

**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING BERBASIS
GREEN CHEMISTRY UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN
KOMPETENSI PEMBELAJARAN TERMOKIMIA DAN
KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA**

Oleh

Shofia Nainun Saraswati

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai
Gelar SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Kimia
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN INKUIRI TERBIMBING BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KOMPETENSI PEMBELAJARAN TERMOKIMIA DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMA

Oleh

Shofia Nainun Saraswati

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan keterampilan proses sains siswa SMA. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 15 Bandarlampung Tahun Ajaran 2024/2025. Sampel pada penelitian ini yaitu siswa kelas XI-1 dan kelas XI-2. Pengambilan sampel penelitian dilakukan dengan teknik *purposive sampling* untuk memilih dua kelas penelitian, kemudian kedua kelas tersebut diundi secara acak untuk menentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dari hasil undian, diperoleh kelas XI-2 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI-1 sebagai kelas kontrol. Penelitian ini merupakan *quasi-experimental* dengan desain penelitian *pretest-posttest control group design*. Instrumen yang digunakan adalah soal tes penguasaan kompetensi pembelajaran berupa 5 butir soal berbentuk *essay*, soal tes keterampilan proses sains berupa 3 butir soal berbentuk *essay*, angket respon siswa dan lembar keterlaksanaan pembelajaran. Analisis data dalam penelitian ini meliputi analisis data utama, analisis data pendukung dan pengujian hipotesis. Pengujian hipotesis dalam penelitian ini adalah uji perbedaan dua rata-rata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *n-gain* penguasaan kompetensi pembelajaran dan keterampilan proses sains siswa di kelas eksperimen berbeda secara signifikan dengan rata-rata *n-gain* siswa di kelas kontrol. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa rata-rata *n-gain* di kelas eksperimen berkategori sedang. Dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* efektif dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan keterampilan proses sains.

Kata kunci: inkuiri terbimbing, penguasaan kompetensi pembelajaran, termokimia, keterampilan proses sains, *green chemistry*

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF A GUIDED INQUIRY LEARNING MODEL BASED ON *GREENCHEMISTRY* IN ENHANCING HIGH SCHOOL STUDENTS' THERMOCHEMISTRY COMPETENCY MASTERY AND SCIENCE PROCESS SKILLS

By

Shofia Nainun Saraswati

This study aims to describe the effectiveness of guided inquiry learning model based on green chemistry in improving the mastery of thermochemistry learning competencies and science process skills of high school students. The population in this study were all students of class XI SMAN 15 Bandarlampung in the 2024/2025 Academic Year. The sample in this research were students in grade XI-1 and grade XI-2. The research sample was taken using purposive sampling technique to select two research classes, then the two classes were drawn randomly to determine the experimental class and the control class. From the results of the draw, class XI-2 was obtained as the experimental class and class XI-1 as the control class. This study is a quasi-experimental study with a pretest- posttest control group design. The instruments used were learning competency mastery test questions in the form of 5 essay questions, science process skills test questions in the form of 3 essay questions, student response questionnaires and learning implementation sheets. Data analysis in this study includes primary data analysis, supporting data analysis and hypothesis testing. Hypothesis testing in this study is the test of differences between two means. The results of the study showed that the average n-gain of students' mastery of learning competencies and science process skills in the experimental class was significantly different from the average n-gain of students in the control class. The results also showed that the average n-gain in the experimental class was in the moderate category. It can be concluded that the guided inquiry learning model based on green chemistry is effective in improving the mastery of thermochemistry learning competencies and science process skills.

Keywords: guided inquiry, competency mastery, thermochemistry, science process skills, green chemistry

Judul Skripsi

**: EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN
INKUIRI TERBIMBING BERBASIS *GREEN*
CHEMISTRY UNTUK MENINGKATKAN
PENGUASAAN KOMPETENSI PEMBELAJARAN
TERMOKIMIA DAN KETERAMPILAN PROSES
SAINS SISWA SMA**

Nama Mahasiswa

: Shofia Nainun Saraswati

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2113023067

Program Studi

: Pendidikan Kimia

Jurusan

: Pendidikan MIPA

Fakultas

: Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. Komisi Pembimbing

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

Gamilla Nuri Utami, S.Pd., M.Pd.
NIP 19921121 201903 2 019

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

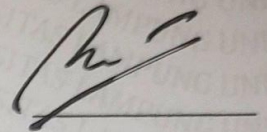
Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

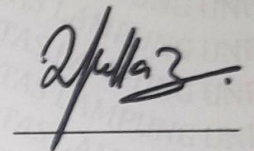
Ketua

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



Sekretaris

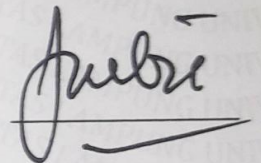
: **Gamilla Nuri Utami, S.Pd., M.Pd.**



Penguji

Bukan Pembimbing

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



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP 19870804 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 20 Juni 2025

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Shofia Nainun Saraswati

Nomor Pokok Mahasiswa : 2113023067

Program Studi : Pendidikan Kimia

Jurusan : Pendidikan MIPA

Menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata di kemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya.

Bandarlampung, 20 Juni 2025



Shofia Nainun Saraswati
NPM 2113023067

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kotabumi pada tanggal 27 April 2002 sebagai putri kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Triyanto dan Ibu Watinah. Pendidikan formal diawali di TK Dharma Wanita Bumi Dipasena Mulya yang diselesaikan pada tahun 2008, pendidikan dasar di SDN 01 Bumi Dipasena Mulya lulus pada tahun 2014, pendidikan menengah pertama di MTs Al-Muhsin Metro lulus pada tahun 2017, dan pendidikan menengah atas di MAS Al-Muhsin Metro lulus pada tahun 2020.

Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan unit kegiatan mahasiswa yaitu Himpunan Mahasiswa Eksakta (Himasakta) dan Forum Silaturahmi Mahasiswa Pendidikan Kimia (Fosmaki).

Tahun 2024 penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tanjungsari, Kecamatan Natar. Kegiatan KKN tersebut terintegrasi dengan program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) yang dilaksanakan di SMP 08 Tanjungsari, Natar.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan ketulusan hati saya, saya persembahkan skripsi ini kepada:

Bapak dan Ibu
(Triyanto dan Watinah)

Terimakasih atas ridho, dukungan serta doa yang senantiasa dipanjatkan untuk mengiringi langkah putrimu dalam mencapai kesuksesan. Terimakasih sudah menjadi motivasi dan alasan terbesar untuk melangkah. Semoga segala upaya dan kerja keras digantikan dengan pahala yang berlipat ganda.

Kakak
(Yessy Renita Dewi, M.Pd.)

Terimakasih atas dukungan, semangat, arahan, dan nasihat yang diberikan, serta

Almamaterku Universitas Lampung

MOTTO

”Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil; kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik”
(Evelyn Underhill)

“Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua”
(Aristoteles)

“Work earlier, work harder, repeat over and over”
(Shofia Nainun Saraswati)

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “Efektivitas Model Inkuiri Terbimbing Berbasis *Green Chemistry* untuk Meningkatkan Penguasaan Kompetensi Pembelajaran Termokimia dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung;
2. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Ibu Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia;
4. Ibu Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si., selaku dosen pembimbing I atas kesabaran dan ketersediaannya untuk memberikan motivasi, bimbingan, kritik, dan sarannya dalam proses penyelesaian penyusunan skripsi;
5. Ibu Gamilla Nuri Utami, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing II atas kesediaan dan kesabarannya dalam memberikan motivasi dan saran selama proses penyusunan skripsi;
6. Ibu Dr. Noor Fadiawati, M.Si., selaku pembahas atas kesediaannya untuk memberikan kritik, saran, dan masukan demi perbaikan skripsi sehingga menjadi karya yang lebih baik;
7. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Kimia dan segenap Civitas Akademik Jurusan Pendidikan MIPA;

8. Ibu Anita Maryanis selaku guru mitra dan siswa kelas XI-1 dan XI-2 SMAN 15 Bandarlampung atas bantuan dan ketersediaannya selama pelaksanaan penelitian;
9. tambatan hati, Faridz Rizki Ramadhan atas kesabaran, cinta, dan segala bentuk dukungan yang tak pernah putus selama proses perkuliahan sampai penyusunan skripsi;
10. rekan tim skripsi dan penelitian, Putri Salsabilla dan Sania Zena Azaria atas kebersamaan dalam penelitian dan penyusunan skripsi;
11. sahabat seperjuangan, Asri Amalia, Debby Almalia Mutiara Basta, M.Syukri Limbong, Dela Anggraini, dan Elvis Maharani atas semangat, motivasi, dan dukungan mental selama proses perkuliahan sampai penyusunan skripsi;
12. rekan-rekan Pendidikan Kimia 2021 yang telah memberikan saran, dukungan, dan motivasi selama proses perkuliahan;
13. semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga ke depannya skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandarlampung, 20 Juni 2025

