

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

(Skripsi)

Oleh

**SANIA ZENA AZARIA
NPM 2113023058**



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

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

Oleh

SANIA ZENA AZARIA

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 SIKAP SISWA SMA

Oleh

Sania Zena Azaria

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* untuk meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa SMA. Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan desain *pretest-posttest control group*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 15 Bandar Lampung Tahun Ajaran 2024/2025. Sampel penelitian adalah kelas XI F-1 dan XI F-2 yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*, kemudian dilakukan pengundian sehingga kelas XI F-1 ditetapkan sebagai kelas kontrol dan kelas XI F-2 sebagai kelas eksperimen. Instrumen penelitian yang digunakan berupa pretes postes penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia, angket sikap terhadap pelajaran kimia, asesmen kinerja produk berpikir dari pengisian LKPD, angket respon siswa dan lembar keterlaksanaan model pembelajaran. Analisis data meliputi perhitungan *n-gain* rata-rata, angket sikap, kinerja produk berpikir, angket respon dan lembar keterlaksanaan model pembelajaran. Pengujian hipotesis dilakukan dengan uji perbedaan dua rata-rata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *n-gain* rata-rata penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia kelas eksperimen sebesar 0,44 berkategori sedang dan persentase sikap terhadap pelajaran kimia sebesar 81% berkategori sangat baik. Dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* efektif dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa terhadap pelajaran kimia.

Kata kunci: inkuiri terbimbing, *green chemistry*, termokimia, penguasaan kompetensi, sikap terhadap pelajaran kimia

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF THE GUIDED INQUIRY LEARNING MODEL BASED ON GREEN CHEMISTRY TO IMPROVE THE MASTERY OF THERMOCHEMISTRY LEARNING COMPETENCIES AND ATTITUDES OF HIGH SCHOOL STUDENTS

By

Sania Zena Azaria

This study aims to describe the effectiveness of guided inquiry learning model based on green chemistry to improve the mastery of thermochemistry learning competencies and attitudes of high school students. The research method used is quasi-experimental with pretest-posttest control group design. The population in this study were all students of class XI of SMA Negeri 15 Bandar Lampung in the 2024/2025 Academic Year. The research sample was class XI F-1 and XI F-2 which were selected through purposive sampling technique, then a lottery was conducted so that class XI F-1 was determined as the control class and class XI F-2 as the experimental class. The research instruments used were pretest-posttest of mastery of thermochemistry learning competencies, attitude questionnaires towards chemistry lessons, assessment of thinking product performance from filling out LKPD, student response questionnaires and learning model implementation sheets. Data analysis includes the calculation of the average n-gain, attitude questionnaires, thinking product performance, response questionnaires and learning model implementation sheets. Hypothesis testing was carried out by testing the difference between two means. The results of the study showed that the average n-gain of the mastery of thermochemistry learning competencies in the experimental class was 0.44 in the moderate category and the percentage of attitudes towards chemistry lessons was 81% in the very good category. It can be concluded that the guided inquiry learning model based on green chemistry is effective in improving students' mastery of thermochemistry learning competencies and attitudes towards chemistry lessons.

Keywords: guided inquiry, *green chemistry*, thermochemistry, competency mastery, attitude towards chemistry lessons

Judul Skripsi : **EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN
INKUIRI TERBIMBING BERBASIS *GREEN*
CHEMISTRY UNTUK MENINGKATKAN
PENGUASAAN KOMPETENSI
PEMBELAJARAN TERMOKIMIA
DAN SIKAP SISWA SMA**

Nama Mahasiswa : **Sania Zena Azaria**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2113023058

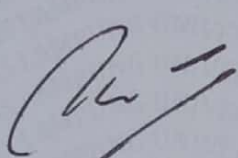
Program Studi : Pendidikan Kimia

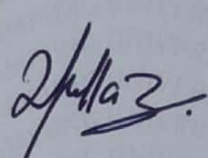
Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

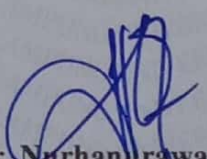
MENYETUJUI

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. Albert Maydiantoro, M. Pd.
NIP. 19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **20 Juni 2025**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sania Zena Azaria
Nomor Pokok Mahasiswa : 2113023058
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 di tulis 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.

Bandar Lampung, 20 Juni 2025



Sania Zena Azaria
NPM 2113023058

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 15 Juli 2003 anak ketiga dari tiga bersaudara, buah hati dari Bapak Rosadi Zein dan Ibu Nurjannah Ibrahim. Perjalanan pendidikan yang ditempuh penulis diawali di TK Pembina dan lulus pada tahun 2009, pendidikan dasar di MI Tahfidz Babul Hikmah lulus pada tahun 2015, pendidikan menengah pertama di MTs Babul Hikmah lulus pada tahun 2018, dan pendidikan menengah atas di SMAIT Babul Hikmah lulus pada tahun 2021.

Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah, dan pernah menjadi pengurus di Forum Silaturahmi Mahasiswa Pendidikan Kimia (Fosmaki).

Tahun 2024 penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tanjung Baru, Kecamatan Merbau Mataram, Kabupaten Lampung Selatan. Kegiatan KKN tersebut terintegrasi dengan program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) yang dilaksanakan di MTs Nurul Falah, Kecamatan Merbau Mataram, Kabupaten Lampung Selatan.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur “Alhamdulillah” kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya yang tiada terputus, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Dengan segala ketulusan hati, saya persembahkan skripsi ini kepada:

Ayah dan Ibuku tercinta,

Rosadi Zein dan Nurjannah Ibrahim

Terima kasih telah merawat dan membesarkanku dengan penuh cinta dan kasih sayang yang tulus, yang selalu menjadi semangatku, terima kasih juga atas segala limpahan doa yang tiada hentinya untuk setiap langkah ku, serta semua hal yang telah dilakukan dan diusahakan

Kakak-Kakakku tersayang,

Yosiana, Marlandi Nurliansyah Zein, Dina Ameilia, dan Maulfi Zidane Zein.

Terima kasih yang luar biasa atas dukungan semangat, arahan, dan nasihat yang diberikan, serta

Saudara, Sahabat, dan Almamater tercinta Universitas Lampung

MOTTO

“Tugas kita bukanlah untuk berhasil, tugas kita adalah untuk mencoba karena di dalam mencoba itulah kita menemukan kesempatan untuk berhasil”

(Buya Hamka)

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha”

(B.J Habibie)

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat diselesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis *Green Chemistry* Untuk Meningkatkan Penguasaan Kompetensi Pembelajaran Termokimia Dan Sikap Siswa SMA” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan.

Dukungan dari beberapa pihak sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih 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 Koordinator Program Studi Pendidikan Kimia;
4. Ibu Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M. Si., selaku Pembimbing I atas kesabaran dan kesediaannya untuk memberikan motivasi, bimbingan, kritik, dan saran dalam proses penyusunan skripsi;
5. Ibu Gamilla Nuri Utami, S. Pd., M. Pd., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Pembimbing II atas kesabaran dan kesediaannya untuk memberikan motivasi, bimbingan, kritik, dan saran dalam proses penyelesaian perkuliahan dan 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 Maria Habiba, S. Pd., M. Pd., selaku kepala sekolah SMA Negeri 15 Bandar Lampung, Ibu Anita Maryanis S. Pd., selaku guru mitra, dan siswa khususnya kelas XI F-1 dan XI F-2 atas bantuan dan kesediannya selama melaksanakan penelitian;
9. Rekan tim skripsi dan penelitian, Putri Salsabilla dan Shofia Nainun Saraswati atas kebersamaan dalam penelitian dan penyusunan skripsi
10. Sahabat “Optimis S. Pd.” ku, Hasna Hafifa dan Rafifah Putri Az zahra yang selalu menemani dan memberikan semangat, motivasi, dukungan, bantuan, dan canda tawanya;
11. Teman-teman Pendidikan Kimia 2021 yang telah memberikan saran, dukungan, dan motivasi selama proses perkuliahan;
12. Teman-teman KKN Desa Tanjung Baru, Merbau Mataram yang telah memberikan semangat, motivasi dan dukungan;
13. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Bandar Lampung, 20 Juni 2025
Penulis,

Sania Zena Azaria
NPM 2113023058

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Ruang Lingkup Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing	7
B. <i>Green Chemistry</i>	9
C. Penggunaan Sensor Suhu DS18B20 Berbasis Arduino Uno	11
D. Penguasaan Kompetensi Pembelajaran	13
E. Sikap Siswa Terhadap Pelajaran Kimia	14
F. Penelitian Relevan.....	15
G. Analisis Konsep.....	17
H. Kerangka Pemikiran	19
I. Anggapan Dasar	22
J. Hipotesis Penelitian.....	22
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	23
A. Populasi dan Sampel	23

B. Jenis dan Sumber Data	23
C. Metode dan Desain Penelitian.....	23
D. Variabel Penelitian	24
E. Perangkat dan Instrumen Penelitian	24
F. Validitas Instrumen	25
G. Prosedur Penelitian.....	25
H. Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	28
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33
A. Hasil Penelitian	33
B. Pembahasan	41
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	48
A. Simpulan.....	48
B. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	55
1. Tabel data skor pretes penguasaan kompetensi kelas kontrol.....	56
2. Tabel data skor postes penguasaan kompetensi kelas kontrol	57
3. Tabel data skor angket awal sikap siswa kelas kontrol.....	58
4. Tabel data skor angket akhir sikap siswa kelas kontrol	59
5. Tabel data persentase awal sub indikator sikap siswa kelas kontrol.....	60
6. Tabel data persentase akhir sub indikator sikap siswa kelas kontrol	61
7. Tabel data skor pretes penguasaan kompetensi kelas eksperimen.....	62
8. Tabel data skor postes penguasaan kompetensi kelas eksperimen	63
9. Tabel data skor angket awal sikap siswa kelas eksperimen.....	64
10. Tabel data skor angket akhir sikap siswa kelas eksperimen	66
11. Tabel data persentase awal sub indikator sikap siswa kelas eksperimen.....	68

12. Tabel data persentase akhir sub indikator sikap siswa kelas eksperimen	69
13. Tabel hasil perhitungan <i>n-gain</i> penguasaan kompetensi kelas kontrol.....	70
14. Tabel hasil perhitungan <i>n-gain</i> penguasaan kompetensi kelas eksperimen....	71
15. Uji normalitas penguasaan kompetensi.....	72
16. Uji homogenitas penguasaan kompetensi	73
17. Uji perbedaan dua rata-rata penguasaan kompetensi	74
18. Tabel hasil kinerja produk berpikir	75
19. Tabel data persentase respon siswa.....	76
20. Tabel data persentase keterlaksanaan model pembelajaran	78
21. Surat bukti telah melaksanakan penelitian	79

