

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu *quasi experiment*. Salah satu ciri khas kuasi eksperimen yaitu penentuan kelas yang dijadikan kelas eksperimen dan kelas kontrol tanpa melalui proses randomisasi. Peneliti memilih dua kelas sebagai sampel sesuai dengan desain kuasi eksperimen (Isnawan, 2020). Desain ini dipilih untuk menguji penerapan model pembelajaran PjBL berbasis TPACK pada materi kimia hijau. Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif dalam pelaksanaannya, yaitu penelitian yang mengandalkan data berupa angka sehingga dapat dianalisis secara statistik atau numerik. Penelitian kuantitatif mencakup berbagai bentuk seperti eksperimen, survei, analisis korelasi, dan regresi (Rangkuti, 2016). Pada penelitian ini, pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penerapan model PjBL berbasis TPACK pada materi kimia hijau dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

B. Desain Penelitian

Desain penelitian yaitu jenis *Pre-Test and Post-Test with Non-Equivalent Control-Group Design*. Pada desain ini, terdapat dua kelas yang dijadikan sampel, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen memperoleh perlakuan berupa penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis TPACK, sedangkan kelas kontrol menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) sebagai pembelajaran konvensional. Kedua kelas diberikan *pre-*

test sebelum pembelajaran untuk melihat kondisi awal, kemudian *post-test* setelah pembelajaran (Isnawan, 2020), guna mengetahui perubahan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Pemilihan desain ini didasarkan pada kondisi di sekolah, dimana penentuan kelas tidak dapat dilakukan secara acak. Dengan demikian, penelitian ini memungkinkan peneliti membandingkan hasil berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kontrol. Penerapan model PBL pada kelas kontrol bertujuan untuk menyetarakan perlakuan dalam penelitian ini. Selain itu, penerapan PBL di kelas kontrol juga relevan dengan kebijakan sekolah yang telah mengimplementasikan Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini mendorong penggunaan beragam metode pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, termasuk PBL, sehingga penerapannya bukanlah hal baru bagi guru maupun peserta didik. Dengan demikian, penggunaan PBL pada kelas kontrol tidak hanya menjaga kesetaraan perlakuan, tetapi juga selaras dengan praktik pembelajaran yang sudah pernah diterapkan di sekolah.

Pada penelitian ini, pembelajaran baik di kelas eksperimen maupun kontrol dilaksanakan langsung oleh peneliti. Hal ini dilakukan atas permintaan guru mata pelajaran agar pembelajaran sesuai dengan rancangan yang telah disusun dalam instrumen penelitian. Selain itu, keterlibatan peneliti sebagai pengajar juga bertujuan untuk menjaga konsistensi implementasi model pembelajaran di kedua kelas. Jika pembelajaran diberikan oleh guru yang berbeda, terdapat kemungkinan perbedaan gaya mengajar, strategi, maupun pendekatan yang dapat memengaruhi hasil penelitian. Dengan demikian, kehadiran peneliti

sebagai pengajar dapat meminimalisasi bias perlakuan dan memastikan validitas hasil penelitian.

Model PjBL berbasis TPACK menekankan pembelajaran berbasis proyek dengan dukungan teknologi, sedangkan PBL berfokus pada pemecahan masalah melalui keterlibatan aktif peserta didik. Keduanya sama-sama diarahkan untuk melatih keterampilan berpikir kritis (Hidayati & Wulandari, 2024). Meskipun kelas kontrol tidak menggunakan integrasi teknologi secara dominan, aspek *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) tetap hadir, karena guru tidak hanya memahami materi (*content*) tetapi juga memiliki keterampilan pedagogis dalam menyampaikan materi sesuai dengan karakteristik peserta didik. (Sutamrin dkk., 2022). Dalam konteks ini, teknologi pada PBL hanya berfungsi sebagai penunjang, sedangkan keterampilan pedagogis dan penguasaan materi menjadi aspek kunci dalam menciptakan pembelajaran yang efektif. Desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Desain Penelitian

Kelompok	Tes Awal	Perlakuan	Tes Akhir
Eksperimen	Y ₁	X ₁	Y ₂
Kontrol	Y ₁	X ₂	Y ₂

Keterangan:

Y₁: Tes awal (*pre-test*) yang diberikan kepada kedua kelompok (eksperimen dan kontrol) sebelum proses pembelajaran dimulai

X₁: Perlakuan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis TPACK

X₂: Perlakuan model *Problem Based Learning* (PBL)

Y₂: Tes akhir (*posttest*) yang diberikan kepada kedua kelompok (eksperimen dan kontrol) setelah proses pembelajaran selesai.

