

Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia pada Pembelajaran Daring

Wiwik Kartika Sari^{1*}, Ella Izzatin Nada¹

¹UIN Walisongo Semarang

wiwik.kartika@walisongo.ac.id

ABSTRAK

Kemampuan argumentasi ilmiah merupakan kemampuan esensial yang harus dikuasai oleh mahasiswa pendidikan sebagai bagian dari literasi sains. Argumentasi ilmiah merupakan kemampuan mengkaitkan klaim, bukti ilmiah dan alasan yang rasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa pendidikan kimia pada proses pembelajaran daring. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan subjek penelitian 20 mahasiswa pendidikan kimia yang mengambil mata kuliah kimia dasar II. Instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa adalah instrumen penilaian berpikir tingkat tinggi yang terdiri dari 5 soal. Instrumen tersebut telah divalidasi melalui proses *expert judgment* dan dinyatakan valid. Hasil analisis data menunjukkan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa pendidikan kimia selama proses pembelajaran daring berada pada kategori sedang. Kemampuan argumentasi mahasiswa rata – rata berada pada level 1-2. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk merencanakan proses pembelajaran. Kegiatan yang melibatkan argumentasi mahasiswa perlu ditingkatkan untuk mengembangkan kemampuan pemahaman konsep dan keterampilan berargumentasi.

Kata kunci: Argumentasi ilmiah, pembelajaran daring, kesetimbangan kimia

ABSTRACT

Scientific argumentation ability is an essential skill that must be mastered by education students as part of scientific literacy. Scientific argumentation is the ability to relate claims, scientific evidence and rational reasons. This study aims to analyze the scientific argumentation ability of chemistry education students in the online learning process. This research is a qualitative descriptive study with 20 chemistry education students that take general chemistry II class. The instrument used to measure students' scientific argumentation skills is a high order thinking assessment instrument consisting of 5 questions. The instrument has been validated through an expert judgment process and is declared valid. The results of data analysis showed that the scientific argumentation ability of chemistry education students during the online learning process was in the medium category. The average student's argumentation ability is at level 1-2. The results of this study can be used as a basis for planning the learning process. Activities that involve student argumentation need to be improved to develop conceptual understanding and argumentation skills.

Keywords: scientific argumentation, online learning, chemical equilibrium

PENDAHULUAN

Sejak diumumkannya kasus pertama *Corona Virus Disease* (COVID-19) pada awal Maret 2020 oleh pemerintah, penyelenggaraan pendidikan di Indonesia mengalami berbagai perubahan. Melalui Surat Edaran Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 04 Tahun 2020, pemerintah menetapkan kebijakan bahwa selama masa penanganan Covid-19, pendidikan diselenggarakan dari rumah atau disebut dengan Belajar Dari Rumah (BDR). Kemendikbud kemudian menerbitkan Surat Edaran Nomor 15 Tahun 2020 mengenai Pedoman Penyelenggaraan BDR yang menggunakan metode Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ). PJJ ini sendiri telah diatur dalam Permendikbud Nomor 24 Tahun 2012 dan mendefinisikan PJJ sebagai pendidikan yang peserta didiknya terpisah dari pendidik dan pembelajarannya menggunakan berbagai sumber belajar melalui teknologi informasi dan komunikasi, dan media lain. PJJ saat ini dilaksanakan melalui pembelajaran dalam jaringan atau dikenal dengan pembelajaran daring. Proses pembelajaran jarak jauh mengubah pembelajaran teori dari tatap muka secara langsung di luar jaringan menjadi pembelajaran online di dalam jaringan (Nunez & Leeuwner, 2020; Ramachandran & Rodriguez, 2020).