Penulis,

Shofia Nainun Saraswati
NPM 2113023067

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Model Inkuiri Terbimbing.....	7
B. <i>Green Chemistry</i>	9
C. Sensor Suhu DS18B20 Berbasis Arduino UNO.....	10
D. Penguasaan Kompetensi Pembelajaran.....	11
E. Keterampilan Proses Sains.....	12
F. Penelitian yang Relevan.....	13
G. Analisis Konsep.....	15
H. Kerangka Pemikiran.....	16
I. Anggapan Dasar.....	19
J. Hipotesis Penelitian.....	19
III. METODE PENELITIAN.....	20
A. Populasi dan Sampel Penelitian.....	20
B. Jenis dan Sumber Data.....	20
C. Metode dan Desain Penelitian.....	20
D. Variabel Penelitian.....	21
E. Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Penelitian.....	21
F. Validitas Instrumen dan Prosedur Penelitian.....	22
G. Analisis Data.....	23
H. Pengujian Hipotesis.....	27
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	30
A. Hasil Penelitian.....	30
B. Pembahasan.....	38

V. SIMPULAN DAN SARAN.....	46
A. Simpulan.....	46
B. Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN	
1. Tabel hasil skor pretes dan postes penguasaan kompetensi pembelajaran kelas eksperimen	51
2. Tabel hasil skor pretes dan postes keterampilan proses sains kelas eksperimen.....	52
3. Tabel hasil skor pretes dan postes penguasaan kompetensi pembelajaran kelas kontrol.....	53
4. Tabel hasil skor pretes dan postes keterampilan proses sains kelas kontrol	54
5. Tabel hasil perhitungan <i>n-gain</i> penguasaan kompetensi pembelajaran kelas eksperimen	55
6. Tabel hasil perhitungan <i>n-gain</i> penguasaan kompetensi pembelajaran kelas kontrol	56
7. Tabel hasil perhitungan <i>n-gain</i> keterampilan proses sains kelas eksperimen.....	57
8. Tabel hasil perhitungan <i>n-gain</i> keterampilan proses sains kelas kontrol	58
9. Tabel hasil uji SPSS.....	59
10. Tabel hasil kinerja produk berpikir siswa.....	63
11. Data keterlaksanaan model pembelajaran	64
12. Tabel hasil respon siswa terhadap pembelajaran inkuiri terbimbing	65
13. Surat bukti penelitian.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahap pembelajaran inkuiri terbimbing	8
2. Kerangka kerja keterampilan proses sains	12
3. Penelitian relevan mengenai pembelajaran inkuiri terbimbing.....	13
4. Analisis konsep perubahan entalpi reaksi pelarutan berdasarkan percobaan.....	17
5. Desain penelitian	21
6. Klasifikasi <i>n-gain</i> rata-rata menurut Hake (1998).....	25
7. Kategori respon siswa.....	26
8. Kriteria interpretasi skor	27
9. Hasil uji normalitas terhadap <i>n-gain</i> keterampilan proses sains.....	34
10. Hasil uji homogenitas terhadap <i>n-gain</i> penguasaan kompetensi pembelajaran.....	35
11. Hasil uji homogenitas terhadap <i>n-gain</i> keterampilan proses sains	35
12. Hasil uji perbedaan dua rata-rata <i>n-gain</i> penguasaan kompetensi pembelajaran.....	35
13. Hasil uji perbedaan dua rata-rata <i>n-gain</i> keterampilan proses sains	36
14. Skor kinerja produk berpikir siswa	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran	18
2. Prosedur penelitian	24
3. Rata-rata skor pretes dan postes penguasaan kompetensi pembelajaran.....	30
4. Rata-rata skor pretes dan postes tiap level kognitif	31
5. Rata-rata skor pretes dan postes keterampilan proses sains	31
6. Rata-rata skor pretes dan postes setiap indikator keterampilan proses sains	32
7. Rata-rata <i>n-gain</i> penguasaan kompetensi pembelajaran siswa	33
8. Rata-rata <i>n-gain</i> keterampilan proses sains siswa	33
9. Data angket respon siswa	37
10. Rata-rata persentase keterlaksanaan model pembelajaran inkuiri terbimbing	38
11. Informasi yang dituliskan siswa.....	39
12. Hipotesis yang dirumuskan siswa	40
13. Tujuan percobaan yang dituliskan siswa.....	41
14. Contoh jawaban siswa untuk mengenai perubahan suhu (ΔT)	42
15. Contoh jawaban siswa mengenai jenis reaksi.....	42
16. Contoh jawaban siswa untuk tahapan perhitungan.....	43
17. Persamaan termokimia yang dituliskan siswa.....	44
18. Contoh jawaban siswa untuk perbandingan literatur.....	44
19. Contoh kesimpulan yang dituliskan siswa	45

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Proses pembelajaran merupakan kegiatan yang diarahkan agar siswa dapat mencapai kompetensi yang mencakup ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang selanjutnya disebut dengan kompetensi dasar (KD) (Fadiawati dan Fauzi, 2018). Dalam setiap mata pelajaran, KD menjadi tolok ukur penting untuk menilai keberhasilan pembelajaran (Sanjaya, 2013). Dengan demikian, ketercapaian KD menjadi indikator utama keberhasilan suatu proses pembelajaran (Aling, 2023).

Untuk mencapai kompetensi dasar (KD), terutama dalam pembelajaran kimia, penting untuk memahami karakteristik ilmu kimia sebagai proses dan produk (Bretz, 2008). Kimia sebagai proses melibatkan kerja ilmiah teratur yang menghasilkan temuan baru (Rasmawan, 2017), sedangkan sebagai produk, kimia meliputi konsep, fakta, prinsip, teori, hukum, dan postulat (Handayani, 2022; Rasmawan, 2017). Oleh karena itu, pembelajaran kimia memerlukan proses untuk memperoleh pengetahuan kimia. Proses perolehan pengetahuan ini melibatkan serangkaian keterampilan, seperti mengamati, merumuskan hipotesis, melakukan percobaan, mengomunikasikan, dan lain-lain. Keterampilan yang diterapkan dalam proses perolehan pengetahuan ini disebut keterampilan proses sains. Para ilmuwan menyatakan bahwa, pengetahuan diperoleh lebih efisien dan dipahami secara mendalam ketika diperoleh melalui penyelidikan menggunakan keterampilan proses sains (Livermore, 1964; Harlen, 1999; Ongowo *and* Indoshi, 2013).

Dalam mata pelajaran kimia, terdapat KD 3.5 dan 4.5 yang menjadi target pembelajaran siswa. Ketercapaian kompetensi tersebut terlihat dari indikator

yang ditunjukkan siswa (Supriyatna dan Asriyani, 2019). Siswa dinyatakan telah mencapai ketuntasan belajar untuk KD ini apabila telah mencapai ketuntasan belajar minimal yang ditetapkan untuk seluruh indikator pada KD tersebut (Raymansyah, 2022).

Idealnya, siswa diharapkan mencapai ketuntasan pada KD 3.5 dan 4.5, namun data dari beberapa peneliti justru menunjukkan hasil yang kurang memuaskan. Data dari Suyatman dan Taher (2020) menunjukkan bahwa nilai siswa pada KD ini cenderung rendah, dengan rata-rata kelas 33,63. Fakta rendahnya nilai siswa ini diperkuat oleh hasil wawancara di sekolah, di mana dari 32 siswa dalam satu kelas, hanya 15 siswa yang berhasil mencapai nilai di atas KKM yaitu 75. Lebih lanjut, dari hasil penelitian Pupanosa (2020) didapatkan bahwa rata-rata nilai hasil belajar siswa adalah 44,0 dengan persentase ketuntasan sebesar 31,4%.

Nilai dan ketuntasan belajar siswa yang rendah berkesesuaian dengan keterampilan proses sains yang masih rendah. Data *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022, menunjukkan bahwa hanya 34% siswa di Indonesia yang memiliki kemampuan dalam bidang sains, itupun hanya kemampuan dasar untuk mengenali penjelasan ilmiah sederhana. Lebih jauh lagi, hampir tidak ada siswa di Indonesia yang mampu menerapkan sains secara kreatif.

Rendahnya kemampuan siswa dalam bidang sains tersebut, turut ditegaskan oleh penelitian Mahmudah dkk., (2019) yang menyoroti rendahnya keterampilan proses sains (KPS) siswa, khususnya dalam kemampuan membuat hipotesis, menentukan alat dan bahan, menentukan variabel penyelidikan, dan merancang prosedur penyelidikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada siswa yang berada pada kategori tinggi, dengan 7 siswa berkategori cukup dan 22 siswa berkategori kurang. Rata-rata nilai KPS siswa hanya mencapai 25,9 dari nilai maksimum 100. Menurut wawancara dengan guru, penyebab utama rendahnya KPS ini adalah kurangnya fasilitas bagi siswa untuk melakukan penyelidikan ilmiah dalam pembelajaran sehari-hari, sehingga KPS

mereka tidak terlatih dengan baik.

