediaan sampah buah sebagai bahan baku untuk biogas. Selain itu, keberlanjutan pasokan juga harus dipertimbangkan. Pertimbangan Jangka Panjang:</p> <p>Jika dilihat dari perspektif jangka panjang, solusi Instalasi Biogas dari Sampah Buah (Wacana 2) mungkin lebih menguntungkan. Alasan utamanya adalah:</p> <p>Energi Terbarukan: Solusi ini menghasilkan energi terbarukan yang dapat membantu mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan mengurangi dampak perubahan iklim.</p> <p>Manfaat Lingkungan Lebih Besar: Dengan mengurangi sampah organik dan menghasilkan energi terbarukan, solusi ini memiliki dampak positif yang lebih luas terhadap lingkungan dan masyarakat.</p> <p>Dampak Ekonomi dan Sosial: Meskipun memerlukan investasi awal yang besar, solusi ini dapat menciptakan lapangan kerja dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat.</p>	

Skor maksimal = 77

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

Lampiran 2

Instrumen Tes Pada Validasi Ahli

Kelas :

Tanggal Pelaksanaan:

Petunjuk pengerjaan soal:

1. Tuliskan identitas diri Anda pada lembar jawaban yang disediakan!
2. Bacalah soal dengan teliti, jika ada soal yang kurang jelas tanyakan kepada pengawas!
3. Jawablah semua pertanyaan yang disediakan!

Nama :.....

No Absen :.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 1-2!

JAKARTA - BUMN PT Semen Indonesia (Persero) Tbk melalui anak usahanya, PT Solusi Bangun Indonesia (SBI) mengembangkan teknologi untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan biomassa sebagai energi bahan bakar alternatif. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk berkomitmen terus berinovasi dan mengembangkan teknologi untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan energi alternatif sebagai bahan bakar. Hal tersebut juga sebagai upaya mendukung pemerintah dalam mengurangi penggunaan batu bara.

Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi DKI Jakarta dan PT Unilever Indonesia dalam pengelolaan Menurut Benny, Solusi Bangun Indonesia telah menjalin kerja sama dengan Dinas dan pemanfaatan sampah domestik di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang menjadi bahan bakar alternatif berupa refused derived fuel (RDF). Kerja sama tersebut dilaksanakan pada zona tertentu di TPST Bantargebang yang telah berusia lebih dari 10 tahun. Ia menjelaskan proses mengubah sampah menjadi bahan bakar meliputi penggalian dan pengayakan, lalu dikirim ke lokasi pabrik SBI di Narogong, Jawa Barat untuk dicacah. Kemudian, melalui proses pengurangan kadar kelembaban dengan campuran material lain untuk menghasilkan RDF yang memenuhi standar kualitas alternatif bahan bakar untuk pabrik semen.

(Sumber:<https://ekonomi.bisnis.com/read/20201007/257/1301676/sederet-pabrik-semen-indonesia-gunakan-energi-alternatif-biomassa>)

1. Uraikan 3 dampak positif yang ditimbulkan dari pemanfaatan sampah sebagai sumber bahan bakar alternatif!

Jawab:.....
.....
.....
.....
.....

2. Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan diatas!

Jawab:.....
.....
.....
.....
.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 3-7!

Emisi gas-gas yang dilepaskan ke atmosfer dari berbagai aktivitas manusia di bumi menimbulkan efek rumah kaca di atmosfer. Gas-gas rumah kaca itu adalah karbon dioksida (CO₂), belerang dioksida (SO₂), nitrogen monoksida (NO), nitrogen dioksida (NO₂), gas metana (CH₄), dan klorofluorokarbon (CFC). Gas karbon sebagai pencemar utama dihasilkan dari pembakaran bahan bakar minyak, batu bara, dan bahan bakar organik lain.

Gas karbon itu terakumulasi di lapisan atmosfer karena tidak terserap tumbuhan atau kawasan hutan di darat dan padang lamun serta rumput laut di perairan yang luasannya menciut. Sementara paparan panas matahari, terutama radiasi inframerah, tidak bisa terpantul keluar atmosfer karena tertahan lapisan gas rumah kaca (GRK) yang menebal di lapisan udara atas.

Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), peningkatan konsentrasi GRK akibat aktivitas manusia itu menjadi penyebab utama naiknya suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20. Model iklim yang dijadikan acuan oleh IPCC menunjukkan suhu permukaan global akan meningkat 1,1°C hingga 6,4°C antara tahun 1990 dan 2100. Jika kecenderungan peningkatan gas rumah kaca tetap seperti sekarang, itu akan menyebabkan peningkatan pemanasan global antara 1,5-4,5°C sekitar tahun 2030. Menghangatnya suhu global itu tentu menimbulkan perubahan kondisi lingkungan bumi.

(Sumber:http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=detail_news&newsid=474)

- 3. Analisis pokok permasalahan yang terkandung dalam teks bacaan diatas?

Jawab:.....
.....

- 4. Uraikan aktivitas apa saja yang dapat menyebabkan pemanasan global?

Jawab:.....
.....

- 5. Uraikan 3 dampak negatif yang ditimbulkan akibat pemanasan global!

Jawab:.....
.....

- 6. Melalui penerapan konsep kimia hijau, apa rekomendasi Anda sebagai upaya mengendalikan pemanasan global? Jelaskan dampak positif dari rekomendasi Anda!

Jawab:.....
.....

- 7. Baru-baru ini beredar informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050. Apakah hal tersebut ada kaitannya dengan dampak dari pemanasan global? Jelaskan pendapat Anda!

Jawab:.....
.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 8-11!

Potensi hujan asam di Indonesia sangat mungkin terjadi di wilayah urban dan industri yang berpolusi tinggi. Hujan asam sendiri pernah melanda Indonesia, khususnya di wilayah Sumatera, Kalimantan, Bandung, Jakarta, dan masih banyak lagi.

Hujan asam sendiri merupakan hujan yang mempunyai kadar keasaman dengan pH di bawah 5,6. Hujan asam memiliki kadar air hujan yang lebih asam lagi dibandingkan dengan air hujan biasa. Air pada hujan asam akan meningkatkan keasaman tanah dan air permukaan, yang terbukti dapat berbahaya bagi kehidupan ikan, tanaman, bahkan berbahaya untuk manusia. Penyebab hujan asam dapat terjadi akibat pencemaran udara yang disebabkan oleh karbondioksida, karbon monoksida, hidrogen sulfida, hingga sulfur dioksida. Gas pencemar udara tersebut dapat dihasilkan dari industri, pembangkit listrik, dan kendaraan bermotor.

(Sumber:<https://www.liputan6.com/hot/read/4592923/penyebab-hujan-asam-diindonesia-ketahui-dampak-dan-proses-terjadinya>)

8. Analisis pokok permasalahan yang terkandung dalam teks bacaan di atas?

Jawab:.....
.....
.....

9. Uraikan 3 dampak negatif hujan asam bagi lingkungan!

Jawab:.....
.....
.....

10. Analisislah aktivitas apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya hujan asam!

Jawab:.....
.....
.....

11. Melalui penerapan konsep kimia hijau, solusi apa yang Anda rekomendasikan untuk meminimalisir terjadinya hujan asam?

Jawab:.....
.....
.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 12!

12. Pemerintah memutuskan untuk mengizinkan pembangunan pabrik limbah B3 di dekat kawasan hutan yang dilindungi. Analisis akibat yang mungkin ditimbulkan bagi lingkungan, ekosistem, dan masyarakat setempat dengan berdirinya pabrik di dekat kawasan hutan yang dilindungi! Minimal masing-masing 2!

Jawab:.....
.....
.....
.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 13-14!

Peneliti di Universitas Cenderawasih mengubah plastik menjadi bahan bakar. Namun, bahan bakar yang diproduksi dari plastik cenderung lebih mahal dibandingkan dengan bahan bakar fosil konvensional. Hal tersebut disebabkan proses produksinya membutuhkan peralatan dan tenaga kerja khusus, yang dapat meningkatkan biaya produksi. Suatu daerah A melakukan pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar untuk mengatasi permasalahan plastik di TPA sampah mereka.

13. Analisis prinsip kimia hijau yang ada berdasarkan aktivitas pengelolaan sampah yang dilakukan oleh daerah A!

Jawab:.....
.....
.....
.....

14. Analisis keuntungan dan kerugian yang didapatkan oleh pemerintah daerah A tersebut baik dari segi ekonomi maupun lingkungan!

Jawab:.....
.....
.....
.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 15!

Wacana 1

Peneliti Fakultas Teknik UGM mencoba menerapkan prinsip kimia hijau dengan mengembangkan mesin pencacah plastik kresek yang dapat digunakan untuk mengatasi sampah plastik di masyarakat. Hasilnya dapat dipakai sebagai bahan campuran aspal. Plastik kresek umumnya terbuat dari polietilena ringan atau polipropilena. Kedua jenis plastik ini memiliki sifat yang relatif rapuh dan tidak tahan terhadap suhu tinggi. Sehingga dapat mengurangi kualitas dan kekuatan bahan campuran aspal yang mengandung plastik tersebut.

Wacana 2

Pada tahun 2011, Waste Refinery Center UGM bersama dengan Koperasi Gemah Ripah Gamping, Pemda Sleman, serta Pemerintah Swedia membangun Instalasi biogas. Melalui pengolahan sampah buah menjadi biogas mampu membangkitkan listrik yang dimanfaatkan oleh pedagang pasar di kawasan Yogyakarta. Namun, pembangunan dan operasional instalasi biogas memerlukan investasi dalam infrastruktur dan teknologi yang khusus. Pengadaan peralatan untuk pengolahan sampah menjadi biogas, pemeliharaan sistem, dan distribusi listrik membutuhkan biaya yang signifikan.

15. Bagaimana Anda akan menanggapi masing-masing solusi tersebut? Jika dianalisis jangka panjang manakah yang lebih menguntungkan? Berikan alasannya

Jawab:.....
.....
.....
.....

Lampiran 3

Kisi-Kisi Instrumen Tes Uji Coba

Satuan Pendidikan : SMAN 7 Semarang

Alokasi Waktu : 60 menit

Mata Pelajaran : Kimia Hijau

Jumlah soal : 10 butir

Kelas/Fase : X /E

Bentuk Soal : Esai

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
Peserta didik mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan analisis yang sistematis da	Mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat	Peserta didik dapat menganalisis akibat positif dari pemanfaatan sampah sebagai bahan bakar dengan benar	esai	C4	1	Uraikan 3 dampak positif yang ditimbulkan dari pemanfaatan sampah sebagai sumber bahan bakar alternatif!	Pengurangan limbah dan pencemaran lingkungan: Dengan menggunakan sampah sebagai sumber bahan bakar alternatif, jumlah sampah yang dibuang ke Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) dapat berkurang. Hal ini membantu mengurangi beban limbah pada TPST dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti polusi tanah, air, dan udara	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca: Pemanfaatan sampah sebagai bahan bakar alternatif dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, seperti batu bara. Dalam proses pembakaran sampah sebagai bahan bakar, emisi gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO₂), dapat dikurangi</p> <p>Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan: Sampah sebagai bahan bakar alternatif merupakan sumber energi terbarukan yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi termal atau listrik. Dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan, seperti biomassa dari sampah, ketergantungan pada sumber energi fosil yang tidak terbarukan dapat dikurangi.</p>	<p>1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan</p> <p>1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan</p>
Peserta didik mampu mengidentifikasi prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar.	Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	Peserta didik dapat menganalisis prinsip-prinsip kimia hijau dengan benar	esai	C4	2	Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan diatas?	Penggunaan bahan bakar alternatif: PT Semen Indonesia melalui anak usahanya, PT Solusi Bangun Indonesia, mengembangkan teknologi untuk menggunakan biomassa sebagai bahan bakar alternatif. Prinsip ini sesuai dengan penggunaan bahan baku terbarukan (<i>Use of</i>	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p><i>Renewable Feedstocks</i>) dalam prinsip kimia hijau.</p> <p>Pengurangan penggunaan batu bara: Komitmen PT Semen Indonesia dalam mengembangkan teknologi untuk mengurangi penggunaan batu bara dalam produksi semen mencerminkan prinsip pengurangan bahan baku beracun atau berbahaya (<i>Less Hazardous Chemical Syntheses</i>) dalam prinsip kimia hijau.</p> <p>Pengelolaan dan pemanfaatan sampah domestik: Kerja sama antara PT Solusi Bangun Indonesia, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, dan PT Unilever Indonesia dalam mengubah sampah domestik menjadi <i>refused derived fuel</i> (RDF) merupakan penerapan prinsip pengurangan limbah (<i>Waste Prevention</i>) dan penggunaan bahan baku terbarukan (<i>Use of Renewable Feedstocks</i>) dalam prinsip kimia hijau</p>	<p>1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan</p> <p>1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan</p>
Mampu mengembangkan	Mampu menentukan	Peserta didik dapat menganalisis	esai	C4	3	Pemerintah memutuskan untuk	Pencemaran air dan tanah: Pabrik limbah B3 dapat	1 poin

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan analisis yang sistematis dan bukti ilmiah	akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan	keuntungan dan kerugian dari suatu pernyataan yang diambil				mengizinkan pembangunan pabrik limbah B3 di dekat kawasan hutan yang dilindungi. Analisis akibat yang mungkin ditimbulkan bagi lingkungan, ekosistem, dan masyarakat setempat dengan berdirinya pabrik di dekat kawasan hutan yang dilindungi! Minimal masing-masing 2	menghasilkan limbah berbahaya yang jika tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air dan tanah disekitarnya	1 poin
							Pencemaran air dan tanah: Pabrik limbah B3 dapat menghasilkan limbah berbahaya yang jika tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air dan tanah disekitarnya	
							Kerusakan habitat: Pembangunan pabrik limbah B3 di dekat kawasan hutan yang dilindungi dapat menyebabkan kerusakan habitat akibat deforestasi.	1 poin
							Kesehatan masyarakat: Paparan terhadap limbah berbahaya dan polutan udara dapat meningkatkan risiko penyakit dangangguan kesehatan.	
							Gangguan terhadap keanekaragaman hayati: Keberadaan pabrik limbah B3 dapat mengganggu kehidupan flora dan fauna yang ada di dalamnya yang menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati dan bahkan punahnya beberapa spesies	1 poin
Perubahan rantai makanan:								

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							Pabrik limbah B3 yang menghasilkan limbah berbahaya dapat mempengaruhi rantai makanan di ekosistem sekitar.	
Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu lingkungan dengan tepat	Mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat	Peserta didik dapat menguraikan akibat dari pemanasan global dengan benar	esai	C4	4	Baru-baru ini beredar informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050. Apakah hal tersebut ada kaitannya dengan dampak dari pemanasan global? Jelaskan pendapat Anda!	benar, Informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050 memiliki kaitan dengan dampak dari pemanasan global. Peningkatan suhu global menyebabkan pencairan es di kutub dan pegunungan, yang berkontribusi pada kenaikan permukaan laut. Hal ini berpotensi mengancam wilayah pesisir yang memiliki ketinggian rendah dan rentan terhadap banjir serta erosi pantai. Jika tidak ada upaya mitigasi yang memadai, wilayah-wilayah tersebut dapat terancam tenggelam akibat kenaikan permukaan laut yang signifikan.	1 poin jika menjawab "tidak" dan mendapatkan 2 poin jika menjawab "iya". Jika menjelaskan sebab 3 poin dan menjelaskan akibat 4 poin jika keduanya salah dan 6 poin jika keduanya benar
Peserta didik mampu menerapkan konsep kimia sebagai salah satu solusi masalah	Mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah	Peserta didik mampu merekomendasikan penyelesaian permasalahan dengan benar.	esai	C5 Dan C4	5	Melalui penerapan konsep kimia hijau, apa rekomendasi Anda sebagai upaya dalam mengendalikan pemanasan global? Jelaskan dampak	Pengurangan emisi gas rumah kaca: Meningkatkan penggunaan energi terbarukan, seperti energi surya dan angin, yang menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih	Sebuah solusi tidak berkaitan dengan kimia hijau mendapatkan poin 1, jika berkaitan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
pencemaran lingkungan dengan tepat.	Mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan					positif dari rekomendasi Anda!	<p>rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Selain itu, mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dalam transportasi dan industri juga merupakan langkah penting.</p> <p>Dampak positif: Pengurangan emisi gas rumah kaca akan membantu mengurangi peningkatan suhu global, sehingga dapat memitigasi efek pemanasan global yang lebih lanjut seperti cuaca ekstrem, pencairan es, dan kenaikan permukaan laut.</p> <p>Efisiensi energi: Mengadopsi teknologi dan praktik efisiensi energi dalam berbagai sektor, seperti bangunan, transportasi, dan industri. Peningkatan efisiensi energi dapat mengurangi kebutuhan akan energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca.</p> <p>dampak positif Peningkatan efisiensi energi akan mengurangi ketergantungan sumberdaya energi yang terbatas dan mengurangi polusi udara akibat pembakaran bahan</p>	dengan kimia hijau 2 poin, disertai dengan alas sebab saja 3 poin, disertai akibat 4 poin. menjelaskan dampak positif dengan salah 5 poin, jika benar 6 poin