Pembelajaran daring menjadi tantangan tersendiri bagi pendidik dan peserta didik. Perubahan sistem pembelajaran yang dilakukan secara tiba – tiba dan cepat membuat belum maksimalnya persiapan untuk menerapkan pembelajaran secara online. Materi perkuliahan dan waktu perkuliahan yang tetap sama meskipun pembelajaran dilakukan secara daring. Sehingga seorang dosen dituntut harus mampu melakukan pembelajaran daring sesuai dengan indikator capaian mata kuliah dan tuntutan pembelajaran abad 21. Meskipun pembelajaran dilakukan secara daring proses pembelajaran harus mampu membuat mahasiswa mengembangkan keterampilan abad 21, diantaranya keterampilan berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis dapat ditinjau dari kemampuan argumentasi ilmiah. Argumentasi ilmiah merupakan penalaran ilmiah yang melibatkan keterampilan berpikir kritis dalam membuat alasan untuk mendukung informasi berdasarkan fakta (Pallant & Lee, 2014).

Argumentasi ilmiah merupakan kemampuan mengkaitkan klaim, bukti ilmiah dan alasan yang rasional. Argumentasi ilmiah merupakan sebuah klaim dari pemikiran yang logis tentang suatu teori dan data yang mendukung bahwa teori itu benar (Toulmin, 2003). Menurut Erduran, Simon, & Osborne (2004) argumentasi ilmiah adalah kemampuan siswa membangun, mendukung, mengevaluasi, atau memvalidasi klaim dengan penalaran berbasis bukti. Simon, Erduran, & Osborne (2006) mengungkapkan bahwa argumentasi ilmiah merupakan kemampuan siswa dalam mengungkapkan teori ilmiah, data, dan bukti untuk mengkonfirmasi atau menyanggah klaim. Aydeniz & Dogan (2016) menekankan

bahwa argumentasi ilmiah bukan hanya proses yang mencakup klaim, bukti, dan penalaran, tetapi juga proses dimana siswa melakukan validitas argumen mereka.

Penelitian tentang argumentasi ilmiah telah banyak dilakukan, beberapa penelitian dilakukan untuk mengkaji pengaruh argumentasi ilmiah untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep ilmiah, memperbaiki miskonsepsi, untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan, meningkatkan literasi ilmiah siswa (Cavagnetto, 2010; Cross, Taasobshirazi, Hendricks, & Hickey, 2008; Driver, Newton, & Osborne, 2000; Eskin & Bekiroglu, 2009; Kaya, 2013). Argumentasi ilmiah merupakan proses yang berkontribusi pada tingkat literasi sains dengan menciptakan lingkungan belajar dimana siswa terlibat aktif dalam berpendapat dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Cigdemoglu, Arslan, & Cam, 2017).

Profil kemampuan argumentasi ilmiah penting untuk diketahui karena beberapa alasan. Profil kemampuan argumentasi ilmiah dapat digunakan untuk menentukan rencana proses pembelajaran yang akan dilakukan agar tujuan pembelajaran tercapai dan mahasiswa dapat meningkatkan pemahaman serta mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Mahasiswa sebagai agen perubahan dituntut tidak hanya memiliki pemahaman konsep-konsep kimia tetapi juga berperan dalam diskusi ilmiah dalam memecahkan masalah dengan menunjukkan kemampuan argumentasi ilmiah. Menurut Aydeniz & Ozdilek (2015) salah satu kemampuan yang dibutuhkan dalam proses belajar ilmu pengetahuan untuk meningkatkan pemahaman ilmu dan konsep adalah kemampuan argumentasi. Heng, Surif, & Seng (2014) menyatakan argumentasi ilmiah memiliki peran signifikan dalam meningkatkan kemampuan penalaran dan pemahaman konsep-konsep ilmiah peserta didik.

Analisis profil kemampuan argumentasi ilmiah dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang didasarkan pada model argumentasi Toulmin. Menurut model Toulmin, argumentasi terdiri dari 6 komponen yaitu (1) *Claim* yang merupakan pendapat seseorang; (2) *Data* merupakan fakta yang digunakan untuk mendukung *claim* (3) *Warrant* merupakan alasan logis yang mengkaitkan hubungan *data* dan *claim*; (4) *Backing* merupakan kajian teoritis yang mendukung *warrant*; (5) *Qualifier* merupakan prasyarat atau batasan dari *claim* dan (6) *Rebuttal* merupakan suatu sanggahan (Toulmin, 2003). Analisis kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa dalam perkuliahan Kimia Dasar II sangat penting untuk dikaji, untuk mengetahui bagaimana pemahaman konsep mahasiswa terhadap materi kimia yang telah dipelajari. Mengingat sebagian besar materi kimia bersifat abstrak dan banyak mahasiswa mengatakan kimia itu sulit.