Data mengenai keterampilan proses sains siswa yang masih rendah ini sejalan dengan hasil wawancara di SMAN 15 Bandarlampung. Berdasarkan wawancara, diketahui bahwa kegiatan pembelajaran didominasi dengan penjelasan materi melalui *powerpoint*, diskusi, dan latihan soal. Kondisi ini secara jelas menunjukkan minimnya kesempatan bagi siswa untuk terlibat langsung dalam penyelidikan ilmiah. Wawancara lebih lanjut mengungkapkan adanya keterbatasan praktikum, di mana materi seperti larutan penyangga dan hidrolisis hanya bisa disajikan melalui video, bukan praktik langsung. Lebih lanjut, praktikum termokimia juga tidak dapat dilaksanakan karena keterbatasan alat dan bahan.

Keterampilan proses sains dapat dilatihkan melalui KD 3.5 dan 4.5. KD 3.5 yaitu menentukan ΔH reaksi berdasarkan Hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan dan 4.5 yaitu merancang, melakukan, menyimpulkan, dan menyajikan hasil percobaan penentuan ΔH suatu reaksi (Tim Penyusun, 2014). Pada KD 3.5, siswa melatih KPS seperti mengidentifikasi dan menginterpretasi data, menghitung, serta menyimpulkan hasil perhitungan. Sementara itu, dalam KD 4.5 siswa secara langsung menerapkan KPS seperti melakukan percobaan, berhipotesis, mengamati, mengukur, menganalisis data, menyimpulkan, hingga mengomunikasikan hasil percobaan mereka.

Salah satu cara efektif untuk mencapai KD 3.5 dan 4.5 tersebut adalah melalui pembelajaran, di mana siswa dilatih untuk mengidentifikasi masalah, memberikan pendapat dan menentukan hipotesis yang relevan dengan permasalahan, melakukan percobaan, mengolah data, menyampaikan hasil pengolahan data, dan menarik kesimpulan. Rangkaian kegiatan ini, secara langsung berdampak pada peningkatan KPS, memungkinkan siswa untuk memperoleh pengetahuan secara efisien dan mencapai kompetensi yang diharapkan. Seluruh rangkaian pembelajaran mulai dari mengidentifikasi masalah hingga menarik kesimpulan oleh siswa ini merupakan inti dari model pembelajaran inkuiri terbimbing.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing dapat meningkatkan keterampilan proses sains (Sulistiyani, 2022; Aktamis *et al.*, 2016; Damopolii *et al.*, 2020), meningkatkan hasil belajar siswa (Risna dkk., 2019; Rambe dkk., 2020), dan meningkatkan hasil belajar IPA (Margunayasa dkk., 2019).

Keterampilan proses sains yang dapat ditingkatkan melalui KD 3.5 dan 4.5 dengan penerapan model inkuiri terbimbing, sering terhambat oleh keterbatasan fasilitas praktikum seperti yang ditemukan di SMAN 15 Bandarlampung. Menjawab tantangan tersebut, penelitian ini memperkenalkan sensor suhu DS18B20 berbasis Arduino Uno yang dapat digunakan untuk praktikum penentuan ΔH reaksi pada KD tersebut. Alat ini dirancang dengan menerapkan prinsip *green chemistry*, khususnya *prevention* (pencegahan) dan *designing safer chemicals* (perancangan bahan kimia yang lebih aman).

Kedua prinsip *green chemistry* tersebut secara langsung relevan karena sensor suhu DS18B20 berbasis Arduino Uno menggantikan penggunaan termometer raksa, yang berisiko pecah dan melepaskan uap raksa yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Dengan demikian, alat ini memungkinkan pelaksanaan praktikum yang aman dan efisien di tengah keterbatasan alat dan bahan. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing berorientasi *green chemistry* dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa dan menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungan (Afiyanti dkk., 2014) dan meningkatkan hasil belajar siswa (Risna dkk., 2019).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul “Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis *Green Chemistry* untuk Meningkatkan Penguasaan Kompetensi Pembelajaran Termokimia dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA.”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini

yaitu bagaimanakah efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan keterampilan proses sains siswa SMA?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat, tujuan dari penelitian ini yaitu mendeskripsikan efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan keterampilan proses sains siswa SMA.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak, yaitu :

1. Bagi siswa, penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dapat memberikan pengetahuan baru dan pengalaman praktikum.
2. Bagi guru, sebagai alternatif model pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran dan keterampilan proses sains siswa.
3. Bagi sekolah, menjadi informasi dan sumbangan pemikiran dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran kimia di sekolah.
4. Bagi peneliti lain, sebagai dasar untuk penelitian lebih lanjut tentang efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari kesalahpahaman terhadap masalah yang akan dibahas, maka diberikan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Model pembelajaran inkuiri terbimbing yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan langkah-langkah menurut Trowbridge and Bybee (1986) yaitu; (1) pemberian masalah oleh guru; (2) merumuskan hipotesis; (3) melakukan percobaan; (4) sintesis pengetahuan.

2. Model pembelajaran inkuiri terbimbing dikatakan efektif apabila terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai *n-gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan *n-gain* di kelas eskperimen minimal berkategori sedang.
3. Prinsip *green chemistry* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *prevention* dan *design safer chemical* (Anastas and Warner, 1998).
4. Pada penelitian ini kompetensi dasar yang digunakan adalah KD 3.5 dan 4.5 berdasarkan Permendikbud No 59 Tahun 2014. Berdasarkan KD ini, level kognitif yang sesuai yaitu C1-C5.
5. Kegiatan KPS dalam penelitian ini menurut *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) (1964) yaitu; (1) *observing*; (2) *formulating hypotheses*; (3) *inferring*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Model Inkuiri Terbimbing

Inkuiri terbimbing merupakan suatu model pembelajaran yang melatih keterampilan siswa dalam melakukan proses penyelidikan, sehingga siswa mampu mengumpulkan data, mengolah data, dan menarik kesimpulan secara mandiri dalam rangka menjawab pertanyaan yang diajukan oleh guru (Maguire *et al* dalam Maknun, 2020). Sund dan Trowbridge (1973) menyatakan bahwa dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing, guru memberikan bimbingan yang luas bagi siswa. Hal ini biasanya dalam bentuk pertanyaan yang mengarahkan siswa untuk menentukan konsep melalui kegiatan inkuiri, sehingga memungkinkan mereka untuk berpartisipasi dalam pembelajaran dengan baik.

Menurut Gulo (2008), tujuan model pembelajaran inkuiri terbimbing antara lain: (a) keterlibatan siswa secara maksimal dalam proses kegiatan belajar mengajar, (b) kegiatan terarah secara logis dan sistematis pada tujuan pengajaran, (c) mengembangkan sikap percaya pada diri sendiri (*self-belief*) pada diri siswa tentang apa yang ditemukan dalam proses inkuiri terbimbing. Menurut Kuhlthau and Tood, ada enam karakteristik inkuiri terbimbing yaitu: (a) siswa belajar aktif dan terefleksi pada pengalaman, (b) siswa belajar berdasarkan pada apa yang mereka tahu, (c) siswa mengembangkan rangkaian berpikir dalam proses pembelajaran melalui bimbingan, (d) perkembangan siswa terjadi secara bertahap, (e) siswa mempunyai ciri yang berbeda dalam pembelajaran, (f) siswa belajar melalui interaksi sosial dengan orang lain (Dewi, 2016).

Setiap model pembelajaran yang digunakan pasti mempunyai keunggulan serta kelemahan masing-masing. Menurut Suryosubroto (2009), inkuiri

terbimbing memiliki keunggulan, yaitu: (a) membantu siswa mengembangkan atau memperbanyak persediaan dan penguasaan keterampilan dan proses kognitif siswa, (b) memberi kesempatan pada siswa untuk bergerak maju sesuai dengan kemampuan, (c) membantu memperkuat pribadi siswa dengan bertambahnya kepercayaan pada diri sendiri melalui proses-proses penemuan, (d) siswa terlibat langsung dalam belajar sehingga termotivasi untuk belajar, (e) strategi ini berpusat pada siswa, misalkan memberi kesempatan kepada mereka dan guru berpartisipasi sebagai sesama dalam mengecek ide.

Menurut Sanjaya (2006), pada pembelajaran inkuiri terbimbing terdapat pula kelemahan yaitu: (a) sulit mengontrol kegiatan dan keberhasilan siswa, (b) sulit dalam merencanakan pembelajaran karena terbentur dengan kebiasaan siswa dalam belajar, (c) kadang-kadang dalam mengimplementasikannya, memerlukan waktu yang panjang sehingga sering guru sulit menyesuaikannya dengan waktu yang telah ditentukan.

