

ANALISIS MISKONSEPSI SISWA PADA MATERI STOIKIOMETRI MENGUNAKAN TES DIAGNOSTIK *THREE-TIER*

Abdul Gani

STIT Palapa Nusantara Lombok

abganaja@gmail.com

Abstract

This study investigates students' misconceptions in stoichiometry using a three-tier diagnostic test as a tool to identify both conceptual understanding and the reasoning behind responses. The objective is to explore the nature and extent of misconceptions in order to provide a comprehensive picture of students' difficulties with stoichiometric concepts. The research employed a diagnostic assessment in which students were required to select an answer, justify their choice, and indicate their confidence level, enabling a deeper analysis of their conceptual framework. Results revealed that misconceptions were most prevalent in identifying mole relationships, interpreting chemical equations, and applying stoichiometric ratios, with a significant number of students displaying high confidence in incorrect reasoning. These findings highlight that misconceptions are not merely surface-level errors but represent stable alternative conceptions resistant to correction. The study emphasizes the importance of using multi-tier diagnostic instruments to uncover hidden misconceptions and to inform targeted instructional interventions. The implications suggest that teachers should adopt approaches that directly confront and restructure students' conceptual frameworks, thereby enhancing the effectiveness of chemistry teaching and learning.

Keywords: Stoichiometry, Misconceptions, Three-Tier Diagnostic Test, Chemistry Education

Abstrak: Penelitian ini mengkaji miskonsepsi siswa pada materi stoikiometri dengan menggunakan tes diagnostik tiga tingkat sebagai instrumen untuk mengidentifikasi pemahaman konseptual dan alasan di balik jawaban siswa. Tujuan penelitian adalah mengeksplorasi bentuk dan tingkat miskonsepsi guna memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kesulitan siswa dalam memahami konsep stoikiometri. Penelitian menggunakan asesmen diagnostik yang menuntut siswa memilih jawaban, memberikan alasan, serta menyatakan tingkat keyakinan, sehingga memungkinkan analisis lebih mendalam terhadap kerangka konseptual siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa miskonsepsi paling banyak muncul pada identifikasi hubungan mol, interpretasi persamaan reaksi kimia, dan penerapan perbandingan stoikiometri, dengan sejumlah besar siswa menunjukkan keyakinan tinggi pada alasan yang keliru. Temuan ini menegaskan bahwa miskonsepsi bukan

sekadar kesalahan permukaan, tetapi representasi konsepsi alternatif yang stabil dan sulit diperbaiki. Studi ini menekankan pentingnya penggunaan instrumen diagnostik berlapis untuk mengungkap miskonsepsi tersembunyi serta menjadi dasar dalam merancang intervensi pembelajaran yang lebih tepat sasaran. Implikasinya menunjukkan bahwa guru perlu mengadopsi pendekatan yang secara langsung mengkonfrontasi dan merekonstruksi kerangka konseptual siswa, sehingga efektivitas pembelajaran kimia dapat ditingkatkan.

Kata kunci: Stoikiometri, Miskonsepsi, Tes Diagnostik Tiga Tingkat, Pendidikan Kimia

PENDAHULUAN

Stoikiometri merupakan salah satu konsep fundamental dalam kimia yang berperan penting dalam menjembatani pemahaman siswa mengenai hubungan antara reaktan dan produk dalam reaksi kimia. Melalui stoikiometri, siswa diharapkan mampu memahami perhitungan kuantitatif, menafsirkan persamaan reaksi, serta mengaitkan hubungan antara konsep molekul, mol, dan massa zat. Dengan demikian, stoikiometri tidak hanya berfungsi sebagai keterampilan perhitungan, tetapi juga sebagai landasan bagi pemahaman konsep-konsep kimia yang lebih kompleks, seperti kinetika kimia, termodinamika, maupun kesetimbangan ((Goolsby-Cole et al., 2023; Mamombe & Mathabathe, 2024). Namun demikian, berbagai studi menunjukkan bahwa siswa seringkali mengalami miskonsepsi dalam mempelajari stoikiometri, yang pada akhirnya menghambat kemampuan mereka dalam memahami kimia secara menyeluruh (Díaz & Aizman, 2024; Wirojsaengthong et al., 2023).

Salah satu miskonsepsi yang paling umum terjadi adalah kesalahpahaman terhadap konsep mol serta keterkaitannya dengan koefisien stoikiometri dalam persamaan reaksi. Banyak siswa gagal memahami bahwa mol berfungsi sebagai jembatan antara dunia mikroskopis atom-molekul dengan dunia makroskopis yang dapat diamati, sehingga mereka kerap melakukan kesalahan dalam menafsirkan koefisien reaksi. Wirojsaengthong et al., (2023) melaporkan bahwa siswa menunjukkan kebingungan antara pengamatan kualitatif dan pengukuran kuantitatif, khususnya saat berhadapan dengan eksperimen yang menuntut integrasi berbagai keterampilan, seperti kolorimetri dan analisis kimia kuantitatif. Hal ini mengindikasikan bahwa miskonsepsi tidak hanya berkaitan dengan kurangnya pemahaman konseptual, melainkan juga ketidakmampuan menghubungkan konsep dengan praktik laboratorium.

Selain itu, miskonsepsi juga muncul dalam penerapan analisis dimensi pada perhitungan stoikiometri. Padahal, analisis dimensi merupakan teknik penting yang memastikan konsistensi satuan dan ketepatan hasil perhitungan. Penelitian menunjukkan bahwa siswa cenderung mengabaikan aspek ini, sehingga menghasilkan kesalahan yang signifikan dalam kalkulasi (Wirojsaengthong et al., 2023). Kekurangan dalam penguasaan keterampilan mendasar ini mempertegas bahwa pembelajaran stoikiometri tidak dapat hanya berfokus pada hasil akhir perhitungan, melainkan juga harus menekankan pada pemahaman prosedural dan keterampilan analitis.

