
PENGEMBANGAN KETERAMPILAN ARGUMENTASI CALON GURU KIMIA MELALUI PENDEKATAN *SOCIO CRITICAL AND PROBLEM ORIENTED*

Risky Amalia^{1*}, Yuli Rahmawati¹ dan Setia Budi¹

¹Magister Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, RT.11/RW.14, Rawamangun, Pulo Gadung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13220 Indonesia

*E-mail: amaliarisky18@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan keterampilan argumentasi calon guru kimia melalui pembelajaran nanosains dan nanoteknologi dengan pendekatan *socio critical and problem oriented*. Penulis menemukan masalah utama adalah mahasiswa calon guru cenderung pasif dan proses pembelajaran tidak melibatkan siswa dalam berargumentasi. Penelitian kualitatif ini dilakukan pada 32 mahasiswa calon guru. Pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara, observasi, lembar kerja mahasiswa, jurnal reflektif, dan soal tes keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru terlibat dan termotivasi dalam pengalaman pembelajaran nanosains dan nanoteknologi yang bermakna dan keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru sudah muncul dan berkembang dengan baik selama proses pembelajaran yaitu mampu memberikan *claim* dan *data*, dan beberapa *warrants*, *qualifier* dan *rebuttal* pada argumen yang diberikannya. Pemahaman konsep nanosains seperti karakteristik unik, sifat fisik, sifat kimia nanomaterial dan aplikasi nanosains dan nanoteknologi sudah baik. Pada akhirnya, implikasi pembelajaran tersebut telah memberikan peluang bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan argumentasi mereka dan memberikan pengalaman pembelajaran yang dapat diimplementasikan pada kelas sains selanjutnya.

Kata kunci: keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru, nanosains dan nanoteknologi, *socio-critical and problem oriented*

ABSTRACT

This study aims to develop argumentation skills of prospective chemistry teachers through learning nanoscience and nanotechnology with social critical and problem oriented approaches. The author finds the main problem is that prospective teachers tend to be passive and the learning process does not involve students in arguing. This qualitative research was conducted on 32 prospective teacher students. Data collection used was interviews, observations, student worksheets, reflective journals, and High Order Thinking Skills test questions. The results showed that the prospective teacher students involved and motivated in the learning experience of nanoscience and nanotechnology were meaningful and the argumentation skills of prospective teacher students had emerged and developed well during the learning process which was able to provide claims and data, and several warrants, qualifiers and rebuttal on the arguments they gave. Understanding the concepts of nanoscience such as unique characteristics, physical properties, chemical properties of nanomaterials and the application of nanoscience and

nanotechnology is good. Finally, the implications of learning have provided opportunities for students to develop their argumentation skills and provide learning experiences that can be implemented in the next science class.

Keywords: skills argumentation for prospective teachers, nanoscience and nanotechnology, socio-critical and problem oriented.

DOI: <https://doi.org/10.15575/jtk.v4i1.4816>

1. PENDAHULUAN

Argumentasi telah menjadi bagian penting dari kemajuan ilmiah dan interaksi sepanjang sejarah. Argumen digunakan dalam setiap kegiatan ilmiah, baik tertulis maupun lisan. Argumentasi juga memainkan peran penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Menurut McNeill (2009) dan Osborne (2005) sains bukan sekedar menemukan dan menyajikan fakta, melainkan membangun argumen dan mempertimbangkannya, serta mendebat berbagai penjelasan tentang fenomena. Erduran *et al.*, (2006) menyatakan para ilmuwan menggunakan argumentasi untuk mendukung teori, model, dan menjelaskan tentang fakta alam. Proses membangun pengetahuan dalam pendidikan sains di mana penjelasan dikembangkan dalam membuat data yang masuk akal dan kemudian disajikan kepada komunitas untuk kritik, debat, dan revisi (Driver *et al.*, 2002; Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000; Passmore & Stewart, 2002; Sandoval & Reiser, 2004; Stewart *et al.*, 2005; Vellom & Anderson, 1999). Argumentasi dianggap sebagai komponen utama pendidikan sains karena dapat mendorong perubahan konseptual (Driver *et al.*, 2002), pemikiran kritis (Kuhn & Udell, 2007), dan pemahaman epistemologi ilmiah (Berland & Reiser, 2011).