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahapan model pembelajaran inkuiri terbimbing	8
2. Indikator sikap siswa terhadap pelajaran kimia	15
3. Penelitian relevan	15
4. Analisis konsep perubahan entalpi reaksi pelarutan berdasarkan percobaan secara kalorimetri	18
5. Desain penelitian.....	24
6. Klasifikasi <i>n-gain</i> rata-rata.....	28
7. Persentase dan kriteria.....	29
8. Hasil uji normalitas	35
9. Hasil uji homogenitas.....	36
10. Hasil uji perbedaan dua rata-rata.....	36
11. Kinerja produk berpikir siswa.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Rangkaian alat sensor suhu DS18B20 berbasis arduino uno	13
2. Kerangka pemikiran penguasaan kompetensi	20
3. Kerangka pemikiran sikap terhadap pelajaran kimia	21
4. Prosedur pelaksanaan penelitian	27
5. Skor rata-rata pretes postes penguasaan kompetensi pembelajaran termo- kimia	33
6. Skor rata-rata postes penguasaan kompetensi tiap level kognitif	34
7. <i>n-gain</i> rata-rata	34
8. Skor rata-rata angket awal dan akhir sikap siswa terhadap pelajaran kimia....	37
9. Skor rata-rata sub indikator sikap terhadap pelajaran kimia	37
10. Persentase sub indikator sikap terhadap pelajaran kimia	38
11. Data respon siswa terhadap model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis <i>green chemistry</i>	40
12. Rata-rata persentase keterlaksanaan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis <i>green chemistry</i>	41
13. Contoh jawaban alternatif permasalahan	42
14. Contoh jawaban mengemukakan hipotesis	43
15. Contoh jawaban tujuan percobaan yang dilakukan.....	43
16. Langkah-langkah percobaan	44
17. Contoh jawaban perhitungan perubahan suhu (ΔT).....	44
18. Contoh jawaban menentukan reaksi eksoterm atau endoterm	45

19. Contoh jawaban tahapan perhitungan penentuan perubahan entalpi reaksi pelarutan.....	45
20. Contoh jawaban persamaan termokimia pelarutan urea dalam akuades.....	46
21. Contoh jawaban perbandingan hasil percobaan dengan literatur.....	47
22. Contoh jawaban kesimpulan hipotesis	47

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kimia merupakan salah satu cabang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang mempelajari komposisi, struktur, sifat, dan energi yang terlibat dalam perubahan suatu zat atau materi menurut fenomena alam (Redhana, 2019; Suswati, 2021). Pembelajaran kimia, berperan dalam mengembangkan penguasaan kompetensi yang menjadi acuan utama dalam keberhasilan proses pembelajaran. Penguasaan kompetensi tersebut meliputi ranah pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Bagou dan Sucking, 2020).

Pembelajaran kimia tidak hanya mengembangkan sikap ilmiah siswa, tetapi juga diarahkan untuk menumbuhkan sikap positif terhadap pelajaran kimia. Dengan memiliki sikap positif terhadap pelajaran kimia, minat dan motivasi belajar siswa dapat meningkat (Nzomo *et al.*, 2023; Aslan, 2017). Sikap positif tersebut membuat mereka memandang kimia sebagai mata pelajaran yang mudah dan menarik untuk dipelajari. Siswa pun akan senantiasa semangat dan aktif mengikuti proses pembelajaran, selain itu mereka akan senantiasa belajar atas kemauan pribadi bukan semata-mata karena adanya tugas atau menjelang ujian. Sehingga akan lebih maksimal dalam menguasai kompetensi pembelajaran dan ketuntasan hasil belajar yang lebih baik (Putra dkk., 2023; Rosa, 2015).

Pada mata pelajaran kimia, salah satu materi yang harus dikuasai siswa adalah termokimia dengan kompetensi dasar (KD) 3.5 yaitu menentukan ΔH reaksi berdasarkan hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan serta KD 4.5 yaitu merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan penentuan ΔH reaksi secara kalorimetri. Idealnya dengan menguasai kompetensi pembelajaran termokimia, siswa mampu dalam menguasai materi secara menyeluruh hingga dapat menghitung perubahan entalpi

berbagai reaksi kimia. Melalui kegiatan praktikum dalam materi termokimia siswa juga dilatih untuk mengembangkan keterampilan ilmiah, seperti merancang percobaan, mengamati dan mengukur perubahan suhu, menganalisis, hingga menyajikan data hasil percobaan (Ramli dkk., 2022). Berkembangnya keterampilan ilmiah siswa melalui kegiatan praktikum, dapat menumbuhkan sikap positif siswa terhadap kimia, mereka menjadi lebih antusias dan termotivasi untuk belajar.

Faktanya, kimia menjadi salah satu mata pelajaran yang kurang diminati oleh siswa. Hal ini disebabkan pembelajaran kimia di sekolah yang masih terbatas pada aspek teori tanpa melakukan kegiatan eksperimen membuat siswa hanya mampu untuk mengetahui dan menghafal tanpa menguasai materi yang dipelajari, termasuk pembelajaran termokimia yang masih terbatas pada aspek teori tanpa melakukan kegiatan eksperimen (Biya dkk., 2023; Ratulangi dkk., 2020; Ristanti dan Sumarti, 2024). Kondisi tersebut membuat pembelajaran menjadi kurang optimal dan mengakibatkan hasil belajar termokimia menjadi rendah (Hariadi dkk., 2020).

Beberapa penelitian disejumlah sekolah di Indonesia, menunjukkan rendahnya hasil belajar termokimia, sebagaimana Antara (2022) menunjukkan bahwa di SMAN 1 Semarapura, provinsi Bali prestasi belajar siswa hanya mencapai nilai rata-rata 76,54 yang masih sangat rendah dari Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) di sekolah tersebut. Juhdy (2022) juga menunjukkan bahwa di SMAN 1 Palibelo, provinsi Nusa Tenggara Barat prestasi belajar siswa hanya mencapai nilai rata-rata 65, nilai tersebut masih di bawah KKM yang ditetapkan sebesar 71. Serta penelitian oleh Rahmi dan Azra (2023) menunjukkan bahwa hasil belajar termokimia siswa di SMAN 13 Padang masih dibawah KKM yang ditetapkan yaitu 80. Rendahnya hasil belajar tersebut dapat berkaitan erat dengan sikap siswa terhadap pelajaran kimia, sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Lubis (2024) menunjukkan adanya pengaruh signifikan antara sikap siswa terhadap pelajaran kimia dengan hasil belajar mereka. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian dari Nadeak (2020) yang menunjukkan bahwa peningkatan atau penurunan penguasaan konsep kimia selaras dengan sikap siswa terhadap pelajaran kimia.

Fakta tersebut diperkuat oleh hasil wawancara dengan salah satu guru kimia di SMA Negeri 15 Bandar Lampung, dari 35 siswa dalam satu kelas, hanya 15 siswa

yang berhasil mencapai nilai di atas KKM dan sikap siswa terhadap pelajaran kimia belum sepenuhnya menunjukkan sikap positif. Diketahui pula, bahwa proses pembelajaran termokimia di sekolah masih terbatas pada aspek teori dan tidak melibatkan kegiatan eksperimen. Dalam pembelajaran teori di kelas, guru menjelaskan materi dengan menampilkan *slide power point*, dilanjutkan kegiatan diskusi, dan diakhiri dengan latihan soal, guru tidak mengajak siswa untuk melakukan kegiatan praktikum karena keterbatasan alat dan bahan. Seharusnya kegiatan eksperimen perlu dilakukan oleh siswa, agar mereka mampu mempraktikkan teori secara nyata (Redhana dkk., 2020).

Upaya untuk mencapai penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia KD 3.5 dan 4.5 serta menumbuhkan sikap positif terhadap pelajaran kimia, guru dapat memberikan kegiatan pembelajaran yang menuntun dan mendukung siswa. Mengajak mereka terlibat dalam mengajukan pertanyaan-pertanyaan dari suatu permasalahan kehidupan sehari-hari, memberikan pendapat dan menentukan hipotesis, melakukan percobaan, menganalisis data, hingga menyusun kesimpulan berdasarkan hasil analisis yang dilakukan (Juhdi, 2022; Yarni, 2020). Kegiatan pembelajaran seperti itu akan memberikan siswa suatu pengalaman belajar yang mendalam dan pengetahuan yang diperoleh menjadi lebih bermakna dalam jangka waktu yang lama dan meningkatkan minat belajar siswa. Model pembelajaran yang dapat memberikan pengalaman belajar tersebut adalah model inkuiri terbimbing (Bayram *et al.*, 2013; Nurmayani dkk., 2018).

Inkuiri terbimbing adalah model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam proses belajar dan guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan arahan dan dukungan (Syarifuddin dan Iswara, 2022). Penerapan inkuiri terbimbing dapat mengembangkan pengetahuan, keterampilan siswa, dan menumbuhkan minat dan motivasi pada Ilmu Pengetahuan Alam (terkhusus kimia) (Cheung, 2011; Orosz *et al.*, 2022). Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan penerapan model inkuiri terbimbing dapat meningkatkan hasil belajar (Mujiyati, 2020; Asni dkk., 2020) dan meningkatkan motivasi belajar (Merta, 2021; Saija dan Beay, 2022).

Kegiatan praktikum dalam model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat didukung dengan penggunaan alat dan bahan yang inovatif, aman, serta ramah lingkungan

sehingga dapat mengatasi keterbatasan alat dan bahan yang ada di sekolah. Begitu pula dengan kegiatan praktikum pembelajaran termokimia di SMAN 15 Bandar Lampung yang terkendala alat dan bahan juga dapat di atasi dengan penggunaan alternatif alat dan bahan dengan menerapkan prinsip *green chemistry*. Praktikum termokimia seperti penentuan perubahan entalpi reaksi secara kalorimetri biasanya menggunakan termometer air raksa untuk mengukur suhu, namun termometer tersebut memiliki potensi bahaya jika pecah karena raksa berupa zat kimia beracun yang dapat mencemari lingkungan, dengan menerapkan prinsip *green chemistry* yaitu *prevention* dan *design safer chemicals* kita dapat mencegah limbah dari air raksa dan merancang alat yang lebih aman sebagai pengganti termometer berupa sensor suhu DS18B20 berbasis arduino uno. Sensor suhu DS18B20 berbasis arduino uno merupakan rangkaian alat yang mampu memberikan data suhu dengan akurasi tinggi, selanjutnya data tersebut diproses oleh arduino uno dan ditampilkan hasil pengukurannya secara langsung melalui layar LCD sehingga lebih memudahkan dalam pengamatan (Prabowo dkk., 2023).

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* menunjukkan adanya potensi besar pada penerapannya dalam proses pembelajaran. Risna dkk., (2019) menyatakan bahwa penerapan model inkuiri terbimbing berorientasi *green chemistry* dapat meningkatkan hasil belajar siswa, lalu Fardani dkk., (2017) menyatakan, bahwa penerapan pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa *green chemistry* berpengaruh terhadap perkembangan keterampilan bernalar ilmiah siswa, dan Afiyanti dkk., (2014) menyatakan bahwa pembelajaran model inkuiri terbimbing berorientasi *green chemistry* efektif terhadap keterampilan proses sains dan sikap peduli lingkungan.