Pada penelitian ini tahapan pembelajaran inkuiri terbimbing yang digunakan menurut Trowbridge *and* Bybee (1986). Tahapan tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahap pembelajaran inkuiri terbimbing

No	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Siswa
1	Pengajuan masalah oleh guru	Siswa mengidentifikasi masalah
2	Merumuskan hipotesis	Siswa memberikan pendapat dan menentukan hipotesis yang relevan dengan permasalahan
3	Melakukan percobaan	a. Siswa melakukan percobaan untuk mendapatkan data-data atau informasi b. Siswa mengolah data hasil percobaan c. Siswa menyampaikan hasil pengolahan data
4	Sintesis pengetahuan	a. Siswa menarik kesimpulan b. Siswa menuliskan kesimpulan secara jelas

B. *Green Chemistry*

Environmental Protection Agency (EPA) mendefinisikan *green chemistry* sebagai desain produk dan proses kimia yang mengurangi atau menghilangkan penggunaan atau pembentukan zat berbahaya. *Green chemistry* merupakan pendekatan untuk mengatasi masalah lingkungan baik itu dari segi bahan kimia yang dihasilkan, proses atau tahapan reaksi yang digunakan. Konsep ini menegaskan tentang suatu metode yang didasarkan pada pengurangan penggunaan dan pembuatan bahan kimia berbahaya baik itu dari sisi perancangan maupun proses (Nuswowati dkk., 2024).

Prinsip-prinsip *green chemistry* yang dikembangkan oleh Paul Anastas and John Warner, terkait dengan bahan kimia, proses, dan produk yang lebih hijau (lebih ramah lingkungan), yaitu :

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 (seselektif 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.

C. Sensor Suhu DS18B20 Berbasis Arduino UNO

Salah satu pengimplementasian *green chemistry* dalam pembelajaran kimia, yaitu dengan melakukan modifikasi pada peralatan dalam percobaan penentuan entalpi reaksi pelarutan. Modifikasi yang dimaksud adalah penggantian termometer air raksa dengan sensor suhu digital DS18B20 yang terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino UNO. Sensor suhu DS18B20 dipilih karena keandalan dan keakuratannya dalam pengukuran perubahan

suhu reaksi pada konsentrasi yang relatif lebih rendah (Prabowo dkk., 2023), serta sifatnya yang non-toksik. Penggantian termometer air raksa dengan sensor suhu DS18B20 juga bertujuan untuk mengurangi resiko tumpahan air raksa yang dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan.

Karakteristik dari sensor suhu DS18B20 antara lain, digunakan pada tegangan 3-5 V, tingkat akurasi kesalahan yaitu $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ dengan kisaran suhu antara -55°C sampai dengan 125°C (Song *et al.*, 2013), kabel hitam pada sensor DS18B20 untuk GND, kabel kuning pada sensor DS18B20 untuk data, dan diameter kabel yaitu 4 mm dengan panjang 90 cm.

Arduino UNO adalah sebuah board mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya (Adriansyah dan Hidyatama, 2013).

D. Penguasaan Kompetensi Pembelajaran

Sedangkan kompetensi dasar merupakan kemampuan spesifik yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang terkait muatan atau mata pelajaran (Fadiawati dan Fauzi, 2018). Indikator pencapaian kompetensi menjadi tolok ukur ketercapaian suatu KD. Apabila seluruh indikator pada KD sudah tercapai, maka KD tersebut sudah terpenuhi (Indriawati dkk., 2017).

Pada penelitian ini kompetensi dasar yang digunakan adalah KD 3.5 dan KD 4.5 pada materi termokimia. KD 3.5 yaitu menentukan ΔH reaksi berdasarkan Hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar dan data energi

ikatan dan KD 4.5 yaitu merancang, melakukan dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan penentuan ΔH suatu reaksi (Tim Penyusun, 2014).

E. Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains dikenal sebagai keterampilan prosedural, kebiasaan berpikir eksperimental dan investigasi, kemampuan penyelidikan ilmiah, dan keterampilan proses penyelidikan (Harlen, 1999; Chakraborty and Gillian, 2021). Ozgelen (2012) mendefinisikan keterampilan proses sains sebagai kegiatan mental dan fisik untuk mengumpulkan dan mengatur informasi, kemudian menggunakannya untuk membuat prediksi, menjelaskan fenomena, memecahkan masalah, memahami usaha ilmiah, dan mempelajari sains.

AAAS (1964) dalam Chakraborty and Gillian (2021), mengklasifikasikan keterampilan proses sains dalam dua kategori berdasarkan kerumitannya yakni keterampilan proses sains dasar dan keterampilan proses sains terpadu.

Keterampilan proses sains dasar adalah keterampilan pada tingkat yang lebih rendah yang meliputi *observation, classifying, measuring, prediction, inferring, and communication*. Sedangkan keterampilan proses sains terpadu adalah keterampilan pada tingkat kompleksitas yang lebih tinggi dan biasanya merupakan hasil kombinasi dua atau lebih keterampilan dasar. Keterampilan proses sains terpadu meliputi *identifying and controlling variables, defining variables operationally, formulating hypotheses, experimenting, formulating models, and interpreting data*. Adapun kerangka kerja keterampilan proses sains yang dikemukakan oleh AAAS (1964) yang telah diadaptasi oleh Chakraborty and Gillian (2021) dijabarkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kerangka Kerja Keterampilan Proses Sains

No	Keterampilan Proses Sains	Deskripsi
1.	<i>Observing</i>	Menggunakan indera untuk mengumpulkan informasi tentang suatu objek
2.	<i>Formulating Hypotheses</i>	Membuat pernyataan berdasarkan pengamatan
3.	<i>Inferring</i>	Menarik kesimpulan berdasarkan pengamatan

F. Penelitian yang Relevan

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai pembelajaran inkuiri terbimbing. Beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penelitian relevan mengenai pembelajaran inkuiri terbimbing

No	Peneliti (1)	Judul (2)	Metode (3)	Hasil (4)
1.	Sulistiyani, 2022	<i>Analysis Effectiveness of Guided Inquiry Implementation to Improve Students' Science Process Skills</i>	Penelitian ini menggunakan studi pustaka untuk mendeskripsikan dan menganalisis efektivitas penerapan guided inquiry dalam meningkatkan keterampilan proses sains	Berdasarkan kajian pustaka penerapan inkuiri terbimbing tahun 2013-2022, metode inkuiri terbimbing dinilai efektif dan memiliki nilai positif dalam meningkatkan keterampilan proses sains, kemampuan penalaran, keterampilan berpikir ilmiah dan kritis siswa, serta hasil belajar siswa
2.	Aktamis <i>et al.</i> , 2016	<i>Effects of the Inquiry-Based Learning Method on Student's Achievement, Science Process Skills, and Attitude towards Science: A Meta-Analysis Science</i>	Dalam penelitian ini, metode meta-analisis digunakan untuk meliputi dampak metode pembelajaran berbasis penyelidikan terhadap prestasi akademik siswa, keterampilan proses sains, dan sikap mereka terhadap sains	Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa metode pembelajaran berbasis penyelidikan yang digunakan dalam pendidikan sains memiliki dampak yang jauh lebih signifikan terhadap prestasi siswa daripada terhadap keterampilan proses sains dan sikap mereka terhadap sains.
3.	Damopolii <i>et al.</i> , 2020	<i>Potential of Inquiry-Based Learning to Train Students' Metacognitive and Science Process Skill</i>	Penelitian ini menggunakan posttest-only control group design.	Pembelajaran berbasis inkuiri berpotensi melatih keterampilan metakognitif dan keterampilan proses sains siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Tabel 3 (Lanjutan)

No	(1)	(2)	(3)	(4)
4.	Juniar dkk., 2020	<i>The Effect of Guided Inquiry Model on Improving Student's Learning Outcomes and Science Process Skills in Qualitative Analytical Chemistry Practicum</i>	Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimental one group pre-test and posttest design.	Hasil belajar siswa yang diajarkan dengan menerapkan model guided inquiry (GI) pada praktikum Kimia Analisis Kualitatif meningkat dari pre-test 81,88 menjadi 85,49 pada post-test dengan rata-rata N-gain sekitar 20% dan mengomunikasikan merupakan indikator keterampilan proses sains yang paling berkembang.
5.	Risna dkk., 2019	Penerapan Model Inkuiri Terbimbing Berorientasi <i>Green Chemistry</i> untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Larutan Penyangga	Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimental dan nonequivalent control group.	Model inkuiri terbimbing berorientasi <i>green chemistry</i> dapat meningkatkan hasil belajar siswa dengan perolehan nilai <i>N-gain</i> eksperimen sebesar 73% dan kelas kontrol sebesar 44%
6.	Rambe dkk., 2020	<i>The Effect of Guided Inquiry Learning Model and Critical Thinking Skills on Learning Outcomes</i>	Penelitian ini menggunakan desain quasi-eksperimental one group pre-test and posttest.	Model pembelajaran inkuiri terbimbing mempunyai pengaruh yang tinggi terhadap hasil belajar siswa.
7.	Margunayasa dkk., 2019	<i>The Effect of Guided Inquiry Learning and Cognitive Style on Science Learning Achievement</i>	Penelitian ini menggunakan desain quasi eksperimental yang dilakukan menggunakan desain faktorial 2 x 2.	Pada siswa dengan gaya kognitif reflektif, prestasi belajar IPA siswa yang belajar melalui model pembelajaran inkuiri terbimbing memperoleh skor 26,54 lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang belajar melalui pembelajaran konvensional yaitu sebesar 21,91.
8.	Owolade <i>et al.</i> , 2022	<i>Effectiveness of Guided Inquiry and Open Inquiry Instructionals Strategies in</i>	Penelitian ini menggunakan desain kuasi eksperimen non-ekuivalen pretes dan postes.	Terdapat perbedaan yang signifikan antara efektivitas strategi inkuiri terbimbing dan strategi inkuiri terbuka dalam meningkatkan