Mahasiswa calon guru harus didorong untuk terlibat dalam kegiatan argumentatif dengan mempertanyakan, membenarkan, dan mengevaluasi penjelasan mereka sendiri dan

orang lain (Driver *et al.*, 2002; Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000). Argumentasi menjadi keterampilan yang harus dimiliki oleh mahasiswa calon guru karena dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang proses sains (Driver *et al.*, 2002; Kuhn & Udell, 2007), dan pembelajaran berbasis argumentasi dapat mengembangkan konseptualisasi sains serta memberikan pengalaman pembelajaran berbasis argumentasi (Karisan, 2015). Namun, ada banyak bukti bahwa mahasiswa memiliki kesulitan dalam membangun argumen dan berpartisipasi dalam wacana argumentatif (Driver *et al.*, 2002; Khishfe, 2012). Salah satu alasan untuk kesulitan ini yang telah dilaporkan adalah keterampilan pedagogis pendidik yang terbatas sehubungan dengan mengorganisir kegiatan yang mendukung wacana argumentasi (Driver *et al.*, 2002; Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000; Newton *et al.*, 1999). Kelas sains tidak melibatkan banyak kegiatan yang memfasilitasi argumentasi (Newton *et al.*, 1999). Hal ini nampaknya dirasakan juga oleh mahasiswa calon guru salah satu universitas di Indonesia. Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa calon guru dan dosen menyatakan bahwa mahasiswa calon guru masih sulit dalam berargumentasi, mahasiswa calon guru tersebut cenderung hanya menerima informasi yang diberikan tanpa mempertanyakan dan mengevaluasi informasi tersebut, dan proses pembelajaran kurang melibatkan siswa dalam berargumentasi. Oleh sebab itu, penting bagi guru dalam

menciptakan lingkungan yang dapat mengembangkan argumentasi peserta didik (Jiménez-Aleixandre & Pereiro-Muñoz, 2005; Karisan, 2015; McNeill & Pimentel, 2010; Venville & Dawson, 2010).

Pendekatan pembelajaran yang sudah terbukti dapat mengembangkan keterampilan argumentasi yaitu *socio critical and problem oriented*. Ridwan & Rahmawati (2017) menyatakan bahwa pembelajaran kimia berbasis *socio critical and problem oriented* dapat menstimulasi berpikir kritis dan kreatif serta berargumentasi. Pendekatan *socio critical and problem oriented* merupakan pendekatan pembelajaran yang menghubungkan konsep yang dipelajari di kelas dengan masalah-masalah sosial yang terjadi di masyarakat. Pembelajaran ini akan membahas isu-isu sosial yang kontroversi di masyarakat, isu-isu tersebut dibahas dalam diskusi yang memungkinkan peserta didik secara terbuka akan mengemukakan pendapat dan mengambil keputusan (Feierabend & Eilks, 2011). Menurut Christenson *et al.* (2014), kombinasi konsep sains dan masalah sosial-ilmiah merupakan cara efektif untuk melibatkan siswa dalam diskusi aktif dan mengembangkan keterampilan siswa dalam berpikir kritis dan mengambil keputusan. Selain itu, membantu mahasiswa membangun konsep secara holistik (Christenson *et al.*, 2014; Zeidler *et al.*, 2005). Pembelajaran dengan masalah aktual yang berada di sekitar mahasiswa dapat membantu mahasiswa terbiasa berpikir kritis dalam memecahkan masalah dan terlatih dalam mengambil keputusan (Wijaya dkk., 2018).

