

**PENGARUH STRATEGI PEMBELAJARAN PRAKTIKUM UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA
PADA MATERI KIMIA HIJAU**

SKRIPSI

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



Diajukan oleh:

FATI KHATUN HIDAYAH

NIM: 2008076009

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

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fati Khatun Hidayah

NIM : 2008076009

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**PENGARUH STRATEGI PEMBELAJARAN PRAKTIKUM UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA
PADA MATERI KIMIA HIJAU**

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

Semarang, 13 Agustus 2024

Pembuat Pernyataan,



Fati Khatun Hidayah

NIM. 2008076009



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

Jln. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngallyan Semarang
Telp. 7601295 Fax. 7615387

E-mail: fst@walisongo.ac.id, Web: <https://fst.walisongo.ac.id/>

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul Skripsi : **Pengaruh Strategi Pembelajaran Praktikum Untuk
Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa
Pada Materi Kimia Hijau**

Nama : Fati Khatun Hidayah
NIM : 2008076009
Program Studi : Pendidikan Kimia

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

Semarang, 12 September 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji

Sekretaris Sidang/Penguji

Nana Misrochah, S.Si., M.Pd
NIP. 1986082820190320009

Fachri Hakim, M.Pd
NIP. 199108032016011901

Penguji Utama I

Lis Setiyo Ningrum, M.Pd
NIP. 199308182019032020

Penguji Utama II

Ulfa Lutfanasari, M.Pd
NIP. 198809282019032019

Pembimbing

Nana Misrochah, S.Si., M.Pd
NIP. 1986082820190320009

NOTA DINAS

Semarang, 13 Agustus 2024

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Judul : Pengaruh Strategi Pembelajaran Praktikum Untuk
Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa
Pada Materi Kimia Hijau
Nama : Fati Khatun Hidayah
NIM : 2008076009
Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I,



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

NIP. 1986082820190320009

PENGARUH STRATEGI PEMBELAJARAN PRAKTIKUM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI KIMIA HIJAU

Fati Khatun Hidayah
2008076009

ABSTRAK

Metode pembelajaran yang diterapkan di MA Fathul Hidayah Lamongan sebagian besar dominan masih menggunakan metode konvensional atau ceramah, sehingga siswa masih berpusat kepada guru. Perlu adanya strategi dalam metode pembelajaran yang dapat diterapkan dalam kurikulum merdeka untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh strategi pembelajaran praktikum terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Jenis penelitian yang digunakan adalah *Quasi Experimental* dengan desain *pretest posttest nonequivalent control group*. Sampel penelitian yaitu peserta didik kelas X MA Fathul Hidayah Lamongan yang diambil dengan menggunakan Teknik *Purposive Sampling*. Penelitian ini menggunakan dua kelas yaitu kelas X-1 sebagai kelas eksperimen dan X-3 sebagai kelas kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas eksperimen lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol yang dilihat dari uji t diperoleh signifikansi 2-tailed sebesar 0,000. Artinya, peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih besar dibandingkan kelas kontrol. Sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima, dinyatakan bahwa terdapat pengaruh strategi pembelajaran praktikum terhadap keterampilan berpikir kritis pada materi kimia hijau. Selain itu, juga dibuktikan dengan uji n-gain kelas eksperimen sebesar 0,583 dan n-gain kelas kontrol sebesar 0,212. Sehingga peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol.

Kata Kunci: Berpikir Kritis, Praktikum dan Kimia Hijau

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah *rabbi al-a'lam*. Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Strategi Pembelajaran Praktikum untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Kimia Hijau” dengan baik. Skripsi ini diajukan guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Peneliti menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, motivasi, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Nizar Ali, M. Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. Musahadi, M. Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Ibu Wirda Udaibah S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Ibu Nana Misrochah, S.Si., M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk

memberikan bimbingan dan arahan kepada peneliti dalam penelitian ini.

5. Ibu Julia Mardhiyah, M.Pd. selaku Dosen Wali yang mengarahkan, memberikan dukungan serta memberikan motivasi dari awal masuk perkuliahan hingga akhir ini.
6. Tim validator instrumen penelitian yakni Sri Rahmania, M.Pd., Lis Setiyo Ningrum, M.Pd., dan Erlin Emelia Nugrah Wimbar, S.Si. yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan pengarahan serta perbaikan dalam proses penyusunan instrumen penelitian skripsi.
7. Segenap dosen pendidikan kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini. Semoga ilmu yang telah Bapak dan Ibu berikan mendapat berkah dari Allah SWT.
8. Cinta pertama dan panutanku, Ayah Sriyadi dan pintu surgaku Ibu Suriatin. Terima kasih atas segala pengorbanan dan tulus kasih yang diberikan. Tak kenal lelah mendoakan serta memberikan perhatian dan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya. Semoga ayah dan ibu sehat, panjang umur dan bahagia selalu.
9. Kakak saya Imro'atul Uliyah dan Adik saya Ainun Latifah yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

10. Bapak Abdul Ghofur, S.H.I., dan Ibu Erlin Emelia Nugrah Wimbar, S.Si. selaku guru kimia MA Fathul Hidayah Lamongan yang telah membantu peneliti dalam melaksanakan penelitian ini serta memberikan dukungan yang luar biasa.
11. Peserta didik kelas X MIPA MA Fathul Hidayah Lamongan yang telah terlibat dalam mensukseskan proses penelitian sehingga penelitian berjalan dengan baik dan lancar.
12. Teman-teman Pendidikan Kimia angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan motivasi serta kenangan terindah kepada peneliti.
13. Segenap teman Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) SMAN 1 Kaliwungu tahun ajaran 2023/2024 yang telah berjuang dan memberikan semangat motivasi selama kegiatan PLP.
14. Segenap teman KKN Reguler Posko 15 tahun 2023 yang telah berjuang bersama dan memberikan dukungan kepada peneliti.
15. Semua pihak yang berkontribusi membantu terselesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu .

Di balik layar ini, peneliti banyak mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan rela membantu serta menghibur di kala peneliti sedang kalut. Semoga Allah memberikan kelimpahan berkah kepada segenap pihak yang membantu peneliti.

Berlandaskan pada segala keterbatasan peneliti, *Alhamdulillah*, skripsi ini mencapai puncaknya yaitu tamat peneliti susun.

كُلُّ ابْنِ آدَمَ خَطَّاءٌ وَخَيْرُ الْخَطَّائِينَ التَّوَّابُونَ

“Setiap anak Adam pernah berbuat salah dan sebaik-baik yang berbuat salah adalah yang bertobat dari kesalahannya.” (HR. At Tirmidzi no. 2499, Hasan). Semoga kita semua termasuk ke dalam pribadi yang mampu menerapkan akhlak paripurna pada setiap tarikan nafas. Aamiin.

Wa’alaikumsalam Wr. Wb.

Semarang, 13 Agustus 2024

Peneliti,

Fati Khatun Hidayah

NIM: 2008076009

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN | ii |
| PENGESAHAN | iii |
| NOTA DINAS | iv |
| ABSTRAK | v |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Identifikasi Masalah..... | 7 |
| C. Pembatasan Masalah..... | 8 |
| D. Rumusan Masalah..... | 9 |
| E. Tujuan Penelitian..... | 9 |
| F. Manfaat Penelitian..... | 9 |
| BAB II LANDASAN PUSTAKA | 11 |
| A. Deskripsi Teori..... | 11 |
| B. Kajian Penelitian yang Relevan..... | 41 |
| C. Kerangka Berpikir..... | 44 |
| D. Hipotesis..... | 47 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 48 |
| A. Jenis Penelitian..... | 48 |
| B. Tempat dan Waktu Penelitian..... | 49 |
| C. Populasi dan Sampel Penelitian..... | 49 |
| D. Definisi Operasional Variabel..... | 50 |
| E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data..... | 51 |
| F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen..... | 54 |
| G. Teknik Analisis Data..... | 58 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 63 |
| A. Deskripsi Hasil Penelitian..... | 63 |
| B. Hasil Uji Hipotesis..... | 78 |

| | |
|---------------------------------------|------------|
| C. Pembahasan Hasil Penelitian | 80 |
| D. Keterbatasan Penelitian..... | 87 |
| BAB V SIMPULAN DAN SARAN | 89 |
| A. Simpulan | 89 |
| B. Implikasi..... | 90 |
| C. Saran..... | 90 |
| DAFTAR PUSTAKA | 91 |
| LAMPIRAN | 96 |
| RIWAYAT HIDUP | 214 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Judul | Halaman |
|------------------|--|----------------|
| Tabel 2.1 | Indikator Keterampilan Berpikir Kritis | 22 |
| Tabel 3.1 | <i>Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design</i> | 49 |
| Tabel 3.2 | Kriteria Reliabilitas Instrumen | 56 |
| Tabel 3.3 | Klasifikasi Daya Beda | 57 |
| Tabel 3.4 | Kriteria Tingkat Kesukaran Soal | 58 |
| Tabel 3.5 | Klasifikasi Tingkat Pencapaian | 62 |
| Tabel 4.1 | Hasil Uji Coba Instrumen | 65 |
| Tabel 4.2 | Validasi Konstruk Instrumen | 67 |
| Tabel 4.3 | Analisis Uji Validitas | 68 |
| Tabel 4.4 | Hasil Uji Tingkat Kesukaran | 69 |
| Tabel 4.5 | Hasil Analisis Daya Pembeda | 70 |
| Tabel 4.6 | Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Posttest</i> | 77 |
| Tabel 4.7 | Hasil Uji Homogenitas Nilai <i>Posttest</i> | 77 |
| Tabel 4.8 | Hasil Uji t Nilai <i>Posttest</i> | 78 |
| Tabel 4.9 | Hasil Uji N-gain | 79 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Judul | Halaman |
|-------------------|---|----------------|
| Gambar 2.1 | 17 Agenda SDGs | 33 |
| Gambar 2.2 | Sistematika Kerangka Berpikir | 46 |
| Gambar 4.1 | Rekapitulasi Rata-Rata Nilai <i>Pretest</i> | 71 |
| Gambar 4.2 | Rekapitulasi Rata-Rata Nilai <i>Posttest</i> | 74 |
| Gambar 4.3 | Rata-Rata <i>Posttest</i> Indikator | 75 |
| Gambar 4.4 | Hasil pengerjaan <i>pretest</i> kelas kontrol | 81 |
| Gambar 4.5 | Hasil Pengerjaan <i>pretest</i> kelas eksperimen | 81 |
| Gambar 4.6 | Hasil pengerjaan <i>posttest</i> kelas kontrol | 84 |
| Gambar 4.7 | Hasil pengerjaan <i>posttest</i> kelas eksperimen | 84 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Judul | Halaman |
|-------------|--|---------|
| Lampiran 1 | Kisi-Kisi Wawancara Guru | 97 |
| Lampiran 2 | Hasil Angket Pra Riset | 105 |
| Lampiran 3 | Kisi-Kisi Uji Coba Soal | 107 |
| Lampiran 4 | Kunci Jawaban Kisi-Kisi Soal | 120 |
| Lampiran 5 | Rubrik Penskoran Soal | 126 |
| Lampiran 6 | Rekapitulasi Analisis Uji Coba Soal | 129 |
| Lampiran 7 | Hasil Analisis Uji Validitas | 131 |
| Lampiran 8 | Hasil Analisis Uji Reliabilitas | 133 |
| Lampiran 9 | Hasil Analisis Daya Pembeda | 134 |
| Lampiran 10 | Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Soal | 135 |
| Lampiran 11 | Lembar Petunjuk Praktikum | 136 |
| Lampiran 12 | Lembar Penilaian Praktikum | 141 |
| Lampiran 13 | Rubrik Penilaian Praktikum | 142 |
| Lampiran 14 | Format Laporan Praktikum | 145 |
| Lampiran 15 | Intrumen Penilaian Laporan | 148 |
| Lampiran 16 | Rubrik Penilaian Laporan | 149 |
| Lampiran 17 | Penilaian Laporan Hasil Praktikum | 153 |
| Lampiran 18 | Penilaian Presentasi Hasil Praktikum | 155 |
| Lampiran 19 | Penilaian Presentasi Hasil Praktikum | 158 |
| Lampiran 20 | LKS Kelas Kontrol dan Eksperimen | 159 |
| Lampiran 21 | Lembar Hasil Penilaian LKS | 167 |
| Lampiran 22 | Rubrik Penilaian LKS | 168 |
| Lampiran 23 | Modul Ajar Kelas Eksperimen | 170 |
| Lampiran 24 | Modul Ajar Kelas Kontrol | 181 |
| Lampiran 25 | Soal Pretest dan Posttest | 190 |
| Lampiran 26 | Dokumentasi Jawaban Pretest | 195 |
| Lampiran 27 | Dokumentasi Jawaban Posttest | 196 |
| Lampiran 28 | Rekap Nilai Pretest dan Nilai Posttest | 198 |

| | | |
|--------------------|----------------------------------|-----|
| Lampiran 29 | Analisis Uji Normalitas | 200 |
| Lampiran 30 | Uji Analisis Homogenitas | 201 |
| Lampiran 31 | Analisis Uji t <i>Prettest</i> | 202 |
| Lampiran 32 | Analisis Uji t <i>Posttest</i> | 203 |
| Lampiran 33 | Analisis Uji N-gain | 204 |
| Lampiran 34 | Surat Penunjukkan Pembimbing | 205 |
| Lampiran 35 | Lembar Validasi Instrumen | 206 |
| Lampiran 36 | Surat Permohonan Izin Riset | 209 |
| Lampiran 37 | Surat Telah Melakukan Penelitian | 210 |
| Lampiran 38 | Dokumentasi Penelitian | 211 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kimia merupakan salah satu mata pelajaran sains di sekolah, sehingga siswa dituntut untuk dapat mengaitkan materi dengan fenomena yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Pada kenyataannya, pelajaran kimia dianggap sebagai pelajaran yang sulit sehingga banyak siswa yang kurang menyukai kimia. Akibatnya tidak sedikit siswa yang kurang dan tidak tertarik dalam memahami dan menguasai konsep-konsep dasar pada materi kimia. Sehingga siswa masih belum maksimal dalam proses pembelajaran yang berlangsung, seperti kurangnya praktikum dan percobaan. Menurut Arifin (1995), salah satu pelajaran yang dianggap sulit oleh siswa yaitu pelajaran kimia, hal ini dikarenakan sulitnya memahami istilah yang biasanya hanya dihafal, kesulitan dalam memahami konsep yang bersifat abstrak dan kompleks, dan kesulitan dalam perhitungan.

Sebagian besar siswa di sekolah menganggap bahwa kimia adalah pelajaran yang sulit. Hal ini disebabkan karena ilmu kimia cenderung bersifat abstrak yang tidak terlepas dari rumus, istilah, dan konsep-konsep yang membuat siswa semakin kesulitan dalam memahami pelajaran kimia. Pembelajaran kimia yang sulit membuat siswa kurang tertarik

dan merasa terpaksa ketika pembelajaran kimia berlangsung (Sukmawati, 2019). Anggapan bahwa kimia adalah Pelajaran yang sulit sejalan dengan pendapat Rosliana (2020) yang menyatakan bahwa pada dasarnya siswa masih menganggap pelajaran kimia itu sulit untuk dipelajari dan sampai saat ini siswa kurang berminat dengan pelajaran kimia.

Anggapan bahwa kimia adalah mata pelajaran yang sulit juga dilihat berdasarkan hasil pra-riset yang telah dilakukan di MA Fathul Hidayah Lamongan. Pra-riset yang telah dilakukan di angket dengan responden siswa kelas X MIPA, hasil angket tersebut terlihat bahwa sebanyak 89% siswa tidak tertarik dengan pembelajaran kimia dan 85% siswa menganggap bahwa kimia adalah mata pelajaran yang sulit. Hal tersebut dinyatakan bahwa banyak siswa yang masih tidak tertarik dengan pembelajaran kimia dan mata pelajaran dianggap sulit oleh siswa.

Proses pembelajaran di sekolah terus ditingkatkan demi mencapai tujuan pembelajaran serta meningkatkan mutu pendidikan. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah adalah meningkatkan kualitas kurikulum. Saat ini telah memasuki peralihan dari kurikulum 2013 menjadi kurikulum Merdeka. Kurikulum Merdeka atau biasa disebut merdeka belajar memiliki arti kemerdekaan dalam berpikir. Pada pembelajaran kimia, salah satu materi kimia dalam

kurikulum merdeka adalah kimia hijau. Kimia hijau merupakan salah satu materi kimia kelas X semester ganjil yang tergolong baru bagi guru dan siswa karena materi ini muncul pada kurikulum merdeka. Materi kimia hijau mengaitkan antara kimia dengan isu-isu global yang terjadi di kehidupan sehari-hari sehingga diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terkait pentingnya menjaga lingkungan.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, sebanyak 69,9% siswa kelas X menyatakan bahwa kurang memahami penerapan prinsip kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari. Kimia hijau adalah proses pembuatan desain yang menggunakan produk dan proses kimia secara aman, efisien, efektif, serta ramah lingkungan. Oleh karena itu, pembelajaran ini diterapkan di sekolah salah satunya untuk menyadarkan siswa agar peduli terhadap lingkungan (Mertha, dkk. 2020). Adanya dampak berbahaya dari produk kimia membuat perkembangan kimia hijau semakin pesat, hal ini dapat dilihat dari perkembangan proses dan produk kimia yang semakin ramah lingkungan sesuai pembangunan berkelanjutan (Chanshetti, 2014).

Salah satu metode yang sangat tepat diterapkan dalam pembelajaran ilmu kimia yaitu praktikum karena memberi peluang lebih besar kepada siswa untuk melatih daya nalar,

berpikir rasional, menerapkan sikap dan metode ilmiah dalam usaha mencari kebenaran atau bukti dari suatu teori yang dipelajarinya (Zahrah, dkk. 2017). Kegiatan praktikum terkait *green chemistry* dapat menjadi langkah awal dalam melestarikan lingkungan dalam pembangunan berkelanjutan (Fitriyani, 2018). Melalui kegiatan praktikum siswa mendapat kesempatan untuk ikut berperan aktif untuk melakukan suatu proses kerja ilmiah dalam menemukan konsep, siswa secara total dilibatkan dalam melakukan pengamatan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek. Oleh karena itu, pencapaian tujuan pembelajaran kimia harus disertai kegiatan praktikum (Rani dan Gebi, 2013).

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia di MA Fathul Hidayah Lamongan, metode pembelajaran yang diterapkan dalam proses pembelajaran kimia masih menggunakan metode ceramah atau metode konvensional. Peserta didik diminta untuk mencatat materi, menghafal konsep materi kimia, dan mengerjakan soal-soal tanpa dilakukan praktikum sebagai praktik nyata bagi peserta didik. Metode praktikum masih jarang diterapkan dan belum optimal disekolah karena sumber daya yang kurang sehingga pada penelitian ini akan menerapkan strategi pembelajaran melalui metode praktikum.

Praktikum menjadikan siswa dapat mengaitkan antara teori dengan implementasi secara langsung dikehidupan sehari-hari, sehingga siswa dapat diajak untuk berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis membantu seorang guru mempersiapkan siswa supaya sanggup hidup di zamannya (Susanti, 2013). Peringkat berpikir kritis siswa menurut *Programme for International Student Assessment* (PISA) masih rendah sebagaimana terlihat pada data tahun 2018 yaitu peringkat 70 dari jumlah peserta berasal dari 78 negara atau memperoleh skor 396 (OECD, 2019). Rendahnya tingkat berpikir kritis disebabkan oleh kecenderungan siswa yang mahir mengingat informasi, namun kurang terampil dalam menerapkan pengetahuan tersebut untuk mengatasi masalah (Sanjaya, 2006).

Kenyataannya sesuai dengan keterampilan berpikir kritis di MA Fathul Hidayah masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil analisis nilai ulangan harian berbentuk soal essay yang tidak mencakup indikator berpikir kritis sehingga dikatakan kurang maksimal. Nilai keterampilan berpikir kritis siswa masih tergolong rendah yang dilihat dari segi nilai presentase KKM hanya mencapai 60% dan angket yang diberikan kepada peserta didik. Sehingga perlu adanya upaya strategi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Salah satu masalah kesehatan di sekolah adalah masalah sampah dan hingga saat ini menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian. Hal ini diperburuk dengan kurang memadainya tempat dan lokasi pembuangan sampah, kurangnya kesadaran dan kemauan masyarakat dalam mengelola dan membuang sampah, masih kurangnya pemahaman masyarakat tentang manfaat sampah, serta keengganan masyarakat memanfaatkan kembali sampah, karena sampah dianggap sebagai sesuatu yang kotor dan harus dibuang. Berbagai hal tersebut menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan yang berdampak negatif bagi masyarakat. Pengelolaan sampah perlu didukung oleh kesadaran yang tinggi dari warga sekolah yaitu masyarakat, anak didik dan pihak sekolah. Khususnya pihak sekolah mempunyai peran yang penting untuk menanamkan kesadaran pengelolaan sampah sejak dini pada anak didik (Suryani, 2014).

Berdasarkan hasil observasi di MA Fathul Hidayah terkait pengelolaan sampah disekolah belum dilakukan dengan baik. Selain itu, ketika memasuki musim hujan terdapat genangan air di beberapa titik halaman sekolah. Oleh karena itu perlu dilaksanakan praktikum kimia hijau tentang program pembuatan lubang biopori untuk meminimalisir permasalahan banjir yang meluap ketika hujan,

memaksimalkan kualitas tanah di sekitar tempat terpasangnya biopori, dan memanfaatkan sampah organik sebagai kompos. Biopori mendukung 5 prinsip kimia hijau yakni mencegah terjadinya limbah (*Prevention*), merancang untuk efisiensi energi (*Design for Energy Efficiency*), menggunakan bahan yang dapat diperbarui (*Use of Renewable Feedstocks*), mengurangi turunan kimia berbahaya (*Reduce Derivatives*), dan Desain untuk Degradasi Setelah Penggunaan (*Design for Degradation*). Dengan mengintegrasikan praktik biopori dalam pengelolaan lingkungan, kita dapat mendukung prinsip-prinsip kimia hijau secara efektif, menuju keberlanjutan yang lebih baik.

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan, maka peneliti melakukan penelitian yang berjudul: **"Pengaruh Strategi Pembelajaran Praktikum untuk meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Kimia Hijau"**

B. Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut.

1. Mata pelajaran kimia dianggap sebagai mata Pelajaran yang sulit dan banyak siswa yang tidak tertarik pada mata pelajaran kimia.

2. Kimia hijau tergolong materi baru dalam kurikulum Merdeka.
3. Siswa belum menerapkan prinsip kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari dan adanya permasalahan pengolahan sampah yang belum dilakukan dengan baik dan terdapat genangan air di halaman sekolah pada saat musim hujan.
4. Strategi pembelajaran yang diterapkan dalam proses pembelajaran kimia masih menggunakan metode konvensional atau metode ceramah.
5. Rendahnya keterampilan berfikir kritis siswa disekolah.

C. Pembatasan masalah

1. Kimia hijau merupakan materi baru dalam kurikulum Merdeka yang dipandang sukar oleh siswa. Dominasi siswa belum menerapkan kimia hijau dalam kesehariannya, sehingga penelitian ini berfokus pada materi kimia hijau.
2. Strategi pembelajaran yang diterapkan dalam proses pembelajaran kimia masih menggunakan metode konvensional atau metode ceramah, sehingga dalam penelitian ini diterapkan pembelajaran melalui metode praktikum.

3. Permasalahan pengolahan sampah yang belum dilakukan dengan baik dan terdapat genangan air di halaman sekolah pada saat musim hujan, sehingga dalam penelitian ini menerapkan metode praktikum pembuatan biopori.
4. Keterampilan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran kimia masih tergolong rendah, sehingga penelitian ini menerapkan praktikum untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa melalui soal essay.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu: Apakah terdapat pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau?

E. Tujuan Penelitian

Sejalan dengan perumusan masalah yang telah diuraikan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dibagi atas dua manfaat, yakni manfaat teoritis dan manfaat praktis.

1. Manfaat teoritik

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi praktikum terutama praktikum kimia hijau yang dapat digunakan sebagai sumber belajar untuk meningkatkan keterampilan berfikir kritis siswa.

2. Manfaat praktis penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Bagi Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan kajian untuk perbaikan dan pengembangan pembelajaran kimia di sekolah untuk meningkatkan motivasi.

b) Bagi Pendidik

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sumber belajar untuk lebih memahami materi kimia hijau dengan mengaplikasikan materi kimia hijau kedalam kehidupan sehari-hari siswa.

c) Bagi Peserta didik

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam menghadapi isu permasalahan dan kepedulian lingkungan pada kimia hijau.

d) Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengalaman dan menjadi tambahan wawasan untuk diterapkan ketika menjadi tenaga pengajar.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Strategi Pembelajaran

a. Pengertian Strategi Pembelajaran

Strategi Pembelajaran adalah pendekatan secara menyeluruh dalam suatu sistem pembelajaran, yang berupa pedoman umum dan kerangka kegiatan untuk mencapai tujuan umum pembelajaran, yang melukiskan prosedur yang sistematis dalam membantu usaha belajar siswa, mengorganisasikan pengalaman belajar, mengatur dan merencanakan bahan ajar untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu (Suyadi, 2013).

Menurut Darmayah (2010) strategi pembelajaran merupakan pengorganisasian isi pelajaran, penyampaian pelajaran dan pengelolaan kegiatan pembelajaran dengan menggunakan berbagai sumber belajar yang digunakan oleh guru guna menunjang terciptanya proses pembelajaran yang efektif dan efisien. Hal itu berarti bahwa strategi pembelajaran menggunakan berbagai sumber belajar yang digunakan oleh guru seperti menggunakan alat peraga, buku teks, dan kartu indeks dalam melaksanakan

proses belajar mengajar di kelas sehingga pembelajaran dapat berlangsung secara efektif dan efisien.

Berdasarkan beberapa definisi di atas, maka dapat disimpulkan bahwa strategi pembelajaran merupakan suatu prosedur pembelajaran dalam membantu usaha belajar siswa, mengorganisasikan pengalaman belajar, mengatur dan merencanakan bahan ajar, agar tercipta proses pembelajaran yang lebih efektif dan efisien untuk mencapai tujuan pembelajaran.

b. Komponen Strategi Pembelajaran

Dick dan Carrey (2009) menyebutkan bahwa terdapat 5 komponen strategi pembelajaran, yaitu:

1. Kegiatan pembelajaran pendahuluan

Kegiatan pendahuluan sebagai bagian dari suatu sistem pembelajaran secara keseluruhan memegang peranan penting. Pada bagian ini guru diharapkan dapat menarik perhatian peserta didik atas materi pelajaran yang akan disampaikan. Kegiatan pendahuluan yang menarik akan dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Cara guru memperkenalkan materi pelajaran melalui contoh-contoh ilustrasi tentang kehidupan sehari-hari atau cara guru meyakinkan apa manfaat mempelajari pokok bahasan tertentu akan sangat mempengaruhi motivasi belajar peserta didik. Persoalan motivasi ekstrinsik ini menjadi sangat penting bagi peserta didik yang belum

dewasa, sedangkan motivasi intrinsik sangat penting bagi peserta didik yang lebih dewasa karena kelompok ini lebih menyadari pentingnya kewajiban belajar serta manfaatnya bagi mereka.

2. Penyampaian informasi

Penyampaian informasi seringkali dianggap sebagai suatu kegiatan yang paling penting dalam suatu proses pembelajaran, padahal bagian ini hanya merupakan salah satu komponen dari strategi pembelajaran. artinya tanpa adanya kegiatan pendahuluan yang menarik atau dapat memotivasi peserta didik dalam belajar maka kegiatan penyampaian informasi ini menjadi tidak berarti. Guru yang mampu menyampaikan informasi dengan baik, tetapi tidak melakukan kegiatan pendahuluan dengan mulus akan menghadapi kendala dalam kegiatan pembelajaran selanjutnya. Dalam kegiatan ini, guru juga harus memahami dengan baik situasi dan kondisi yang dihadapinya. Dengan demikian, informasi yang disampaikan dapat diserap oleh peserta didik dengan baik.

3. Partisipasi peserta didik

Berdasarkan prinsip *student centered*, peserta didik merupakan pusat dari suatu kegiatan belajar. Hal ini dikenal dengan istilah CBSA (Cara Belajar Siswa Aktif) yang diterjemahkan dari kata SAL (*Student active training*), yang maknanya adalah bahwa proses pembelajaran akan lebih

berhasil apabila peserta didik secara aktif melakukan latihan secara langsung dan relevan dengan tujuan pembelajaran yang sudah ditetapkan.

4. Tes

Serangkaian tes umum yang digunakan oleh guru untuk mengetahui apakah tujuan pembelajaran khusus telah tercapai atau belum, dan apakah pengetahuan sikap dan keterampilan telah benar-benar dimiliki oleh peserta didik melakukan latihan atau praktik. Pelaksanaan tes biasanya dilakukan di akhir kegiatan pembelajaran setelah peserta didik melalui berbagai proses pembelajaran, penyampaian informasi berupa materi Pelajaran pelaksanaan tes juga dilakukan setelah peserta didik melakukan latihan atau praktik.

5. Kegiatan lanjutan

Kegiatan yang dikenal dengan istilah *follow up* dari suatu kegiatan yang telah dilakukan seringkali tidak dilaksanakan dengan baik oleh guru. Dalam kenyataannya, setiap kali setelah tes dilakukan selalu saja terdapat peserta didik yang berhasil dengan nilai bagus atau di atas rata-rata, hanya menguasai sebagian atau cenderung di rata-rata tingkat penguasaan yang diharapkan dapat dicapai, peserta didik seharusnya menerima tindak lanjut yang berbeda sebagai konsekuensi dari hasil belajar yang bervariasi tersebut.

c. Kriteria Pemilihan Strategi Pembelajaran

Pemilihan strategi pembelajaran yang akan digunakan dalam proses pembelajaran harus berorientasi pada tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Selain itu, juga harus disesuaikan dengan jenis materi, karakteristik peserta didik, serta situasi dan kondisi dimana proses pembelajaran tersebut akan berlangsung. Terdapat beberapa metode dan teknik pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru, tetapi tidak semuanya sama efektifnya dapat mencapai tujuan pembelajaran. Untuk itu dibutuhkan kreativitas guru dalam memilih strategi pembelajaran tersebut.

Mager (1977) menyampaikan beberapa kriteria yang dapat digunakan dalam memilih strategi pembelajaran, yaitu sebagai berikut;

- a) Berorientasi pada tujuan pembelajaran. Tipe perilaku apa yang diharapkan dapat dicapai oleh peserta didik. Misalnya menyusun bagan analisis pembelajarn. Berarti metode yang paling dekat dan sesuai yang dikehendaki oleh tujuan khusus pembelajaran adalah latihan atau praktik langsung.
- b) Pilih teknik pembelajaran yang sesuai dengan keterampilan yang diharapkan dapat dimiliki saat bekerja nanti (dihubungkan dengan dunia kerja).

- c) Menggunakan media pembelajaran yang sebanyak mungkin memberikan rangsangan pada indra peserta didik. Artinya dalam satu waktu peserta didik dapat melakukan aktivitas fisik maupun psikis.

2. Praktikum

a. Pengertian Praktikum

Kata praktikum berasal dari kata *praktikos* (Yunani), *pratique* (Prancis), *practicus* (Latin) yang berarti “aktif”. Metode praktikum adalah proses pembelajaran dimana peserta didik melakukan dan mengalami sendiri, mengikuti proses, mengamati obyek, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan suatu obyek, keadaan dan proses dari materi yang dipelajari tentang gejala alam dan interaksinya sehingga dapat menjawab pertanyaan yang didapatkan melalui pengamatan induktif. (Djamarah & Zain, 2002). Metode praktikum adalah suatu cara penyajian yang disusun secara aktif untuk mengalami dan membuktikan sendiri tentang apa yang dipelajarinya (Winataputra, 1993). Metode praktikum adalah cara penyajian pelajaran kepada siswa untuk melakukan percobaan dengan mengalami dan membuktikan sesuatu yang dipelajari (Sudirman, 1992).

Pengertian praktikum dari ketiga penjelasan diatas yaitu praktikum dapat diartikan sebagai suatu metode yang mendorong siswa untuk aktif serta memberikan

kesempatan kepada siswa untuk mengamati dan menguji coba materi yang telah disampaikan sebelumnya.

b. Pengaruh Metode Praktikum

Metode praktikum tentunya akan memberikan pengaruh kepada siswa, baik berpengaruh pada pengetahuan, keterampilan, maupun sikap. Lilis (2015) berpendapat, pengaruh metode praktikum pada siswa yaitu:

1. Ranah Pengetahuan

Pada ranah pengetahuan, siswa mendalami teori, mengga- bungkan teori yang ada, dan menerapkan teori. Ranah pengetahuan dapat dapat dinilai menggunakan rubrik penskoran.

2. Ranah Keterampilan

Pada ranah keterampilan, siswa memilih alat dan bahan, mempersiapkan alat dan bahan, dan menggunakan alat dan bahan. Ranah keterampilan dapat dinilai dengan teknik observasi (checklist atau rating scale).

3. Ranah Sikap

Pada ranah sikap, siswa menunjukkan beberapa sikap, contohnya: bekerjasama, disiplin; dan tanggungjawab. Ranah sikap dapat dinilai menggunakan teknik observasi (*checklist, participation chart, rating scale*).