C. *Setting Penelitian*

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Bati-Bati, yang beralamat di Jl. A. Yani Km. 33,3, Desa Nusa Indah, Kecamatan Bati-Bati, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. Sekolah ini memiliki visi “*Terwujudnya SMA Negeri 1 Bati-Bati yang BUNGAS (Berkarakter, Unggul, Asri), yakni lulusan yang berkarakter dan unggul dalam penguasaan ilmu, teknologi, dan seni di era globalisasi dalam lingkungan belajar yang asri.*” Penelitian dilaksanakan pada kelas X B dan X C dari tanggal 1 Agustus 2025 hingga 1 Oktober 2025, dengan jadwal kegiatan penelitian setiap hari Rabu dan Kamis. Berikut Tabel 3.2 menyajikan jadwal kegiatan penelitian serta informasi kegiatan selama penelitian berlangsung.

Tabel 3.2 Jadwal Kegiatan Penelitian

Kelas	Hari	Jam	Kegiatan	Keterangan
XB	Selasa	08.00-09.00	<i>Pre-test</i>	Dilaksanakan sebelum pertemuan pertama
	Kamis	07.45-10.00	Pertemuan 1: LKPD 1	Pengenalan proyek, pembagian kelompok, dan penentuan topik proyek
	Antara Pertemuan 1–2	-	Pengerjaan proyek	Peserta didik mengerjakan proyek secara mandiri maupun kelompok di luar kelas dengan

				pemantauan melalui aplikasi <i>Trello</i>
	Kamis	07.45-10.00	Pertemuan 2: LKPD 2	Diskusi perkembangan proyek dan konsultasi hasil sementara
	Antara Pertemuan 2–3	-	Lanjutan pengerjaan proyek	Proyek dilanjutkan secara mandiri dengan pemantauan melalui aplikasi <i>Trello</i>
	Kamis	07.45–10.00	Pertemuan 3: LKPD 3 dan <i>Post-test</i>	Presentasi hasil proyek dan evaluasi pembelajaran
XC	Selasa	09.00-10.00	<i>Pre-test</i>	Dilaksanakan sebelum pertemuan pertama
	Rabu	12.00–14.40	Pertemuan 1: LKPD 1	Orientasi masalah dan diskusi awal
	Rabu	12.00–14.40	Pertemuan 2: LKPD 2	Analisis lanjutan pemecahan masalah
	Rabu	12.00–14.40	Pertemuan 3: LKPD 3 dan <i>Post-test</i>	Presentasi dan evaluasi pembelajaran

D. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi merupakan seluruh individu atau objek yang menjadi fokus dalam suatu penelitian, sedangkan sampel adalah sebagian dari populasi yang diambil dan digunakan untuk merepresentasikan ciri-ciri populasi tersebut (Subhaktiyasa, 2024). Populasi penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X SMAN 1 Bati-Bati ajaran 2025/2026 yang terdiri dari 8 kelas yaitu X A sampai X H dengan jumlah peserta didik sebanyak 288 orang.

2. Sampel

Sampel penelitian ini ditentukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Menurut Sugiyono (2015, dalam Risnita & Jailani, 2023), “Pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu. Pertimbangan tertentu ini, misalnya orang tersebut yang dianggap paling tahu tentang apa yang kita harapkan, atau mungkin dia sebagai penguasa sehingga akan memudahkan peneliti menjelajahi objek atau situasi sosial yang diteliti” (Suriani dkk., 2023). Teknik *purposive sampling* dipilih karena peneliti tidak melakukan *randomisasi*, melainkan berdasarkan rekomendasi guru mata pelajaran kimia selaku pengampu. Pertimbangan tersebut dilakukan agar kelas yang dijadikan sampel sesuai dengan kebutuhan penelitian dan kondisi riil pembelajaran.

Sejumlah kelas X yang ada di SMA Negeri 1 Bati-Bati, guru mata pelajaran kimia merekomendasikan dua kelas, yakni X B dan X C, untuk dijadikan sampel penelitian. Sebelum penetapan peran masing-masing kelas, dilakukan *pre-test* guna memperoleh gambaran kemampuan awal berpikir kritis peserta didik. Hasil analisis *pre-test* menunjukkan bahwa data kedua kelas berdistribusi normal, homogen, dan tidak terdapat perbedaan signifikan rata-rata kemampuan awal ($\text{Sig. 2-tailed} = 0,970 > 0,05$). Hal ini berarti kelas X B dan X C berada pada kondisi awal yang relatif seimbang.

Meskipun demikian, hasil deskriptif menunjukkan bahwa rata-rata nilai kelas X C sedikit lebih tinggi dibandingkan kelas X B. Berdasarkan pertimbangan tersebut, kelas X C ditetapkan sebagai kelas kontrol yang

memperoleh pembelajaran dengan model konvensional yaitu *Problem Based Learning* (PBL), sedangkan kelas X B ditetapkan sebagai kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran dengan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis TPACK. Adapun jumlah peserta didik pada kelas X B sebanyak 34 orang, sedangkan kelas X C juga berjumlah 34 orang. Penetapan ini sejalan dengan prinsip *purposive sampling*, karena pemilihan kelas dilakukan atas dasar pertimbangan relevansi, kesesuaian dengan tujuan penelitian, serta rekomendasi guru, meskipun tanpa melibatkan proses randomisasi (Lenaini, 2021).