Materi pembelajaran yang dapat mengkombinasikan konsep sains dengan masalah sosial-ilmiah dalam kehidupan sehari-hari yaitu nanosains dan nanoteknologi. Pembelajaran nanosains dan

nanoteknologi merupakan pelajaran multidisipliner (Christine & Hayden, 2008) yang dapat diintegrasikan ke berbagai bidang, khususnya kimia. Konsep nanosains dan nanoteknologi perlu diintegrasikan ke dalam kurikulum kimia untuk membuat konsep abstrak terlihat di mata siswa, menemukan relevansi kimia dengan teknologi, dan mengeksplorasi prinsip-prinsip ilmiah atau kimia dari dimensi baru dan menarik serta menambah pengetahuan teknologi nano yang mungkin dibutuhkan di masa depan (Karisan, 2015). Nanosains dan nanoteknologi sangat berkembang pesat di berbagai bidang terutama bidang ekonomi dan sosial (Laherto, 2011) artinya nanosains dan nanoteknologi sangat dekat aplikasinya dengan kehidupan sehari-hari.

Tujuan pembelajaran nanosains dan nanoteknologi adalah membuat mahasiswa memberikan argumen yang memungkinkan dalam membuat keputusan tentang isu-isu kemasyarakatan yang berhubungan dengan nanosains dan memungkinkan mahasiswa memahami manfaat dan resiko yang berdampak kepada lingkungan dan kesehatan, serta beberapa masalah lainnya (Moor & Weckert, 2004), serta mempersiapkan mahasiswa dalam pengembangan aplikasi nanosains dan nanoteknologi di kehidupan sehari-hari beserta resiko penggunaannya (Uddin & Chowdhury, 2001). Pengetahuan mengenai nanosains dan nanoteknologi dan integrasinya dengan kehidupan sehari-hari secara keseluruhan sangat penting bagi mahasiswa, karena dapat diperkirakan bahwa penggunaan industri nanomaterial akan terus meningkat di masa depan (Sebastian & Gimenez, 2016). Kebiasaan berpikir kritis dan berargumentasi akan meningkatkan konsep, karena mahasiswa didorong untuk melakukan berbagai kegiatan seperti: menghadapi banyak tantangan dalam belajar, menemukan hal-hal baru, dan menyelesaikan masalah-

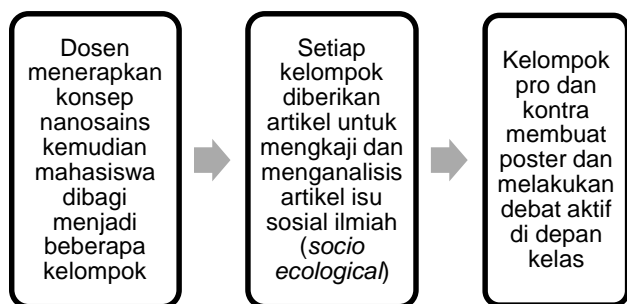
masalah (Zetriuslita *et al.*, 2016). Berdasarkan uraian di atas, pembelajaran *socio critical and problem oriented* pada materi nanosains dan nanoteknologi dilakukan dengan tujuan dapat mengembangkan keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru kimia melalui isu kombinasi konsep sains dengan sosial ilmiah yang terjadi di masyarakat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru kimia melalui pembelajaran *socio critical and problem oriented* pada materi nanosains dan nanoteknologi. Penelitian ini dilaksanakan pada kelas nanosains dan nanoteknologi pada program studi pendidikan kimia salah satu universitas di Indonesia. Teknik pengumpulan data yaitu soal tes *HOTS* materi nanosains dan nanoteknologi yang digunakan untuk mengukur keterampilan argumentasi dan berpikir kritis mahasiswa calon guru, wawancara untuk menginformasikan argumen mahasiswa calon guru baik yang teramati selama proses pembelajaran maupun pada jawaban tes mahasiswa, observasi untuk mengamati perkembangan keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru selama proses pembelajaran, lembar kerja mahasiswa untuk evaluasi pemahaman mahasiswa calon guru, reflektif jurnal untuk mengetahui perasaan atau pendapat mahasiswa calon guru selama proses pembelajaran. Instrumen penelitian yang digunakan adalah lembar observasi, soal *HOTS* nanosains dan nanoteknologi, lembar wawancara semi-terstruktur, reflektif jurnal mahasiswa dan peneliti menggunakan pola argumentasi oleh *Toumin (TAP)* dengan komponen sebagai berikut (Karisan, 2015):