Miskonsepsi lain yang sering terjadi adalah anggapan bahwa stoikiometri hanyalah keterampilan hafalan mekanis. Perspektif ini menyebabkan siswa enggan mendalami aspek pemecahan masalah dan konteks aplikasi nyata. Akibatnya, mereka cenderung kehilangan motivasi dalam mempelajari kimia karena tidak melihat relevansi antara konsep stoikiometri dengan kehidupan sehari-hari (Wirojsaengthong et al., 2023). Padahal, penelitian menunjukkan bahwa penerapan strategi pembelajaran aktif, termasuk kegiatan laboratorium dan penggunaan alat analisis digital, dapat meningkatkan pemahaman siswa sekaligus mengurangi miskonsepsi. Dengan demikian, pendekatan pembelajaran yang lebih kontekstual dan aplikatif menjadi penting dalam pengajaran stoikiometri.

Lebih jauh, banyak siswa kesulitan menerapkan prinsip stoikiometri dalam situasi nyata. Hambatan ini membatasi kemampuan mereka untuk menghubungkan teori dengan praktik, yang seharusnya menjadi tujuan utama pembelajaran kimia. Wirojsaengthong et al., (2023) menekankan bahwa kepercayaan diri siswa dapat ditingkatkan melalui pengalaman praktis berulang serta eksplorasi terbimbing, yang terbukti efektif dalam menjembatani kesenjangan antara pemahaman teoretis dan penerapan praktis. Dengan kata lain, miskonsepsi tidak hanya muncul karena lemahnya penguasaan konsep, melainkan juga karena kurangnya kesempatan untuk mengaplikasikan konsep tersebut dalam konteks nyata.

Dampak dari miskonsepsi stoikiometri terhadap capaian belajar kimia siswa sangat signifikan. Wannomai et al., (2024) menunjukkan bahwa penerapan metode pembelajaran aktif melalui pengalaman langsung dan kolaboratif dapat meningkatkan pemahaman stoikiometri sekaligus memperbaiki hasil belajar. Hal ini memperkuat pandangan bahwa miskonsepsi seringkali muncul karena metode pengajaran tradisional yang terlalu menekankan pada hafalan dan prosedural, tanpa mendorong siswa untuk benar-benar

memahami makna konsep. Sebaliknya, pembelajaran berbasis aktivitas interaktif mampu membantu siswa mengkonstruksi pemahaman yang lebih mendalam.

Miskonsepsi yang tidak segera diatasi berpotensi menghambat perkembangan siswa pada level pembelajaran kimia yang lebih lanjut. Díaz & Aizman, (2024) mencatat bahwa mahasiswa tahun pertama yang sudah memiliki miskonsepsi terkait stoikiometri cenderung mengalami kesulitan dalam mata kuliah kimia lanjutan. Hal ini menciptakan efek domino yang berdampak pada kepercayaan diri dan motivasi belajar mereka, sehingga semakin enggan menghadapi permasalahan kimia yang kompleks. Dengan demikian, intervensi dini untuk mendeteksi dan mengatasi miskonsepsi menjadi sangat krusial agar tidak terus berlanjut sepanjang jenjang pendidikan kimia.

Aspek keterampilan pemecahan masalah juga sangat terkait dengan miskonsepsi. Mamombe & Mathabathe, (2024) menemukan bahwa pendekatan pembelajaran aktif mampu meningkatkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan persoalan stoikiometri, baik yang sederhana maupun yang kompleks. Temuan ini memperlihatkan bahwa miskonsepsi membatasi kemampuan siswa dalam mengaplikasikan pengetahuan, sehingga menurunkan performa akademik mereka. Oleh karena itu, pembelajaran yang mendorong partisipasi aktif dan eksplorasi mandiri sangat diperlukan untuk meningkatkan keterampilan problem-solving sekaligus mengurangi miskonsepsi.

Integrasi keterampilan matematika dalam pembelajaran kimia juga menjadi faktor penting. Tossavainen et al., (2024) menegaskan bahwa miskonsepsi sering muncul karena siswa gagal memahami hubungan matematis dalam kimia, khususnya dalam menyeimbangkan persamaan reaksi dan menghitung jumlah reaktan maupun produk. Kesulitan ini menunjukkan bahwa pembelajaran stoikiometri harus memberikan dukungan yang cukup dalam aspek matematika agar siswa mampu mengaitkan keterampilan hitung dengan pemahaman kimiawi.

Kegagalan dalam memahami stoikiometri tidak hanya berdampak pada hasil belajar jangka pendek, tetapi juga menimbulkan konsekuensi jangka panjang. Setyoko et al., (2023) menekankan bahwa tanpa adanya intervensi, miskonsepsi yang terus berlanjut dapat menghambat kemampuan siswa dalam memahami topik kimia yang lebih kompleks, sehingga mengurangi peluang keberhasilan akademik mereka di masa depan. Hal ini memperlihatkan urgensi bagi guru untuk secara rutin mengidentifikasi dan menindaklanjuti miskonsepsi siswa melalui strategi pembelajaran yang tepat.

Dalam upaya mengatasi masalah ini, berbagai alat diagnostik telah dikembangkan untuk mengidentifikasi miskonsepsi secara sistematis. Rokhim et al., (2023) memperkenalkan tes diagnostik lima tingkat yang tidak hanya mengukur jawaban siswa, tetapi juga alasan di baliknya. Dengan demikian, instrumen ini mampu mengungkap miskonsepsi yang mendasari pola jawaban siswa. Pendekatan serupa juga terlihat pada pengembangan tes diagnostik dua tingkat dan tiga tingkat yang efektif dalam mengidentifikasi alasan konseptual di balik jawaban siswa (Suparman et al., 2024).

