

ORBITAL: JURNAL PENDIDIKAN KIMIA

Website : jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/orbital

ISSN 2580-1856 (print) ISSN 2598-0858 (online)

Implementasi Instrumen Asesmen Argumentasi Ilmiah Materi Laju Reaksi

Ismiatul Zaroh^{1*)}, Muntholib², dan Ridwan Joharmawan³

^{1,2,3}Universitas Negeri Malang, Jawa Timur, Indonesia

^{*)}E-mail: ismiatul.zaroh.2003318@students.um.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received May 2022

Revised form June 2022

Accepted June 2022

Published online June 2022

Abstract: Scientific argumentation is a critical part of scientific practice that should be learned by learner in the science classroom. Scientific argumentation can deepen students' understanding and make their reasoning apparent. Integrating argumentation in instruction necessitates the availability of assessment instruments. This study aims to develop a scientific argumentation test and investigate students' argumentation skills on reaction rates. This study applied a research and development design to develop a scientific argumentation test followed by a survey on students' scientific argumentation skills. The analysis of the validity and reliability of the scientific argumentation test involved three experts and 199 high school students. Meanwhile, the survey on students' scientific argumentation skills involved 86 high school students. The expert panel gave an average score of 94.8% (very worthy) to the developed scientific argumentation test. The empirical analysis of the test shows that all items (9 essay items) were valid with reliability of 0.777. The survey showed that students' abilities in: making claims were moderate (56.59%), providing evidence were very weak (18.35%), and making explanations were also very weak (14.21%). The results of this study imply that learning strategies that can improve students' scientific argumentation skills are needed.

Keywords: reaction rates, scientific argumentation instrument, scientific argumentation skill

Abstrak: Argumentasi ilmiah adalah bagian penting dari praktik ilmiah yang harus dipelajari oleh siswa di kelas sains. Argumentasi ilmiah dapat memperdalam pemahaman siswa dan memperjelas penalaran mereka. Pengintegrasian argumentasi dalam pembelajaran memerlukan ketersediaan instrumen penilaian. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tes argumentasi ilmiah dan mengetahui kemampuan argumentasi siswa terhadap laju reaksi.

Penelitian ini menggunakan desain *research and development* untuk mengembangkan tes argumentasi ilmiah yang dilanjutkan dengan survei kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Analisis validitas dan reliabilitas tes argumentasi ilmiah melibatkan tiga ahli dan 199 siswa SMA. Sedangkan survei keterampilan argumentasi ilmiah siswa melibatkan 86 siswa SMA. Panel ahli memberikan skor rata-rata 94,8% (sangat layak) untuk tes argumentasi ilmiah yang dikembangkan. Analisis empiris tes menunjukkan bahwa semua item (9 item esai) valid dengan reliabilitas 0,777. Hasil survei menunjukkan bahwa kemampuan siswa dalam: membuat klaim sedang (56,59%), memberikan bukti sangat lemah (18,35%), dan membuat penjelasan juga sangat lemah (14,21%). Hasil penelitian ini mengimplikasikan bahwa diperlukan strategi pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

Kata Kunci: instrumen argumentasi ilmiah, keterampilan argumentasi ilmiah, laju reaksi

PENDAHULUAN

Landasan penting dari pendekatan saintifik dalam pembelajaran adalah mengupayakan siswa berpikir dan bertindak seperti ilmuwan (Irwansyah & Ariyansyah, 2019). Argumentasi adalah praktik yang penting bagi seorang ilmuwan begitu pula bagi siswa. Argumentasi merupakan aktivitas sentral dalam investigasi kelas yaitu ketika siswa menggunakan bukti dan alasan untuk mendukung klaimnya atau meyakinkan orang lain. Siswa memerlukan pemahaman konten yang mendalam dan hakikat argumentasi agar dapat membuat argumentasi yang berkualitas (Grooms et al., 2018). Oleh karena itu, argumentasi membuat siswa tidak hanya berfokus pada apa yang diketahuinya tentang konten namun juga bagaimana cara mengetahui dan mengapa mempercayai apa yang diketahui (Duschl, 2007). Sebagai bagian dari ilmu pengetahuan, termasuk kimia, pembelajaran argumentasi membutuhkan instrumen penilaian. Namun ketersediaan instrumen penilaian argumentasi masih sangat terbatas. Oleh karena itu, untuk pembelajaran IPA dengan materi pelajaran yang relevan, perlu dikembangkan instrumen penilaian argumentasi.