Berdasarkan kajian empiris dan teoritis, bahwa pentingnya penggunaan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* yang diyakini dapat meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa, maka peneliti melakukan penelitian dengan judul “Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis *Green Chemistry* Untuk Meningkatkan Penguasaan Kompetensi Pembelajaran Termokimia Dan Sikap Siswa SMA”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa SMA?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa SMA.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini antara lain:

1. Bagi siswa, dapat memberikan dampak yang baik melalui pengalaman belajar kimia dengan kegiatan praktikum berbasis *green chemistry*.
2. Bagi guru, dapat memberikan metode pengajaran yang efektif dan inovatif sehingga menciptakan suasana belajar yang menarik dan meningkatkan interaksi dengan siswa, menjadi salah satu alternatif dalam kegiatan praktikum jika terkendala alat dan bahan dapat dilakukan dengan menerapkan prinsip *green chemistry*.
3. Bagi sekolah, penerapan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dapat meningkatkan mutu pembelajaran kimia di sekolah dan mendukung pembelajaran berkelanjutan.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut:

1. Model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dapat dikatakan efektif dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa SMA apabila terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai *n-gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan *n-gain* kelas eksperimen minimal berkategori sedang.

2. Tahapan model inkuiri terbimbing yang digunakan dalam penelitian ini adalah tahapan menurut Trowbridge *and* Bybee (1986).
3. Prinsip *green chemistry* yang diterapkan adalah *prevention* dan *design safer chemicals* yang dikembangkan oleh Anastas *and* Werner (1998).
4. Penguasaan kompetensi yang diukur pada penelitian ini adalah penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia berdasarkan Kurikulum 2013 dengan KD 3.5 dan 4.5 menurut Permendikbud No. 59 Tahun 2014, penguasaan kompetensi yang diukur meliputi level kognitif C1- C5.
5. Sikap yang diukur pada penelitian ini adalah sikap siswa terhadap pelajaran kimia, menggunakan indikator sikap siswa terhadap pelajaran kimia menurut Cheung (2009) yang terdiri dari 4 sub indikator.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing

Inkuiri berasal dari kata “*to inquire*” yang berarti bertanya atau menyelidiki. Menurut Trowbridge and Bybee (1986) inkuiri adalah proses mendefinisikan dan menyelidiki masalah, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, mengumpulkan data, dan menarik kesimpulan dari permasalahan tersebut. Inti pengajaran inkuiri adalah merancang lingkungan belajar yang berpusat pada siswa dengan memberikan arahan atau bimbingan dalam mendapatkan konsep dan prinsip ilmiah.

Gulo (2008) menyatakan bahwa inkuiri adalah serangkaian belajar yang mencakup secara maksimal seluruh kemampuan siswa untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, logis, dan analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri. Selanjutnya Sanjaya (2008) menyatakan bahwa terdapat ciri utama strategi pembelajaran inkuiri sebagai berikut: (1) Strategi inkuiri berfokus pada keterlibatan siswa secara maksimal dalam mencari dan menemukan, artinya strategi inkuiri menempatkan siswa sebagai subjek belajar. (2) Dalam proses pembelajaran siswa diarahkan untuk mencari dan menemukan jawaban sendiri dari sesuatu yang dipertanyakan, sehingga diharapkan dapat menumbuhkan sikap percaya diri (*self belief*), artinya peran guru bukan sebagai sumber belajar, akan tetapi sebagai fasilitator dan motivator belajar siswa. (3) Tujuan dari penggunaan strategi pembelajaran inkuiri adalah mengembangkan kemampuan intelektual sebagai bagian dari proses mental, dalam hal ini siswa tidak hanya dituntut agar menguasai pelajaran, akan tetapi bagaimana mereka dapat menggunakan potensi yang dimilikinya.

Inkuiri terbimbing menurut Colburn (2000) yaitu, guru cukup menyediakan materi dan permasalahan untuk diselidiki, sedangkan siswa merancang prosedur mereka sendiri untuk memecahkan masalah. Jusman dkk., (2020) menyatakan bahwa

model pembelajaran inkuiri terbimbing merupakan pembelajaran oleh siswa melakukan penyelidikan dengan arahan dan bimbingan guru untuk membangun pengetahuannya. Pembelajaran inkuiri terbimbing menjadi salah satu cara efektif untuk membantu meningkatkan penguasaan konsep dan menumbuhkan sikap siswa (Adelia dkk., 2023; Hidayati dkk., 2024). Pada penelitian ini tahapan inkuiri terbimbing yang digunakan adalah menurut Trowbridge *and* Bybee (1986). Seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan model pembelajaran inkuiri terbimbing

No	Tahap Pembelajaran	Kegiatan Siswa
1.	Pemberian Masalah	Mengidentifikasi permasalahan yang diberikan oleh guru
2.	Merumuskan Hipotesis	Memberikan pendapat dan merumuskan hipotesis yang sesuai dengan permasalahan
3.	Melakukan Percobaan	a. Merancang prosedur pemecahan masalah dan melakukan percobaan untuk mendapatkan data dan informasi b. Mencatat semua hasil percobaan dan data yang diperoleh c. Mengolah data hasil percobaan dan menyampaikan hasil pengolahan data
4.	Sintesis Pengetahuan	a. Membuat kesimpulan berdasarkan hipotesis yang telah dibuat

Menurut Roestiyah (2008), pembelajaran inkuiri memiliki keunggulan yang dikemukakan sebagai berikut:

1. Mampu membentuk dan mengembangkan “*self-concept*” pada diri siswa sehingga siswa dapat lebih memahami konsep dasar dan ide.
2. Memfasilitasi penggunaan memori dan transfer pada situasi proses belajar baru.
3. Mendorong siswa untuk berpikir aktif dan bekerja keras secara objektif, jujur, dan terbuka.
4. Mendorong siswa berpikir intuitif dan merumuskan hipotesisnya sendiri.
5. Memberi kepuasan yang bersifat intrinstik.
6. Situasi proses belajar menjadi lebih merangsang.
7. Dapat mengembangkan bakat atau kecakapan individu.
8. Memberi kebebasan siswa untuk belajar sendiri.
9. Dapat menghindari siswa dari cara-cara belajar yang tradisional.

10. Dapat memberikan waktu pada siswa secukupnya sehingga mereka dapat mengasimilasi dan mengakomodasi informasi.

Adapun kelemahan pembelajaran inkuiri antara lain:

1. Model ini sulit dalam merencanakan pembelajaran oleh karena terbentur dengan kebiasaan siswa dalam belajar.
2. Dalam mengimplementasikannya terkadang, memerlukan waktu yang panjang sehingga guru sulit menyesuaikannya dengan waktu yang telah ditentukan.
3. Selama kriteria keberhasilan belajar ditentukan oleh kemampuan peserta didik menguasai materi pelajaran, maka strategi ini akan sulit diimplementasikan oleh setiap guru.

B. *Green Chemistry*

Konsep pengembangan produk dan proses kimia yang meminimalkan penggunaan dan pembentukan zat berbahaya, mengurangi limbah, dan mengurangi penggunaan sumber daya yang semakin menipis termasuk dalam *green chemistry* (Kreuder *et al.*, 2017). *Green Chemistry* dapat didefinisikan sebagai metode dalam ilmu kimia dan industri yang ramah lingkungan, aman, dan tidak menghasilkan polusi. Menggunakan bahan dan energi seefisien mungkin serta mengurangi atau menghilangkan limbah. Artinya, *green chemistry* adalah kimia yang berkelanjutan (Manahan, 2010). Sebagaimana yang dikemukakan Anastas dan Tracy (1996) *green chemistry* menggunakan berbagai strategi untuk mengurangi atau menghindari penggunaan bahan berbahaya, seperti bahan baku, produk, hasil samping, dan pelarut yang berdampak buruk pada kesejahteraan makhluk hidup dan lingkungan (Nurbaiti, 2011).

Green Chemistry tidak hanya memberikan solusi untuk permasalahan lingkungan saat ini, tetapi juga mendorong inovasi baru dalam pengembangan produk dan teknologi lebih berkelanjutan. Hal ini didasarkan pada prinsip *green chemistry* yang bertujuan mengurangi dampak negatif yang disebabkan oleh industri kimia terhadap lingkungan (Ahmar dan Azzajad, 2024). Terdapat 12 prinsip *green chemistry* yang dikemukakan oleh Anastas dan Warner (1998).

1. *Prevention* (Pencegahan limbah): Lebih baik mencegah pemborosan daripada pada mengolah atau membersihkan limbah setelah pemborosan terjadi.
2. *Atom economy* (Ekonomi atom): Metode sintesis harus dirancang untuk memaksimalkan penggabungan semua bahan yang digunakan dalam proses ke dalam produk akhir.
3. *Less hazardous chemical syntheses* (Sintesis kimia yang kurang berbahaya): Jika memungkinkan, metode sintesis harus dirancang untuk menggunakan dan menghasilkan zat yang memiliki sedikit atau tidak ada toksisitas terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.
4. *Designing safer chemicals* (Merancang bahan kimia yang lebih aman): Produk kimia harus dirancang untuk menjalankan fungsi yang diinginkan sambil meminimalkan toksisitasnya.
5. *Safer solvents and auxiliaries* (Pelarut dan bahan tambahan yang lebih aman): Penggunaan zat tambahan harus dihindari jika memungkinkan. Jika harus digunakan, pastikan bahan tersebut tidak berbahaya.
6. *Energy efficiency* (Efisiensi energi): Penggunaan energi pada proses kimia mempengaruhi lingkungan dan ekonominya sehingga harus diminimalkan. Jika memungkinkan, metode sintesis harus dilakukan pada suhu dan tekanan normal.
7. *Use of renewable feedstocks* (Penggunaan bahan baku terbarukan): Bahan baku harus terbarukan dan tidak akan habis jika memungkinkan secara teknis dan ekonomis.
8. *Reduce derivatives* (Mengurangi bahan turunan kimia): Derivatisasi yang tidak perlu (penggunaan gugus pemblokiran, proteksi/deproteksi, modifikasi sementara proses fisika/kimia) harus diminimalkan atau dihindari jika memungkinkan, karena langkah-langkah tersebut memerlukan reagen tambahan dan dapat menghasilkan limbah.
9. *Catalysis* (Menggunakan katalis): Reagen katalitik (selektif mungkin) lebih unggul daripada reagen stoikiometris.
10. *Design for degradation* (Perancangan untuk degradasi): Produk kimia harus dirancang sedemikian rupa sehingga pada akhir fungsinya, produk tersebut

terurai menjadi produk degradasi yang tidak berbahaya dan tidak bertahan di lingkungan.

11. *Real-time analysis for pollution prevention* (Analisis secara berlangsung untuk mencegah polusi): Metodologi analitis perlu dikembangkan lebih lanjut untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian dalam proses secara berlangsung sebelum terbentuknya zat berbahaya.
12. *Inherently safer chemistry for accident prevention* (Mengurangi potensi kecelakaan): Menggunakan bahan kimia yang lebih aman untuk meminimalkan potensi kecelakaan kimia, termasuk pelepasan, ledakan, dan kebakaran.