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>bakar fosil</p> <p>Pengembangan teknologi hijau: Mendorong penelitian dan pengembangan teknologi baru yang ramah lingkungan, seperti energi terbarukan, baterai lebih efisien, dan proses produksi yang lebih bersih dan ramah lingkungan</p> <p>dampak positif Pengembangan teknologi hijau akan menciptakan peluang ekonomi baru dalam sektor energi terbarukan dan teknologi ramah lingkungan.</p>	
Peserta didik mampu mengidentifikasi prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar.	Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	Peserta didik dapat menganalisis prinsip-prinsip kimia hijau dengan benar	esai	C4	6	Analisis prinsip kimia hijau yang ada berdasarkan aktivitas pengelolaan sampah yang dilakukan oleh daerah A	Mencegah Limbah (Waste Prevention): Pengelolaan sampah plastik menjadi bahan bakar merupakan bentuk pencegahan limbah, karena mengurangi jumlah plastik yang akhirnya berakhir di Tempat Pembuangan Sampah (TPA).	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							Menggunakan Bahan Baku Terbarukan (<i>Use of Renewable Feedstocks</i>): Jika daerah A menggunakan sumber energi terbarukan atau biomassa sebagai bahan bakar alternatif, maka aktivitas ini mendukung prinsip kimia hijau yang berfokus pada pemanfaatan sumber daya terbarukan.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
							Mendesain Produk Bahan Kimia yang Aman (<i>Designing Safer Chemicals</i>): Proses pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar juga harus memperhatikan aspek keselamatan dan keamanan produk bahan kimia yang dihasilkan. Jika bahan bakar yang dihasilkan aman digunakan dan memiliki risiko kecelakaan minimal, maka ini mendukung prinsip kimia hijau untuk desain produk yang lebih aman.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
Peserta didik mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana	Mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil	Peserta didik dapat menganalisis keuntungan dan kerugian dari suatu pernyataan yang diambil	esai	C4	7	Analisis keuntungan dan kerugian yang didapatkan oleh pemerintah daerah tersebut baik dari segi ekonomi maupun lingkungan!	Keuntungan ekonomi Potensi pengembangan industri yang dapat menciptakan lapangan pekerjaan, Potensi penghematan biaya pengelolaan sampah	2 poin jika dapat menyebutkan keuntungan dan kerugian 3 poin jika dapat menjelaskannya

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
berdasarkan analisis yang sistematis dan bukti ilmiah							Kerugian ekonomi Biaya produksi yang tinggi disebabkan proses produksi biofuel dari plastik memerlukan peralatan dan teknologi khusus, yang dapat meningkatkan biaya produksi.	2 poin jika dapat menyebutkan keuntungan dan kerugian 3 poin jika dapat menjelaskannya
							Keuntungan Lingkungan Pengolahan sampah plastik menjadi biofuel mengurangi volume limbah plastik yang dibuang ke TPA, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan mengurangi risiko pencemaran lingkungan	
							Kerugian lingkungan Proses produksi biofuel dari plastik dapat menghasilkan limbah atau produk sampingan yang perlu dikelola dengan baik.	
Mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan analisis yang sistematis dan bukti ilmiah	Mampu mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda Mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan.	Peserta didik dapat mengambil keputusan dari sudut pandang berbeda dengan tepat.	esai	C4 dan C5	8	Bagaimana Anda akan menanggapi masing-masing solusi tersebut? Jika dianalisis jangka panjang manakah yang lebih menguntungkan? Berikan alasannya	Wacana 1: Mesin Pencacah Plastik Kresek untuk Bahan Campuran Aspal Solusi ini melibatkan pengembangan mesin pencacah plastik kresek agar dapat diolah menjadi bahan campuran aspal. Keuntungan dari pendekatan ini adalah mengurangi jumlah sampah plastik kresek yang	Memberikan tanggapan pada masing-masing wacana mendapatkan poin 2, jika dapat menganalisis keuntungan dari masing-masing solusi mendapatkan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>mencemari lingkungan dan menggunakan limbah plastik untuk membuat bahan yang lebih berguna. Namun, ada beberapa pertimbangan jangka panjang:</p> <p>Keuntungan:</p> <p>Pengurangan Sampah Plastik: Solusi ini akan membantu mengurangi jumlah sampah plastik di lingkungan.</p> <p>Pemanfaatan Limbah: Menggunakan plastik kresek sebagai bahan campuran aspal dapat mengurangi kebutuhan terhadap bahan baku baru.</p> <p>Tantangan dan Pertimbangan:</p> <p>Kualitas Bahan Campuran: Plastik kresek memiliki sifat yang rapuh dan tidak tahan terhadap suhu tinggi. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas dan kekuatan bahan campuran aspal.</p> <p>Dampak Lingkungan: Meskipun sampah plastik diolah menjadi bahan campuran aspal, masih perlu memastikan bahwa penggunaan aspal dengan plastik tidak menyebabkan dampak lingkungan lainnya.</p>	4 poin. Dan 6 poin jika mampu menjelaskan keuntungan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>Wacana 2: Instalasi Biogas dari Sampah Buah</p> <p>Solusi ini melibatkan pengolahan sampah buah menjadi biogas yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Ini memiliki manfaat dalam mengurangi sampah organik dan menghasilkan energi terbarukan. Namun, ada beberapa pertimbangan jangka panjang:</p> <p>Keuntungan:</p> <p>Pengolahan Sampah Organik: Solusi ini dapat membantu mengurangi limbah organik dan mengurangi dampaknya terhadap lingkungan.</p> <p>Energi Terbarukan: Menghasilkan listrik dari biogas adalah sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan.</p> <p>Tantangan dan Pertimbangan:</p> <p>Investasi dan Biaya Operasional: Pembangunan dan operasional instalasi biogas membutuhkan investasi dan biaya yang signifikan untuk infrastruktur, peralatan, pemeliharaan, dan</p>	

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>distribusi listrik. Ketersediaan Bahan Baku: Solusi ini tergantung pada ketersediaan sampah buah sebagai bahan baku untuk biogas. Selain itu, keberlanjutan pasokan juga harus dipertimbangkan. Pertimbangan Jangka Panjang:</p> <p>Jika dilihat dari perspektif jangka panjang, solusi Instalasi Biogas dari Sampah Buah (Wacana 2) mungkin lebih menguntungkan. Alasan utamanya adalah:</p> <p>Energi Terbarukan: Solusi ini menghasilkan energi terbarukan yang dapat membantu mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan mengurangi dampak perubahan iklim. Manfaat Lingkungan Lebih Besar: Dengan mengurangi sampah organik dan menghasilkan energi terbarukan, solusi ini memiliki dampak positif yang lebih luas terhadap lingkungan dan masyarakat. Dampak Ekonomi dan Sosial: Meskipun memerlukan investasi awal yang besar,</p>	

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							solusi ini dapat menciptakan lapangan kerja dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat.	
Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu lingkungan dengan tepat	Mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat	Peserta didik dapat menguraikan dampak negatif yang ditimbulkan dari hujan asam	esai	C4	9	Uraikan 3 dampak negatif hujan asam bagi lingkungan!	Kehidupan akuatik: Hujan asam dapat meningkatkan keasaman air di perairan seperti sungai, danau, dan rawa. Kadar asam yang tinggi dapat mengganggu keseimbangan pH air, menghambat pertumbuhan organisme akuatik seperti ikan, amfibi, dan plankton.	1 poin
							Kehidupan tumbuhan: Hujan asam dapat merusak perkembangan dan mengganggu pertumbuhan tanaman. Keasaman tinggi dalam tanah dapat menghambat penyerapan nutrisi oleh akar tanaman, mengganggu keseimbangan mineral dalam tanah, dan merusak jaringan tanaman.	1 poin
							Kehidupan hewan: Organisme yang hidup di darat juga dapat terpengaruh oleh hujan asam. Misalnya, hewan tanah yang tergantung pada kondisi tanah yang sehat dapat menderita akibat tanah yang terasam	1 poin

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
Peserta didik mampu menerapkan konsep kimia hijau sebagai salah satu solusi masalah pencemaran lingkungan dengan tepat.	Mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah	Peserta didik dapat merekomendasikan solusi dari permasalahan hujan asam	Esai	C5	10	Melalui penerapan konsep kimia hijau, solusi apa yang saudara rekomendasikan untuk meminimalisir terjadinya hujan asam?	Pengurangan emisi gas pencemar: Mengurangi emisi gas pencemar seperti sulfur dioksida (SO ₂) dan nitrogen oksida (NO _x) sangat penting. Ini dapat dilakukan dengan mengadopsi teknologi yang lebih bersih dan ramah lingkungan dalam industri, transportasi, dan pembangkit listrik. Penggunaan sumber energi terbarukan dan efisiensi energi juga dapat membantu mengurangi emisi gas pencemar.	Memberikan solusi mendapatkan poin 2, jika dapat menganalisis keuntungan dari masing-masing solusi mendapatkan 4 poin. Dan 5 poin jika mampu menjelaskan keuntungan
							Penggunaan bahan bakar yang lebih bersih: Mengganti bahan bakar fosil konvensional dengan bahan bakar yang lebih bersih, seperti hidrogen yang menghasilkan emisi lebih rendah, dapat membantu mengurangi polusi udara dan kontribusi terhadap hujan asam.	

Skor maksimal = 57

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

Lampiran 4

Instrumen Tes Uji Coba

Kelas :

Tanggal Pelaksanaan:

Petunjuk pengerjaan soal:

1. Tuliskan identitas diri Anda pada lembar jawaban yang disediakan!
2. Bacalah soal dengan teliti, jika ada soal yang kurang jelas tanyakan kepada pengawas!
3. Jawablah semua pertanyaan yang disediakan!

Nama :.....

No Absen :.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 1-2!

JAKARTA - BUMN PT Semen Indonesia (Persero) Tbk melalui anak usahanya, PT Solusi Bangun Indonesia (SBI) mengembangkan teknologi untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan biomassa sebagai energi bahan bakar alternatif. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk berkomitmen terus berinovasi dan mengembangkan teknologi untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan energi alternatif sebagai bahan bakar. Hal tersebut juga sebagai upaya mendukung pemerintah dalam mengurangi penggunaan batu bara.

Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi DKI Jakarta dan PT Unilever Indonesia dalam pengelolaan Menurut Benny, Solusi Bangun Indonesia telah menjalin kerja sama dengan Dinas dan pemanfaatan sampah domestik di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang menjadi bahan bakar alternatif berupa refused derived fuel (RDF). Kerja sama tersebut dilaksanakan pada zona tertentu di TPST Bantargebang yang telah berusia lebih dari 10 tahun. Ia menjelaskan proses mengubah sampah menjadi bahan bakar meliputi penggalian dan pengayakan, lalu dikirim ke lokasi pabrik SBI di Narogong, Jawa Barat untuk dicacah. Kemudian, melalui proses pengurangan kadar kelembaban dengan campuran material lain untuk menghasilkan RDF yang memenuhi standar kualitas alternatif bahan bakar untuk pabrik semen.

(Sumber:<https://ekonomi.bisnis.com/read/20201007/257/1301676/sederet-pabrik-semen-indonesia-gunakan-energi-alternatif-biomassa>)

1. Uraikan 3 dampak positif yang ditimbulkan dari pemanfaatan sampah sebagai sumber bahan bakar alternatif!

Jawab:.....
.....
.....
.....

2. Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan diatas!

Jawab:.....
.....
.....
.....
.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 3!

3. Pemerintah memutuskan untuk mengizinkan pembangunan pabrik limbah B3 di dekat kawasan hutan yang dilindungi. Analisis akibat yang mungkin ditimbulkan bagi lingkungan, ekosistem, dan masyarakat setempat dengan berdirinya pabrik di dekat kawasan hutan yang dilindungi! Minimal masing-masing 2!

Jawab:.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 4-5!

Emisi gas-gas yang dilepaskan ke atmosfer dari berbagai aktivitas manusia di bumi menimbulkan efek rumah kaca di atmosfer. Gas-gas rumah kaca itu adalah karbon dioksida (CO_2), belerang dioksida (SO_2), nitrogen monoksida (NO), nitrogen dioksida (NO_2), gas metana (CH_4), dan klorofluorokarbon (CFC). Gas karbon sebagai pencemar utama dihasilkan dari pembakaran bahan bakar minyak, batu bara, dan bahan bakar organik lain.

Gas karbon itu terakumulasi di lapisan atmosfer karena tidak terserap tumbuhan atau kawasan hutan di darat dan padang lamun serta rumput laut di perairan yang luasannya menciut. Sementara paparan panas matahari, terutama radiasi inframerah, tidak bisa terpantul keluar atmosfer karena tertahan lapisan gas rumah kaca (GRK) yang menebal di lapisan udara atas.

Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), peningkatan konsentrasi GRK akibat aktivitas manusia itu menjadi penyebab utama naiknya suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20. Model iklim yang dijadikan acuan oleh IPCC menunjukkan suhu permukaan global akan meningkat $1,1^\circ\text{C}$ hingga $6,4^\circ\text{C}$ antara tahun 1990 dan 2100. Jika kecenderungan peningkatan gas rumah kaca tetap seperti sekarang, itu akan menyebabkan peningkatan pemanasan global antara $1,5$ - $4,5^\circ\text{C}$ sekitar tahun 2030. Menghangatnya suhu global itu tentu menimbulkan perubahan kondisi lingkungan bumi.

(Sumber:http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=detail_news&newsid=474)

4. Baru-baru ini beredar informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050. Apakah hal tersebut ada kaitannya dengan dampak dari pemanasan global? Jelaskan pendapat Anda!

Jawab:.....

5. Melalui penerapan konsep kimia hijau, apa rekomendasi Anda sebagai upaya mengendalikan pemanasan global? Jelaskan dampak positif dari rekomendasi Anda!

Jawab:.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 6-7!

Peneliti di Universitas Cenderawasih mengubah plastik menjadi bahan bakar. Namun, bahan bakar yang diproduksi dari plastik cenderung lebih mahal dibandingkan dengan bahan bakar fosil konvensional. Hal tersebut disebabkan proses produksinya membutuhkan peralatan dan tenaga kerja khusus, yang dapat meningkatkan biaya

produksi. Suatu daerah A melakukan pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar untuk mengatasi permasalahan plastik di TPA sampah mereka.

6. analisis prinsip kimia hijau yang ada berdasarkan aktivitas pengelolaan sampah yang dilakukan oleh daerah A!

Jawab:.....

7. Analisis keuntungan dan kerugian yang didapatkan oleh pemerintah daerah A tersebut baik dari segi ekonomi maupun lingkungan!

Jawab:.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 8!

Wacana 1

Peneliti Fakultas Teknik UGM mencoba menerapkan prinsip kimia hijau dengan mengembangkan mesin pencacah plastik kresek yang dapat digunakan untuk mengatasi sampah plastik di masyarakat. Hasilnya dapat dipakai sebagai bahan campuran aspal. Plastik kresek umumnya terbuat dari polietilena ringan atau polipropilena. Kedua jenis plastik ini memiliki sifat yang relatif rapuh dan tidak tahan terhadap suhu tinggi. Sehingga dapat mengurangi kualitas dan kekuatan bahan campuran aspal yang mengandung plastik tersebut.

Wacana 2

Pada tahun 2011, Waste Refinery Center UGM bersama dengan Koperasi Gemah Ripah Gamping, Pemda Sleman, serta Pemerintah Swedia membangun Instalasi biogas. Melalui pengolahan sampah buah menjadi biogas mampu membangkitkan listrik yang dimanfaatkan oleh pedagang pasar di kawasan Yogyakarta. Namun, pembangunan dan operasional instalasi biogas memerlukan investasi dalam infrastruktur dan teknologi yang khusus. Pengadaan peralatan untuk pengolahan sampah menjadi biogas, pemeliharaan sistem, dan distribusi listrik membutuhkan biaya yang signifikan.

8. Bagaimana Anda akan menanggapi masing-masing solusi tersebut? Jika dianalisis jangka panjang manakah yang lebih menguntungkan? Berikan alasannya

Jawab:.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 9-10!

Potensi hujan asam di Indonesia sangat mungkin terjadi di wilayah urban dan industri yang berpolusi tinggi. Hujan asam sendiri pernah melanda Indonesia, khususnya di wilayah Sumatera, Kalimantan, Bandung, Jakarta, dan masih banyak lagi.

Hujan asam sendiri merupakan hujan yang mempunyai kadar keasaman dengan pH di bawah 5,6. Hujan asam memiliki kadar air hujan yang lebih asam lagi dibandingkan dengan air hujan biasa. Air pada hujan asam akan meningkatkan keasaman tanah dan air permukaan, yang terbukti dapat berbahaya bagi kehidupan ikan, tanaman, bahkan berbahaya untuk manusia. Penyebab hujan asam dapat terjadi akibat pencemaran udara yang disebabkan oleh karbondioksida, karbon monoksida, hidrogen sulfida, hingga sulfur dioksida. Gas pencemar udara tersebut dapat dihasilkan dari industri, pembangkit listrik, dan kendaraan bermotor.