Menurut Sampson dan Blanchard (2012), argumentasi ilmiah berusaha untuk memvalidasi kesimpulan atau pernyataan berdasarkan penalaran. Individu berusaha untuk mempertahankan, membantah, atau merevisi posisi berbasis bukti dalam argumen ilmiah. Pembelajaran kimia membutuhkan penguasaan konten dan praktik yang seimbang. Argumentasi berbasis bukti adalah praktik epistemik yang ditekankan dalam penyelidikan ilmiah (Erduran et al., 2015). Proses menciptakan argumentasi memberi siswa kesempatan untuk memahami apa yang mereka lihat atau lakukan dengan menunjukkan pemikiran dan penalaran mereka (Sampson & Groom, 2010). Memahami mengapa klaim, pernyataan, keputusan dibuat penting diketahui siswa untuk mengembangkan pemahaman konten dan praktik kimia.

Para ahli seperti Lawson (2003) dan Sampson et al. (2011) telah mengembangkan kerangka argumentasi ilmiah untuk tujuan evaluasi. Lawson menyatakan bahwa argumen dapat dinilai dengan siklus argumen prediktif hipotetis. Siklus ini dimulai dengan adanya fenomena yang membutuhkan jawaban,

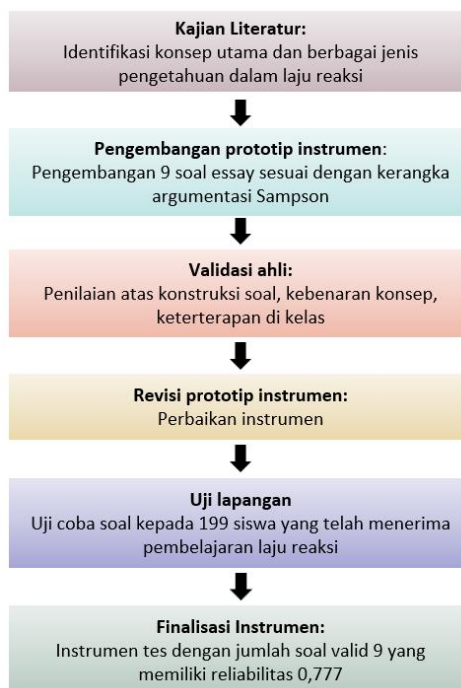
perumusan hipotesis, menghasilkan beberapa prediksi yang masuk akal, dan melaksanakan tes yang direncanakan untuk memperoleh data. Data tersebut kemudian berfungsi sebagai bukti dan dibandingkan dengan prediksi. Jika bukti cocok, maka hipotesis sesuai. Dalam kerangka Lawson, komponen argumen diperlakukan secara lebih rinci dan khusus. Sebaliknya, Sampson merancang kerangka argumentasi ilmiah yang terdiri dari klaim, bukti, dan penalaran. Kerangka kerja ini banyak digunakan untuk melatih siswa yang baru mengenal praktik argumentasi ilmiah.