Salah satu materi kimia yang dianggap sulit oleh mahasiswa adalah kesetimbangan kimia karena materinya yang bersifat kompleks. Kesetimbangan kimia merupakan konsep yang sulit untuk dipelajari karena berhubungan dengan materi-materi sebelumnya seperti reaksi

redoks, asam dan basa, kelarutan dan stoikiometri. Hasil dari beberapa penelitian tentang pemahaman konsep materi kesetimbangan, ditemukan fakta bahwa banyak mahasiswa yang mengalami miskonsepsi. Penelitian yang dilakukan oleh Demircioglu, Demircioglu, & Yadigaroglu (2013) didapatkan hasil bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi pada materi kesetimbangan kimia diantaranya: pada keadaan setimbang laju pembentukan produk tidak sama dengan laju ke arah reaktan; perubahan suhu tidak mempengaruhi kesetimbangan reaksi baik eksotermik maupun endotermik; pada keadaan setimbang konsentrasi produk sama dengan konsentrasi reaktan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman konsep dan keterampilan berpikir tingkat tinggi mahasiswa pendidikan kimia pada materi kesetimbangan kimia ditinjau dari kemampuan argumentasi ilmiah selama proses pembelajaran daring.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilakukan di UIN Walisongo Semarang dengan subjek penelitian 20 mahasiswa prodi pendidikan kimia yang mengambil mata kuliah Kimia Dasar II pada semester genap tahun 2020/2021. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu instrumen tes berpikir tingkat tinggi sebanyak 5 soal. Instrumen tersebut telah melalui proses validasi oleh *expert judgment* dan dinyatakan valid untuk digunakan dalam proses penelitian. Data hasil pekerjaan mahasiswa kemudian dianalisis menggunakan suatu rubrik yang telah disusun dan dikategorikan sesuai dengan level yang ada. Contoh rubrik pengkategorian hasil jawaban mahasiswa untuk soal nomor 4 ditunjukkan pada Tabel 1.

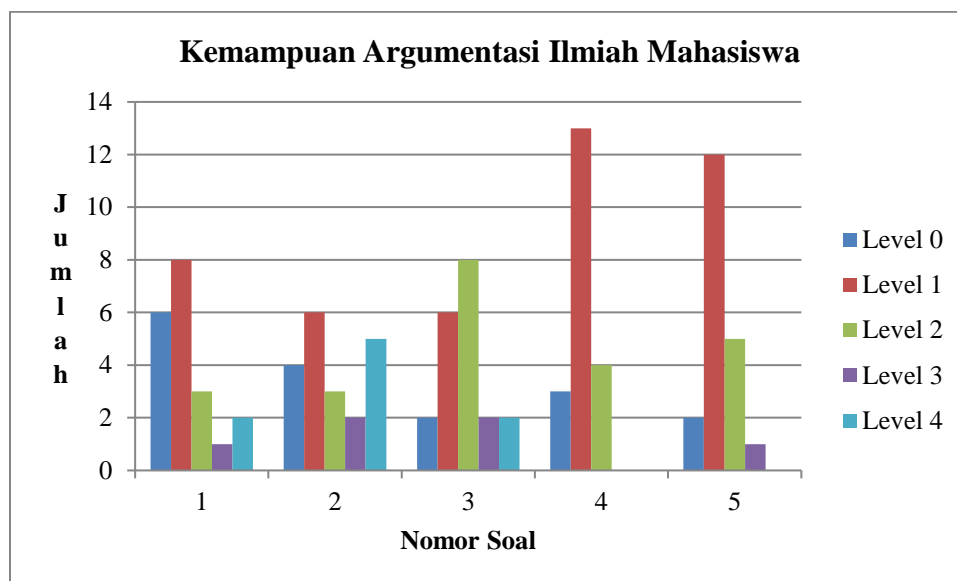
Tabel 1. Level kemampuan argumentasi ilmiah