(Sumber:<https://www.liputan6.com/hot/read/4592923/penyebab-hujan-asam-diindonesia-ketahui-dampak-dan-proses-terjadinya>)

9. Uraikan 3 dampak negatif hujan asam bagi lingkungan!

Jawab:.....
.....
.....

10. Melalui penerapan konsep kimia hijau, solusi apa yang Anda rekomendasikan untuk meminimalisir terjadinya hujan asam?

Jawab:.....
.....
.....

Lampiran 5

Kisi-Kisi Instrumen Tes

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
Peserta didik mampu mengidentifikasi prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar.	Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	Peserta didik dapat menganalisis prinsip-prinsip kimia hijau dengan benar	esai	C4	1	Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan diatas?	Penggunaan bahan bakar alternatif: PT Semen Indonesia melalui anak usahanya, PT Solusi Bangun Indonesia, mengembangkan teknologi untuk menggunakan biomassa sebagai bahan bakar alternatif. Prinsip ini sesuai dengan penggunaan bahan baku terbarukan (<i>Use of Renewable Feedstocks</i>) dalam prinsip kimia hijau.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
							Pengurangan penggunaan batu bara: Komitmen PT Semen Indonesia dalam mengembangkan teknologi untuk mengurangi penggunaan batu bara dalam produksi semen mencerminkan prinsip pengurangan bahan baku beracun atau berbahaya (<i>Less Hazardous Chemical Syntheses</i>) dalam prinsip kimia hijau.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							Pengelolaan dan pemanfaatan sampah domestik: Kerja sama antara PT Solusi Bangun Indonesia, Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, dan PT Unilever Indonesia dalam mengubah sampah domestik menjadi <i>refused derived fuel</i> (RDF) merupakan penerapan prinsip pengurangan limbah (<i>Waste Prevention</i>) dan penggunaan bahan baku terbarukan (<i>Use of Renewable Feedstocks</i>) dalam prinsip kimia hijau.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
Peserta didik mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan analisis yang sistematis dan bukti ilmiah	Mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat	Peserta didik dapat menganalisis akibat positif dari pemanfaatan sampah sebagai bahan bakar dengan benar	esai	C4	2	Uraikan 3 dampak positif yang ditimbulkan dari pemanfaatan sampah sebagai sumber bahan bakar alternatif!	Pengurangan limbah dan pencemaran lingkungan: Dengan menggunakan sampah sebagai sumber bahan bakar alternatif, jumlah sampah yang dibuang ke Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) dapat berkurang. Hal ini membantu mengurangi beban limbah pada TPST dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti polusi tanah, air, dan udara.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
							Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan: Sampah sebagai bahan bakar alternatif	1 poin jika tidak

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							merupakan sumber energi terbarukan yang dapat digunakan untuk menghasilkan energi termal atau listrik. Dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan, seperti biomassa dari sampah, ketergantungan pada sumber energi fosil yang tidak terbarukan dapat dikurangi	disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
							Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca: Pemanfaatan sampah sebagai bahan bakar alternatif dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, seperti batu bara. Dalam proses pembakaran sampah sebagai bahan bakar, emisi gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO ₂), dapat dikurangi	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu lingkungan dengan tepat	Mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat	Peserta didik dapat menguraikan akibat dari pemanasan global dengan benar	esai	C4	3	Baru-baru ini beredar informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050. Apakah hal tersebut ada kaitannya dengan dampak dari pemanasan global? Jelaskan pendapat Anda!	benar, Informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050 memiliki kaitan dengan dampak dari pemanasan global. Peningkatan suhu global menyebabkan pencairan es di kutub dan pegunungan, yang berkontribusi pada kenaikan permukaan laut. Hal ini berpotensi mengancam wilayah pesisir yang memiliki ketinggian rendah dan rentan terhadap banjir serta erosi pantai. Jika tidak ada upaya mitigasi yang memadai, wilayah-wilayah tersebut dapat terancam tenggelam akibat kenaikan permukaan laut yang signifikan.	1 poin jika menjawab "tidak" dan mendapatkan 2 poin jika menjawab "iya". Jika menjelaskan sebab 3 poin dan menjelaskan akibat 4 poin jika keduanya salah dan 6 poin jika keduanya benar
Peserta didik mampu menerapkan konsep kimia sebagai salah satu solusi masalah pencemaran lingkungan dengan tepat.	Mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah Mampu menentukan akibat dari suatu	Peserta didik mampu merekomendasikan penyelesaian permasalahan dengan benar.	esai	C5 Dan C4	4	Melalui penerapan konsep kimia hijau, apa rekomendasi Anda sebagai upaya dalam mengendalikan pemanasan global? Jelaskan dampak positif dari rekomendasi Anda!	Pengurangan emisi gas rumah kaca: Meningkatkan penggunaan energi terbarukan, seperti energi surya dan angin, yang menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Selain itu, mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dalam transportasi dan industri juga merupakan langkah penting.	Sebuah solusi tidak berkaitan dengan kimia hijau mendapatkan poin 1, jika berkaitan dengan kimia hijau 2 poin, disertai dengan alas sebab saja 3 poin, disertai akibat 4 poin.

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
	pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan						<p>Dampak positif: Pengurangan emisi gas rumah kaca akan membantu mengurangi peningkatan suhu global, sehingga dapat memitigasi efek pemanasan global yang lebih lanjut seperti cuaca ekstrem, pencairan es, dan kenaikan permukaan laut.</p> <p>Efisiensi energi: Mengadopsi teknologi dan praktik efisiensi energi dalam berbagai sektor, seperti bangunan, transportasi, dan industri. Peningkatan efisiensi energi dapat mengurangi kebutuhan akan energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca.</p> <p>dampak positif Peningkatan efisiensi energi akan mengurangi ketergantungan sumberdaya energi yang terbatas dan mengurangi polusi udara akibat pembakaran bahan bakar fosil</p> <p>Pengembangan teknologi hijau: Mendorong penelitian dan pengembangan teknologi baru yang ramah lingkungan, seperti energi</p>	menjelaskan dampak positif dengan salah 5 poin, jika benar 6 poin

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>terbarukan, baterai lebih efisien, dan proses produksi yang lebih bersih dan ramah lingkungan</p> <p>dampak positif Pengembangan teknologi hijau akan menciptakan peluang ekonomi baru dalam sektor energi terbarukan dan teknologi ramah lingkungan.</p>	
Peserta didik mampu mengidentifikasi prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar.	Mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	Peserta didik dapat menganalisis prinsip-prinsip kimia hijau dengan benar	esai	C4	5	Analisis prinsip kimia hijau yang ada berdasarkan aktivitas pengelolaan sampah yang dilakukan oleh daerah A	Mencegah Limbah (Waste Prevention): Pengelolaan sampah plastik menjadi bahan bakar merupakan bentuk pencegahan limbah, karena mengurangi jumlah plastik yang akhirnya berakhir di Tempat Pembuangan Sampah (TPA).	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
							Menggunakan Bahan Baku Terbarukan (<i>Use of Renewable Feedstocks</i>): Jika daerah A menggunakan sumber energi terbarukan atau biomassa sebagai bahan bakar alternatif, maka aktivitas ini mendukung prinsip kimia hijau yang berfokus pada pemanfaatan sumber daya terbarukan.	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai penjelasan
							Mendesain Produk Bahan Kimia yang Aman (<i>Designing Safer Chemicals</i>): Proses pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar juga	1 poin jika tidak disertai penjelasan dan 2 poin jika disertai

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							harus memperhatikan aspek keselamatan dan keamanan produk bahan kimia yang dihasilkan. Jika bahan bakar yang dihasilkan aman digunakan dan memiliki risiko kecelakaan minimal, maka ini mendukung prinsip kimia hijau untuk desain produk yang lebih aman.	penjelasan
Peserta didik mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan analisis yang sistematis dan bukti ilmiah	Mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil	Peserta didik dapat menganalisis keuntungan dan kerugian dari suatu pernyataan yang diambil	esai	C4	6	Analisis keuntungan dan kerugian yang didapatkan oleh pemerintah daerah tersebut baik dari segi ekonomi maupun lingkungan!	Keuntungan ekonomi Potensi pengembangan industri yang dapat menciptakan lapangan pekerjaan, Potensi penghematan biaya pengelolaan sampah	2 poin jika dapat menyebutkan keuntungan dan kerugian 3 poin jika dapat menjelaskannya
							Kerugian ekonomi Biaya produksi yang tinggi disebabkan proses produksi biofuel dari plastik memerlukan peralatan dan teknologi khusus, yang dapat meningkatkan biaya produksi.	
							Keuntungan Lingkungan Pengolahan sampah plastik menjadi biofuel mengurangi volume limbah plastik yang dibuang ke TPA, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan mengurangi risiko pencemaran lingkungan	

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							Kerugian lingkungan Proses produksi biofuel dari plastik dapat menghasilkan limbah atau produk sampingan yang perlu dikelola dengan baik.	
Peserta didik mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan analisis yang sistematis dan bukti ilmiah	Mampu mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda Mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan.	Peserta didik dapat mengambil keputusan dari sudut pandang berbeda dengan tepat.	esai	C4 dan C5	7	Bagaimana Anda akan menanggapi masing-masing solusi tersebut? Jika dianalisis jangka panjang manakah yang lebih menguntungkan? Berikan alasannya	<p>Wacana 1: Mesin Pencacah Plastik Kresek untuk Bahan Campuran Aspal</p> <p>Solusi ini melibatkan pengembangan mesin pencacah plastik kresek agar dapat diolah menjadi bahan campuran aspal. Keuntungan dari pendekatan ini adalah mengurangi jumlah sampah plastik kresek yang mencemari lingkungan dan menggunakan limbah plastik untuk membuat bahan yang lebih berguna. Namun, ada beberapa pertimbangan jangka panjang:</p> <p>Keuntungan:</p> <p>Pengurangan Sampah Plastik: Solusi ini akan membantu mengurangi jumlah sampah plastik di lingkungan. Pemanfaatan Limbah: Menggunakan plastik kresek sebagai bahan campuran aspal dapat mengurangi kebutuhan terhadap bahan</p>	Memberikan tanggapan pada masing-masing wacana mendapatkan poin 2, jika dapat menganalisis keuntungan dari masing-masing solusi mendapatkan 4 poin. Dan 5 poin jika mampu menjelaskan keuntungan

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>baku baru. Tantangan dan Pertimbangan:</p> <p>Kualitas Bahan Campuran: Plastik kresek memiliki sifat yang rapuh dan tidak tahan terhadap suhu tinggi. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas dan kekuatan bahan campuran aspal.</p> <p>Dampak Lingkungan: Meskipun sampah plastik diolah menjadi bahan campuran aspal, masih perlu memastikan bahwa penggunaan aspal dengan plastik tidak menyebabkan dampak lingkungan lainnya.</p> <p>Wacana 2: Instalasi Biogas dari Sampah Buah</p> <p>Solusi ini melibatkan pengolahan sampah buah menjadi biogas yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. Ini memiliki manfaat dalam mengurangi sampah organik dan menghasilkan energi terbarukan. Namun, ada beberapa pertimbangan jangka panjang:</p> <p>Keuntungan:</p> <p>Pengolahan Sampah Organik:</p>	

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>Solusi ini dapat membantu mengurangi limbah organik dan mengurangi dampaknya terhadap lingkungan.</p> <p>Energi Terbarukan: Menghasilkan listrik dari biogas adalah sumber energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan.</p> <p>Tantangan dan Pertimbangan:</p> <p>Investasi dan Biaya Operasional: Pembangunan dan operasional instalasi biogas membutuhkan investasi dan biaya yang signifikan untuk infrastruktur, peralatan, pemeliharaan, dan distribusi listrik.</p> <p>Ketersediaan Bahan Baku: Solusi ini tergantung pada ketersediaan sampah buah sebagai bahan baku untuk biogas. Selain itu, keberlanjutan pasokan juga harus dipertimbangkan.</p> <p>Pertimbangan Jangka Panjang:</p> <p>Jika dilihat dari perspektif jangka panjang, solusi Instalasi Biogas dari Sampah Buah (Wacana 2) mungkin lebih menguntungkan. Alasan utamanya adalah:</p>	

Tujuan Pembelajaran	Indikator Kemampuan Berpikir Kritis	Indikator Soal	jenis tes	level kognitif	nomor soal	butir soal	jawaban	skor
							<p>Energi Terbarukan: Solusi ini menghasilkan energi terbarukan yang dapat membantu mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan mengurangi dampak perubahan iklim.</p> <p>Manfaat Lingkungan Lebih Besar: Dengan mengurangi sampah organik dan menghasilkan energi terbarukan, solusi ini memiliki dampak positif yang lebih luas terhadap lingkungan dan masyarakat.</p> <p>Dampak Ekonomi dan Sosial: Meskipun memerlukan investasi awal yang besar, solusi ini dapat menciptakan lapangan kerja dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat.</p>	

Lampiran 6

SOAL KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

Kelas :

Tanggal Pelaksanaan :

Petunjuk pengerjaan soal:

1. Tuliskan identitas diri Anda pada lembar jawaban yang disediakan!
2. Bacalah soal dengan teliti, jika ada soal yang kurang jelas tanyakan kepada pengawas!
3. Jawablah semua pertanyaan yang disediakan!

Nama :

No Absen :

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 1-2!

JAKARTA - BUMN PT Semen Indonesia (Persero) Tbk melalui anak usahanya, PT Solusi Bangun Indonesia (SBI) mengembangkan teknologi untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan biomassa sebagai energi bahan bakar alternatif. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk berkomitmen terus berinovasi dan mengembangkan teknologi untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan energi alternatif sebagai bahan bakar. Hal tersebut juga sebagai upaya mendukung pemerintah dalam mengurangi penggunaan batu bara.

Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi DKI Jakarta dan PT Unilever Indonesia dalam pengelolaan Menurut Benny, Solusi Bangun Indonesia telah menjalin kerja sama dengan Dinas dan pemanfaatan sampah domestik di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang menjadi bahan bakar alternatif berupa refused derived fuel (RDF). Kerja sama tersebut dilaksanakan pada zona tertentu di TPST Bantargebang yang telah berusia lebih dari 10 tahun. Ia menjelaskan proses mengubah sampah menjadi bahan bakar meliputi penggalian dan pengayakan, lalu dikirim ke lokasi pabrik SBI di Narogong, Jawa Barat untuk dicacah. Kemudian, melalui proses pengurangan kadar kelembaban dengan campuran material lain untuk menghasilkan RDF yang memenuhi standar kualitas alternatif bahan bakar untuk pabrik semen.

(Sumber: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20201007/257/1301676/sederet-pabrik-semen-indonesia-gunakan-energi-alternatif-biomassa>)

1. Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan diatas!
Jawab:
2. Uraikan 3 dampak positif yang ditimbulkan dari pemanfaatan sampah sebagai sumber bahan bakar alternatif!
Jawab:

.....
.....
.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 3-4!

Emisi gas-gas yang dilepaskan ke atmosfer dari berbagai aktivitas manusia di bumi menimbulkan efek rumah kaca di atmosfer. Gas-gas rumah kaca itu adalah karbon dioksida (CO₂), belerang dioksida (SO₂), nitrogen monoksida (NO), nitrogen dioksida (NO₂), gas metana (CH₄), dan klorofluorokarbon (CFC). Gas karbon sebagai pencemar utama dihasilkan dari pembakaran bahan bakar minyak, batu bara, dan bahan bakar organik lain.

Gas karbon itu terakumulasi di lapisan atmosfer karena tidak terserap tumbuhan atau kawasan hutan di darat dan padang lamun serta rumput laut di perairan yang luasannya menciut. Sementara paparan panas matahari, terutama radiasi inframerah, tidak bisa terpantul keluar atmosfer karena tertahan lapisan gas rumah kaca (GRK) yang menebal di lapisan udara atas.

Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), peningkatan konsentrasi GRK akibat aktivitas manusia itu menjadi penyebab utama naiknya suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20. Model iklim yang dijadikan acuan oleh IPCC menunjukkan suhu permukaan global akan meningkat 1,1^oC hingga 6,4^oC antara tahun 1990 dan 2100. Jika kecenderungan peningkatan gas rumah kaca tetap seperti sekarang, itu akan menyebabkan peningkatan pemanasan global antara 1,5-4,5^oC sekitar tahun 2030. Menghangatnya suhu global itu tentu menimbulkan perubahan kondisi lingkungan bumi.

(Sumber:http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=detail_news&newsid=474)

- 3. Baru-baru ini beredar informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050. Apakah hal tersebut ada kaitannya dengan dampak dari pemanasan global? Jelaskan pendapat Anda!

Jawab:.....
.....
.....
.....