E. Data dan Sumber Data

1. Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui hasil tes pengetahuan peserta didik, yaitu *pre-test* dan *post-test* yang dilaksanakan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
2. Data sekunder dalam penelitian ini mencakup informasi pendukung yang sudah tersedia sebelumnya, antara lain jumlah peserta didik kelas X di SMA Negeri 1 Bati-Bati, daftar nama peserta didik, serta hasil observasi keterlaksanaan model pembelajaran PjBL berbasis TPACK pada kelas eksperimen dan model PBL pada kelas kontrol.
3. Sumber Data
 - a. Literatur, meliputi berbagai referensi yang relevan dengan penelitian, seperti buku, jurnal, maupun hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan model PjBL, TPACK, keterampilan berpikir kritis, dan materi kimia hijau.

- b. Informan, yaitu pihak-pihak yang memberikan informasi pendukung, seperti kepala sekolah, staf pendidik, dan guru kimia kelas X di SMA Negeri 1 Bati-Bati.
- c. Responden, yakni peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Bati-Bati yang dipilih sebagai sampel penelitian.
- d. Dokumen, berupa arsip atau catatan resmi yang mendukung penelitian, misalnya daftar nama peserta didik, data jumlah siswa, serta dokumen atau gambar lain yang relevan.
- e. Observer, yaitu guru mata pelajaran dan teman sejawat yang telah menyelesaikan studi, yang berperan membantu dalam melakukan observasi keterlaksanaan pembelajaran.

Matriks data dan sumber data dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel

3.3 berikut.

Tabel 3. 3 Matriks Data dan Sumber Data Penelitian

Data Penelitian		Sumber Data Penelitian	
Data Primer	Hasil <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> pengetahuan peserta didik	Responden	Peserta didik di Kelas XB dan XC SMAN 1 Bati-Bati mata pelajaran kimia
	Informasi pelaksanaan pembelajaran	Informan	Guru mata pelajaran kimia kelas X SMA Negeri 1 Bati-Bati
Data Sekunder	Jumlah peserta didik, jadwal pelajaran, dan daftar nama kelas X B dan X C	Dokumen	Semua catatan atau arsip tertulis memuat data informasi yang mendukung penelitian

Data Penelitian		Sumber Data Penelitian	
	Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran PjBL berbasis TPACK (kelas eksperimen) dan PBL (kelas kontrol)	Observer	Teman sejawat yang telah lulus kuliah

F. Teknik Pengumpulan Data

1. Tes

Tes digunakan sebagai instrumen pengumpulan data terkait kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal setelah penerapan model pembelajaran. Instrumen tes yang disusun berjumlah 20 butir soal esai, terdiri atas 10 soal untuk *pre-test* dan 10 soal untuk *post-test*. Dari jumlah tersebut, peneliti mengambil 5 soal pada masing-masing tes yang disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis menurut Robert Hugh Ennis.

Pelaksanaan tes dilakukan dua kali, yaitu sebelum dan sesudah pembelajaran. Pada tahap *pre-test*, kedua kelas (eksperimen dan kontrol) mengerjakan soal dalam bentuk cetak (*paper based*) karena pada tahap tersebut belum ditentukan kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Sementara itu, pada tahap *post-test* terdapat perbedaan mekanisme: kelas kontrol tetap menggunakan media cetak, sedangkan kelas eksperimen mengerjakan soal melalui *Google Form* sebagai bentuk integrasi teknologi digital dalam pembelajaran berbasis TPACK.

Durasi waktu pengerjaan tes pada kedua kelas ditetapkan selama 60 menit. Tes ini bertujuan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kimia hijau serta menjadi dasar bagi peneliti dalam menganalisis perubahan keterampilan berpikir kritis sebelum dan setelah pembelajaran berlangsung

2. Angket

Angket yang digunakan dalam penelitian ini merupakan angket respon peserta didik yang disusun untuk mengetahui tanggapan mereka terhadap pelaksanaan pembelajaran sebagai bahan pendukung dari instrumen. Angket tersebut berisi 15 pernyataan yang diberikan baik kepada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Pada kelas eksperimen, angket digunakan untuk mengukur respon peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) yang terintegrasi dengan kerangka *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK), sedangkan pada kelas kontrol digunakan untuk menilai respon peserta didik terhadap model *Problem Based Learning* (PBL). Penelitian ini menggunakan observasi untuk mengevaluasi implementasi model pembelajaran. Observasi dilakukan melalui lembar observasi keterlaksanaan model pembelajaran yang diisi oleh observer dengan mengamati peneliti selama proses pembelajaran berlangsung, baik di kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Lembaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi dibuat dalam bentuk *checklist* menggunakan skala *Guttman* dengan jawaban dilakukan atau tidak dilakukan.