Selain tes diagnostik, peta konsep juga terbukti menjadi alat efektif untuk mengidentifikasi miskonsepsi. Chinofunga et al., (2023) menunjukkan bahwa peta konsep membantu siswa memvisualisasikan hubungan antar-konsep kimia, sekaligus memungkinkan guru menemukan area yang masih disalahpahami. Sementara itu, wawancara mendalam dan pertanyaan terbuka, sebagaimana ditegaskan oleh Girgin & Çoştu, (2024), dapat mengungkap miskonsepsi yang lebih mendalam dan sering terlewat oleh asesmen tradisional.

Inovasi lain yang menarik adalah penggunaan kartun konsep sebagai media diagnostik. CİVANGÖNÜL & Çıbık, (2023) melaporkan bahwa kartun konsep mampu mendorong keterlibatan siswa dalam mendiskusikan miskonsepsi melalui pendekatan visual yang menarik. Di samping itu, pengembangan platform digital seperti tes diagnostik tiga tingkat berbasis Android oleh Nisa & Habibulloh, (2024) menunjukkan arah baru dalam memanfaatkan teknologi untuk identifikasi miskonsepsi secara lebih praktis dan cepat.

Kombinasi berbagai instrumen diagnostik telah terbukti menghasilkan pemetaan miskonsepsi yang lebih komprehensif. Sari et al., (2024) menegaskan bahwa pendekatan multifaset, yang memadukan wawancara, tes diagnostik, serta media visual, dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pola miskonsepsi siswa. Dengan demikian, strategi pembelajaran dapat lebih tepat sasaran untuk memperbaiki kesalahan konseptual tersebut.

Stoikiometri sendiri dianggap sebagai konsep ambang (*threshold concept*) dalam pendidikan kimia karena sifatnya yang transformatif, sulit, dan menjadi gerbang bagi pemahaman konsep lanjutan (Mamombe & Mathabathe, 2024). Penguasaan stoikiometri membuka peluang bagi siswa untuk memahami konsep kimia yang lebih kompleks, sekaligus menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Zulhelmi et al., 2023). Sebaliknya, kegagalan dalam menguasai stoikiometri akan menghasilkan

hambatan konseptual yang mengakar dan menghambat perkembangan akademik siswa di masa depan (Anwar et al., 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, jelas bahwa miskonsepsi dalam stoikiometri merupakan permasalahan serius yang perlu mendapat perhatian khusus dalam pendidikan kimia. Miskonsepsi yang muncul tidak hanya disebabkan oleh lemahnya pemahaman konsep dasar, tetapi juga kurangnya penerapan strategi pengajaran yang efektif serta keterbatasan dalam instrumen diagnostik. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya untuk menganalisis miskonsepsi siswa pada materi stoikiometri dengan menggunakan tes diagnostik tiga tingkat (*three-tier diagnostic test*) yang dinilai efektif dalam mengungkap baik jawaban maupun alasan konseptual siswa. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh pemetaan yang lebih jelas mengenai miskonsepsi siswa, sekaligus memberikan dasar bagi pengembangan strategi pembelajaran yang lebih tepat dalam mengatasi permasalahan tersebut.

METODOLOGI

I. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yang dipadukan dengan analisis kualitatif. Desain ini dipilih karena tujuan utama penelitian adalah untuk mengidentifikasi dan memetakan miskonsepsi siswa pada materi stoikiometri melalui instrumen tes diagnostik tiga tingkat (*three-tier diagnostic test*). Pendekatan ini sejalan dengan temuan Putica, (2024) yang menekankan bahwa tes diagnostik multi-tier lebih unggul dibandingkan asesmen pilihan ganda tradisional, karena mampu mengungkap jawaban, alasan konseptual, serta tingkat keyakinan siswa terhadap respons mereka. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengukur pengetahuan permukaan, tetapi juga menyingkap miskonsepsi konseptual yang lebih mendalam.

Selain itu, penelitian ini juga mengacu pada kerangka conceptual change, sebagaimana direkomendasikan oleh Husain et al., (2021), untuk menganalisis bagaimana miskonsepsi terbentuk dan bertahan, serta bagaimana hasil identifikasi ini dapat dijadikan dasar perbaikan pembelajaran. Pendekatan deskriptif dipandang tepat karena memungkinkan peneliti menelaah pola miskonsepsi yang kompleks secara sistematis, baik dari aspek kuantitatif berupa distribusi jawaban maupun dari aspek kualitatif berupa alasan yang diberikan siswa.

II. Subjek, Lokasi, dan Waktu Penelitian

Subjek penelitian adalah siswa kelas XI MA AL-Khairiyah Putri NW Rajek Kecamatan Praya Timur Kabupaten Lombok Tengah yang telah menempuh pembelajaran kimia dasar, termasuk materi stoikiometri. Jumlah sampel ditentukan dengan teknik purposive sampling, yakni memilih siswa yang relevan dengan tujuan penelitian, sebagaimana dilakukan oleh Tarigan & Susanti, (2024) dalam studi tentang reaksi kimia. Jumlah responden yang terlibat adalah 60 siswa, yang dianggap cukup representatif untuk menggambarkan kecenderungan miskonsepsi dalam populasi yang diteliti. Penelitian dilaksanakan di madrasah yang berlokasi di wilayah kecamatan dengan latar belakang akademik siswa yang beragam. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada aksesibilitas serta kesiapan sekolah untuk mendukung implementasi penelitian. Waktu penelitian berlangsung selama satu semester, genap tahun pelajaran 2024/2025 mencakup tahap persiapan instrumen, pelaksanaan tes, hingga analisis data.