- 4. Melalui penerapan konsep kimia hijau, apa rekomendasi Anda sebagai upaya mengendalikan pemanasan global? Jelaskan dampak positif dari rekomendasi Anda!

Jawab:.....
.....
.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 5-6!

Peneliti di Universitas Cenderawasih mengubah plastik menjadi bahan bakar. Namun, bahan bakar yang diproduksi dari plastik cenderung lebih mahal dibandingkan dengan bahan bakar fosil konvensional. Hal tersebut disebabkan proses produksinya membutuhkan peralatan dan tenaga kerja khusus, yang dapat meningkatkan biaya produksi. Suatu daerah A melakukan pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar untuk mengatasi permasalahan plastik di TPA sampah mereka.

- 5. Analisis prinsip kimia hijau yang ada berdasarkan aktivitas pengelolaan sampah yang dilakukan oleh daerah A!

Jawab:.....
.....

-
-
6. Analisis keuntungan dan kerugian yang didapatkan oleh pemerintah daerah A tersebut baik dari segi ekonomi maupun lingkungan!

Jawab:.....

.....

.....

.....

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 7!

Wacana 1

Peneliti Fakultas Teknik UGM mencoba menerapkan prinsip kimia hijau dengan mengembangkan mesin pencacah plastik kresek yang dapat digunakan untuk mengatasi sampah plastik di masyarakat. Hasilnya dapat dipakai sebagai bahan campuran aspal. Plastik kresek umumnya terbuat dari polietilena ringan atau polipropilena. Kedua jenis plastik ini memiliki sifat yang relatif rapuh dan tidak tahan terhadap suhu tinggi. Sehingga dapat mengurangi kualitas dan kekuatan bahan campuran aspal yang mengandung plastik tersebut.

Wacana 2

Pada tahun 2011, Waste Refinery Center UGM bersama dengan Koperasi Gemah Ripah Gamping, Pemda Sleman, serta Pemerintah Swedia membangun Instalasi biogas. Melalui pengolahan sampah buah menjadi biogas mampu membangkitkan listrik yang dimanfaatkan oleh pedagang pasar di kawasan Yogyakarta. Namun, pembangunan dan operasional instalasi biogas memerlukan investasi dalam infrastruktur dan teknologi yang khusus. Pengadaan peralatan untuk pengolahan sampah menjadi biogas, pemeliharaan sistem, dan distribusi listrik membutuhkan biaya yang signifikan.

7. Bagaimana Anda akan menanggapi masing-masing solusi tersebut? Jika dianalisis jangka panjang manakah yang lebih menguntungkan? Berikan alasannya

Jawab:.....

.....

.....

.....

Lampiran 7

Lembar Jawaban Tes Peserta Didik

95,45

SOAL KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

Kelas : X - 6

Tanggal Pelaksanaan: Selasa, 5 September 23

Petunjuk pengerjaan soal:

1. Tuliskan identitas diri Anda pada lembar jawaban yang disediakan!
2. Bacalah soal dengan teliti, jika ada soal yang kurang jelas tanyakan kepada pengawas!
3. Jawablah semua pertanyaan yang disediakan!

Nama : Lujinatus Lifa

No Absen : 15

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 1-2!

JAKARTA - BUMN PT Semen Indonesia (Persero) Tbk melalui anak usahanya, PT Solusi Bangun Indonesia (SBI) mengembangkan teknologi untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan biomassa sebagai energi bahan bakar alternatif. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk berkomitmen terus berinovasi dan mengembangkan teknologi untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan energi alternatif sebagai bahan bakar. Hal tersebut juga sebagai upaya mendukung pemerintah dalam mengurangi penggunaan batu bara.

Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi DKI Jakarta dan PT Unilever Indonesia dalam pengelolaan Menurut Benny, Solusi Bangun Indonesia telah menjalin kerja sama dengan Dinas dan pemanfaatan sampah domestik di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang menjadi bahan bakar alternatif berupa refused derived fuel (RDF). Kerja sama tersebut dilaksanakan pada zona tertentu di TPST Bantargebang yang telah berusia lebih dari 10 tahun. Ia menjelaskan proses mengubah sampah menjadi bahan bakar meliputi penggalian dan pengayakan, lalu dikirim ke lokasi pabrik SBI di Narogong, Jawa Barat untuk dicacah. Kemudian, melalui proses pengurangan kadar kelembaban dengan campuran material lain untuk menghasilkan RDF yang memenuhi standar kualitas alternatif bahan bakar untuk pabrik semen.

(Sumber: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20201007/257/1301676/ sederet-pabrik-semen-indonesia-gunakan-energi-alternatif-biomassa>)

1. Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan diatas!
- 2 Jawab: Menurut Benny, Solusi bangun Indonesia telah menjalin kerja sama dengan dinas dan pemanfaatan sampah domestik di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang menjadi bahan bakar alternatif berupa refused derived fuel (RDF).
 - Menggunakan bahan baru yang dapat terbarukan
 - Menganalisis secara langsung untuk mengurangi polusi

Lampiran 8

Dokumentasi pembelajaran



Lampiran 9

MODUL AJAR

NO	KOMPONEN	KETERANGAN/DESKRIPSI
1	IDENTITAS SEKOLAH	
	Nama Penyusun	Tatmainnul Qulub
	Institusi	SMA
	Tahun	2023/2024
	Jenjang	SMA
	Kelas	X
	Alokasi Waktu	3 JP × 45 menit = 135 menit
2	Kompetensi Awal (Entry Behavior)	Kompetensi yang harus dimiliki sebelum mempelajari pokok bahasan ini yaitu peserta didik telah: peserta didik mengenal proses kimia dari issue global terkait reaksi kimia melalui sumber berita.
3	Profil Pelajar Pancasila	Profil Pelajar Pancasila yang diharapkan dapat tercapai yaitu: kreatif, kerjasama, dan bernalar kritis
4	Sarana dan Prasarana	
	Sarana	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laptop/ Komputer 2. Handphone 3. Jaringan Internet 4. Laboratorium Kimia
	Prasarana	<ol style="list-style-type: none"> 1. YouTube 2. Buku Teks Kimia Kelas X 3. Ms. Power Point 4. LKPD berorientasi isu lingkungan
5	Target Peserta Didik	Peserta didik reguler/ tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
	Jumlah peserta didik	36 orang peserta didik
6	Model Pembelajaran	Problem based learning
7	Tujuan Pembelajaran	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mampu mengidentifikasi pokok-pokok permasalahan yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar. 2. Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu-isu lingkungan dengan tepat. 3. Peserta didik mampu menerapkan konsep kimia hijau dalam pemanfaatan limbah dan bahan alam sebagai salah satu solusi masalah pencemaran lingkungan dengan tepat. 4. Peserta didik dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan analisis yang sistematis dan bukti ilmiah.
8	Pemahaman Bermakna	Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik dapat memahami tentang pentingnya bergotong royong dalam menyelesaikan masalah isu lingkungan. Pemahaman tentang kimia hijau yang berorientasi lingkungan dapat membantu peserta didik untuk menjadi lebih kreatif dan kritis dalam menyelesaikan masalah lingkungan
9	Pertanyaan Pemantik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adakah proses kimia disekitar kita? 2. Apakah semua reaksi kimia itu berbahaya? 3. Bagaimana kimia hijau berkontribusi dalam mengurangi dampak

negatif dari pencemaran lingkungan?				
10	Kegiatan Pembelajaran	Tahap	Kegiatan	Waktu
		Pendahuluan	Guru dan peserta didik memulai pembelajaran tepat waktu.	
			Guru mengucapkan salam dan meminta salah satu peserta didik untuk memimpin doa .	
			Guru mengecek kehadiran dan memotivasi peserta didik terkait manfaat kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari.	
			Guru memberikan apresepasi kepada peserta didik dan mengajukan beberapa pertanyaan: Apakah kalian pernah menganalisis pencemaran yang terjadi pada lingkungan? Bagaimana cara mengatasi pencemaran yang terjadi pada lingkungan?.	
			Peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok yang terdiri dari 5 orang. Secara berkelompok, peserta didik diminta untuk mengamati mengenai gambar pencemaran lingkungan sungai akibat zat warna tekstil	
		Inti	Sintaks 1. Orientasi peserta didik pada masalah	
			Guru memberikan informasi tentang materi pokok yang akan dipelajari, yakni kimia hijau dengan menggunakan media visual berupa powerpoint .	
			Peserta didik mengamati permasalahan yang berkaitan dengan permasalahan pencemaran sungai.	
			Peserta didik yang bernalar kritis menanya terkait dengan permasalahan ditampilkan. Pertanyaan yang diharapkan muncul yaitu "Bagaimana dampak yang ditimbulkan dari pencemaran sungai terhadap kehidupan masyarakat sekitar?"	
			Sintaks 2. Mengorganisasikan peserta didik	
			Guru membagi peserta didik menjadi kelompok dengan anggota 5 orang.	
			Guru membagikan LKPD tentang kimia hijau berorientasi isu lingkungan, setiap kelompok mendapatkan satu LKPD.	
			Peserta didik diminta untuk mendiskusikan LKPD dengan menggunakan referensi yang ada secara mandiri	
			Sintaks 3. Membimbing penyelidikan individu dan kelompok	
			Peserta didik mengumpulkan informasi untuk membuat hipotesis atau mengisi LKPD dengan bimbingan dari guru.	
		Peserta didik mengasosiasi informasi dan		

			<p>pengetahuan yang telah diperoleh sebelumnya secara kritis dan mendiskusikan masalah pada LKPD untuk dapat menentukan penyelesaian bimbingan dari guru.</p>	
			<p>Peserta didik dengan rasa ingin tahu, bertanya pada guru apabila mengalami kesulitan dalam menyelesaikan LKPD.</p>	
			<p>Sintaks 4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</p>	
			<p>Peserta didik melakukan pemecahan masalah berdasarkan penyelidikan dan hasil pengumpulan informasi melalui kegiatan praktikum pada LKPD yang dibagikan guru.</p>	
			<p>Setiap kelompok berdiskusi membuat laporan hasil percobaan.</p>	
			<p>Perwakilan kelompok/semua anggota kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas dengan penuh tanggung jawab</p>	
			<p>Peserta didik dari kelompok lain diberikan kesempatan untuk bertanya atau mengkomunikasikan pendapat dan tanggapan dari hasil diskusi yang telah dipresentasikan.</p>	
			<p>Sintaks 5. Menganalisis dan mengevaluasi hasil pemecahan masalah</p>	
			<p>Guru memberikan <i>ice breaking</i> kepada peserta didik untuk memberikan jeda sejenak dan membuat suasana kelas menjadi lebih ceria.</p>	
			<p>Peserta didik bersama dengan guru melakukan konfirmasi mengenai jawaban permasalahan dan peserta didik diajak untuk membuat simpulan mengenai implementasi kimia hijau pada permasalahan lingkungan yang ada pada LKPD</p>	
			<p>Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya jika masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep kimia hijau.</p>	
		Penutup	<p>Peserta didik diberi <i>reward</i> berupa tambahan poin untuk peserta didik yang sudah percaya diri maju presentasi ke depan.</p>	
			<p>Peserta didik sebanyak 3-5 memberikan kesimpulan apa yang telah dipelajari dalam pertemuan ini.</p>	
			<p>Peserta didik memberikan pertanyaan-pertanyaan terhadap konsep yang belum dipahami.</p>	
			<p>Guru memberikan kesimpulannya dan menutup kelas.</p>	
11		<p>1. Asesmen Diagnostik (Lampiran 1) a. Asesmen Diagnostik Non-Kognitif</p>		

		<p>b. Asesmen Diagnostik Kognitif</p> <p>2. Asesmen Formatif (Lampiran 2)</p> <p>a. Sikap (Profil Pelajar Pancasila) : Observasi</p> <p>b. Pengetahuan : Latihan Soal</p> <p>c. Keterampilan : Observasi</p> <p>3. Asesmen Sumatif (Lampiran 3)</p> <p>Soal esai</p>
12	Pengayaan dan Remedial	<p>1. Pengayaan</p> <p>Pengayaan diberikan kepada peserta didik yang telah mampu mencapai kompetensi yang telah ditetapkan dalam pembelajaran. Adapun bentuk pengayaan yang dilakukan sebagai berikut:</p> <p>a. Melaksanakan konsep tutor sebaya, peserta didik yang telah mencapai kompetensi yang ditetapkan memberi bantuan kepada rekannya yang belum mampu mencapai kompetensi yang ditetapkan.</p> <p>b. Memberikan penguatan secara mandiri melalui penugasan</p> <p>2. Remedial</p> <p>Kegiatan remedial dilaksanakan bagi peserta didik yang belum mampu mencapai kompetensi dari pembelajaran. Melalui tutor sebaya apabila peserta didik yang remedial jumlahnya tidak lebih dari 50% jumlah peserta didik di kelas.</p> <p>a. Bimbingan khusus apabila peserta didik yang remedial jumlahnya sedikit 1 sampai 5 orang.</p> <p>Pembelajaran dengan model dan metode yang berbeda apabila peserta didik yang remedial jumlahnya lebih dari 50% jumlah peserta didik di kelas.</p>
13	Refleksi Peserta Didik dan Guru	<p>1. Apa yang kamu dapatkan pada pembelajaran hari ini?</p> <p>2. Bagaimana perasaanmu setelah mengikuti pembelajaran hari ini?</p>
14	Lembar Kerja Peserta Didik	Lampiran
15	Bahan Bacaan Peserta Didik & Guru	Lampiran
16	Glosarium	<ul style="list-style-type: none"> • Adsorpsi: Proses molekul, ion, atau partikel padat terikat atau melekat pada permukaan zat padat. • Gugus pelindung: Sebuah grup atau gugus kimia yang ditambahkan sementara pada molekul organik untuk melindungi atau mengamankan gugus fungsi yang ada di dalam molekul tersebut selama reaksi kimia tertentu. • Katalis: Substansi atau zat yang digunakan untuk mempercepat atau mengubah laju reaksi kimia tanpa ikut terlibat secara permanen dalam reaksi tersebut. • Reagen: Zat organik atau anorganik yang dapat ditambahkan ke dalam campuran untuk memicu rantai reaksi kimia. • Rhodamin B: Zat pewarna sintesis yang biasa digunakan pada industri tekstil dan kertas. • Tokisitas: Sifat atau karakteristik dari zat yang dapat menyebabkan keracunan atau gangguan kesehatan saat terpapar dalam jumlah tertentu.
17	Daftar Pustaka	<p>1. Kimia untuk SMA/MA Kelas XI, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2022</p> <p>2. Modul pembelajaran kimia SMA</p>

A. ASESMEN NON-KOGNITIF

- 1) Apa kabar semuanya pada hari ini?
- 2) Apa saja yang dilakukan sebelum belajar di pagi ini ?
- 3) Apa harapan kalian setelah mengikuti pembelajaran ini ?

B. ASESMEN KOGNITIF

1. Prinsip kimia hijau yang mengusulkan penggunaan pelarut berbasis air dalam reaksi kimia adalah untuk:
 - a. Mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya
 - b. Menghemat biaya produksi
 - c. Mengurangi penggunaan energi
 - d. Mengurangi dampak lingkungan
2. Salah satu tujuan utama kimia hijau adalah untuk:
 - a. Meningkatkan produksi limbah berbahaya
 - b. Mengoptimalkan penggunaan bahan kimia beracun
 - c. Meningkatkan efisiensi proses kimia
 - d. Mengurangi penggunaan katalis
3. Apa yang dimaksud dengan "atom ekonomi" dalam kimia hijau?
 - a. Menggunakan lebih banyak atom dalam reaksi kimia
 - b. Menghasilkan produk kimia dengan lebih banyak atom
 - c. Mengurangi pemborosan bahan baku dan menghasilkan produk dengan sedikit atau tanpa limbah
 - d. Meningkatkan penggunaan energi dalam reaksi kimia
4. Bagaimana kimia hijau dapat membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dalam industri kimia?
 - a. Dengan meningkatkan penggunaan bahan kimia berbahaya
 - b. Dengan mengoptimalkan produksi limbah beracun
 - c. Dengan mengurangi penggunaan bahan kimia beracun dan menghasilkan lebih sedikit limbah
 - d. Dengan meningkatkan penggunaan bahan kimia berbahaya
5. Prinsip "prevent pollution" dalam kimia hijau mengacu pada?
 - a. Meningkatkan polusi lingkungan
 - b. Mengurangi penggunaan limbah berbahaya
 - c. Meningkatkan penggunaan bahan kimia beracun
 - d. Meningkatkan penggunaan energi dalam industri kimia

Jawaban:

1. Mengurangi dampak lingkungan
2. Mengurangi pemborosan bahan baku dan menghasilkan produk dengan sedikit atau tanpa limbah
3. Mengurangi pemborosan bahan baku dan menghasilkan produk dengan sedikit atau tanpa limbah
4. Dengan mengurangi penggunaan bahan kimia beracun dan menghasilkan lebih sedikit limbah
5. Mengurangi penggunaan limbah berbahaya

A. Sikap (Profil Pelajar Pancasila) : Observasi

No	Aspek yang dinilai	Teknik penilaian	Waktu penilaian	Instrumen
1	Bergotong royong	Pengamatan	Proses	Lembar observasi
2	Kreatif	Pengamatan	Proses	Lembar observasi

No	Nama peserta didik	Aspek sikap yang dinilai		Jumlah skor
		Bergotong royong	Kreatif	

RUBRIK PENILAIAN SIKAP

ASPEK	INDIKATOR	Skor
Bergotong royong	Peserta didik terlibat aktif dalam kerja kelompok	1
	Peserta didik bersedia melaksanakan tugas sesuai kesepakatan	1
	Peserta didik bersedia membantu temannya dalam satu kelompok yang mengalami kesulitan	1
	Peserta didik menghargai hasil kerja anggota kelompok	1
SUBTOTAL		4
Kreatif	Peserta didik memiliki rasa ingin tahu	1
	Peserta didik tertarik dalam mengerjakan tugas	1
	Peserta didik berani mengambil resiko	1
	Peserta didik tidak mudah putus asa	1
SUBTOTAL		4
TOTAL		8

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

CATATAN :

Kode nilai / predikat :

75,01 – 100,00 = Sangat Baik (SB)

50,01 – 75,00 = Baik (B)

25,01 – 50,00 = Cukup (C)

00,00 – 25,00 = Kurang (K)

A. Pengetahuan : Latihan Soal

1. Pertanyaan Pilihan Ganda:

- a. Apa yang menjadi tujuan utama dari konsep Kimia Hijau
- b. Salah satu prinsip utama Kimia Hijau adalah
- c. Apa yang dimaksud dengan "solvent alternatif" dalam Kimia Hijau?
- d. Mengapa pemilihan katalis hijau menjadi penting dalam Kimia Hijau?