(Hjeresen *et al.*, 2000)

Bodlalo (Fardani dkk., 2017) mengemukakan bahwa *green chemistry* merupakan salah satu bagian penting dari ilmu kimia, diharapkan memasukkan *green chemistry* ke dalam pembelajaran dapat menjadi sarana yang efektif dalam meningkatkan keterampilan dan hasil belajar siswa. Tujuan penerapan *green chemistry* untuk mengajarkan siswa bahwa ilmu kimia memiliki peranan krusial dalam mendukung pembangunan yang berkelanjutan serta memupuk kepedulian lingkungan dimulai dari penggunaan bahan dan proses yang ramah lingkungan.

C. Penggunaan Sensor Suhu DS18B20 Berbasis Arduino Uno

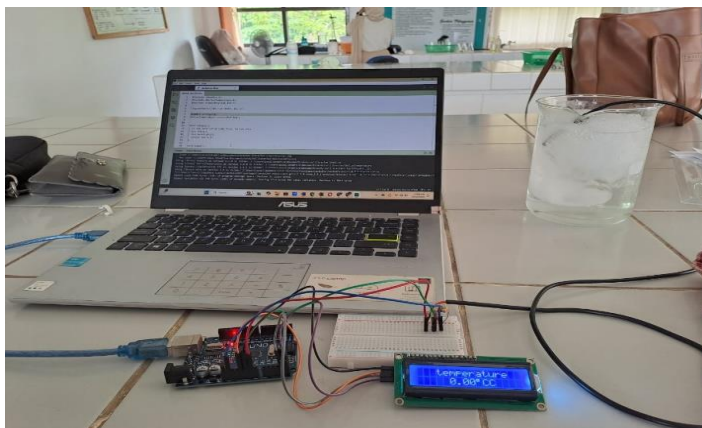
Pemanfaatan sistem digital, biasa digunakan dalam proses pengukuran, salah satunya yaitu pengukuran suhu. Sistem digital pada pengukuran suhu yang dapat digunakan adalah sensor suhu. Sensor merupakan alat atau perangkat yang digunakan untuk mendeteksi berbagai parameter, lalu mengubahnya menjadi sebuah sinyal yang akan diterima atau diproses. Suhu merupakan besaran yang digunakan untuk menyatakan panas atau dinginnya suatu benda terhadap suatu ukuran standar, sehingga sensor suhu adalah perangkat yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur tingkat panas atau dingin pada suatu benda kemudian mengubahnya menjadi sinyal yang akan diukur secara digital (Huda dan Kurniawan, 2022; Salmawati dkk., 2024).

Terdapat berbagai macam sensor suhu, seperti sensor LM35, sensor DS18B20, sensor Termistor, sensor DHT 11. Penggunaan sensor suhu yang memiliki hasil lebih baik diantara sensor lainnya adalah sensor suhu DS18B20. Sensor suhu

DS18B20 adalah sensor suhu yang memiliki keluaran digital dan tahan air dan memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi, yaitu $0,5^{\circ}\text{C}$ pada rentang suhu -10°C sampai $+85^{\circ}\text{C}$. Hanya membutuhkan 1 *wire* untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, memiliki sensitivitas tidak terlalu tinggi dan bersifat digital sehingga tegangan-tegangan yang dihasilkan oleh sensor suhu DS18B20 tidak perlu dikonversi (Ekayana, 2020).

Sebuah keunggulan sensor DS18B20 yang telah dipaparkan sebelumnya yaitu cukup membutuhkan 1 *wire* untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan mikroprosesor dengan memori internal, pengatur waktu, dan perangkat keras untuk menghubungkan perangkat-perangkat eksternal seperti sensor (Vasseur *and* Dunkels, 2010). Arduino adalah salah satu mikrokontroler yang cukup terkenal karena mikroprosesor ATmega328 dengan berbagai antarmuka, dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman yang sangat sederhana, berbagai perangkat input dan output juga tersedia (Kubinova *and* Slegre, 2015).

Penggunaan sensor suhu DS18B20 berbasis arduino uno merupakan pengaplikasian *green chemistry* dalam pembelajaran kimia pada praktikum termokimia secara kalorimetri menggunakan kalorimeter, biasanya pada kegiatan praktikum tersebut menggunakan termometer untuk mengukur suhu. Dalam hal ini, penggunaan termometer dapat digantikan dengan sensor suhu DS18B20 berbasis arduino uno. Sensor DS18B20 mampu memberikan data suhu dengan akurasi tinggi, selanjutnya data diproses oleh arduino uno dan ditampilkan hasil pengukuran tersebut secara langsung melalui layar LCD sehingga lebih memudahkan dalam pengamatan (Prabowo dkk., 2023). Penggunaan sensor suhu DS18B20 berbasis arduino uno menerapkan prinsip-prinsip *green chemistry* seperti, *prevention* dan *design safer chemicals*. Rangkaian alat sensor suhu DS18B20 berbasis arduino uno disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian alat sensor suhu DS18B20 berbasis arduino uno

D. Penguasaan Kompetensi Pembelajaran

Penguasaan mencerminkan pengetahuan mengenai berbagai faktor yang saling berhubungan dalam situasi yang kompleks dan bermasalah (Wati, 2021). Kompetensi siswa adalah kemampuan yang harus dimiliki atau dicapai siswa setelah mengikuti pembelajaran. Kemampuan tersebut, berupa pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang direfleksikan dalam kebiasaan berpikir dan bertindak. Sebagaimana pendapat Mangkumanegara (2012) bahwa kompetensi sumber daya manusia adalah kompetensi yang mencakup pengetahuan, keterampilan, kemampuan, dan sifat kepribadian yang memengaruhi kinerja (Fakhri dan Rahman 2023). Penguasaan kompetensi pembelajaran bagi siswa adalah kemampuan yang dimiliki siswa dalam memahami, menerapkan, dan mengaplikasikan pengetahuan serta keterampilan yang dimiliki diperoleh selama proses pembelajaran dalam situasi nyata.

Penguasaan kompetensi pembelajaran harus dimiliki oleh siswa, begitupun dalam pembelajaran kimia salah satunya penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia. Penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia menurut kurikulum 2013 dengan KD 3.5 Menentukan ΔH reaksi berdasarkan hukum Hess, data perubahan entalpi pembentukan standar, dan data energi ikatan serta KD 4.5 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan penentuan ΔH suatu reaksi secara kalorimetri.

E. Sikap Siswa Terhadap Pelajaran Kimia

Perilaku yang ditunjukkan seseorang dalam situasi atau kondisi tertentu adalah sikap. Azwar (2000) mengemukakan bahwa sikap merupakan suatu bentuk evaluasi atau reaksi yang dimiliki individu terhadap suatu objek. Anastasi dan Urbina menambahkan aspek lain pada pengertian sikap. Menurut mereka, sikap adalah kecenderungan seseorang untuk bertindak atau merespon terhadap sesuatu dengan cara tertentu, menunjukkan bahwa sikap adalah bagian psikologis yang mengarahkan seseorang untuk memberikan respon terhadap sesuatu atau situasi, yang dapat berupa respon positif atau negatif. Selanjutnya, gagasan Gagne juga memberikan perspektif pada pengertian sikap. Sikap menurutnya adalah kondisi psikologis yang dapat memengaruhi pilihan seseorang dalam melakukan tindakan tertentu. Sikap dapat memainkan peran penting dalam proses pengambilan keputusan dan memengaruhi seseorang bertindak dalam berbagai situasi berdasarkan sikap yang mereka miliki terhadap hal-hal atau situasi tersebut (Sulistiasih, 2023).

Guney (2013) mendefinisikan sikap dengan menggabungkan berbagai definisi dalam konteks penelitian bahwa sikap merupakan kecenderungan reaksi yang terbentuk dari tiga komponen berupa kognitif, afektif, dan perilaku. Komponen kognitif, meliputi pandangan seseorang terhadap objek sikap tertentu. Berupa pendapat, pemahaman, pengetahuan, dan keyakinan terhadap objek tersebut. Kedua komponen afektif, meliputi perasaan atau emosi seseorang terhadap suatu objek yang dipengaruhi keyakinan terhadap objek tersebut. Sedangkan komponen perilaku dapat digambarkan sebagai kecenderungan perilaku seseorang dalam sikap sesuai dengan perasaan atau emosi yang memengaruhinya (Aslan, 2017).

Pada proses pembelajaran siswa perlu memiliki sikap tersebut, seperti dalam pembelajaran kimia. Jika pelajaran kimia menjadi objek sikap, komponen kognitif ditunjukkan dengan suatu yang diyakini siswa terhadap pelajaran kimia misalnya, siswa memiliki keyakinan bahwa kimia merupakan mata pelajaran yang menarik untuk dipelajari atau tidak. Selanjutnya komponen afektif misalnya, jika siswa meyakini bahwa kimia itu sulit, maka dapat menyebabkan mereka tidak menyukai kimia begitupun sebaliknya. Komponen perilaku, misalnya jika siswa meyakini bahwa kimia itu sulit, maka wajar jika mereka kurang bersemangat dalam

pembelajaran kimia begitupun sebaliknya. Sikap dapat berdampak besar dalam proses pembelajaran karena berkaitan dengan ketuntasan hasil belajar dan perilaku siswa (Ni'mah dkk., 2018). Pada penelitian ini menggunakan skala sikap siswa terhadap pelajaran kimia yang dikembangkan oleh Cheung (2009) yang terdiri dari 12 item yang terbagi dalam 4 sub indikator. Skala tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator sikap siswa terhadap pelajaran kimia

No	Sub indikator	Item
1.	Menyukai pelajaran teori kimia	a Saya lebih menyukai kimia daripada mata pelajaran lainnya b Pelajaran kimia menarik c Kimia salah satu mata pelajaran favorit saya
2.	Menyukai pekerjaan laboratorium kimia	a Saya suka melakukan eksperimen kimia b Saat saya bekerja di laboratorium kimia, saya merasa sedang melakukan suatu hal yang penting c Melakukan percobaan kimia di sekolah itu menyenangkan
3.	Keyakinan evaluatif tentang sekolah (bidang studi) kimia	a. Kimia berguna untuk memecahkan masalah sehari-hari b. Seseorang harus memahami kimia karena kimia berhubungan dengan kehidupan sehari-hari c. Kimia merupakan salah satu mata pelajaran yang paling penting untuk dipelajari
4.	Kecenderungan perilaku untuk mempelajari kimia	a. Saya bersedia meluangkan lebih banyak waktu untuk membaca buku kimia b. Saya suka mencoba memecahkan masalah baru dalam kimia c. Jika saya memiliki kesempatan, saya akan mengerjakan proyek di bidang kimia

F. Penelitian Relevan

Adapun beberapa penelitian yang relevan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Penelitian relevan

No (1)	Peneliti (2)	Judul (3)	Metode (4)	Hasil (5)
1.	Risna dkk., (2019)	Penerapan model inkuiri terbimbing berorientasi <i>green chemistry</i> untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi larutan penyangga	Metode dalam penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan desain penelitian <i>non-equivalent control group design</i>	Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa model inkuiri terbimbing berorientasi <i>green chemistry</i> dapat meningkatkan hasil belajar siswa dengan perolehan nilai <i>n-gain</i> kelas eksperimen sebesar 73%, sedangkan kelas kontrol sebesar 44%.
2.	Maknun, (2020)	<i>Implementation of Guided inquiry</i>	Metode dalam penelitian ini	Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa

Tabel 3. Lanjutan

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
		<i>Learning Model to Improve Understanding Physics Concepts and Critical Thinking Skill of Vocational High School Students</i>	adalah kuasi eksperimen dengan desain penelitian <i>randomized pretest-posttest control group design</i>	penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing cenderung meningkatkan pemahaman konsep fluida statis dan keterampilan berpikir kritis siswa Sekolah Menengah Kejuruan secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.
3.	Orbaningsih, (2021)	Peningkatan Kompetensi Penguasaan Materi Ajar Termokimia Berbantuan Tutor Sebaya	Metode penelitian ini adalah metode tindakan kelas. Metode tersebut dilaksanakan dalam dua siklus, yaitu siklus I dan siklus II	Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa pembelajaran melalui metode tutor sebaya dengan bertukar kartu soal diperoleh peningkatan pemahaman siswa pada: pertama proses pembelajaran berupa peningkatan aktivitas keseluruhan indikator proses pembelajaran mengalami peningkatan berkisar 7,81 % hingga 9,25 %. Kedua proses pembelajaran berupa keterampilan siswa pada masing-masing aspek keterampilan terdapat peningkatan dengan rerata peningkatan antara 5,47 % hingga 9,38 %. Ketiga kemampuan belajar siswa meningkat dari siklus pertama menuju siklus kedua kisaran peningkatan 22,82 % hingga 34,37.
4.	Yeni dkk., (2024)	Analisis Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI Pada Materi Termokimia Menggunakan <i>Four Tier Multiple Choice</i>	Metode dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan teknik pengambilan data menggunakan <i>four tier multiple choice</i>	Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa persentase yang didapat dari tes diagnostik <i>Four-Tier Multiple Choice</i> (FTMC) untuk mengidentifikasi pemahaman konsep siswa SMAN 12 Pekanbaru terhadap materi termokimia, persentase rata-rata keseluruhan dari kategori konsep dengan hasil termasuk pada kriteria pemahaman “Sedang”.
5.	Nzomo et al., (2023)	<i>Relationship between inquiry-based learning and students' attitude towards chemistry</i>	Metode dalam penelitian ini <i>quantitative method</i> dengan <i>correlational research design</i>	Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa terdapat hubungan yang positif antara IBL dan sikap siswa terhadap pelajaran kimia.
6.	Putra dkk., (2023)	Pengaruh Sikap (<i>Attitude</i>) Terhadap Hasil Belajar Pada Pembelajaran Kimia	Metode dalam penelitian ini adalah <i>quantitative method</i>	Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa hubungan dan korelasi sikap pada mata pelajaran kimia terhadap hasil belajar kimia memberikan hasil yang signifikan, yang artinya ada hubungan dan pengaruh positif dan signifikan antara sikap siswa pada mata pelajaran kimia terhadap hasil belajar kimia.

Tabel 3. Lanjutan

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7.	Merta, (2021)	Peningkatan Motivasi Belajar dan Penguasaan Konsep Kimia pada Topik Hidrolisis Garam dan Larutan Penyangga	Metode penelitian ini adalah metode tindakan kelas. Metode tersebut dilaksanakan dalam dua siklus.	Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing pada topik hidrolisis garam dan larutan penyangga dapat meningkatkan motivasi belajar dan penguasaan konsep siswa.
8.	Nicol <i>et al.</i> , (2022)	<i>Effects of Inquiry-Based Chemistry Experimentation on Students' Attitudes Towards The Teaching and Learning of Chemistry</i>	Metode dalam penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan desain penelitian <i>non-equivalent control group design</i>	Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa pendekatan inkuiri terbimbing dan eksperimen meningkatkan sikap siswa terhadap pengajaran dan pembelajaran kimia dan dapat disimpulkan bahwa penggunaan kedua pendekatan memperkaya keterampilan proses sains siswa di sekolah.
9.	Rabu <i>et al.</i> , (2023)	<i>Effectiveness of inquiry-based learning with the aid of BLOSSOMS video on students' performance and motivation</i>	Metode dalam penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan 2×2 Factorial Design	Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa pembelajaran berbasis penyelidikan dengan berbantuan video mampu meningkatkan kinerja dan motivasi siswa.
10.	Kacar <i>et al.</i> , (2021)	<i>The Effect of Inquiry-Based Learning on Academic Success: A Meta-Analysis Study</i>	Metode dalam penelitian ini adalah meta analisis	Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa dalam studi meta-analisis yang dilakukan untuk menentukan efek pembelajaran berbasis penyelidikan pada prestasi akademik, pembelajaran berbasis penyelidikan memiliki efek positif yang tinggi pada prestasi akademik siswa.

G. Analisis Konsep

Guru dalam menyusun urutan pengajaran untuk mencapai ketuntasan belajar siswa dapat melakukan suatu prosedur berupa analisis 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 noncontoh. Analisis konsep pada materi termokimia perubahan entalpi reaksi pelarutan berdasarkan percobaan secara kalorimetri disajikan dalam Tabel 4.

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		
Perubahan 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 dalam air. $\text{HCl (g)} \rightarrow \text{HCl (aq)} \quad \Delta H_s^\circ = -75,14 \text{ kJ.mol}^{-1}$	Pembentukan air dari unsur H ₂ dan O ₂ . $\text{H}_2 \text{ (g)} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (g)} \quad \Delta H_f^\circ = -241,8 \text{ kJ}$
Persamaan kalor reaksi	-	Konsep berdasarkan simbol	-	q larutan dan q kalorimeter	Kalorimeter	-	ΔH	-	-

H. Kerangka Pemikiran

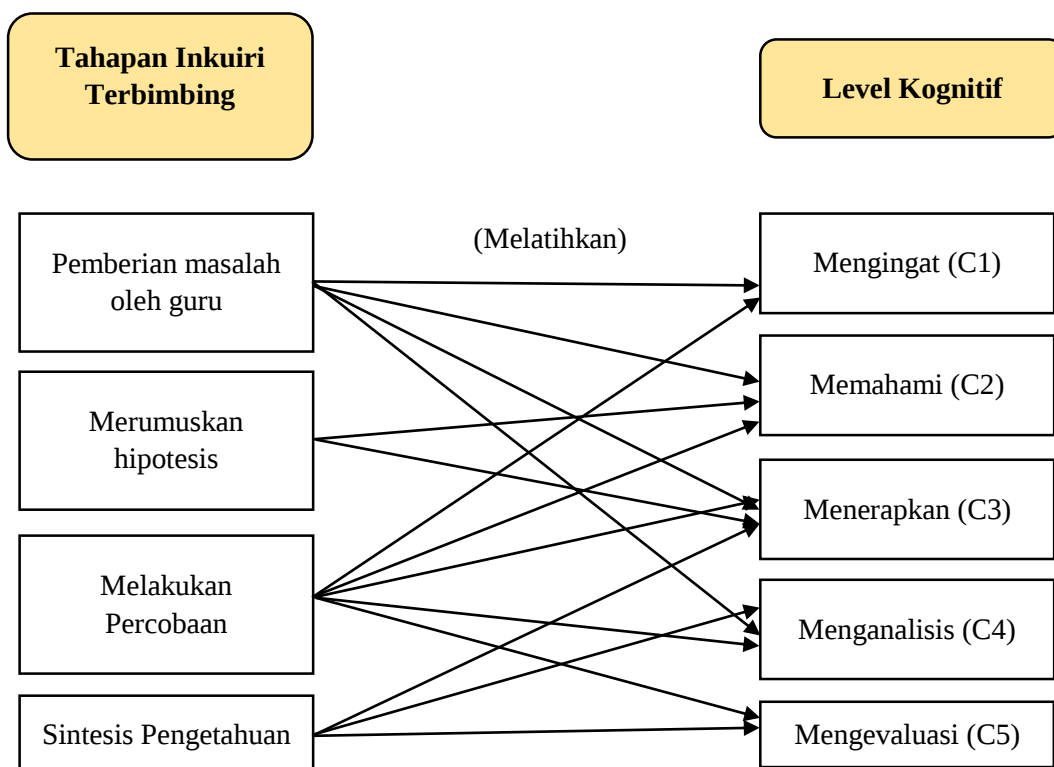
Siswa perlu memiliki penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia yang baik dan sikap positif terhadap pelajaran kimia. Pembelajaran yang dilakukan harus menuntun siswa dalam memahami dan menguasai konsep termokimia dan dapat meningkatkan sikap positif siswa terhadap kimia. Maka dari itu, proses pembelajaran dilakukan menggunakan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*, yang efisien dan memudahkan proses pembelajaran.

Tahap awal pada model pembelajaran inkuiri terbimbing adalah pemberian masalah oleh guru, tahap ini siswa diberikan masalah terkait praktikum penentuan perubahan entalpi pelarutan secara kalorimetri. Termometer air raksa dalam praktikum tersebut digunakan untuk mengukur suhu, namun termometer memiliki potensi bahaya jika pecah karena raksa berupa zat kimia beracun yang dapat mencemari lingkungan dan terkadang penggunaan bahan kimia dalam praktikum tersebut kurang ramah lingkungan. Siswa diminta untuk mengidentifikasi permasalahan tersebut dengan memberikan alternatif alat dan bahan, pada tahap ini melatih kemampuan dalam mengingat, memahami, menerapkan, dan menganalisis yang mencakup level kognitif C1 hingga C4 dan meningkatkan ketertarikan siswa karena ilmu kimia yang berguna dalam pemecahan masalah dan berhubungan dengan kehidupan sehari-hari.