Tabel 3 (Lanjutan)

No	(1)	(2)	(3)	(4)
8.		<i>Improving Biology Students' Achievement</i>	Penelitian ini menggunakan desain kuasi eksperimen non-ekuivalen pretes dan postes.	prestasi akademik siswa sekolah menengah pada mata pelajaran Biologi di negara bagian Osun, karena siswa yang diberi strategi inkuiri terbuka memiliki prestasi lebih baik dibandingkan kelompok lainnya.
9.	Maknun, 2020	<i>Implementation of Guided Inquiry Learning Model to Improve Understanding Physics Concepts and Critical Thinking Skill of Vocational High School Students</i>	Penelitian ini menggunakan desain kuasi eksperimen dan random pretes-postes control group.	Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing cenderung mampu meningkatkan pemahaman konsep fluida statis dan keterampilan berpikir kritis siswa SMK secara signifikan dibandingkan dengan secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.
10.	Wen <i>et al.</i> , 2020	<i>Students' Guided Inquiry with Stimulation and its Relation to School Science Achievement and Scientific Literacy</i>	Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuasi eksperimen dan analisis konten dari tanggapan tertulis siswa	Penyelidikan terbimbing dengan lingkungan belajar simulasi membantu siswa mengembangkan literasi sains yang lebih permanen.

G. Analisis Konsep

Herron mengemukakan bahwa analisis konsep merupakan suatu prosedur yang dikembangkan untuk menolong pendidik dalam merencanakan urutan-urutan pengajaran bagi pencapaian konsep. Dalam analisis konsep perlu diidentifikasi karakteristik konsep yang meliputi label konsep, definisi konsep, atribut kritis dan atribut variabel, hirarki konsep (superordinat, ordinat dan subordinat), serta contoh dan non contoh. Analisis konsep pada materi

perubahan entalpi reaksi pelarutan berdasarkan percobaan secara kalorimetri disajikan pada Tabel 4.

H. Kerangka Pemikiran

Pembelajaran dengan menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* diyakini sebagai cara yang efisien untuk meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran dan KPS.

Tahapan dari model pembelajaran inkuiri terbimbing yaitu pengajuan masalah oleh guru, merumuskan hipotesis, melakukan percobaan, dan sintesis pengetahuan. Tahap pertama yaitu pengajuan masalah oleh guru mengenai penurunan suhu akibat pelarutan zat, pengukuran perubahan suhu, dan potensi bahaya termometer raksa, yang mana siswa diminta untuk mengidentifikasi masalah. Kegiatan ini dapat meningkatkan keterampilan mengamati pada keterampilan proses sains, kemampuan mengingat (C1), memahami (C2), menerapkan (C3), dan menganalisis (C4). Tahap kedua yaitu merumuskan hipotesis. Pada tahap ini, siswa diminta untuk memberikan pendapat dan menentukan hipotesis yang relevan dengan permasalahan. Pada tahap ini, kemampuan memahami (C2), menerapkan (C3) dan keterampilan merumuskan hipotesis dapat ditingkatkan.

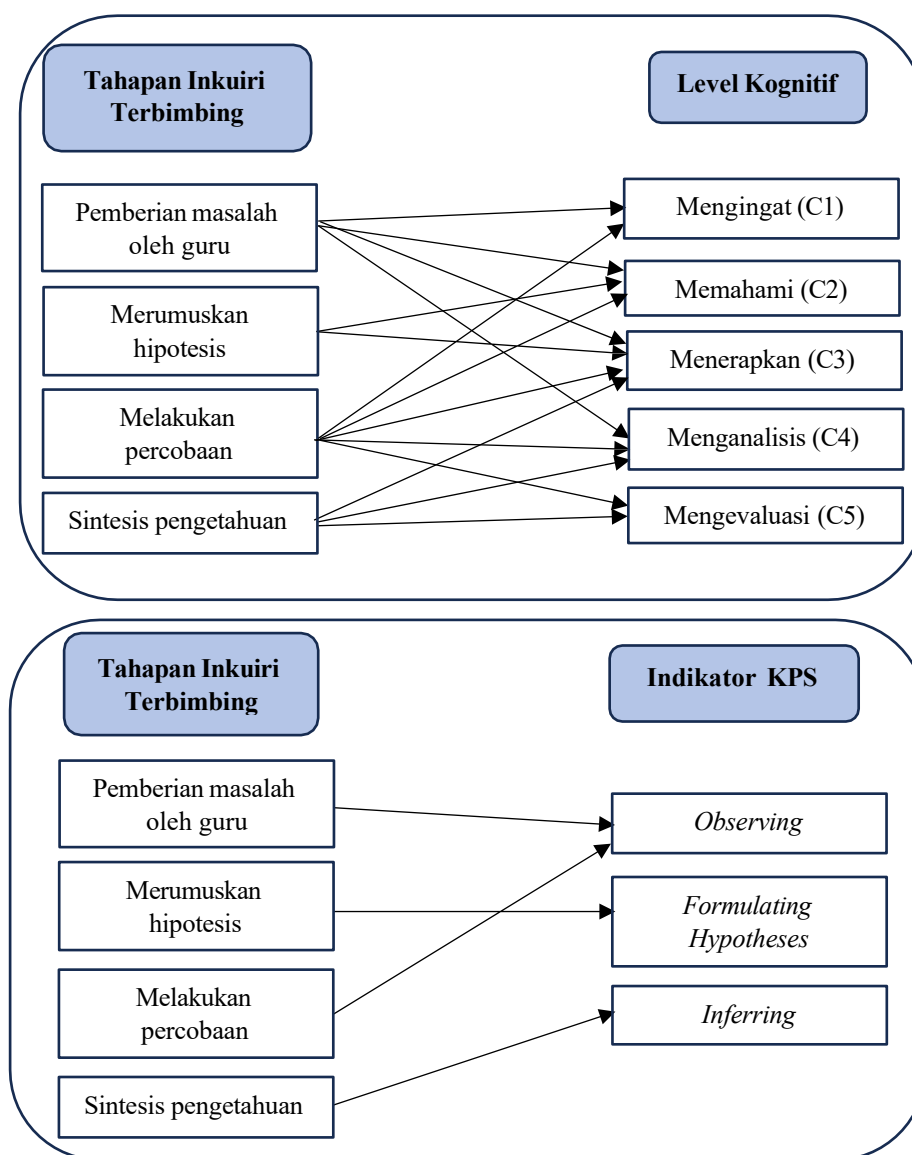
Tahap ketiga yaitu melakukan percobaan, yang mana siswa diarahkan untuk melakukan percobaan guna mendapatkan data-data atau informasi. Model pembelajaran inkuiri terbimbing pada tahap ini juga dapat didukung dengan menggunakan pendekatan *green chemistry* sehingga dapat melatih keterampilan proses sains dan memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna. Pada tahap ini keterampilan mengamati pada keterampilan proses sains dapat dilatihkan. Selain itu, kegiatan melakukan percobaan ini dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mengingat (C1), memahami (C2), menerapkan metode ilmiah (C3), menganalisis (C4), dan mengevaluasi (C5). Tahap terakhir yaitu sintesis pengetahuan, yang mana siswa dapat menarik kesimpulan dan menuliskan kesimpulan secara jelas. Pada tahap ini, keterampilan menginferensi dapat dilatihkan.

Tabel 4. Analisis Konsep Perubahan Entalpi Reaksi Pelarutan Berdasarkan Percobaan Secara Kalorimetri

Label Konsep	Definisi Konsep	Jenis Konsep	Atribut		Posisi			Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Superordinat	Ordinat	Subordinat		
Entalpi pelarutan standar	Perubahan entalpi yang terjadi dalam pelarutan 1 mol senyawa pada keadaan standar	Konsep yang menyatakan simbol	- Perubahan entalpi pelarutan standar - Terjadi dalam pelarutan 1 mol senyawa pada keadaan standar	Entalpi pelarutan standar	Jenis perubahan entalpi standar	- Suhu - Konsentrasi - Volume	-	Pelarutan HCl gas dalam air. $\text{HCl (g)} \rightarrow \text{HCl (aq)}$ $\Delta H^\circ_s = -75,14 \text{ kJ.mol}^{-1}$	Pembentukan air dari unsur H ₂ dan O ₂ . $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ $\Delta H^\circ_f = -241,8 \text{ kJ/mol}$
Persamaan kalor reaksi	-	Konsep yang menyatakan simbol	-	q larutan dan q kalorimeter	Kalorimeter	-	ΔH	-	-

Selain keterampilan menginferensi, pada tahap sintesis pengetahuan juga kemampuan menerapkan (C3), menganalisis (C4), dan mengevaluasi (C5) dapat ditingkatkan.