- *Claim*: Kesimpulan yang ditetapkan.
- *Data*: Fakta-fakta yang menarik dan terlibat dalam argumen untuk mendukung *claim*.
- *Warrants*: Alasan (aturan, prinsip, dll.) yang diusulkan sebagai koneksi untuk membenarkan antara data dan *claim* pengetahuan, atau kesimpulan.
- *Backing*: Asumsi dasar, biasanya diambil untuk disepakati bersama yang memberikan pembenaran untuk *warrant* tertentu.
- *Qualifiers*: Menentukan di mana *claim* dapat dianggap benar; dapat mewakili batasan *claim*.
- *Rebuttals*: Menentukan *claim* tidak akan benar.

Pola argumentasi di atas digunakan sebagai panduan mengamati dan menganalisis perkembangan keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru. Teknik analisis data yang digunakan menggunakan proses analisis data kualitatif oleh Creswell (2014) dan didukung oleh presentase setiap komponen *TAP*. Analisis data yang dilakukan mengorganisir data penelitian untuk dianalisis, mengeksplorasi dan membaca keseluruhan data (*overview data*), mengelompokan kode untuk membangun deksripsi dan tema, mempresentasikan dan melaporkan data penelitian. Pembelajaran pada materi nanosains dan nanoteknologi dilakukan dengan tiga tahap yaitu pemahaman konsep, *socio ecological* dan debat (Eilks, 2002) yang ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pembelajaran Socio Critical and Problem Oriented

Pada tahap pertama dosen memberikan pemahaman konsep nanosains dan nanoteknologi (pemahaman konsep), konsep-

konsep dasar seperti ukuran nano yang dapat mengubah karakteristik, efek kuantum, sifat fisik, sifat kimia nanomaterial, dimensi nanomaterial dan nano dalam industri secara garis besar. Selanjutnya tahap *socio ecological*, pada tahap ini mahasiswa calon guru diberikan artikel yang berisi isu-isu sosial ilmiah berkaitan dengan nanosains dan nanoteknologi, Isu-isu tersebut antara lain penggunaan *nano sunscreens*, nano pada pengemasan makanan, *nano drug delivery* dan nano perak dalam tekstil yang secara rinci ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Isu-Isu Sosial Ilmiah

No	Judul Isu-Isu Sosial Ilmiah	Kelompok	
		Pro	Kontra
1	Penggunaan Nano Sunscreens Artikel ini membahas penggunaan <i>nano sunscreens</i> yang mengandung nanopartikel TiO ₂ . Penggunaan <i>nano sunscreens</i> ini sangat kontroversi, konsumen membutuhkan <i>nano sunscreens</i> untuk perlindungan yang lebih efektif terhadap sinar UV yang berbahaya, namun penggunaannya memiliki resiko terhadap manusia dan lingkungan yang harus dipertimbangkan	I	II
2	Nanomaterial pada Pengemasan Makanan Artikel ini membahas tentang nanopartikel dalam pengemasan makanan seperti contoh penggunaan biocomposite atau nano sensor. Nanopartikel dalam pengemasan makanan memiliki berbagai fungsi seperti untuk indikator kebusukan atau untuk mempertahankan kualitas makanan.	III	IV
3	Nano Drug Delivery Artikel ini membahas mengenai <i>Nano Drug Delivery</i> . <i>Nano Drug Delivery</i> biasanya digunakan dalam bidang kedokteran, <i>Nano Drug Delivery</i> adalah pengembangan sistem baru untuk pengiriman berbagai macam obat menggunakan nanopartikel.	V	VI
4	Nano Perak Dalam Tekstil Artikel ini membahas mengenai nano perak pada tekstil. Nano perak pada tekstil biasanya digunakan sebagai zat antibakteri, Nanopartikel perak merupakan salah satu nanostruktur yang sudah terbukti menunjukkan aktivitas antibakteri yang efektif.	VII	VIII