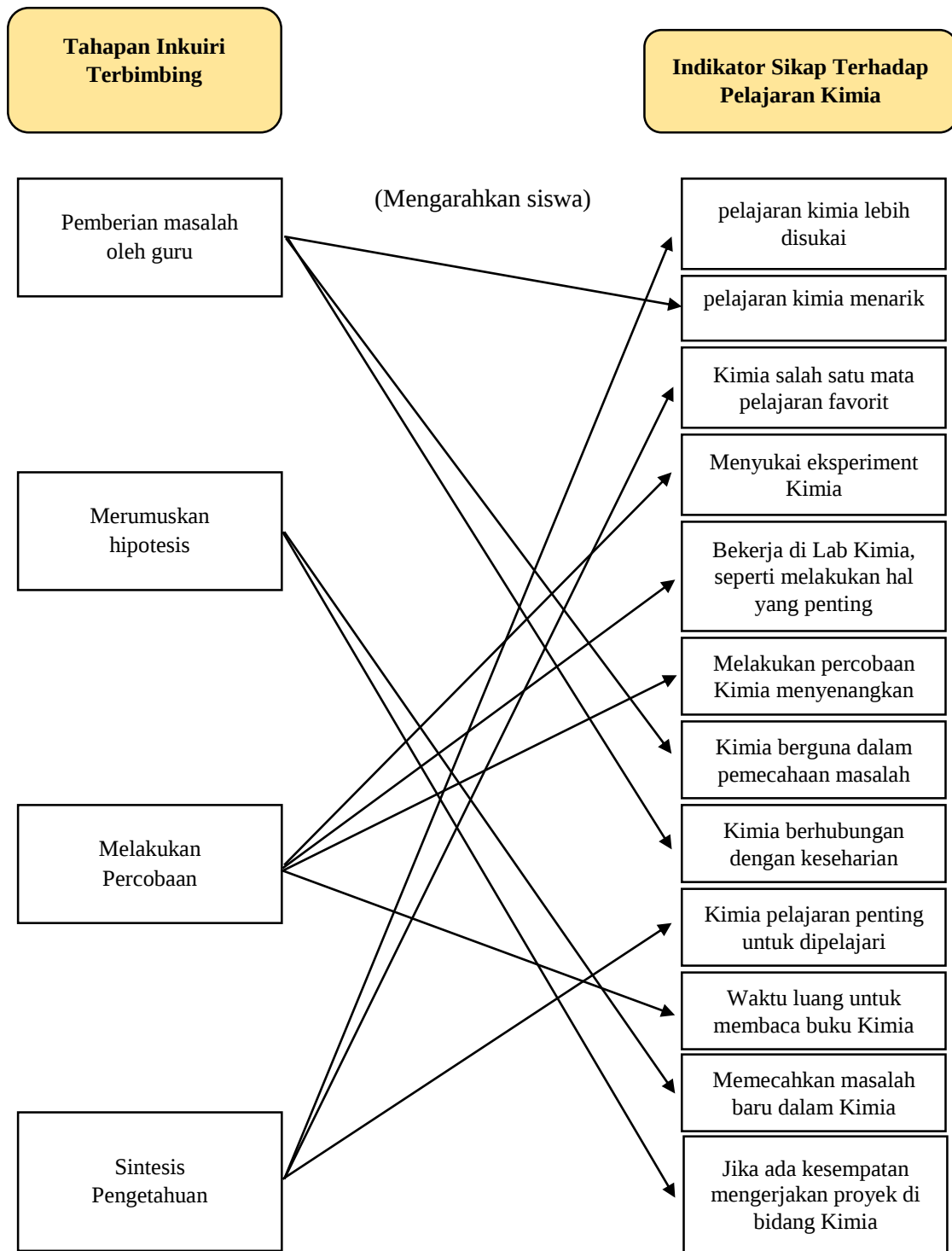
Tahap kedua merumuskan hipotesis, setelah siswa mampu dalam mengidentifikasi masalah, mereka akan berdiskusi dan saling memberikan pendapat dalam menentukan hipotesis yang sesuai dengan permasalahan tersebut. Tahap ini melatih kemampuan siswa dalam memahami (C2) dan menerapkan (C3) juga menumbuhkan sikap siswa dalam memecahkan masalah dengan menentukan hipotesis dan menerapkan hipotesis yang telah dirumuskan untuk melakukan suatu percobaan terhadap permasalahan yang dihadapi. Tahap ketiga berupa melakukan percobaan, pada tahap ini siswa melakukan percobaan untuk membuktikan hipotesis yang telah mereka ajukan dengan mengolah data hasil percobaan. Proses pengumpulan data yang dilakukan dengan kegiatan praktikum akan berbasis *green chemistry* yang lebih efektif dan ramah lingkungan juga memberikan pengalaman baru kepada siswa, sehingga dapat melatih level kognitif C1 hingga C5.

Tahap ini juga membuat siswa lebih menyukai kegiatan eksperimen kimia dan membuat siswa merasa bahwa melakukan kegiatan praktikum kimia merupakan suatu hal yang penting. Tahap keempat berupa sintesis pengetahuan, berdasarkan analisis data hasil percobaan siswa diminta untuk membandingkan dengan literatur dan menyusun dan mengomunikasikan kesimpulannya berdasarkan permasalahan dan hipotesis yang telah dibuat, pada tahap ini dapat melatih level kognitif siswa berupa menerapkan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan menumbuhkan sikap siswa bahwa kimia merupakan mata pelajaran yang penting untuk dipelajari serta membuat mereka lebih menyukai pelajaran kimia.

Proses pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* memungkinkan pembelajaran yang berpusat pada siswa, sehingga mereka dapat berperan aktif dan menarik minat serta motivasi belajar dan diharapkan setelah melalui tahapan pembelajaran tersebut siswa memperoleh penguasaan kompetensi yang lebih baik dan lebih meningkatkan sikap positif terhadap pelajaran kimia. Adapun diagram alir kerangka pemikiran dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Kerangka pemikiran penguasaan kompetensi



Gambar 3. Kerangka pemikiran sikap terhadap pelajaran kimia

I. Anggapan Dasar

Anggapan dasar pada penelitian ini, yaitu:

1. Siswa kelas XI di SMA Negeri 15 Bandar Lampung yang menjadi sampel penelitian memiliki kemampuan dasar yang sama dalam penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa terhadap pelajaran kimia.
2. Faktor-faktor lain diluar perlakuan pada kedua kelas penelitian diabaikan.

J. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini yaitu model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* efektif dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa terhadap pelajaran kimia.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel

Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 15 Bandar Lampung. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa di kelas XI Tahun Pelajaran 2024/2025 yang berjumlah 279. Kelas XI di SMA Negeri 15 Bandar Lampung terdiri dari delapan kelas dan dua kelas dari populasi tersebut dijadikan sebagai sampel penelitian.

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, pertimbangan berdasarkan pada sampel penelitian yang memiliki kemampuan awal yang sama. Selanjutnya sampel penelitian dipilih secara acak dengan undian maka didapatkan kelas XI F-1 sebagai kelas kontrol dan XI F-2 sebagai kelas eksperimen.

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 skor data angket sikap siswa terhadap pelajaran kimia. Data pendukung berupa data dari asesmen kinerja produk berpikir, data angket respon siswa terhadap model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*, dan lembar keterlaksanaan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*. Sumber data dalam penelitian ini adalah keseluruhan siswa di kedua kelas penelitian.

C. Metode dan Desain Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuasi eksperimen dengan *pretest-posttest control group design*. Design kuasi eksperimen dengan mengetahui perbedaan pretes dan postes dari kelas eksperimen dan kelas kontrol (Cresswell and Creswell, 2023). Desain penelitian ini disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Desain penelitian

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Kelas eksperimen	O	X	O
Kelas kontrol	O		O

Keterangan :

O = *Observation*

X = *Treatment*

Sebelum diberikan perlakuan, kedua kelas penelitian diberikan pretes terlebih dahulu. Pada kelas eksperimen diterapkan perlakuan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dan pada kelas kontrol tidak diberikan perlakuan atau menggunakan pembelajaran konvensional. Pada tahap akhir kedua kelas penelitian diberikan postes.

D. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel kontrol, variabel bebas, dan variabel terikat. Variabel kontrol berupa materi pembelajaran yaitu termokimia dan guru yang mengajar, variabel bebas berupa perlakuan yang diberikan dengan mengajar menggunakan pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dan variabel terikat pada penelitian ini yaitu penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa terhadap pelajaran kimia.

E. Perangkat dan Instrumen Penelitian

Adapun perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) pada materi termokimia dan Lembar Kerja Siswa (LKPD) dengan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* pada materi termokimia. Instrumen yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Soal pretes dan postes pada materi termokimia berupa 5 soal uraian untuk mengukur penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dilengkapi dengan kisi-kisi instrumen, rubrik penskoran pretes postes. Rubrik skor penilaian memiliki skor tertinggi 20 dan terendah 0.
2. Angket sikap siswa terhadap pelajaran kimia berupa angket tertutup yang berisi 12 butir pernyataan positif yang terbagi menjadi 4 sub indikator, adapun

pengukuran menggunakan skala likert 1-7 (1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = sebagian tidak setuju, 4 = netral, 5 = sebagian setuju, 6 = setuju, 7 = sangat setuju) dan siswa mengisi dengan tanda *checklist* (✓) pada kategori yang dipilih.

3. Angket respon siswa terhadap model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* berupa angket tertutup yang berisi 10 butir pernyataan positif adapun pengukuran menggunakan skala likert 1-4 (1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = setuju, 4 = sangat setuju) dan siswa mengisi dengan menulis tanda *checklist* (✓) pada kategori yang dipilih.
4. Lembar keterlaksanaan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* berisi 12 butir pernyataan, adapun pengukuran menggunakan skala likert 1-4 (1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = setuju, 4 = sangat setuju) dan responden dapat menulis tanda *checklist* (✓) pada kategori yang dipilih.

F. Validitas Instrumen

Pada penelitian ini validitas instrumen diukur menggunakan kevalidan isi. Kevalidan isi adalah kesesuaian antara instrumen dengan ranah yang diukur. Adapun pengujian kevalidan isi ini dilakukan dengan cara *judgment* ataupun keputusan ahli, dalam hal ini adalah dosen pembimbing.

G. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan observasi lapangan memperoleh informasi mengenai karakteristik siswa, hasil belajar siswa, model yang digunakan oleh guru mata pelajaran, sarana dan prasarana yang terdapat di sekolah. Langkah selanjutnya melakukan analisis konsep pada materi termokimia. Setelah itu merancang prosedur dan alat yang akan digunakan pada praktikum berbasis *green chemistry*, lalu membuat perangkat maupun instrumen penelitian yang dibutuhkan meliputi RPP, LKPD dengan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*, soal pretes dan postes beserta rubrik penskoran dan kisi-kisi instrumen, angket sikap siswa

terhadap pelajaran kimia, angket respon siswa dan lembar keterlaksanaan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*. Setelah itu, dilakukan validasi terhadap instrumen yang telah dibuat.