Berdasarkan uraian dan langkah-langkah di atas, dengan diterapkannya model inkuiri terbimbing berbasis *greenchemistry* dalam pembelajaran diharapkan dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan kompetensi pembelajaran siswa. Kerangka pemikiran dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

Keterangan:

→ = dapat melatih

I. Anggapan Dasar

Anggapan dasar pada penelitian ini, yaitu:

1. Siswa kelas XI-1 dan XI-2 semester genap di SMA Negeri 15 Bandarlampung yang menjadi sampel penelitian memiliki kemampuan dasar yang sama dalam keterampilan proses sains.
2. Faktor-faktor lain di luar perlakuan pada kedua kelas diabaikan.

J. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

1. Model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* efektif dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran siswa.
2. Model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa.

III. METODE PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 15 Bandarlampung. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI Tahun Ajaran 2024/2025 yang berjumlah 279 siswa. Selanjutnya, dari populasi tersebut diambil sebanyak dua kelas untuk dijadikan sampel penelitian.

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* untuk memilih dua kelas penelitian. Kemudian, kedua kelas tersebut diundi secara acak untuk menentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dari hasil undian, diperoleh kelas XI-2 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI-1 sebagai kelas kontrol.

B. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua data yaitu data utama dan data pendukung. Data utama berupa skor pretes dan postes penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan keterampilan proses sains. Data pendukung berupa angket respon siswa terhadap pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*, asesmen kinerja produk berpikir, dan lembar keterlaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* yang diisi oleh guru mata pelajaran kimia. Sumber data dalam penelitian ini adalah seluruh siswa di kedua kelas penelitian.

C. Metode dan Desain Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *quasi experimental* dengan desain penelitian *pretest-posttest control group design*. Desain penelitian ini disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Desain Penelitian

Kelas	Pretes	Perlakuan	Postes
Kelas Eksperimen	O	X	O
Kelas Kontrol	O		O

(Creswell and Creswell, 2023)

Keterangan:

O = *Observation*X = *Treatment*

Sebelum diberikan perlakuan, kedua kelas penelitian diberikan pretes terlebih dahulu. Kemudian, pada kelas eksperimen diterapkan perlakuan model inkuiri terbimbing berbasis *greenchemistry* dan pada kelas kontrol diterapkan pembelajaran konvensional. Terakhir, kedua kelas penelitian diberikan postes.

D. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas, variabel kontrol, dan variabel terikat. Sebagai variabel bebas adalah model pembelajaran yang akan digunakan, meliputi pembelajaran menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dan pembelajaran konvensional. Sebagai variabel kontrol adalah materi pembelajaran dan guru yang mengajar. Sebagai variabel terikat adalah peningkatan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan KPS siswa kelas XI SMAN 15 Bandarlampung Tahun Ajaran 2024/2025.

E. Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Penelitian

Perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Siswa (LKPD) model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*.

Pada penelitian ini, instrumen yang akan digunakan antara lain:

1. Soal pretes dan postes yang terdiri dari 8 butir soal essay yang terbagi atas 1 soal essay untuk keterampilan mengamati, 1 soal essay untuk keterampilan merumuskan hipotesis, 1 soal essay untuk keterampilan menginferensi, 1 soal essay untuk level kognitif mengingat (C1), memahami (C2), 1 soal essay untuk level kognitif menerapkan (C3), 1 soal essay untuk level

kognitif menganalisis (C4), dan 1 soal essay untuk level kognitif mengevaluasi (C5). Instrumen tersebut dilengkapi dengan kisi-kisi instrumen dan rubrik penilaian pretes dan postes dengan skor tertinggi 20 dan skor terendah 0.

2. Angket respon siswa terhadap pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* yang terdiri dari 10 butir pernyataan positif. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan skala likert 1-4 (1=sangat tidak setuju, 2=tidak setuju, 3=setuju, 4=sangat setuju). Siswa menulis tanda checklist (✓) pada kategori yang dipilih.
3. Lembar keterlaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* yang terdiri dari 20 butir pernyataan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan skala likert 1-4 (1=sangat tidak setuju, 2=tidak setuju, 3=setuju, 4=sangat setuju). Responden dalam hal ini adalah guru kimia, menulis tanda checklist (✓) pada kategori yang dipilih.

F. Validitas Instrumen dan Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan kevalidan isi. Kevalidan isi adalah kesesuaian antara instrumen dengan ranah yang diukur. Adapun pengujian kevalidan isi ini dilakukan dengan cara *judgement* atau keputusan ahli, dalam hal ini adalah dosen pembimbing.

Bagan prosedur penelitian disajikan pada Gambar 2. Berikut ini adalah langkah-langkah penelitiannya.

1. Pra-penelitian

Pada tahap pra-penelitian, dilakukan wawancara untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik siswa, model yang digunakan oleh guru mata pelajaran, sarana dan prasarana yang terdapat di sekolah, hasil belajar siswa, serta kendala dan masukan dari guru. Setelah wawancara, kemudian dilakukan analisis konsep. Setelah wawancara dan analisis konsep, prosedur dan alat dirancang untuk praktikum berbasis *greenchemistry*. Selanjutnya, dibuat perangkat maupun instrumen penelitian yang dibutuhkan meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Siswa (LKPD) model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*, soal pretes-postes beserta kisi-kisi dan

rubrik penilaian, angket respon siswa terhadap pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*, asesmen kinerja produk berpikir, lembar keterlaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*, lalu dilakukan validasi terhadap instrumen yang dibuat.

2. Pelaksanaan penelitian

Adapun urutan pelaksanaan penelitiannya adalah sebagai berikut.

menentukan sampel penelitian;

- a. memberikan pretes pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan soal yang sama;
- b. melaksanakan kegiatan belajar-mengajar sesuai model yang telah ditetapkan, yaitu model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* untuk kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional untuk kelas kontrol;
- c. memberikan angket respon siswa dan lembar keterlaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* setelah siswa diberi perlakuan;
- d. memberikan postes setelah pembelajaran terakhir dengan soal yang sama pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3. Akhir penelitian

Tahapan pada akhir penelitian ini, yaitu:

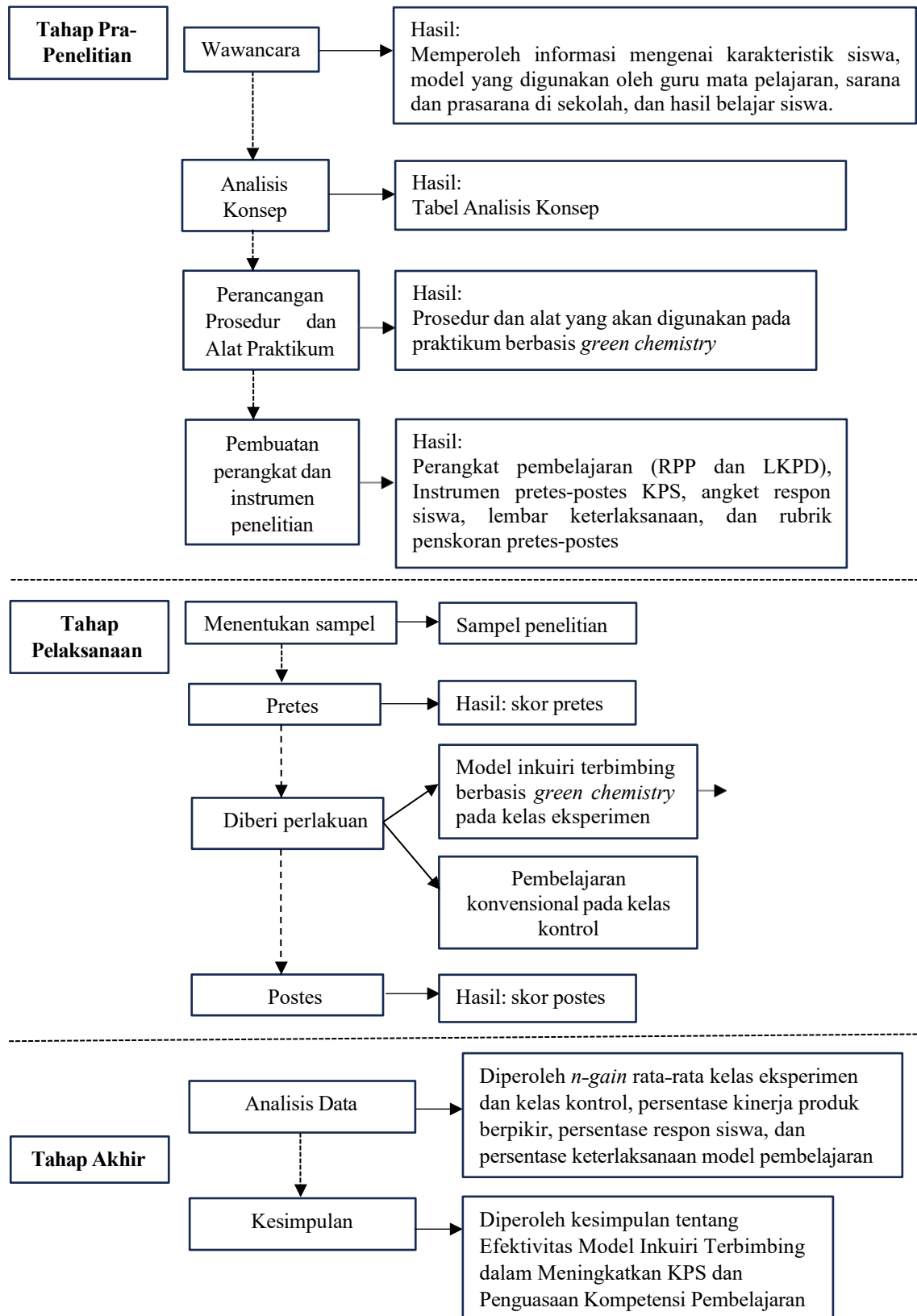
- a. melakukan analisis data nilai penguasaan kompetensi pembelajaran dan keterampilan proses sains siswa;
- b. menarik kesimpulan berdasarkan data yang telah dianalisis.