2. Pertanyaan Esai:

- a. Prinsip "safer chemicals" dalam Kimia Hijau mengacu pada?
- b. Apa yang dimaksud dengan "renewable feedstocks" dalam konteks Kimia Hijau?
- c. Prinsip "prevention" dalam Kimia Hijau mencakup?
- d. Bagaimana penggunaan energi dapat dioptimalkan dalam konteks Kimia Hijau?
- e. Apa yang dimaksud dengan "biocatalysis" dalam Kimia Hijau?

3. Tugas Proyek:

Lakukanlah praktikum penyerapan zat warna rhodamin B menggunakan penyerap asam humat. Berikan penjelasan terkait hasil percobaan yang dilakukan dengan mengaitkan konsep kimia hijau.

ASESMEN SUMATIF

A. Esai:

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 1-2!

JAKARTA - BUMN PT Semen Indonesia (Persero) Tbk melalui anak usahanya, PT Solusi Bangun Indonesia (SBI) mengembangkan teknologi untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan biomassa sebagai energi bahan bakar alternatif. PT Semen Indonesia (Persero) Tbk berkomitmen terus berinovasi dan mengembangkan teknologi untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan energi alternatif sebagai bahan bakar. Hal tersebut juga sebagai upaya mendukung pemerintah dalam mengurangi penggunaan batu bara.

Lingkungan Hidup (DLH) Provinsi DKI Jakarta dan PT Unilever Indonesia dalam pengelolaan Menurut Benny, Solusi Bangun Indonesia telah menjalin kerja sama dengan Dinas dan pemanfaatan sampah domestik di Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang menjadi bahan bakar alternatif berupa refused derived fuel (RDF). Kerja sama tersebut dilaksanakan pada zona tertentu di TPST Bantargebang yang telah berusia lebih dari 10 tahun. Ia menjelaskan proses mengubah sampah menjadi bahan bakar meliputi penggalian dan pengayakan, lalu dikirim ke lokasi pabrik SBI di Narogong, Jawa Barat untuk dicacah. Kemudian, melalui proses pengurangan kadar kelembaban dengan campuran material lain untuk menghasilkan RDF yang memenuhi standar kualitas alternatif bahan bakar untuk pabrik semen.

(Sumber: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20201007/257/1301676/sederet-pabrik-semen-indonesia-gunakan-energi-alternatif-biomassa>)

1. Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan di atas!
2. Uraikan 3 dampak positif yang ditimbulkan dari pemanfaatan sampah sebagai sumber bahan bakar alternatif!

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 3-4!

Emisi gas-gas yang dilepaskan ke atmosfer dari berbagai aktivitas manusia di bumi menimbulkan efek rumah kaca di atmosfer. Gas-gas rumah kaca itu adalah karbon dioksida (CO₂), belerang dioksida (SO₂), nitrogen monoksida (NO), nitrogen dioksida (NO₂), gas metana (CH₄), dan klorofluorokarbon (CFC). Gas karbon sebagai pencemar utama dihasilkan dari pembakaran bahan bakar minyak, batu bara, dan bahan bakar organik lain.

Gas karbon itu terakumulasi di lapisan atmosfer karena tidak terserap tumbuhan atau kawasan hutan di darat dan padang lamun serta rumput laut di perairan yang luasannya menciut. Sementara paparan panas matahari, terutama radiasi inframerah, tidak bisa terpantul keluar atmosfer karena tertahan lapisan gas rumah kaca (GRK) yang menebal di lapisan udara atas.

Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), peningkatan konsentrasi GRK akibat aktivitas manusia itu menjadi penyebab utama naiknya suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20. Model iklim yang dijadikan acuan oleh IPCC menunjukkan suhu permukaan global akan meningkat 1,1°C hingga 6,4°C antara tahun 1990 dan 2100. Jika kecenderungan peningkatan gas rumah kaca tetap seperti sekarang, itu akan menyebabkan peningkatan pemanasan global antara 1,5-4,5°C sekitar tahun 2030. Menghangatnya suhu global itu tentu menimbulkan perubahan kondisi lingkungan bumi.

(Sumber: http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=detail_news&newsid=474)

3. Baru-baru ini beredar informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050. Apakah hal tersebut ada kaitannya dengan dampak dari pemanasan global? Jelaskan pendapat Anda!
4. Melalui penerapan konsep kimia hijau, apa rekomendasi Anda sebagai upaya mengendalikan pemanasan global? Jelaskan dampak positif dari rekomendasi Anda!

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 5-6!

Peneliti di Universitas Cenderawasih mengubah plastik menjadi bahan bakar. Namun, bahan bakar yang diproduksi dari plastik cenderung lebih mahal dibandingkan dengan bahan bakar fosil konvensional. Hal tersebut disebabkan proses produksinya membutuhkan peralatan dan tenaga kerja khusus, yang dapat meningkatkan biaya produksi. Suatu daerah A melakukan pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar untuk mengatasi permasalahan plastik di TPA sampah mereka.

5. Analisis prinsip kimia hijau yang ada berdasarkan aktivitas pengelolaan sampah yang dilakukan oleh daerah A!
6. Analisis keuntungan dan kerugian yang didapatkan oleh pemerintah daerah A tersebut baik dari segi ekonomi maupun lingkungan!

Bacalah wacana berikut untuk menjawab pertanyaan nomor 7!

Wacana 1

Peneliti Fakultas Teknik UGM mencoba menerapkan prinsip kimia hijau dengan mengembangkan mesin pencacah plastik kresek yang dapat digunakan untuk mengatasi sampah plastik di masyarakat. Hasilnya dapat dipakai sebagai bahan campuran aspal. Plastik kresek umumnya terbuat dari polietilena ringan atau polipropilena. Kedua jenis plastik ini memiliki sifat yang relatif rapuh dan tidak tahan terhadap suhu tinggi. Sehingga dapat mengurangi kualitas dan kekuatan bahan campuran aspal yang mengandung plastik tersebut.

Wacana 2

Pada tahun 2011, Waste Refinery Center UGM bersama dengan Koperasi Gemah Ripah Gamping, Pemda Sleman, serta Pemerintah Swedia membangun Instalasi biogas. Melalui pengolahan sampah buah menjadi biogas mampu membangkitkan listrik yang dimanfaatkan oleh pedagang pasar di kawasan Yogyakarta. Namun, pembangunan dan operasional instalasi biogas memerlukan investasi dalam infrastruktur dan teknologi yang khusus. Pengadaan peralatan untuk pengolahan sampah menjadi biogas, pemeliharaan sistem, dan distribusi listrik membutuhkan biaya yang signifikan.

7. Bagaimana Anda akan menanggapi masing-masing solusi tersebut? Jika dianalisis jangka panjang manakah yang lebih menguntungkan? Berikan alasannya
- B. Ujian praktikum:
Lakukan percobaan adsorpsi rhodamin B dengan menggunakan asam humat. Berikan penjelasan tentang prosedur yang digunakan dalam percobaan tersebut, hasil yang diperoleh, dan kesimpulan yang dapat diambil.
- C. Tugas proyek:
Buatlah sebuah poster atau presentasi tentang hasil percobaan yang telah dilakukan. Poster atau presentasi harus mencakup informasi tentang hasil percobaan yang merupakan hasil penerapan konsep kimia hijau.

B. Keterampilan :**LEMBAR PENGAMATAN****PENILAIAN PRESENTASI/UNJUK KERJA**

Mata Pelajaran :

Nama Peserta Didik :

Kelas :

Semester :

No	Aspek yang Dinilai	Skor			
		1	2	3	4
1	Pelafalan dan performans				
2	Urutan penyajian				
3	Isi penyajian				
4	Ketepatan waktu				
5	Kemampuan mempertahankan ide				
6	Kemampuan menjawab pertanyaan				
	Total skor				
	Nilai angka				

Keterangan :

Skala penskoran :

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

Rubrik Penilaian Presentasi/Unjuk Kerja

Aspek yang dinilai	Skor dan kriteria			
	1	2	3	4
Pelafalan dan performans	Pelafalan tidak jelas, sehingga materi sulit dipahami	Pelafalan kurang jelas, sehingga materi kurang bisa dipahami	Pelafalan cukup jelas, sehingga materi mudah dipahami	Pelafalan sangat jelas, sehingga materi mudah dipahami
Urutan penyajian	Urutan penyajian kacau, sehingga sulit dipahami	Penyajian kurang runtut, kurang mudah dipahami, dan kurang jelas	Penyajian cukup runtut, mudah dipahami, dan jelas	Penyajian sangat runtut, sangat mudah dipahami, dan jelas
Isi penyajian	Tidak sesuai dengan tujuan kegiatan	Kurang sesuai dengan tujuan kegiatan	Sesuai dengan tujuan kegiatan, masih perlu penjelasan	Sangat sesuai dengan tujuan kegiatan, sehingga mudah dipahami
Ketepatan waktu	Waktu yang digunakan kurang/lebih 6 menit	Waktu yang digunakan kurang/lebih 4 menit	Waktu yang digunakan kurang/lebih 2 menit	Sesuai dengan alokasi waktu yang disediakan
Kemampuan mempertahankan ide	Tidak mampu mempertahankan ide	Kurang mampu mempertahankan ide, kurang bisa membuat alasan logis	Mampu mempertahankan ide, tetapi alasan kurang logis/masih bisa diterima	Mampu mempertahankan ide dengan memberi alasan secara logis
Kemampuan menjawab pertanyaan	Tidak mampu menjawab semua pertanyaan, kurang menguasai materi	Mampu menjawab sebagian kecil pertanyaan	Mampu menjawab sebagian besar pertanyaan	Menjawab semua pertanyaan dengan benar dan jelas

LEMBAR KERJA
PESERTA DIDIK



BERORIENTASI ISU LINGKUNGAN
KIMIA HIJAU

NAMA :

NISN :

KELAS :

**LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
BERORIENTASI ISU LINGKUNGAN
KIMIA HIJAU
UNTUK SMA/MA KELAS X**

Penyusun : Tatmainnul Qulub
Pembimbing : Nana Misrochah, S.Si., M.Pd
Validator : Lenni Khotimah Harahap, M.Pd.
Hanifah Setiowati, M.Pd.
Nur Alawiyah, M.Pd.

**Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
©2023**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, atas rahmat dan hidayah-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan sebuah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang disusun sesuai dengan Kurikulum Merdeka.

LKPD disusun dengan tujuan tidak hanya untuk membiasakan siswa terhadap ilmu tertentu, namun juga dapat memperkaya pengetahuan siswa, sekaligus memandu siswa dalam belajar. LKPD yang telah disusun merupakan LKPD kimia hijau berorientasi isu lingkungan yang dikembangkan sesuai prosedur pengembangan bahan ajar menurut Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) yang telah dimodifikasi sesuai kebutuhan. Melalui penerapan LKPD ini siswa diharapkan dapat lebih aktif dalam proses pembelajaran, dimana siswa ikut serta berperan dalam proses mencari dan menemukan pengetahuannya sendiri, sehingga kemampuan siswa dalam melakukan penyelidikan dan proses ilmiah semakin terasah, semoga LKPD ini dapat memberi manfaat bagi penggunanya, baik siswa maupun guru-guru di sekolah.

Penulis menyadari bahwa LKPD ini tidak mungkin sempurna dan tentunya masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran selalu penulis harapkan agar LKPD ini dapat memiliki tampilan lebih baik lagi dimasa yang akan datang.

Semarang, 14 Mei 2023

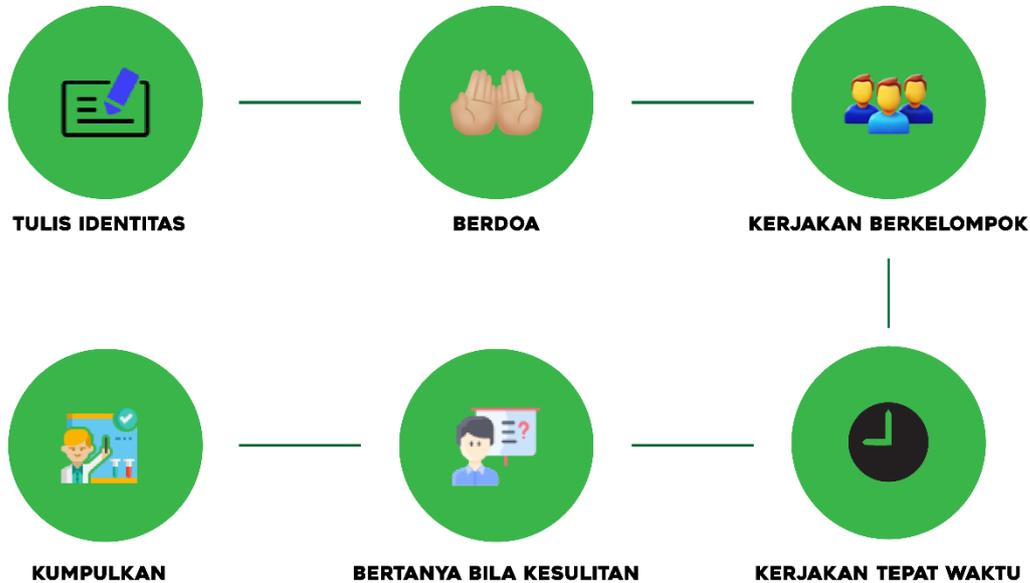
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD	v
CAPAIAN PEMBELAJARAN.....	vi
TUJUAN PEMBELAJARAN	vi
KIMIA HIJAU	1
PRINSIP KIMIA HIJAU	2
LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK 1	9
GLOSARIUM.....	12
DAFTAR PUSTAKA	13

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

Supaya anda berhasil mencapai kompetensi dalam menyelesaikan LKPD ini maka ikuti petunjuk-petunjuk berikut:



1. Tulislah identitas pada halaman sampul LKPD
2. Berdoalah terlebih dahulu
3. LKPD terdiri atas 2 kegiatan yang dikerjakan secara kelompok.
4. Kerjakan penugasan dalam LKPD ini dengan cermat, tekun dan tepat waktu.
5. Bila menemukan kesulitan atau kurang paham, jangan segan-segan untuk meminta bimbingan kepada guru.
6. Setelah selesai mengerjakan kumpulkan hasil jawaban kepada guru

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Peserta didik memiliki kemampuan untuk merespon isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengidentifikasi, mengajukan gagasan, merancang solusi, mengambil keputusan, dan mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nanoteknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*). Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan tersebut dibangun pula berakhlak mulia dan sikap ilmiah seperti jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global.

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu mengidentifikasi prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam isu-isu lingkungan dengan benar.
2. Peserta didik mampu menganalisis dampak pencemaran lingkungan dalam suatu isu-isu lingkungan dengan tepat.
3. Peserta didik mampu menerapkan konsep kimia hijau dalam pemanfaatan limbah sebagai salah satu solusi masalah pencemaran lingkungan dengan tepat.
4. Peserta didik dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam membuat keputusan yang bijaksana berdasarkan analisis yang sistematis dan bukti ilmiah.