Level	Soal
	Perhatikan reaksi kimia berikut: $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +14 \text{ kkal}$ Tidak berwarna coklat pekat Jelaskan apa yang akan terjadi jika: a. temperatur sistem dinaikan b. volume sistem diturunkan.
Level 4	Entalpi reaksi tersebut +14 kkal sehingga merupakan reaksi endotermik. Dalam reaksi endotermik, kenaikan temperatur akan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke arah produk. Pergeseran kesetimbangan ke arah produk menyebabkan konsentrasi produk bertambah dan konsentrasi reaktan berkurang sejalan dengan waktu. Warna campuran gas akan semakin coklat pekat. Sistem akan mencapai kesetimbangan baru dan nilai konstanta kesetimbangannya berubah. Sedangkan ketika volume sistem diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah yang memiliki jumlah mol lebih sedikit. Sehingga untuk reaksi

	ini kesetimbangan akan bergeser ke arah reaktan karena memiliki jumlah mol yang lebih sedikit. Jumlah produk akan menurun dan jumlah reaktan meningkat sehingga warna dari campuran gas akan memudar.
Level 3	Reaksi tersebut merupakan reaksi endotermik, kenaikan temperatur akan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke arah produk sehingga warna campuran gas menjadi lebih pekat karena jumlah produk semakin banyak. Sedangkan ketika volume sistem diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaktan karena memiliki jumlah mol yang lebih sedikit. Jumlah produk akan menurun dan jumlah reaktan meningkat sehingga warna dari campuran gas akan memudar.
Level 2	Reaksi tersebut merupakan reaksi endoterm, kenaikan temperatur akan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke arah produk sehingga warna campuran gas menjadi lebih pekat. Sedangkan ketika volume sistem diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaktan sehingga warna dari campuran gas akan memudar.
Level 1	Ketika suhu dinaikan, kesetimbangan akan bergeser ke arah produk. Ketika suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaktan
Level 0	Tidak menjawab atau salah konsep dalam menjawab

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis data level kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa pendidikan kimia sangat bervariasi. Penyebaran level argumentasi ilmiah siswa hampir merata untuk setiap soal, dimana untuk soal nomor 1, 2 dan 3 kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa berada pada semua level yaitu level 0 sampai 4. Sedangkan untuk soal nomor 4 level argumentasi ilmiah mahasiswa berdasarkan analisis jawaban hanya sampai level 2. Hasil analisis jawaban mahasiswa untuk soal nomor 5 menunjukkan level argumentasi ilmiah sampai dengan level 3. Kategori level argumentasi ilmiah berdasarkan analisis jawaban mahasiswa ditunjukkan pada Gambar 1.



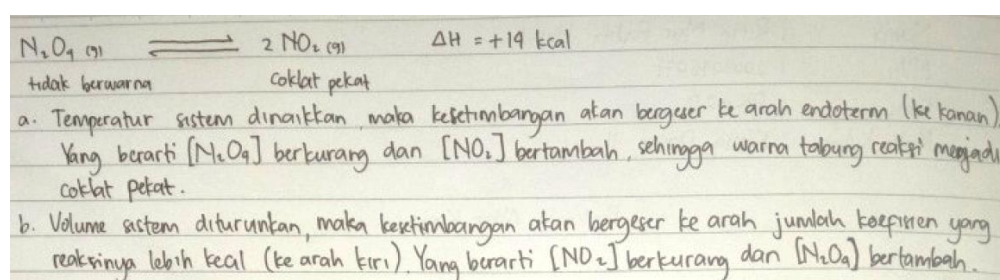
Gambar 1. Presentase kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa

Berdasarkan hasil analisis data yang ditunjukkan pada Gambar 1. diketahui bahwa level secara keseluruhan kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa pendidikan kimia berada pada level 1 dan 2. Hal ini menunjukkan bahwa dalam menjawab soal terkait kesetimbangan kimia mahasiswa hanya mampu mengungkapkan klaim dan data. Mahasiswa dengan kemampuan argumentasi ilmiah level 0 menunjukkan bahwa mahasiswa masih belum memahami konsep kesetimbangan kimia dengan baik. Mahasiswa kesulitan dalam memahami konsep kesetimbangan kimia. Kesetimbangan kimia dianggap materi yang sulit oleh sebagian siswa karena konsep-konsep yang bersifat abstrak (Voska & Heikkinen, 2000). Hasil analisis jawaban mahasiswa dengan level 0 juga menunjuk bahwa ada beberapa mahasiswa yang mengalami miskonsepsi terkait pergeseran kesetimbangan. Mahasiswa masih bingung dalam memahami pengaruh perubahan temperatur terhadap pergeseran kesetimbangan, hubungan perubahan volume dan pergeseran kesetimbangan serta pengaruh perubahan konsentrasi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Demircioglu et al., (2013) didapatkan hasil bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi pada materi kesetimbangan kimia diantaranya: pada keadaan setimbang laju pembentukan produk tidak sama dengan laju ke arah reaktan; perubahan suhu tidak mempengaruhi kesetimbangan reaksi baik eksotermik maupun endotermik; pada keadaan setimbang konsentrasi produk sama dengan konsentrasi reaktan. Banyaknya miskonsepsi yang ditemukan pada materi kesetimbangan kimia.

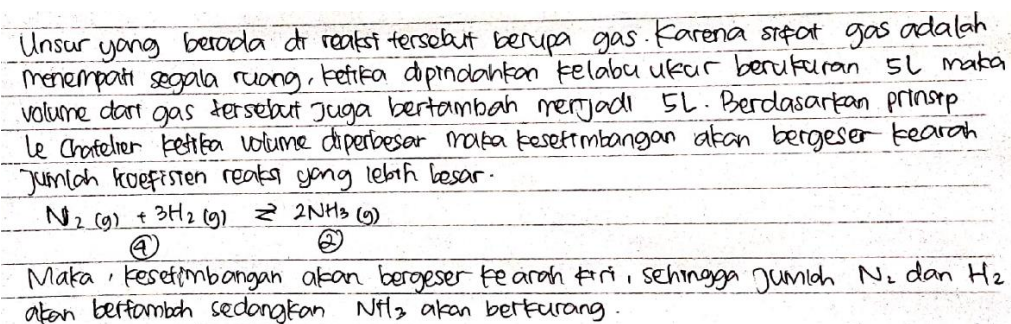
Kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa yang berada pada level 1 mengindikasikan bahwa mahasiswa hanya mengetahui konsep yang telah diajarkan tetapi belum memahami konsep tersebut. Mahasiswa belum menguasai materi dengan sempurna. Mahasiswa

mampu memberikan klaim dalam menuliskan jawaban, tetapi tidak ada data pendukung untuk menguatkan klaim yang dituliskan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Aydeniz & Dogan (2016) yaitu mahasiswa yang belum memahami konsep materi dengan sempurna akan kesulitan dalam memberikan pernyataan untuk membuktikan klaim. Pengetahuan awal (*prior knowledge*) mahasiswa merupakan salah satu faktor bagaimana siswa dapat mengkonstruksi argumentasi (Aufschnaiter, Erduran, Osborne, & Simon, 2008). Mahasiswa yang memiliki level argumentasi ilmiah level 2 artinya mahasiswa mampu memahami konsep dengan baik tetapi mahasiswa belum memahami karakteristik suatu hal dengan baik sehingga tidak mampu mengkaitkan semua data yang saling terhubung untuk mendukung klaimnya. Mahasiswa dengan level argumentasi 1 dan 2 menunjukkan bahwa mereka masih kesulitan dalam memberikan argumentasi ilmiah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Khishfe (2012) yang menyatakan bahwa banyak siswa yang kesulitan dalam mengkonstruksi argumen ketika diskusi ilmiah.