Siswa di kelas 11 IPA belajar tentang laju reaksi sebagai bagian dari kurikulum kimia mereka. Konten dalam laju reaksi mengandung banyak penalaran grafis (Bain & Towns, 2016) dan merupakan topik yang sangat kuantitatif (Rodriguez et al., 2019). Topik laju reaksi berisi teori-teori seperti teori kinetik partikel, teori tumbukan, teori energi aktivasi, teori konsentrasi, dan teori luas permukaan yang diperlukan untuk menjelaskan bukti dari analisis data pengamatan dan pengukuran. Selain itu, laju reaksi dapat memberikan ketidakpastian dalam pembelajaran, seperti apakah laju reaksi selalu konstan dari awal hingga akhir atau apakah semua konsentrasi reaktan mempengaruhi laju. Ketidakpastian ini diperlukan untuk mendorong aktivitas argumentasi karena siswa akan berkolaborasi dengan teman sekelasnya untuk mengembangkan penjelasan ilmiah yang kredibel (Chen et al., 2019). Dengan ini, laju reaksi berpotensi untuk mengembangkan keterampilan argumentasi ilmiah. Hingga saat ini penelitian tentang argumentasi meliputi pengembangan pembelajaran berbasis argumen (Keys et al., 1999; Walker et al., 2011), mengembangkan kerangka kerja untuk mengevaluasi argumen (Lawson, 2003; Sampson & Walker, 2012), menyelidiki keterampilan argumentasi guru kimia (Sampson & Blanchard, 2012), menyelidiki kesiapan calon guru kimia untuk mempromosikan argumentasi (Archila, 2014). Namun, sedikit literatur yang tersedia tentang studi pengembangan tes argumentasi ilmiah dan survei ketrampilan argumentasi siswa terutama pada kimia. Instrumen dalam kimia saat ini ada untuk kesetimbangan kimia, asam basa, dan hidrolisis garam (Muntholib, et al., 2021; Muntholib, et al., 2021; Parlan et al., 2020). Belum ada penelitian untuk mengembangkan instrumen argumentasi tentang laju reaksi dan menyelidiki kemampuan argumentasi siswa pada topik tersebut.. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tes argumentasi ilmiah yang valid dan reliabel pada laju reaksi dan menginvestigasi keterampilan argumentasi ilmiah siswa. Instrumen ini dikembangkan untuk mendukung penilaian berbasis argumentasi dan mendukung guru menerapkan cara penilaian baru yang membuat penalaran siswa terlihat dengan menyertakan bukti dan alasan dari jawaban atau keputusan dibuat.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini mencakup dua kegiatan utama yaitu pengembangan instrumen argumentasi dan survei keterampilan argumentasi. Tahapan pengembangan instrumen menyesuaikan langkah-langkah menurut Muntholib et al. (2020), yaitu kajian literatur, pengembangan prototipe, validasi ahli, revisi instrumen, uji lapangan, dan finalisasi instrumen (Gambar 1).

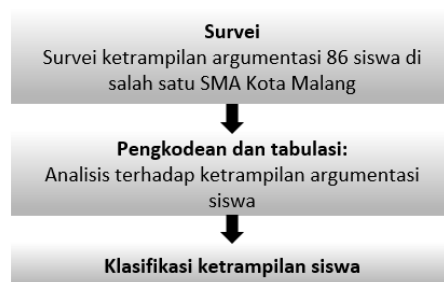


Gambar 1. Tahap Pengembangan Instrumen

Kajian literatur adalah kegiatan untuk menetapkan (1) kerangka argumentasi dan komponennya dan (2) pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural tentang laju reaksi yang relevan dengan kerangka argumentasi ilmiah. Kerangka argumentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerangka Sampson dengan mempertimbangkan kesulitan dari kerangka lain. Kerangka Sampson terdiri dari klaim, bukti, penjelasan yang merupakan inti dari argumentasi. Langkah selanjutnya adalah membuat prototip instrumen yang terdiri dari kisi-kisi dan pertanyaan jawaban terbuka sejumlah 9 item, jawaban, dan rubrik penilaian. Setiap pertanyaan menuntut siswa untuk membuat klaim, termasuk bukti, dan menjelaskan mengapa bukti tersebut sesuai untuk mendukung klaim dengan menggunakan teori yang tepat. Proses selanjutnya adalah validasi instrumen soal oleh ahli yaitu satu dosen kimia dan dua guru kimia untuk menentukan validitas konstruk dan mendapatkan masukan mengenai kebenaran konsep dan konstruksi soal. Instrumen soal lalu diuji validitas dan reliabilitas melalui uji lapangan kepada siswa yang telah mempelajari topik laju reaksi. Hasil uji lapangan memperoleh nilai validitas dan reliabilitas item. Kedua ukuran tersebut mencerminkan kualitas soal untuk mengukur keterampilan argumentasi ilmiah siswa.

Sasaran Penelitian

Uji lapangan melibatkan 199 siswa kelas XII di salah satu SMA di kota Banyuwangi. Instrumen argumentasi tersebut lalu diimplementasikan sebagai studi survei terhadap 86 siswa kelas XII di salah satu SMA di Kota Malang yang telah mendapatkan materi laju reaksi. Penelitian survei mengikuti tahapan seperti Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian Survey

Proses pengkodean dan tabulasi merupakan tahap untuk menilai jawaban siswa sesuai dengan rubrik penilaian. Proses ini diperlukan untuk menganalisis keterampilan argumentasi siswa dan menggolongkannya sesuai tingkat penguasaan keterampilan yaitu sangat baik, baik, cukup baik, lemah, dan sangat lemah.

Data Penelitian

Data yang dikumpulkan adalah data penilaian tiga validator ahli terhadap instrumen yang dikembangkan dan jawaban siswa terhadap soal argumentasi ilmiah laju reaksi pada saat uji lapangan dan survey.