Pembelajaran dengan metode praktikum akan membuat siswa membuktikan sendiri kebenaran sesuatu teori, sehingga akan mengubah sikap mereka yang tahayul, ialah peristiwa yang tidak masuk akal. Pada saat siswa sudah mampu melaksanakan tugas gerak dan memiliki pemahaman tentang apa yang sudah dilakukannya, maka pada saat itu guru tidak harus memberikan tantangan sebab siswa telah belajar sesuatu yang sesuai dengan tujuan dan harapan guru (Balram, 2016).

c. Langkah Kerja Metode Praktikum

Djajadisastra (2013) mengemukakan bahwa pada pelaksanaan praktikum agar hasil yang diharapkan dapat dicapai dengan baik maka perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

a) Langkah persiapan

Persiapan yang baik perlu dilakukan untuk memperkecil kelemahan-kelemahan atau kegagalan-kegagalan yang dapat muncul. Persiapan untuk metode praktikum antara lain:

1. Menetapkan tujuan praktikum.
2. Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
3. Mempersiapkan tempat praktikum.
4. Mempertimbangkan jumlah peserta didik dengan jumlah alat yang tersedia dan kapasitas tempat praktikum.

5. Mempersiapkan faktor keamanan dari praktikum yang akan dilakukan.
 6. Mempersiapkan tata tertib dan disiplin selama praktikum.
 7. Membuat petunjuk dan langkah-langkah praktikum.
- b) Langkah pelaksanaan

Langkah sebelum melaksanakan praktikum, peserta didik mendiskusikan persiapan dengan guru, setelah itu baru meminta keperluan praktikum (alat dan bahan). Selama berlangsungnya proses pelaksanaan metode praktikum, guru perlu melakukan observasi terhadap proses praktikum yang sedang dilaksanakan baik secara menyeluruh maupun perkelompok.

- c) Tindak Lanjut

Setelah melaksanakan praktikum, kegiatan selanjutnya adalah:

- a. Mendiskusikan masalah – masalah yang terjadi selama praktikum.
- b. Memeriksa kebersihan alat dan menyimpan kembali semua perlengkapan yang telah digunakan.

- c. Membuat laporan hasil praktikum sesuai dengan format praktikum dan mempresentasikan hasil praktikum secara berkelompok.

Kesimpulan bahwa pelaksanaan praktikum yang efektif memerlukan persiapan yang matang, termasuk penetapan tujuan, persiapan alat dan bahan, serta keamanan. Selama praktikum, observasi dan diskusi dengan guru sangat penting, dan setelah praktikum, mendiskusikan masalah, menjaga kebersihan, dan membuat laporan hasil praktikum adalah langkah-langkah kunci untuk memastikan hasil yang optimal.

d. Kelebihan dan Kekurangan

Metode praktikum mempunyai kelebihan dan kekurangan menurut Sagala (2005) sebagai berikut:

- a. Kelebihan Metode Praktikum
 1. Membuat peserta didik lebih percaya atas kebenaran atau kesimpulan berdasarkan percobaannya.
 2. Dapat membina peserta didik untuk membuat terobosan-terobosan baru dengan penemuan dari hasil percobaannya dan bermanfaat bagi kehidupan manusia.
- b. Kekurangan Metode Praktikum
 1. Metode ini lebih sesuai dengan bidang-bidang sains dan teknologi.

2. Metode ini memerlukan berbagai fasilitas peralatan dan bahan yang tidak selalu mudah diperoleh dan mahal.
3. Metode ini menuntut ketelitian, keuletan, dan ketabahan.
4. Setiap percobaan tidak selalu memberikan hasil yang diharapkan karena mungkin ada faktor-faktor tertentu yang berada diluar jangkauan kemampuan pengendalian.

Kesimpulan bahwa pembelajaran dengan metode praktikum merupakan suatu cara pembelajaran dimana peserta didik dapat melakukan suatu eksperimen atau percobaan yang mereka temukan dengan membuktikan secara mandiri yang dipelajari sehingga dapat mendorong dan mengembangkan minat dan sikap ilmiahnya melalui pembelajaran praktikum tersebut. Kegiatan praktikum juga dapat menjadi wadah bagi peserta didik untuk memberikan kesempatan dengan pengalaman langsung objek-objek, konsep-konsep dan prosedur eksperimen.

3. Keterampilan Berpikir Kritis

a. Pengertian Keterampilan Berpikir Kritis

Belajar berpikir kritis artinya belajar mengenai bagaimana cara berpikir itu sendiri. Di mana kita menanggapi semua masalah dilihat dari sisi baik atau buruknya, sehingga kita dapat membuat kesimpulan atau

keputusan dengan tepat. Berpikir kritis adalah suatu kemampuan yang menggunakan pengetahuan untuk mendapatkan wawasan yang dapat diterima secara bijak. Oleh karena itu, seseorang dapat mengambil keputusan yang bijak dalam memecahkan masalah (Nurotun, 2013).

Menurut Ennis (2011) berpikir kritis adalah berpikir secara beralasan dan reflektif dengan menekankan pada pembuatan keputusan tentang apa yang harus dipercaya atau dilakukan. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa keterampilan berpikir merupakan salah satu cara pemikiran yang memerlukan penggunaan proses kognitif. Dalam serangkaian proses tersebut, pengetahuan diperoleh dari pengujian hipotesis yang sistematis, selanjutnya diakhiri dengan penarikan kesimpulan yang benar. Dengan evaluasi orang bisa memilah-memilah mana yang baik dan mana yang salah, mana yang baik dan mana yang buruk (Kasdin, 2019).

b. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis menurut Ennis (1985) memiliki beberapa indikator ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

| Aspek | Indikator |
|-----------------------|---|
| Memberikan penjelasan | Mengidentifikasi dan merumuskan masalah |
| | Menganalisis argumen |

| Aspek | Indikator |
|------------------------------------|---|
| | Mengidentifikasi kriteria guna menentukan tanggapan |
| | Menentukan permasalahan atau tindakan yang tidak sesuai |
| Membangun Keterampilan dasar | Kemampuan memberikan alasan dasar |
| Menyimpulkan | Menyimpulkan hasil percobaan |
| Memberikan Penjelasan lebih lanjut | Menganalisis dampak permasalahan |
| Mengatur Strategi dan Taktik | Menguraikan solusi serta strategi yang tepat |

4. Kimia Hijau

Kimia hijau dikembangkan sebagai tanggapan terhadap Undang-Undang Pencegahan Polusi tahun 1990 oleh Paul Anastas dan John Warner, yang melibatkan penggunaan desain proses yang lebih aman bagi lingkungan untuk membatasi atau mengurangi polusi. Prinsip kimia hijau membatu pelestarian lingkungan. Konsep kimia hijau memiliki dampak yang besar karena mencakup kegiatan-kegiatan dilaboratorium penelitian industri, pendidikan, Lingkungan dan masyarakat umum. Kimia hijau telah menunjukkan bahwa ahli kimia dapat membuat produk dan proses secara berkelanjutan yang bermanfaat bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Banyak kegiatan sehari-hari baik yang sadar maupun tidak, bertentang (tidak sesuai) dengan prinsip kimia hijau (Sudarmo, 2014).

a. Pengertian *green chemistry*

Menurut Kenneth dan Jame (2004), *Green Chemistry* adalah suatu metode baru untuk mengurangi bahaya bahan kimia, di samping memproduksi produk dengan cara yang lebih efisien dan lebih hemat. Menurut Anastas dan Tracy (1996), *Green Chemistry* adalah penggunaan teknik dan metode secara kimia untuk mengurangi atau mengeliminasi penggunaan bahan dasar, produk, produk samping, pelarut, dan pereaksi, yang berbahaya bagi kesehatan manusia masalah lingkungan.

Menurut Sanghi (2003), *Green Chemistry* merupakan bagian yang esensial dalam program yang komprehensif untuk melindungi kesehatan manusia dan lingkungan. Secara umum *green chemistry* berhubungan dengan hal-hal untuk meminimalkan buangan pada sumbernya, pemakaian katalisator dalam reaksi, penggunaan pereaksi (*reagents*) yang tidak berbahaya, penggunaan bahan dasar yang dapat diperbaharui, peningkatan efisiensi ekonomi, pelarut yang ramah lingkungan serta dapat didaur ulang (Nurbaity, 2011).

b. Macam Prinsip *Green Chemistry*

Prinsip *green chemistry* adalah mencegah timbulnya limbah dalam proses, memaksimalkan atom ekonomi, mengurangi sintesis menggunakan bahan berbahaya,

menggunakan bahan dan menghasilkan produk yang aman, meningkatkan efisiensi energi, menggunakan pelarut dan kondisi reaksi yang aman, menggunakan bahan baku yang dapat terbarukan, menghindari derivatisasi atau modifikasi sementara dalam reaksi kimia, penggunaan katalis daripada reagen stoikiometri mendesain penggunaan bahan kimia dan pembentukan produk yang mudah terdegradasi, penggunaan metode analisis secara langsung untuk mengurangi polusi serta meminimalisir potensi kecelakaan (Anastas dan Warner, 1998). Ideologi *green chemistry* umumnya menuntut agar sintesis yang dilakukan memiliki efisiensi energi, selektivitas, kesederhanaan, dan keamanan yang lebih besar untuk alam dan kesehatan manusia.

(Saptorini, dkk. 2014) mengemukakan bahwa Anastas & Warner mengusulkan 12 prinsip *Green Chemistry* yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

1. *Prevention*

Lebih baik menghindari timbulnya limbah daripada mengolah atau membersihkan limbah setelah limbah terbentuk. Pencegahan terbentuknya bahan buangan beracun akan lebih baik dari pada menangani atau membersihkan bahan buangan tersebut. Kemampuan ahli kimia mendesain ulang transformasi kimia untuk

meminimalkan limbah berbahaya merupakan langkah pertama yang penting dalam pencegahan polusi.

2. *Atom Economy*

Metode sintesis harus didesain untuk memaksimalkan penggabungan semua bahan yang digunakan dalam proses menjadi produk akhir. Pengekonomisan atom dalam merancang metode sintesis menyatakan bahwa yang terbaik adalah menggunakan semua atom dalam sebuah proses. Pemilihan transformasi yang menggabungkan Sebagian besar bahan-bahan utama ke dalam produk akan lebih efisien dan meminimalisasikan limbah.

3. *Less Hazardous Chemical Syntheses:*

Sintesis bahan kimia yang tidak atau kurang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungannya. Metode sintesis haruslah didesain untuk menggunakan dan menghasilkan senyawa yang memiliki sedikit atau tidak memiliki toksisitas sama sekali pada kesehatan manusia dan lingkungan. Tujuannya adalah untuk mengurangi bahaya dari bahan kimia yang digunakan untuk membuat suatu produk. Beberapa bahan kimia beracun diganti dengan bahan kimia yang lebih aman untuk mendukung adanya teknologi hijau.

4. *Designing Safer Chemicals*

Produk kimia haruslah didesain untuk memiliki efek fungsi yang diinginkan selain meminimalkan toksisitas.

Perancangan produk bahan kimia yang lebih aman, meskipun sifat racunnya dikurangi namun tetap berfungsi secara efektif. Semua orang menginginkan suatu produk yang aman. Prinsip ini bertujuan untuk merancang produk yang aman dan tidak beracun.

5. *Safer Solvents and Auxiliaries*

Penggunaan senyawa pelengkap (misalnya pelarut, agen pemisah, dan lain-lain) haruslah diminimalkan. Penggunaan pelarut dan bahan-bahan pendukung yang lebih aman dan tidak berbahaya. Banyak reaksi kimia yang dilakukan dalam pelarut. Prinsip ini berfokus pada penciptaan produk yang sedemikian rupa agar menggunakan pelarut yang tidak berbahaya. Dalam hal ini jelas bahwa air adalah pelarut yang paling murah dan ramah lingkungan.

6. *Design for Energy Efficiency*

Rancangan untuk efisiensi energi. Kebutuhan energi dalam suatu proses kimia haruslah diminimalkan. Fokus energi saat ini adalah energi yang dapat diperbaharui dan konservasi energi. Prinsip ini berfokus pada penciptaan produk dan material-material efisien yang mengurangi polusi dan biaya.

7. *Use of Renewable Feedstocks*

Bahan baku haruslah terbarukan. Penggunaan bahan dasar yang dapat diperbaharui. 90-95% dari produk yang saat ini digunakan dalam kehidupan kita sehari-hari terbuat dari

minyak bumi. Minyak bumi digunakan untuk transportasi dan energi, namun juga dalam pembuatan suatu produk. Prinsip ini bertujuan untuk mengubah ketergantungan pada minyak bumi dan membuat produk-produk dari bahan yang dapat diperbaharui.

8. *Reduce Derivatives*

Senyawa *derivate* (penggunaan gugus *blocking*, modifikasi sementara dalam proses fisik maupun kimia) yang tidak perlu haruslah diminimalkan atau dihindari karena membutuhkan lebih banyak bahan kimia yang dapat menghasilkan limbah. Pengurangan turunan (*derivatives*) yang tidak penting.

9. *Catalysis*

Katalis yang selektif diutamakan untuk bahan kimia stoikiometrik. Penggunaan katalis untuk meningkatkan selektifitas dan meminimalkan energi. Katalis digunakan dalam suatu proses bahan kimia untuk mengurangi kebutuhan energi dan membuat reaksi menjadi lebih efisien. Katalis yang ramah lingkungan yaitu memiliki toksisitas rendah dalam suatu proses bahan kimia.

10. *Design for Degradation*

Produk kimia harus didesain sedemikian sehingga pada akhir fungsinya dapat diuraikan dan tidak bertahan di lingkungan. Perancangan produk-produk kimia yang dapat terdegradasi menjadi produk yang tidak berbahaya.

11. *Real-time analysis for Pollution Prevention*

Analisis serentak untuk mencegah polusi. Metode-metode analitik perlu dikembangkan lebih lanjut agar tepat dalam memantau proses dan mengontrolnya sebelum terbentuk senyawa berbahaya. Pencegahan polusi akan lebih baik daripada pengendalian pencemaran. Pencegahan polusi dalam menggunakan bahan-bahan, proses atau praktik-praktik yang mengurangi atau menghilangkan polusi atau limbah-limbah pada sumbernya

12. *Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention*

Senyawa yang digunakan dalam proses kimia harus dipilih agar meminimalkan potensi kecelakaan kimia yang meliputi ledakan, kebakaran, dan paparan. Bahan kimia yang digunakan dalam proses kimia dipilih yang lebih aman untuk mencegah kecelakaan. Prinsip ini berfokus pada keselamatan para pekerja dan masyarakat sekitar kawasan industri.

c. Penerapan Kimia Hijau dalam Kehidupan Sehari-hari

Kimia hijau merupakan suatu tindakan yang dilakukan sebagai bentuk upaya pengendalian produksi atau proses kimia dari zat-zat yang berbahaya. Pengendalian tersebut dapat berupa pengolahan limbah atau dalam produksinya diganti dengan bahan kimia yang tidak berbahaya serta alat-alat yang tidak menimbulkan kecelakaan (Sudarmo, 2013).

Aktivitas yang sering kita jumpai tidak terlepas dari suatu proses kimia yang melibatkan reaksi kimia, baik terjadi secara alamiah maupun dari kegiatan manusia. Reaksi kimia di sekitar kita ada yang bermanfaat ada juga yang berdampak terhadap kesehatan dan lingkungan. Beberapa proses kimia yang sering kita jumpai yaitu:

1. Proses kimia pembakaran bahan bakar

Respon terhadap pembakaran sumber daya energi fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam melibatkan unsur-unsur kunci seperti hidrokarbon, belerang, nitrogen, dan oksigen. Terdapat dua tipe utama dalam proses pembakaran hidrokarbon, yaitu:

a. Pembakaran sempurna.

Reaksi ini memberikan hasil air dan Gas CO₂. Gas CO₂ yang berada di atmosfer mampu mencemari lingkungan dan dapat membahayakan lingkungan.

b. Pembakaran tidak sempurna.

Reaksi ini memunculkan air dan gas CO karena kekurangan oksigen. Gas monoksida (CO) yang semakin banyak di atmosfer dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Contoh pembakaran tidak sempurna adalah yaitu gas di LPG atau propana dengan persamaan reaksi: $2C_3H_8(g) + 7O_2(g) \rightarrow 2C(s) + 2CO(g) + 8H_2O(g)$.

2. Proses kimia fotosintesis pada tumbuhan

Reaksi kimia fotosintesis merupakan proses alami yang dilakukan tumbuhan dengan menggunakan air tanah dan gas karbondioksida dari udara dengan bantuan sinar matahari menghasilkan gas oksigen. Persamaan reaksi fotosintesis yaitu: $6\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 6\text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)} + 6\text{O}_{2(g)}$.

3. Proses kimia perkaratan pada besi

Reaksi kimia yang terjadi saat besi berkarat yaitu $2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{(s)}$. Perkaratan merupakan reaksi antara besi (Fe) dengan air (H_2O) dan oksigen (O_2) membentuk karat ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

4. Proses kimia pemanggangan roti

Reaksi kimia pemanggangan roti yaitu $2\text{NaHCO}_3_{(s)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$. Soda kue (NaHCO_2) pada saat dipanaskan akan terurai menghasilkan gas CO_2 yang menyebabkan kue mengembang.

Kimia hijau berperan dalam keseharian manusia misalnya: 1) Usaha untuk meningkatkan kinerja proses kimia; 2) Pemanfaatan energi dengan lebih efisien; 3) Pengurangan jumlah limbah produksi; 4) Penurunan insiden kecelakaan; 5) Produksi produk dengan tingkat keamanan yang lebih tinggi; 6) Peningkatan kondisi kesehatan di lingkungan kerja dan masyarakat; 7) Perlindungan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

Beberapa contoh penerapan prinsip kimia hijau yang banyak dilakukan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari yaitu: (Sudarmo, 2014)

1. Penggunaan teknologi baru yang ramah lingkungan berupa karbon dioksida (CO_2) dan surfaktan sebagai pelarut dalam *dry cleaning* sebagai pengganti Perkloroetilena.
2. Proses pemutihan kertas menggunakan hidrogen peroksida (H_2O_2) dan katalis untuk mengoksidasi, yang tidak berbahaya dan lebih efisien.
3. Perkembangan campuran cat berbahan minyak kedelai dan gula sebagai resin pengganti yang dapat mengurangi kadar uap berbahaya hingga 50%.
4. Proses penjernihan air menggunakan bubuk biji buah asam yang lebih ramah lingkungan.

d. Menciptakan Kegiatan yang Mendukung Prinsip Kimia Hijau

Kimia Hijau ini merupakan konsep yang bertujuan untuk menciptakan kondisi yang lebih berkelanjutan dalam kehidupan kita. Kimia Hijau ini juga bertanggung jawab untuk mendukung 17 Agenda Pembangunan berkelanjutan PBB hingga tahun 2030 pada Gambar 2.1



(Puspaningsih dkk,2021).

Gambar 2.1 17Agenda SDGs

TPB/SDGs menjadi komitmen nasional dan global sebagai upaya mensejahterakan masyarakat yang meliputi 17 tujuan. Kimia hijau sendiri terintegrasi dalam enam poin tersebut sebagai Pembangunan berkelanjutan 2030, yakni:

1. Poin 3: Kehidupan Sejahtera dan Sehat. Bertujuan untuk memberikan jaminan kehidupan yang sehat dan mendorong sejahteranya manusia. Terdapat berbagai hal yang mesti diperhatikan, yaitu pencemaran air, udara, dan tanah. Contoh kegiatannya yaitu menggunakan plastik ramah lingkungan.
2. Poin 6: Sanitasi yang Layak dan Air Bersih. Dengan maksud untuk menjamin berlanjutnya pasokan dan pengelolaan air bersih dan sanitasi, tindakan telah diambil untuk meningkatkan kualitas air dengan mengurangi tingkat polusi, menghilangkan pembuangan, dan mengurangi pelepasan zat dan bahan kimia berbahaya.

3. Poin 7: Energi Terjangkau dan Bersih. Bertujuan untuk memberikan jaminan akses energi yang modern, berkelanjutan, andal dan terjangkau dengan penggunaan yang efisien, berkelanjutan, seta terbarukan. Contoh kegiatannya yaitu menggunakan panel surya untuk pembangkit listrik rumahan, kantor, maupun industri kecil, dan pembuatan anrang briket yang berasal dari limbah kayu sebagai sumber bahan bakar yang lebih praktis.
4. Poin 13: Penanganan Perubahan Iklim. Tujuannya ialah bertindak cepat dalam menyelesaikan perubahan iklim dan dampak yang ditimbulkan. Contoh kegiatannya yaitu: a) mengurangi penggunaan kendaraan bermotor; b) membeli barang yang hemat energi; c) menanam pohon dan mengajak masyarakat untuk menjaga pelestarian lingkungan; d) menerapkan kegiatan *reduce*, *reuse*, dan *recycle*.
5. Poin 14: Ekosistem Lautan. Lautan merupakan suatu sistem ekologi yang bertujuan untuk menjaga dan memanfaatkan sumber daya laut dan samudra secara berkelanjutan. TPB/SDGs telah mengembangkan suatu kerangka kerja berkelanjutan dengan tujuan mengatur dan melindungi ekosistem laut serta pantai dari polusi yang berasal dari daratan, sambil juga meningkatkan kesadaran terhadap dampak pengasaman samudra. Salah satu contoh

kegiatannya yaitu menggunakan bahan yang dapat terurai secara alami baik di tanah maupun di air (laut).

6. Poin 15: Tujuan dari Ekosistem Daratan adalah untuk merawat, memulihkan, dan meningkatkan pengelolaan berkelanjutan dari ekosistem daratan. Hal ini dilakukan dengan menerapkan praktik manajemen hutan yang berkelanjutan, memulihkan lahan yang telah mengalami degradasi, serta mengatasi penurunan keanekaragaman hayati. Contoh kegiatannya yaitu menggunakan bahan-bahan alami dalam pertanian seperti pupuk dan fungisida yang alami, serta tidak membuang bahan kimia beracun yang dapat membahayakan lingkungan.

5. Biopori

a. Pengertian Biopori

Biopori adalah ruangan atau pori dalam tanah yang dibentuk oleh makhluk hidup, seperti fauna tanah dan akar tanaman. Bentuk biopori menyerupai liang (terowongan kecil) dan bercabang-cabang yang sangat efektif untuk menyalurkan air ke dalam tanah. Liang pada biopori terbentuk oleh adanya pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman di dalam tanah serta meningkatnya aktifitas fauna tanah, seperti cacing tanah, rayap dan semut yang menggali liang di dalam tanah. Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah (Daud, 2013).

Biopori merupakan metode resapan air yang digunakan untuk mengatasi banjir dengan cara memberikan waktu tambahan untuk air bisa meresap ke dalam tanah. Peresapan air ke dalam tanah dapat diperlancar dengan adanya biopori yang dapat diciptakan fauna tanah dan akar tanaman. Dinding lubang silindris menyediakan tambahan permukaan resapan air seluas dinding saluran atau lubang yang dapat menampung sementara aliran permukaan dan memberi air kesempatan meresap ke dalam tanah yang nantinya dapat dipergunakan pada musim kemarau (Brata, 2008).

Peresapan air kedalam tanah sangat mempengaruhi ketersediaan air tanah, hal tersebut dapat diperlancar dengan membuat lubang resapan yang merupakan metode alternatif yang unggul dalam menjaga lingkungan hidup. Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah (Plaza, 2009).

b. Lubang resapan biopori

Lubang Resapan Biopori menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.70/Menhut-II/2008/ tentang pedoman teknis rehabilitasi hutan dan lahan, adalah lubang-lubang di dalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktivitas organisme di dalamnya, seperti cacing, perakaran tanaman, rayap dan fauna tanah lainnya. Lubang-

lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah.

Lubang resapan biopori merupakan lubang silindris yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10 - 30 cm dan kedalaman sekitar 100 cm, atau dalam kasus tanah dengan permukaan air tanah dangkal, tidak sampai melebihi kedalaman muka air tanah lubang diisi dengan sampah organik untuk memicu terbentuknya biopori yang dibuat oleh aktivitas fauna tanah atau akar tanaman, menunjukkan penampang dari lubang resapan biopori (Prana, 2009).

Pembuatan lubang biopori merupakan teknologi ramah lingkungan dan murah. Upaya penyelamatan lingkungan hidup dari ketersediaan air dan pencemaran lingkungan akibat sampah. Semua orang dapat memanfaatkan teknologi ini dengan memanfaatkan air hujan, karena curah hujan ada dimana-mana. Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Sehingga perlu ditanamkan kesadaran pentingnya ketersediaan air tanah yang merupakan sumber penghidupan makhluk hidup, termasuk manusia, tanaman dan Binatang.

c. Manfaat Biopori

Nelistya (2008) menyatakan bahwa pembuatan lubang resapan biopori mempunyai beberapa tujuan dan kegunaan. Diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mencegah banjir

Banjir sendiri telah menjadi bencana yang merugikan bagi masyarakat di banyak wilayah di Indonesia. Keberadaan lubang biopori dapat menjadi jawaban dari masalah tersebut. Bayangkan bila setiap rumah, kantor atau tiap bangunan di Jakarta memiliki biopori berarti jumlah air yang segera masuk ke tanah tentu banyak pula dan dapat mencegah terjadinya banjir.

2. Meningkatkan cadangan air tanah

Pembuatan lubang biopori yang cukup banyak, terutama pada wilayah dengan kemiringan sedikit curam sampai dengan sangat curam atau pada tanah yang sudah mengalami pemadatan (*compaction*), maka volume air yang masuk ke dalam tanah pun semakin meningkat jumlahnya. Atau dengan kata lain terbuangnya air ke sungai atau laut dengan percuma telah kita cegah.

3. Tempat pembuangan sampah organik

Banyaknya sampah yang bertumpuk juga telah menjadi masalah tersendiri di wilayah sekolah. Selain itu, dapat pula membantu mengurangi masalah ini dengan memisahkan sampah rumah tangga menjadi sampah organik dan non organik. Tentu saja yang dimasukkan ke dalam lubang biopori adalah hanya sampah organik

4. Menyuburkan tanaman

Sampah organik yang dibuang dilubang biopori menjadi sumber makanan untuk organisme yang ada dalam tanah. Sebaliknya organisme-organisme tersebut dapat mengubah sampah menjadi kompos yang merupakan pupuk bagi tumbuhan di sekitarnya

5. Meningkatkan kualitas air tanah

Organisme dalam tanah mampu membuat sampah dan mineral-mineral yang kemudian dapat larut dalam air. Hasilnya air tanah menjadi berkualitas karena mengandung mineral.

d. Keterkaitan Biopori dengan *Green Chemistry*

Prinsip *Green Chemistry* adalah kerangka kerja yang bertujuan untuk mengembangkan produk dan proses kimia yang lebih ramah lingkungan, berkelanjutan, dan kurang berbahaya bagi manusia serta ekosistem. Meskipun biopori secara langsung tidak terlibat dalam proses kimia di laboratorium, konsep biopori dapat dikaitkan dengan beberapa prinsip *Green Chemistry*. Berikut adalah beberapa keterkaitan antara biopori dan prinsip *Green Chemistry*:

1. Pencegahan Pencemaran

Salah satu prinsip *Green Chemistry* adalah pencegahan pencemaran. Biopori membantu mengurangi risiko pencemaran tanah dan air dengan menyediakan jalur alami bagi air hujan untuk meresap ke dalam tanah. Dengan

demikian, biopori berkontribusi pada pencegahan pencemaran lingkungan.

2. Efisiensi Penggunaan Sumber Daya

Biopori memainkan peran dalam efisiensi penggunaan sumber daya, terutama air. Melalui sistem biopori, air hujan dapat dengan efisien meresap ke dalam tanah, mendukung siklus air alami, dan mengurangi kebutuhan irigasi buatan manusia.

3. Bahan Baku yang Dapat Diperbaharui

Biopori secara alami melibatkan bahan baku organik, seperti daun yang jatuh dan bahan organik lainnya. Penggunaan bahan baku yang dapat diperbaharui adalah salah satu aspek penting dari prinsip *Green Chemistry*, yang berusaha untuk mengurangi ketergantungan pada bahan kimia yang berasal dari sumber daya terbatas.

4. Mengurangi Turunan Kimia Berbahaya

Biopori mendukung proses alami tanpa memerlukan penggunaan bahan kimia berbahaya yang dapat mencemari tanah atau air tanah

5. Desain untuk Degradasi Setelah Penggunaan

Biopori mendukung siklus alam di mana bahan organik yang dimasukkan ke dalam lubang akan terurai sepenuhnya menjadi humus, memperbaiki kualitas tanah secara alami.

Prinsip *Green Chemistry* secara tidak langsung seperti pengurangan bahan kimia sintetis, biopori mencerminkan pendekatan yang berfokus pada solusi alami dan berkelanjutan dalam mengelola lingkungan tanah. Integrasi konsep biopori dengan praktik *Green Chemistry* dapat menghasilkan manfaat positif bagi keberlanjutan lingkungan.

B. Kajian Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan merupakan penelitian yang sudah dilakukan oleh seseorang dan mendapatkan hasil yang valid sesuai dengan judul dan tujuan peneliti. Beberapa penelitian relevan yang peneliti ambil yaitu:

1. Saptorini, dkk. (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pembelajaran *Project Based Learning* mampu meningkatkan kemampuan guru untuk mendesain pembelajaran kimia dengan model PjBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* yang ditandai dengan hasil desain berupa RPP dengan kategori baik, sehingga menumbuhkan komitmen untuk berkreasi dan berinovasi untuk kemajuan pendidikan nasional di Indonesia. Persamaan jurnal ini dengan penelitian yang akan diteliti adalah aspek *green chemistry* sedangkan perbedaannya terletak pada jenis penelitian, subjek maupun objek penelitian.

2. Pada penelitian yang dilakukan oleh Praptomo (2023) tentang Penerapan Pembelajaran Kimia Hijau Melalui *Project Based Learning* (Pjbl) Pada Mata Pelajaran Kimia SMA bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan pembelajaran dengan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) dan hasil belajar peserta didik pada materi kimia hijau. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah tema *green chemistry* sedangkan perbedaannya terletak pada jenis dan metode penelitian.
3. Pada penelitian yang dilakukan oleh Merta (2020) bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar siswa melalui penerapan model pembelajaran penemuan menggunakan praktikum kimia hijau. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar siswa melalui penerapan model pembelajaran penemuan menggunakan praktikum kimia hija. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah tema *green chemistry* sedangkan perbedaannya terletak pada jenis dan metode penelitian.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Mita (2016) bertujuan untuk mengembangkan buku petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* untuk SMA/MA kelas X. Hasil penelitian ini secara keseluruhan mendapatkan kriteria Sangat Baik (SB) berdasarkan review para ahli dan respon yang diperoleh dari peserta didik adalah Sangat Baik (SB). Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah tema

green chemistry sedangkan perbedaannya terletak pada jenis dan metode penelitian.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Rayuni (2016) bertujuan untuk mengembangkan buku petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* untuk SMA/MA kelas XII. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan buku petunjuk praktikum kimia berbasis *green chemistry* untuk kelas XII secara keseluruhan mendapatkan kriteria Sangat Baik (SB) berdasarkan *review* para ahli dan mendapatkan respon Sangat Baik (SB) dari peserta didik. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah konsep *green chemistry* sedangkan perbedaannya terletak pada jenis dan metode penelitian.

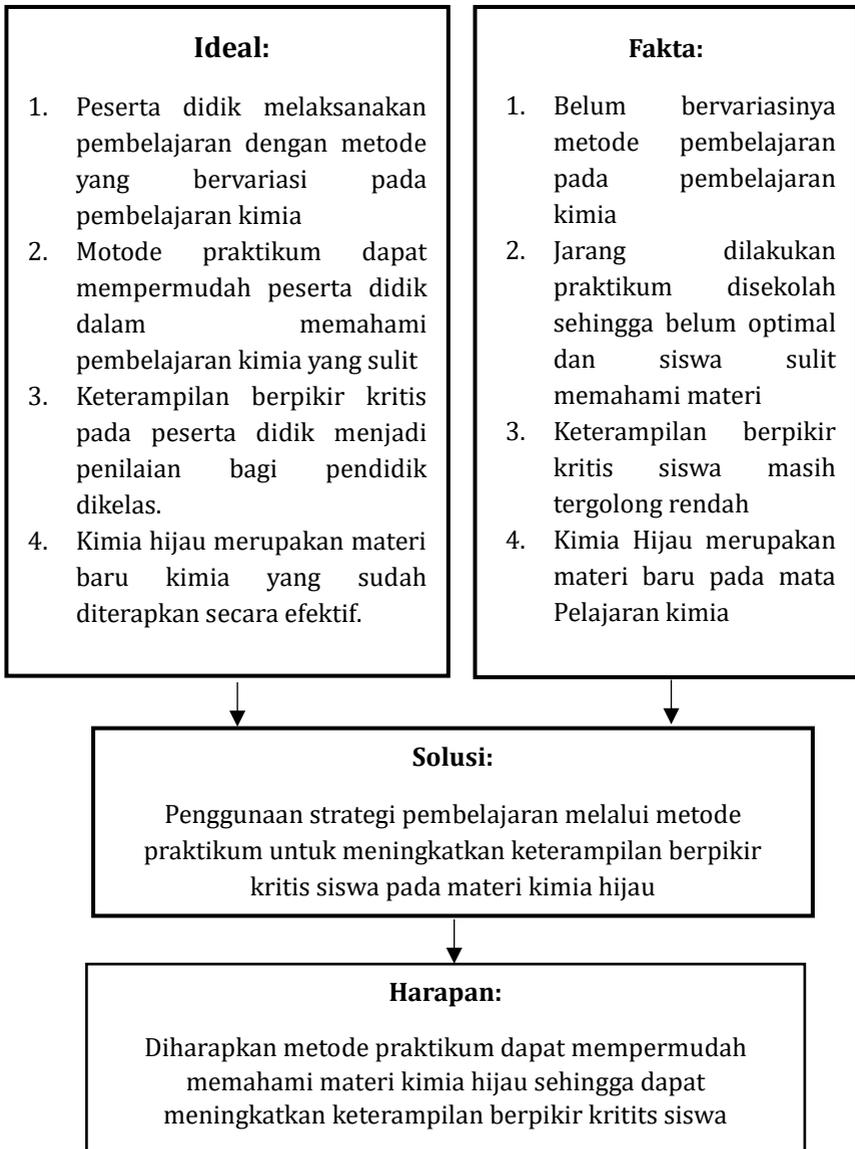
Berdasarkan penelitian terdahulu, belum ada penelitian yang secara khusus mengkaji tentang strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam materi kimia hijau. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggabungan metode praktikum dan materi kimia hijau. Kajian relevan menunjukkan bahwa penelitian ini memiliki keunikan karena berfokus pada bagaimana strategi pembelajaran metode praktikum kimia hijau secara langsung dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, memperkenalkan inovasi dalam pembelajaran mengenai isu lingkungan dalam kurikulum Merdeka.