Setiap isu dibahas dan dikaji oleh dua kelompok dari sudut pandang yang berbeda yaitu pro dan kontra, pada tahap ini mahasiswa calon guru mencari sumber-sumber informasi berkaitan dengan isu-isu sosial ilmiah yang

diberikan (*socio ecological*). Kemudian tahap terakhir adalah mahasiswa membuat poster dan mempresentasikan hasil diskusi melalui kegiatan debat. Argumen yang diberikan oleh mahasiswa calon guru baik saat menyanggah

pernyataan lawan, memberikan pernyataan pendukung, memberikan pembelaan dan

kesimpulan diamati dan dicatat oleh observer. Selain itu, argumen mahasiswa calon guru juga diamati pada soal *HOTS* yang diberikan sebagai ujian akhir semester dan dapat diamati pula dari lembar kerja mahasiswa. Setelah mendapat data-data argumen mahasiswa calon guru kemudian dikelompokkan

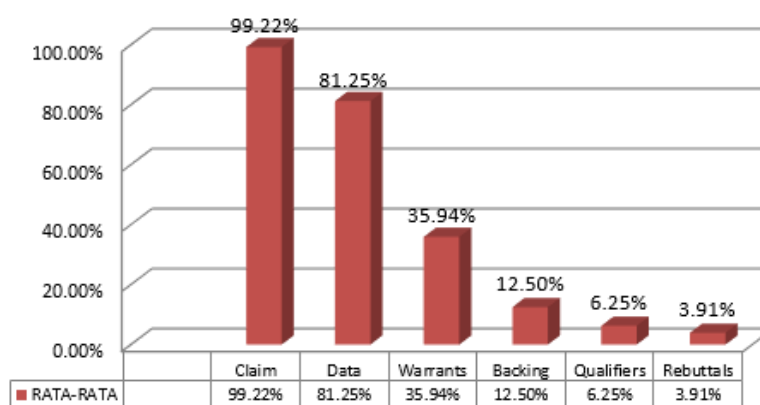
berdasarkan komponen-komponen argumentasi *Toulmin*, lalu dianalisis dan ditarik kesimpulan terhadap implikasi pembelajaran yaitu perkembangan keterampilan argumentasi mahasiswa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian secara garis besar menunjukkan keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru sudah berkembang sesuai model argumentasi *Toulmin* yaitu *claim*, *data*, *warrants*, *backings*, *qualifiers*, dan *rebuttals*.

Grafik persentase keterampilan argumentasi per komponen *TAP* yang diambil dari hasil tes mahasiswa calon guru ditunjukkan oleh Gambar 2.

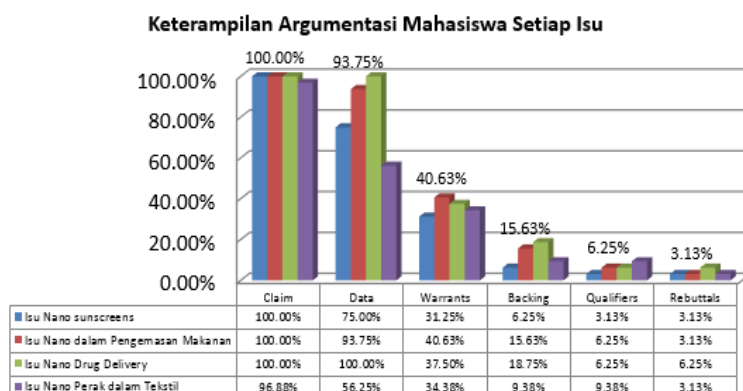
Keterampilan Argumentasi Mahasiswa Setiap Komponen TAP