3. Dokumentasi

Dokumentasi dalam penelitian ini dilakukan dengan merekam berbagai kegiatan selama proses pembelajaran dalam bentuk foto maupun video. Dokumentasi dilaksanakan langsung oleh peneliti di lokasi penelitian, yaitu SMAN 1 Bati-Bati. Tujuan dari dokumentasi ini adalah sebagai data pendukung yang bersifat visual, sekaligus sebagai bahan pelengkap untuk memperkuat hasil penelitian terkait pelaksanaan pembelajaran.

G. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian berfungsi memperoleh data yang relevan sehingga mendukung analisis hasil penelitian. Pada penelitian ini, instrumen yang digunakan meliputi tes berupa *pre-test* dan *post-test*, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, serta modul ajar Kurikulum Merdeka yang mencakup Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) dan rangkaian kegiatan pembelajaran, serta Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

Tes yang digunakan berbentuk soal esai yang dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis menurut Robert Hugh Ennis. Total soal yang disusun berjumlah 20 butir, terdiri atas 10 soal untuk *pre-test* dan 10 soal untuk *post-test*. Lima soal dari masing-masing tes dipilih untuk dianalisis dalam penelitian. Instrumen tes ini mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kimia hijau baik di kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Pemberian *pre-test* dan *post-test* memungkinkan peneliti mengevaluasi perubahan kemampuan berpikir kritis sebelum dan sesudah perlakuan.

Lembar observasi keterlaksanaan digunakan sebagai instrumen pendukung yang berfungsi mencatat sejauh mana implementasi model pembelajaran sesuai perencanaan. Observasi ini memastikan setiap tahapan pembelajaran berlangsung secara sistematis dan mengikuti prosedur yang telah ditetapkan. Modul ajar Kurikulum Merdeka dirancang secara komprehensif dengan mencakup ATP, rangkaian kegiatan pembelajaran, dan LKPD sebagai bahan ajar peserta didik. Keberadaan modul ajar mendukung efektivitas pembelajaran sekaligus memberikan pengalaman belajar yang lebih terstruktur sesuai dengan konsep Kurikulum Merdeka.

Keabsahan instrumen penelitian dijamin melalui validasi oleh dosen ahli serta guru kimia berpengalaman. Instrumen yang telah divalidasi kemudian diuji coba kepada peserta didik yang telah mempelajari materi relevan. Uji coba tersebut memastikan bahwa instrumen penelitian memiliki validitas dan reliabilitas yang memadai sehingga layak digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis di kelas eksperimen maupun kelas kontrol.

H. Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dalam analisis data. Data yang diperoleh dari hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis dengan bantuan *software* SPSS versi 26. Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis.

1. Uji Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif pada hakikatnya adalah proses merangkum dan menyajikan data penelitian ke dalam bentuk yang lebih sederhana sehingga mudah dipahami serta dianalisis. Melalui tabulasi, data dapat diringkas, diatur, dan ditampilkan baik dalam bentuk angka maupun grafik. Umumnya, teknik ini dimanfaatkan peneliti untuk menggambarkan karakteristik variabel yang diteliti sekaligus mendukung interpretasi hasil penelitian. Aktivitas dalam statistik deskriptif meliputi perhitungan nilai rata-rata (mean), median, modus, standar deviasi (Trimono dkk., 2023).

2. Analisis Data *Pre-Test*

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data *pre-test* berdistribusi normal atau tidak. Metode yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk*. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (sig.) lebih besar atau sama dengan 0,05, sedangkan nilai signifikansi kurang dari 0,05 menunjukkan data tidak normal (Isnawan, 2020).

Langkah-langkah dalam melakukan uji normalitas dengan SPSS versi 26 adalah sebagai berikut: Masukkan data ke **Data View**, kemudian pilih **Analyze** → **Descriptive Statistics** → **Explore**. Selanjutnya, masukkan data ke dalam **Dependent List**, klik **Button Plots**, lalu tekan **Continue**, dan akhiri dengan mengklik **OK**.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah varians dari dua kelompok data *pre-test* bersifat homogen. Data dikatakan homogen apabila nilai signifikansi lebih dari 0,05 (Sianturi, 2022). Adapun langkah-langkah uji homogenitas menggunakan SPSS yaitu, masukkan data dengan memilih *View* → *Value* → *Add* → *Input*, lalu klik *Analyze* → *Compare Means* → *One-Way ANOVA*. Selanjutnya, masukkan data ke dalam *Dependent List*, tentukan *Factor*, kemudian pilih *Options* dan centang *Homogeneity of Variance Test*. Terakhir, tekan *Continue*, lalu *OK* untuk menjalankan uji.

c. Uji Beda (Uji Perbedaan Kemampuan Awal)

Tahap berikutnya adalah menguji perbedaan kemampuan awal antara kelas eksperimen dan kontrol. Jika data normal dan homogen, maka digunakan *Independent Sample T-Test*. Namun apabila salah satu syarat tidak terpenuhi, maka digunakan uji nonparametrik *Mann-Whitney*.