C. Kerangka Berpikir

Penerapan strategi pembelajaran praktikum terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau, pendekatan pembelajaran yang digunakan adalah dengan memberikan praktikum kepada peserta didik yang terkait dengan kimia hijau. Peserta didik akan terlibat dalam kegiatan yang melibatkan pemahaman konsep kimia hijau, penggunaan keterampilan berpikir kritis, dan aplikasi praktis dalam kehidupan sehari-hari. Proyek yang diberikan kepada peserta didik dapat beragam, seperti merancang sistem daur ulang, mengembangkan produk ramah lingkungan, atau menganalisis dampak lingkungan dari bahan kimia tertentu. Tetapi pada penelitian ini akan difokuskan pada praktikum.

Tahap perencanaan, peserta didik akan melakukan riset tentang konsep kimia hijau dan pembangunan berkelanjutan yang relevan dengan proyek yang dikerjakan. Selama proses pelaksanaan proyek, guru akan berperan sebagai fasilitator dan pembimbing. Pendidik akan memberikan bimbingan dan umpan balik kepada peserta didik untuk membantu memperbaiki pemahaman dan keterampilan. Guru juga akan memfasilitasi diskusi dan refleksi bersama peserta didik untuk memperdalam pemahaman tentang konsep kimia hijau dan pembangunan berkelanjutan. Pada akhir proyek, peserta didik akan diberikan soal essay untuk mengukur keterampilan berpikir kritis terkait materi kimia hijau.

Penggunaan metode praktikum, peserta didik akan memiliki pengalaman belajar yang lebih nyata dan relevan dengan dunia nyata. Peserta didik akan mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang konsep kimia hijau dan kemampuan dalam keterampilan berpikir kritis. Selain itu, peserta didik juga akan mampu mengaplikasikan konsep dan keterampilan tersebut dalam kehidupan sehari-hari, sehingga dapat berkontribusi dalam menciptakan industri kimia yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Sistematis kerangka berpikir dalam penelitian ini adalah pada Gambar 2.2:



Gambar 2.2 Sistematika Kerangka Berpikir

D. Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap masalah penelitian yang kebenarannya harus diuji secara empiris. Ditinjau dalam hubungannya dengan variabel penelitian, hipotesis merupakan pernyataan tentang keterkaitan antara variabel-variabel (hubungan atau perbedaan antara dua variabel atau lebih). Hipotesis dalam penelitian ini antara lain:

1. H_0 : Tidak ada pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau.
2. H_a : Terdapat pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di MA Fathul Hidayah Lamongan pada bulan Mei-Juni tahun 2024. Tujuan dari penelitian ini untuk menguji pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau. Penelitian ini mengambil dua kelas sebagai sampel penelitian. Kelas X-1 sebagai kelas eksperimen dan X-3 sebagai kelas kontrol dengan menggunakan teknik *Purposive sampling*. Penelitian terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan, sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan untuk menyiapkan semua perangkat pembelajaran dan instrumen yang digunakan dalam penelitian. Beberapa hal yang dilakukan pada tahap ini antara lain:

a. Menyusun Modul Ajar

Modul ajar merupakan perangkat pembelajaran yang perlu disiapkan sebelum

pembelajaran berlangsung. Peneliti menyusun kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan di kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pembelajaran di kelas eksperimen dilaksanakan dengan metode praktikum, sedangkan pembelajaran di kelas kontrol dilaksanakan dengan model pembelajaran konvensional atau ceramah. Modul Ajar dilampirkan pada Lampiran 23 dan 24.

b. Menyusun Lembar Kerja Siswa dan Petunjuk Praktikum

Peneliti membuat LKS (Lembar Kerja Siswa) dan lembar petunjuk praktikum untuk kelas eksperimen yang diberi perlakuan dengan menggunakan metode praktikum.

c. Soal Essay

Peneliti membuat soal esai dengan kisi-kisi memuat ranah kognitif dari C4-C6 menggunakan indikator berpikir kritis. Soal yang disusun dengan materi kimia hijau. Instrumen soal yang telah dibuat kemudian divalidasi konstruk oleh tiga validator ahli. Hasil dari ketiga validator ahli didapatkan hasil 10 soal essay yang akan diujikan kepada peserta didik kelas kontrol dan kelas eksperimen. Kisi-kisi uji coba soal dilampirkan pada Lampiran 3.

Keterangan:

| | |
|-----|------------------------|
| V | = Validitas |
| R | = Reliabilitas |
| TK | = Tingkat Kesukaran |
| DB | = Daya Beda |
| K | = Kriteria |
| S | = Sukar |
| M | = Mudah |
| B | = Baik |
| BS | = Baik Sekali |
| C | = Cukup |
| KAS | = Keputusan Ambil Soal |

1) Uji Validitas

a. Uji Validitas Konstruk

Instrumen soal yang telah disusun selanjutnya dilakukan validasi oleh empat validator ahli. Instrumen soal essay dilakukan validasi konstruk atau logis dengan komentar dan saran dari tiga validator. Lembar validasi ahli dilampirkan pada lampiran 36. Hasil dari validasi didapatkan bahwa 10 soal essay dapat dinyatakan layak digunakan untuk penelitian. Komentar dan saran validator disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Validasi Konstruk Instrumen

| Instrumen | Validator | Komentar | Hasil |
|------------------|------------------|---|--|
| Soal Tes | I | Sudah dilakukan revisi, namun terdapat beberapa pertanyaan yang sarankan perlu untuk diperjelas agar mudah dipahami apa yang sedang dikerjakan. | Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi. |
| | II | Sesuaikan soal dengan indikator penilaian/pedoman penilaian yang tepat. | Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi. |
| | III | Sudah dilakukan revisi namun perlu memperbaiki kembali tata tulis sesuai dengan EYD. | Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi. |

b. Uji Validitas Empiris

Uji validitas empiris digunakan untuk menganalisis validitas butir soal yang akan digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa. Butir soal yang dinyatakan valid berarti dapat digunakan sebagai soal pre-test dan post-test pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji validasi instrumen dihitung menggunakan IBM

SPSS *Statistics 22*. Hasil *r*_{hitung} dibandingkan dengan *r*_{tabel} pada taraf signifikan 5% dan responden 36. Butir soal dinyatakan valid jika *r*_{hitung} > *r*_{tabel}.

Hasil tes uji coba kepada 36 responden siswa kelas XI MIPA MA Islamiyah Lamongan mengacu pada taraf signifikan 5% diperoleh *r*_{tabel} sebesar 0,329 sehingga item soal dikatakan valid karena *r*_{hitung} > *r*_{tabel} (*r*_{hitung} lebih besar dari *r*_{tabel} yaitu 0,5453). Hasil uji validitas instrumen uji coba soal uraian (essay) disajikan pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3 Analisis Uji Validitas

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

Pada rumus uji validitas yang digunakan adalah korelasi *pearson product moment*. Berdasarkan Tabel 4.3 hasil perhitungan 10 soal uji coba dinyatakan valid, sehingga soal dapat digunakan untuk soal *pre-test* dan *post-test*. Perhitungan validitas soal uraian (essay) dilampirkan pada Lampiran 7.

2) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas digunakan untuk menentukan seberapa konsisten jawaban

instrumen. Berdasarkan hasil analisis reliabilitas soal uraian (*essay*) pada tabel 4.1 didapatkan bahwa r_{11} sebesar 0,884 dan r_{tabel} sebesar 0,329 dengan taraf signifikan 5% dan responden 36. Hasil analisis reliabilitas dinyatakan reliabel didasarkan atas perhitungan $r_{11} > r_{\text{tabel}}$. Perhitungan uji reliabilitas soal dilampirkan pada Lampiran 8.

3) Tingkat Kesukaran Soal

Uji Tingkat kesukaran soal digunakan untuk menentukan apakah soal tersebut tergolong mudah, sedang maupun sulit. Hasil uji Tingkat kesukaran pada soal berbentuk *essay* yang disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Tingkat Kesukaran

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

Berdasarkan hasil dari analisis uji tingkat kesukaran soal uraian menunjukkan perolehan 2 soal masuk kriteria mudah dan 8 soal masuk ke dalam kriteria sedang. Soal yang bermuatan HOTS terdiri dari tingkat ranah kognitif C4 sampai C6, soal diujikan di kelas XI MIPA MA Islamiyah Lamongan yang sudah mendapatkan materi kimia hijau pada

kelas X. Namun mayoritas siswa banyak yang mengalami kesulitan meningat kembali materi tersebut, sehingga hanya 2 soal yang masuk kriteria mudah dan 8 soal lainnya masuk kriteria sedang. Hasil dari tingkat kesukaran soal telah dilampirkan pada Lampiran 10.

4) Daya Pembeda

Kemampuan suatu soal untuk membedakan siswa yang berkemampuan tinggi dan rendah dikenal sebagai daya pembeda soal. Hasil analisis daya pembeda instrumen soal disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Analisis Daya Pembeda Soal

| Kriteria | Nomor Soal | Jumlah |
|-----------------|----------------------------|---------------|
| Sedang | 8 | 1 |
| Baik | 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9 dan 10 | 8 |
| Baik sekali | 4 | 1 |

Berdasarkan hasil uji daya beda soal uraian sebanyak 10 soal memiliki kriteria yang berbeda-beda. Satu soal masuk dalam kriteria sedang, 8 soal masuk kedalam kriteria soal baik sekali, dan 1 soal masuk kedalam soal yang baik sekali. Perhitungan uji daya beda soal uraian dilampirkan pada Lampiran 9.

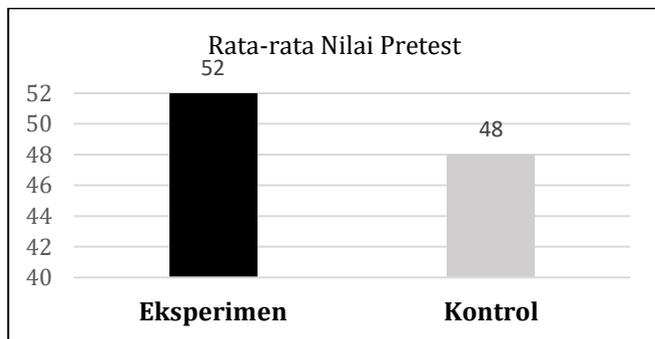
2. Tahap Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan pada penelitian ini dilakukan setelah semua instrumen diujikan. Tahap pelaksanaan terdiri atas:

a. Pemberian Soal *Pretest*

Soal *Pretest* diberikan untuk kelas kontrol dan kelas eksperimen sebelum diberikan perlakuan. Soal pretest berupa tes keterampilan berpikir kritis yang diberikan setelah uji validitas, uji reliabilitas, uji daya beda dan uji tingkat kesukaran. Soal *pretest* yang diberikan untuk kelas kontrol dan kelas eksperimen terdapat pada Lampiran 25.

Rekap nilai *pretest* terdapat pada lampiran 28. Rekapitulasi rata-rata nilai *pretest* kedua kelas dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Rekapitulasi rata-rata nilai pretest kelas eksperimen dan kelas kontrol

Berdasarkan diagram di atas, terlihat bahwa rata-rata nilai pretest kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak jauh berbeda. Kelas eksperimen sebesar 52 dan kelas kontrol sebesar 48. Berdasarkan hasil uji t pretest kelas kontrol dan kelas eksperimen diperoleh nilai signifikan (2-tailed) sebesar 0,69. maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pretest keterampilan berpikir kritis kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kelas berada pada keadaan yang sama.

b. Pemberian Perlakuan

Proses pembelajaran pada kelas kontrol dan kelas eksperimen diberikan perlakuan yang berbeda. Pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional atau ceramah. Sedangkan kelas eksperimen diberi perlakuan menggunakan metode praktikum.

Pada kelas eksperimen menggunakan metode praktikum, pada metode ini siswa diharapkan dapat memecahkan masalah atau memberikan solusi yang tepat terkait permasalahan lingkungan yang ada disekitar sekolah. Adapun permasalahan yang terdapat dilingkungan sekolah yakni terdapat

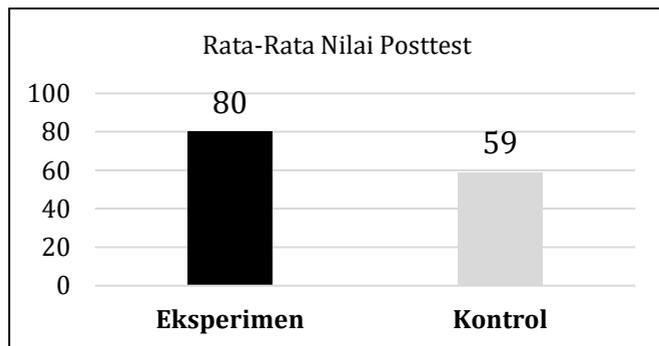
genangan air yang tidak bisa meresap setelah hujan dan terdapat permasalahan pengolahan sampah organik yang belum dilakukan dengan baik. Sehingga siswa diminta untuk memberikan solusi yakni salah satunya yaitu dengan menerapkan pembuatan biopori.

Guru membagi 36 siswa untuk menjadi 6 kelompok yang berisi 6 siswa. Guru membagikan LKS (Lembar Kerja Siswa) terlebih dahulu yang berisi terkait beberapa permasalahan lingkungan. Kemudian siswa diminta untuk melakukan praktikum pembuatan biopori. Setelah melakukan praktikum siswa diharapkan untuk membuat laporan praktikum yang telah dilakukan dengan maksimal pengumpulan satu minggu setelah praktikum. Siswa juga diminta untuk mempresentasikan hasil praktikum yang telah mereka buat secara berkelompok. Kelompok yang lain dapat memberikan saran atau pendapat. Penilaian Lembar Kerja Siswa (LKS) untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol yang terdapat pada Lampiran 21, penilaian laporan praktikum terdapat pada Lampiran 17 dan penilaian presentasi hasil praktikum pada lampiran 19 yang ditunjukkan untuk kelas eksperimen.

c. Pemberian soal *posttest*

Soal *posttest* yang diberikan adalah soal yang sama ketika *pretest* yaitu berupa tes keterampilan berpikir kritis. *posttest* diberikan setelah diberikan perlakuan pada kedua kelas yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Soal *posttest* kelas kontrol dan kelas eksperimen terdapat pada Lampiran 25 dan nilai hasilnya terdapat pada Lampiran 28.

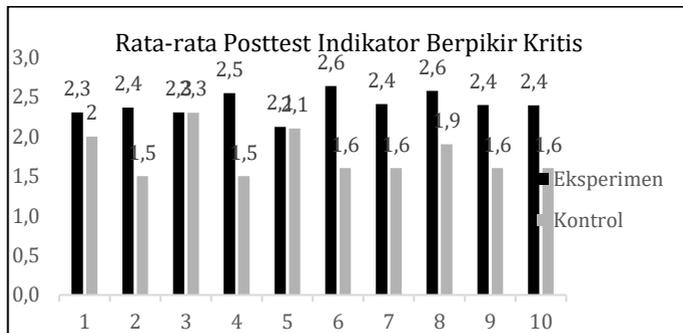
Langkah selanjutnya setelah mendapatkan data hasil *posttest* adalah menganalisis rata-rata hasil *posttest*. Rekapitulasi hasil *posttest* kelas kontrol dan kelas eksperimen terdapat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rekapitulasi rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol

Berdasarkan gambar 4.2, terlihat bahwa rata-rata hasil posttest kelas eksperimen sebesar 80 lebih tinggi daripada kelas kontrol sebesar 59. Hal ini menunjukkan bahwa kelas eksperimen memiliki keterampilan berpikir kritis yang lebih tinggi setelah diberi perlakuan.

Hasil *posttest* siswa juga dianalisis pada setiap indikator untuk mengetahui tingkat berpikir kritis siswa. Indikator termuat dalam 5 aspek yang terdapat pada Tabel 2.3. Hasil analisis indikator *posttest* berpikir kritis dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Rata-Rata *Posttest* Indikator Berpikir Kritis Siswa

Keterangan indikator soal:

1. Mengidentifikasi dan merumuskan masalah
2. Menganalisis Argumen

3. Mengidentifikasi kriteria guna menentukan tanggapan
4. Menentukan permasalahan atau Tindakan yang tidak sesuai
5. Kemampuan memberikan alasan
6. Menyimpulkan hasil percobaan
7. Menganalisis dampak permasalahan
8. Menganalisis dampak permasalahan
9. Menguraikan solusi serta strategi yang tepat
10. Menguraikan solusi serta strategi yang tepat

Berdasarkan diagram di atas, terdapat 1 indikator yang memiliki rata-rata sama, yaitu soal nomor 3. Namun secara keseluruhan rata-rata nilai indikator kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa metode praktikum berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

3. Analisis Data

Berdasarkan hasil *posttest* siswa, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas.

a. Analisis Uji Normalitas

Uji normalitas ini dilakukan untuk mengetahui kenormalan data *posttest*, karena syarat

untuk pengujian data adalah harus berdistribusi normal. Analisis uji normalitas dilampirkan pada Lampiran 29. Berikut hasil uji normalitas data *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas Nilai *Posttest*

| Kelas | Jumlah Siswa | Sig. | Taraf Sig. | Kriteria |
|------------|--------------|-------|------------|----------|
| Kontrol | 36 | 0,091 | 0,05 | Normal |
| Eksperimen | 36 | 0,147 | 0,05 | Normal |

Berdasarkan hasil pengujian normalitas nilai *posttest* siswa, membuktikan bahwa data yang diperoleh terdistribusi normal karena sig. yang dihasilkan lebih besar dari 0,05 yaitu 0,091 pada kelas kontrol dan 0,147 pada kelas eksperimen.

b. Analisis Uji Homogenitas

Analisis uji homogenitas dilampirkan pada lampiran 30. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Homogenitas Nilai *Posttest*

| Kelas | Lavene Statistic | Sig. | Taraf Sig. |
|------------------------|------------------|-------|------------|
| Kontrol dan Eksperimen | 2.792 | 0,099 | 0,05 |

Berdasarkan tabel 4.7 diatas, menunjukkan bahwa hasil *posttest* kelas kontrol dan kelas

eksperimen memiliki signifikansi lebih besar dari 0,05 yang artinya homogen, sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua kelas memiliki varian yang sama.

B. Hasil Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan setelah uji normalitas dan homogenitas. Uji hipotesis pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji t dan uji N-gain.

a. Uji t

Uji t-test pada penelitian ini menggunakan uji *Independen Sample t-Test* untuk mengetahui adanya perbedaan pada hasil *posttest* siswa dari kelas kontrol dan kelas eksperimen. Analisis uji t dilampirkan pada Lampiran 32. Hasil uji t dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil Uji t Nilai *Posttest*

| Kelas | Jumlah Siswa | Rata-rata nilai <i>Posttest</i> | Sig 2-tailed | Taraf Sig. |
|------------|--------------|---------------------------------|--------------|------------|
| Kontrol | 36 | 59,22 | 0,000 | 0,05 |
| Eksperimen | 36 | 81,92 | 0,000 | 0,05 |

Berdasarkan pada tabel 4.8, rata-rata nilai *posttest* kelas kontrol sebesar 59,22 dan kelas eksperimen sebesar 81,92 sehingga terdapat perbedaan yang signifikan diantara kedua kelas. Selanjutnya diperoleh nilai signifikan (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$, maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan rata-rata hasil test berpikir kritis

siswa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Oleh karena itu, H_a diterima dan H_o ditolak, yaitu terdapat pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau.

b. Uji N-gain

Uji N-gain dilakukan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Analisis uji n-gain dilampirkan pada Lampiran 33. Berikut hasil uji n-gain dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Uji N-gain Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

| Kelas | Mean Pretest | Mean Posttest | N-gain | Kriteria |
|-------------------|---------------------|----------------------|---------------|-----------------|
| Eksperimen | 52 | 80 | 0,583 | Sedang |
| Kontrol | 48 | 59 | 0,212 | Rendah |

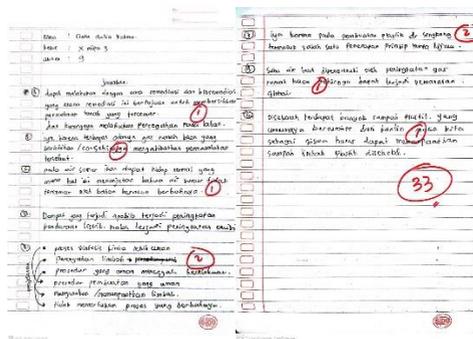
Berdasarkan tabel 4.9 di atas, terdapat Perbedaan hasil peningkatan berpikir kritis yaitu N-gain kelas kontrol lebih rendah dari nilai gain kelas eksperimen, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau.

C. Pembahasan

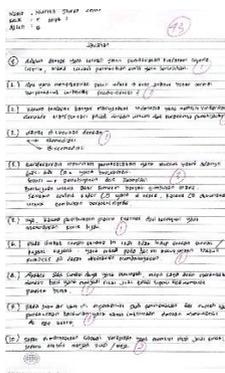
Model pembelajaran di sekolah masih banyak yang belum variasi dan masih banyak guru yang menggunakan dengan metode konvensional. Hal ini membuat peneliti memilih metode praktikum. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau. Penelitian ini dilakukan di MA Fathul Hidayah Lamongan pada tanggal 20 Mei hingga 10 Juni 2024. Sampel penelitian terdiri dari siswa kelas X-1 sebagai kelas eksperimen dan X-3 sebagai kelas kontrol dengan jumlah masing-masing kelompok sebanyak 36 siswa. Penelitian ini terdiri dari 4 kali pertemuan. Pertemuan pertama digunakan untuk pemberian soal *pretest*, pertemuan kedua sampai ketiga mengimplementasikan metode praktikum pada kelas eksperimen dan pertemuan keempat untuk pemberian soal *posttest*. Durasi setiap pertemuan yakni 2 JP (2X45 menit). Implementasi metode praktikum dilakukan pada kelas eksperimen sedangkan model ceramah atau konvensional diterapkan pada kelas kontrol.

Tahap awal sebelum diberikan perlakuan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen diberikan *pretest*

untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis siswa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Berdasarkan gambar 4.1 terlihat rata-rata nilai *pretest* kelas eksperimen sebesar 52 dan kelas kontrol sebesar 48 yang menunjukkan bahwa hasil keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Berikut ini contoh hasil pengerjaan *pretest* siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen.



Gambar 4.4 Hasil pengerjaan *pretest* kelas kontrol



Gambar 4.5 Hasil Pengerjaan *pretest* kelas eksperimen

Berdasarkan hasil pengerjaan *pretest* salah satu siswa kelas kontrol pada gambar 4.4 dan kelas eksperimen pada gambar 4.5 tersebut menunjukkan jika salah satu siswa kelas kontrol tersebut memiliki keterampilan berpikir kritis dengan tingkat tidak jauh beda dengan kelas eksperimen, sehingga setelah dianalisis dinyatakan dalam keadaan sama atau tidak ada perbedaan.

Saat proses pembelajaran berlangsung, siswa diarahkan sesuai dengan tahapan metode praktikum pada kelas eksperimen dan metode konvensional pada kelas kontrol yaitu ceramah. Kelas kontrol hanya diberikan satu kali pengisian Lembar Kerja Siswa (LKS) dalam pembelajaran kimia setelah penyampaian materi kimia hijau dengan menggunakan metode konvensional atau ceramah. LKS kelas kontrol terdapat pada Lampiran 20. Berdasarkan hasil rekap nilai LKS tersebut didapatkan rata-rata sebesar 80 sehingga siswa kelas kontrol mampu mengikuti pembelajaran dengan baik.

Siswa kelas eksperimen diberikan perlakuan dengan menggunakan metode praktikum. Siswa diarahkan untuk membuat lubang resapan biopori dengan memberikan Lembar Kerja Siswa (LKS) terlebih dahulu. LKS kelas eksperimen disajikan pada Lampiran

20. LKS ini diisi oleh masing-masing kelompok untuk mengarahkan siswa dalam mencari informasi dari berbagai sumber. Berdasarkan hasil rekapan nilai LKS kelas eksperimen tersebut didapatkan rata-rata sebesar 80 sehingga siswa kelas eksperimen mampu memahami terkait orientasi masalah yang diberikan.

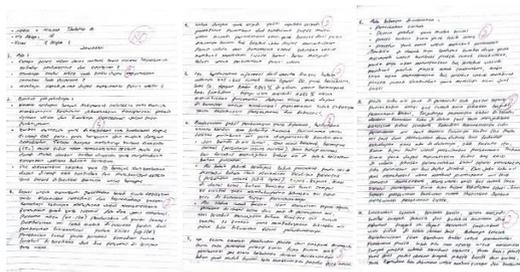
Siswa secara berkelompok diminta untuk menerapkan membuat lubang resapan biopori sesuai dengan petunjuk praktikum yang diberikan oleh guru. Setelah dilakukannya praktikum pembuatan lubang resapan biopori, siswa diminta untuk membuat laporan praktikum yang telah dilakukan secara berkelompok dengan batas pengumpulan satu minggu setelah praktikum. Hasil rata-rata nilai laporan praktikum pembuatan biopori kelas eksperimen yakni 84. Kemudian siswa secara berkelompok mempresentasikan hasil praktikum yang telah mereka buat. Rata-rata yang dihasilkan yaitu 79. Rekap nilai presentasi hasil praktikum terdapat pada lampiran 17 dan penilaian presentasi hasil praktikum pada lampiran 19.

Setelah kedua kelas diberikan perlakuan, tahap selanjutnya adalah pengisian *posttest* yang bertujuan untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis siswa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Berdasarkan

Gambar 4.2 terlihat rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen sebesar 80 dan kelas kontrol sebesar 59 yang menunjukkan bahwa hasil keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Salah satu penyebab rendahnya nilai *posttest* kelas kontrol yaitu metode pembelajaran yang diterapkan belum bervariasi. Metode pembelajaran menjadi hal penting dalam proses pembelajaran. Berikut ini contoh hasil pengerjaan *posttest* siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen.



Gambar 4.6 Hasil pengerjaan *posttest* kelas kontrol



Gambar 4.7 Hasil pengerjaan *posttest* kelas eksperimen

Berdasarkan hasil pengerjaan *posttest* kelas kontrol pada gambar 4.6 tersebut menunjukkan bahwa jika salah satu siswa kelas kontrol memiliki keterampilan berpikir kritis dengan tingkat yang lebih rendah, sebab siswa hanya dapat menjawab atau memberikan jawaban yang kurang memenuhi indikator berpikir kritis. Hasil yang berbeda ditunjukkan pada gambar 4.7 menunjukkan bahwa siswa tersebut sudah memiliki keterampilan berpikir kritis dengan tingkat tinggi, sebab siswa tersebut mampu memberikan jawaban yang memuat indikator keterampilan berpikir kritis.

Untuk mengetahui perbedaan hasil berpikir kritis anatar kelas eksperimen dan kelas kontrol pada materi kimia hijau dibuktikan dengan uji t dan uji N-gain. Perhitungan uji t dilakukan dengan menggunakan uji *independent sampel t-test* menggunakan data rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa kelas eksperimen mendapat rata-rata 80 dan kelas kontrol mendapatkan rata-rata 59 Yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperime. Selain itu juga dibuktikan dengan nilai 2-tailed sebesar $0,000 < 0,05$ sehingga terdapat perbedaan rata-rata tes berpikir kritis yang signifikan antara kelas

eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan hipotesis yang telah ditentukan, maka H_a diterima dan H_o ditolak sehingga terdapat pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau.

Perhitungan N-gain yang digunakan yaitu data dari nilai pretest dan posttest siswa. Uji N-gain bertujuan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada Tabel 4.8 kelas eksperimen mendapatkan nilai n-gain sebesar 0,583 dikategorikan “sedang” dan kelas kontrol mendapatkan nilai n-gain sebesar 0,212 dikategorikan “rendah”. Dengan demikian, proses pembelajaran yang menggunakan terdapat pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau dibandingkan dengan proses pembelajaran yang menggunakan model konvensional atau ceramah.

Pemberian perlakuan yang berbeda pada setiap kelas, menghasilkan hasil yang berbeda pula. Metode pembelajaran yang diberikan kepada kelas eksperimen sudah bervariasi dan sesuai dengan indikator-indikator berpikir kritis sehingga mampu meningkatkan berpikir kritis siswa. Selain itu, metode praktikum mengharuskan

siswa mencari informasi atau bahan pembelajaran dari berbagai sumber. Sedangkan pada kelas kontrol dengan model pembelajaran konvensional membuat siswa kurang tertarik selama proses pembelajaran.

D. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa keterbatasan yang dialami selama penelitian berlangsung, diantaranya:

1. Keterbatasan Waktu

Keterbatasan waktu dalam penelitian ini disesuaikan dengan kebutuhan penelitian.

2. Keterbatasan Materi

Kimia hijau merupakan materi baru pada mata pelajaran kimia dalam kurikulum merdeka. Materi kimia hijau mencakup banyak sub materi. Penelitian ini telah menjelaskan semua sub materi yang ada pada kimia hijau namun tidak detail dan menyeluruh.

3. Keterbatasan Kemampuan

Peneliti menyadari masih terdapat keterbatasan kemampuan dalam melaksanakan penelitian ini. Namun, penelitian ini telah dilaksanakan sebaik mungkin sesuai dengan kemampuan, kondisi sekolah, serta arahan dari guru kimia di sekolah tersebut dan dosen pembimbing.

4. Keterbatasan Tempat

Tempat dalam penelitian ini terbatas di MA Fathul Hidayah Lamongan. Namun, penelitian ini juga dapat dilakukan disekolah lain dengan memiliki permasalahan yang sama.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode *quasy exsperiment*. *Quasy exsperiment* merupakan metode yang digunakan dalam penelitian untuk mengetahui pengaruh variabel independen (perlakuan) terhadap variabel dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2016). Jannah dan Prasetyo (2016) menyatakan bahwa metode eksperimen merupakan salah satu jenis penelitian kuantitatif yang sangat kuat untuk mengukur hubungan sebab akibat.

Penelitian ini menggunakan dua kelas, satu kelas sebagai kelas eksperimen dan satu kelas lainnya sebagai kelas kontrol dengan bentuk desain *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design*. Masing-masing kelas diberikan soal *pretest* dan *posttest* yang sama. Kelas eksperimen diberikan perlakuan pembelajaran kimia menggunakan metode praktikum, sedangkan kelas kontrol diberikan perlakuan pembelajaran kimia tanpa menggunakan metode praktikum yakni dengan menggunakan metode konvensional atau

ceramah. Desain penelitian yang dilakukan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group Design*

| Kelompok | <i>Pretest</i> | Perlakuan | <i>Posttest</i> |
|------------------|----------------|-----------|-----------------|
| Kelas Eksperimen | Y1 | X1 | Y2 |
| Kelas Kontrol | Y3 | X2 | Y4 |

Keterangan :

Y1 : nilai *pretest* pada kelas eksperimen

Y2 : nilai *posttest* pada kelas eksperimen

Y3 : nilai *pretest* pada kelas kontrol

Y4 : nilai *posttest* pada kelas kontrol

X1 : pemberian tindakan menggunakan Metode praktikum

X2 : pemberian tindakan menggunakan Metode konvensional

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Mei-Juni Tahun ajaran 2023/2024 di kelas X MIPA MA Fathul Hidayah Lamongan yang beralamat di Jl. Imam Bonjol, Pangean, Kec. Maduran, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur 62261.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi Penelitian

Populasi merupakan kelompok subjek yang hendak dikenal generalisasi hasil penelitian. Sekelompok subjek tersebut terdiri dari sejumlah individu yang

setidaknya mempunyai satu ciri atau karakteristik yang sama (Azwar, 2007). Populasi penelitian ini yaitu siswa Kelas X di MA FathulHidayah Lamongan berjumlah 5 kelas.

2. Sampel Penelitian

Sampel merupakan bagian dari populasi yang anggotanya merupakan anggota populasi dari sampel yang diambil (Supranto, 2007). Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *Purposive sampling*. Teknik *Purposive sampling* adalah pengambilan sampel dengan menggunakan pertimbangan kemampuan berpartisipasi untuk dapat menentukan jumlah sampel yang akan diteliti (Sugiyono, 2018). Sampel pada penelitian ini berjumlah 2 kelas. Satu kelas sebagai kelas eksperimen yaitu kelas X-1 dan satu kelas lainnya sebagai kelas kontrol yaitu kelas X-3.