Analisis Data

Indikator dari kualitas instrumen yang dikembangkan salah satunya digambarkan dengan nilai validasi isi. Dalam keperluan ini penulis melibatkan tiga validator ahli untuk menilai validitas isi instrumen. Penilaian ketiga validator ahli direkap menggunakan lembar validasi. Lembar validasi berisi indikator yang memiliki skala penilaian 1 sampai dengan 4. Skor validitas dianalisis secara kualitatif dengan teknik persentase sebagai berikut:

$$\% \text{ skor} = \frac{\Sigma \text{ skor diperoleh}}{\Sigma \text{ skor maksimal}} \times 100\%$$

Menurut Arikunto, (2021) kategori validitas produk diklasifikasikan sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria validitas produk

Score (%)	Level
80 – 100	Sangat baik
66 – 79	Baik
56 – 65	Cukup baik
50 – 55	Kurang
30 – 39	Sangat kurang

Validitas isi perlu didukung oleh validitas empirik. Pada penelitian ini validitas empirik diperoleh dengan uji lapangan terhadap soal dan menganalisis butir-butir soal secara statistik dengan uji Korelasi Pearson dan *Cronbach's Alpha* pada tingkat kepercayaan 95%. Selanjutnya dilakukan penelitian survey diikuti pengkodean

jawaban siswa dengan rubrik yang sama dengan uji lapangan. Nilai siswa yang diperoleh dikonversi ke tingkat penguasaan keterampilan argumentasi yang dikelompokkan pada Tabel 2 berikut (Heng et al., 2014).

Tabel 2. Tingkat Penguasaan Keterampilan Argumentasi, Penalaran, dan Berpikir Kritis

Skor (%)	Level
80.00 – 100.00	Sangat baik
60.00 – 79.99	Baik
40.00 – 59.99	Cukup baik
20.00 – 39.99	Lemah
0.00 – 19.99	Sangat lemah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengembangan Instrumen

Instrumen laju reaksi yang dikembangkan mengandung konsep-konsep penting yaitu konsep laju reaksi, persamaan laju reaksi, orde reaksi, faktor yang mempengaruhi laju reaksi, teori tumbukan, dan waktu paruh. Indikator soal yang dikembangkan sebagai kisi-kisi secara rinci disajikan pada Tabel 3. Instrumen ini terdiri dari halaman sampul, kisi-kisi, pertanyaan, dan rubrik penilaian.

Tabel 3. Konsep Penting dan Indikator Soal

No	Konsep Penting	Indikator Soal
1	Konsep laju reaksi	Disajikan sebuah persamaan reaksi kimia, siswa dapat menyatakan gagasan untuk mengukur laju reaksi berdasarkan persamaan reaksi tersebut.
2	Orde reaksi	Disajikan data percobaan, siswa dapat memberikan kesimpulan mengenai reaksi orde 0 dan reaksi orde 2
3	Faktor yang mempengaruhi laju reaksi	Disajikan sebuah konteks, siswa dapat menyimpulkan fungsi dari sebuah alat berkenaan dengan laju reaksi
4	Persamaan laju reaksi	Diberikan suatu hasil percobaan konsentrasi awal dan laju awal, siswa dapat menganalisis apakah semua reaktan dalam reaksi kimia mempengaruhi laju reaksi
5	Teori tumbukan	Diberikan gambar mengenai tumbukan antar reaktan, siswa dapat menentukan orientasi tumbukan yang menghasilkan tumbukan yang efektif
6	Faktor yang mempengaruhi laju reaksi	Diberikan fenomena kimia, siswa dapat membandingkan laju reaksi yang lebih cepat
7	Faktor yang mempengaruhi laju reaksi	Diberikan fenomena kimia yang berkaitan dengan laju reaksi, siswa dapat menjelaskan penyebab suatu fenomena
8	Orde reaksi	Diberikan data percobaan, siswa dapat menentukan orde reaksi.
9	Waktu paruh	Diberikan gambaran submikroskopik, siswa dapat menentukan waktu paruh reaksi.

Berdasarkan indikator soal yang dikembangkan, selanjutnya contoh pengembangan instrumen dapat dilihat secara singkat pada Gambar 4.

Perhatikan kedua tabel yang memuat data percobaan berikut!