Mahasiswa yang kemampuan argumentasi ilmiahnya berada pada level 3 dan 4 terbukti telah mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Mahasiswa yang kemampuan argumentasi ilmiahnya berada pada level 3 menunjukkan bahwa mahasiswa mampu memahami konsep kesetimbangan kimia dengan baik. Mahasiswa dapat menunjukkan data yang relevan untuk mendukung klaim pada jawaban yang diberikan dan mampu menjelaskan alasan keterkaitan data dengan klaim. Tetapi mahasiswa hanya memberikan beberapa data, mahasiswa tidak dapat menunjukkan semua data dan kajian teoritis yang terkait untuk mendukung klaim. Jawaban mahasiswa yang masuk dalam argumentasi ilmiah level 2 dan 3 ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2a. Jawaban mahasiswa level 2



Gambar 2b. Jawaban mahasiswa level 3

Mahasiswa yang kemampuan argumentasinya berada pada level 4 menunjukkan bahwa mahasiswa mampu memahami konsep kesetimbangan kimia dengan baik. Mahasiswa dapat menunjukkan semua data yang relevan untuk mendukung klaim. Mahasiswa dapat menjelaskan alasan logis keterkaitan antara data dan klaim (*warrant*). Selain itu mahasiswa juga menambahkan kajian teoritis terkait dengan klaim saat menjawab soal. Mahasiswa dengan kemampuan argumentasi ilmiah level 4 menunjukkan bahwa mereka memiliki pemahaman konsep yang baik dan telah mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Kemampuan berargumentasi berhubungan erat dengan kemampuan siswa dalam menjawab soal-soal berfikir kritis (Haruna & Nahadi, 2021). Mahasiswa dengan kemampuan kognitif tinggi dapat dilihat dari kuantitas dan kualitas argumentasinya (Cetin, 2014). Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kemampuan mengkonstruksi argumentasi berkontribusi pada keterampilan berfikir tingkat tinggi (Cigdemoglu et al., 2017). Pada penelitian ini argumentasi ilmiah ditinjau dari bagaimana kemampuan mahasiswa dalam menjawab soal sehingga ini merupakan argumentasi tertulis. Oleh karena itu argumentasi ilmiah mahasiswa ditinjau hanya sampai *backing* tidak melibatkan sanggahan. Tidak ada sanggahan yang bisa siswa berikan ketika melakukan argumentasi tertulis (Cetin, 2014).

Kemampuan argumentasi ilmiah merupakan kemampuan yang penting untuk dikuasai oleh mahasiswa pendidikan kimia. Kemampuan argumentasi ilmiah merupakan indikator bahwa mahasiswa memiliki pemahaman konsep kimia yang baik (Aydeniz & Dogan, 2016; Cetin, 2014; Kaya, 2013). Berdasarkan analisis data dapat disimpulkan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa berada pada kategori sedang, sebagian besar mahasiswa berada pada level 1 dan 2. Hal ini mungkin disebabkan karena mereka merupakan mahasiswa semester 2 dimana dari awal kuliah sudah menjalani proses perkuliahan daring sehingga mahasiswa masih terbawa kebiasaan sebagai siswa SMA. Dosen diharapkan dapat merancang proses pembelajaran yang melibatkan mahasiswa secara aktif untuk berargumentasi. Peran guru sangat penting dalam pengembangan kemampuan argumentasi siswa (Devi, Susanti VH, & Indriyanti, 2018). Kemampuan argumentasi ilmiah mahasiswa juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain antara: selama proses pembelajaran daring mahasiswa kesulitan dalam memahami materi, mahasiswa malu untuk bertanya ketika menemui kesulitan, mahasiswa belum terbiasa untuk berpendapat atau berargumentasi. Selain itu mahasiswa belum terbiasa dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan berargumentasi ilmiah peserta didik dipengaruhi oleh pemahaman peserta didik terhadap materi dan keterlibatan peserta didik dalam kegiatan argumentasi selama proses pembelajaran (Wahdan, Sulistina, & Sukarianingsih, 2017).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kemampuan argumentasi