G. Analisis Data

Setelah penelitian selesai dilaksanakan, didapatkan data kuantitatif berupa skor pretes dan postes dari kelas sampel. Setelah itu, dilakukan analisis data dan pengujian hipotesis untuk memperoleh kesimpulan. Analisis data dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Analisis data dilakukan pada data utama dan data pendukung.

1. Analisis data utama

Data utama yang diperoleh dalam penelitian ini berupa skor pretes dan skor



Gambar 2. Prosedur penelitian

postes penguasaan kompetensi pembelajaran dan keterampilan proses sains. Tahapan dalam analisis data utama adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan *n-gain*

Untuk mengetahui peningkatan penguasaan kompetensi pembelajaran dan keterampilan proses sains siswa, maka dilakukan analisis *n-gain* yang diperoleh siswa dalam tes. Adapun rumus *n-gain* (Hake, 1998) adalah sebagai berikut:

$$n-gain = \frac{(\text{skor postes}) - (\text{skor pretes})}{\text{skor maksimal} - \text{skor pretes}}$$

Setelah diperoleh *n-gain* masing-masing siswa, dihitung *n-gain* rata-ratanya. Besarnya *n-gain* rata-rata di kelas dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$< g > = \frac{\Sigma n-gain \text{ seluruh siswa}}{\text{jumlah seluruh siswa}}$$

Selanjutnya, *n-gain* rata-rata kelas yang didapat diinterpretasikan berdasarkan klasifikasi *n-gain* rata-rata menurut Hake (1998), yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi *n-gain* rata-rata menurut Hake (1998)

Besarnya <i>n-gain</i>	Interpretasi
$< g > > 0,7$	Tinggi
$0,7 > < g > > 0,3$	Sedang
$< g > < 0,3$	Rendah

2. Analisis data pendukung

Data pendukung yang dianalisis dalam penelitian ini adalah asesmen kinerja produk berpikir, angket respon siswa, dan lembar keterlaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* yang dijelaskan secara persentatif.

a. Analisis kinerja produk berpikir

Indikator yang diukur dalam kinerja produk berpikir adalah jawaban tertulis

dalam LKPD. Langkah-langkah analisis kinerja produk berpikir adalah sebagai berikut:

- 1) Menghitung nilai LKPD tiap item dengan rumus di bawah ini:

$$\text{Nilai LKPD item ke-}i = \frac{\Sigma \text{ skor item ke-}i}{\Sigma \text{ skor maksimal}} \times 100$$

- 2) Menghitung nilai rata-rata seluruh item LKPD sebagai berikut.

$$\text{Nilai rata-rata seluruh item LKPD} = \frac{\Sigma \text{ nilai setiap item LKPD}}{\text{banyaknya item}}$$

b. Analisis data respon siswa

Angket respon siswa terhadap pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* menggunakan angket tertutup dengan pernyataan positif, yang pengisiannya dilakukan dengan cara mengisi menggunakan tanda checklist (✓) pada setiap kategori yang akan dipilih. Pengkategorian pada angket respon siswa disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Kategori respon siswa

Pernyataan Positif	
Skor Penilaian	Kategori
4	Sangat Setuju (SS)
3	Setuju (S)
2	Tidak Setuju (TS)
1	Sangat Tidak Setuju (STS)

Langkah-langkah analisis data respon siswa terhadap pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *greenchemistry* adalah sebagai berikut :

- 1) Menghitung persentase respon siswa tiap item.

$$\text{Persentase respon siswa tiap item} = \frac{\Sigma \text{ respon siswa tiap item}}{\Sigma \text{ skor maksimal}} \times 100\%$$

- 2) Menafsirkan data angket respon siswa berdasarkan kriteria interpretasi skor (Arikunto, 2003) seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria interpretasi skor

Persentase (%)	Kriteria
81% – 100%	Sangat Baik
61% – 80%	Baik
41% – 60%	Cukup
21% – 40%	Kurang
0% – 20%	Sangat Kurang

c. Analisis data keterlaksanaan pembelajaran

Data keterlaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* diukur menggunakan angket tertutup. Angket ini berisi pernyataan positif dan dinilai dengan memberikan tanda centang (✓) pada setiap aspek yang dipilih. Adapun langkah-langkah analisis data keterlaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* sebagai berikut:

- 1) Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh pengamat untuk setiap aspek pengamatan, kemudian dihitung persentase ketercapaian dengan rumus berikut:

$$\text{Persentase pengamatan} = \frac{\sum \text{skor seluruh item pengamatan}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100\%$$

- 2) Menafsirkan data keterlaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing berdasarkan kriteria interpretasi skor (Arikunto, 2003) seperti pada Tabel 8.

I. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji perbedaan dua rata-rata. Prasyarat sebelum melakukan uji perbedaan dua rata-rata harus dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah dua kelompok sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas yang digunakan adalah uji *Kolmogorov-Smirnov*. Pengujian normalitas ini dilakukan menggunakan SPSS versi 25.0.

Rumusan hipotesis dalam uji ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : Sampel berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal

Kriteria uji : Terima H_0 apabila nilai *sig.* $> 0,05$ dan tolak H_0 jika nilai *sig.* $< 0,05$.

2. Uji Homogenitas Dua Varians

Uji homogenitas dilakukan untuk menguji apakah kedua kelas penelitian berasal dari varians yang sama atau homogen, yang selanjutnya untuk menentukan statistik-t yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis. Uji homogenitas yang digunakan adalah *Levene Test*. Pengujian homogenitas dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 25.0.

Hipotesis yang digunakan dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut:

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (kedua kelas penelitian mempunyai varians yang homogen)

H_1 : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (kedua kelas penelitian mempunyai varians yang tidak homogen)

Keterangan:

σ_1^2 : varians skor kelas eksperimen

σ_2^2 : varians skor kelas kontrol

Kriteria uji : H_0 diterima apabila nilai *sig.* $> 0,05$.

3. Uji Perbedaan Dua Rata-rata

Uji perbedaan dua rata-rata digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan data yang signifikan antara rata-rata nilai *n-gain* kelas eksperimen dengan rata-rata nilai *n-gain* pada kelas kontrol. Apabila sampel yang digunakan berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan homogen, uji perbedaan dua rata-rata yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji parametrik yaitu *Independent Sample t-Test*. Apabila sampel yang digunakan berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal dan tidak homogen, uji perbedaan dua rata-rata yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji non-parametrik yaitu uji *Mann Whitney U*. Uji perbedaan dua rata-rata dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 25.0.

Rumusan hipotesis untuk uji ini adalah sebagai berikut:

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$: nilai rata-rata *n-gain* keterampilan proses sains atau penguasaan kompetensi pembelajaran di kelas eksperimen lebih rendah atau sama dengan nilai rata-rata *n-gain* keterampilan proses sains atau penguasaan kompetensi pembelajaran di kelas kontrol

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$: nilai rata-rata *n-gain* keterampilan proses sains atau penguasaan kompetensi pembelajaran di kelas eksperimen lebih tinggi daripada nilai rata-rata *n-gain* keterampilan proses sains atau penguasaan kompetensi pembelajaran di kelas kontrol

Kriteria uji : terima H_0 jika nilai *sig. (1-tailed)* $> 0,05$ dan terima H_1 jika nilai *sig. (1-tailed)* $< 0,05$.

Keterangan:

μ_1 : rata-rata *n-gain* pada kelas eksperimen

μ_2 : rata-rata *n-gain* pada kelas kontrol

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data, pengujian hipotesis, dan pembahasan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa

1. Pembelajaran dengan menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* efektif dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran dan keterampilan proses sains.
2. *N-gain* rata-rata penguasaan kompetensi pembelajaran siswa di kelas eksperimen sebesar 0,44 berkategori sedang, sedangkan *n-Gain* rata-rata penguasaan kompetensi pembelajaran siswa di kelas kontrol sebesar 0,09 berkategori rendah.
3. *N-gain* rata-rata keterampilan proses sains siswa di kelas eksperimen sebesar 0,61 berkategori sedang, sedangkan *n-Gain* rata-rata keterampilan proses sains siswa di kelas kontrol sebesar 0,14 berkategori rendah.