III. Instrumen: *Three-Tier Diagnostic Test*

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah tes diagnostik tiga tingkat (*three-tier diagnostic test*) yang dikembangkan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada topik stoikiometri. Instrumen ini terdiri atas tiga bagian utama: (1) pertanyaan pilihan ganda untuk mengukur pengetahuan konseptual siswa, (2) pertanyaan alasan yang menuntut siswa menjelaskan dasar pemilihan jawabannya, dan (3) skala tingkat keyakinan (*confidence level*) yang merefleksikan sejauh mana siswa yakin terhadap jawaban yang diberikan.

Format tiga tingkat ini memungkinkan analisis yang lebih komprehensif. Sebagaimana dilaporkan oleh Maulana et al., (2023), instrumen serupa berhasil mengungkap miskonsepsi siswa pada sistem peredaran darah dengan mengidentifikasi area konsep yang salah dipahami sekaligus tingkat kepercayaan yang menyertainya. Demikian pula, Tarigan & Susanti, (2024) membuktikan efektivitas tes tiga tingkat dalam mengidentifikasi miskonsepsi pada laju reaksi, sehingga memperkuat validitas penggunaannya di bidang stoikiometri.

Instrumen disusun berdasarkan indikator pembelajaran stoikiometri, mencakup konsep mol, hukum kekekalan massa, persamaan kimia, perhitungan reaktan pembatas, dan penerapan stoikiometri dalam konteks kehidupan sehari-hari. Validasi isi dilakukan melalui penilaian pakar (*expert judgment*) oleh tiga dosen kimia pendidikan yang berpengalaman, sedangkan reliabilitas instrumen diuji menggunakan koefisien Cronbach's Alpha untuk memastikan konsistensi internal butir soal.

IV. Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan melalui pemberian tes diagnostik tiga tingkat yang dilaksanakan secara tatap muka di kelas. Instrumen diberikan setelah siswa menyelesaikan pembelajaran stoikiometri, untuk memastikan bahwa mereka telah memperoleh paparan materi. Waktu pengerjaan tes adalah 90 menit.

Selain data kuantitatif dari jawaban tes, catatan observasi kelas juga dikumpulkan untuk melengkapi analisis, terutama guna memahami konteks bagaimana siswa menafsirkan soal. Hal ini mengacu pada pendekatan Girgin & Çoştu, (2024), yang menunjukkan bahwa data kualitatif dari wawancara dan pertanyaan terbuka dapat mengungkap miskonsepsi yang lebih dalam. Meski wawancara tidak dilakukan pada semua peserta, sebagian kecil siswa (10% dari sampel) diwawancarai untuk memperkaya interpretasi data hasil tes.

V. Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama, jawaban siswa pada Tier 1 dinilai berdasarkan kebenarannya, kemudian dikombinasikan dengan alasan pada Tier 2 dan tingkat keyakinan pada Tier 3. Berdasarkan kombinasi tersebut, jawaban siswa dikategorikan ke dalam empat kelompok: (1) paham konsep, (2) miskonsepsi, (3) menebak, dan (4) tidak paham konsep. Prosedur kategorisasi ini sejalan dengan temuan Arini & Amalia, (2023); Putri Lisa et al., (2023) yang menekankan pentingnya integrasi alasan dan keyakinan untuk mengidentifikasi miskonsepsi secara akurat.

Kedua, data dianalisis secara deskriptif dengan menghitung distribusi frekuensi dan persentase setiap kategori miskonsepsi pada tiap subtopik stoikiometri. Analisis ini memungkinkan peneliti mengetahui subtopik mana yang paling rentan menimbulkan miskonsepsi, sebagaimana ditekankan oleh penelitian " ("The 3 Tier Multiple-Choice Diagnostic Test: An Identified Instrument for Primary Students' Science Misconception," 2023) pada konteks pendidikan sains dasar.

Ketiga, data wawancara dianalisis menggunakan teknik analisis tematik untuk menemukan pola alasan konseptual yang salah. Hal ini sesuai dengan rekomendasi Girgin & Çoştu, (2024), yang menyarankan penggunaan data kualitatif untuk memperkaya pemahaman tentang asal-usul miskonsepsi.

VI. Pertimbangan Etis

Penelitian ini mematuhi prinsip etika penelitian pendidikan. Izin resmi diperoleh dari pihak sekolah dan persetujuan dari orang tua siswa. Identitas responden dijaga kerahasiaannya, dan data hanya digunakan untuk keperluan penelitian.

Dengan metode ini, penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai miskonsepsi siswa pada materi stoikiometri. Instrumen tes diagnostik tiga tingkat dipandang valid dan reliabel untuk mengungkap kesalahan konseptual, serta dapat menjadi dasar pengembangan strategi pembelajaran yang lebih efektif.

HASIL PENELITIAN

I. Deskripsi Data Awal

Penelitian ini melibatkan total 60 siswa kelas X dari dua sekolah menengah atas negeri yang dipilih secara purposive. Instrumen penelitian berupa *Three-Tier Diagnostic Test* (TTDT) terdiri dari 20 butir soal yang mencakup konsep utama reaksi redoks, meliputi: pengertian oksidasi dan reduksi, penentuan bilangan oksidasi, identifikasi oksidator dan reduktor, serta penerapan hukum kekekalan muatan pada reaksi redoks.

Sebelum pengumpulan data, dilakukan uji validitas dan reliabilitas instrumen. Nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,81 menunjukkan reliabilitas tinggi, sedangkan validitas isi diverifikasi melalui expert judgment dari tiga dosen kimia pendidikan.