3. Analisis Data *Post-Test*

a. Uji Normalitas

Sama seperti pada *pre-test*, uji normalitas pada data *post-test* bertujuan memastikan distribusi data setelah perlakuan. Data dikatakan normal jika nilai signifikansi $\geq 0,05$.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas pada *post-test* dilakukan untuk menilai kesamaan varians antar kelompok setelah diberikan perlakuan. Kriteria yang digunakan adalah jika $\text{sig.} > 0,05$, maka data bersifat homogen (Sianturi, 2022).

c. Uji Hipotesis (Uji Pengaruh Perlakuan)

Tahap terakhir adalah pengujian hipotesis untuk melihat efektivitas perlakuan. Apabila data normal dan homogen, digunakan Independent Sample T-Test, sedangkan jika tidak memenuhi kriteria tersebut digunakan uji *Mann-Whitney U*. (Amruddin dkk., 2022). Adapun langkah-langkah uji hipotesis dengan *Independent Sample T-Test* pada SPSS yaitu, input data melalui **Variable View** → **Values** → **Data View**, pilih **Analyze** → **Compare Means** → **Independent Sample T Test**, masukkan data ke dalam **Test Variable**, klik **Define Group** → **Isi Grouping Variables** → **OK**.

Dasar pengambilan keputusan yaitu jika nilai sig. (2-tailed) $< 0,05$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima, artinya terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Jika nilai sig. (2-tailed) $\geq 0,05$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak, artinya tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok.

Melalui tahapan analisis tersebut dapat diketahui efektivitas penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) berbasis TPACK pada kelas eksperimen dibandingkan dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada kelas kontrol dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

4. Persentase Ketuntasan

Analisis kuantitatif dalam penelitian ini diperoleh dari hasil tes berpikir kritis yang dilakukan melalui perhitungan persentase rata-rata ketuntasan belajar. Dalam penelitian ini, data dianalisis secara kuantitatif dengan meninjau

tingkat ketuntasan belajar secara klasikal. Ketuntasan belajar klasikal dapat dihitung dengan menggunakan rumus persentase, yaitu.

$$KBK = \frac{\text{Jumlah peserta didik yang mencapai ketuntasan}}{\text{Jumlah seluruh peserta didik}} \times 100\%$$

Rumus tersebut digunakan untuk mengetahui persentase peserta didik dalam satu kelas yang telah memenuhi kriteria ketuntasan minimal (Zuhannisa' dkk., 2023). Tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik juga dianalisis berdasarkan pencapaian tiap indikator. Instrumen yang digunakan berupa soal esai yang disusun untuk merepresentasikan indikator-indikator keterampilan berpikir kritis. Setiap butir soal memiliki bobot skor yang berbeda, yaitu soal nomor 1 bernilai 15, soal nomor 2 bernilai 15, soal nomor 3 bernilai 25, soal nomor 4 bernilai 15, dan soal nomor 5 bernilai 30. Data hasil tes tersebut kemudian diolah untuk mengetahui persentase capaian masing-masing indikator. Persentase indikator dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Rumus persentase di atas berfungsi untuk menilai tingkat ketuntasan hasil tes kemampuan berpikir kritis peserta didik (Kurniasari dkk., 2023), pada pembelajaran kimia materi kimia hijau. Hasil persentase yang diperoleh selanjutnya dikelompokkan ke dalam beberapa kategori tingkat kemampuan berpikir kritis. Tabel 3.4 berikut menunjukkan kriteria persentase skor keterampilan berpikir kritis siswa yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini (Wike Aprilia Ningrum, 2023; berdasarkan Agip, Z dalam Silaban et al., 2022).

Tabel 3. 4 Klasifikasi Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

<i>Presentase</i>	Kategori
86-100	Sangat Tinggi
71-85	Tinggi
56-70	Sedang
41-55	Rendah
<40	Sangat Rendah

(Ningrum dkk., 2023)

5. Analisis N-Gain

Analisis *Normalized Gain* (N-Gain) digunakan untuk mengetahui sejauh mana peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diterapkannya suatu model pembelajaran. Perhitungan N-Gain dilakukan dengan membandingkan hasil *pre-test* dan *post-test* peserta didik. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{Skor\ Post - test - skor\ pre - test}{Skor\ ideal - skor\ pre - test}$$

Hasil perhitungan N-Gain kemudian diinterpretasikan, kategori interpretasi *N-Gain score* mengacu pada Hake (1999) dalam Sundayana (2015), yang juga digunakan oleh Marfiatul Hajjah (2022) dalam penelitiannya yang disajikan pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3. 5 Interpretasi *N-Gain Score*