B. Saran

Model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* hendaknya diterapkan sebagai model yang digunakan pada mata pelajaran kimia, karena terbukti efektif untuk meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran dan KPS siswa pada materi termokimia KD 3.5 dan 4.5.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1964. Science-A Process Approach: A Commentary for Teachers. AAAS. Washington, DC.
- Adriansyah, A. & Hidyatama, O. 2013. Rancang bangun prototipe elevator menggunakan microcontroller arduino atmega 328p. *Jurnal Teknologi Elektro*, 4(3), 100-112.
- Afiyanti, N.A., Cahyono, E., & Soeprodjo. 2014. Keefektifan inkuiri terbimbing berorientasi green chemistry terhadap keterampilan proses sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 8(1), 1281 – 1288.
- Aktamis, H., Emrah H., & Barış, O. 2016. Effects of the inquiry-based learning method on students' achievement, science process skills and attitude towards science: A meta-analysis science. *Journal of Turkish Science Education*, 13(4) 248-261.
- Aling, N. 2023. Penggunaan media film untuk meningkatkan hasil belajar kimia pada siswa kelas xi di SMKN 1 Nanga Tayap kabupaten ketapang provinsi kalimantan barat tahun pelajaran 2019/2020. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 3(1), 205-2014.
- Anastas P.T. & Warner, J.C. 1998. Green Chemistry, Theory and Practice. Oxford University Press. United Kingdom. 135 hal.
- Arikunto, S. 2003. Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan. Bumi Aksara. Yogyakarta. 298 hal.
- Bretz L. 2008. Chemistry in the National Science Education Standards 2nd Edition. National Academic Press. New York. 224 hal.
- Chakraborty, D., & Gillian, K. 2021. Inquiry process skills in primary science textbooks: Authors and publishers' intentions. *Research in Science Education*, 52, 1419-1433.
- Creswell, J.W & Creswell, J.D. 2023. Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Sage Publications. California. 382 hal.
- Damopolii, i., Umar, K., Devi, R.T., Jan, H., Elya, N., & Novri, Y.K. 2020.

- Potential of inquiry-based learning to train students' metacognitive and science process skill. *Jurnal Ilmiah Peuradeun*, 8(1) 83- 98.
- Dewi, Hartina. 2016. Pembelajaran model inkuiri terbimbing dipadu dengan pembelajaran kooperatif tipe STAD untuk meningkatkan hasil belajar IPA. *Pros. Semnas Pend IPA Pascasarjana UM*, 1(1), 933- 945.
- Fadiawati, N., & Fauzi S., M.M. 2018. Perancangan Pembelajaran Kimia. Graha Ilmu. Yogyakarta. 240 hal.
- Gulo, W. 2008. Strategi Belajar Mengajar. Grasindo. Jakarta. 170 hal.
- Hake, R. R. 1998. Analizing Change/Gain Score. USA: Dept Of Physics, Indiana University. 4 hal.
- Handayani, T.E. 2022. Kimia Dasar. Pascal Books. Banten. 261 hal.
- Harlen, W. 1999. Purposes and procedures for assesing science process skills. *Assesement in Education*, 6(1), 1289-1344.
- Herron, J. Dudley., Cantu, Luis.L., Ward, Richard, & Srinivasan, Venu. 1977. Problems associated with concept analysis. *Science Education*, 61(2), 185-199.
- Indriawati, S., Sunardi, & Kurniati, D. 2017. Pengembangan indikator 4 c's yang selaras dengan kurikulum 2013 pada mata pelajaran matematika SMP/MTs kelas ix semester 1. *Kadikma*, 8(2), 176-188.
- Juniar, A., Silalahi, A., & Suyanti, R. 2020. The effect of guided inquiry model on improving student's learning outcomes and science process skills in qualitative analytical chemistry practicum. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11), 5457-5462.
- Livermore, A.H. 1964. The process approach of the AAAS commission of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 2, 271- 282.
- Mahmudah, I.R., Makiyah, Y.S., & Sulistyaningsih, D. 2019. Profil keterampilan proses sains (KPS) siswa SMA di kota bandung. *Difraction*, 1(1), 39-43.
- Maknun, Johar. 2020. Implementation of guided inquiry learning model to improve understanding physics concepts and critical thinking skill of vocational high school students. *International Education Studies*, 13(6), 117-130.
- Margunayasa, I.G., Dantes, N., Marhaeni, A.A.I.N., & Suastra, I.W. 2019. The effect of guided inquiry learning and cognitive style on science learning achievement. *International Journal of Instruction*, 12(1), 737-750.

- Nuswowati, M., Harjito., Jabbar, A., & Taufiq, M. 2024. Buku Ajar Kimia Lingkungan: Terintegrasi Kompetensi *Education for Sustainable Development (ESD)*. PT Nasya Expanding Management. Pekalongan. 395 hal.
- OECD (2023), PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education, PISA, OECD Publishing, Paris
<https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Ongowo, R.O., & Indoshi, F.C. 2013. Science process skills in the kenya certificate of secondary education biology practical examinations. *Creative Education*, 4(11), 713-717.
- Owolade, A., Salami, M., Kareem, A., & Oladipupo, P. 2022. Effectiveness of guided inquiry and open inquiry instructional strategies in improving biology students' achievement. *Anatolian Journal of Education*, 7(2), 19-30.
- Ozgelen, S. 2012. Student's science process skills within a cognitive domain framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 283-292.
- Prabowo, N.K., Irwanto, I., Paristiowati, M., & Afrizal, A. 2023. ChemDuino calorimetry to determine the enthalpy change of neutralization of an acid–base reaction: making a familiar experiment “greener”. *Conference Paper*. 1-8.
- Pupanosa, M.A. 2020. Peningkatan aktivitas dan hasil belajar materi termokimia menggunakan *d'jigsaw termoboard learning*. *Journal of Elementary School (JOES)*, 3(1), 38-46.
- Rambe, Y., Silalahi, A., & Sudrajat, A. 2020. The effect of guided inquiry learning model and critical thinking skills on learning outcomes. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 488, 151-155.
- Rasmawan, R. 2017. Profil Keterampilan Kerja Ilmiah dan Berpikir Kritis Siswa. *Edusains*, 9(1), 60-70.
- Raymansyah. 2022. Peningkatan kemampuan guru dalam menetapkan kriteria ketuntasan minimal melalui workshop di SDN 7 semalai. *Jurnal Pembelajaran Prospektif*, 7(2), 73-80.
- Risna, R., Hasan, M., & Supriatno, S. 2019. Penerapan model inkuiri terbimbing berorientasi green chemistry untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi larutan penyangga. *Jipi (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 3(2), 106- 118.

- Rosmaini, R., & Tanjung, H. 2019. Pengaruh Kompetensi, motivasi dan kepuasan kerja terhadap kinerja pegawai. *Maneggio: Jurnal Ilmiah Magister Manajemen*, 2(1), 1–15.
- Sanjaya, W. 2006. Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan. Kencana Prenada Media Group. Jakarta. 310 hal.
- Sanjaya, W. 2013. Penelitian Pendidikan, Jenis, Metode dan Prosedur. Kencana Prenada Media Group. Jakarta. 325 hal.
- Song, N., Cheng, Y.C., & Dai, Y. 2013. Characteristics analysis of DS18B20 temperature sensor in the high-voltage transmission lines's dynamic capacity increase. *Energy and Power Engineering*, 5, 557-560.
- Sulistiyani, K. 2022. Analysis effectiveness of guided inquiry implementation to improve students' science process skills. *Ijorer: International Journal of Recent Educational Research*, 3(6), 672-687.
- Sund, R. B., & Trowbridge, L. W. 1973. *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School* (2nd ed.). Charles E. Merrill Publishing Company. London. 631 hal.
- Supriyatna, A., & Asriyani, N.E. 2019. Cara Mudah Merumuskan Indikator Pembelajaran. Pustaka Bina Putera. Serang. 90 hal.
- Suryosubroto, B. 2009. Proses Belajar Mengajar di Sekolah. PT. Rineka Cipta. Jakarta. 224 hal.
- Suyatman & Taher, T. 2020. Analisis miskonsepsi siswa kelas xi madrasah aliyah negeri 1 (MAN 1) lampung timur dalam mempelajari pokok bahasan termokimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 14(2), 2619-2628.
- Tim Penyusun. 2014. *Lampiran III Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Trowbridge, Leslie W. & Bybee, Rodger W. 1986. *Becoming a Secondary School Science Teacher 4th Edition*. Merril Publishing Company. Columbus. 421 hal.
- Wen, C.-T., Liu, C.-C., Chang, H.-Y., Chang, C.-J., Chang, M.-H., Chiang, S.-H. F., Yang, C.-W., & Hwang, F.-K. 2020. Students' guided inquiry with simulation and its relation to school science achievement and scientific literacy. *Computers and Education Journal*, 1-44.