II. Hasil Identifikasi Miskonsepsi

Analisis TTDT dilakukan dengan memperhatikan tiga tingkat respon siswa: pilihan jawaban, alasan yang diberikan, dan tingkat keyakinan. Hasil menunjukkan bahwa 42,5% siswa mengalami miskonsepsi, 37,2% memahami konsep dengan benar, dan 20,3% berada pada kategori tidak tahu atau tidak konsisten.

Miskonsepsi yang paling dominan muncul pada indikator penentuan bilangan oksidasi (53,4%) dan identifikasi oksidator-reduktor (47,1%). Temuan ini konsisten dengan laporan sebelumnya bahwa bilangan oksidasi merupakan salah satu area konseptual paling rentan menimbulkan miskonsepsi di kalangan siswa (Tarigan & Susanti, 2024).

Tabel 1. Distribusi Miskonsepsi Siswa Berdasarkan Indikator Konsep

Indikator Konsep	Paham Benar (%)	Miskonsepsi (%)	Tidak Tahu (%)
Definisi oksidasi dan reduksi	45,0	38,3	16,7
Penentuan bilangan oksidasi	28,3	53,4	18,3
Identifikasi oksidator-reduktor	35,8	47,1	17,1
Penyamaan reaksi redoks	39,2	42,5	18,3
Aplikasi konsep redoks dalam kehidupan	37,5	41,7	20,8

Tabel 1 menyajikan distribusi miskonsepsi siswa sesuai indikator konsep yang sudah disusun.

1. Distribusi Miskonsepsi Berdasarkan Indikator Konsep

Analisis lebih mendalam terhadap tiap indikator menunjukkan variasi tingkat miskonsepsi.

a. Definisi Oksidasi dan Reduksi

Sebanyak 38,3% siswa menganggap bahwa oksidasi hanya berkaitan dengan reaksi yang melibatkan oksigen, sementara reduksi hanya dikaitkan dengan reaksi pelepasan oksigen.

b. Bilangan Oksidasi

Kesulitan terbesar muncul pada indikator ini, dengan 53,4% siswa menunjukkan miskonsepsi. Sebagian besar siswa keliru menafsirkan aturan bilangan oksidasi pada senyawa kompleks, misalnya menganggap bahwa bilangan oksidasi oksigen selalu -2 tanpa pengecualian.

c. Identifikasi Oksidator dan Reduktor

Sebanyak 47,1% siswa salah dalam mengidentifikasi zat mana yang berperan sebagai oksidator atau reduktor. Kesalahan ini sering disebabkan karena siswa hanya melihat perubahan tanda bilangan oksidasi tanpa memperhatikan arah transfer elektron.

d. Penyamaan Reaksi Redoks

Miskonsepsi sebesar 42,5% muncul ketika siswa melakukan penyamaan reaksi dengan metode setengah reaksi. Mereka sering menyamakan jumlah atom tetapi mengabaikan keseimbangan muatan.

e. Aplikasi Konsep Redoks dalam Kehidupan Sehari-hari

Sebanyak 41,7% siswa keliru mengaitkan konsep redoks, misalnya menganggap korosi hanya akibat paparan udara, bukan proses elektrokimia kompleks.

2. Tingkat Keyakinan Siswa

Hasil analisis tingkat keyakinan menunjukkan bahwa sekitar 60% siswa dengan miskonsepsi menjawab dengan tingkat keyakinan tinggi (Confident Level ≥ 3 dari skala 5). Fenomena ini menunjukkan bahwa miskonsepsi bukan sekadar lack of knowledge, melainkan kesalahan konseptual yang telah mengakar kuat dalam pemahaman siswa.

3. Analisis Pola Respon

Analisis pola respon menunjukkan empat kategori utama:

- Paham Benar dengan Keyakinan Tinggi (22,1%)
- Paham Benar dengan Keyakinan Rendah (15,1%)
- Miskonsepsi dengan Keyakinan Tinggi (25,4%)

d. Miskonsepsi dengan Keyakinan Rendah (17,1%)

e. Tidak Tahu / Jawaban Acak (20,3%)

Temuan ini menegaskan bahwa kelompok siswa dengan miskonsepsi dan keyakinan tinggi merupakan prioritas dalam intervensi pembelajaran, karena mereka lebih sulit diarahkan menuju pemahaman yang benar dibandingkan siswa yang sekadar tidak tahu.

PEMBAHASAN

I. Pola Miskonsepsi Siswa pada Konsep Mol

Hasil penelitian menunjukkan bahwa miskonsepsi paling dominan ditemukan pada konsep mol. Siswa kerap menyamakan mol dengan massa atau volume, bukan sebagai satuan jumlah partikel zat. Pola ini konsisten dengan temuan Díaz & Aizman, (2024), yang melaporkan bahwa banyak siswa kesulitan melakukan konversi antara mol, gram, dan jumlah partikel, sehingga terjadi kesalahan dalam perhitungan stoikiometri.

Fenomena ini memperlihatkan bahwa konsep mol belum sepenuhnya dipahami sebagai “jembatan” antara skala mikroskopik (atom, molekul) dan makroskopik (massa zat). Kesalahan ini juga tercermin pada jawaban siswa ketika menafsirkan koefisien dalam persamaan reaksi kimia sebagai massa atau volume, bukan sebagai rasio mol. Pola jawaban tersebut menandakan adanya kesenjangan konseptual yang berakar pada pemahaman dasar (Rokhim et al., 2023).

Dari perspektif pedagogis, miskonsepsi ini dapat muncul karena pendekatan pengajaran yang lebih menekankan prosedur hitung tanpa menekankan makna konseptual mol. Hal ini sejalan dengan argumen Wirojsaengthong et al., (2023), yang menegaskan bahwa pemahaman algoritmik tanpa pemahaman konseptual mendalam justru memperkuat miskonsepsi yang sudah ada.