Faktor g	Kategori
$-1,00 < g < 0,00$	Terjadi penurunan
$g = 0,00$	Tetap
$0,00 < g < 0,30$	Rendah
$0,30 < g < 0,70$	Sedang

Faktor g	Kategori
$0,70 < g < 1,00$	Tinggi

(Hajjah dkk., 2022)

Setelah diperoleh nilai N-Gain, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis statistik inferensial untuk memastikan validitas hasil penelitian. Analisis ini meliputi uji normalitas, uji homogenitas, dan uji perbedaan rata-rata N-Gain. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data N-Gain berdistribusi normal, salah satunya dengan uji *Shapiro–Wilk* pada taraf signifikansi 0,05. Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas varians untuk melihat kesamaan varians antar kelompok. Jika data berdistribusi normal, maka uji perbedaan rata-rata dapat dilakukan dengan *independent sample t-test*. Namun, apabila data tidak normal, maka digunakan uji nonparametrik yaitu *Mann–Whitney U Test* sebagai alternatif (Padmiati dkk., 2024).

Penelitian ini melalui beberapa tahapan analisis data. Pertama, **statistik deskriptif** digunakan untuk menyajikan data penelitian dalam bentuk yang lebih sederhana dan mudah dipahami. Kedua, **uji normalitas** dilakukan untuk memastikan distribusi data. Ketiga, **uji homogenitas** digunakan untuk melihat kesamaan varians antar kelompok. Selanjutnya, **uji hipotesis** dilakukan melalui uji beda (*Independent Sample T-Test* atau *Mann-Whitney U Test*) untuk mengetahui perbedaan keterampilan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Analisis dilengkapi dengan perhitungan persentase ketuntasan belajar peserta didik secara klasikal serta analisis **N-Gain** untuk menilai peningkatan keterampilan berpikir kritis sebelum dan sesudah perlakuan.

I. Teknik Validitas dan Keabsahan Data

Teknik validitas dan keabsahan data dilakukan sebelum penelitian untuk mengolah data. Uji validitas dan reliabilitas digunakan untuk memastikan instrumen penelitian valid dan reliabel (Isnawan, 2020).

1. Uji Validitas

Penelitian ini menerapkan uji validitas sebagai bagian dari analisis instrumen. Istilah *validitas* berasal dari kata *validity*, yang mengandung makna ketepatan serta kebenaran suatu instrumen dalam mengukur apa yang seharusnya diukur, validitas menunjukkan tingkat kemampuan suatu instrumen mampu menjalankan fungsi pengukurannya dengan tepat. Menurut Sugiyono (2005) dalam Sugiono (2020), validitas merupakan indeks yang menegaskan bahwa suatu alat ukur dapat digunakan secara akurat untuk mengukur objek yang semestinya diukur (Sugiono dkk., 2020). Pada penelitian ini, uji validitas dilakukan melalui proses validasi oleh validator serta pengujian terhadap butir soal.

a. Uji Validitas kepada Tim Validator

Sebelum instrumen penelitian diberikan kepada peserta didik, terlebih dahulu dilakukan proses validasi untuk memastikan kualitas dan kelayakan instrumen yang digunakan. Pada penelitian ini, proses validasi dilakukan oleh tiga validator yang terdiri atas dua dosen, yaitu Ibu Trining Puji Astutik, S.Si., S.Pd., M.Pd. serta Ibu Helda Rahmawati, S.Si., M.Pd. yang merupakan dosen pada Program Studi Tadris Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Antasari Banjarmasin. Selain itu, seorang pendidik dari SMAN

1 Bati-Bati, yaitu Ibu Nurmila, ST., juga dilibatkan sebagai validator. Hasil penilaian validitas instrumen oleh para validator dan kriteria validitas menurut Akbar dalam Saputri (2023) disajikan pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3. 6 Kriteria validasi

No	Skor	Kriteria Validitas
1	85,1% - 100%	Sangat Valid
2	70,1% - 85%	Cukup Valid
3	50,1% - 70%	Kurang Valid
4	0% - 50%	Tidak Valid

(Saputri dkk., 2023)

Rekapitulasi persentase hasil validasi instrumen penelitian bisa dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Rekapitulasi Persentase Hasil Validasi Instrumen Penelitian

No.	Nama Instrumen	Hasil Validasi (%)	Kriteria Validitas
1	Modul Ajar Kelas Eksprimen	92	Sangat Valid
2	Modul Ajar Kelas Kontrol	91	Sangat Valid
3	Materi	78	Cukup Valid
4	Elektronik- Lembar Kerja Peserta Didik (E- LKPD) Kelas Eksperimen	93	Sangat Valid
5	Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Kelas Kontrol	90	Sangat Valid
6	Instrumen <i>Pre-Test</i>	87	Sangat Valid
7	Instrumen <i>Post-Test</i>	88	Sangat Valid
8	Lembar Observasi Keterlaksanaan Model Pembelajaran Kelas Eksperimen	90	Sangat Valid
9	Lembar Observasi Keterlaksanaan Model Pembelajaran Kelas Kontrol	90	Sangat Valid
10	Angket Respon Peserta Didik Kelas Eksperimen	90	Sangat Valid