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel adalah sesuatu yang nilainya berubah-ubah atau berbeda-beda. Variabel biasanya diberi tanda X atau Y Supranto (2007). Variabel pada penelitian ini terdiri atas:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas (x) yaitu variabel yang mempengaruhi kejadian. Variabel bebas (*independent variabel*) merupakan variabel yang menerangkan sesuatu yang

berhubungan dengan fenomena yang diobservasi karena variabel ini berpengaruh terhadap variabel yang lain (Ahmadi dan Narbuko, 2016). Variabel bebas pada penelitian ini adalah Metode praktikum.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat (y) yaitu variabel yang diakibatkan atau dipengaruhi oleh variabel bebas (Jannah dan Prasetyo, 2016). Variabel terikat (*dependent variabel*) dalam penelitian ini adalah Keterampilan berpikir kritis.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga variabel independen dan variabel dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti (Sugiyono, 2017). Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah materi kimia hijau.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan data

Teknik dan instrumen pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Observasi

Observasi merupakan salah satu alat pengumpulan data non tes yang dilakukan melalui pengamatan dan pencatatan secara sistematis, logis, objektif dan rasional mengenai berbagai fenomena untuk mencapai tujuan tertentu (Arifin, 2012). Observasi

didefinisikan sebagai salah satu teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan dan mencatat secara sistematis gejala-gejala yang diselidiki (Ahmadi dan Narbuko, 2016).

Teknik observasi dilaksanakan dengan cara mengumpulkan bahan-bahan keterangan (data) selama proses penelitian berlangsung. Observasi yang dilakukan adalah observasi tertutup dengan tujuan untuk mendapatkan data nama dan jumlah siswa, keadaan, serta proses pembelajaran yang berjalan di MA Fathul Hidayah Lamongan.

2. Wawancara

Wawancara merupakan teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti, dan juga apabila peneliti ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam dan jumlah respondennya sedikit/kecil (Sugiyono, 2020).

Jenis wawancara yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara terstruktur. Wawancara terstruktur dilakukan melalui pengajuan pertanyaan-pertanyaan yang telah disusun terlebih dahulu untuk memperoleh informasi yang benar dari narasumber.

Wawancara dilakukan dengan narasumber guru kimia di MA Fathul Hidayah. Instrumen yang digunakan berupa lembar kisi wawancara yang terdapat pada lampiran 1.

3. Angket

Angket merupakan teknik pengumpulan data dengan menyerahkan atau mengirimkan daftar pertanyaan untuk diisi sendiri oleh reponden (Sugiyono, 2017). Angket dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui permasalahan- permasalahan siswa terkait dengan materi kimia hijau, Keterampilan berpikir kritis, serta metode pembelajaran di sekolah. Angket yang dibagikan berbentuk google formulir dengan responden siswa kelas X MIPA 1 MA Fathul Hidayah yang diisi secara online.

4. Tes

Tes merupakan alat pengumpul data yang digunakan untuk memperoleh data dan keterangan yang diinginkan oleh seseorang untuk memperoleh data yang tepat (Arikunto, 2013). Instrumen tes yang digunakan pada penelitian ini yaitu *pretest* dan *posttest* yang dikaitkan dengan indikator keterampilan berpikir kritis untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa. Tes pada penelitian ini diberikan kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol berbentuk uraian (*essay*) sebanyak 10

soal. Soal *pretest* diberikan sebelum adanya perlakuan dan soal *posttest* diberikan setelah diberikan perlakuan.

5. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode untuk mencari data mengenai hal-hal atau variabel yang berupa catatan, transkrip, buku, surat kabar, majalah, prasasti, notulen rapat, agenda, dan sebagainya (Arikunto, 2013). Dokumentasi merupakan pelengkap dari hasil penelitian atau observasi sehingga dapat dipercaya. Bentuk dokumentasi dalam penelitian ini yaitu foto-foto kegiatan pembelajaran siswa.

F. Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

a. Uji Validitas

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan instrumen, artinya suatu alat ukur dapat dikatakan valid jika betul-betul mengukur apa yang akan diukur secara tepat (Arifin, 2012). Validitas instrumen pada dasarnya berkaitan dengan ketepatan dan kesesuaian antara instrumen sebagai alat ukur dengan objek yang diukur (Ananda dan Fadhli, 2018).

1. Validitas Konstruk

Uji validitas pada penelitian ini untuk mengetahui sejauh mana ketepatan alat ukur melakukan tugasnya. Uji validitas instrumen dilakukan uji validitas logis

mengandung kata “logis” yang berarti penalaran. Uji validitas logis dilakukan dengan cara *expert judgement* atau penilaian yang dilakukan oleh ahli. Validitas instrument diperoleh dengan meminta validasi kepada 3 pakar yaitu 3 validator ahli.

2. Validitas Empiris

Peneliti menguji cobakan terlebih dahulu instrumen tersebut pada siswa di luar sampel penelitian guna mengukur valid tidaknya soal yang akan dijadikan sebagai instrumen penelitian. Pengujian validitas ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 22. Metode untuk menguji validitas instrumen dengan korelasi produk moment adalah dengan mengkorelasikan atau membandingkan skor item masing-masing dengan skor total yang merupakan jumlah skor item. Priyatno (2014), terdapat dua pertimbangan dalam melihat apakah aspek dari setiap instrumen valid atau tidak yaitu sebagai berikut:

- a) Dilihat pada nilai signifikan. Jika signifikan $< 0,05$ maka item valid, tetapi jika signifikan $> 0,05$ maka item tidak valid.
- b) Membandingkan r_{hitung} (nilai *pearson correlation*) dengan r_{tabel} (didapat dari tabel r). jika nilai positif

dan $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka item valid, tetapi jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka item tidak valid.

b. Uji Reliabilitas

Reliabilitas adalah keajegan alat penelitian atau ketetapan hasil apabila alat penelitian tersebut diberikan beberapa kali kepada objek yang sama (Sudjana, 2014). Suatu instrumen dapat dikatakan reliabel jika selalu memberikan hasil yang sama bila diujikan pada kelompok yang sama pada waktu atau kesempatan yang berbeda (Arifin, 2012). Teknik mencari reliabilitas pada penelitian ini menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistik 22 dengan uji *Cronbach's Alpha*.

Hasil perhitungan yang diperoleh dari r_{hitung} dibandingkan r_{tabel} dengan dengan taraf signifikansi 5%. Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka soal tersebut dapat dinyatakan reliabel (Sudijono, 2011). Berikut kriteria reliabilitas instrumen disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Reliabilitas Instrumen

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

(Sumintono dan Widhiarso, 2015)

Nilai Cronbach's Alpha menunjukkan seberapa reliabel instrumen yang akan digunakan dalam penelitian; lebih reliabel instrumen, lebih baik untuk digunakan peneliti dalam penelitian. Peneliti menguji reliabilitas menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 22.

c. Daya Pembeda

Daya pembeda merupakan salah satu pengujian dalam penelitian yang bertujuan untuk membedakan antara siswa yang mempunyai kemampuan tinggi dan siswa yang mempunyai kemampuan rendah (Amalia dan Widayati 2012). Semakin tinggi koefisien daya pembeda suatu butir soal, maka semakin mampu butir soal tersebut membedakan antara siswa yang menguasai kompetensi dengan siswa yang kurang menguasai kompetensi (Arifin, 2012). Uji daya pembeda pada penelitian ini menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistik 22. Kemudian hasil perhitungan daya pembeda diinterpretasi berdasarkan kriteria yang disajikan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Klasifikasi Daya Beda

| Daya Pembeda (DP) | Kriteria |
|-------------------|-------------|
| 0,00-0,20 | Buruk |
| 0,21-0,40 | Cukup |
| 0,41-0,70 | Baik |
| 0,71-1,00 | baik sekali |

(Arikunto, 2013)

d. Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran digunakan untuk mengetahui berkualitas atau tidaknya butir-butir item soal, karena jika soal terlalu mudah akan membuat siswa tidak termotivasi untuk berusaha memecahkannya, sebaliknya jika soal terlalu sulit akan membuat siswa menjadi putus asa dan tidak semangat untuk mencoba lagi (Amalia dan Widayati, 2012).

Untuk mencari tingkat kesukaran, pada penelitian ini menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistik 22. Berikut kriteria tingkat kesukaran disajikan pada Tabel 3.4.

Table 3.4 Kriteria Tingkat Kesukaran Soal

| Rentang | Klasifikasi |
|-----------|-------------|
| 0,00-0,30 | Sukar |
| 0,31-0,70 | Sedang |
| 0,71-1,00 | Mudah |

(Arikunto, 2016)

G. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Data kuantitatif merupakan data yang didapatkan berbentuk angka sebagai hasil pengamatan atau pengukuran yang dapat dihitung dan diukur (Ananda dan Fadhli, 2018). Teknik analisis data bertujuan untuk mengetahui hasil akhir antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan uji prasyarat dan uji hipotesis.

1. Uji Prasyarat

Sebelum menguji hipotesis, dilakukan terlebih dahulu uji prasyarat. Uji prasyarat bertujuan untuk mengetahui suatu sampel yang diambil dalam kondisi normal dan homogen. Uji prasyarat terdiri atas:

a. Uji normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak, karena syarat untuk analisis data dalam penelitian ini salah satunya adalah data harus berdistribusi normal (Ananda dan Fadhli, 2018). Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan taraf signifikansi 5%. Kriteria pengujiannya yaitu dengan melihat output uji normalitas pada kolom signifikansi (sig) Kolmogorov-Smirnov yang ditampilkan. Apabila signifikansi yang dihasilkan lebih besar dari 0,05 ($\text{sig} > 0,05$) maka distribusi data dinyatakan normal, sedangkan apabila signifikansi yang dihasilkan kurang dari 0,05 ($\text{sig} < 0,05$) maka distribusi data dinyatakan tidak normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas diperlukan untuk membuktikan data dasar yang akan diolah adalah homogen (Yusuf, 2016). Uji homogenitas dilakukan

setelah data terdistribusi normal menggunakan uji *levene statistic* pada aplikasi SPSS Statistik 22. Hipotesis dalam penelitian ini yang diuji dalam uji homogenitas adalah:

Ha : Varian data homogen

H₀ : Varian data tidak homogen

Kriteria uji homogenitas dilihat berdasarkan taraf signifikansi 5%. Pada kolom signifikansi (sig), apabila sig lebih besar dari 0,05 (sig > 0,05) maka data dinyatakan homogen, sedangkan apabila sig kurang dari 0,05 (sig < 0,05) maka data dinyatakan tidak homogen.

2. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan setelah uji normalitas dan uji homogenitas. Hipotesis pada penelitian ini yaitu:

Ho: Tidak ada pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau.

Ha: Terdapat pengaruh strategi pembelajaran praktikum untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau.

Uji hipotesis pada penelitian ini dilakukan menggunakan uji t dan uji n-gain sebagai berikut:

a. Uji t

Uji t dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh yang lebih besar atau lebih kecil dengan adanya perbedaan perlakuan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji t pada penelitian ini menggunakan uji Independent Simple t-Test pada aplikasi IBM SPSS Statistik 22. Uji t dilakukan terhadap data *posttest* kelas eskperimen dan kelas kontrol untuk melihat optimasi strategi pembelajaran materi kimia hijau melalui praktikum interaktif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

Taraf signifikansi pada uji *Independent Simple t- Test* sebesar 5% yang dilihat pada kolom sig (*2-tailed*). Adapun kriteria penerimaan hipotesisnya yaitu Apabila sig. 2-tailed $< 0,05$, maka H_a diterima dan H_0 ditolak yang artinya terjadi perbedaan, sebaliknya apabila sig. 2- *tailed* $> 0,05$, maka H_a ditolak dan H_0 diterima yang artinya tidak terjadi perbedaan.

b. Uji N-gain

Uji N-gain digunakan untuk menganalisis data skor pretest dan posttest yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa antara sebelum dan setelah diberikan

perlakuan (Nismalasari, Santiani, & Rohmadi, 2016).

Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$N - gain = \frac{(skor\ posttest - skor\ pretest)}{(skor\ maksimal - skor\ pretest)}$$

Daya Tingkat pencapaian n-gain disajikan dalam table 3.5 berikut;

Tabel 3.5 Klasifikasi Tingkat Pencapaian

| Rentang | Kriteria |
|--------------------|-----------------|
| $g \geq 0,7$ | Tinggi |
| $0,7 > g \geq 0,3$ | Sedang |
| $g \leq 0,3$ | Rendah |

(Hake, 1999)

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa:

Hasil analisis hipotesis dengan menggunakan pengujian *independent sample t-test* hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas eksperimen lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol yang dilihat dari uji t diperoleh signifikansi 2-tailed sebesar $0,000 < 0,05$. Hasil nilai signifikansi tersebut menyatakan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima. Hal ini menunjukkan bahwa metode praktikum pada berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Berdasarkan perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis yang signifikansi antara kelas kontrol dan kelas eksperimen, dilanjut dengan dibuktikan menggunakan uji n-gain diperoleh hasil kelas eksperimen sebesar 0,583 dan n-gain kelas kontrol sebesar 0,212. Sehingga peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih besar dibandingkan kelas kontrol dan dinyatakan bahwa strategi pembelajaran praktikum berpengaruh

terhadap keterampilan berpikir kritis pada materi kimia hijau.

B. Implikasi

Implikasi dalam penelitian ini yaitu penggunaan metode praktikum terbukti berpengaruh digunakan dalam pembelajaran terutama keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia hijau. Metode praktikum ini dapat membantu siswa dalam mengerjakan soal yang sukar dengan tepat, sehingga nilai siswa dapat meningkat. Hal ini dibuktikan dengan nilai posttest siswa kelas eksperimen yang menggunakan metode praktikum lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang menggunakan model konvensional. Siswa pada kelas eksperimen terlibat aktif di dalam kelas sehingga dapat mengikuti proses pembelajaran dengan baik.

C. Saran

Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian terkait metode praktikum lebih lanjut dengan menggunakan materi, media pembelajaran, serta menggunakan variabel terikat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, A., & Narbuko, C. (2016). *Metodologi Penelitian*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Amalia & Widayati. (2012). *Analisis Butir Soal Tes Kendali Mutu Kelas XII SMA Mata Pelajaran Ekonomi Akutansi*. Yogyakarta: Jurnal Pendidikan Akutansi Indonesia
- Ananda, Rusydi & Fadhli, M. (2018). *Statistik Pendidikan (Teori Dan Praktik Dalam Pendidikan)*. Medan: CV. Widya Pustaka.
- Anastas P.T., & Warner JC. (1998). *Green chemistry: theory and practice*. New York: Oxford.
- Anastas, P.T., & Tracy, C. (1996). *Green Chemistry: Designing Chemistry for the Environment*. New York: Oxford
- Arifin, M. (1995). *Pengembangan Program Pengajaran Bidang Studi Kimia*. Surabaya: Airlangga University Press
- Arifin, Z. (2012). *Penelitian Pendidikan Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya
- Arikunto, S. (2016). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Azwar, S. (2007). *Metode Penelitian*. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Balram, R. (2016). *Pengaruh Metode Praktikum Disertai Feedback Terhadap Hasil Belajar dan Respon Siswa Kelas X pada Materi Larutan*. Jakarta
- Brata, Kamir, R., & Nelistya, A. (2008). *Lubang Resapan Biopori (LRB)*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Chanshetti, U. (2014). *Green Chemistry: Challenges And Opportunities In Sustainable Development*. International Journal of Current Research
- Darmansyah. (2010). *Strategi Pembelajaran Menyenangkan dengan Humor*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Daud, R. (2013). *Kiat khusus usaha Ternak sapi Perah Skala Kecil Trans Idea*. Publishing. Jogjakarta.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J.O. (2009). *The systematic design of instruction 7th Ed*. United State of America: Pearson Education
- Djajadisastra. (2013). *Metode-Metode Mengajar*. Bandung: Angkasa
- Djamarah, Syaiful, B., & Aswan, Z. (2002). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ennis, R. H. (1985). *A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills*. USA: University of Illinois
- Ennis, R. H. (2011). *The Nature Of Critical Thinking: An Outline Of Critical*. Chicago: University of Illinois
- Fitriyani, I. (2018). *Analisis Penerapan Prinsip Green Chemistry Pada Pelaksanaan Praktikum Kimia SMA Negeri Se-Kota Yogyakarta*. Jurnal Pijar MIPA
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. Indiana University.
- Jannah, Lina, M., & Bambang, P. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Rajawali Pers
- Kasdin, S. (2019). *Berpikir Kritis Kecakapan Di Era Digital*. Sleman: Kanisius.
- Kenneth, C & Jane, P. (2004). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm, 10th edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Lilis, K., Reza, O.A., & Muhamad, A. (2015). *Pengaruh penerapan metode pembelajaran praktikum terhadap keterampilan berfikir kritis matematis siswa kelas VII SMP N 3 Sumber Kabupaten Cirebon*. Jurnal Eduma
- Mager, R. F. (1997). *Preparing Instructional Objectives: A Critical Tool in the Development of Effective Instruction (3rd ed.) Atlanta. GA: The Center for Effective Performance*.
- Merta, Redhana, Suardana & Selamat. (2020). *Pengaruh Praktikum Kimia Hijau Pada Sikap Siswa Terhadap Kimia*. Edusains.

- Mita, S. (2016). *Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk SMA/MA Kelas X*. Skripsi. Yogyakarta: Jurnal Pendidikan Kimia.
- Nelistya. (2008). *Lubang Resapan Biopori*. Niaga Swadaya: Jakarta
- Nismalasari, Santiani & Mukhlis, R. (2016). *Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Getaran Harmonis*. Jurnal EduSains.
- Nurbaity. (2011). *Pendekatan Green Chemistry Suatu Inovasi Dalam Pembelajaran*. Kimia Berwawasan Lingkungan. Jurnal Riset Pendidikan Kimia
- Nurotun, M. (2013). *Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Metode Cooperative Learning dalam Pembelajaran PAI*. Al-Hikmah: Jurnal Studi Keislaman 3
- Plaza, T. (2009). *Lubang Resapan Biopori*. Jakarta: Erlangga.
- Prana, Y. (2009). *Lubang Resapan Biopori*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- Praptomo. (2023). *Penerapan Pembelajaran Kimia Hijau Melalui Project Based Learning (PjBL) Pada Mata Pelajaran Kimia SMA*. Tulungagung
- Priyatno, D. (2014). *Mandiri Belajar Analisis Data dengan SPSS*. Yogyakarta: Mediakom.
- Rani, T., & Gebi, D. (2013). *Pengembangan Praktikum Kimia SMA pada Topik Larutan Elektrolit & Non Elektrolit*. Jurnal Riset dan praktik. Pendidikan Kimia.
- Rayuni, N. (2016). *Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk SMA/MA Kelas XII*. Yogyakarta: Jurnal Pendidikan Kimia
- Roslina. (2020). *Pengaruh Teknik Ice Breaking Dalam Bimbingan Kelompok Untuk Mengurangi Kejenuhan Belajar Mahasiswa*. Jurnal Konseling Andi Matappa
- Sagala, S. (2005). *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: CV. Alfabeta.

- Sanghi, R. (2003). *The Need For Green Chemistry: Environt Friendly Alternative*. New Delhi: Naroso Publishing House.
- Sanjaya, W. (2006). *Strategi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Saptorini, Widodo, A.T., Susatyo, E.B. (2014). *Green Chemistry dalam Desain Pembelajaran Project Based Learning berbasis Karakter di Madrasah Aliyah Se-Kabupaten Demak*. Jurnal Rekayasa
- Sudarmo, U. (2013). *Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Sudarmo, U. (2014). *Kimia untuk SMA/MA Kelas XI Kelompok Peminatan Matematika dan Ilmu Alam*. Jakarta: Erlangga.
- Sudijono, A. (2011). *Evaluasi Pedidikan*. Jakarta; Raja Grafindo
- Sudirman. (1992). *Interaksi Dan Motivasi Belajar Mengajar*. Rajawali Pers. Jakarta.
- Sudjana. (2014). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. (2016). *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan Kombiasi (mix methods)*. Bandung: Alfabeta
- Sukmawati, R. (2019). *Analisis kesiapan mahasiswa menjadi calon guru professional berdasarkan standar kompetensi pendidik*. Jurnal Analisa, 5
- Sumintono, B dan Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi Pemodelan Rasch pada Assessment Pendidikan*. Cimahi: Trim Komunikata Publishing House.
- Supranto. (2007). *Teknik Sampling untuk Survey dan Eksperimen*. Jakarta: Rineka. Cipta.
- Susanti, R. (2013). *Pengaruh Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah pada Praktikum Fotosintesis dan Respirasi untuk Meningkatkan Kemampuan Generik*

- Sains Mahasiswa Biologi FKIP Unsri. Jurnal Nasional.*
Palembang
- Suyadi. (2013). *Strategi Pembelajaran Pendidikan Karakter.*
Bandung: Pt Remaja Rosdakarya.
- Winataputra & Udin, S. (1993). *Proses Belajar Mengajar Yang Efektif.* Jakarta: Bina Karya.
- Yusuf, M. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan.* Jakarta: Prenada media Group
- Zahrah, F., Halim, A., & Hasan, M. (2017). *Penerapan Praktikum Dengan Model Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Laju Reaksi Di SMA Negeri 1 Lembah Selawah.* Jurnal Pendidikan Sains Indonesia

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kisi-Kisi Wawancara Guru

KISI-KISI WAWANCARA GURU

| No. | Indiator | Pertanyaan |
|------------|---------------------|--|
| 1. | Metode pembelajaran | <p>1. Apa metode pembelajaran yang biasa digunakan dalam pembelajaran dikelas?</p> <p>2. Apakah metode pembelajaran yang digunakan mampu meningkatkan keaktifan dan keterampilan?</p> <p>3. Bagaimana sikap siswa didalam kelas saat pembelajaran berlangsung?</p> |
| 2. | Model Pembelajaran | <p>4. Apa model pembelajaran yang biasa digunakan dalam pembelajaran dikelas? Apakah sudah bervariasi?</p> <p>5. Apa saja kesulitan atau kendala yang ibu temukan saat pembelajaran kimia berlangsung dengan menggunakan model pembelajaran tersebut?</p> <p>6. Bagaimana rata-rata kemampuan siswa dalam menerima materi kimia dengan menggunakan model</p> |

| No. | Indiator | Pertanyaan |
|-----|-------------------|---|
| | | <p>pembelajaran tersebut? Bagaimana tanggapan siswa dengan model pembelajaran yang digunakan?</p> <p>7. Apakah ibu sebelumnya pernah menggunakan metode pembelajaran praktikum interaktif?</p> <p>8. Bagaimana pendapat ibu terkait metode praktikum interaktif?</p> <p>9. Apa rencana atau strategi ibu untuk lebih memotivasi dan meningkatkan keterampilan siswa melalui model atau metode pembelajaran?</p> |
| 3. | Kurikulum Merdeka | <p>10. Apakah pembelajaran kimia di MA Fathul Hidayah Lamongan sudah mnenerapkan kurikulum Merdeka?</p> <p>11. Bagaimana persiapan ibu dalam memasuki kurikulum Merdeka khususnya pada pembelajaran kimia?</p> |

| No. | Indiator | Pertanyaan |
|------------|------------------------------|---|
| 4. | Keterampilan Berpikir Kritis | 12. Apakah dalam pembelajaran kimia disekolah sudah dikenalkan dengan soal berpikir kritis? |
| | | 13. Bagaimana keterampilan berpikir kritis siswa di Sekolah? |
| | | 14. Bagaimana nilai kognitif yang biasa didapatkan siswa saat pembelajaran? |
| | | 15. Bagaimana nilai sikap yang biasa didapatkan siswa saat pembelajaran kimia? |

Hasil Wawancara dengan Guru Kimia

Nama Responden : Erlin Emelia Nugraha, S.Pd.

Guru Mata Pelajaran : Kimia

Sekolah Tempat Mengajar : MA Fathul Hidayah

| No. | Pertanyaan | Jawaban |
|-----|--|---|
| 1. | Apa metode pembelajaran yang biasa digunakan dalam pembelajaran dikelas? | Masih menggunakan metode konvensional atau ceramah |
| 2. | Apakah metode pembelajaran yang digunakan mampu meningkatkan keaktifan dan keterampilan? | Tidak, hanya beberapa siswa yang aktif dalam pembelajaran, terutama saat pembelajaran kimia |
| 3. | Bagaimana sikap siswa didalam kelas saat pembelajaran berlangsung? | Kebanyakan siswa tidak memperhatikan saat guru menjelaskan, siswa sulit untuk focus dan terlibat dalam pembelajaran |
| 4. | Apa model pembelajaran yang biasa digunakan dalam pembelajaran | Belum variasi, masih menggunakan model ceramah yang berpusat pada |

| No. | Pertanyaan | Jawaban |
|-----|---|--|
| | dikelas? Apakah sudah bervariasi? | guru |
| 5. | Apa saja kesulitan atau kendala yang ibu temukan saat pembelajaran kimia berlangsung dengan menggunakan model pembelajaran tersebut? | Siswa tidak terlibat aktif dalam pembelajaran, hanya sedikit siswa yang betul - betul memahami materi yang telah disampaikan |
| 6. | Bagaimana rata-rata kemampuan siswa dalam menerima materi kimia dengan menggunakan model pembelajaran tersebut? Bagaimana tanggapan siswa dengan model pembelajaran yang digunakan? | Masih sedikit siswa yang mendapat nilai kimia diatas KKM. Untuk tanggapan siswa terkait pembelajaran, siswa lebih tertarik jika pembelajaran dilakukan dengan praktikum. |
| 7. | Apakah ibu sebelumnya pernah menggunakan metode pembelajaran praktikum interaktif? | Pernah, tapi tidak sering. |
| 8. | Bagaimana pendapat ibu | Sangat menarik jika siswa |

| No. | Pertanyaan | Jawaban |
|-----|--|--|
| | terkait metode praktikum interaktif? | dikenalkan dengan metode praktikum interaktif sehingga dari situ siswa aktif |
| | Apakah di sekolah terdapat permasalahan terkait pencemaran lingkungan? | Ada, seperti pengolohan sampah yang belum dilakukan dengan baik. Kemudian banyak genangan air setelah hujan di beberapa titik halaman sekolah. |
| 9. | Apa rencana atau strategi ibu untuk lebih memotivasi dan meningkatkan keterampilan siswa melalui model atau metode pembelajaran? | Mungkin kedepannya saya akan mulai menggunakan model pembelajaran yang bervariasi. |
| 10. | Apakah pembelajaran kimia di MA Fathul Hidayah Lamongan sudah menerapkan kurikulum Merdeka? | Untuk saat ini kurikulum Merdeka baru diterapkan pada kelas X. |
| 11. | Bagaimana persiapan ibu | Saya memusatkan |

| No. | Pertanyaan | Jawaban |
|-----|---|--|
| | dalam memasuki kurikulum Merdeka khususnya pada pembelajaran kimia? | pembelajaran pada siswa dan mulai mengenalkan pembelajaran melalui sebuah praktikum |
| 12. | Apakah dalam pembelajaran kimia disekolah sudah dikenalkan dengan soal berpikir kritis? | Belum, untuk soal seperti harian saya membuatnya acak yang tidak sesuai dengan indicator berpikir kritis |
| 13. | Bagaimana keterampilan berpikir kritis siswa di Sekolah? | Untuk keterampilan belum pernah dilakukan tes secara pasti. Namun dilihat dari nilai siswa yang terkadang memuat indicator berpikir kritis, nilai siswa masih jauh dari KKM. |
| 14. | Bagaimana nilai kognitif yang biasa didapatkan siswa saat pembelajaran? | Untuk nilai kognitif didapatkan berdasarkan hasil UTS dan UAS. Nilai mata Pelajaran kimia Sebagian besar siswa masih dibawah KKM sekolah yakni 60%. |

| No. | Pertanyaan | Jawaban |
|------------|--|--|
| 15. | Bagaimana nilai sikap yang biasa didapatkan siswa saat pembelajaran kimia? | Nilai sikap didapatkan dari keaktifan siswa. |

Lampiran 2. Hasil Angket Pra Riset

**HASIL ANGKET PRA RISET SISWA KELAS X
MA FATHUL HIDAYAH LAMONGAN**

Jumlah Responden : 50

Jenis Angket : online/google formulir

| Pertanyaan | Opsi Jawaban | |
|--|--------------|-------|
| | Ya | Tidak |
| Apakah anda tertarik dengan pembelajaran kimia? | 11% | 89% |
| Menurut anda, apakah kimia tergolong mata Pelajaran yang sulit? | 85% | 15% |
| Kimia hijau merupakan suatu pendekatan yang bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi dan meminimalkan bahaya dari proses kimia. Sudahkan anda menerapkan prinsip kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari? | 30,1% | 69,9% |
| Menurut anda, apakah kimia hijau penting bagi lingkungan dan keberlanjutan ditahun 2030? | 70% | 30% |
| Menurut anda, apakah metode | 39,9% | 60,1% |

| Pertanyaan | Opsi Jawaban | |
|--|--------------|-------|
| | Ya | Tidak |
| pembelajaran dilaksanakan disekolah sudah bervariasi? | | |
| Menurut anda, apakah pembelajaran kimia disekolah sering melakukan praktikum? | 45,2% | 54,8% |
| Menurut anda, apakah metode pembelajaran yang memusatkan siswa lebih efektif? | 60% | 40% |
| Menurut anda, apakah metode pembelajaran disekolah masih berpusat pada guru atau metode ceramah? | 80% | 20% |
| Berdasarkan data PISA 2013 keterampilan berpikir kritis di Indonesia masih tergolong dalam peringkat rendah. Apakah anda tertarik dengan keterampilan berpikir kritis? | 85% | 15% |
| Apakah anda sudah pernah melakukan tes mencangkup indicator berpikir kritis? | 35% | 65% |