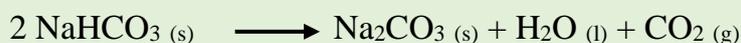
KIMIA HIJAU

Pengertian Kimia Hijau

Sebagian besar dari kalian akan berpikir bahwa proses kimia itu menghasilkan hal-hal yang berbahaya misalnya suara ledakan yang keras, gumpalan asap, nyala api, aroma yang menyengat, atau bahkan zat-zat yang beracun sehingga proses kimia cenderung dianggap berbahaya dan dihindari. Mari kita lihat lebih dahulu contoh-contoh proses kimia beserta reaksi kimia yang ada di sekitar kita.

Proses kimia: Pemanggangan roti

Persamaan reaksi kimia:



Penjelasan reaksi kimia:

Soda kue atau NaHCO_3 jika dipanaskan akan menghasilkan gas CO_2 . Gas ini memberi tekanan pada dinding adonan roti sehingga membentuk rongga-rongga. Keadaan ini membuat roti mengembang dan menjadi lebih empuk.

Proses kimia: Fotosintesis

Persamaan reaksi kimia:



Penjelasan reaksi kimia:

Reaksi fotosintesis yang dibantu sinar uv memerlukan gas CO_2 . Gas ini dikenal sebagai gas rumah kaca yang menyebabkan peningkatan suhu bumi. Dengan adanya fotosintesis akan mengurangi jumlah gas CO_2 sehingga turut mengurangi pemanasan global. Produk dari reaksi fotosintesis adalah gula glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dan gas oksigen (O_2). Glukosa sebagai sumber energi bagi tanaman untuk bertumbuh sedangkan gas oksigen yang dihasilkan bermanfaat untuk kehidupan manusia dan hewan.

Berdasarkan contoh-contoh tersebut, bagaimana pendapat kalian terhadap proses dan reaksi kimia?. Ternyata proses kimia tidak selamanya menakutkan kita. Ada proses kimia yang baik, bermanfaat, dan aman bagi lingkungan. Proses kimia seperti ini dikenal sebagai reaksi kimia hijau.

Kimia hijau adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan pendekatan dalam bidang kimia yang berfokus pada pengembangan teknologi dan produk yang ramah lingkungan. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif produksi dan penggunaan bahan kimia pada lingkungan dan kesehatan

manusia. Beberapa contoh dari kimia hijau meliputi penggunaan bahan baku yang ramah lingkungan, proses produksi yang efisien dan ramah lingkungan serta pengembangan produk yang mudah didaur ulang atau terdegradasi secara alami. Tujuan dari kimia hijau adalah untuk membantu mencapai keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan perlindungan lingkungan.

PRINSIP KIMIA HIJAU

12 Prinsip Kimia Hijau

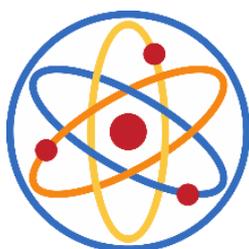
Terdapat 12 prinsip yang telah dikembangkan oleh Paul Anastas dan John Warner pada tahun 1998, uraian berikut menguraikan kerangka kerja untuk membuat bahan kimia, proses, atau produk yang lebih ramah lingkungan.

1. Mencegah Limbah (*Waste Prevention*)



Waste Prevention yaitu prinsip yang mencegah timbulnya limbah daripada mengolah atau membersihkan limbah hasil reaksi. Dengan membandingkan jumlah produk yang dihasilkan terhadap limbah. Beberapa perusahaan yang telah menerapkan prinsip kimia ramah lingkungan dapat mengurangi jumlah limbah sampai 10 kali lipat.

2. Memaksimalkan Nilai Ekonomi suatu Atom (*Atom Economy*)



Atom Ekonomi yang dimaksud disini adalah efisiensi dari hasil reaksi kimia. Semakin tinggi persentase hasil reaksi, maka nilai atom ekonomi semakin maksimal. Begitu juga dengan limbah dari reaksi kimia. Semakin sedikit limbah yang dihasilkan, maka nilai atom ekonomi semakin maksimal.

Anda bisa membayangkan reaksi itu bagaikan membuat hidangan makanan. Bahan-bahan hidangan mewakili bahan kimia yang digunakan dalam reaksi kimia. Misalnya, jika anda menggunakan sayuran segar dalam hidangan, anda dapat menggunakan bagian yang biasanya dibuang, seperti kulit sayuran, untuk membuat kaldu yang kaya rasa. Melalui cara ini, anda tidak hanya memaksimalkan penggunaan bahan-bahan yang anda miliki, tetapi juga mengurangi limbah yang dihasilkan sehingga nilai atom ekonominya tinggi.

3. Mendesain Proses Sintesis Kimia yang Aman (*Less Hazardous Chemical Syntheses*)



Merancang reaksi sintesis kimia dengan menggunakan dan menghasilkan zat yang memiliki tingkat bahaya yang kecil bagi kesehatan serta lingkungan. Sintesis kimia, selain menghasilkan produk yang diinginkan, juga kadang menghasilkan residu yang memiliki dampak buruk. Prinsip ini berfokus untuk mengurangi dampak buruk dari sintesis kimia.

Metode sintesis yang digunakan harus didesain dengan menggunakan dan menghasilkan bahan kimia yang tidak beracun terhadap manusia dan lingkungan. Oleh karena itu kajian yang dilakukan berfokus pada kimia organik karena memiliki tingkat toksisitas yang rendah.

4. Mendesain Produk Bahan Kimia yang Aman (*Designing Safer Chemicals*)



Prinsip ini berfokus pada desain bahan kimia dengan meminimalkan toksisitas, sekaligus mempertahankan fungsi dan efektivitas dari desain sintesis yang telah dirancang. Pengetahuan mengenai struktur molekul kimia memungkinkan untuk mengenali bahaya dari suatu zat kimia serta mampu mendesain produk kimia yang aman

5. Penggunaan Pelarut dan Reaksi yang Lebih Aman (*Safer Solvents and Auxiliaries*)



Memilih pelarut yang paling aman dalam tiap proses serta meminimalkan jumlah pelarut agar tidak menghasilkan persentase limbah yang besar. Kebutuhan akan pelarut mencapai 50-80% dari jumlah suatu reaksi kimia. Selain itu pelarut menyumbang sekitar 75% dari dampak lingkungan. Sehingga pemilihan pelarut harus yang efektif dalam reaksi kimia, serta memiliki toksisitas paling rendah.

6. Meningkatkan Efisiensi Energi dalam Reaksi (*Design for Energy Efficiency*)



Memilih jalan reaksi kimia yang paling kecil energinya. Harus diakui bahwa kebutuhan energi dalam reaksi kimia memiliki dampak lingkungan dan ekonomi yang harus diminimalkan. Penggunaan energi yang paling besar adalah proses pemanasan dan pendinginan sehingga hal ini lebih dihindari.

7. Menggunakan Bahan Baku Terbarukan (*Use of Renewable Feedstocks*)



Bahan baku yang bersifat terbarukan merupakan kebutuhan penting sebagai pengganti bahan baku tak terbarukan. Bahan baku terbarukan yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan adalah produk pertanian atau hasil alam. Sedangkan bahan baku tak terbarukan berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam, batu bara, dan bahan tambang lainnya.

8. Mengurangi Derivatisasi dan Modifikasi Sementara dalam Reaksi kimia (*Reduce Derivatives*)



Salah satu prinsip utama kimia hijau adalah mengurangi penggunaan turunan dan gugus pelindung dalam proses sintesis. Gugus pelindung digunakan dalam sintesis kimia, karena dapat mencegah perubahan bagian tertentu dari struktur molekul selama reaksi kimia, sementara memungkinkan transformasi dilakukan pada bagian lain dari struktur.

Kamu bisa bayangkan reaksi kimia itu bagaikan kegiatan mengecat tembok kamarmu dari yang awalnya putih menjadi hijau. Misalkan tembok putih dan cat tembok adalah bahan reaksi, sedangkan tembok hijau adalah hasil reaksi. Hal ini bukan masalah jika kamu ingin agar seluruh tembok berwarna hijau. Kamu bisa langsung mengecat tembok putih tersebut. Namun bagaimana jika kamu ingin mengecat warna hijau dibagian 50% bawahnya saja dan bagian 50% atasnya dicat warna biru? Bagaimana caranya agar hasil cat kamu tetap rapi?

Salah satu caranya adalah dengan melindungi perbatasan tembok hijau dan tembok biru dengan lakban atau pelapis lainnya. Melalui cara itu, cat yang dihasilkan tidak akan meluber ke tempat yang tidak diinginkan. Lakban atau pelapis tembok dimisalkan reagen pelindung. Ketika proses pengecatan selesai, pelapis tembok yang terpasang lalu dilepas dan dibuang (menjadi sampah). Setiap kali dilakukan derivatisasi maka pasti akan memerlukan pereaksi kimia tambahan yang nantinya memperbanyak limbah.

Sebuah alternatif yang telah dieksplorasi dalam beberapa proses reaksi kimia adalah penggunaan enzim. Karena enzim sangat spesifik, mereka dapat digunakan untuk menargetkan bagian tertentu dari struktur molekul tanpa perlu menggunakan gugus pelindung.

9. Menggunakan Katalis (*Catalysis*)



Katalis adalah zat kimia yang dapat mempercepat suatu reaksi kimia. Reagen katalitis harus selektif mungkin dan berperan dalam meminimalisir limbah, waktu reaksi dan energi pada suatu reaksi. Penggunaan katalis dapat memungkinkan reaksi memiliki nilai ekonomi atom yang lebih tinggi. Katalis sendiri tidak ikut bereaksi dalam proses kimia, dan karena itu dapat didaur ulang berkali-kali, dan tidak berkontribusi pada limbah.

10. Mendesain Bahan Kimia yang Mudah Terdegradasi (*Design for Degradation*)



Bahan kimia harus didesain dengan mempertimbangkan aspek lingkungan. Oleh karena itu pemilihan bahan kimia dalam suatu proses reaksi harus mudah terdegradasi dan tidak terakumulasi di lingkungan. Prinsip ini merupakan salah satu prinsip yang cukup populer, yaitu tentang bagaimana kita membuat produk yang dapat dengan mudah diuraikan oleh bakteri.

11. Penggunaan Metode Analisis secara Langsung untuk Mengurangi Polusi (*Real-time analysis for Pollution Prevention*)



Metode analisis yang dilakukan secara *real-time* untuk mencegah pembentukan bahan berbahaya bagi lingkungan. Metode analisis *real-time* dapat mengurangi pembentukan produk sampingan yang tidak diinginkan. Ruang lingkup ini berfokus pada pengembangan metode dan teknologi analisis yang dapat mengurangi penggunaan bahan kimia yang berbahaya dalam prosesnya.

12. Meminimalisasi Potensi Kecelakaan (*Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention*)



Memilih bahan kimia yang digunakan dalam reaksi kimia dan mengembangkan prosedur untuk menghindari kecelakaan. Bahan kimia yang digunakan dalam reaksi kimia harus dipilih sedemikian rupa sehingga potensi kecelakaan yang dapat mengakibatkan masuknya bahan kimia ke lingkungan dapat dihindari.

Tidak hanya dalam prosesnya, prinsip kimia hijau juga dibutuhkan untuk lingkungan sekitar. Seperti suatu reaksi yang bisa menghasilkan gas beracun, menyebabkan ledakan, membutuhkan suhu dan tekanan tinggi. Reaksi-reaksi seperti ini perlu untuk dikurangi.

Melalui penerapan prinsip kimia hijau, kita dapat merancang dan mengembangkan proses kimia yang ramah lingkungan dengan mengurangi atau menghilangkan penggunaan bahan kimia berbahaya, mengurangi limbah dan polusi, serta meningkatkan efisiensi energi.

Tujuannya adalah untuk menghasilkan produk kimia dan material dengan dampak lingkungan yang minimal sambil meningkatkan kesehatan dan keselamatan pekerja, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan keberlanjutan industri secara keseluruhan. Hal yang ditekankan dalam kimia hijau adalah penggunaan bahan baku yang terbarukan, pengembangan katalis dan teknologi hijau, serta prinsip-prinsip ekonomi hijau diutamakan untuk menghasilkan produk kimia yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Contoh Penerapan Kimia Hijau dalam Kehidupan Sehari-hari

Prinsip-prinsip kimia hijau membantu memastikan bahwa proses kimia dan produk yang dihasilkan memiliki dampak yang lebih kecil pada lingkungan dan kesehatan manusia. Berikut adalah contoh penerapan konsep kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari.

1. Dalam hubungannya dengan keamanan pangan, konsep kimia hijau diterapkan dengan konsep pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) untuk mengurangi dampak buruk penggunaan zat-zat kimia untuk lingkungan pertanian.
2. Menggunakan energi alternatif sebagai pengganti sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, seperti biogas, biodiesel, biofuel, dan lainnya.
3. Penggunaan cat ramah lingkungan dan tidak mengandung VOC (zat yang mudah menguap, sehingga dapat bersifat berbahaya bagi kesehatan). Misalnya, cat yang berbasis pelarut dari tanaman yang tidak berbau, mudah dibersihkan, dan berdaya tutup yang baik.
4. Menggunakan plastik yang ramah lingkungan untuk mulai menggantikan plastik yang berasal dari petroleum. Beberapa produk plastik ramah lingkungan tersebut dibuat dari hasil pertanian, seperti jagung, kentang, dan gula dari buah bit.

Fakta mengenai Kimia Lingkungan



Gambar 1. Kebutuhan minyak dan pohon untuk membuat plastik
Sumber : <http://surl.li/hrfyj>

12 juta barel minyak serta 14 juta pohon untuk membuat plastik

Banyaknya plastik yang dibutuhkan oleh penduduk dunia untuk pembungkus makanan atau barang lainnya, membuat langkanya sumber daya alam di bumi. Bayangkan saja untuk membuat plastik di dunia setiap tahunnya membutuhkan 12 juta barel minyak serta 14 juta pohon. Itu baru hitungan per satu tahun, Banyaknya pohon dan barel minyak yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan plastik bagi manusia di dunia selama lima sampai sepuluh tahun pasti akan lebih banyak.

Diperlukan adanya perubahan paradigma dalam penggunaan plastik untuk mengatasi permasalahan tersebut. Inovasi dalam pengembangan bahan alternatif yang ramah lingkungan, seperti bahan biodegradable atau bahan daur ulang, sangat penting. Selain itu, kesadaran dan edukasi publik tentang pentingnya pengurangan penggunaan plastik sekali pakai dan penggantian dengan solusi yang lebih berkelanjutan juga menjadi kunci untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan.

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Kegiatan 1 Percobaan Adsorpsi Limbah Cair Tekstil

TUJUAN

1. Peserta didik mampu mengidentifikasi permasalahan dan dampak dari limbah cair tekstil.
2. Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip kimia hijau pada proses adsorpsi limbah cair tekstil.

Adsorpsi Limbah Tekstil Cair oleh Asam Humat

Gambar 3. Pencemaran Sungai

Sumber : <http://surl.li/hrgfq>

Sebuah fenomena berubahnya sungai menjadi merah muda yang terjadi pada desa troso kecamatan pecangaan kabupaten jepara. Hal tersebut diakibatkan ulah para perajin tenun desa setempat yang membuang limbah pewarna. Bukan hanya merah muda, warna sungai yang berada di tengah desa tersebut akan berubah sesuai limbah pewarna tekstil yang dibuang. Limbah zat warna tekstil merupakan senyawa organik non-biodegradable yang dapat merusak atau mencemari lingkungan perairan dan salah satu jenis zat warna tekstil adalah rhodamin B.

Akibatnya bau tidak sedap juga merebak. Pencemaran yang sudah berlangsung lama tersebut ikut pula mencemari sumur warga. Setidaknya ada empat sumur yang terpaksa ditutup karena airnya sama sekali tak bisa dipakai. Hampir semua selokan dan sungai kecil di Desa Troso pun ikut tercemar. Desa Troso selama ini dikenal sebagai sentra kerajinan tenun ikat. Namun, belum ada instalasi pengolahan air limbah yang memadai hingga para pengrajin membuang limbah begitu saja ke selokan atau sungai. Air sumur tercemar tak bisa dipakai untuk memasak. Warga pun hanya bisa memanfaatkannya untuk mencuci dan mandi. Itupun mengeluarkan aroma tak sedap. Sehingga diperlukan zat penyerap untuk menjernihkan kembali sungai yang tercemar tersebut salah satunya adalah asam humat.

RUMUSAN MASALAH

Buatlah pertanyaan berdasarkan permasalahan pada teks tersebut!

.....

.....

.....

.....

HIPOTESIS

Buatlah jawaban berdasarkan teks diatas!

.....

.....

.....

.....

ALAT DAN BAHAN**Alat**

1. Erlenmeyer 25 mL
2. Batang pengaduk
3. Gelas ukur 25 mL
4. Pipet tetes

Bahan

1. 20 mg asam humat
2. 20 mL rhodamin B 20 ppm

PROSEDUR KERJA

1. Siapkan 1 set alat praktikum (1 erlenmeyer 25 mL, 1 gelas ukur 25 mL, dan 1 pipet tetes)
2. Ukur 25 mL rhodamin B 20 ppm kedalam gelas ukur lalu masukkan kedalam erlenmeyer.
3. Masukkan 30 mg asam humat kedalam larutan rhodamin B.
4. Aduk selama 10 menit.
5. Bandingkan perubahan warna antara sebelum dan sesudah penambahan asam humat.