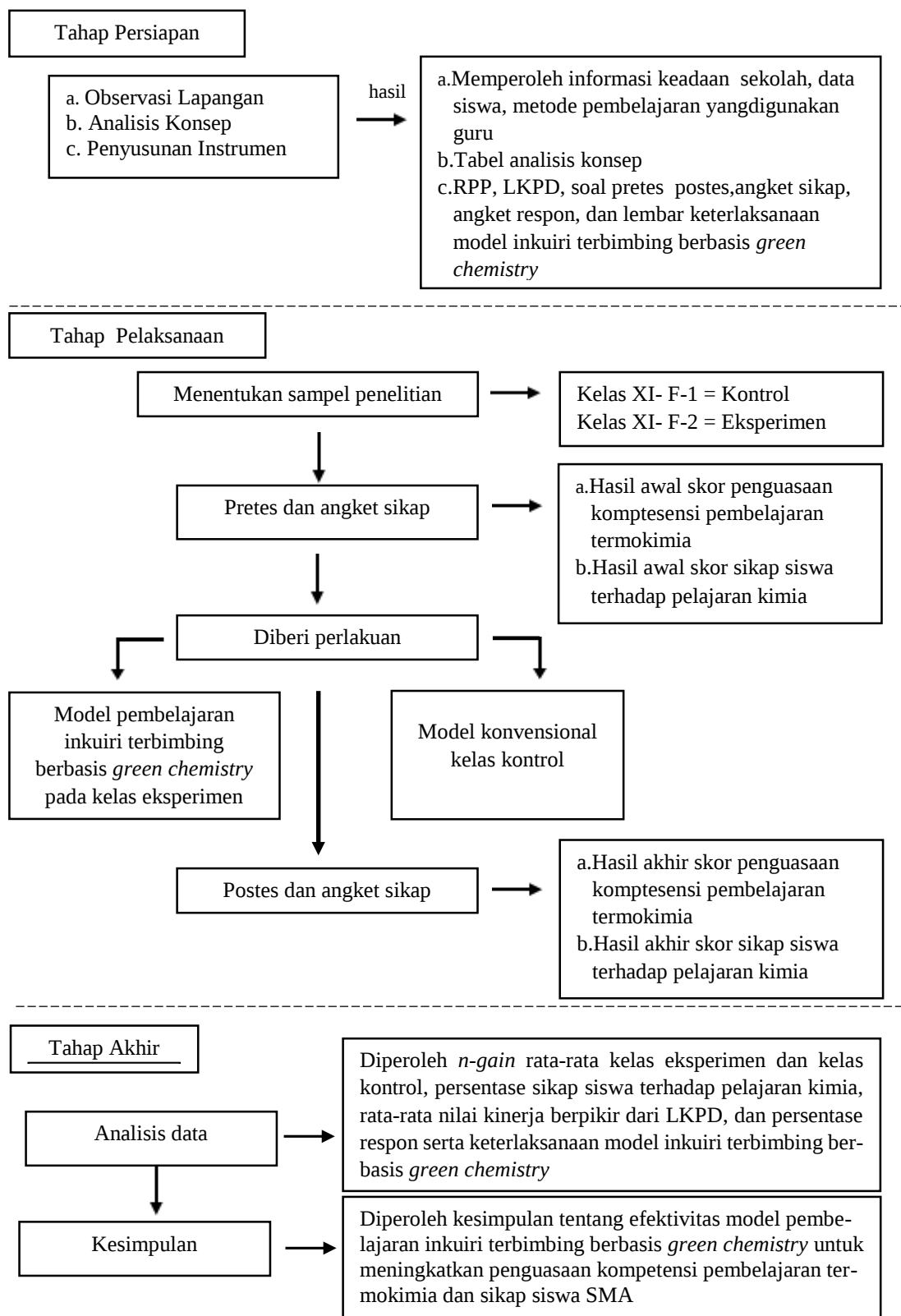
2. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan prosedur sebagai berikut.

- a. Menentukan sampel penelitian dengan menggunakan teknik *purposive sampling*
- b. Memberikan pretes yang mengukur penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan soal yang sama
- c. Memberikan angket yang mengukur sikap siswa terhadap pelajaran kimia pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan pernyataan yang sama.
- d. Melaksanakan kegiatan pembelajaran pada materi termokimia sesuai model yang telah ditetapkan, yaitu model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* pada kelas eksperimen dan model konvensional pada kelas kontrol.
- e. Memberikan angket respon siswa terhadap model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*, dan lembar keterlaksanaan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* setelah siswa diberikan perlakuan.
- f. Memberikan postes yang mengukur penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia setelah pembelajaran berakhir dengan soal yang sama pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- g. Memberikan angket yang mengukur sikap siswa terhadap pelajaran kimia pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan pernyataan yang sama.

3. Tahap Akhir

Tahapan pada akhir penelitian melakukan analisis data, terdiri dari data utama berupa analisis data penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan angket sikap siswa terhadap pelajaran kimia serta data pendukung berupa analisis data asesmen kinerja produk berpikir, angket respon siswa terhadap model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*, dan lembar keterlaksanaan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry*. Langkah-langkah penelitian tersebut dapat digambarkan dalam bentuk bagan seperti yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Prosedur pelaksanaan penelitian

H. Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

Adapun langkah-langkah dalam analisis data dan pengujian hipotesis sebagai berikut:

1. Analisis data utama

a. Analisis data penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *n-gain*, bertujuan untuk mengetahui peningkatan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia siswa berdasarkan pretes dan postes. Adapun rumus *n-gain* (Hake, 1998) adalah sebagai berikut:

$$n - gain = \frac{\text{skor postes} - \text{skor pretes}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretes}}$$

Setelah menghitung *n-gain* masing-masing siswa, dilakukan perhitungan *n-gain* rata-rata baik kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rumus *n-gain* rata-rata kelas adalah:

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

Hasil perhitungan *n-gain* rata-rata kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria dari Hake (1998). Kriteria *n-gain* menurut Hake disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi *n-gain* rata-rata

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

b. Analisis data sikap siswa terhadap pembelajaran kimia

Analisis data dilakukan setelah melakukan pengambilan data melalui angket. Data yang telah didapat kemudian diolah menggunakan statistik deskriptif yang kemudian disajikan dalam bentuk diagram. Adapun langkah-langkah dalam menganalisis data angket sikap siswa terhadap pembelajaran kimia adalah sebagai berikut:

(1) Menghitung rata-rata tiap item pernyataan menggunakan rumus,

$$\text{rata - rata per item} = \frac{\sum \text{skor per item seluruh siswa}}{\text{jumlah seluruh siswa}}$$

(2) Menghitung rata-rata tiap sub indikator sikap menggunakan rumus berikut:

$$\text{rata - rata sub indikator sikap} = \frac{\sum \text{rata - rata seluruh item}}{\text{jumlah item}}$$

(3) Menghitung persentase tiap sub indikator sikap menggunakan rumus berikut:

$$\text{persentase sub indikator sikap} = \frac{\sum \text{skor total}}{\sum \text{skor maksimum}} \times 100\%$$

(4) Berdasarkan perhitungan tersebut, dapat dilakukan interpretasi skor angka menjadi suatu kategori, sebagaimana tertera pada Tabel 7 persentase dan kriteria menurut Arikunto (2003).

Tabel 7. Persentase dan kriteria

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

2. Analisis data pendukung

Analisis data pendukung yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Analisis data kinerja produk berpikir

Indikator yang diukur dalam kinerja produk berpikir adalah jawaban tertulis dalam LKPD. Perolehan nilai LKPD dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

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

Selanjutnya, menghitung rata-rata kinerja produk berpikir.

$$\text{Rata - rata nilai kinerja produk berpikir} = \frac{\sum \text{nilai semua kelompok}}{\text{Jumlah kelompok}}$$

b. Analisis data respon siswa

Adapun langkah-langkah analisis data respon siswa terhadap pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* adalah sebagai berikut:

- (1) Menghitung persentase respon tiap item dengan menggunakan rumus berikut:

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

- (2) Menghitung persentase rata-rata respon siswa dengan rumus berikut:

$$\text{Rata – rata persentase respon siswa} = \frac{\sum \text{persentase respon siswa seluruh item}}{\sum \text{item}}$$

- (3) Menafsirkan data respon siswa terhadap pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* berdasarkan persentase tingkat ketercapaian pelaksanaan pembelajaran (Arikunto, 2003) seperti disajikan pada Tabel 7.

c. Analisis data keterlaksanaan pembelajaran

Adapun langkah-langkah terhadap keterlaksanaan model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* sebagai berikut:

- 1) Menghitung jumlah skor yang diberikan 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 model inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* berdasarkan persentase tingkat ketercapaian pelaksanaan pembelajaran (Arikunto, 2003), seperti disajikan pada Tabel 7.

3. Pengujian hipotesis

Berikut ini merupakan teknik dalam pengujian hipotesis:

a. Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah kedua kelas penelitian berasal dari populasi yang terdistribusi normal atau tidak terdistribusi normal. Uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*. Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *SPSS versi 27.0*. Menurut Sudjana (2005) uji normalitas ialah sebagai berikut :

Hipotesis : H_0 : Sampel berasal dari populasi yang terdistribusi normal

H_1 : Sampel berasal dari populasi yang tidak terdistribusi normal

Kriteri uji:

Data terdistribusi normal apabila dalam uji *Kolmogorov Smirnov* nilai $sig > 0,05$.

b. Uji homogenitas dua varians

Uji homogenitas dilakukan untuk memperoleh asumsi bahwa sampel penelitian berasal dari varians yang sama atau homogen, yang selanjutnya untuk menentukan statistik-t yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis. Uji homogenitas dilakukan dengan menyelidiki apakah kedua sampel mempunyai varians yang sama atau tidak menggunakan *Levene Test*. Uji homogenitas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *SPSS versi 27.0*.

Hipotesis yang digunakan dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut:

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

$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (kedua sampel 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 $sig. > 0,05$ (Sudjana, 2005)

c. Uji perbedaan dua rata-rata

Uji perbedaan dua rata-rata dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa efektif perlakuan terhadap sampel dengan melihat rata-rata *n-gain* peserta didik secara signifikan antara kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* dengan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Uji perbedaan dua rata-rata pada penelitian ini dengan uji *Independent sample t-test*. Perangkat lunak yang digunakan pada uji ini *SPSS versi 27.0*. Rumusan hipotesis untuk uji ini adalah:

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$: *n-gain* penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia pada kelas eksperimen kurang dari atau sama dengan *n-gain* penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$: *n-gain* penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia kelas eksperimen lebih besar dari *n-gain* penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia pada kelas kontrol

Keterangan:

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

μ_2 : rata-rata *n-gain* pada 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.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data, pengujian hipotesis, dan pembahasan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* efektif dalam meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa terhadap pelajaran kimia. Dengan *n-gain* rata-rata penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia siswa di kelas eksperimen sebesar 0,44 berkategori sedang, sedangkan *n-gain* rata-rata di kelas kontrol sebesar 0,09 berkategori rendah. Serta rata-rata persentase sikap di kelas eksperimen sebesar 81 % dengan kategori sangat baik, sedangkan rata-rata persentase sikap di kelas kontrol sebesar 72,75 % dengan kategori baik .

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis *green chemistry* hendaknya dapat diterapkan sebagai model yang digunakan pada mata pelajaran kimia, karena terbukti efektif untuk meningkatkan penguasaan kompetensi pembelajaran termokimia dan sikap siswa terhadap pelajaran kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Adelia, K. A., Haetami, A., & Haeruddin. 2023. Efektivitas metode praktikum larutan elektrolit dan non elektrolit berbasis inkuiri terbimbing Terhadap hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, 8(1), 35-46.
- Ahmar, D. S., & Azzajjad, M. F. 2024. Recent trends in green chemistry: a bibliometric analysis of materials and innovations . *Science Education Research journal*, 2(2), 9-24.
- Antara, I. P. 2022. Model problem based learning untuk meningkatkan hasil belajar kimia pada pokok bahasan termokimia. *Journal of Education Action Research*, 6(1), 15-21.
- Arikunto, S. 2003. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara, Jakarta. 334 hlm.
- Aslan, S. 2017. The effect of learning by teaching on pre-service science teachers' attitudes towards chemistry. *Journal of Turkish Science Education*, 14(3), 1-15.
- Asni, Wildan, & Hadisaputra, S. 2020. Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap hasil belajar kimia siswa materi pokok hidrokarbon pada kelas XI PMIPA SMAN 1 Woha tahun ajaran 2019/2020. *Chemistry Education Practice*, 3(1), 17-22.
- Bagou, D. Y., & Suling, A. 2020. Analisis kompetensi guru. *Jambura Journal of Educational Management*, 1(2), 122-130.
- Bayram, Z., Oskay, O. O., Erdem, E., Ozgur, S. D., & Sen, S. 2013. Effect of inquiry based learning method on students' motivation. *Procedia Social and Behavioral Science*, 106, 988--996.
- Biya, S. A., Isa, I., & Laliyo, L. A. 2023. Pengaruh model pembelajaran discovery learning terhadap pemahaman konsep pada materi Termokimia di SMA Negeri 1 Mananggu. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 1(1), 23-28.