Reaksi orde 0

Percobaan ke-	Konsentrasi A (M)	Laju awal (M/s)
1	0,1	0,015
2	0,2	0,015
3	0,4	0,015

Reaksi orde 2

Percobaan ke-	Konsentrasi A (M)	Laju awal (M/s)
1	0,1	0,015
2	0,2	0,06
3	0,4	0,24

A. Dari data percobaan tersebut bandingkan perubahan laju awal dengan perubahan pada konsentrasi awal! Buatlah kesimpulan Anda mengenai reaksi orde 0 dan reaksi orde 2?

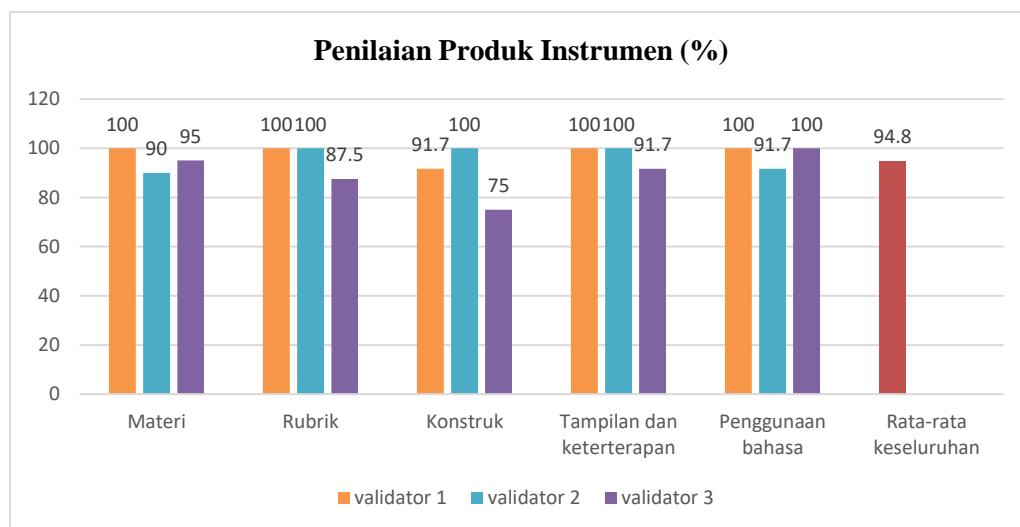
B. Bukti atau data apakah yang Anda gunakan untuk mendukung jawaban poin A?

C. Mengapa bukti atau data pada poin B dapat mendukung jawaban poin A?

Gambar 3. Contoh Instrumen Argumentasi Ilmiah

Hasil Validasi Ahli dan Validasi Empiris

Penilaian ketiga validator ahli memperoleh rata-rata 94,8% dari segi materi, rubrik penilaian, konstruk, tampilan dan penerapan, serta penggunaan bahasa. Nilai ini menunjukkan bahwa produk instrumen memiliki kriteria sangat baik untuk digunakan dalam evaluasi. Gambar 4 menampilkan persentase penilaian secara rinci dari ketiga validator ahli.



Gambar 4. Penilaian Validator terhadap Instrumen

Soal diinput dalam *google form* dan dikerjakan oleh siswa dalam kelas. Jawaban siswa kemudian dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif adalah transformasi respon siswa ke dalam angka-angka menurut rubrik penilaian lalu menjadi bentuk persentase. Sementara analisis kualitatif adalah pengelompokan jawaban ke dalam kategori tertentu sesuai dengan hasil analisis kuantitatif dimana skor 3 = benar, 2 = cukup benar, 1 = kurang tepat, dan 0 = salah. Hasil validitas empiris untuk setiap pertanyaan tercantum di Tabel 4.

Tabel 4. Validitas Empiris

Item	r_{hitung}	r_{tabel}	Keterangan
1	0.338	0.1398	Valid
2	0.580	0.1398	Valid
3	0.656	0.1398	Valid
4	0.636	0.1398	Valid
5	0.409	0.1398	Valid
6	0.774	0.1398	Valid
7	0.613	0.1398	Valid
8	0.684	0.1398	Valid
9	0.684	0.1398	Valid

Seluruh item dinyatakan valid karena r_{hitung} untuk setiap item lebih besar dari r_{tabel} . Uji dengan Cronbach Alpha mencatatkan reliabilitas 0,777 sehingga soal dinyatakan valid dan memiliki tingkat konsistensi yang tinggi.

Hasil Keterampilan Argumentasi Ilmiah pada Laju Reaksi

Keterampilan argumentasi siswa terdiri dari membuat klaim, memberikan bukti, dan menjelaskan bukti. Tabel 4 menunjukkan ringkasan hasil survei keterampilan argumentasi yang dilakukan pada 86 siswa kelas XII SMA di Kota Malang.