Lampiran 3. Kisi-Kisi Uji Coba Soal

KISI-KISI TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

TAHUN PELAJARAN 2023/2024

Nama Sekolah : MA Fathul Hidayah Lamongan

Alokasi Waktu : 80 Menit

Materi : Kimia Hijau

Jumlah Soal : 10 Butir

Kelas : X

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|---------------------------------|--|----------------|--|
| 1. | Memberikan penjelasan sederhana | Mengidentifikasi atau merumuskan masalah | C6 | <p>Bacalah wacana di bawah ini dengan teliti!</p> <p>BANDUNG, KOMPAS Tingkat polusi udara di Kota Bandung berada di atas ambang batas normal. Hal ini berpotensi menurunkan produktivitas dan kualitas kesehatan warga. "Tingkat polusi ini cenderung meningkat dari tahun ke tahun, sekitar 10-20 persen per tahun, seiring pertambahan jumlah kendaraan bermotor. Hal ini dipandang sebagai hal serius yang mendesak diperbaiki," kata ahli polusi udara dari Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung, Puji Lestari, di Bandung, Selasa (21/9). Tiga daerah dengan konsentrasi gas</p> |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|-------|-----------|----------------|--|
| | | | | <p>berbahaya di Kota Bandung adalah Jalan Merdeka, Jalan Asia-Afrika, dan jalan Pasteur Rata-rata konsentrasi gas berbahaya karbon monoksida (CO) 9-15 part per million (ppm). Padahal ambang batas CO seharusnya di bawah 9 ppin. Penyebab tingginya konsentrasi gas berbahaya salah satunya banyak kendaraan bermotor yang melintas tanpa didukung ketersediaan jalan. Hal itu menimbulkan kemacetan sehingga pembakaran bahan bakar tidak optimal. Pembakaran yang tidak optimal tersebut menghasilkan CO dan apabila dibiarkan akan mudah terpapar dalam darah bercampur dengan hemoglobin sel darah merah dan menjadi HbCO. Bertambahnya kadar HbCO yang tinggi menyebabkan fungsi pengangkutan oksigen dalam darah terhambat. Bahkan, CO dapat menimbulkan kematian bila kandungan di dalam darahnya sangat tinggi. Oleh karena itu, Puji berharap agar rekayasa lalu lintas dengan mengoptimalkan angkutan massal segera diwujudkan. Hal tersebut guna mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap kendaraan pribadi. "Penghijauan mungkin membantu mengurangi polusi udara, tetapi tidak cukup ampuh</p> |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|-------|-----------|----------------|---|
| | | | | <p>memperkecil risiko terpapar gas berbahaya," kata Puji Guru Besar Sipil Transportasi ITB Ofyar 2 Tamin mengatakan bahwa sistem transportasi terpadu harus segera digagas dan diwujudkan. Hal ini untuk memberikan rasa nyaman dan aman bagi masyarakat, la khawatir, bila itu tidak dibenahi, dalam waktu lima tahun ke depan, Bandung akan penuh kemacetan yang akan merugikan segala sendi kehidupannya. Ofyar menjelaskan rekayasa lalu lintas bukan sekadar memperbaiki jalan karena hal itu justru meningkatkan ketergantungan pada penggunaan kendaraan bermotor. Kualitas jalan raya yang semakin bagus, semakin banyak pengguna kendaraan bermotor pribadi. Indikasi semakin banyaknya motor yang terjual seharusnya menjadi bahan evaluasi dan bukti keberadaan transportasi publik di Kota Bandung sangat buruk "Selama ini masyarakat berusaha menyelamatkan diri mereka sendiri dengan menggunakan kendaraan pribadi. Aktivitas mereka tidak mau terhambat karena terganggu arus transportasi. Padahal, pandangan seperti itu justru semakin memperbesar konsentrasi gas berbahaya.</p> |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|-------|---|----------------|--|
| | | | | <p>Pemkot harus bisa melihat hal ini sebagai kritik untuk memperbaiki keadaan sebelum terlambat," ujar Ofyar.</p> <p>Rumuskan 3 pertanyaan pada permasalahan utama dari wacana di atas!</p> |
| 2. | | Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria untuk menentukan jawaban yang mungkin | C4 | Uraikan penyebab permasalahan dari 3 pertanyaan rumusan masalah yang telah dibuat! |
| 3. | | Menganalisis argumen | C4 | <p>Lahan di Indonesia Sebagian besar sudah masuk kedalam lahan kritis. Padahal tanah atau lahan merupakan salah satu penopang kehidupan bagi manusia dan makhluk hidup lainnya, karena tanah adalah media utama untuk tumbuh. Jika tanah tercemar, tanaman juga tercemar dan manusia maupun hewan yang mengkonsumsi hasil dari tanaman tersebut juga akan mendapat dampak negatifnya. Pada umumnya pencemaran tanah sering terjadi karena penggunaan pestisida secara terus menerus. Hal tersebut secara langsung dapat menjadikan</p> |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|-------|---|----------------|---|
| | | | | <p>lahan/Tanah menjadi rusak. Berdasarkan permasalahan tersebut, Adapun beberapa Solusi yang ditawarkan dalam masalah pencemaran tanah adalah dengan remediasi dan bioremediasi. Selain itu, Adapun Solusi lainnya yaitu, petani dianjurkan untuk tidak menggunakan bahan-bahan kimia seperti pestisida melainkan menggunakan pupuk organic, mengadakan pembersihan lahan pertanian secara rutin, melakukan system 3R (dalam system ini jika sampah yang masih dengan kondisi baik serta dapat diolah tidak dibuang terlebih dahulu), melainkan program reboisasi atau penanaman kembali untuk membantu kesuburan tanah agar Kembali terjaga.</p> <p>Berdasarkan Solusi-solusi yang ditawarkan tersebut, Apa solusi yang paling tepat untuk Tindakan memperbaiki pencemaran tanah pada ekosistem dan lahan pertanian yang sudah tercemar serta berikan alasannya!</p> |
| 4. | | Menentukan permasalahan dan Tindakan yang tidak | C4 | Polusi udara menjadi anacaman serius bagi kehidupan manusia, salah satu penyebab polusi udara yaitu bertambahnya jumlah kendaraan dan pengurangan penghijauan. Kendaraan yang masih menggunakan |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|-------|-----------|----------------|--|
| | | sesuai | | <p>mesin pembakaran akan menghasilkan emisi karbon dioksida yang berlebihan tentu menyebabkan pencemaran. Berdasarkan permasalahan tersebut, muncul sebuah alternatif kendaraan yang menggunakan Listrik dengan tujuan untuk mengurangi emisi karbon dioksida. Adanya kendaraan Listrik tentu Tingkat emisi akan berkurang, polusi hanya akan berasal dari pembangkit Listrik dan tidak berasal dari kendaraan langsung. Kendaraan Listrik memang secara umum menguntungkan jika dibandingkan dengan kendaraan yang masih menggunakan mesin pembakaran, mulai dari emisi yang jauh lebih dari sedikit dan harga lebih murah. Namun, apabila penggunaan kendaraan Listrik semakin banyak tanpa adanya penyesuaian lingkungan, maka akan terjadi ancaman serius bagi kehidupan.</p> <p>Uraikan ancaman serius apa yang akan terjadi serta kuatkan dengan alasan yang tepat dan cara mengurangi ancamannya!</p> |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|-------------------------------------|-----------------------------|----------------|---|
| 5. | Membangun keterampilan dasar | Kemampuan memberikan alasan | C4 | <p>Bacalah wacana berikut!</p> <p>Efek rumah kaca dapat terjadi secara alami maupun buatan karena akibat pencemaran. Efek rumah kaca yang terjadi karena adanya pencemaran udara yang disebabkan oleh gas-gas rumah kaca seperti CO₂: yang berlebihan. Gas CO₂ dengan kadar 0,033% di udara akan bermanfaat bagi tumbuhan, tetapi jika melebihi 0,033% akan menimbulkan dampak negatif. Gas ini dapat menyerap panas sehingga dapat meningkatkan suhu permukaan bumi. Adapun cara yang dapat digunakan untuk menanggulangi pencemaran udara yaitu melakukan penghijauan dan reboisasi serta membuat jalur hijau di kota-kota besar, memasang penyaring udara pada cerobong asap pabrik, menetapkan kawasan industri yang jauh dari kawasan pemukiman warga, serta melakukan pengawasan yang ketat terhadap hutan yang rawan terbakar dan melarang masyarakat membakar semak belukar di sekitar hutan guna membuka lahan pertanian.</p> |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan | | | | | | | | |
|-------------------------|---|------------------------------|----------------|--|-------------|--------------|-----------|---|-------------------|--|-------------------------|---|
| | | | | Apakah solusi diatas dapat mengatasi permasalahan tersebut dan Solusi lain apa yang sebaiknya dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut? | | | | | | | | |
| 6. | Menyimpulkan | Menyimpulkan hasil percobaan | C5 | <p>Sania melakukan pengamatan terhadap tiga ekor ikan dimasukkan ke dalam gelas berisi air yang diberi perlakuan berbeda dengan memperoleh hasil berikut.</p> <table border="1" data-bbox="810 490 1385 762"> <thead> <tr> <th data-bbox="815 493 1007 529">Kondisi air</th> <th data-bbox="1010 493 1380 529">Kondisi ikan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="815 532 1007 608">Air sumur</td> <td data-bbox="1010 532 1380 608">Ikan A Berenang, bernapas normal, dan ikan hidup normal</td> </tr> <tr> <td data-bbox="815 610 1007 686">Air limbah pabrik</td> <td data-bbox="1010 610 1380 686">Ikan B Kesulitan bernapas, kejang-kejang, dan mati didasar gelas</td> </tr> <tr> <td data-bbox="815 688 1007 762">Air limbah rumah tangga</td> <td data-bbox="1010 688 1380 762">Ikan C Kejang-kejang, pingsan didasar gelas, dan mati dipermukaan air</td> </tr> </tbody> </table> <p>Hasil dari ketiga jenis air yang diberi perlakuan, Simpulkan kaitan hubungan antara tiga kondisi air dan kondisi ikan dengan tingkat pencemaran air!</p> | Kondisi air | Kondisi ikan | Air sumur | Ikan A Berenang, bernapas normal, dan ikan hidup normal | Air limbah pabrik | Ikan B Kesulitan bernapas, kejang-kejang, dan mati didasar gelas | Air limbah rumah tangga | Ikan C Kejang-kejang, pingsan didasar gelas, dan mati dipermukaan air |
| Kondisi air | Kondisi ikan | | | | | | | | | | | |
| Air sumur | Ikan A Berenang, bernapas normal, dan ikan hidup normal | | | | | | | | | | | |
| Air limbah pabrik | Ikan B Kesulitan bernapas, kejang-kejang, dan mati didasar gelas | | | | | | | | | | | |
| Air limbah rumah tangga | Ikan C Kejang-kejang, pingsan didasar gelas, dan mati dipermukaan air | | | | | | | | | | | |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|---|--------------------------------|----------------|---|
| 7. | Memberikan penjelasan lebih lanjut | Menganalisis dampak pencemaran | C4 | <p>Perhatikan teks berikut untuk menjawab soal nomor 7 dan 8!</p> <p>Singkong ternyata bisa menjadi penyelamat lingkungan dari menumpuknya sampah plastik, Plastik berbahan baku singkong sudah mulai diproduksi sekitar dua tahun lalu oleh pabrik Sinar Jaya Plastindo, di desa Parangjoro, Grogol, Sukaharja, Jawa Tengah. Saat mengikuti pameran Hari Lingkungan Hidup Sedunia Tingkat Jawa Tengah di Pantai Bandengan, Kamis (9/8), Whelly Sujono, direktur Sinar Jaya Plastindo, memaparkan bahwa sebelum diproduksi massal, pihaknya telah melakukan riset selama lima tahun terkait ketersediaan bahan baku dan keamanannya. Pabrik Sinar Jaya Plastindo bekerja sama dengan petani setempat sebagai pemasok bahan baku. Pada proses pengolahan, singkong terlebih dahulu dijadikan tepung kemudian dicampur biji plastik dengan komposisi 80% singkong dan 20% biji plastik. Selanjutnya diproduksi menjadi kantong plastik berukuran sekitar 30 cm x 15 cm dan kantong sampah. Produk plastik dengan tepung singkong ini dipilih karena mudah terurai oleh air dan mikroba dalam kurun waktu enam bulan, sehingga</p> |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|-------------------------------------|---|----------------|---|
| | | | | <p>ketika teurai akan terbebas dari segala bahaya.</p> <p>Sumber:https://jatengprov.go.id/publik/ramah-lingkungan-plastik-dari-singkong-diproduksi-massal/</p> <p>Pembuatan plastik dari singkong dipilih karena mudah terurai oleh air dan mikroba. Apakah teknologi dalam pembuatan plastik dari singkong sudah menerapkan kimia hijau? Sebutkan teknologi yang diterapkan dalam pembuatan plastik singkong, sertakan contoh brand produk teknologi yang digunakan!</p> |
| 8. | | | C4 | <p>Sebutkan dan jelaskan minimal 3 prinsip kimia hijau apa saja yang berkaitan dengan teks di atas dan apa yang kamu lakukan apabila di daerah kamu terdapat sumber daya yang melimpah seperti kasus di atas?</p> |
| 9. | Menyusun strategi dan taktik | Menentukan Solusi alternatif tentang bagaimana mengurangi dampak pencemaran | <u>C6</u> | <p><u>Tahun 2021 Tercatat Sebagai Rekor Suhu Laut Tertinggi</u></p> <p>Satu lagi dampak pemanasan global nampak secara nyata. Suhu air laut kembali meningkat dalam setahun terakhir. Tahun 2021 bahkan tercatat sebagai tahun dengan rata-rata suhu air laut tertinggi dalam sejarah. Jumlah panas yang diserap oleh lautan sangat besar. Harapan</p> |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|-------|-----------|----------------|--|
| | | | | <p>para peneliti akan penurunan suhu di tahun 2021 karena menurunnya aktivitas selama pandemi, ternyata hanya angan-angan. laju pemanasan global dan perubahan iklim tetap sulit terbendung. “Suhu lautan semakin konsisten meningkat dan merata di seluruh dunia yang merupakan indikator primer akan perubahan iklim”. Ujar pakar perubahan iklim <i>National Center for Atmospheric Research</i>, Colorado, Kevin Trenberth, seperti dilansir dari theguardian.com, Kamis (13/1). Ia mengatakan penyebab utama peningkatan suhu air laut tersebut tidak lain adalah akibat aktivitas manusia. Meski tak sebanyak yang dilakukan di daratan, laut juga tetap terdampak dari peningkatan suhu di atmosfer. Peningkatan suhu air laut tidak bisa dianggap remeh. Selain mengganggu ekosistem laut, juga berkontribusi pada kemunculan fenomena alam yang membahayakan seperti badai, angin topan, hingga meningkatnya curah hujan. Salah satu yang paling dikhawatirkan juga adalah semakin cepat melelehnya es di Greenland dan Antartika. Hal itu akan menyebabkan peningkatan tinggi permukaan laut yang sangat cepat.</p> |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|-----|-------|---|----------------|---|
| | | | | Uraikan penyebab isu global tersebut dapat terjadi! Bagaimana hubungan antara kimia hijau dengan isu pemanasan global? Rumuskan upaya yang bisa kamu lakukan untuk mencegah permasalahan global tersebut! |
| 10. | | Menentukan Solusi alternatif tentang bagaimana mengurangi dampak pencemaran | C6 | Sampah plastik selalu menjadi masalah utama dalam pencemaran lingkungan baik pencemaran tanah maupun air. Sifat sampah plastik tidak mudah terurai, proses pengolahannya menimbulkan toksik dan bersifat karsinogenik, butuh waktu sampai ratusan tahun sampah plastik terurai secara alami. Terkait pencemaran di air, Indonesia merupakan penghasil sampah plastik terbesar kedua di dunia. Penelitian dari UC Davis dan Universitas Hasanuddin yang dilakukan di pasar Pantera Makassar menunjukkan 23% sampel ikan yang diambil memiliki kandungan plastik diperutnya. Jika diolah dengan baik sampah plastik daur ulang dapat menghasilkan keuntungan sebesar Rp. 16.379.472 per bulan dari produksi 48 ton sampah plastik. Pemerintah pusat maupun daerah melakukan berbagai upaya untuk dapat mengurangi dampak negatif sampah plastik. Seperti yang |

| NO | Aspek | Indikator | Level Kognitif | Pertanyaan |
|----|-------|-----------|----------------|---|
| | | | | <p>dilakukan di Bali, tepatnya Kabupaten Badung, yang melakukan pengolahan sampah menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM). Begitu juga kota Surabaya, diluncurkan Suroboyo Bus untuk tiketnya dapat diperoleh dengan menukarkan sampah plastik.</p> <p>Berdasarkan masalah pencemaran di atas, solusi dan tindakan apa yang menurut anda tepat untuk dilakukan di lingkungan sekolah guna mengurangi sampah plastik?</p> |

Lampiran 4. Kunci Jawaban Kisi-Kisi Soal

KUNCI JAWABAN SOAL TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

| No. | Kunci Jawaban |
|-----|--|
| 1. | <p>Pertanyaan yang mungkin muncul</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Mengapa polusi udara di atas ambang batas normal berpengaruh terhadap produktivitas dan kualitas kesehatan? b. Mengapa kadar HbCO yang tinggi dapat menyebabkan kematian bagi seseorang? c. Mengapa penghijauan dapat mengurangi polusi udara? |
| 2. | <ol style="list-style-type: none"> a. Karena banyak masyarakat yang memilih menggunakan kendaraan dibandingkan transportasi pribadi dengan umum dan kurangnya ketersediaan jalan serta penghijauan. b. HbCO₂, merupakan kompleks dari hemoglobin dan karbon dioksida. Karbon monoksida yang ditimbulkan oleh kendaraan dapat diserap oleh paru-paru berikatan dan mudah dengan hemoglobin. Terlalu banyak menghirup karbon dioksida (CO₂) maka tubuh akan menggantikan oksigen pada sel darah merah dengan karbon dioksida yang menyebabkan kerusakan jaringan bahkan kematian. c. Penghijauan mengurangi dapat pencemaran udara khususnya di jalan raya. Hal dikarenakan tersebut yang CO berasal dari kendaraan dapat diserap oleh tumbuhan dan menghasilkan oksigen yang sangat dibutuhkan manusia. untuk bernapas |

| No. | Kunci Jawaban |
|-----|---|
| 3. | <p>a. Solusi untuk menangani pencemaran tanah pada ekosistem yaitu melakukan remediasi dan bioremediasi. Alasan: karena Remediasi kegiatan merupakan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. Ada dua jenis remediasi, pertama Insitu (on-site) pembersihan di yaitu lokasi pembersihan ini lebih mudah dilakukan terdiri dari pembersihan, venting (injeksi), dan bioremediasi. Kedua exsitu (off-site) meliputi penggalian tanah yang tercemar kemudian tanah tersebut dibersihkan dari zat pencemar di tempat yang aman. Pembersihan off- site jauh lebih mahal dan rumit. Sedangkan bioremediasi yaitu proses pembersihan pencemaran tanah dengan menggunakan mikroba (jamur, bakteri) bertujuan untuk mendegradasi atau memecah zat pencemar menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun.</p> <p>b. Solusi untuk menangani pencemaran tanah pada lahan pertanian yaitu dengan menggunakan pupuk organik dan mengurangi penggunaan pestisida kimia. Alasan: karena mengurangi pencemaran penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan, bahkan penggunaan pupuk organik dalam waktu Panjang juga dapat meningkatkan produktivitas lahan dan mencegah degradasi lahan.</p> |
| 4. | <p>Ancaman : Sumber energi listrik di Indonesia masih menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), sumber energi yang tidak rendah emisi. Apabila terjadi peningkatan permintaan dari kendaraan listrik maka akan terjadi peningkatan emisi yang berasal dari PLTU.</p> <p>Alasan : karena hal tersebut juga dapat menimbulkan polusi udara dan pemanasan global. Sehingga untuk membuat kendaraan listrik benar-benar menjadi solusi untuk pengurangan polusi udara</p> <p>Cara mengurangi ancaman : maka pemerintah dan pihak terkait melakukan peralihan dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) ke</p> |

| No. | Kunci Jawaban |
|-----|---|
| | Energi Baru dan Terbarukan (EBT) untuk efek yang nyata. |
| 5. | <p>Iya, berdasarkan informasi dari wacana diatas bahwa adanya gas -gas rumah kaca seperti CO₂, yang berlebihan. Gas CO₂; dengan kadar 0.033% di udara akan bermanfaat bagi tumbuhan, tetapi jika melebihi 0.033% akan menimbulkan pencemaran. Adapun solusi yang dapat digunakan untuk mengurangi pencemaran salah satunya yaitu melakukan penghijauan dan reboisasi. Hal tersebut bertujuan agar semakin banyak tumbuhan maka semakin sedikit kadar CO₂ yang terdapat di udara, karena CO₂ tersebut akan selalu dipergunakan oleh tumbuhan untuk berfotosintesis yang hasil fotosintesis tersebut akan menghasilkan O₂, yang akan dimanfaatkan oleh makhluk hidup lainnya untuk bernapas. Solusi lain yang dapat digunakan yaitu memasang penyaring udara pada cerobong asap pabrik. Hal tersebut bertujuan untuk menyaring partikel-partikel yang bercampur asap agar tidak terbebas ke udara.</p> |
| 6. | <p>Berdasarkan tabel pengamatan yang diperoleh, hubungan antara kondisi ikan terhadap masalah pencemaran yaitu tingkat perlakuan air yang mempengaruhi kondisi ikan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jika berada di air sumur. ikan akan berenang, bernafas normal (pergerakan insang normal), ikan hidup normal. Hal tersebut menunjukkan bahwa air A tidak tercemar oleh bahan pencemar. • Air limbah pabrik terdapat bahan pencemar. Pada air B diketahui bahwa ikan mengalami kesulitan bernafas (pergerakan insang lebih cepat), kejang-kejang, mati di dasar gelas. Hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas air turun sampai ke tingkat yang membahayakan sehingga air tidak bisa digunakan sesuai peruntukannya. |

| No. | Kunci Jawaban |
|-----|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • dan pada air air limbah rumah tangga, ikan mengalami kejang-kejang, pingsan di dasar gelas dan mati di permukaan air. Hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas air turun sampai ke tingkat yang membahayakan sehingga air tidak bisa digunakan sesuai peruntukannya. |
| 7. | <p>Iya, Teknologi pembuatan plastik dari singkong termasuk salah satu penerapan prinsip kimia hijau karena telah mengurangi zat kimia berbahaya dengan menggunakan bahan yang mudah terurai, serta menggunakan prosedur yang aman untuk mencegah kecelakaan. Teknologi yang diterapkan yaitu biobased dengan contoh brand Ecoplas dan compostable dengan brand Naturlop yang terbuat dari nabati alami singkong asli Indonesia.</p> |
| 8. | <ol style="list-style-type: none"> Pencegahan limbah: proses pembuatan plastik dari singkong telah menggunakan bahan yang mudah terurai yaitu singkong. Proses sintesis kimia yang lebih aman: prosedur pembuatan plastik dari singkong telah menggunakan proses sintesis yang aman dan ramah lingkungan karena tidak terdapat zat-zat kimia berbahaya. Rancang bahan kimia yang lebih aman: Proses pembuatan plastik dari singkong tidak menggunakan zat-zat Kimia berbahaya. Prosedur yang aman untuk mencegah kecelakaan: proses pembuatan plastik dari singkong sudah aman karena tidak memerlukan proses kimia yang berbahaya. Desain produk yang mudah terurai: pembuatan plastik dari singkong telah menghasilkan produk yang menggunakan bahan-bahan ramah lingkungan mudah terurai yaitu dari singkong <p>Apabila di daerah saya terdapat sumber daya yang melimpah untuk membuat plastik ramah lingkungan, maka saya akan memanfaatkan hal tersebut untuk membuat produk plastik ramah lingkungan yang memiliki nilai jual tinggi dengan memasarkan plastik</p> |

| No. | Kunci Jawaban |
|-----|---|
| | tersebut secara online. Pemanfaatan produk ini sekaligus sebagai ikut serta gerakan menjaga bumi dari menumpuknya sampah plastik selama ini. |
| 9. | <p>a. Kondisi suhu air laut disebabkan oleh aktivitas manusia, salah satunya juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti peningkatan emisi gas rumah kaca sehingga terjadi pemanasan global. Terjadinya pemanasan global ditandai dengan kenaikan suhu dipermukaan bumi termasuk di dalam laut yang menjadikan ekosistem tidak seimbang.</p> <p>b. Meningkatnya suhu permukaan air laut memicu turunnya kadar CO₂ pada air laut dan menurunkan daya dukung laut terhadap kehidupan yang ada di dalamnya, oleh karena itu, kimia hijau hadir untuk mendorong pengurangan penggunaan bahan-bahan kimia yang dapat meningkatkan kadar gas emisi di udara, sehingga permasalahan global seperti meningkatnya suhu permukaan air laut dapat dicegah.</p> <p>c. Suhu air yang menghangat akan membuat permukaan air laut semakin mengembang, upaya yang bisa dilakukan antara lain: mengurangi emisi gas rumah kaca melalui penerapan kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari, seperti penggunaan bangunan ramah lingkungan dengan mengurangi penggunaan AC dan listrik, selain itu juga bisa dilakukan melalui pemeliharaan populasi tiram.</p> |
| 10. | <ul style="list-style-type: none"> • Lingkungan sekolah juga menjadi penyumbang sampah plastik terbesar, terkhusus di kantin sekolah yang banyak menghasilkan sampah plastik, baik dari bungkus makanan maupun minuman. Sampah plastik tersebut dapat menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak diolah dengan baik dan benar. Oleh sebab itu, tidak jarang sekolah yang mewajibkan peserta didiknya membawa tumbler dari rumah untuk mengurangi penggunaan sampah plastik. |

| No. | Kunci Jawaban |
|-----|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Salah satu contoh tindakan yang dapat dilakukan di lingkungan sekolah untuk mengurangi sampah plastik adalah dengan membuat ecobrick. Ecobrick berasal dari sampah- sampah plastik yang dicuci sampai bersih, kemudian dipotong kecil- kecil, kemudian dimasukkan ke dalam botol sampai padat, dan ditimbang. Ecobrick tersebut dapat dibuat menjadi berbagai macam barang yang bermanfaat dan berkualitas seperti vas bunga, kursi, dan kerajinan lain yang bernilai ekonomis. |

Lampiran 5. Rubrik Penskoran Soal

Rubrik Penskoran Soal Tes Berpikir Kritis

| No. Soal | Aspek Berpikir Kritis | Indikator | Kriteria dan Skor | |
|----------|---------------------------------|--|------------------------------|------|
| | | | Kriteria | Skor |
| 1. | Memberikan penjelasan sederhana | Mengidentifikasi/merumuskan Siswa merumuskan pertanyaan permasalahan utama | Jika membuat 3 pertanyaan | 3 |
| | | | Jika membuat 2 pertanyaan | 2 |
| | | | Jika membuat 1 pertanyaan | 1 |
| 2. | | Mengidentifikasi/merumuskan kriteria Siswa menguraikan jawaban terkait penyebab permasalahan pada rumusan pertanyaan yang dibuat | Jika menjawab 3 pertanyaan | 3 |
| | | | Jika menjawab 2 pertanyaan | 2 |
| | | | Jika menjawab 1 pertanyaan | 1 |
| 3. | | Menganalisis argument Komponen yang harus dipenuhi: a. Siswa memilih solusi yang tepat untuk memperbaiki tanah yang sudah tercemar pada ekosistem b. Siswa memilih solusi yang tepat untuk memperbaiki lahan yang sudah tercemar pada lahan pertanian c. Siswa memberikan alasan atas solusi yang dipilih | Jika terpenuhi tiga komponen | 3 |
| | | | Jika terpenuhi dua komponen | 2 |
| | | | Jika terpenuhi satu komponen | 1 |
| 4. | | Menentukan permasalahan Komponen yang harus dipenuhi: a. Siswa menguraikan ancaman yang akan terjadi b. Siswa menjelaskan alasan sederhana penyebab terjadinya ancaman tersebut c. Siswa memberikan cara untuk mengurangi ancaman tersebut | Jika terpenuhi tiga komponen | 3 |
| | | | Jika terpenuhi dua komponen | 2 |
| | | | Jika terpenuhi satu komponen | 1 |
| 5. | Membangun keterampilan | Kemampuan memberikan alasan Komponen yang harus dipenuhi: | Jika terpenuhi tiga komponen | 3 |
| | | | Jika terpenuhi dua komponen | 2 |

| No. Soal | Aspek Berpikir Kritis | Indikator | Kriteria dan Skor | |
|----------|-------------------------------------|---|------------------------------|------|
| | | | Kriteria | Skor |
| | dasar | a. Siswa menganalisis solusi yang terdapat pada wacana b. Siswa memberikan alasan atas solusi yang dipilih c. Siswa memberikan solusi lain yang tepat | Jika terpenuhi satu komponen | 1 |
| 6. | Menyimpulkan | Menyimpulkan hasil percobaan Komponen yang harus dipenuhi: a. Siswa menyimpulkan hubungan antara kondisi air sumur dan kondisi ikan dengan tingkat pencemaran air b. Siswa menyimpulkan hubungan antara kondisi air limbah pabrik dan kondisi ikan dengan tingkat pencemaran air c. Siswa menyimpulkan hubungan antara kondisi air limbah rumah tangga dengan tingkat pencemaran air | Jika terpenuhi tiga komponen | 3 |
| | | | Jika terpenuhi dua komponen | 2 |
| | | | Jika terpenuhi satu komponen | 1 |
| 7. | Memberikan penjelasan lanjut | Menganalisis dampak pencemaran Komponen yang harus dipenuhi: a. Siswa menjelaskan kaitan hubungan antara teknologi yang digunakan dalam pembuatan plastik dengan penerapan prinsip kimia hijau b. Siswa menyebutkan teknologi yang diterapkan dalam pembuatan plastik dari singkong c. Siswa menyertakan contoh brand produk teknologi yang digunakan | Jika terpenuhi tiga komponen | 3 |
| | | | Jika terpenuhi dua komponen | 2 |
| | | | Jika terpenuhi satu komponen | 1 |
| 8. | Memberikan penjelasan lanjut | Menganalisis dampak pencemaran Komponen yang harus dipenuhi: | Jika terpenuhi tiga komponen | 3 |
| | | | Jika terpenuhi dua komponen | 2 |

| No. Soal | Aspek Berpikir Kritis | Indikator | Kriteria dan Skor | |
|----------|------------------------------|--|------------------------------|------|
| | | | Kriteria | Skor |
| | | a. Siswa menyebutkan minimal 3 poin jawaban b. Siswa memberikan penjelasan terkait prinsip kimia hijau yang sesuai dengan pembuatan plastik dari singkong dengan lengkap c. Siswa memberikan penjelasan lanjut terkait tindakan yang dilakukan apabila terdapat sumber daya yang melimpah di daerah sekitar | Jika terpenuhi satu komponen | 1 |
| 9. | Menyusun strategi dan taktik | Menentukan Solusi alternatif tentang bagaimana mengurangi dampak pencemaran Komponen yang harus dipenuhi: a. Siswa merumuskan penyebab meningkatnya suhu permukaan air laut b. Siswa menjelaskan praktik kimia hijau yang berhubungan dengan fenomena meningkatnya suhu permukaan air laut c. Siswa memaparkan upaya untuk mencegah peningkatan suhu permukaan air laut | Jika terpenuhi tiga komponen | 3 |
| | | | Jika terpenuhi dua komponen | 2 |
| | | | Jika terpenuhi satu komponen | 1 |
| 10. | | Menentukan Solusi alternatif tentang bagaimana mengurangi dampak pencemaran Komponen yang harus dipenuhi: a. Siswa mengidentifikasi penyebab utama pencemaran lingkungan dapat terjadi b. Siswa memberikan solusi untuk menyelesaikan masalah pencemaran lingkungan di sekolah | Jika terpenuhi tiga komponen | 3 |
| | | | Jika terpenuhi dua komponen | 2 |
| | | | Jika terpenuhi satu komponen | 1 |

Lampiran 6. Rekapitulasi Analisis Uji Coba Soal

| NO | NAMA | NOMOR SOAL | | | | | | | | | | TOTAL SKOR |
|----|-------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | UC-01 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 19 |
| 2 | UC-02 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 19 |
| 3 | UC-03 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 17 |
| 4 | UC-04 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 15 |
| 5 | UC-05 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 11 |
| 6 | UC-06 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 14 |
| 7 | UC-07 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 21 |
| 8 | UC-08 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 22 |
| 9 | UC-09 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 12 |
| 10 | UC-10 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 12 |
| 11 | UC-11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 12 | UC-12 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 16 |
| 13 | UC-13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 14 | UC-14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 12 |
| 15 | UC-15 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 15 |
| 16 | UC-16 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 24 |
| 17 | UC-17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 11 |
| 18 | UC-18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 19 | UC-19 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 14 |
| 20 | UC-20 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 13 |
| 21 | UC-21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 22 | UC-22 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 21 |
| 23 | UC-23 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 11 |
| 24 | UC-24 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 16 |
| 25 | UC-25 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 13 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|-------------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|----|
| 26 | UC-26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 11 |
| 27 | UC-27 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 23 |
| 28 | UC-28 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 24 |
| 29 | UC-29 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 26 |
| 30 | UC-30 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 20 |
| 31 | UC-31 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 15 |
| 32 | UC-32 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 13 |
| 33 | UC-33 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 20 |
| 34 | UC-34 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 17 |
| 35 | UC-35 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 21 |
| 36 | UC-36 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 14 |
| Validitas | rhitung | 0,608 | 0,775 | 0,77 | 0,796 | 0,579 | 0,724 | 0,715 | 0,516 | 0,77 | 0,724 | |
| | rtabel | 0,329 | 0,329 | 0,329 | 0,329 | 0,329 | 0,329 | 0,329 | 0,329 | 0,329 | 0,329 | |
| | Kriteria | Valid | Valid | Valid | Valid | Valid | Valid | Valid | Valid | Valid | Valid | |
| Reliabilitas | Cronbach Alpha | 0,884 | | | | | | | | | | |
| | rtabel | 0,329 | | | | | | | | | | |
| | Kriteria | Tinggi | | | | | | | | | | |
| Tingkat Kesukaran | Rata-rata | 1,5 | 1,58 | 1,72 | 1,56 | 1,36 | 1,5 | 1,58 | 1,86 | 1,72 | 1,5 | |
| | TK | 0,5 | 0,526 | 0,573 | 0,52 | 0,68 | 0,5 | 0,526 | 0,62 | 0,573 | 0,5 | |
| | Kriteria | Sedang | Sedang | Sedang | Sedang | Mudah | Sedang | Sedang | Mudah | Sedang | Sedang | |
| Daya Pembeda | DP | 0,516 | 0,7 | 0,697 | 0,726 | 0,504 | 0,647 | 0,63 | 0,39 | 0,697 | 0,647 | |
| | Kriteria | Baik | Baik | Baik | Baik sekali | Baik | Baik | Baik | Cukup | Baik | Baik | |

Lampiran 7. Analisis Uji Validitas

Correlations

| | | Soal01 | Soal02 | Soal03 | Soal04 | Soal05 | Soal06 | Soal07 | Soal08 | Soal09 | Soal10 | SkorTotal |
|-----------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Soal01 | Pearson Correlation | 1 | .352 [*] | .401 ^{**} | .383 [*] | .433 ^{**} | .501 ^{**} | .237 | .162 | .401 ^{**} | .501 ^{**} | .608 ^{**} |
| | Sig. (2-tailed) | | .035 | .015 | .021 | .008 | .002 | .164 | .345 | .015 | .002 | .000 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Soal02 | Pearson Correlation | .352 [*] | 1 | .436 ^{**} | .762 ^{**} | .274 | .447 ^{**} | .945 ^{**} | .211 | .436 ^{**} | .447 ^{**} | .775 ^{**} |
| | Sig. (2-tailed) | .035 | | .008 | .000 | .106 | .006 | .000 | .216 | .008 | .006 | .000 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Soal03 | Pearson Correlation | .401 ^{**} | .436 ^{**} | 1 | .585 ^{**} | .553 ^{**} | .311 | .343 [*] | .429 ^{**} | 1.000 ^{**} | .311 | .770 ^{**} |
| | Sig. (2-tailed) | .015 | .008 | | .000 | .000 | .065 | .040 | .009 | .000 | .065 | .000 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Soal04 | Pearson Correlation | .383 [*] | .762 ^{**} | .585 ^{**} | 1 | .222 | .416 [*] | .693 ^{**} | .364 [*] | .585 ^{**} | .416 [*] | .796 ^{**} |
| | Sig. (2-tailed) | .021 | .000 | .000 | | .194 | .012 | .000 | .029 | .000 | .012 | .000 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Soal05 | Pearson Correlation | .433 ^{**} | .274 | .553 ^{**} | .222 | 1 | .403 [*] | .205 | .228 | .553 ^{**} | .403 [*] | .579 ^{**} |
| | Sig. (2-tailed) | .008 | .106 | .000 | .194 | | .015 | .231 | .182 | .000 | .015 | .000 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Soal06 | Pearson Correlation | .501 ^{**} | .447 ^{**} | .311 | .416 [*] | .403 [*] | 1 | .473 ^{**} | .272 | .311 | 1.000 ^{**} | .724 ^{**} |
| | Sig. (2-tailed) | .002 | .006 | .065 | .012 | .015 | | .004 | .109 | .065 | .000 | .000 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Soal07 | Pearson Correlation | .237 | .945 ^{**} | .343 [*] | .693 ^{**} | .205 | .473 ^{**} | 1 | .167 | .343 [*] | .473 ^{**} | .715 ^{**} |
| | Sig. (2-tailed) | .164 | .000 | .040 | .000 | .231 | .004 | | .332 | .040 | .004 | .000 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Soal08 | Pearson Correlation | .162 | .211 | .429 ^{**} | .364 [*] | .228 | .272 | .167 | 1 | .429 ^{**} | .272 | .516 ^{**} |
| | Sig. (2-tailed) | .345 | .216 | .009 | .029 | .182 | .109 | .332 | | .009 | .109 | .001 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Soal09 | Pearson Correlation | .401 ^{**} | .436 ^{**} | 1.000 ^{**} | .585 ^{**} | .553 ^{**} | .311 | .343 [*] | .429 ^{**} | 1 | .311 | .770 ^{**} |
| | Sig. (2-tailed) | .015 | .008 | .000 | .000 | .000 | .065 | .040 | .009 | .000 | .065 | .000 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Soal10 | Pearson Correlation | .501 ^{**} | .447 ^{**} | .311 | .416 [*] | .403 [*] | 1.000 ^{**} | .473 ^{**} | .272 | .311 | 1 | .724 ^{**} |
| | Sig. (2-tailed) | .002 | .006 | .065 | .012 | .015 | .000 | .004 | .109 | .065 | .000 | .000 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| SkorTotal | Pearson Correlation | .608 ^{**} | .775 ^{**} | .770 ^{**} | .796 ^{**} | .579 ^{**} | .724 ^{**} | .715 ^{**} | .516 ^{**} | .770 ^{**} | .724 ^{**} | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .001 | .000 | .000 | .000 |
| | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |

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

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

Berdasarkan nilai yang telah didapatkan siswa kemudian dilihat pada Tabel product moment dengan responden 36 (n=36) yaitu sebesar 0,361.