DISKUSI

1. Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan diatas?
.....
.....
.....
.....
2. Uraikan 3 dampak negatif yang ditimbulkan dari pencemaran sungai di desa Troso?
.....
.....
.....
.....
3. Apa upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi pencemaran limbah tekstil rhodamin B selain menggunakan asam humat?
.....
.....
.....
.....
4. Apakah proses pengaplikasian asam humat sebagai bahan adsorben telah menerapkan prinsip kimia hijau? Jika iya maupun tidak apa alasannya?.....
.....
.....
.....
.....
5. Analisis keuntungan dan kerugian yang didapatkan oleh pabrik tekstil jika menggunakan asam humat dalam mengelola limbah cair yang dihasilkan!
.....
.....
.....
.....

GLOSARIUM

Adsorpsi	Proses molekul, ion, atau partikel padat terikat atau melekat pada permukaan zat padat
Gas metana	Senyawa kimia yang terdiri dari satu atom karbon dan empat atom hidrogen dan merupakan salah satu gas rumah kaca utama di atmosfer bumi.
Gugus pelindung	Gugus pelindung adalah sebuah grup atau gugus kimia yang ditambahkan sementara pada molekul organik untuk melindungi atau mengamankan gugus fungsi yang ada di dalam molekul tersebut selama reaksi kimia tertentu.
Katalis	Substansi atau zat yang digunakan untuk mempercepat atau mengubah laju reaksi kimia tanpa ikut terlibat secara permanen dalam reaksi tersebut
Reagen	Zat organik atau anorganik yang dapat ditambahkan ke dalam campuran untuk memicu rantai reaksi kimia.
Rhodamin B	Zat pewarna sintetis yang biasa digunakan pada industri tekstil dan kertas.
Tokisitas	Sifat atau karakteristik dari zat yang dapat menyebabkan keracunan atau gangguan kesehatan saat terpapar dalam jumlah tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alayande, S., Andersh, B., Bennett, G., Boyce, G., Bromfield, D., Dicks, A., Kishbaugh, T., Laviska, D., Matchett, K., Mio, M., Tischler, J., Weizman, H., Mitroka-Batsford, S., Amick, A., Bastin, L., Berger, D., Cross, J., Levy, I., Kovacs, D., ... Vosburg, D. (2020). *Green chemistry experiments for undergraduate organic chemistry labs*. 1–56.
- Mustafa, D. (2016). Kimia Hijau dan Pembangunan Kesehatan yang Berkelanjutan di Perkotaan. Peran MST Dalam Mendukung Urban Lifestyle Yang Berkualitas, 177–192.
- <https://gurutempe.com/kimia-hijau-chapter-2/> diakses pada tanggal 13 Mei 2023 pukul 14:36
- <http://surl.li/hrfpi> diakses pada tanggal 5 Juni 2023 pukul 10:33
- <http://surl.li/hrfyj> diakses pada tanggal 5 Juni 2023 pukul 10:25
- <http://surl.li/hrgfq> diakses pada tanggal 5 Juni 2023 pukul 10:29
- https://www.kompasiana.com/084_ellakartikasari0513/62b80854bb448649a773cb92/tercemar-limbah-tekstil-sebabkan-saluran-pembuangan-air-berwarna diakses pada tanggal 13 Mei 2023 pukul 15:08

LEMBAR KERJA

PESERTA DIDIK



BERORIENTASI ISU LINGKUNGAN
KIMIA HIJAU

Lampiran 10

Daftar Responden Uji Coba

Kode	Nama	Kode	Nama
RUC-01	AISYAH ADINDA ARYA RAHMA	RUC-17	MOHAMMAD RAFIF RABBAANI
RUC-02	AKBAR MUHAMMAD ZAIDAAN	RUC-18	MUHAMMAD DAFFA ARIASATYA K.
RUC-03	AKIELA FARRA INDRANUGROHO	RUC-19	MUHAMMAD DAVA TRIWAHYUDHA
RUC-04	ALYA MUKHBITA KHAERANI	RUC-20	NADINDRA ELVARETTA PRAMESWARI
RUC-05	ARINDA PUTRI UTAMI	RUC-21	NADYA RESYA ALFIANI
RUC-06	DANI UMARSY Aid	RUC-22	NAYLA SABRINA
RUC-07	DENDY PRASETYO	RUC-23	NICO PUTRA RAMADANI
RUC-08	DIKA ROZAQ RAMADHANI	RUC-24	PRETTY ALICIA IVVATUNNISA
RUC-09	FAISHAL NAUFAL RAMZI	RUC-25	RAFA ARMEYRO PRANAYUDHA
RUC-10	FEBRIAN DIAS SAPUTRA	RUC-26	RAFAYFA FEYRUZZANA
RUC-11	FI'ALA TANFASILANASYAH	RUC-27	RAKHA SYAM SULTHAN HARYANTO
RUC-12	HABIB AZKA EKHWANPUTRA	RUC-28	RASYA PUTRA RIZKIANSYAH
RUC-13	INDAH AMALIA	RUC-29	RAYNA SAFIRA BALQIS
RUC-14	KARENINA AULLIA ERDIYANTI	RUC-30	RIFANI HASNA NAISYILA
RUC-15	KUSUMANINGRUM DIAH PITALOKA S	RUC-31	YASMIN TSABITA YUMNAA AMANDATARA
RUC-16	MAULA SHIVA WIJANARKO	RUC-32	ZURAYDA AMALLIA YASHINTA

Lampiran 11

Sampel kelas kontrol

Kode	Nama	Kode	Nama
AL	ADRIYAN LUTHFIANSYAH	JZCP	JANEETA ZAHRA CARISSA PUTRI
AFA	ANGELICA FIORENZA ANNABEL	KS	KHAIRUNNISA SALSABILA
AJN	ANNISA JAMIL NUGRAHENI	K	KHOIRUNNISA
ASM	AQILA SHAFIRANNISA MUMTAZA	LDH	LEONARDO DANIANSYAH HARIYANTO
AVA	ARDELIA VANIA AZARINE	LDA	LOLITA DWI ANDINI
AWH	ARJUNA WICAKSONO HAFI P.	MAEU	MOCHAMAD AQKNAN EMERALDI U.
AAFS	ASAGAFI ARKAN FIRJATULLAH S.	M	MUSTAQIM
ANMZ	AZKIYA NAUFAL MAYCO Z.	NKF	NADIA KRISNA FEBRIANI
CAB	CEYVAL ARYA BAMA	NRG	NICKO RADITHYA GANTARI
DAFGH	DANENDRA ANINDYA FIRDAUS G. H.	PWA	PUTRI WORO APRIANISA
DN	DWI NOVIANTI	SCS	SHAFARINA CINTA SISWANTORO
FAIS	FACHRY AULIA IKHSAN SETIADI	SAH	SHINTA ALMAYDA HIROSSE
FFA	FARID FADHILAH AHSAN	SOP	SUCI OSMALIA PUTRI
FSW	FIDELA SALSABILA WARDHANA	SBR	SYELA BUNGA RIYANA
FRA	FIRDAUS RAYHAN AMRULLAH	YRS	YUDISTIRA RANGGA SURYA
HZRB	HASNAN ZHAFIR RIZQI BAWANA	YPS	YULINDA PUTRI SALSABILLA
HSS	HELSA SHEILA SALSABILA	YNP	YUSTIKA NATASYA PUTRI
IFDS	ILHAM FAHRY DWI SAPUTRA	ZTNA	ZAKIYA TIARA NUR AINI

Sampel Kelas Eksperimen

Kode	Nama	Kode	Nama
AM	ALEEN MULYANTI	MRAR	MUHAMMAD ROHAN AINUR RIJAL
ANH	AMELIA NANDA HASTUTI	MSS	MUHAMMAD SURYA SAPUTRA
AOCLK	ANGKIT OBIN CIELLO LANGIT K.	NPC	NADIA PUTRI CAHYANI
AID	AQILA INTAN DAMAYANTI	NCA	NASSYA CANTIKA ARTHINOVITA
AFHP	AZAHRA FAUZIYAH HARY PUTRI	NBA	NATHANIA BELVA ANAMETRY
DRAP	DEFRAYASCA RASENDRIARVA A. P.	ONS	OKTA NADIA SAFITRI
DPS	DESTY PERMATA SARI	PBP	PUTRA BAGUS PRAKOSO
DM	DIMAS MUHAMMAD	RAR	RAFIF ARYO RAHMADIANTO
FSA	FARHAN SYIFA ADITYA	RNAP	RAHADYAN NARAPATI ARIO P.
FSW	FIONA SALSABILLA WIBOWO	RRA	RAYSA RAHMA AULIANNISA
FAA	FRIZIA AFIAZ AUNIFIA	SKN	SALMA KHOERUN NISSA
HA	HABIBAH AZ ZAHRA	STR	SARAS TITIN RAHAYU
JAA	JOVITA ANGGUN AMELIA	SMK	SATRANI MUNIKAPILA KUSUMA
KA	KEYZHA ARESTANTO	SR	SHELA REVANI
LS	LAYINATUS SIFA	SPW	SURYA PUTRA WIJAYA
MAM	MAHYA AZARIA MARDATI	SMA	SYAHLEVI MULIADRO ABIDIN
MFA	MUHAMAD FAIZUL ABADI	SFI	SYAUQI FACHRI IRAWAN
MRE	MUHAMMAD RICKY EKAPUTRA	ZAPR	ZACKY AKBAR PUTRA RAMADHAN

Lampiran 13

Validitas Soal

Validitas soal

		Soal1	Soal2	Soal3	Soal4	Soal5	Soal6	Soal7	Soal8	Soal9	Soal10	Hasil
Soal1	Pearson Correlation	1	.315	-.121	.713**	.824**	.495**	.369*	.292	-.136	-.101	.755**
	Sig. (2-tailed)		.079	.511	.000	.000	.004	.038	.105	.457	.582	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Soal2	Pearson Correlation	.315	1	-.112	.296	.225	.273	.357*	.382*	-.046	.008	.528**
	Sig. (2-tailed)	.079		.542	.100	.216	.131	.045	.031	.803	.966	.002
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Soal3	Pearson Correlation	-.121	-.112	1	.125	-.102	.081	.151	-.111	-.063	.076	.205
	Sig. (2-tailed)	.511	.542		.495	.578	.659	.409	.546	.730	.679	.260
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Soal4	Pearson Correlation	.713**	.296	.125	1	.596**	.514**	.497**	.106	-.331	.146	.757**
	Sig. (2-tailed)	.000	.100	.495		.000	.003	.004	.563	.064	.425	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Soal5	Pearson Correlation	.824**	.225	-.102	.596**	1	.351*	.297	.186	-.207	-.155	.636**
	Sig. (2-tailed)	.000	.216	.578	.000		.049	.099	.307	.257	.398	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Soal6	Pearson Correlation	.495**	.273	.081	.514**	.351*	1	.552**	.255	-.184	.085	.654**
	Sig. (2-tailed)	.004	.131	.659	.003	.049		.001	.159	.314	.643	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Soal7	Pearson Correlation	.369*	.357*	.151	.497**	.297	.552**	1	.249	-.019	.388*	.720**
	Sig. (2-tailed)	.038	.045	.409	.004	.099	.001		.170	.918	.028	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Soal8	Pearson Correlation	.292	.382*	-.111	.106	.186	.255	.249	1	.426*	.381*	.548**
	Sig. (2-tailed)	.105	.031	.546	.563	.307	.159	.170		.015	.031	.001
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Soal9	Pearson Correlation	-.136	-.046	-.063	-.331	-.207	-.184	-.019	.426*	1	.258	.044
	Sig. (2-tailed)	.457	.803	.730	.064	.257	.314	.918	.015		.154	.810
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Soal10	Pearson Correlation	-.101	.008	.076	.146	-.155	.085	.388*	.381*	.258	1	.321
	Sig. (2-tailed)	.582	.966	.679	.425	.398	.643	.028	.031	.154		.073
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Hasil	Pearson Correlation	.755**	.528**	.205	.757**	.636**	.654**	.720**	.548**	.044	.321	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.002	.260	.000	.000	.000	.000	.001	.810	.073	
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32

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

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

Soal	Corrected Item Correlation (r_{hitung})	r_{tabel} Product Moment	Validitas
1	0,755	0,349	Valid
2	0,528	0,349	Valid
3	0,205	0,349	Tidak Valid
4	0,757	0,349	Valid
5	0,636	0,349	Valid
6	0,654	0,349	Valid
7	0,720	0,349	Valid
8	0,548	0,349	Valid
9	0,044	0,349	Tidak Valid
10	0,321	0,349	Tidak Valid

Lampiran 14

Reliabilitas

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Soal1	15.6250	12.113	.611	.634
Soal2	15.2813	14.596	.357	.690
Soal3	15.0938	16.926	-.023	.762
Soal4	15.7500	12.710	.639	.633
Soal5	15.6563	13.975	.498	.665
Soal6	15.8750	14.629	.556	.664
Soal7	15.7500	13.677	.615	.647
Soal8	15.7813	14.886	.413	.681
Soal9	15.8125	17.770	-.090	.741
Soal10	15.7500	16.387	.183	.713

Lampiran 15

Daya pembeda soal

No Item	Corrected Item-Total Correlation	Keterangan
Soal 1	0,611	Soal diterima dengan baik
Soal 2	0,357	Soal diterima, tetapi diperbaiki
Soal 3	-0,023	Soal tidak dipakai
Soal 4	0,639	Soal diterima dengan baik
Soal 5	0,498	Soal diterima dengan baik
Soal 6	0,556	Soal diterima, tetapi diperbaiki
Soal 7	0,615	Soal diterima dengan baik
Soal 8	0,413	Soal diterima, tetapi diperbaiki
Soal 9	-0,084	Soal tidak dipakai
Soal 10	0,188	Soal tidak dipakai

Lampiran 16

Tingkat Kesukaran Soal

No Item	Skor Maksimal	Mean	Tingkat kesukaran	Keterangan
Soal 1	6	1.7500	0,291	Sukar
Soal 2	6	2.0938	0,261	Sukar
Soal 3	6	2.2813	0,380	Sedang
Soal 4	6	1.6250	0,270	Sukar
Soal 5	6	1.7188	0,286	Sukar
Soal 6	6	1.5000	0,250	Sukar
Soal 7	6	1.6250	0,270	Sukar
Soal 8	6	1.5938	0,265	Sukar
Soal 9	4	1.5625	0,390	Sedang
Soal 10	5	1.6250	0,325	Sedang

Statistics

	Soal1	Soal2	Soal3	Soal4	Soal5	Soal6	Soal7	Soal8	Soal9	Soal10
N Valid	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	1.7500	2.0938	2.2813	1.6250	1.7188	1.5000	1.6250	1.5938	1.5625	1.6250

Lampiran 17

Ringkasan Uji Validitas, Reliabilitas, Daya Beda, dan Tingkat Kesukaran

Nomor Soal	Kriteria								Keterangan
	Skor Validitas	Validitas	Skor Reliabilitas	Reliabilitas	Corrected Item-Total Correlation	Daya Beda	Skor Tingkat kesukaran	Tingkat kesukaran	
1	0.755	Valid	0.634	Tinggi	0,611	Baik	0,291	Sukar	Digunakan
2	0.528	Valid	0.690	Tinggi	0,357	Baik	0,261	Sukar	Digunakan
3	0.205	Tidak Valid	0.762	Tinggi	-0,023	Buruk	0,380	Sedang	Tidak Digunakan
4	0.757	Valid	0.633	Tinggi	0,639	Baik	0,270	Sukar	Digunakan
5	0.636	Valid	0.665	Tinggi	0,498	Baik	0,286	Sukar	Digunakan
6	0.654	Valid	0.664	Tinggi	0,556	Baik	0,250	Sukar	Digunakan
7	0.720	Valid	0.647	Tinggi	0,615	Baik	0,270	Sukar	Digunakan
8	0.548	Valid	0.681	Tinggi	0,413	Baik	0,265	Sukar	Digunakan
9	0.044	Tidak Valid	0.741	Tinggi	-0,084	Buruk	0,390	Sedang	Tidak Digunakan
10	0.321	Tidak Valid	0.713	Tinggi	0,188	Buruk	0,325	Sedang	Tidak Digunakan