Tabel 5. Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa

Kriteria	Skor setiap komponen (%)		
	Membuat klaim	Menyediakan bukti	Menjelaskan bukti
Benar	50.39	15.89	10.85
Cukup benar	6.20	2.45	3.36
Kurang tepat	4.39	16.67	13.31
Salah	39.02	64.99	72.48
Keseluruhan (benar + cukup benar)	56.59	18.35	14.21
Level	Cukup baik	Sangat lemah	Sangat lemah

Kemampuan argumentasi siswa pada laju reaksi adalah cukup baik dalam membuat klaim. Keterampilan dalam memberikan bukti dan menjelaskan bukti keduanya berada pada level sangat lemah. Terdapat tren penurunan keterampilan dari membuat klaim hingga menjelaskan bukti yang sejalan dengan penelitian Heng et al. (2015) dan Muntholib, et al., (2021). Dalam penelitian sebelumnya siswa

belum terampil dalam memberikan bukti karena argumentasi ilmiah yang mereka bangun didasarkan keyakinan pribadinya sendiri dan mengalami kesulitan membedakan antara fakta dan opini sementara itu keterampilan memberikan penjelasan yang rendah disebabkan oleh pemahaman konseptual siswa yang belum memadai.

Persentase membuat klaim yang cukup baik dibandingkan komponen lainnya menunjukkan bahwa siswa dapat membuat klaim, tetapi tidak semua siswa yang dapat membuat klaim dapat memberikan bukti dan penjelasan. Menjawab klaim sama dengan menjawab pertanyaan, tetapi dalam argumentasi, memberikan bukti dan alasan merupakan bagian penting yang membentuk landasan bagaimana siswa sampai pada klaim yang mereka nyatakan. Bukti merupakan komponen fundamental dari argumentasi ilmiah yang mencirikan sifat argumentasi yang berusaha meyakinkan orang lain dan memperkuat dasar posisi yang diambil seseorang (Osborne & Patterson, 2011). Klaim yang dikemukakan memerlukan dukungan dari bukti ilmiah yang sesuai dan penjelasan yang menghubungkan bukti dengan klaim.

Sebagian besar siswa masih berpegang pada pengetahuan awal mereka pada laju reaksi dalam memberikan bukti. Tabel 6 mengkonfirmasi temuan ini. Misalnya, soal pada Gambar 4 meminta siswa untuk memberikan bukti yang mendukung kesimpulan tentang reaksi orde nol dan reaksi orde dua. Hasilnya menunjukkan bahwa mereka belum bisa mengamati dan menganalisis bukti yang tersirat dalam data eksperimen atau pertanyaan. Siswa belum bisa memanfaatkan data untuk memberikan bukti yang mendukung klaim yang disebutkan. Siswa juga mengalami kesulitan menafsirkan atau mengidentifikasi pola dari data yang diberikan.

Tabel 6. Contoh Bukti yang Diberikan Siswa

Bukti yang benar (diperoleh dari observasi data)	Bukti yang tidak tepat (berdasarkan pengetahuan awal)
Dalam reaksi orde nol, laju awal tidak berubah sama sekali yaitu tetap 0,15 meskipun ada perlakuan pada konsentrasi awal. Dalam reaksi orde kedua, laju awal berubah. Pada percobaan pertama, konsentrasi awal adalah 0,1 dan laju reaksi adalah 0,015. Kemudian pada percobaan kedua, konsentrasi awal adalah 0,2 dan laju reaksi adalah 0,6.	Orde reaksi tidak dapat ditentukan dari persamaan reaksi. Orde reaksi hanya dapat ditentukan dari hasil percobaan dengan mengubah variabel tekanan (terutama untuk reaksi gas) atau molaritas (reaksi dalam bentuk larutan dan gas).

Hasil juga menunjukkan bahwa siswa belum terampil dalam menjelaskan mengapa bukti dapat mendukung klaim. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sadler (2004), Sampson & Clark (2009), dan Parlan et al. (2020). Ketika mereka memberikan bukti yang tidak tepat, maka penjelasan yang dibangun tidak berkesinambungan dengan klaim yang dinyatakan. Soal-soal tersebut mengandung konsep penting tentang laju reaksi sehingga penulis berasumsi bahwa mereka telah memperoleh konsep tersebut saat belajar di sekolah. Namun, siswa tidak menerapkan pengetahuan ini saat dibutuhkan. Telah didokumentasikan dalam penelitian sebelumnya bahwa pemahaman akan pengetahuan konten mempengaruhi kualitas argumen ilmiah siswa (Grooms et al., 2018).