Rekapitulasi Validitas Butir Soal

| Nomor Soal | R hitung | R tabel | Kriteria |
|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 0,608 | 0,329 | Valid |
| 2 | 0,775 | 0,329 | Valid |
| 3 | 0,770 | 0,329 | Valid |
| 4 | 0,796 | 0,329 | Valid |
| 5 | 0,579 | 0,329 | Valid |
| 6 | 0,724 | 0,329 | Valid |
| 7 | 0,715 | 0,329 | Valid |
| 8 | 0,516 | 0,329 | Valid |
| 9 | 0,770 | 0,329 | Valid |
| 10 | 0,724 | 0,329 | Valid |

Lampiran 8. Analisis Uji Reliabilitas Soal Uji Coba

| Cronbach's Alpha | N of Items |
|---------------------|------------|
| .884 | 10 |

Didapatkan r hitung pada uji reliabilitas sebesar 0,884 > 0,70 maka data dinyatakan reliabel

Lampiran 9. Analisis Daya Pembeda

Item-Total Statistics

| | Scale Mean if Item Deleted | Scale Variance if Item Deleted | Corrected Item- Total Correlation | Cronbach's Alpha if Item Deleted |
|--------|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--|
| Soal01 | 14.39 | 18.987 | .516 | .879 |
| Soal02 | 14.31 | 17.304 | .700 | .866 |
| Soal03 | 14.17 | 17.514 | .697 | .866 |
| Soal04 | 14.33 | 17.143 | .726 | .863 |
| Soal05 | 14.53 | 19.685 | .504 | .880 |
| Soal06 | 14.39 | 18.073 | .647 | .870 |
| Soal07 | 14.31 | 17.933 | .630 | .871 |
| Soal08 | 14.03 | 19.113 | .390 | .889 |
| Soal09 | 14.17 | 17.514 | .697 | .866 |
| Soal10 | 14.39 | 18.073 | .647 | .870 |

Scale Statistics

| Mean | Variance | Std. Deviation | N of Items |
|-------|----------|----------------|------------|
| 15.89 | 22.102 | 4.701 | 10 |

Lampiran 10. Analisis Tingkat Kesukaran Soal

Statistics

| | | Soal01 | Soal02 | Soal03 | Soal04 | Soal05 | Soal06 | Soal07 | Soal08 | Soal09 | Soal10 |
|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| N | Valid | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| | Missing | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mean | | 1.50 | 1.58 | 1.72 | 1.56 | 1.36 | 1.50 | 1.58 | 1.86 | 1.72 | 1.50 |
| Maximum | | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Berdasarkan hasil dari analisis uji tingkat kesukaran soal uraian menunjukkan perolehan 2 soal masuk kriteria mudah dan 8 soal masuk ke dalam kriteria sedang.

Lampiran 11. Lembar Petunjuk Praktikum**LEMBAR PETUNJUK PRAKTIKUM****KIMIA HIJAU****Nama Anggota:**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Tata Tertib Pelaksanaan Praktikum

1. Praktikum dimulai tepat waktu sebagaimana jadwal
2. Praktikan memakai seragam lengan panjang rapi dan sepatu tertutup selama pelaksanaan praktikum
3. Tidak ada toleransi keterlambatan
4. Praktikum dilakukan sesuai dengan petunjuk praktikum
5. Setelah praktikum selesai, semua alat dan bahan dibersihkan dan menyimpan Kembali semua perlengkapan yang telah digunakan
6. Laporan praktikum dikumpulkan 1 minggu setelah pelaksanaan praktikum
7. Penilaian materi praktikum meliputi:
 - a. Kerja selama praktikum
 - b. Laporan Praktikum
8. Praktikan yang tidak menaati peraturan yang ditetapkan dapat dikeluarkan dan tidak diperbolehkan mengikuti praktikum

Tujuan Pembelajaran

Dengan melakukan praktikum, anda mampu menciptakan kegiatan yang mendukung prinsip kimia hijau di sekolah yaitu dengan menerapkan pembuatan biopori.

Petunjuk penggunaan

1. Bacalah dan pahami dengan baik yang disajikan pada masing-masing kegiatan pembelajaran. Apabila terdapat kalimat yang kurang jelas segera tanyakan kepada guru.
2. Kerjakan setiap langkah kegiatan dengan baik.
3. Kumpulkan laporan hasil praktikum sesuai dengan jadwal yang telah disepakati antar guru dan siswa.

Percobaan Pembuatan Biopori

Tujuan Praktikum

1. Mengetahui cara pembuatan dan pemeliharaan biopori
2. Mendiskripsikan manfaat biopori dalam kehidupan sehari-hari

Pendahuluan

Biopori merupakan metode resapan air yang digunakan untuk mengatasi banjir dengan cara memberikan waktu tambahan untuk air bisa meresap ke dalam tanah. Peresapan air ke dalam tanah dapat diperlancar dengan adanya biopori yang dapat diciptakan fauna tanah dan akar tanaman. Dinding lubang silindris menyediakan tambahan permukaan resapan air seluas dinding saluran atau lubang yang dapat menampung sementara aliran permukaan dan memberi air kesempatan meresap ke dalam tanah yang nantinya dapat dipergunakan pada musim kemarau (Brata, 2008).

Peresapan air kedalam tanah sangat mempengaruhi ketersediaan air tanah, hal tersebut dapat diperlancar dengan membuat lubang resapan yang merupakan metode alternatif yang unggul dalam menjaga lingkungan hidup. Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah (Plasa Teen, 2009).

Alat dan Bahan

1. Bor tanah
2. Penggaris
3. Sampah organik
4. Air
5. Pipa PVC dan penutup

Cara Kerja

1. Tentukan lokasi tanah yang akan dijadikan lubang biopori
2. Siram tanah agar menjadi lunak dan mudah dilubangi
3. Lubangi tanah secara tegak lurus menggunakan bor biopori atau bor tanah
4. Buat lubang sedalam 30-100 cm dengan diameter 10 cm
5. Lapsi lubang dengan pipa PVC seukuran diameter lubang yang sudah disiapkan
6. Isi lubang dengan sampah organik seperti sisa makanan, limbah dapur, kulit buah atau daun
7. Tutup lubang dengan penutup pipa PVC yang sudah dilubangi

Lampiran 12. Lembar Penilaian Praktikum

Lembar Penilaian Praktikum

| Kel. | Hadir tepat waktu, berseragam lengkap dan rapi | | | | Penggunaan alat dan bahan | | | | Kerja sama dan menjaga kekompakan kelompok | | | | Mengikuti petunjuk praktikum | | | | Bertanggung Jawab | | | | Jumlah Skor | Nilai |
|------|--|---|---|---|---------------------------|---|---|---|--|---|---|---|------------------------------|---|---|---|-------------------|---|---|---|-------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | | ✓ | 16 | 80 |
| 2 | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | | ✓ | 17 | 85 |
| 3 | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | 16 | 80 |
| 4 | | | ✓ | | | | | ✓ | | ✓ | | | | | ✓ | | | | ✓ | | 16 | 80 |
| 5 | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | | ✓ | | | | ✓ | 17 | 85 |
| 6 | | | ✓ | | | | ✓ | | | | | ✓ | | | | ✓ | | | ✓ | | 17 | 85 |

Lampiran 13. Rubrik Penilaian Praktikum

Rubrik Penilaian Kerja Praktikum

| No. | Aspek Penilaian | Komponen | Skor | Kriteria |
|-----|---------------------------|--|------|-------------------------------|
| 1. | Persiapan | <ul style="list-style-type: none"> a. Siswa berseragam lengkap b. Siswa berseragam rapi c. Siswa hadir tepat waktu d. Siswa disiplin | 4 | Jika terpenuhi empat komponen |
| | | | 3 | Jika terpenuhi tiga komponen |
| | | | 2 | Jika terpenuhi dua komponen |
| | | | 1 | Jika terpenuhi satu komponen |
| | Penggunaan alat dan bahan | <ul style="list-style-type: none"> a. Ketersediaan alat dan bahan lengkap b. Alat dan bahan praktikum dipersiapkan rapi c. Memperhatikan keselamatan kerja d. Menyiapkan alat dan bahan dengan benar | 4 | Jika terpenuhi empat komponen |
| | | | 3 | Jika terpenuhi tiga komponen |
| | | | 2 | Jika terpenuhi dua komponen |
| | | | 1 | Jika terpenuhi satu komponen |
| 2. | Proses Kerja | | | |

| No. | Aspek Penilaian | Komponen | Skor | Kriteria |
|-----|---|--|------|-------------------------------|
| | Kerja sama dan menjaga keompakan kelompok | a. Semua anggota kelompok berkerja sama | 4 | Jika terpenuhi empat komponen |
| | | b. Menjaga keompakan | 3 | Jika terpenuhi tiga komponen |
| | | c. Saling membantu | 2 | Jika terpenuhi dua komponen |
| | | d. Aktif | 1 | Jika terpenuhi satu komponen |
| | Mengikuti petunjuk praktikum | a. Melakukan cara kerja dengan benar | 4 | Jika terpenuhi empat komponen |
| | | b. Penggunaan alat dan bahan sesuai prosedur | 3 | Jika terpenuhi tiga komponen |
| | | c. Tertib | 2 | Jika terpenuhi dua komponen |
| | | d. Berkerja dengan terampil | 1 | Jika terpenuhi satu komponen |
| | Betanggung jawab | a. Bertanggung jawab atas yang diberikan | 4 | Jika terpenuhi empat komponen |
| | | b. Menyelesaikan dengan tepat waktu | 3 | Jika terpenuhi tiga komponen |
| | | | 2 | Jika terpenuhi dua komponen |

| No. | Aspek Penilaian | Komponen | Skor | Kriteria |
|-----|-----------------|--|------|------------------------------|
| | | c. Membersihkan area kerja setelah praktikum | 1 | Jika terpenuhi satu komponen |
| | | d. Konsentrasi dalam berkerja | | |

**LAPORAN PRAKTIKUM
KIMIA HIJAU
PEMBUATAN LUBANG RESAPAN BIOPORI**



Oleh:

Nama :

No. Absen:

Kelompok :

**LABORATORIUM KIMIA
MAS FATHUL HIDAYAH LAMONGAN
2024**

PEMBUATAN LAPORAN PRAKTIKUM BIOPORI

A. Tujuan

Rumuskan tujuan sesuai dengan judul praktikum yang dibuat

B. Dasar Teori

1. Teori dijelaskan sesuai yang melandasi praktikum
2. Menyebutkan sumber pustaka
3. Dapat Terbaca

C. Alat dan Bahan

1. Menuliskan semua alat dan bahan yang digunakan praktikum
2. Menyebutkan jumlah alat dan bahan yang digunakan
3. Menyebutkan fungsi kegunaan alat dan bahan yang digunakan

D. Cara Kerja

1. Sajikan dalam bentuk diagram alir
2. Menggunakan kalimat pasif
3. Dibuat dengan jelas

E. Hasil Pengamatan

1. Menyebutkan perubahan kimia yang terjadi pada praktikum (sampah organik)
2. Menyebutkan banyaknya bahan yang digunakan

F. Pembahasan

Bahaslah hasil percobaan dengan mengacu pada dasar teori.

Hal yang perlu dibahas adalah:

1. Menyesuaikan tujuan praktikum dan Jalannya percobaan
2. Fungsi kegunaan bahan dan alat pada percobaan
3. Menjelaskan perubahan kimia yang terjadi pada praktikum

G. Kesimpulan

1. Simpulan sesuai dengan tujuan
2. Konsisten dengan data yang diperoleh
3. Singkat dan jelas

H. Daftar Pustaka

1. Daftar Pustaka minimal 5 buku.
2. Tahun Jurnal minimal 10 tahun terakhir
3. Penulisan daftar Pustaka mengikuti petunjuk berikut.

Penulis. Tahun Terbit. *Judul Buku*. Jilid. Edisi. Kota Terbit: Nama Terbit

I. Lampiran

Dokumentasi, pertanyaan dan lain-lain

Lampiran 15. Instrumen Penilaian Laporan**Instrumen Penilaian Laporan Praktikum**

| No. | Aspek Penilaian | Skor | | |
|------------------------------|------------------|------|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1. | Judul Projek | | | |
| 2. | Tujuan Projek | | | |
| 3. | Dasar Teori | | | |
| 4. | Alat dan Bahan | | | |
| 5. | Cara Kerja | | | |
| 6. | Hasil Pengamatan | | | |
| 7. | Pembahasan | | | |
| 8. | Kesimpulan | | | |
| 9. | Daftar Pustaka | | | |
| 10. | Ketepatan Waktu | | | |
| Jumlah skor perolehan | | | | |

$$Nilai = \frac{\text{jumlah skor perolehan}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

Lampiran 16. Rubrik Penilaian Laporan**Rubrik Penilaian Laporan Praktikum**

| No. | Aspek Penilaian | Skor | Keterangan |
|------------|------------------------|-------------|--|
| 1. | Judul praktikum | 1 | Judul praktikum ditulis dengan tepat berdasarkan percobaan |
| | | 2 | Judul praktikum yang ditulis dengan tepat dan rapi berdasarkan percobaan, tetapi tidak benar |
| | | 3 | Judul praktikum ditulis dengan tepat, rapi dan benar berdasarkan percobaan |
| 2. | Tujuan Praktikum | 1 | Tujuan praktikum ditulis tetapi tidak tepat dan rapi |
| | | 2 | Tujuan praktikum ditulis dengan tepat tetapi tidak rapi |
| | | 3 | Tujuan praktikum ditulis dengan tepat dan rapi |
| 3. | Dasar Teori | 1 | Teori dijelaskan sesuai yang melandasi praktikum |
| | | 2 | Teori dijelaskan sesuai yang melandasi praktikum, menyebutkan sumber pustaka |

| No. | Aspek Penilaian | Skor | Keterangan |
|-----|-----------------|------|--|
| | | 3 | Teori dijelaskan sesuai yang melandasi praktikum, menyebutkan sumber Pustaka dan dapat terbaca |
| 4. | Alat dan Bahan | 1 | Alat dan bahan ditulis tetapi tidak lengkap |
| | | 2 | Alat dan bahan ditulis lengkap disertai jumlah, tetapi tidak menyebutkan kegunaannya |
| | | 3 | Alat dan bahan ditulis lengkap disertai jumlah dan kegunaannya |
| 5. | Cara Kerja | 1 | Dibuat diagram alir. Tetapi tidak menggunakan kalimat pasif dan tidak jelas |
| | | 2 | Dibuat dengan diagram alir dan menggunakan kalimat pasif, tetapi tidak jelas |
| | | 3 | Ditulis lengkap dengan diagram alir, menggunakan kalimat pasif dan jelas |
| 6. | Hasil | 1 | Apabila tidak menyebutkan |

| No. | Aspek Penilaian | Skor | Keterangan |
|-----|-----------------|------|---|
| | Pengamatan | | perubahan kimia dan banyaknya bahan yang digunakan |
| | | 2 | Menyebutkan perubahan kimia yang terjadi pada praktikum |
| | | 3 | Menyebutkan perubahan kimia yang akan terjadi pada praktikum dan menyebutkan banyaknya bahan yang digunakan |
| 7. | Pembahasan | 1 | Membahas jalannya percobaan |
| | | 2 | Membahas jalannya percobaan dan menjelaskan fungsi kegunaan bahan alat pada percobaan |
| | | 3 | Menjelaskan jalannya percobaan, fungsi kegunaan bahan dan alat pada percobaan dan menjelaskan perubahan kimia yang terjadi pada praktikum |
| 8. | Kesimpulan | 1 | Simpulan sesuai dengan tujuan |
| | | 2 | Simpulan sesuai dengan tujuan percobaan dan konsisten dengan data yang diperoleh |

| No. | Aspek Penilaian | Skor | Keterangan |
|-----|-----------------|---|--|
| | | 3 | Simpulan sesuai dengan tujuan percobaan, konsisten dengan data yang diperoleh, singkat dan jelas |
| 9. | Daftar Pustaka | 1 | Daftar Pustaka minimal 5 buku |
| 2 | | Daftar Pustaka minimal 5 buku dan tahun minimal 10 tahun terakhir | |
| 3 | | Daftar Pustaka minimal 5 buku, tahun minimal 10 tahun terakhir dan penulisan daftar pustaka mengikuti petunjuk berikut. | |
| 10. | Ketepatan Waktu | 1 | Mengumpulkan laporan terlambat lebih dari satu minggu |
| 2 | | Mengumpulkan laporan terlambat maksimal 3 hari | |
| 3 | | Mengumpulkan laporan seminggu setelah praktikum | |

Lampiran 17. Penilaian Laporan Hasil Praktikum

| No. | KODE | Aspek Penilaian | | | | | | | | | | Jumlah Skor | Nilai |
|-----|-------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 1. | KE-01 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 2. | KE-02 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 3. | KE-03 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 4. | KE-04 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 24 | 80 |
| 5. | KE-05 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 24 | 80 |
| 6. | KE-06 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 26 | 87 |
| 7. | KE-07 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 8. | KE-08 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 24 | 80 |
| 9. | KE-09 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 10. | KE-10 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 11. | KE-11 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 26 | 87 |
| 12. | KE-12 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 26 | 87 |
| 13. | KE-13 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 27 | 90 |
| 14. | KE-14 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 24 | 80 |
| 15. | KE-15 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 26 | 87 |
| 16. | KE-16 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 24 | 80 |
| 17. | KE-17 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 26 | 87 |
| 18. | KE-18 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 19. | KE-19 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 26 | 87 |
| 20. | KE-20 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 26 | 87 |
| 21. | KE-21 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 25 | 83 |
| 22. | KE-22 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 28 | 93 |

| No. | KODE | Aspek Penilaian | | | | | | | | | | Jumlah Skor | Nilai |
|-----|-------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-------------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 23. | KE-23 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 24. | KE-24 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 27 | 90 |
| 25. | KE-25 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 24 | 80 |
| 26. | KE-26 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 24 | 80 |
| 27. | KE-27 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 26 | 87 |
| 28. | KE-28 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 25 | 83 |
| 29. | KE-29 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 30. | KE-30 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 27 | 90 |
| 31. | KE-31 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 32. | KE-32 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 25 | 83 |
| 33. | KE-33 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 24 | 80 |
| 34. | KE-34 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 26 | 87 |
| 35. | KE-35 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 27 | 90 |
| 36. | KE-36 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 24 | 80 |

Lampiran 18. Penilaian Presentasi Hasil Praktikum

Instrumen penilaian presentasi

| No. | Aspek Penilaian | Skor | | | |
|-------------|----------------------------------|------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Kejelasan Menjelaskan | | | | |
| 2 | Komunikatif | | | | |
| 3 | Penggunaan Bahasa | | | | |
| 4 | Ketepatan menjawab Pertanyaan | | | | |
| 5 | Kebenaran Konsep | | | | |
| Jumlah Skor | | | | | |

Rubrik Penilaian Presentasi Hasil Praktikum

| No. | Aspek Penilaian | Skor | Keterangan |
|-----|-----------------------|------|---|
| 1. | Kejelasan Menjelaskan | 1 | Artikulasi kurang jelas, suara tidak terdengar dan bertele-tele |
| | | 2 | Arikulasi jelas, suara terdengar tetapi bertele-tele |
| | | 3 | Arikulasi kurang jelas, suara terdengar dan tidak bertele-tele |

| No. | Aspek Penilaian | Skor | Keterangan |
|-----|--------------------|------|--|
| | | 4 | Artikulasi jelas, susara terdengar dan tidak bertele-tele |
| 2. | Komukatif | 1 | Membaca catatan sepanjang menjelaskan |
| | | 2 | Pandangan lebih banyak menatap catatan daripada audiens |
| | | 3 | Pandangan lebih banyak menatap audiens tapa menatap catatan, tetapi tanpa gestur tubuh |
| | | 4 | Pandangan lebih banyak menatap audiens tanpa menatap catatan serta menggunakan gestur yang membuat audiens memperhatikan |
| 3. | Kebahasaan | 1 | Menggunakan Bahasa yang baik, kurang baku dan tidak terstruktur |
| | | 2 | Menggunakan Bahasa yang baik, kurang baku dan terstruktur |
| | | 3 | Menggunakan Bahasa yang baik, baku, dan tetapi kurang terstruktur |
| | | 4 | Menggunakan Bahasa yang baik, baku dan terstruktur |
| 4. | Ketepatan menjawab | 1 | Tidak dapat menjawab pertanyaan yang ditanyakan audiens |

| No. | Aspek Penilaian | Skor | Keterangan |
|-----|------------------|------|--|
| | | 2 | Bisa menjawab pertanyaan audiens namun diluar konteks pertanyaan |
| | | 3 | Bisa menjawab pertanyaan audiens dengan benar, tetapi ragu-ragu |
| | | 4 | Bisa menjawab pertanyaan dengan benar dan jelas tanpa ragu |
| 5. | Kebenaran konsep | 1 | Tidak menjelaskan konsep |
| | | 2 | Menjelaskan konsep dengan salah |
| | | 3 | Menejelaskan konsep dengan kurang tepat |
| | | 4 | Menjelaskan konsep dengan tepat |

Lampiran 19. Penilaian presentasi hasil praktikum

| Kel. | Penggunaan Bahasa | | | | Kejelasan Menjelaskan | | | | Komunikatif | | | | Kebenaran Konsep | | | | Ketepatan menjawab Pertanyaan | | | | Jumlah Skor | Nilai |
|------|-------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|-------------|---|---|---|------------------|---|---|---|-------------------------------|---|---|---|-------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | ✓ | | | 16 | 75 |
| 2 | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | 16 | 80 |
| 3 | | | | ✓ | | | ✓ | | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | 17 | 85 |
| 4 | | | | ✓ | | | ✓ | | | | | ✓ | | | ✓ | | | ✓ | | | 17 | 80 |
| 5 | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | 16 | 80 |
| 6 | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | ✓ | | | 15 | 75 |

Lampiran 20. LKS Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

Lembar Kerja Siswa Kimia Hijau



NAMA KELOMPOK-

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Aktivitas 1

Cermati dan Berikan pendapat anda pada Gambar dibawah ini!

Disekitar kita, terdapat banyak proses kimia yang melibatkan bahan kimia baik yang berlangsung secara alamiah ataupun dari kegiatan manusia. Lakukanlah kegiatan berikut untuk memahami reaksi kimia yang terjadi disekitar kita, diskusikan beberapa pertanyaan bersama kelompokmu!



Pertanyaan diskusi

1. Gambar diatas merupakan peristiwa alamiah dan peristiwa dari kegiatan manusia. Sebutkan nama peristiwa reaksi kimia tersebut!

Jawab:.....

2. Berdasarkan peristiwa reaksi kimia tersebut, yang manakah reaksi yang menghasilkan zat yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan atau mengancam kelestarian alam?

Jawab:

3. Apakah setiap zat atau reaksi kimia berbahaya bagi manusia dan alam sekitarnya?

Jawab:

4. Sebutkan kegiatan sehari-hari yang kamu lakukan, yang dapat menimbulkan reaksi kimia dan menghasilkan zat berbahaya bagi lingkungan!

Jawab:

5. Sebutkan prinsip kimia hijau yang sesuai dengan proses kimia diatas?

Jawab:

Aktivitas 2

Perhatikan Gambar dibawah ini!

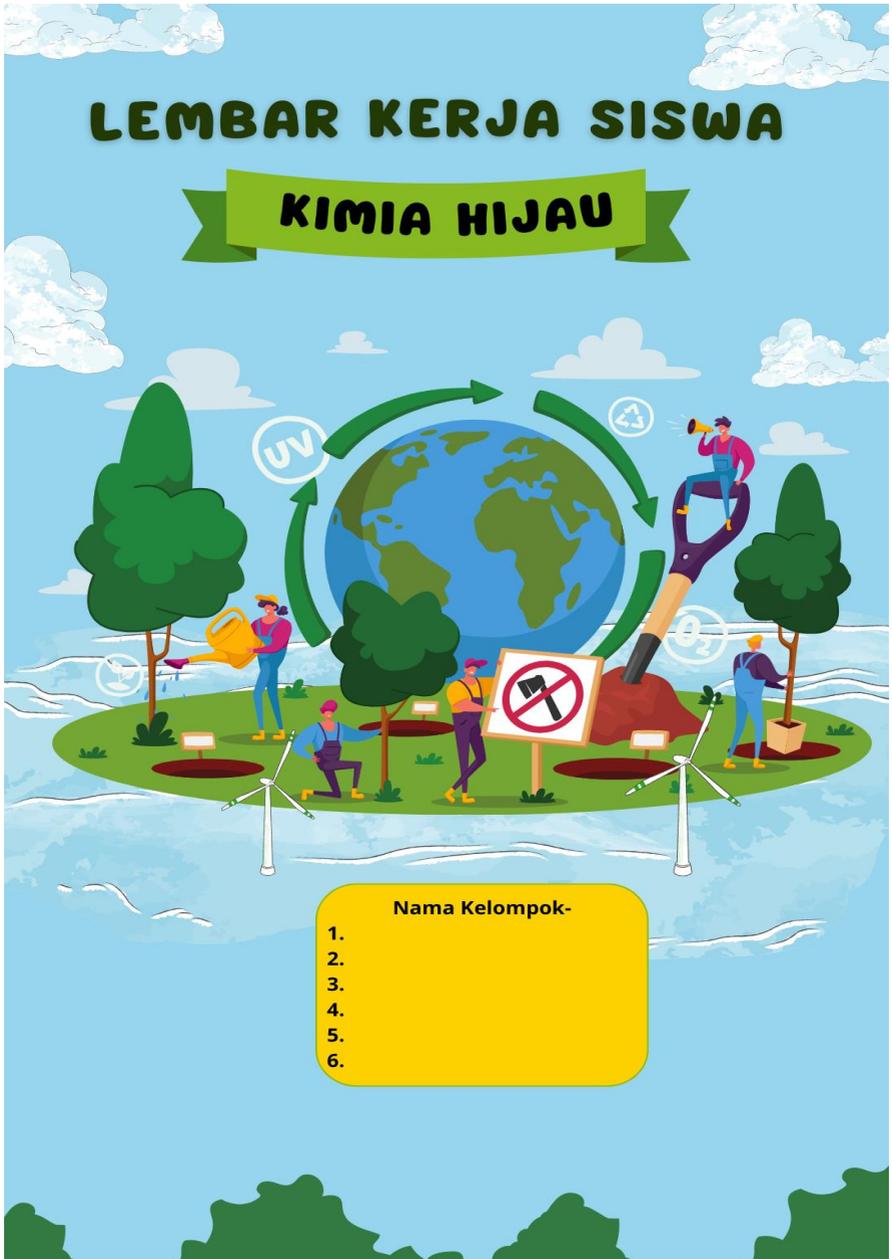


Setelah mengamati gambar di atas, identifikasilah kasus-kasus tersebut bersama kelompokmu sesuai dengan tabel berikut.

| No. | Kasus | Proses Kimia | Hal yang tidak sesuai dengan kimia hijau | Solusi yang akan kamu lakukan |
|------------|--------------|---------------------|---|--------------------------------------|
| 1. | | | | |
| 2. | | | | |
| 3. | | | | |
| 4. | | | | |

LEMBAR KERJA SISWA

KIMIA HIJAU



Nama Kelompok-

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Bentuklah kelompok dengan masing-masing kelompok terdiri atas 6 siswa! kemudian, kerjakan kegiatan berikut!



Silahkan diskusi dengan kelompok untuk menyimpulkan bersama hasil analisis dari gambar disamping!



Bacalah Artikel dengan saksama!



Palembang - Meskipun hujan sudah berhenti, sebagian besar wilayah di Palembang masih tergenang air. Selain menyebabkan kemacetan di sejumlah ruas jalan, juga sebuah sekolah dasar terpaksa meliburkan para siswanya. Guna mempercepat penurunan genangan air tersebut, sejumlah petugas Bidang Pengendalian Banjir PU Kota Palembang tampak membersihkan sampah di sejumlah parit. Sementara para pelajar SMP Nurul Aman di Jalan Selada, Sekip, terpaksa pulang cepat lantaran sekolahnya tergenang air. Begitu juga para siswa Kelas I SDN 178 terpaksa diliburkan lantaran ruang kelasnya tergenang air.

"Ini semua mungkin akibat banyak nian pembangunan serta kualitas tanah yang kurang baik sehingga terdapat genangan air yang tidak meresap. dan pula banyak sampah-sampah yang menyumbat saluran air." kata pak hanan, guru SDN 178 yang tampak kesal

Berdasarkan fenomena permasalahan dampak curah hujan tinggi dan pengolahan sampah yang belum dilakukan dengan baik pada lingkungan, coba hubungkan dengan konsep kimia hijau. Sebagai generasi Z, Bagaimana solusi kalian untuk mengurangi dampak ?