No.	Nama Instrumen	Hasil Validasi (%)	Kriteria Validitas
11	Angket Respon Peserta Didik Kelas Kontrol	90	Sangat Valid

b. Uji Validitas Soal

Pelaksanaan uji validitas dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana butir soal mampu merepresentasikan konstruk yang hendak diukur dalam penelitian ini. Suatu instrumen dinyatakan valid apabila nilai r -hitung yang diperoleh lebih besar daripada r -tabel, sedangkan apabila nilai r -hitung lebih kecil dari r -tabel, maka butir soal dinyatakan tidak valid. Proses analisis validitas dilakukan dengan bantuan program SPSS versi 26 *for Windows* melalui tahapan: ***Data*** → ***Analyze*** → ***Correlate*** → ***Bivariate*** → ***memasukkan variabel*** → ***memilih Pearson Correlation*** → ***OK***.

Nilai korelasi (r -hitung) selanjutnya dibandingkan dengan nilai r -tabel pada taraf signifikansi 5%. Jika diperoleh r -hitung < r -tabel, maka butir soal tidak signifikan sehingga dinyatakan tidak valid. Sebaliknya, apabila r -hitung > r -tabel, maka korelasi signifikan dan instrumen soal tersebut dapat dinyatakan valid. Uji coba instrumen dilaksanakan dengan memanfaatkan *Google Form* untuk mengumpulkan data dari peserta didik kelas XI A SMAN 1 Bati-Bati. Responden yang dipilih adalah peserta didik yang telah memperoleh materi Kimia Hijau sebelumnya. Rekapitulasi hasil pengujian validitas tiap butir soal disajikan dalam Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3. 8 Kesimpulan Hasil Validitas Uji Coba *Pre-Test*

Nomor Soal	r-hitung (<i>Pearson Correlation</i>)	r-tabel	Kesimpulan
1	0,850	0,468	Valid
2	0,823		Valid
3	-0,037		Tidak Valid
4	0,754		Valid
5	0,641		Valid
6	0,530		Valid
7	0,881		Valid
8	-0,315		Tidak Valid
9	0,821		Valid
10	0,726		Valid

Berdasarkan hasil perhitungan uji validitas menggunakan korelasi *Pearson Product Moment* melalui program SPSS versi 26 *for Windows*, diperoleh nilai korelasi antara setiap butir soal dengan skor total. Dengan jumlah responden sebanyak 18 orang, maka diperoleh r-tabel pada taraf signifikansi 5% 0,468. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 10 butir soal yang diuji, terdapat 8 soal yang memiliki nilai r-hitung $> 0,468$ sehingga dinyatakan valid (nomor 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, dan 10). Sementara itu, terdapat 2 soal yang memiliki nilai r-hitung $< 0,468$ sehingga dinyatakan tidak valid (nomor 3 dan 8). Kesimpulan hasil validitas uji coba pada *post-test* disajikan pada Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3. 9 Kesimpulan Hasil Validitas Uji Coba *Post-Test*

Nomor Soal	r-hitung (<i>Pearson Correlation</i>)	r-tabel	Kesimpulan
1	0,721	0,468	Valid
2	0,789		Valid
3	-0,163		Tidak Valid
4	0,735		Valid
5	0,735		Valid
6	0,168		Tidak Valid

Nomor Soal	r-hitung (<i>Pearson Correlation</i>)	r-tabel	Kesimpulan
7	0,540		Valid
8	0,383		Tidak Valid
9	0,722		Valid
10	0,879		Valid

Berdasarkan hasil perhitungan uji validitas di atas hasil analisis menunjukkan bahwa dari 10 butir soal *post-test* yang diuji, terdapat 7 soal yang memiliki nilai $r\text{-hitung} > 0,468$ sehingga dinyatakan valid (nomor 1, 2, 4, 5, 7, 9, dan 10). Sementara itu, terdapat 3 soal yang memiliki nilai $r\text{-hitung} < 0,468$ sehingga dinyatakan tidak valid (nomor 3, 6, dan 8).