- Cheung, D. 2009. Developing a scale to measure students' attitudes toward chemistry lessons. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2185-2203.
- Cheung, D. 2011. Teacher beliefs about implementing guided-inquiry laboratory experiments for secondary school chemistry . *Journal of Chemical Education*, 88(11), 1462-2468.
- Colburn, A. 2000. An Inquiry Primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- Cresswell, J. W. & Cresswell, J. D. 2023. *Research Design Sixth Edition: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publication, California. 320 hlm.
- Ekayana, A. A. 2020. Implementasi dan analisis data logger sensor temperature menggunakan web server berbasis embedded system. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 17(1), 64-74.
- Fakhri, & Rahman, Y. 2023. Analisis tingkat kompetensi siswa pada SMK Islami Al-Fattah astambul Kabupaten Banjar. *JIEB: Jurnal Ilmiah Ekonomi Bisnis*, 9(1), 061-074.
- Fardani, R. A., Ibnu, S., & Utomo, Y. 2017. Pengaruh pembelajaran inkuiri terbimbing berbantuan peta konsep bernuansa green chemistry terhadap keterampilan bernalar ilmiah mahasiswa pada materi analisis volumetri. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 2(12), 1620-1624.
- Gulo, W. 2008. *Strategi Belajar Mengajar*. PT Grasindo, Jakarta. 179 hlm.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: a sixthousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal psysich*, 66(1), 64-67.
- Hariadi, S., Mukhtar, H., & Junaidi, E. 2019. Pengaruh model pembelajaran kooperatif tipe jigsaw terhadap hasil belajar kimia materi pokok termokimia. *Chemistry Education Practice*, 2(2), 8-13.
- Herron, J. D. 1977. Problem associated with concept analysis. *John Wiley & Sons Science Education*, 6(2), 185-199.
- Hidayati, P., Putri, P. L., Dewi, C. A., & Syukur, A. 2024. Efektivitas model pembelajaran inkuiri terbimbing untuk meningkatkan penguasaan Konsep fisika siswa. *Journal of Classroom Action Research*, 6(2), 469-475.
- Hjeresen, D. L., Schutt, D. L., & Boese, J. M. 2000. Green chemistry and education. *Journal of Chemical Education*, 77(12), 1543-1547.
- Huda, M. B., & Kurniawan, W. D. 2022. Analisa sistem pengendalian temperatur menggunakan sensor DS18B20 berbasis mikrokontroler arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(23), 18-23.

- Juhdy, H. 2022. Penerapan metode pembelajaran berbasis inquiry untuk meningkatkan prestasi belajar siswa pada mata pelajaran kimia materi termokimia: perubahan entalpi di kelas XI IPA-1 semester I SMAN 1 Palibelo tahun pelajaran 2019/2020. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 2(2), 126-142.
- Jusman, Azmar, Permana, I., Ikbali, M. S., & Ali, M. 2020. Perbandingan pemahaman konsep interpretasi fisika antara model pembelajaran inkuiri terbimbing dan inkuiri bebas termodifikasi. *Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika*, 5(2), 87-95.
- Kacar, T., Terzi, R., Arikan, I., & Kirikei, A. C. 2021. The effect of inquiry-based learning on academic success: a meta-analysis study. *International Journal of Education & Literacy Studies*, 9(2), 15-23.
- Kreuder, A. D., Knight, T. H., Whitford, J., Ponnusamy, E., Miller, P., Jesse, N. G, L. N. 2017. A method for assessing greener alternatives between chemical products following the 12 principles of green chemistry. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 5(4), 2927-2935.
- Kubinova, S., & Slegre, J. 2015. ChemDuino: adapting arduino for low-cost chemical measurements in lecture and laboratory. *Journal of Chemical Education*, 92(10), 1751-1753.
- Lubis, N. F. 2024. Korelasi sikap siswa terhadap hasil belajar kimia siswa di SMA Negeri I Kotanopan tahun akademik 2017/2018. *Jurnal Education and Development*, 12(1), 483-488.
- Maknun, J. 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.
- Manahan, S. 2010. *Environmental Chemistry*. CRC Press, London. 783 hlm.
- Merta, L. M. 2021. Peningkatan motivasi belajar dan penguasaan konsep kimia pada topik hidrolisis garam dan larutan penyangga melalui Pembelajaran inkuiri terbimbing. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains*, 4(1), 1-12.
- Mujiyati. 2020. Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing (Guided Inquiry) untuk meningkatkan hasil belajar kimia pada siswa SMK. *PAEDAGOGIE*, 15(2).
- Nadeak, T. 2020. Pengaruh kecerdasan emosional dan sikap siswa terhadap pemahaman konsep kimia. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 5(2), 169-176.
- Nicol, C. B., Gakuba, E., & Habinshuti, G. 2022. Effects of inquiry-based chemistry experimentation on students' attitudes towards the teaching and learning of chemistry. *Journal of Baltic Science Education*, 21(4), 663-679.

- Ni'mah, F., Ibnu, S., & Rahayu, S. 2018. How guided inquiry and coupled inquiry influence students attitude toward chemistry in buffer solution and solubility topics . *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing.
- Nurbaiti. 2011. Pendekatan green chemistry suatu inovasi dalam pembelajaran kimia berwawasan lingkungan. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 1(1), 13-21.
- Nurmayani, L., Doyan, A., & Verawati, N. N. 2018. Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap hasil belajar fisika siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 4(2), 23-28.
- Nzomo, C. M., Rugano, P., & Njoroge, J. M. 2023. Relationship between inquiry-based learning and students' attitudes towards chemistry. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 12(2), 991-997.
- Orbaningsih, T. 2021. Peningkatan kompetensi penguasaan materi ajar termokimia berbantuan tutor sebaya. *Dinamika: Jurnal Praktik Penelitian Tindakan Kelas Pendidikan Dasar & Menengah*, 11(1), 1-9.
- Orosz, G., Nemeth, V., Kovacs, L., Somogyi, Z., & Korom, E. 2022. Guided inquiry-based learning in secondary school chemistry classes: a case study. *Chemistry Education Research and Practice*, 24(1), 50-70.
- Prabowo, N. K., Paristiowatia, M., Irwanto, Afrizal, & Yusmaniar. 2023. ChemDuino-calorimetry to determine the enthalpy change of neutralization of an acid–base reaction: making a familiar experiment “greener”. *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing.
- Putra, R. I., Abdullah, & Copriady, J. 2023. Pengaruh sikap (attitude) terhadap hasil belajar pada pembelajaran kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 7(2), 32-39.
- Rabu, S. N., Mohamad, S. K., Awwad, S. A., Ismail, N. H., & Yeen, K. S. 2023. Effectiveness of inquiry-based learning with the aid of BLOSSOMS video on students' performance and motivation. *Education and Information Technologies*, 28(9), 1-27.
- Rahmi, S., & Azra, F. 2023. Description of student learning difficulties in the thermochemistry. *Jurnal Pijar MIPA*, 18(5), 736-742.
- Ramli, M., Saridewi, N., Budhi, T. M., & Suhendar, A. 2022. *Kimia SMA/MA Kelas XI*. Pusat Perbukuan Kemdikbudristek, Jakarta. 240 hlm.
- Ratulangi, W. R., Budiasih, E., & Wijaya, A. R. 2020. Pengaruh modul daur belajar 5 fase terhadap keterampilan proses sains siswa pada materi termokimia. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(9), 1249-1256.

- Redhana, I. W. 2019. Mengembangkan keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239 – 2253.
- Redhana, I. W., Suardana, I. N., Selamat, I. N., & Merta, L. M. 2020. Pengaruh praktikum kimia hijau pada sikap siswa terhadap kimia. *Edusains*, 12(2), 154-165.
- Risna, R., Hasan, M., & Supriatno, S. 2019. Penerapan model inkuiri terbimbing berorientasi green chemistry untuk meningkatkan hasil belajar siswa Pada materi larutan penyangga. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*, 3(2), 106-118.
- Ristanti, S. D., & Sumarti, S. S. 2024. Analisis pemahaman konsep dan kesulitan siswa kelas XI pada materi hidrolisis garam menggunakan tes TTMC dan TwTMC dengan model problem-based learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1), 24-31.
- Roestiyah, N. K. 2008. *Strategi Belajar Mengajar*. Rineka Cipta, Jakarta. 181 hlm.
- Rosa, N. M. 2015. Pengaruh sikap pada mata pelajaran kimia dan konsep diri terhadap prestasi belajar kimia. *Jurnal Formatif*, 2(3), 218-226.
- Saija, M., & Beay, L. 2022. LKM berbasis inkuiri terbimbing untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan motivasi belajar kimia. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 4(1), 1-7.
- Salmawati, Ihsan, Prasepvianto, & Estu, B. 2024. Design a calorimeter temperature gauge using a DS18B20 sensor based on arduino uno. *TELKA: Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*, 10(1), 47-58.
- Sanjaya, W. 2008. *Strategi Belajar Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Kencana, Jakarta. 310 hlm.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Tarsito, Bandung. 505 hlm.
- Sulistiasih. 2023. *Sikap Belajar*. CV. Literasi Nusantara Abadi, Malang. 126 hlm.
- Suswati, U. 2021. Penerapan problem based learning (PBL) meningkatkan hasil belajar kimia. *TEACHING: Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 1(3), 127-136.
- Syaifuddin, & Iswara, A. 2022. *Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Guided Inquiry Dengan Menggunakan Media Matlab*. MNC Publishing, Malang. 126 hlm.
- Trowbridge, L. W., & Bybee, R. W. 1986. *Becoming A secondary school science teacher*. Merrill Publishing Company, Ohio. 504 hlm.

- Vasseur, J. P., & Dunkels, A. 2010. Smart objects with hardware and software. *Interconnecting Smart Objects with IP*, 119-145.
- Wati, A. 2021. Penggunaan media virtual laboratory untuk meningkatkan penguasaan konsep materi dan kemandirian siswa melakukan praktikum. *Jurnal Guru Dikmen dan Diksus*, 4(2), 256-270.
- Yarni, E. 2020. Analisis keterlaksanaan model pembelajaran inkuiri terbimbing untuk materi termokimia dan pengaruhnya terhadap kemampuan Berpikir kreatif siswa. *Indonesian Journal of Education Research*, 1(4), 105-111.
- Yeni, F. S., Octarya, Z., & Utami, L. 2024. Analisis pemahaman konsep siswa kelas XI pada materi termokimia menggunakan four tier multiple Choice. *Journal of Research and Education Chemistry*, 6(1), 68-82.