Lampiran 18

Nilai kemampuan berpikir kritis

Nama	Kelas Eksperimen		Nama	Kelas Kontrol	
	pretest	posttest		pretest	posttest
AM	81,81	95,45	AL	54.54	90.9
ANH	45,45	81,81	AFA	68.18	77.27
AOCLK	54,54	68,18	AJN	77.27	90.9
AID	40,9	95,45	ASM	72.72	68.18
AFHP	54,54	90,9	AVA	40.9	81.81
DRAP	45,45	63,63	AWH	63.63	63.63
DPS	50	86,36	AAFS	68.18	72.72
DM	40,9	77,27	ANMZ	63.63	77.27
FSA	45,45	68,18	CAB	54.54	59.09
FSW	50	86,86	DAFGH	63.63	72.72
FAA	54,54	90,9	DN	54.54	86.36
HA	59,09	81,81	FAIS	40.9	81.81
JAA	54,54	86,36	FFA	45.45	77.27
KA	36,36	77,27	FSW	68.18	63.63
LS	45,45	95,45	FRA	63.63	90.9
MAM	54,54	86,36	HZRB	59.09	68.18
MFA	63,63	90,9	HSS	54.54	81.81
MRE	59,09	72,27	IFDS	77.27	77.27
MRAR	45,45	81,81	JZCP	59.09	68.18
MSS	36,36	63,63	KS	40.9	81.81
NPC	68,18	90,9	K	54.54	68.18
NCA	59,09	68,18	LDH	40.9	72.72
NBA	45,45	86,36	LDA	50	81.81
ONS	63,63	77,27	MAEU	59.09	63.63
PBP	45,45	81,81	M	45.45	81.81
RAR	72,72	77,27	NKF	36.36	72.72
RNAP	63,63	72,27	NRG	54.54	68.18
RRA	54,54	95,45	PWA	45.45	95.45
SKN	83,36	90,9	SCS	54.54	81.81
STR	50	86,36	SAH	63.63	68.18

Nama	Kelas Eksperimen		Nama	Kelas Kontrol	
	pretest	posttest		pretest	posttest
SMK	63,63	77,27	SOP	36.36	59.09
SR	40,9	68,18	SBR	54.54	63.63
SPW	54,54	81.81	YRS	45.45	72.72
SMA	59,09	90.9	YPS	68.18	68.18
SFI	36,36	81.81	YNP	50	59.09
ZAPR	77,27	95.45	ZTNA	40.9	77.27

Lampiran 19

Uji normalitas

Tests of Normality

	kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Statistic	df	Sig.
nilai	pretest eksperimen	.135	36	.096
	pretest kontrol	.112	36	.200*
	posttest eksperimen	.135	36	.095
	posttest kontrol	.136	36	.091

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 20**Uji homogenitas****Test of Homogeneity of Variances**

nilai posttest

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.024	1	70	.876

Lampiran 21

Uji hipotesis

Group Statistics uji t

	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Nilai	posttest eksperimen	36	82.3317	9.58821	1.59803
	posttest kontrol	36	74.6161	9.67891	1.61315

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	.023	.880	3.398	70	.001	7.71556	2.27068	3.18683	12.24428
	Equal variances not assumed			3.398	69.994	.001	7.71556	2.27068	3.18683	12.24428

Lampiran 22

Uji Effect Size

Descriptive Statistics Kontrol

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
posttest eksperimen	36	59.09	95.45	74.6161	9.67891
Valid N (listwise)	36				

Descriptive Statistics eksperimen

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
posttest eksperimen	36	63.63	95.45	82.3317	9.58821
Valid N (listwise)	36				

Lampiran 23

Surat Permohonan Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.5580/Un.10.8/K/SP.01.08/07/2023 31 Juli 2023
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Tatmainnul Qulub
NIM : 2008076012
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia
Judul Penelitian : Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik Berorientasi Isu Lingkungan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Materi Kimia Hijau

Dosen Pembimbing : Nana Misrochah S.Si M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di SMA Negeri 7 Semarang ,yang akan dilaksanakan tanggal 8 Agustus - 19 September 2023

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dekan
Kategori TU
Kharis, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

Lampiran 24

Surat keterangan riset



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I**

Jalan Gatot Subroto, Komplek Tarubudaya, Ungaran Selatan (024) 76910666
Faksimile (024) 76910666 Lamin cabdin1.pdkjateng.go.id
Surat Elektronik cabdin1@pdkjateng.go.id

NOTA DINAS

Kepada Yth. : Kepala SMA Negeri 7 Semarang
Dari : Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
Tanggal : 01 September 2023
Nomor : 071/1428
Hal : Izin Riset a.n Tatmainnul Qulub

Menindaklanjuti surat permohonan dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Nomor : B.5580/Un.10.8/K/SP.01.08/07/2023 tanggal 31 Juli 2023, perihal Permohonan Ijin Riset sebagaimana tersebut pada pokok surat diatas, kami sampaikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah, memberikan ijin kepada :
 - Nama : Tatmainnul Qulub
 - NIM : 2008076012
 - Program Studi : Pendidikan Kimia, S1
 - Judul Penelitian : Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik Berorientasi Isu Lingkungan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Materi Kimia Hijau.
2. Kegiatan dilaksanakan pada :
 - Tanggal : 08 Agustus 2023 s.d 19 September 2023
 - Pukul : 08.00 WIB – Selesai
 - Lokasi : SMA Negeri 07 Semarang
3. Hal – hal yang perlu diperhatikan:
 - a. Harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;
 - b. Kepala Sekolah bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan ijin penelitian yang dimulai pukul 08.00 WIB sampai dengan selesai;
 - c. Saat pelaksanaan ijin Penelitian tidak mengganggu proses jam belajar mengajar;
 - d. Pemberian ijin ini hanya untuk kegiatan tersebut diatas, apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan dari ketentuan yang telah ditetapkan maka pemberian ijin ini dicabut;
 - e. Apabila Kegiatan tersebut telah selesai agar segera memberikan laporan hasil kegiatan ke Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih

a.n. KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I
PROVINSI JAWA TENGAH
Kepala Sub Bagian Tata Usaha



ANGKY MAYANG SASWATI, S.Psi, M.Si
Penata Tingkat I
NIP 19791005 200801 2 001



Dokumen ini dilandatangani secara elektronik dengan menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSfE) BSSN.

Lampiran 25

Surat Penunjukkan 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 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor	B.3776/Un.10.8/D/SP.01.06/03/2023	23 Mei 2023
Lamp	: -	
Hal	: Permohonan Validasi Instrumen	

Kepada Yth.

1. Apriliana Drastisanti, M.Pd, Validator instrumen ahli berpikir kritis (Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
 2. Resi Pratiwi, M.Pd, Validator instrumen ahli berpikir kritis (Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
 3. Mar'attus Solihah, M.Pd, Validator instrumen ahli berpikir kritis (Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
- di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Tatmainnul Qulub
NIM : 2008076012
Program Studi : Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik Berorientasi Isu Lingkungan terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Materi Kimia Hijau

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Katag. TU
Kharis, SH, M.H
19691017 199403 1 002

PERANGKAT PENILAIAN SUMATIF TAHUN AJARAN 2023/2024



KIMIA

NAMA GURU : Ashfiyatus Surraya, S.Pd.
NIP : 199310072019022008
KELAS/FASE : X / E

SMA NEGERI 7 SEMARANG

Jl. Untung Suropati, Kota Semarang Telp. (024) 7605977 Fax. (024) 7603588 Kode Pos 50182
Email : sman7_smg@yahoo.com; sman7kotasemarang@gmail.com
Website : <http://www.sman7semarang.sch.id>

**DOKUMEN SEKOLAH
SANGAT RAHASIA**

PAKET A

**PENILAIAN SUMATIF
SMA NEGERI 7 SEMARANG
TAHUN PELAJARAN 2023-2024**



Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas / Fase	: X / E
Hari/Tanggal	: Selasa, 12 September 2023
Waktu	: 07.30 – 09.30

PETUNJUK UMUM

1. Isikan identitas Anda ke dalam Lembar Jawaban Penilaian Sumatif.
2. Periksa dan bacalah soal-soal sebelum Anda menjawabnya, pastikan setiap soal yang ada pada naskah soal terima lengkap dan terbaca dengan jelas.
3. Laporkan kepada panitia ulangan apabila terdapat soal yang kurang, rusak, atau tidak lengkap.
4. Tersedia waktu **90** menit untuk mengerjakan paket soal tersebut.
5. Jumlah soal sebanyak **7** berupa uraian.
6. Soal dikerjakan di lembar jawab yang disediakan oleh panitia.
7. Periksa pekerjaan Anda sebelum dikumpulkan.
8. Jangan lupa berdoa dan kerjakan dengan **JUJUR!**

Kerjakanlah soal berikut pada lembar jawaban yang telah tersedia!

1. Proses produksi kimia yang meminimalisir dampak terhadap lingkungan disebut....
2. Untuk bisa mengurangi penggunaan bahan kimia yang berbahaya, salah satu alternatif yang bisa dilakukan adalah.....
3. Penggunaan bahan produksi yang ramah lingkungan termasuk prinsip kimia hijau yaitu....
4. Produk berbahan kimia yang bisa lebih mudah terurai di alam merupakan contoh dari prinsip kimia hijau yaitu....
5. Apa yang dimaksud dengan biokatalisis dalam kimia hijau...
6. Mengapa pemilihan katalis menjadi penting dalam kimia hijau.....
7. Apa yang dimaksud dengan renewable feedstocks dalam konteks kimia hijau....

**KISI-KISI SOAL PENILAIAN SUMATIF
TAHUN PELAJARAN 2023/2024**

Jenjang Pendidikan : SMAN 7 SEMARANG
Mata Pelajaran : KIMIA
Fase : E
Kelas : X

Alokasi Waktu : 60 menit
Jumlah Soal : 7 soal
Bentuk Soal : Uraian

No	Tujuan Pembelajaran	Materi	Level Kognitif	Indikator Soal	Bentuk Soal	Nomor Soal
1.	Peserta didik dapat memahami konsep dan prinsip-prinsip kimia hijau dalam mendukung upaya pelestarian lingkungan	Konsep kimia hijau	C2	Peserta didik dapat memahami konsep kimia hijau secara tepat.	Uraian	1
2.		Prinsip kimia hijau	C2	Peserta didik dapat menjelaskan prinsip kimia hijau dengan benar.	Uraian	2
3.			C3	Peserta didik dapat menentukan prinsip kimia hijau dengan benar.	Uraian	3
4.			C3	Peserta didik dapat menyesuaikan prinsip kimia hijau dengan tepat.	Uraian	4
5.			C3	Peserta didik dapat memahami konsep kimia hijau dengan benar.	Uraian	5
6.			C3	Peserta didik dapat menguraikan contoh dari penerapan prinsip kimia hijau dengan benar.	Uraian	6

No	Tujuan Pembelajaran	Materi	Level Kogitif	Indikator Soal	Bentuk Soal	Nomor Soal
7.			C3	Peserta didik dapat menjelaskan konsep kimia hijau.	Uraian	7

Lampiran 27 perbedaan jawaban pre-test dan post-test

Jawaban pre-test indikator mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan

1. Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan diatas!

Jawab: PRINSIP-PRINSIP Kimia hijau yaitu untuk menghasilkan RDF yang memenuhi standar kualitas alternatif bahan bakar untuk pabrik semen.....

Jawaban posttest indikator mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan

1. Analisis prinsip-prinsip kimia hijau yang terkandung dalam teks bacaan diatas!

Jawab: PT Semen Indonesia melalui anak usahanya sedang mengembangkan teknologi untuk memanfaatkan biomassa sebagai bahan bakar alternatif. Hal ini sesuai dengan prinsip kimia hijau yaitu penggunaan bahan baku terbarukan

- Komitmen PT Semen Indonesia untuk mengurangi penggunaan batu bara dalam produksi semen mencerminkan prinsip kimia hijau yaitu pengurangan bahan baku beracun dan berbahaya
- Kerja sama antara PT Solusi Bangun Indonesia Dinas Lingkungan hidup Provinsi DKI Jakarta dan PT Unilever Indonesia dalam mengubah sampah domestik menjadi refuse derived fuel RDF merupakan penerapan prinsip pengurangan limbah dan penggunaan bahan baku terbarukan

Jawaban pretest indikator mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat.

3. Baru-baru ini beredar informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050. Apakah hal tersebut ada kaitannya dengan dampak dari pemanasan global? Jelaskan pendapat Anda!

Jawab: Ada, karena gas karbon itu terakumulasi di lapisan atmosfer karena tidak terserap tumbuhan atau kawasan hutan di darat dan padang lamun serta rumput laut yang luasnya menciut.

Jawaban post-test indikator mampu memilih argumen logis, relevan dan akurat

3. Baru-baru ini beredar informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050. Apakah hal tersebut ada kaitannya dengan dampak dari pemanasan global? Jelaskan pendapat Anda!

Jawab: Benar, informasi mengenai beberapa wilayah di Indonesia yang diprediksi akan tenggelam pada tahun 2050 memiliki kaitan dengan dampak dari pemanasan global. Peningkatan suhu global menyebabkan pencairan es di kutub yang menambah pada kenaikan permukaan laut. Hal ini berpotensi menancam wilayah pesisir yang memiliki ketinggian rendah. Wilayah-wilayah tersebut dapat terancam tenggelam akibat kenaikan permukaan laut yang signifikan.

Jawaban pre-test indikator mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah dan mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan

4. Melalui penerapan konsep kimia hijau, apa rekomendasi Anda sebagai upaya mengendalikan pemanasan global? Jelaskan dampak positif dari rekomendasi Anda!

Jawab: ...Mengurangi... penggunaan... bahan bakar batu bara dan diganti dengan energi alternatif lainnya.....

Jawaban post-test indikator mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah dan mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan

4. Melalui penerapan konsep kimia hijau, apa rekomendasi Anda sebagai upaya mengendalikan pemanasan global? Jelaskan dampak positif dari rekomendasi Anda!

Jawab: Pengembangan teknologi ramah lingkungan dengan mendorong penelitian dan pengembangan teknologi baru yang ramah lingkungan seperti energi terbarukan, baterai lebih efisien, dan proses produksi yang lebih ramah lingkungan.
 Pengembangan teknologi ~~baru~~ ramah lingkungan akan mengurangi emisi gas rumah kaca akan membantu mengurangi peningkatan suhu global, sehingga dapat mengurangi efek pemanasan global

Jawaban pre-test mampu mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda

7. Bagaimana Anda akan menanggapi masing-masing solusi tersebut? Jika dianalisis jangka panjang manakah yang lebih menguntungkan? Berikan alasannya

Jawab: ...kedua solusi tersebut memiliki keuntungan dan kerugian masing-masing. Dalam jangka panjang cara kedua lebih menguntungkan karena mengurangi sampah plastik

Jawaban post-test mampu mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda

7. Bagaimana Anda akan menanggapi masing-masing solusi tersebut? Jika dianalisis jangka panjang manakah yang lebih menguntungkan? Berikan alasannya

Jawab: wacana 1: solusi ini melibatkan pengembangan mesin pencacah plastik agar dapat didah menjadi bahan campuran aspal. Keuntungan dari pendekatan ini adalah mengurangi jumlah sampah plastik yang mencemari lingkungan dan menggunakan limbah plastik untuk membuat bahan yang lebih berguna. Namun, plastik memiliki sifat yang rapuh dan tidak tahan terhadap suhu tinggi. Hal ini dapat mempengaruhi kualitas dan ketahanan bahan campuran aspal.

wacana 2: solusi ini melibatkan pengolahan sampah buah menjadi biogas yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik. ini memiliki manfaat dalam mengurangi sampah organik dan sumber energi terbarukan. Namun, proses produksinya membutuhkan biaya yang tinggi untuk peralatan dan pemeliharaan.

Jika dilihat dari perspektif jangka panjang, solusi instalasi Biogas dan sampah buah mungkin lebih menguntungkan. Alasan utamanya adalah solusi ini menghasilkan energi terbarukan yang dapat membantu mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Tatmainnul Qulub
Tempat & Tgl. Lahir : Lamongan, 01 Agustus 2001
Alamat Rumah : Ds. Sendangharjo RT 13 RW
02, Kec. Brondong Kab.
Lamongan, Jawa Timur
No. HP : 081803593247
E-mail : qulubtatmainnul@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal

- a. MI Ma'arif Sendangharjo tahun 2008-2014
- b. MTs. Darul Afkar tahun 2014-2017
- c. MAS Ma'arif 10 Darul Afkar tahun 2017-2020
- d. Mahasiswa UIN Walisongo Angkatan 2020

2. Pendidikan Non-Formal

- a. Pondok Pesantren Al-Qur'an Al-Masthuriyah

C. Prestasi Akademik

1. Juara harapan 2 olimpiade kimia nasional dalam ajang OASE tahun 2023
2. Medali perak dalam ajang *International Walisongo Science Competition* tahun 2023

3. Juara Harapan 2 Lomba Karya Tulis Ilmiah nasional yang diselenggarakan oleh Politeknik Negeri Jember tahun 2021

D. Karya Ilmiah

1. Artikel jurnal sinta 4 dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Terintegrasi Komik untuk Menunjang Kemampuan Numerik pada Materi Stoikiometri”
2. Artikel jurnal sinta 4 dengan judul “Development of Green Chemistry Integrated Environmental Chemistry Practical Instructions”

Semarang, 13 Desember 2023

Tatmainnul Qulub

NIM. 2008076012