Berdasarkan hasil uji validitas, dari 10 butir soal yang dikembangkan hanya 8 butir yang dinyatakan valid pada *pre-test* dan 7 butir pada *post-test*. Untuk menjaga konsistensi instrumen antara *pre-test* dan *post-test*, peneliti hanya menggunakan butir soal yang valid pada kedua tes. Dengan demikian, soal nomor 3, 6, dan 8 tidak digunakan lebih lanjut karena tidak memenuhi kriteria validitas. Selain itu, butir nomor 9 dan 10 juga tidak dipakai meskipun valid, sebab peneliti juga mempertimbangkan keterwakilan indikator agar setiap aspek keterampilan berpikir kritis dapat terukur secara proporsional dan indikator soal yang ada pada nomor 9 dan 10 telah tercakup pada soal lain. Dengan demikian, diperoleh lima butir soal yang digunakan dalam penelitian, berikut Tabel 3.10 pemetaan butir soal.

Tabel 3. 10 Pemetaan Butir Soal Berdasarkan Materi dan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Nomor Soal	Materi	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis
1	Konsep & Definisi Kimia Hijau	Memberikan penjelasan sederhana
2	Manfaat Kimia Hijau	Mengembangkan keterampilan dasar
4	12 Prinsip Kimia Hijau	Menarik kesimpulan
5	12 Prinsip Kimia Hijau	Mendefinisikan istilah penting
7	Aplikasi Kimia Hijau	Merencanakan strategi dan taktik

Tabel di atas menunjukkan pemetaan butir soal yang digunakan dalam penelitian. Pemilihan soal didasarkan pada hasil uji validitas serta pertimbangan keterwakilan indikator keterampilan berpikir kritis. Butir soal nomor 1 mengukur indikator memberikan penjelasan sederhana pada materi konsep dan definisi Kimia Hijau. Soal nomor 2 memfokuskan pada indikator mengembangkan keterampilan dasar melalui materi manfaat Kimia Hijau. Selanjutnya, soal nomor 4 mengukur kemampuan menarik kesimpulan terkait 12 Prinsip Kimia Hijau, sedangkan soal nomor 5 berorientasi pada indikator mendefinisikan istilah penting dengan cakupan materi yang sama. Terakhir, soal nomor 7 mengukur indikator merencanakan strategi dan taktik pada materi aplikasi Kimia Hijau. Dengan komposisi ini, kelima butir soal telah mencakup indikator keterampilan berpikir kritis secara representatif sekaligus sesuai dengan cakupan materi penelitian.

2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilaksanakan setelah tahap validitas dengan tujuan memastikan bahwa instrumen yang digunakan dapat memberikan hasil yang konsisten dari waktu ke waktu (Utami, 2023). Teknik yang dipakai adalah analisis *Cronbach's Alpha*, yang berfungsi menilai tingkat konsistensi internal antarbutir dalam suatu variabel. Apabila nilai *Cronbach's Alpha* melebihi 0,60, maka instrumen dinyatakan reliabel atau memiliki tingkat konsistensi yang baik secara (S. K. Dewi & Sudaryanto, 2020).

Uji reliabilitas instrumen dalam penelitian ini dilakukan menggunakan SPSS versi 26 *for Windows* dengan tahapan yaitu pertama, masukkan data, lalu pilih **Analyze** → **Scale** → **Reliability Analyze**. Selanjutnya, tambahkan item dan pilih model **Alpha**, kemudian buka menu **Statistic** dan centang opsi **Item**, **Scale**, **Item-Scale Deleted**, serta **Inter-Item Correlations**. Terakhir, klik **Continue** lalu **OK** untuk menjalankan analisis. Kategori interpretasi koefisien reliabilitas berdasarkan Guilford (1956) dalam Indrasari (2022) disajikan pada Tabel 3.11 berikut.

Tabel 3. 11 Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas (r_{11})	Tingkat Reliabilitas
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$-1,00 < r_{11} \leq 0,20$	Sangat rendah

Sumber: (Indrasari dkk., 2022).

Hasil analisis reliabilitas instrumen ditampilkan pada Tabel 3.12 dan 3.13 yang memuat informasi mengenai reliabilitas soal *pre-test* dan *post-test*.

Tabel 3. 12 Hasil Uji Reliabilitas Soal *Pre-Test*

<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0,770	10

Tabel 3. 13 Hasil Uji Reliabilitas Soal *Post-Test*

<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0,691	10

Berdasarkan hasil analisis, instrumen *pre-test* memperoleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,770 dengan jumlah 10 butir soal. Nilai ini berada pada rentang $0,60 < r_{11} \leq 0,80$ sehingga termasuk kategori tinggi, artinya instrumen *pre-test* dapat dikatakan reliabel. Sementara itu, instrumen *post-test* menghasilkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,691 dengan jumlah soal yang sama, yaitu 10 butir. Nilai tersebut juga berada di atas batas minimal 0,60 sehingga tergolong reliabel meskipun konsistensinya tidak setinggi *pre-test*. Dengan demikian, baik instrumen *pre-test* maupun *post-test* dapat dinyatakan layak digunakan dalam penelitian ini karena keduanya memenuhi syarat reliabilitas meskipun terdapat perbedaan tingkat konsistensi antarbutir soal.