Lemahnya keterampilan argumentasi ilmiah siswa sekurang-kurangnya dapat disebabkan oleh tiga hal. Pertama, pemahaman konseptual siswa. Kedua, keterampilan kognitif siswa. Ketiga, pengalaman belajar siswa. Pemahaman konsep laju reaksi yang belum memadai disebabkan oleh belum berkembangnya kemampuan kognitif siswa dalam pembelajaran (Testiana & Sholeh, 2017), selain itu pemahaman yang rendah merupakan tanda bahwa siswa mengalami kesulitan dalam proses belajar (Laksono, 2020). Pengalaman siswa di kelas adalah sumber pengetahuan mereka. Pemikiran kritis siswa belum dioptimalkan oleh pengalaman belajar dengan *direct instruction*, dan ini mencerminkan kurangnya kemampuan mereka untuk membuat argumen ilmiah dan mengevaluasi argumen. Berpikir kritis merupakan aktivitas yang memberi perhatian besar untuk mengevaluasi argumen, membuat keputusan, mengambil tindakan dan membuktikan (Laksono, 2018).

Temuan ini mengimplikasikan bahwa mengembangkan argumentasi siswa membutuhkan banyak upaya, seperti memberikan kesempatan untuk berargumentasi di lingkungan kelas. Selain memperkaya pemahaman konten pengetahuan, siswa perlu diperkenalkan dengan hakikat argumentasi ilmiah dan penilaian berbasis argumentasi ilmiah. Guru dapat memulainya dengan mengemas kegiatan argumentasi menjadi lebih sering dan menyenangkan seperti menggunakan aplikasi atau media sosial sebagai media untuk berargumentasi (Rowland et al., 2017). Banyak peneliti telah mengembangkan strategi pembelajaran berorientasi argumen seperti *Argument Based Instruction (Science Writing Heuristic)*, *Argument Driven Inquiry*, argumentasi dalam konteks sosio-ilmiah, dan *Explicit Scientific Inquiry Instruction* sehingga diharapkan guru dapat meninjau strategi ini, melakukan adaptasi sesuai keperluan, dan menerapkannya di kelas.

Implikasi temuan ini adalah perlunya: (1) strategi pembelajaran yang memberikan pengalaman kepada siswa untuk mengembangkan argumentasi ilmiah dan (2) memberikan kesempatan kepada siswa untuk menelaah fenomena sosial terkait sains dan mengembangkan argumentasi ilmiah berdasarkan fenomena tersebut.

SIMPULAN DAN SARAN

Instrumen penilaian keterampilan argumentasi ilmiah materi laju reaksi yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri atas 9 butir soal yang valid dengan reliabilitas 0,777. Keterampilan siswa dalam membuat klaim tergolong sedang (skor 56,59%), memberikan bukti tergolong sangat lemah (18,35 %), dan membuat penjelasan juga tergolong sangat lemah (14,21%).

Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa penelitian serupa diperlukan untuk menyelidiki kemampuan argumentasi siswa pada topik kimia lainnya. Banyak upaya yang perlu dilakukan untuk mengembangkan argumentasi siswa, seperti memberikan kesempatan untuk berargumentasi di dalam kelas dengan menggunakan strategi pembelajaran dan instrumen evaluasi berbasis argumentasi ilmiah. Guru perlu menentukan model argumentasi yang tepat sesuai dengan mata pelajaran, siswa, dan penataan kelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Archila, P. A. (2014). Are science teachers prepared to promote argumentation? A case study with pre-service teachers in Bogotá city. In *All Rights Reserved. References Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 15, Issue 1).
- Arikunto, S. (2021). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 3*. Bumi Aksara.
- Bain, K., & Towns, M. H. (2016). A review of research on the teaching and learning of chemical kinetics. In *Chemistry Education Research and Practice* (Vol. 17, Issue 2, pp. 246–262). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/c5rp00176e>
- Chen, Y. C., Benus, M. J., & Hernandez, J. (2019). Managing uncertainty in scientific argumentation. *Science Education*, 103(5), 1235–1276. <https://doi.org/10.1002/sce.21527>
- Duschl, R. A. (2007). Quality argumentation and epistemic criteria. In *Argumentation in science education* (pp. 159–175). Springer.
- Erduran, S., Ozdem, Y., & Park, J. Y. (2015). Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998–2014. *International Journal of STEM Education*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0020-1>
- Grooms, J., Sampson, V., & Enderle, P. (2018). How concept familiarity and experience with scientific argumentation are related to the way groups participate in an episode of argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(9), 1264–1286. <https://doi.org/10.1002/tea.21451>
- Heng, L. L., Surif, J., & Seng, C. H. (2014). Individual versus group argumentation: Student's performance in a Malaysian context. *International Education Studies*, 7(7), 109–124. <https://doi.org/10.5539/ies.v7n7p109>
- Heng, L. L., Surif, J., & Seng, C. H. (2015). Malaysian Students' Scientific Argumentation: Do groups perform better than individuals? *International Journal of Science Education*, 37(3), 505–528. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.995147>
- Irwansyah, M., & Ariyansyah, A. (2019). Perangkat Pembelajaran Biologi Berorientasi Pendidikan Karakter Untuk Meningkatkan Sikap Dan Pengetahuan Siswa. *Lentera Pendidikan: Jurnal Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan*, 22(1), 94–102.
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the Science Writing Heuristic as a Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science. In *J Res Sci Teach* (Vol. 36).
- Laksono, P. J. (2018). Pengembangan Dan Penggunaan Instrumen Two-Tier Multiple Choice Pada Materi Termokimia Untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Kritis. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 2(2), 80–92.
- Laksono, P. J. (2020). Pengembangan Three Tier Multiple Choice Test Pada Materi Kesetimbangan Kimia Mata Kuliah Kimia Dasar Lanjut. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 4(1).
- Lawson, A. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1387–1408. <https://doi.org/10.1080/0950069032000052117>

- Muntholib, M., Hidayati, K., Purnajanti, L., Utomo, Y., & Hariyanto, H. (2021). Impact of explicit scientific inquiry instruction on students' scientific argumentation skills in salt hydrolysis. *AIP Conference Proceedings*, 2330. <https://doi.org/10.1063/5.0043237>
- Muntholib, M., Munadhiroh, A., Setiawan, N. C. E., & Yahmin, Y. (2021). High school students' scientific argumentation on chemical equilibrium. *AIP Conference Proceedings*, 2330. <https://doi.org/10.1063/5.0043236>
- Muntholib, Mauliya, A. H., Utomo, Y., & Ibnu, M. S. (2020). Assessing high school student's chemical literacy on salt hydrolysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 456(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/456/1/012065>
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627–638. <https://doi.org/10.1002/sce.20438>
- Parlan, P., Latifah, U., & Muntholib, M. (2020). Development and Implementation of Students' Scientific Argumentation Skills Test in Acid-Base Chemistry. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 5(2), 179–190. <https://doi.org/10.24042/tadris.v5i2.6388>
- Rodriguez, J. M. G., Bain, K., Hux, N. P., & Towns, M. H. (2019). Productive features of problem solving in chemical kinetics: More than just algorithmic manipulation of variables. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 175–186. <https://doi.org/10.1039/c8rp00202a>
- Rowland, A., Craig-Hare, J., Ault, M., Ellis, J., & Bulgren, J. (2017). Social media: How the next generation can practice argumentation. *Educational Media International*, 54(2), 99–111.
- Sampson, V., & Blanchard, M. R. (2012). Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1122–1148. <https://doi.org/10.1002/tea.21037>
- Sampson, V., & Clark, D. (2009). The Impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448–484. <https://doi.org/10.1002/sce.20306>
- Sampson, V., & Groom, J. (2010). Generate an Argument: An Instructional Model. *The Science Teacher*, 77(5), 32–37.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217–257. <https://doi.org/10.1002/sce.20421>
- Sampson, V., & Walker, J. P. (2012). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Students Write to Learn by Learning to Write in Chemistry. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1443–1485. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667581>
- Testiana, G., & Sholeh, M. I. (2017). Hubungan Kualitas Kegiatan Online Terhadap Pemahaman Konsep Laju Reaksi Pada Pembelajaran Berbasis Blended

- Learning. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 1(1), 1–11.
<https://doi.org/10.19109/ojpk.v1i1.1585>
- Walker, J. P., Sampson, V., & Zimmerman, C. O. (2011). Argument-driven inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, 88(8), 1048–1056.
<https://doi.org/10.1021/ed100622h>