Lampiran 21. Lembar Penilaian LKS kelas kontrol dan Eksperimen

Penilaian Lembar Kerja Siswa Kelas Kontrol

| Kel. | Bekerja sama dan menjaga kekompakan kelompok | | | | Bertanggung jawab dengan tugas yang diberikan | | | | Mengikuti tata cara mengemukakan pendapat dengan baik | | | | Bekerja sama dalam memecahkan permasalahan yang terjadi | | | | Jumlah Skor | Nilai |
|------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | | | | ✓ | 14 | 87 |
| 2 | | | | ✓ | | | ✓ | | | | | ✓ | | ✓ | | | 13 | 81 |
| 3 | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | 12 | 75 |
| 4 | | | ✓ | | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | 14 | 87 |
| 5 | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | ✓ | | | ✓ | | 13 | 81 |
| 6 | | | ✓ | | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | 13 | 81 |

Penilaian Lembar Kerja Siswa Kelas Eksperimen

| Kel. | Bekerja sama dan menjaga kekompakan kelompok | | | | Bertanggung jawab dengan tugas yang diberikan | | | | Mengikuti tata cara mengemukakan pendapat dengan baik | | | | Bekerja sama dalam memecahkan permasalahan yang terjadi | | | | Jumlah Skor | Nilai |
|------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | | | ✓ | | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | 13 | 81 |
| 2 | | | | ✓ | | | ✓ | | | | | ✓ | | ✓ | | | 13 | 81 |
| 3 | | | ✓ | | | | | ✓ | | | | ✓ | | | ✓ | | 12 | 87 |
| 4 | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | | | ✓ | | 14 | 75 |
| 5 | | | | ✓ | | ✓ | | | | | | ✓ | | | ✓ | | 13 | 81 |
| 6 | | | | ✓ | | | ✓ | | | | ✓ | | | | | ✓ | 14 | 87 |

Lampiran 22. Rubrik Penilaian LKS Kelas Kontrol dan Eksperimen

Rubrik penilaian Lembar Kerja Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

| No | Aspek Penilaian | Indikator Penilaian | Skor | Kriteria |
|----|---|---|------|-------------------------------|
| 1 | Bekerja sama | 1. Semua anggota kelompok lengkap 2. Semua anggota kelompok aktif 3. Bekerja sama 4. Menjaga kompak | 4 | Jika terpenuhi empat komponen |
| | | | 3 | Jika terpenuhi tiga komponen |
| | | | 2 | Jika terpenuhi dua komponen |
| | | | 1 | Jika terpenuhi satu komponen |
| 2 | Bertanggung jawab dengan tugas yang diberikan | 1. Semua anggota kelompok ikut berdiskusi bertanggung jawab 2. Mengerjakan LKS yang diberikan 3. Mengumpulkan LKS tepat waktu 4. Mengerjakan LKS dengan teliti | 4 | Jika terpenuhi empat komponen |
| | | | 3 | Jika terpenuhi tiga komponen |
| | | | 2 | Jika terpenuhi dua komponen |
| | | | 1 | Jika terpenuhi satu komponen |

| No | Aspek Penilaian | Indikator Penilaian | Skor | Kriteria |
|----|---|--|------|-------------------------------|
| 3 | Mengikuti tata cara mengemukakan pendapat | 1. Mengemukakan pendapat dengan baik 2. Menggunakan bahasa yang jelas 3. Semua anggota kelompok berkerja dengan tertib 4. Sopan | 4 | Jika terpenuhi empat komponen |
| | | | 3 | Jika terpenuhi tiga komponen |
| | | | 2 | Jika terpenuhi dua komponen |
| | | | 1 | Jika terpenuhi satu komponen |
| 4 | Memecahkan masalah | 1. Memahami masalahnya 2. Merancang cara penyelesaiannya 3. Melaksanakan rencananya 4. Memeriksa kembali | 4 | Jika terpenuhi empat komponen |
| | | | 3 | Jika terpenuhi tiga komponen |
| | | | 2 | Jika terpenuhi dua komponen |
| | | | 1 | Jika terpenuhi satu komponen |



MODUL AJAR
KELAS EKSPERIMEN

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

| | |
|-----------------|-----------------------|
| Nama | : Fati Khatun Hidayah |
| Jenjang Sekolah | : SMA/MA |
| Nama Sekolah | : MA Fathul Hidayah |
| Tahun Ajaran | : 2023/2024 |
| Kelas/Fase | : X/E |
| Alokasi Waktu | : 2 JP |
| Pertemuan | : 1,2, dan 3 |

B. KOMPETENSI AWAL

Sebelum mempelajari materi ini, siswa diharapkan dapat memahami pengetahuan tentang pengertian dan pentingnya kimia hijau, isu-isu lingkungan disekitar, kaitan kimia hijau dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) atau *Sustainable Development Goals* (SDGs), serta keiatan yang mendukung prinsip kimia hijau

C. PROFIL PELAJAR PANCASILA (PPP)

1. Beriman, bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia “siswa dapat membentuk sikap religious melalui kimia dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kesaran Tuhan Yang Maha Esa”
2. Bernalar kritis. “siswa mampu menjawab pertanyaan yang diajukan temannya dengan logis, akurat, dan relevan” dan “siswa mampu menggali informasi tentang masalah yang dianalisis serta mampu mempertimbangkan kredibilitas (kepercayaan) sumber informasi yang digunakan”.
3. Gotong royong. “siswa terlibat aktif dalam diskusi kelompok dan membantu teman dalam menyelesaikan masalah” dan “siswa tidak saling menyela apabila ada teman yang menyampaikan pendapat serta mampu mengambil Keputusan

D. SARANA PRASARANA

1. Power Point
2. Laptop/ Hp
3. Alat Tulis
4. LKS
5. Alat dan Bahan Penelitian

E. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik yang menjadi target yaitu:

1. Siswa reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
2. Siswa dengan gaya belajar yang berbeda: audiotory, visual, kinestetik.
3. Siswa dengan pencapaian tinggi: mencerna dan memahami dengan cepat, mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan memiliki kemampuan memimpin.

F. MODEL PEMBELAJARAN

Metode pembelajaran yang digunakan pada pembelajaran ini yaitu metode praktikum interaktif.

2. KOMPONEN INTI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Siswa mampu mendeskripsikan pengertian kimia hijau dan pentingnya kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari.
2. Siswa mampu menganalisis prinsip kimia hijau.
3. Siswa mampu mengidentifikasi proses kimia dalam kehidupan sehari-hari terkait hal-hal yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau.
4. Siswa mampu menganalisis isu-isu kerusakan lingkungan yang sedang terjadi di Masyarakat
5. Siswa mampu mencari solusi terkait permasalahan lingkungan yang bertentangan dengan prinsip kimia hijau dan agenda SDGS.
6. Siswa terampil dalam praktikum pembuatan biopori dengan memanfaatkan bahan sekitar.

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

Setelah mengikuti pembelajaran ini, siswa dapat :

1. Mendeskripsikan pengertian kimia hijau dan pentingnya kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari
2. Menganalisis prinsip kimia hijau.
3. Mengidentifikasi proses kimia dalam kehidupan sehari-hari terkait hal- hal Yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau.
4. Menganalisis isu-isu kerusakan lingkungan yang sedang terjadi di Masyarakat
5. Mencari solusi dan menyusun strategi terkait permasalahan lingkungan yang bertentangan dengan prinsip kimia hijau dan agenda SDGS.
6. Menciptakan kegiatan yang mendukung prinsip kimia hijau.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

1. Apa saja proses kimia dalam kehidupan sehari-hari?
2. Isu lingkungan apa saja yang terjadi di lingkungan sekitar?

Perhatikan studi kasus berikut ini.

Warga di Desa Troso, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara, mengeluh air sungai di daerah tersebut tercemar sehingga menjadi warna-warni. Warga mengaku air sungai tersebut terkadang berwarna merah, hijau, atau biru. Warga juga mengaku sumurnya bau dan warnanya keruh.



Pertanyaan apa yang terlintas dipikiran teman-teman Ketika melihat gambar diatas?

3. Kegiatan/strategi apa saja yang bisa kalian lakukan untuk mengatasinya?

D. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1

| Tahap | Langkah | Kegiatan | Waktu |
|---------------|------------|--|----------|
| Pendahuluan | Pembukaan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 2. Guru dan peserta didik berdoa sebelum memulai Pelajaran 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik | 5 menit |
| Kegiatan Inti | | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membagikan lembar soal <i>pretest</i> 2. Peserta didik mengerjakan soal <i>pretest</i> | 70 menit |
| Penutup | Kesimpulan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mengumpulkan lembar jawab soal <i>pretest</i> 2. Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan doa penutup | 5 menit |

Pertemuan 2

| Tahap | Langkah | Kegiatan | Waktu |
|----------------------|-----------------|---|----------|
| Pendahuluan | Pembukaan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 2. Guru dan peserta didik berdoa sebelum memulai Pelajaran 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik 4. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan mengajukan pertanyaan pemantik: 5. Apa saja proses kimia dalam kehidupan sehari-hari? 6. Isu Lingkungan apa yang terjadi dilingkungan sekitar? 7. Pertanyaan apa yang muncul Ketika melihat gambar?  <ol style="list-style-type: none"> 8. Strategi/Solusi apa yang kalian bisa lakukan untuk mengatasinya? | 5 menit |
| Kegiatan Inti | Tahap persiapan | <ol style="list-style-type: none"> 8. Menetapkan tujuan praktikum. 9. Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan. 10. Mempersiapkan tempat praktikum. 11. Mempertimbangkan jumlah peserta didik dengan jumlah alat yang tersedia dan kapasitas tempat praktikum. 12. Mempersiapkan faktor keamanan dari praktikum yang akan dilakukan. 13. Mempersiapkan tata tertib dan disiplin selama praktikum. | 70 menit |

| Tahap | Langkah | Kegiatan | Waktu |
|----------------|-------------------|---|---------|
| | | 14. Membagikan LKS petunjuk dan langkah-langkah praktikum pada siswa | |
| | Tahap Pelaksanaan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Sebelum melaksanakan praktikum, peserta didik mendiskusikan persiapan dengan guru, setelah itu baru meminta keperluan praktikum (alat dan bahan). 2. Selama berlangsungnya proses pelaksanaan metode praktikum, guru perlu melakukan observasi terhadap proses praktikum yang sedang dilaksanakan baik secara menyeluruh maupun berkelompok | |
| Penutup | Tindak Lanjut | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan penugasan laporan praktikum dan presentasi untuk dikumpulkan dipertemuan selanjutnya 2. Guru memberikan apresiasi kepada peserta didik yang aktif dalam proses pembelajaran. 3. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam | 5 menit |

Pertemuan 3

| Tahap | Langkah | Kegiatan | Waktu |
|----------------------|-----------|--|----------|
| Pendahuluan | Pembukaan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 2. Guru dan peserta didik berdoa sebelum memulai Pelajaran 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik | 5 menit |
| Kegiatan Inti | | <ol style="list-style-type: none"> 1. Siswa mengumpulkan hasil laporan praktikum yang telah dilakukan. 2. Guru meminta siswa bergabung dengan kelompoknya masing-masing | 70 menit |

| Tahap | Langkah | Kegiatan | Waktu |
|----------------|------------|--|---------|
| | | <ol style="list-style-type: none"> 3. Guru meminta siswa mempresentasikan hasil laporan yang telah dibuat secara berkelompok yang telah ditentukan. 4. Siswa secara bergantian maju kedepan untuk mempresentasikan hasil praktikum dan kelompok lain memberikan tanggapan atau pertanyaan. 5. Guru memberikan saran atau masukan terhadap kelompok yang presentasi. | |
| Penutup | Kesimpulan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengevaluasi kegiatan pada pertemuan ini dan memberikan eremuan singkat 2. Guru memberitahukan untuk mempersiapkan diri karena akan diadakan posttest. 3. Guru menutup pembelajaran dengan salam dan doa Bersama. | 5 menit |

Pertemuan 4

| Tahap | Langkah | Kegiatan | Waktu |
|----------------------|------------|--|----------|
| Pendahuluan | Pembukaan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 2. Guru dan peserta didik berdoa sebelum memulai Pelajaran 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik | 5 menit |
| Kegiatan Inti | | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membagikan lembar soal <i>posttest</i> 2. Peserta didik mengerjakan soal <i>posttest</i> | 70 menit |
| Penutup | Kesimpulan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mengumpulkan lembar jawab soal <i>posttest</i> 2. Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan doa penutup | 5 menit |

E. ASSESMENT

a. Instrumen Assesmen Kognitif

Assesmen kognitif dilakukan melalui tes tertulis. Tes yang digunakan berupa tes berpikir kritis yang akan digunakan sebagai *pretest* dan *posttest*.

b. Instrumen Keterampilan : Penilaian ini menggunakan lembar penilaian praktikum

3. LAMPIRAN

A. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

a. Pengayaan

1. Apa saja proses kimia yang terjadi dalam rumah maupun lingkungan sekitar rumah kalian?
2. Sebutkan target SDGs!
3. Berikan contoh isu sosial dan kaitkan dengan salah satu tujuan SDGs!

b. Remedial

1. Berikan contoh kegiatan yang mendukung prinsip kimia hijau!
2. Bagaimana keterkaitan kimia hijau dengan SDGs?
3. Berikan contoh penerapan kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari!

B. REFLEKSI

Refleksi bagi peserta didik dengan menjawab pertanyaan refleksi berikut ini:

| No. | Informasi yang diharapkan | Pertanyaan | Jawaban |
|-----|--|---|---------|
| 1. | Mengetahui apa yang dipahami setelah pembelajaran? | Apa yang sudah dipelajari pada pembelajaran ini? | |
| 2. | Mengetahui pertanyaan saat pembelajaran berlangsung dan belum terjawab hingga akhir pembelajaran | Apa saja yang muncul dan belum didapatkan jawabannya selama pembelajaran berlangsung? | |

Refleksi bagi guru

| No | Informasi yang diharapkan | Pertanyaan | Jawaban |
|----|---|---|---------|
| 1. | Mengetahui kesesuaian antara tujuan pembelajaran dengan materi yang disampaikan | Apakah materi pembelajaran sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran? | |

| No | Informasi yang diharapkan | Pertanyaan | Jawaban |
|----|-------------------------------------|---|---------|
| 2. | Mengetahui kesesuaian alokasi waktu | Apakah alokasi waktu pembelajaran sudah sesuai dengan yang direncanakan? | |
| 3. | Mengetahui efektivitas pembelajaran | Apakah pembelajaran dengan menggunakan metode praktikum interaktif efektif diterapkan pada pembelajaran hari ini? | |

C. MATERI PEMBELAJARAN

Kimia Hijau (*Green Chemistry*) adalah desain produk dan proses kimia yang berupaya mengurangi atau menghilangkan penggunaan zat berbahaya. Kimia hijau berlaku untuk seluruh siklus hidup produk kimia, termasuk desain, manufaktur, penggunaan, dan pembuangan akhir. Kimia Hijau dikenal juga sebagai Kimia Berkelanjutan (*Sustainable Chemistry*). Dalam hal ini, Kimia Hijau merupakan konsep dan pemikiran mengenai kimia untuk menyelamatkan lingkungan dari pencemaran. Kimia Hijau bukanlah cabang ilmu kimia baru, namun merupakan cara pandang atau strategi dalam kaitannya dengan pemanfaatan kimia.

Reaksi kimia merupakan proses perubahan yang terjadi bila satu senyawa berubah atau bereaksi dengan senyawa atau unsur lain menghasilkan senyawa atau unsur yang baru. Secara molekuler proses kimia selalu disimbolkan dengan persamaan. Ternyata proses kimia tidak selamanya menakutkan kita. Ada proses kimia yang baik, bermanfaat, dan aman bagi lingkungan. Proses kimia ini akan menjaga bumi kita tetap lestari, aman, dan sejahtera, demikian pula lingkungan akan tetap terjaga. Proses kimia seperti ini dikenal sebagai reaksi kimia hijau.

Prinsip kimia hijau pertama kali dicetuskan oleh Paul Anastas pada tahun 1998 sebagai *Father of Green Chemistry* bersama John Warner. Prinsip kimia hijau sangat memberikan kontribusi terhadap pelestarian lingkungan. 12 prinsip-prinsip kimia hijau sebagai berikut:

1. *Prevention* (Pencegahan).

Lebih baik mencegah timbulan limbah daripada mengolahnya

2. *Atom Economy* (Ekonomi Atom).

Metode sintesis harus dirancang untuk memaksimalkan penggabungan semua bahan

baku yang digunakan dalam proses menjadi produk akhir.

3. *Less Hazardous Chemical Syntheses* (Sintesis Bahan Kimia Kurang Berbahaya).
Jika memungkinkan, metode sintesis harus dirancang untuk menggunakan dan menghasilkan zat yang memiliki sedikit atau tidak ada toksisitas/ potensi bahaya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.
4. *Designing Safer Chemicals* (Merancang Bahan Kimia Yang Lebih Aman). Produk kimia harus dirancang untuk mempengaruhi fungsi yang diinginkan sambil meminimalkan toksisitasnya.
5. *Safer Solvents and Auxiliaries* (Pelarut dan Auxiliaries yang Lebih Aman).
Penggunaan zat tambahan (misalnya, pelarut, zat pemisah, dll.) bilamana mungkin dihindari dan tidak berbahaya bila digunakan.
6. *Design for Energy Efficiency* (Merancang untuk Efisiensi Energi).
Penggunaan energi dari proses kimia harus diminimalkan. Jika memungkinkan, metode sintesis harus dilakukan pada suhu dan tekanan rendah.
7. *Use of Renewable Feedstocks* (Penggunaan Bahan Baku Terbarukan).
Bahan mentah atau bahan baku harus dapat diperbarui daripada menghabiskan bahan yang tak dapat diperbarui, yang secara teknis dan ekonomis dapat dilakukan.
8. *Reduce Derivatives* (Mengurangi Derivatif)
Derivatisasi yang tidak perlu (penggunaan gugus pemblokiran, perlindungan / deproteksi, modifikasi sementara proses fisik / kimia) harus diminimalkan atau dihindari jika mungkin, karena langkah-langkah tersebut memerlukan reagen tambahan dan mengakibatkan pemborosan.
9. *Catalysis* (Katalisis).
Reagen katalitik (selektif mungkin) lebih unggul daripada reagen stoikiometri.
10. *Design for Degradation* (Desain untuk Degradasi).
Produk-produk kimia harus dirancang sedemikian rupa sehingga pada akhir fungsi mereka akan terurai menjadi produk degradasi yang tidak berbahaya dan tidak persisten di lingkungan.
11. *Real-time analysis for Pollution Prevention* (Analisis real-time untuk Pencegahan Polusi).
Metodologi analitis perlu dikembangkan lebih lanjut untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses secara real-time.
12. *Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention* (Bahan Kimia yang bersifat Lebih Aman untuk Pencegahan Kecelakaan).
Zat dan bentuk zat yang digunakan dalam proses kimia harus dipilih untuk meminimalkan potensi kecelakaan kimia, termasuk pelepasan ke lingkungan, ledakan,

dan kebakaran.

Sustainable development goals (SDGs) atau tujuan pembangunan berkelanjutan adalah agenda dengan tujuan untuk menyejahterakan masyarakat di dunia. SDGs disusun untuk menjawab tuntutan kepemimpinan dunia disusun oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) dalam mengatasi kemiskinan, kesenjangan sosial, dan perubahan iklim. Yang merupakan suatu rencana aksi global yang disepakati oleh para pemimpin dunia, termasuk Indonesia. Agenda ini melibatkan 194 negara, civil society, dan berbagai pelaku ekonomi di seluruh dunia. Adapun program yang terdiri atas 17 tujuan dan 169 target yang diharapkan dapat dicapai pada tahun 2030. Disusun sejak 25 September 2015, tujuan SDGs adalah meliputi tiga dimensi, mulai dari lingkungan, sosial, dan ekonomi. Harapannya, seluruh agenda internasional ini dapat tercapai pada tahun 2030. Salah satu peran kimia hijau adalah mendukung 17 agenda pembangunan berkelanjutan hingga tahun 2030 yang dicanangkan PBB.



D. GLOSARIUM

1. Kimia Hijau (*Green Chemistry*): desain produk dan proses kimia yang berupaya mengurangi atau menghilangkan penggunaan zat berbahaya.
2. Reaksi kimia: proses perubahan yang terjadi bila satu senyawa berubah atau bereaksi dengan senyawa atau unsur lain menghasilkan senyawa atau unsur yang baru.
3. *Sustainable development goals* (SDGs): agenda dengan tujuan pembangunan berkelanjutan untuk menyejahterakan masyarakat di dunia.

E. DAFTAR PUSTAKA

Sudarmo, Unggul. 2021 kimia SMA/MA Kelas X. Jakarta: PT. Penerbit Erlangga
 Tim penyusun. Modul Belajar Praktis Ilmu Pengetahuan Alam Untuk SMA/MA Kelas X Semester

Modul Ajar Kimia Hijau



Tahun Pelajaran
2024-2025

Fati Khatun Hidayah

MODUL AJAR
KELAS KONTROL

1. INFORMASI UMUM

A. IDENTITAS MODUL

| | |
|-----------------|-----------------------|
| Nama | : Fati Khatun Hidayah |
| Jenjang Sekolah | : SMA/MA |
| Nama Sekolah | : MA Fathul Hidayah |
| Tahun Ajaran | : 2023/2024 |
| Kelas/Fase | : X/E |
| Mata Pelajaran | : Kimia |
| Materi Pokok | : Kimia Hijau |
| Alokasi Waktu | : 6 JP |
| Pertemuan | : 1,2, dan 3 |

B. KOMPETENSI AWAL

Sebelum mempelajari materi ini, siswa diharapkan dapat memahami pengetahuan tentang pengertian dan pentingnya kimia hijau, isu-isu lingkungan disekitar, kaitan kimia hijau dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) atau *Sustainable Development Goals* (SDGs), serta kegiatan yang mendukung prinsip kimia hijau

C. PROFIL PELAJAR PANCASILA (PPP)

1. Beriman, bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia “siswa dapat membentuk sikap religious melalui kimia dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam serta mengagungkan kesaran Tuhan Yang Maha Esa”
2. Bernalar kritis. “siswa mampu menjawab pertanyaan yang diajukan temannya dengan logis, akurat, dan relevan” dan “siswa mampu menggali informasi tentang masalah yang dianalisis serta mampu mempertimbangkan kredibilitas (kepercayaan) sumber informasi yang digunakan”.
3. Gotong royong. “siswa terlibat aktif dalam diskusi kelompok dan membantu teman dalam menyelesaikan masalah” dan “siswa tidak saling menyela apabila ada teman yang menyampaikan pendapat serta mampu mengambil keputusan”

D. SARANA PRASARANA

1. Power Point
2. Laptop/Hp

3. Alat Tulis

E. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik yang menjadi target yaitu:

1. Siswa regular/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
2. Siswa dengan gaya belajar yang berbeda: audiotory, visual, kinestetik.
3. Siswa dengan pencapaian tinggi: mencerna dan memahami dengan cepat, mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan memiliki kemampuan memimpin.

F. MODEL PEMBELAJARAN

Model pembelajaran yang digunakan pada pembelajaran ini yaitu model konvensional.

4. KOMPONEN INTI

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Siswa mampu mendeskripsikan pengertian kimia hijau dan pentingnya kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari.
2. Siswa mampu menganalisis prinsip kimia hijau.
3. Siswa mampu mengidentifikasi proses kimia dalam kehidupan sehari-hari terkait hal-hal yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau.
4. Siswa mampu menganalisis isu-isu kerusakan lingkungan yang sedang terjadi di Masyarakat
5. Siswa mampu mencari solusi terkait permasalahan lingkungan yang bertentangan dengan prinsip kimia hijau dan agenda SDGS.
6. Siswa mengetahui penulisan lambang unsur kimia dan mampu menyetarakan reaksi kimia

B. PEMAHAMAN BERMAKNA

Setelah mengikuti pembelajaran ini, siswa dapat :

1. Mendeskripsikan pengertian kimia hijau dan pentingnya kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari
2. Menganalisis prinsip kimia hijau.
3. Mengidentifikasi proses kimia dalam kehidupan sehari-hari terkait hal-hal Yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau.
4. Menganalisis isu-isu kerusakan lingkungan yang sedang terjadi di Masyarakat
5. Mencari solusi dan menyusun strategi terkait permasalahan lingkungan yang bertentangan dengan prinsip kimia hijau dan agenda SDGS.
6. Mengetahui penulisan lambang unsur kimia dan penyetaraan reaksi kimia.

C. PERTANYAAN PEMANTIK

1. Apa yang kalian pikirkan tentang kimia? Apakah kalian tahu bahwa setiap hari kalian menggunakan bahan-bahan kimia? Apakah semua yang berhubungan dengan kimia itu berbahaya?
2. Apa itu kimia hijau? Seberapa penting kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari?
3. Apa saja prinsip kimia hijau? Bagaimana penerapan prinsip kimia hijau dalam mendukung upaya pelestarian lingkungan?
4. Pernakah kalian menemukan proses kimia yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau?
5. Kegiatan apa saja yang bisa kalian lakukan untuk mendukung prinsip kimia hijau?

D. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1

| Tahap | Kegiatan | Waktu |
|----------------------|--|-------------|
| Pendahuluan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 2. Guru dan peserta didik berdoa sebelum memulai Pelajaran 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik | 5 menit |
| Kegiatan Inti | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membagikan lembar soal <i>pretest</i> 2. Peserta didik mengerjakan soal <i>pretest</i> | 70 menit |
| Penutup | <ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mengumpulkan lembar jawab soal <i>pretest</i> 2. Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan doa penutup | 5 menit |

Pertemuan 2

| Tahap | Kegiatan | Waktu |
|--------------------|---|---------|
| Pendahuluan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pembelajaran dengan mengucapkan salam dan doa Bersama 2. Guru melakukan presensi kehadiran siswa. 3. Guru memberikan pertanyaan pemantik pada siswa | 5 menit |

| Tahap | Kegiatan | Waktu |
|----------------------|---|----------|
| Kegiatan Inti | 15. Guru menjelaskan materi terkait materi kimia hijau 16. Guru meminta siswa untuk membentuk kelompok yang berisi 6 orang dengan cara berhitung 17. Guru membagikan Lembar Kerja Siswa (LKS) untuk didiskusikan dengan kelompok masing-masing terkait materi kimia hijau. 18. Guru membimbing siswa secara bergantian setiap kelompok | 70 menit |
| Penutup | 1. Guru memberikan apresiasi kepada peserta didik yang aktif dalam proses pembelajaran. 2. Guru menutup pembelajaran dengan mengucapkan salam | 5 menit |

Pertemuan 3

| Tahap | Kegiatan | Waktu |
|----------------------|--|----------|
| Pendahuluan | 1. Guru menyampaikan salam dan menyapa peserta didik 2. Guru dan peserta didik berdoa sebelum memulai Pelajaran 3. Guru mengecek kehadiran peserta didik | 5 menit |
| Kegiatan Inti | 1. Guru membagikan lembar soal <i>posttest</i> 2. Peserta didik mengerjakan soal <i>posttest</i> | 70 menit |
| Penutup | 1. Peserta didik mengumpulkan lembar jawab soal <i>posttest</i> 2. Guru dan peserta didik mengucapkan salam dan doa penutup | 5 menit |

E. ASSESMENT

Assesmen sikap berupa penilaian Lembar Kerja Siswa (LKS) dan Assesmen kognitif dilakukan melalui tes tertulis berupa *pretest* dan *posttest*.

3. LAMPIRAN

A. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

a. Pengayaan

1. Apa saja proses kimia yang terjadi dalam rumah maupun lingkungan sekitar rumah kalian?
2. Sebutkan target SDGs!
3. Berikan contoh isu sosial dan kaitkan dengan salah satu tujuan SDGs!

b. Remedial

1. Berikan contoh kegiatan yang mendukung prinsip kimia hijau!
2. Bagaimana keterkaitan kimia hijau dengan SDGs?
3. Berikan contoh penerapan kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari!

B. REFLEKSI

Refleksi bagi peserta didik dengan menjawab pertanyaan refleksi berikut ini:

| No. | Informasi yang diharapkan | Pertanyaan | Jawaban |
|-----|--|---|---------|
| 1. | Mengetahui apa yang dipahami setelah pembelajaran? | Apa yang sudah dipelajari pada pembelajaran ini? | |
| 2. | Mengetahui pertanyaan saat pembelajaran berlangsung dan belum terjawab hingga akhir pembelajaran | Apa saja yang muncul dan belum didapatkan jawabannya selama pembelajaran berlangsung? | |

Refleksi bagi guru

| No | Informasi yang diharapkan | Pertanyaan | Jawaban |
|----|---|--|---------|
| 1. | Mengetahui kesesuaian antara tujuan pembelajaran dengan materi yang disampaikan | Apakah materi pembelajaran sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran? | |
| 2. | Mengetahui kesesuaian alokasi waktu | Apakah alokasi waktu pembelajaran sudah sesuai dengan yang direncanakan? | |

| No | Informasi yang diharapkan | Pertanyaan | Jawaban |
|----|-------------------------------------|---|---------|
| 3. | Mengetahui efektivitas pembelajaran | Apakah pembelajaran dengan menggunakan metode praktikum interaktif efektif diterapkan pada pembelajaran hari ini? | |

C. MATERI PEMBELAJARAN

Kimia Hijau (*Green Chemistry*) adalah desain produk dan proses kimia yang berupaya mengurangi atau menghilangkan penggunaan zat berbahaya. Kimia hijau berlaku untuk seluruh siklus hidup produk kimia, termasuk desain, manufaktur, penggunaan, dan pembuangan akhir. Kimia Hijau dikenal juga sebagai Kimia Berkelanjutan (*Sustainable Chemistry*). Dalam hal ini, Kimia Hijau merupakan konsep dan pemikiran mengenai kimia untuk menyelamatkan lingkungan dari pencemaran. Kimia Hijau bukanlah cabang ilmu kimia baru, namun merupakan cara pandang atau strategi dalam kaitannya dengan pemanfaatan kimia.

Reaksi kimia merupakan proses perubahan yang terjadi bila satu senyawa berubah atau bereaksi dengan senyawa atau unsur lain menghasilkan senyawa atau unsur yang baru. Secara molekuler proses kimia selalu disimbolkan dengan persamaan. Ternyata proses kimia tidak selamanya menakutkan kita. Ada proses kimia yang baik, bermanfaat, dan aman bagi lingkungan. Proses kimia ini akan menjaga bumi kita tetap lestari, aman, dan sejahtera, demikian pula lingkungan akan tetap terjaga. Proses kimia seperti ini dikenal sebagai reaksi kimia hijau.

Prinsip kimia hijau pertama kali dicetuskan oleh Paul Anastas pada tahun 1998 sebagai *Father of Green Chemistry* bersama John Warner. Prinsip kimia hijau sangat memberikan kontribusi terhadap pelestarian lingkungan. 12 prinsip-prinsip kimia hijau sebagai berikut:

1. *Prevention* (Pencegahan).

Lebih baik mencegah timbulan limbah daripada mengolahnya

2. *Atom Economy* (Ekonomi Atom).

Metode sintesis harus dirancang untuk memaksimalkan penggabungan semua bahan baku yang digunakan dalam proses menjadi produk akhir.

3. *Less Hazardous Chemical Syntheses* (Sintesis Bahan Kimia Kurang Berbahaya).

Jika memungkinkan, metode sintesis harus dirancang untuk menggunakan dan menghasilkan zat yang memiliki sedikit atau tidak ada toksisitas/ potensi bahaya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.

4. *Designing Safer Chemicals* (Merancang Bahan Kimia Yang Lebih Aman). Produk kimia harus dirancang untuk mempengaruhi fungsi yang diinginkan sambil meminimalkan toksisitasnya.
5. *Safer Solvents and Auxiliaries* (Pelarut dan Auxiliaries yang Lebih Aman). Penggunaan zat tambahan (misalnya, pelarut, zat pemisah, dll.) bilamana mungkin dihindarkan dan tidak berbahaya bila digunakan.
6. *Design for Energy Efficiency* (Merancang untuk Efisiensi Energi). Penggunaan energi dari proses kimia harus diminimalkan. Jika memungkinkan, metode sintesis harus dilakukan pada suhu dan tekanan rendah.
7. *Use of Renewable Feedstocks* (Penggunaan Bahan Baku Terbarukan). Bahan mentah atau bahan baku harus dapat diperbarui daripada menghabiskan bahan yang tak dapat diperbarui, yang secara teknis dan ekonomis dapat dilakukan.
8. *Reduce Derivatives* (Mengurangi Derivatif). Derivatisasi yang tidak perlu (penggunaan gugus pemblokiran, perlindungan / deproteksi, modifikasi sementara proses fisik / kimia) harus diminimalkan atau dihindari jika mungkin, karena langkah-langkah tersebut memerlukan reagen tambahan dan mengakibatkan pemborosan.
9. *Catalysis* (Katalisis). Reagen katalitik (selektif mungkin) lebih unggul daripada reagen stoikiometri.
10. *Design for Degradation* (Desain untuk Degradasi). Produk-produk kimia harus dirancang sedemikian rupa sehingga pada akhir fungsi mereka akan terurai menjadi produk degradasi yang tidak berbahaya dan tidak persisten di lingkungan.
11. *Real-time analysis for Pollution Prevention* (Analisis real-time untuk Pencegahan Polusi). Metodologi analitis perlu dikembangkan lebih lanjut untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses secara real-time.
12. *Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention* (Bahan Kimia yang bersifat Lebih Aman untuk Pencegahan Kecelakaan). Zat dan bentuk zat yang digunakan dalam proses kimia harus dipilih untuk meminimalkan potensi kecelakaan kimia, termasuk pelepasan ke lingkungan, ledakan, dan kebakaran.

Sustainable development goals (SDGs) atau tujuan pembangunan berkelanjutan adalah agenda dengan tujuan untuk menyejahterakan masyarakat di

dunia. SDGs disusun untuk menjawab tuntutan kepemimpinan dunia disusun oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) dalam mengatasi kemiskinan, kesenjangan sosial, dan perubahan iklim. Yang merupakan suatu rencana aksi global yang disepakati oleh para pemimpin dunia, termasuk Indonesia. Agenda ini melibatkan 194 negara, civil society, dan berbagai pelaku ekonomi di seluruh dunia. Adapun program yang terdiri atas 17 tujuan dan 169 target yang diharapkan dapat dicapai pada tahun 2030. Disusun sejak 25 September 2015, tujuan SDGs adalah meliputi tiga dimensi, mulai dari lingkungan, sosial, dan ekonomi. Harapannya, seluruh agenda internasional ini dapat tercapai pada tahun 2030. Salah satu peran kimia hijau adalah mendukung 17 agenda pembangunan berkelanjutan hingga tahun 2030 yang dicanangkan PBB.



D. GLOSARIUM

1. Kimia Hijau (*Green Chemistry*): desain produk dan proses kimia yang berupaya mengurangi atau menghilangkan penggunaan zat berbahaya.
2. Reaksi kimia: proses perubahan yang terjadi bila satu senyawa berubah atau bereaksi dengan senyawa atau unsur lain menghasilkan senyawa atau unsur yang baru.
3. *Sustainable development goals* (SDGs): agenda dengan tujuan pembangunan berkelanjutan untuk menyejahterakan masyarakat di dunia.

E. DAFTAR PUSTAKA

Sudarmo, Unggul. 2021 kimia SMA/MA Kelas X. Jakarta: PT. Penerbit Erlangga

Tim penyusun. Modul Belajar Praktis Ilmu Pengetahuan Alam Untuk SMA/MA Kelas X Semester 1

Lampiran 25. Soal Pretest dan Posttest**SOAL TES KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
MA FATHUL HIDAYAH LAMONGAN**

Mata Pelajaran : Kimia
Kelas : X
Materi : Kimia Hijau
Tahun Ajaran : 2023/2024

Petunjuk Pengisian:

1. Isikanlah identitas anda (nama, kelas dan nomor absen).
2. Bacalah semua pertanyaan dengan teliti.
3. Bacalah doa terlebih dahulu sebelum mulai mengerjakan.

Jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini dengan benar dan teliti!**Perhatikan teks berikut dengan cermat untuk menjawab soal nomor 1 dan 2!**

BANDUNG, KOMPAS Tingkat polusi udara di Kota Bandung berada di atas ambang batas normal. Hal ini berpotensi menurunkan produktivitas dan kualitas kesehatan warga. "Tingkat polusi ini cenderung meningkat dari tahun ke tahun, sekitar 10-20 persen per tahun, seiring pertambahan jumlah kendaraan bermotor. Hal ini dipandang sebagai hal serius yang mendesak diperbaiki," kata ahli polusi udara dari Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung, Puji Lestari, di Bandung, Selasa (21/9). Tiga daerah dengan konsentrasi gas berbahaya di Kota Bandung adalah Jalan Merdeka, Jalan Asia-Afrika, dan jalan Pasteur Rata-rata konsentrasi gas berbahaya karbon monoksida (CO) 9-15 part per million (ppm). Padahal ambang batas CO seharusnya di bawah 9 ppin. Penyebab tingginya konsentrasi gas berbahaya salah satunya banyak kendaraan bermotor yang melintas tanpa didukung ketersediaan jalan. Hal itu menimbulkan kemacetan sehingga pembakaran bahan bakar tidak optimal. Pembakaran yang tidak optimal tersebut menghasilkan CO dan apabila dibiarkan akan mudah terpapar dalam darah bercampur dengan hemoglobin sel darah merah dan menjadi HbCO. Bertambahnya kadar HbCO yang tinggi menyebabkan fungsi pengangkutan oksigen dalam darah terhambat. Bahkan, CO dapat menimbulkan kematian bila kandungan di dalam darahnya sangat tinggi. Oleh karena itu, Puji berharap agar rekayasa lalu lintas dengan mengoptimalkan angkutan massal segera diwujudkan. Hal tersebut guna mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap kendaraan pribadi. "Pengahijauan mungkin membantu mengurangi polusi udara, tetapi tidak cukup

ampuh memperkecil risiko terpapar gas berbahaya," kata Puji

Guru Besar Sipil Transportasi ITB Ofyar 2 Tamin mengatakan bahwa sistem transportasi terpadu harus segera digagas dan diwujudkan. Hal ini untuk memberikan rasa nyaman dan aman bagi masyarakat, la khawatir, bila itu tidak dibenahi, dalam waktu lima tahun ke depan, Bandung akan penuh kemacetan yang akan merugikan segala sendi kehidupannya. Ofyar menjelaskan rekayasa lalu lintas bukan sekadar memperbaiki jalan karena hal itu justru meningkatkan ketergantungan pada penggunaan kendaraan bermotor. Kualitas jalan raya yang semakin bagus, semakin banyak pengguna kendaraan bermotor pribadi. Indikasi semakin banyaknya motor yang terjual seharusnya menjadi bahan evaluasi dan bukti keberadaan transportasi publik di Kota Bandung sangat buruk "Selama ini masyarakat berusaha menyelamatkan diri mereka sendiri dengan menggunakan kendaraan pribadi. Aktivitas mereka tidak mau terhambat karena terganggu arus transportasi. Padahal, pandangan seperti itu justru semakin memperbesar konsentrasi gas berbahaya. Pemkot harus bisa melihat hal ini sebagai kritik untuk memperbaiki keadaan sebelum terlambat," ujar Ofyar

1. Rumuskan 3 permasalahan utama dari wacana di atas!
2. Uraikan penyebab permasalahan utama tersebut!

Perhatikan teks berikut dengan cermat!

Lahan di Indonesia Sebagian besar sudah masuk kedalam lahan kritis. Padahal tanah atau lahan merupakan salah satu penopang kehidupan bagi manusia dan makhluk hidup lainnya, karena tanah adalah media utama untuk tumbuh. Jika tanah tercemar, tanaman juga tercemar dan manusia maupun hewan yang mengkonsumsi hasil dari tanaman tersebut juga akan mendapat dampak negatifnya. Pada umumnya pencemaran tanah sering terjadi karena penggunaan pestisida secara terus menerus. Hal tersebut secara langsung dapat menjadikan lahan/Tanah menjadi rusak. Berdasarkan permasalahan tersebut, Adapun beberapa Solusi yang ditawarkan dalam masalah pencemaran tanah adalah dengan remediasi dan bioremediasi. Selain itu, Adapun Solusi lainnya yaitu, petani dianjurkan untuk tidak menggunakan bahan-bahan kimia seperti pestisida melainkan menggunakan pupuk organic, mengadakan pembersihan lahan pertanian secara rutin, melakukan system 3R (dalam system ini jika sampah yang masih dengan kondisi baik serta dapat diolah tidak dibuang terlebih dahulu), melainkan program reboisasi atau penanaman Kembali untuk membantu kesuburan tanah agar kembali terjaga.

3. Berdasarkan Solusi-solusi yang ditawarkan diatas, Solusi manakah yang paling tepat untuk memperbaiki lahan/tanah yang sudah tercemar dan berikan alasannya!

Perhatikan teks berikut dengan cermat untuk menjawab soal nomor 4!

Polusi udara menjadi ancaman serius bagi kehidupan manusia, salah satu penyebab polusi udara yaitu bertambahnya jumlah kendaraan dan pengurangan penghijauan. Kendaraan yang masih menggunakan mesin pembakaran akan menghasilkan emisi karbon dioksida yang berlebihan tentu menyebabkan pencemaran. Berdasarkan permasalahan tersebut, muncul sebuah alternatif kendaraan yang menggunakan Listrik dengan tujuan untuk mengurangi emisi karbon dioksida. Adanya kendaraan Listrik tentu Tingkat emisi akan berkurang, polusi hanya akan berasal dari pembangkit Listrik dan tidak berasal dari kendaraan langsung. Kendaraan Listrik memang secara umum menguntungkan jika dibandingkan dengan kendaraan yang masih menggunakan mesin pembakaran, mulai dari emisi yang jauh lebih sedikit dan harga lebih murah. Namun, apabila penggunaan kendaraan Listrik semakin banyak tanpa adanya penyesuaian lingkungan, maka akan terjadi ancaman serius bagi kehidupan.

4. Uraikan ancaman serius apa yang akan terjadi serta alasannya dan cara mengurangi ancamannya!

Perhatikan teks wacana berikut untuk menjawab soal nomor 5!

Efek rumah kaca dapat terjadi secara alami maupun buatan karena akibat pencemaran. Efek rumah kaca yang terjadi karena adanya pencemaran udara yang disebabkan oleh gas-gas rumah kaca seperti CO₂: yang berlebihan. Gas CO₂ dengan kadar 0,033% di udara akan bermanfaat bagi tumbuhan, tetapi jika melebihi 0,033% akan menimbulkan dampak negatif. Gas ini dapat menyerap panas sehingga dapat meningkatkan suhu permukaan bumi. Adapun cara yang dapat digunakan untuk menanggulangi pencemaran udara yaitu melakukan penghijauan dan reboisasi serta membuat jalur hijau di kota-kota besar, memasang penyaring udara pada cerobong asap pabrik, menetapkan kawasan industri yang jauh dari kawasan pemukiman warga, serta melakukan pengawasan yang ketat terhadap hutan yang rawan terbakar dan melarang masyarakat membakar semak belukar di sekitar hutan guna membuka lahan pertanian.

5. Berikan alasan apakah solusi diatas dapat mengatasi permasalahan tersebut dan solusi apa yang sebaiknya dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut?
6. Sania melakukan pengamatan terhadap tiga ekor ikan dimasukkan ke dalam gelas berisi air yang diberi perlakuan berbeda dengan memperoleh hasil berikut.

| Kondisi air | Kondisi ikan |
|-------------|--|
| Air sumur | Berenang, bernapas normal, dan ikan hidup normal |

| | |
|-------------------------|--|
| Air limbah pabrik | Kesulitan bernapas, kejang-kejang, dan mati didasar gelas |
| Air limbah rumah tangga | Kejang-kejang, pingsan didasar gelas, dan mati dipermukaan air |

Hasil dari ketiga jenis air yang diberi perlakuan, simpulkan hubungan antara kondisi ikan dengan Tingkat pencemaran air!

Perhatikan teks berikut untuk menjawab soal nomor 7 dan 8!

Plastik dari singkong

Singkong ternyata bisa menjadi penyelamat lingkungan dari menumpuknya sampah plastik, Plastik berbahan baku singkong sudah mulai diproduksi sekitar dua tahun lalu oleh pabrik Sinar Jaya Plastindo, di desa Parangjoro, Grogol, Sukaharja, Jawa Tengah. Saat mengikuti pameran Hari Lingkungan Hidup Sedunia Tingkat Jawa Tengah di Pantai Bandengan, Kamis (9/8), Whelly Sujono, direktur Sinar Jaya Plastindo, memaparkan bahwa sebelum diproduksi massal, pihaknya telah melakukan riset selama lima tahun terkait ketersediaan bahan baku dan keamanannya. Pabrik Sinar Jaya Plastindo bekerja sama dengan petani setempat sebagai pemasok bahan baku. Pada proses pengolahan, singkong terlebih dahulu dijadikan tepung kemudian dicampur biji plastik dengan komposisi 80% singkong dan 20% biji plastik. Selanjutnya diproduksi menjadi kantong plastik berukuran sekitar 30 cm x 15 cm dan kantong sampah. Produk plastik dengan tepung singkong ini dipilih karena mudah terurai oleh air dan mikroba dalam kurun waktu enam bulan, sehingga ketika terurai akan terbebas dari segala bahaya.

Sumber: <https://jatengprov.go.id/publik/ramah-lingkungan-plastik-dari-singkong-diproduksi-massal/>

7. Pembuatan plastik dari singkong dipilih karena mudah terurai oleh air dan mikroba. Apakah teknologi dalam pembuatan plastik dari singkong sudah menerapkan kimia hijau? Jelaskan!
8. Uraikan prinsip kimia hijau apa saja yang berkaitan dengan teks di atas dan apa yang kamu lakukan apabila di daerah kamu terdapat sumber daya yang melimpah seperti kasus di atas?

Perhatikan teks wacana berikut untuk menjawab soal nomor 9!

Tahun 2021 Tercatat Sebagai Rekor Suhu Laut Tertinggi

Satu lagi dampak pemanasan global nampak secara nyata. Suhu air laut kembali meningkat dalam setahun terakhir. Tahun 2021 bahkan tercatat sebagai tahun dengan rata-rata suhu air laut tertinggi dalam sejarah. Jumlah panas yang diserap oleh lautan sangat besar. Harapan para peneliti

akan penurunan suhu di tahun 2021 karena menurunnya aktivitas selama pandemi, ternyata hanya angan-angan. laju pemanasan global dan perubahan iklim tetap sulit terbendung. “Suhu lautan semakin konsisten meningkat dan merata di seluruh dunia yang merupakan indikator primer akan perubahan iklim”. Ujar pakar perubahan iklim *National Center for Atmospheric Research*, Colorado, Kevin Trenberth, seperti dilansir dari *theguardian.com*, Kamis (13/1). Ia mengatakan penyebab utama peningkatan suhu air laut tersebut tidak lain adalah akibat aktivitas manusia. Meski tak sebanyak yang dilakukan di daratan, laut juga tetap terdampak dari peningkatan suhu di atmosfer. Peningkatan suhu air laut tidak bisa dianggap remeh. Selain mengganggu ekosistem laut, juga berkontribusi pada kemunculan fenomena alam yang membahayakan seperti badai, angin topan, hingga meningkatnya curah hujan. Salah satu yang paling dikhawatirkan juga adalah semakin cepat melelehnya es di Greenland dan Antartika. Hal itu akan menyebabkan peningkatan tinggi permukaan laut yang sangat cepat.

9. Uraikan penyebab isu global tersebut dapat terjadi! Bagaimana hubungan antara kimia hijau dengan isu pemanasan global? Rumuskan upaya yang bisa kamu lakukan untuk mencegah permasalahan global tersebut!

Perhatikan teks wacana berikut untuk menjawab soal nomor 10!

Sampah plastik selalu menjadi masalah utama dalam pencemaran lingkungan baik pencemaran tanah maupun air. Sifat sampah plastik tidak mudah terurai, proses pengolahannya menimbulkan toksik dan bersifat karsinogenik, butuh waktu sampai ratusan tahun sampah plastik terurai secara alami. Terkait pencemaran di air, Indonesia merupakan penghasil sampah plastik terbesar kedua di dunia. Penelitian dari UC Davis dan Universitas Hasanuddin yang dilakukan di pasar Pantera Makassar menunjukkan 23% sampel ikan yang diambil memiliki kandungan plastik diperutnya. Jika diolah dengan baik sampah plastik daur ulang dapat menghasilkan keuntungan sebesar Rp. 16.379.472 per bulan dari produksi 48 ton sampah plastik. Pemerintah pusat maupun daerah melakukan berbagai upaya untuk dapat mengurangi dampak negatif sampah plastik. Seperti yang dilakukan di Bali, tepatnya Kabupaten Badung, yang melakukan pengolahan sampah menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM). Begitu juga kota Surabaya, diluncurkan Suroboyo Bus untuk tiketnya dapat diperoleh dengan menukarkan sampah plastik.

10. Berdasarkan masalah pencemaran di atas, solusi dan tindakan apa yang menurut anda tepat untuk dilakukan di lingkungan sekolah guna mengurangi sampah plastik?

SELAMAT MENGERJAKAN 😊

Lampiran 26. Dokumentasi Jawaban Pretest Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen
Kelas Kontrol

No. _____
Date: _____

Nama : Cinta Aulia Rahma.
Kelas : X MIPA 3
Absen : 9

Jawaban:

3) dapat melakukan dengan cara remediasi dan bioremediasi yang mana remediasi ini bertujuan untuk membersihkan permukaan tanah yang tercemar. 1

5) Iya, karena terdapat adanya gas rumah kaca yang berlebihan / co₂. 1

6) pada air sumur ikan dapat hidup normal yang mana hal ini menunjukkan bahwa air sumur tidak tercemar oleh bahan beracun berbahaya. 1

9) Dampak yang terjadi apabila terjadi peningkatan kendaraan listrik, maka terjadi peningkatan emisi.

10) proses sintesis kimia lebih aman
Pencapaian limbah + prosedur yang aman mencegah kecelakaan.
prosedur pembuatan yang aman menggunakan / memanfaatkan limbah.
tidak memerlukan proses yang berbahaya. 2

7) Iya karena pada pembuatan plastik dr-singkong termasuk salah satu Penerapan Prinsip kimia hijau. 2

8) Suhu air laut dipengaruhi oleh peningkatan gas rumah kaca sehingga dapat terjadi pemanasan global. 1

10) Di sekolah terdapat banyak sampah plastik. Yang umumnya berumbar dan kantin maka kita sebagai siswa harus dapat memanfaatkan sampah limbah plastik di sekolah. 1

33

Kelas Eksperimen

Nama : Nurita Dhea 2011
Kelas : X MIPA 1
Absen : 16

43

Jawaban

1) Adapun dampak yang terjadi yaitu peningkatan kendaraan sepeda listrik, maka terjadi peningkatan emisi yang berlebihan. 1

1.) Apa yang menyebabkan polusi udara di atas ambang batas normal berpengaruh terhadap produktivitas? 1

2.) karena terdapat banyak masyarakat Indonesia yang memilih kendaraan dampadu transportasi pribadi dengan umum dan kurangnya penertujuan. 1

3.) dapat dilakukan dengan Remediasi Bioremediasi 1

5) Berdasarkan informasi permasalahan yang muncul yaitu adanya Gas- Gas CO₂ yang berlebihan. Solusi → penanaman dan Reboisasi Berujuan untuk Bear Semesta banyak tumbuhan maka. Semesta sedikit kadar CO yang di udara, karena CO dibunkan untuk tumbuhan berfotosintesis. 3

7) Iya, karena pembuatan plastik termasuk dari teknologi yang menerapkan kimia hijau. 1

6) pada limbah rumah tangga ini ikan tidak hidup dengan normal. Kajian- kajian - yang mana pada hal ini menunjukkan bahwa kualitas air dapat dikatakan berbahaya. 1

8) Apabila ada sumber daya yang terbatas, maka saya akan memanfaatkan dengan baik yang menjadi nilai jual tinggi seperti bisa membuat paku blok. 1

9) pada suhu air laut ini dipengaruhi oleh peningkatan Gas rumah kaca peningkatan suhu yang akan berdampak dengan mencairnya es dan laut. 1

10) dapat dimanfaatkan sebagai kerajinan yang memiliki nilai jual tinggi seperti dekorasi menjadi kursi / meja. 1

Lampiran 27. Dokumentasi Jawaban Posttest Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen Kelas Kontrol

nama: Asih Nurita Setya Ann
kelas: X-3
usia: 3

Jawab:

1. ada 1 yaitu mengapa pengujian dapat mengurangi polusi data 2

(2) adapa jawaban soal nomor 1 yaitu hal itu berkaitan dengan berat dan kandungan ya dapat diuji oleh pembuat dan menghasilkan obfisien yang sangat dibutuhkan untuk untuk beresap.

(3) - melakukan remediasi dan bioremediasi.
remediasi → rekonsolidasi (lingkaran) tanah tercemar
ke situ → obfisien

(4) untuk dapat yang terjadi yaitu apabila terjadi peningkatan penurunan dan kandungan (lingkaran) maka akan terjadi peningkatan nilai yang beresap dan ptiu

(5) ya, adanya gas rumah kaca seperti CO₂ yang terkandung gas CO₂ dengan kadar 0,032% diudara akan berdampak bagi bumi. tetapi jika nilai 0,032% akan menyebabkan pemanasan global. solusi → melakukan pengurangan / pelestarian.

(6) a. Air sumur → ikan hidup normal. (hal ini menunjukkan bahwa air A tidak tercemar oleh bahan berbahaya)
b. Air sumur dangkal (kubuk) → ikan layu-layu (hal tersebut menunjukkan bahwa air tersebut sangat tercemar yang membahayakan).

(7) ya, konsep teknologi pembuatan plastik dan singkong termasuk salah satu penerapan prinsip kimia (lingkaran)

(8) Ada beberapa → penerapan teknik kimia sebagai kimia lebih aman. (lingkaran)
→ prosedur yang sama mencapai keselamatan.

apakah ada sumber daya manusia untuk membuat plastik rumah lingkungan. seperti membuat produk plastik rumah lingkungan dengan nilai jual yang lumayan tinggi:

(2) Piasamp dikantun banyak sampah plastik bekas jajanan siswa, sehingga bisa dig (lingkaran) untuk kecerjain tangan. untuk mengurangi sampah plastik.

(3) jika air laut dipanaskan oleh peningkatan gas rumah kaca sehingga terjadi peningkatan pemanasan global. terjadinya peningkatan pemanasan global karena suhu tidak seimbang dan dapat menimbulkan penurunan bahan kimia yang dapat meningkatkan kadar gas asam di udara

53

SIDU
Dipindai dengan CamScanner

SIDU
Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 28. Rekap Nilai Pretest dan Nilai Posttest

| No. | KELAS KONTROL | | KELAS EKSPERIMEN | |
|-----|---------------|-----------|------------------|-----------|
| | Pre Test | Post Test | Pre Test | Post Test |
| 1 | 57 | 60 | 53 | 80 |
| 2 | 47 | 50 | 40 | 77 |
| 3 | 53 | 53 | 47 | 70 |
| 4 | 43 | 57 | 43 | 77 |
| 5 | 33 | 53 | 43 | 77 |
| 6 | 43 | 57 | 53 | 70 |
| 7 | 53 | 67 | 57 | 70 |
| 8 | 53 | 67 | 53 | 73 |
| 9 | 33 | 60 | 53 | 70 |
| 10 | 37 | 60 | 63 | 83 |
| 11 | 30 | 63 | 57 | 90 |
| 12 | 43 | 63 | 57 | 87 |
| 13 | 30 | 57 | 47 | 87 |
| 14 | 33 | 63 | 57 | 90 |
| 15 | 53 | 57 | 53 | 90 |
| 16 | 67 | 67 | 57 | 97 |
| 17 | 40 | 60 | 50 | 73 |
| 18 | 37 | 53 | 50 | 80 |
| 19 | 50 | 60 | 63 | 80 |
| 20 | 47 | 57 | 53 | 70 |
| 21 | 37 | 50 | 43 | 80 |
| 22 | 60 | 63 | 57 | 73 |
| 23 | 37 | 50 | 50 | 90 |
| 24 | 50 | 57 | 57 | 77 |
| 25 | 47 | 60 | 50 | 87 |

| No. | KELAS KONTROL | | KELAS EKSPERIMEN | |
|------------------|---------------|-------------|------------------|-------------|
| | Pre Test | Post Test | Pre Test | Post Test |
| 26 | 43 | 60 | 43 | 83 |
| 27 | 67 | 67 | 60 | 73 |
| 28 | 70 | 77 | 50 | 77 |
| 29 | 43 | 57 | 50 | 73 |
| 30 | 63 | 63 | 50 | 70 |
| 31 | 43 | 50 | 47 | 83 |
| 32 | 43 | 50 | 47 | 83 |
| 33 | 63 | 67 | 60 | 77 |
| 34 | 57 | 57 | 50 | 87 |
| 35 | 67 | 70 | 47 | 77 |
| 36 | 47 | 53 | 50 | 83 |
| Rata-Rata | 48 | 59 | 52 | 80 |
| Jumlah | 1719 | 2135 | 1860 | 2864 |

Lampiran 29. Analisis Uji Normalitas**Tests of Normality**

| | | Kolmogorov-Smirnov ^a | | |
|-----------------|---------------------------|---------------------------------|----|------|
| | | Statistic | df | Sig. |
| Hasil | Pretest kelas kontrol | ,143 | 36 | ,061 |
| Berpikir Kritis | Posttest kelas kontrol | ,136 | 36 | ,091 |
| | Pretest kelas eksperimen | ,141 | 36 | ,067 |
| | Posttest kelas eksperimen | ,128 | 36 | ,147 |

a. Lilliefors Significance Correction

Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji kolmogorov-smirnov melalui aplikasi SPSS statistic 22. Nilai sig. yang didapatkan lebih besar dari 0,05 ($>0,05$) yang artinya data terdistribusi normal.

Lampiran 30. Uji Analisis Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance

| | | Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|-----------------------------|---|---------------------|-----|--------|------|
| hasil berpikir kritis | Based on Mean | 2,792 | 1 | 70 | ,099 |
| | Based on Median | 2,396 | 1 | 70 | ,126 |
| | Based on Median and with adjusted df | 2,396 | 1 | 68,804 | ,126 |
| | Based on trimmed mean | 2,780 | 1 | 70 | ,100 |

Tabel di atas menunjukkan nilai sig. sebesar 0,099 lebih besar dari 0,05 ($0,099 > 0,05$) yang artinya data data homogen, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_a diterima (kedua kelas memiliki varian yang sama).

Lampiran 31. Analisis Uji t *Prettest*

Group Statistics

| kelas | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-------------------------------|--------------------------|----|-------|----------------|-----------------|
| hasil pretest berpikir kritis | pretest kelas kontrol | 36 | 47.75 | 11.312 | 1.885 |
| | pretest kelas eksperimen | 36 | 51.67 | 5.797 | .966 |

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 | |
| hasil pretest berpikir kritis | Equal variances assumed | 14.814 | .000 | -1.849 | 70 | .069 | -3.917 | 2.118 | -8.142 | .308 |
| | Equal variances not assumed | | | -1.849 | 52.195 | .070 | -3.917 | 2.118 | -8.167 | .334 |

Nilai signifikansi (2-tailed) sebesar $0,069 > 0,05$ maka dapat disimpulkan tidak ada perbedaan pada rata-rata hasil tes keterampilan berpikir kritis siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol atau dapat dikatakan pada keadaan yang sama.

Lampiran 32. Analisis Uji *t Posttest*

Group Statistics

| kelas | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-----------------------|---------------------------|----|-------|----------------|-----------------|
| hasil berpikir kritis | posttest kelas kontrol | 36 | 59.22 | 6.401 | 1.067 |
| | posttest kelas eksperimen | 36 | 81.92 | 7.951 | 1.325 |

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 |
| hasil berpikir kritis | Equal variances assumed | 2.792 | .099 | -13.339 | 70 | .000 | -22.694 | 1.701 | -26.088 | -19.301 |
| | Equal variances not assumed | | | -13.339 | 66.949 | .000 | -22.694 | 1.701 | -26.090 | -19.299 |

Nilai signifikansi (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$ maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan rata-rata hasil tes keterampilan berpikir kritis siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Oleh karena itu H_a diterima dan H_o ditolak.

Lampiran 33. Analisis Uji N-gain

Uji n-gain Kelas Kontrol

$$n \text{ gain} = \frac{(\text{skor posttest} - \text{skor pretest})}{(\text{skor maksimal} - \text{skor pretest})}$$

$$n \text{ gain} = \frac{(59-48)}{(100-48)}$$

$$-gain = \frac{(11)}{(52)} = \mathbf{0,212 \text{ (Rendah)}}$$

Uji n-gain kelas Eksperimen

$$n \text{ gain} = \frac{(\text{skor posttest} - \text{skor pretest})}{(\text{skor maksimal} - \text{skor pretest})}$$

$$n \text{ gain} = \frac{(80 - 52)}{(100 - 52)}$$

$$n \text{ gain} = \frac{(28)}{(48)} = \mathbf{0,583 \text{ (Sedang)}}$$

Lampiran 34. Surat Penunjukan Pembimbing

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185

Nomor : B.1229/Un.10.B/37/DA.08.05/02/2023
 Lamp : -
 Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi. 14 Februari 2023

Kepada Yth.
 Nana Misrochah, S.Si., M.Pd.
 Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Fati Khatun Hidayah
 NIM : 2008076009
 Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia.
 Dan menunjuk : Nana Misrochah, S.Si., M.Pd.
 Judul Skripsi : Eektivitas Model Project Based Learning (PjBL) Berorientasi Green Chemistry Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Materi Ikatan Kimia

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

n. Dekan
 n. Program Studi
 Pendidikan Kimia
 Atik Rahmawati, S.Pd., M.Si



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

CS Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 35. Lembar Validasi Instrumen

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Nama Validator : Erlin Emelia Nugrah Wimbar S. S.Si.
 NIP : 19770504202211006
 Jabatan : Guru Kimia
 Instansi : MA Fathul Hidayah

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengevaluasi instrumen serta berguna dalam mendapatkan penilaian dari bapak/ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas kesediaan dari Bapak/Ibu saya ucapkan terima kasih.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan mengaplikasikan tanda ceklis pada kolom yang tersedia sesuai dengan penilaian yang berpedoman pada rubrik penilaian.
2. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

C. Penilaian

| No. | ASPEK | PENILAIAN | |
|-----|---|-----------|-------|
| | | YA | TIDAK |
| 1. | Kesesuaian soal dengan indikator berpikir kritis | ✓ | |
| 2. | Soal dituliskan dengan jelas dan terbaca | ✓ | |
| 3. | Soal menggunakan Bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami | ✓ | |

CS Dipindai dengan CamScanner

| | | | |
|----|---|---|--|
| 4. | Soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban, tidak memberikan pernyataan negative ganda dan tidak mengaitkan unsur sara | ✓ | |
| 5. | Terdapat petunjuk mengerjakan soal dengan jelas dan mudah dipahami | ✓ | |
| 6. | Soal tidak menimbulkan tafsiran ganda | ✓ | |

D. Komentar dan saran

Sudah dilakukan revisi. Namun perlu memperbaiki kembali tata tulis sesuai dengan ETD.

E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, Instrumen penilaian ini dinyatakan:

1. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
2. Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

..., Mei 2024


 Erlin Emelia N.

CS Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Nama Validator : Lis Setyo Ningrum, M.Pd.
 NIP : 199308182019032029
 Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengevaluasi instrumen serta berguna dalam mendapatkan penilaian dari bapak/ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas kesediaan dari Bapak/Ibu saya ucapkan terima kasih.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan mengaplikasikan tanda ceklis pada kolom yang tersedia sesuai dengan penilaian yang berpedoman pada rubrik penilaian.
2. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

C. Penilaian

| No. | ASPEK | PENILAIAN | |
|-----|---|-----------|-------|
| | | YA | TIDAK |
| 1. | Kesesuaian soal dengan indikator berpikir kritis | ✓ | |
| 2. | Soal dituliskan dengan jelas dan terbaca | ✓ | |
| 3. | Soal menggunakan Bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami | ✓ | |
| 4. | Soal tidak memberikan pernyataan negative ganda dan tidak mengaitkan unsur sara | ✓ | |

CS Dipindai dengan CamScanner

| | | | |
|----|---|---|--|
| 5. | Soal terdapat petunjuk mengerjakan soal dengan jelas dan mudah dipahami | ✓ | |
| 6. | Soal tidak menimbulkan tafsiran ganda | ✓ | |

D. Komentar dan saran

Sesuaikan soal dgn indikator penilaian / pedoman penilaian yg tepat

E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

1. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
2. Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

Semarang, 14 Mei 2024
 Validator,



Lis Setyo Ningrum, M.Ed.
 NIP. 199308182019032029

CS Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Nama Validator : Sri Rahmania, M. Pd.
 NIP : 199301162019032017
 Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini berguna untuk mengevaluasi instrumen serta berguna dalam mendapatkan penilaian dari bapak/ibu terhadap instrumen penilaian. Oleh karena itu, penilaian dari Bapak/Ibu sangat diperlukan. Atas kesediaan dari Bapak/Ibu saya ucapkan terima kasih.

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan mengaplikasikan tanda ceklis pada kolom yang tersedia sesuai dengan penilaian yang berpedoman pada rubrik penilaian.
2. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

C. Penilaian

| No. | ASPEK | PENILAIAN | |
|-----|---|-----------|-------|
| | | YA | TIDAK |
| 1. | Kesesuaian soal dengan indikator berpikir kritis | ✓ | |
| 2. | Soal dituliskan dengan jelas dan terbaca | ✓ | |
| 3. | Soal menggunakan Bahasa yang baik, benar dan mudah dipahami | ✓ | |
| 4. | Soal tidak memberikan pernyataan negative ganda dan tidak mengaitkan unsur sara | ✓ | |

Dipindai dengan CamScanner

| | | | |
|----|---|---|--|
| 5. | Soal terdapat petunjuk mengerjakan soal dengan jelas dan mudah dipahami | ✓ | |
| 6. | Soal tidak menimbulkan tafsiran ganda | ✓ | |

D. Komentar dan saran

Sudah dilakukan revisi namun terdapat beberapa permasalahan yg disarankan perlu untuk diperjelas agar mudah dipahami apa yg sedang ditanyakan

E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang sudah dilaksanakan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

1. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
2. Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
3. Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon untuk memberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

Semarang, Mei 2024
 Validator,

Sri Rahmania, M.Pd.
 NIP. 199301162019032017

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 36. Surat Permohonan Izin 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.3002/Un.10.8/K/SP.01.08/05/2024 16 Mei 2024
 Lamp : Proposal Skripsi
 Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
 Kepala Sekolah MAS Fathul Hidayah Lamongan
 di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Fati Khatun Hidayah
 NIM : 2008076009
 Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia
 Judul Penelitian : Pengaruh Strategi Pembelajaran Materi Kimia Hijau Melalui Praktikum untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.

Dosbing : 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 Sekolah yang Bapak / Ibu pimpin yang akan dilaksanakan pada Mei - Juni 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



A.n. Dekan
 Kabag TU
 M. Kharis, SH, M.H
 NIP. 19691017 199403 1 002

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

Lampiran 37. Surat Telah Melakukan Penelitian



YAYASAN PONDOK PESANTREN FATHUL HIDAYAH
MADRASAH ALIYAH FATHUL HIDAYAH
STATUS TERAKREDITASI A
 NSM : 131235240070 NIS : 310290 NPSN : 60730170
PANGEAN MADURAN LAMONGAN

Alamat : Jl. Imam Bonjol RT/RW: 1/1 Ds. Pangean Maduran Lamongan 62261 Jawa Timur 085233737679 Website: www.fathulhidayah.sch.id

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

Nomor : MAFH-045/054/ G-4/ V/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Moh. Zainul Abidin, M.Pd.
 Jabatan : Kepala Madrasah
 Unit Kerja : MA Fathul Hidayah
 Alamat : Pangean Maduran Lamongan

Dengan ini menerangkan bahwa mahasiswa berikut:

Nama : Fati Khatun Hidayah
 NIM : 2008076009
 Fakultas : Sains dan Teknologi
 Jurusan : Pendidikan Kimia
 Universitas : Unisversitas Islam Negri Walisongo Semarang
 Judul Penelitian : Pengaruh Strategi Pembelajaran Materi Kimia Hijau Melalui
 Praktikum Untuk Meningkatkan Keterampilan Berfikir Kritis Siswa.

Telah Selsai melaksanakan penelitian di Madrasah Aliyah Fathul Hidayah Pangean Maduran Lamongan, yang mana di laksanakan pada Bulan Mei-Juni 2024.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk digunakan sebagaimana mestinya.



Moh. Zainul Abidin, M.Pd.

Lampiran 38. Dokumentasi Penelitian



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Fati Khatun Hidayah
2. Tempat & Tgl. Lahir : Ternate, 09 Maret 2002
3. Alamat Rumah : Kel. Makassar Timur, Kec. Ternate
Tengah, Kota Ternate, Maluku Utara.
4. HP : 081358601735
5. E-mail : fatikhatunhidayah9@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK Islamiyah Mojoasem
2. SD Islamiyah 1 Ternate
3. MTs Fathul Hidayah Lamongan
4. MA Fathul Hidayah Lamongan
5. UIN Walisongo Semarang