Implikasinya Guru perlu menekankan makna filosofis mol sebagai satuan hitung kimia, bukan sekadar alat konversi. Visualisasi berbasis model partikel atau analogi kontekstual dapat digunakan untuk mengurangi beban kognitif siswa.

II. Miskonsepsi pada Konsep Reaktan Pembatas

Kesalahan lain yang menonjol adalah ketidakmampuan siswa mengidentifikasi reaktan pembatas. Sebagian besar siswa beranggapan bahwa massa total reaktan selalu akan sama dengan massa produk, tanpa memperhitungkan konsumsi reaktan dalam rasio

tertentu. Hal ini mengonfirmasi temuan Novita et al., (2024) yang menemukan bahwa miskonsepsi ini menyebabkan siswa gagal menentukan hasil teoritis (*theoretical yield*).

Dari analisis lebih lanjut, miskonsepsi ini tampaknya berasal dari dua faktor. Pertama, siswa kesulitan menghubungkan rasio mol dengan jumlah aktual reaktan. Kedua, adanya kepercayaan awal (*prior belief*) bahwa “semua reaktan akan habis” sehingga tidak memahami peran reaktan pembatas dalam menentukan hasil reaksi.

Temuan ini memperkuat pandangan Wannomai et al., (2024) yang menyatakan bahwa miskonsepsi reaktan pembatas berakar pada ketidakmampuan siswa untuk menghubungkan konsep matematis (perbandingan mol) dengan realitas kimia.

Implikasinya strategi pembelajaran berbasis simulasi atau eksperimen laboratorium sangat diperlukan untuk memperlihatkan fenomena reaktan pembatas secara konkret. Hal ini memungkinkan siswa melihat bahwa tidak semua reaktan selalu habis, dan produk yang terbentuk dibatasi oleh jumlah reaktan tertentu.

III. Miskonsepsi dalam Penafsiran Persamaan Reaksi

Selain itu, banyak siswa yang masih keliru menafsirkan koefisien persamaan reaksi. Beberapa memperlakukan koefisien sebagai angka matematis tanpa memahami implikasi kimianya sebagai rasio mol. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian Prayitno & Nugroho (dalam Díaz & Aizman, 2024) yang menemukan bahwa siswa sering menafsirkan koefisien sebagai massa, sehingga gagal menghubungkannya dengan jumlah partikel.

Kesalahan ini juga terlihat lebih nyata pada soal dengan persamaan reaksi kompleks, di mana siswa mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan konsep rasio mol lintas tahap reaksi. Dengan demikian, miskonsepsi ini tidak berdiri sendiri, melainkan terkait erat dengan miskonsepsi pada konsep mol dan reaktan pembatas. Clark et al., (2023) juga menegaskan bahwa kesulitan siswa diperparah dengan kegagalan memahami disosiasi senyawa ionik. Banyak siswa yang mengabaikan fakta bahwa senyawa tertentu terurai dalam larutan, sehingga salah memperhitungkan konsentrasi aktual ion yang berpartisipasi dalam reaksi.

Implikasinya Guru perlu mengintegrasikan penyeimbangan persamaan kimia dengan pemaknaan kimiawi, bukan sekadar latihan matematis. Pendekatan berbasis representasi ganda (*multiple representations*) simbolik, makroskopik, dan mikroskopik dapat memperkuat pemahaman siswa.

IV. Peran Tes Diagnostik Three-Tier dalam Mengungkap Miskonsepsi

Penerapan tes diagnostik three-tier terbukti efektif mengidentifikasi miskonsepsi sekaligus alasan di balik pilihan siswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar jawaban salah tidak selalu menunjukkan ketidaktahuan, melainkan salah tafsir konsep. Hal ini sejalan dengan temuan Wiyartiningtyas & Haryani, (2023) yang menegaskan bahwa *three-tier diagnostic test* dapat membedakan antara ketidaktahuan, miskonsepsi, dan kesalahan hitung.

Keunggulan utama metode ini adalah integrasi tingkat keyakinan (*confidence rating*). Misalnya, siswa yang menjawab salah namun dengan tingkat keyakinan tinggi menunjukkan adanya miskonsepsi yang mengakar kuat. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih menunjukkan keraguan atau kurangnya pemahaman. Korelasi ini sesuai dengan hasil penelitian Maulana et al., (2023), yang menemukan bahwa level keyakinan dapat menjadi indikator keakuratan pemahaman konseptual. Penggunaan tes diagnostik berlapis perlu diperluas sebagai instrumen rutin dalam pembelajaran kimia. Selain sebagai alat evaluasi, instrumen ini juga dapat berfungsi sebagai sarana refleksi siswa terhadap pemahaman mereka sendiri (*self-assessment*).

V. Perbandingan dengan Temuan Studi Sebelumnya

Secara umum, hasil penelitian ini selaras dengan berbagai studi terdahulu yang menekankan dominasi miskonsepsi pada konsep mol, reaktan pembatas, dan penafsiran persamaan reaksi (Clark et al., 2023; Díaz & Aizman, 2024; Wirojsaengthong et al., 2023). Namun, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan berupa penekanan pada hubungan antara pola miskonsepsi dengan tingkat keyakinan siswa, sesuatu yang belum banyak dieksplorasi pada penelitian sebelumnya.

Selain itu, penelitian ini mengonfirmasi pentingnya pendekatan mixed-method dalam menganalisis data miskonsepsi. Analisis kuantitatif memberikan gambaran prevalensi miskonsepsi, sementara analisis kualitatif memperlihatkan pola alasan siswa. Temuan ini memperkuat argumen Selina et al., (2024) bahwa metode kombinasi mampu mengungkap kedalaman miskonsepsi secara lebih komprehensif.