ilmiah mahasiswa pendidikan kimia saat pembelajaran daring berada pada level sedang yaitu level 1 dan 2. Kemampuan argumentasi ilmiah level 1 mengindikasikan bahwa argumen yang disampaikan mahasiswa hanya berisi klaim saja sedangkan kemampuan argumentasi ilmiah level 2 menunjukkan bahwa argumen yang disampaikan mahasiswa berisi klaim dan data pendukung. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa belum terbiasa untuk melakukan argumentasi ilmiah. Kemampuan argumentasi ilmiah dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya kesempatan untuk berargumentasi dan kemampuan mahasiswa, sehingga kegiatan yang melibatkan argumentasi mahasiswa perlu ditingkatkan untuk mengembangkan kemampuan pemahaman konsep dan keterampilan berargumentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aufschnaiter, C. Von, Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to Learn and Learning to Argue : Case Studies of How Students ' Argumentation Relates to Their Scientific Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101–131. <https://doi.org/10.1002/tea>
- Aydeniz, M., & Ozdilek, Z. (2015). Assessing Pre- Service Science Teachers ' Understanding of Scientific Argumentation : What Do They Know About Argumentation After Four Years of College Science ? *Science Education International*, 26(2), 217–239.
- Aydeniz, Mehmet, & Dogan, A. (2016). Exploring the impact of argumentation on pre-service science teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(1), 111–119. <https://doi.org/10.1039/c5rp00170f>
- Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to Foster Scientific Literacy: A Review of Argument Interventions in K–12 Science Contexts. *Review of Education Research*, 80(3), 336–371. <https://doi.org/10.3102/0034654310376953>
- Cetin, P. S. (2014). Explicit argumentation instruction to facilitate conceptual understanding and argumentation skills. *Research in Science and Technological Education*, 32(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/02635143.2013.850071>
- Cigdemoglu, C., Arslan, H. O., & Cam, A. (2017). Argumentation to foster pre-service science teachers' knowledge, competency, and attitude on the domains of chemical literacy of acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(2), 288–303. <https://doi.org/10.1039/c6rp00167j>
- Cross, D., Taasobshirazi, G., Hendricks, S., & Hickey, D. T. (2008). International Journal of Science Argumentation : A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. *International Journal of Science and Education*, 30(6), 837–861. <https://doi.org/10.1080/09500690701411567>
- Demircioglu, G., Demircioglu, H., & Yadigaroglu, M. (2013). An Investigation of Chemistry Student Teachers' Understanding of Chemical Equilibrium. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(2), 192–199.
- Devi, N. D. C., Susanti VH, E., & Indriyanti, N. Y. (2018). Analysis of High School Students' Argumentation Ability in the topic of Buffer Solution. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 3(3), 141. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v3i3.23308>
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). *Establishing the Norms of Scientific*

- Argumentation in Classrooms*. 287–312.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Eskin, H., & Bekiroglu, F. O. (2009). Investigation of A Pattern Between Students' Engagement in Argumentation and Their Science Content Knowledge : A Case Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(1), 63–70.
- Haruna, A., & Nahadi. (2021). Menjelajahi Hubungan Level Argumentasi Dengan Ikatan Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1), 2686–2694.
- 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>
- Kaya, E. (2013). Argumentation Practices in Classroom: Pre-service teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1139–1158. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.770935>
- Khishfe, R. (2012). Relationship Between Nature of Science Understandings and Argumentation Skills : A Role for Counterargument and Contextual Factors. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 489–514. <https://doi.org/10.1002/tea.21012>
- Nunez, J. R., & Leeuwner, J. (2020). Changing Courses in Midstream: COVID-19 and the Transition to Online Delivery in Two Undergraduate Chemistry Courses. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2819–2824. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00781>
- Pallant, A., & Lee, H. (2014). Constructing Scientific Arguments Using Evidence from Dynamic Computational Climate Models. *Journal of Science Education & Technology*, 24(378–395). <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9499-3>
- Ramachandran, R., & Rodriguez, M. C. (2020). Student Perspectives on Remote Learning in a Large Organic Chemistry Lecture Course. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2565–2572. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00572>
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to Teach Argumentation : Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2–3), 235–260. <https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Toulmin, S. E. (2003). *The Uses of Argument , Updated Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Voska, K. W., & Heikkinen, H. W. (2000). Identification and Analysis of Student Conceptions Used to Solve Chemical Equilibrium Problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160–176.
- Wahdan, W. Z., Sulistina, O., & Sukarianingsih, D. (2017). Analisis Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Materi Ikatan Kimia Peserta Didik Sma, Man, Dan Perguruan Tinggi Tingkat I. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 2(2), 30–40. <https://doi.org/10.17977/um026v2i22017p030>