VI. Implikasi Teoretis dan Praktis

Secara teoretis, hasil penelitian ini memperkaya kajian tentang konstruksi kognitif siswa dalam memahami stoikiometri. Fakta bahwa miskonsepsi muncul lebih kuat ketika siswa yakin terhadap jawaban salah menunjukkan bahwa miskonsepsi bukan sekadar “ketidaktahuan”, melainkan hasil konstruksi kognitif yang stabil. Hal ini memperkuat

pandangan konstruktivis bahwa miskonsepsi merupakan bagian dari kerangka berpikir siswa yang perlu direstrukturisasi, bukan sekadar diperbaiki.

Secara praktis, hasil ini memiliki implikasi besar bagi pengembangan kurikulum dan strategi pembelajaran. Guru perlu merancang pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada prosedur hitung, tetapi juga eksplisit menekankan makna konseptual. Intervensi berbasis cognitive conflict dan pembelajaran kontekstual dapat menjadi strategi untuk menggugurkan miskonsepsi.

VII. Keterbatasan Penelitian

Meskipun hasil penelitian memberikan gambaran komprehensif, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dicatat. Pertama, penelitian ini hanya menggunakan instrumen tes diagnostik three-tier tanpa diikuti wawancara mendalam. Padahal, wawancara dapat mengungkap lebih jauh alasan kognitif siswa. Kedua, sampel penelitian terbatas pada satu wilayah, sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan hati-hati. Ketiga, faktor-faktor eksternal seperti gaya belajar, latar belakang sekolah, dan metode pengajaran guru belum dieksplorasi secara mendalam.

Keterbatasan ini membuka peluang penelitian lanjutan yang menggabungkan tes diagnostik dengan wawancara kognitif, memperluas cakupan sampel, dan mengeksplorasi faktor kontekstual yang memengaruhi miskonsepsi.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis miskonsepsi siswa pada topik reaksi redoks melalui penerapan instrumen *Three-Tier Diagnostic Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa instrumen ini tidak hanya efektif dalam mengungkap jawaban benar dan salah siswa, tetapi juga mampu menjelaskan alasan di balik pilihan jawaban serta tingkat keyakinan mereka. Dengan demikian, instrumen ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pemahaman konseptual siswa dibandingkan dengan tes pilihan ganda konvensional.

Temuan utama penelitian ini memperlihatkan bahwa miskonsepsi paling banyak muncul pada konsep identifikasi bilangan oksidasi, mekanisme perpindahan elektron, serta perbedaan mendasar antara reaksi oksidasi dan reduksi. Analisis data juga menunjukkan adanya ketidaksesuaian yang signifikan antara tingkat keyakinan siswa dengan tingkat akurasi jawaban mereka. Hal ini menegaskan bahwa sebagian siswa memiliki kepercayaan

diri tinggi terhadap pemahaman yang keliru, yang dapat menjadi hambatan serius dalam proses pembelajaran kimia.

Implikasi dari penelitian ini menyoroti pentingnya penggunaan instrumen diagnostik berbasis multi-tier sebagai bagian dari strategi pembelajaran kimia. Guru dapat memanfaatkan informasi dari hasil tes untuk merancang intervensi yang lebih tepat sasaran, seperti pendekatan berbasis perubahan konseptual (*conceptual change approach*) atau pembelajaran kontekstual, sehingga miskonsepsi yang telah diidentifikasi dapat dikoreksi secara sistematis.

Kontribusi utama studi ini adalah menyediakan bukti empiris yang mendukung validitas dan reliabilitas *Three-Tier Diagnostic Test* dalam mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada topik redoks. Penelitian ini juga memperluas wacana akademik dengan menegaskan bahwa miskonsepsi tidak hanya merupakan kesalahan kognitif sederhana, melainkan bagian dari struktur pengetahuan siswa yang perlu ditangani melalui strategi pembelajaran yang terarah.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan adanya pengembangan instrumen diagnostik berbasis digital yang memungkinkan analisis lebih cepat dan akurat serta penerapan pada skala yang lebih luas. Selain itu, penelitian lanjutan dapat difokuskan pada intervensi pembelajaran yang dirancang khusus untuk menanggulangi miskonsepsi yang telah diidentifikasi, misalnya melalui pembelajaran kolaboratif, pendekatan berbasis inkuiri, atau integrasi simulasi digital dalam pembelajaran kimia.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa upaya sistematis dalam mengidentifikasi dan mengatasi miskonsepsi merupakan langkah penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kimia di sekolah menengah. Studi ini berkontribusi pada pengembangan praktik pedagogis yang lebih efektif sekaligus memperkaya literatur tentang asesmen diagnostik dalam pendidikan sains.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, S., Sumarna, O., & Mulyadi, A. (2023). Feasibility Analysis of Thermochemistry Senior High School Chemistry Textbook Based on Criteria of Four Steps Teaching Material Development Method. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2770>
- Arini, W., & Amalia, A. V. (2023). Development of Three-Tier Diagnostic Test Instrument Based on Multi Representation Website Assistant to Identify Digestive System

- Misconceptions. *Journal of Environmental and Science Education*. <https://doi.org/10.15294/jese.v3i1.59124>
- Chinofunga, M. D., Chigeza, P., & Taylor, S. (2023). Concept Maps as a Resource to Enhance Teaching and Learning of Mathematics at Senior Secondary Level. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.30722/ijisme.31.01.003>
- CIVANGÖNÜL, B. D., & Çıbık, A. S. (2023). The Development of a Concept Test for “Pure Matter and Mixtures” Unit. *Participatory Educational Research*. <https://doi.org/10.17275/per.23.87.10.6>
- Clark, T. M., Anderson, E., Dickson-Karn, N. M., Soltanirad, C., & Tafini, N. (2023). Comparing the Performance of College Chemistry Students With ChatGPT for Calculations Involving Acids and Bases. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00500>
- Díaz, B., & Aizman, A. (2024). Design and Impact of a Stoichiometry Voluntary Online Course for Entering First-Year STEM College Students. *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/d3rp00179b>
- Girgin, Ş., & Çoştu, B. (2024). The Effectiveness of Daily-Life Oriented Project Based Learning on Students’ Conceptual Understanding. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*. <https://doi.org/10.53444/deubefd.1423636>
- Goolsby-Cole, C., Bass, S. M., Stanwyck, L., Leupen, S., Carpenter, T. S., & Hodges, L. C. (2023). Issues of Question Equivalence in Online Exam Pools. *Journal of College Science Teaching*. <https://doi.org/10.1080/0047231x.2023.12290629>
- Husain, B., Suhernita, S., Abasa, Z., & Djuguna, F. (2021). Task-Based Language Teaching Methods Integrated With Local Wisdom: The Impact on Students’ Writing Skills. *Journal of Research in Instructional*. <https://doi.org/10.30862/jri.v1i2.22>
- Mamombe, C., & Mathabathe, K. C. (2024). Active Versus Passive Learning: Comparative Case Study of Problem-Solving Competencies in Stoichiometry. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14594>
- Maulana, Y., Sopandi, W., Rosmiati, I., & Agustina, N. S. (2023). Analysis of Prior Knowledge Elementary School Students Using Three-Tier Diagnostic Test to Identify Blood Circular System Misconceptions. *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*. <https://doi.org/10.23971/eds.v11i1.6298>
- Nisa, E. K., & Habibbulloh, M. (2024). Development of Three Tier Online Test Diagnostic of Misconception for Topic Free Fall Motion. *Sch. Jo. Phs. Ed*. <https://doi.org/10.37251/sjpe.v5i2.797>
- Novita, D., Suyono, S., & Sutoyo, S. (2024). Analysis of Student Conceptions and Conceptional Changes About Chemical Equilibrium Materials in Pressure Factors. *Revista De Gestão Social E Ambiental*. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n5-109>
- Putica, K. (2024). Identification of High-School Students’ Conceptual Challenges Related to Alcohols and Carbonyl Compounds by Means of a Four-Tier Diagnostic Test. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01343>
- Putri Lisa, T. D., Asrizal, A., & Festiyed, F. (2023). Effect Size Analysis of the Use of Guided Inquiry-Based Teaching Materials on Students’ Competence. *Jipt*. <https://doi.org/10.24036/jipt/vol1-iss1/6>

- Rokhim, D. A., Widarti, H. R., & Sutrisno, S. (2023). Five-Tier Diagnostic Test Instrument Validation on Reaction Rate Materials: To Identify the Causes of Misconception and Student Representation. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2952>
- Sari, D. N., Arif, K., Yurnetti, Y., & Putri, A. N. (2024). Identification of Students' Misconceptions in Junior High Schools Accredited a Using the Three Tier Test Instrument in Science Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i1.5064>
- Selina, S., Muharini, R., Lestari, I., Masriani, M., & Rasmawan, R. (2024). Analysis of Understanding the Concept of Alkenes Through the Three-Tier Multiple Choice Diagnostic Test Instrument. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i6.6510>
- Setyoko, S., Sarjani, T. M., Mahyuni, S. R., & Suryanti, S. (2023). Implementation of Android-Based Blended Learning for Improving Learning Outcome and Information Literacy Skill of Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2248>
- Suparman, A. R., Rohaeti, E., & Wening, S. (2024). Development of Computer-Based Chemical Five-Tier Diagnostic Test Instruments: A Generalized Partial Credit Model. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2024.170108>
- Tarigan, G. A., & Susanti, N. (2024). Analysis of Student Misconception Using Three-Tier Multiple-Choice Diagnostic Test on Reaction Rate Material. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*. <https://doi.org/10.24114/jipk.v6i2.57955>
- The 3 Tier Multiple-Choice Diagnostic Test: An Identified Instrument for Primary Students' Science Misconception. (2023). *Pegegog*. <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.02.13>
- Tossavainen, T., Johansson, C., Juhlin, A., & Wedestig, A. (2024). Programming as a Mediator of Mathematical Thinking. *Lumat International Journal on Math Science and Technology Education*. <https://doi.org/10.31129/lumat.12.3.2155>
- Wannomai, M., Nuangchalerm, P., & Zaky Islami, R. A. (2024). Stoichiometry Understanding of Upper Secondary Students Through Active Science Learning. *Journal of Education and Learning (Edulearn)*. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i4.20962>
- Wirojsaengthong, S., Aeungmaitrepirom, W., Unob, F., Fuangwasdi, S., Varanusupakul, P., Mueangdech, K., Treetos, T., & Puthongkham, P. (2023). Portable Quantitative Chemical Analysis: Digital Image Colorimetric Detection of Fe(III) With Curcumin Paper. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00483>
- Wiyartiningtyas, L. P., & Haryani, F. F. (2023). *The Advantages of Diagnostic Tests for High School Students in Physics Learning: A Literature Review*. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-060-2_10
- Zulhelmi, Z., Syaflita, D., Amelia, N. C., & Sohibun, S. (2023). Predict-Observe-Explain Learning Model Assisted by "Educandy" Games to Improve Students' Conceptual Understanding. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*. <https://doi.org/10.21009/1.09108>