Gambar 2. Grafik Persentase Keterampilan Argumentasi Mahasiswa Setiap Komponen TAP

Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru pada komponen *claim* (pernyataan atau kesimpulan saja) sebesar 99,22%, pada komponen argumentasi *data* (bukti yang mendukung *claim*) sebesar 81,25%, pada komponen argumentasi *warrants* sebesar 35,94%, pada komponen *backings* sebesar 12,50%, pada komponen argumentasi *qualifier* (ketepatan *claim*) sebesar 6,25% dan pada

komponen argumentasi *rebuttal* sebesar 3,91%. Hal ini menunjukkan sebagian besar mahasiswa calon guru sudah mampu memberikan *claim* dan *data*, dan beberapa *warrants*, *qualifier* dan *rebuttal* pada argumen yang diberikannya. Persentase keterampilan argumentasi pada setiap isu yang diambil dari hasil tes mahasiswa calon guru juga dihitung dan ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Persentase Keterampilan Argumentasi Mahasiswa Setiap Isu

Grafik pada Gambar 3 tersebut menunjukkan keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru pada setiap isu. Pada isu nano sunscreens, komponen argumentasi yang paling banyak dimunculkan yaitu *claim* dan *data* masing-masing sebesar 100% dan 75%, dan paling sedikit *qualifier* dan *rebuttal* sebesar 3,13%. Pada isu nano dalam pengemasan makanan, komponen argumentasi yang paling banyak dimunculkan yaitu *claim* dan *data* masing-masing sebesar 100% dan 93,75%, dan paling sedikit *rebuttal* sebesar 3,13%. Pada isu *nano drug delivery*, komponen argumentasi yang paling banyak dimunculkan yaitu *claim* dan *data* sebesar 100%, dan paling sedikit *qualifier* dan *rebuttal* sebesar 6,25%. Pada isu nano perak dalam tekstil, komponen argumentasi yang paling banyak dimunculkan yaitu *claim* dan *data* masing-masing sebesar 96,88% dan 56,25%, dan paling sedikit *rebuttal* sebesar 3,13%. Hal ini menunjukkan pula pada setiap isu sebagian besar mahasiswa calon guru sudah mampu memberikan *claim* dan *data*, dan beberapa *warrants*, *qualifier* dan *rebuttal* pada argumen yang diberikannya. Persentase argumen mahasiswa calon guru tersebut akan dijelaskan secara kualitatif berikut ini.

Perkembangan keterampilan argumentasi yang dirasakan mahasiswa calon guru seperti aktif berargumen selama proses pembelajaran ditunjukkan oleh pernyataan wawancara mahasiswa di bawah ini:

“Pembelajaran ini membuat saya aktif dalam pembelajaran seperti menanggapi isu yang sedang dibahas, bertanya dan mengklarifikasi pernyataan yang telah diberikan oleh kelompok debat serta pembelajaran dengan isu dapat menambah wawasan saya tentang hal baru yaitu nanosains dan nanoteknologi” (Mahasiswa 2, 6 Desember 2018).

Hal ini sesuai dengan Ridwan & Rahmawati (2017) menyatakan bahwa pembelajaran kimia berbasis *socio critical and problem oriented* dapat menstimulasi berpikir kritis dan kreatif serta berargumentasi.

Komponen keterampilan argumentasi yang paling banyak dimunculkan mahasiswa calon guru yaitu *claim*. Komponen ini hampir muncul pada setiap argumen yang diberikan, mahasiswa calon guru dapat memberikan *claim* dan kesimpulan pada pernyataannya. Namun, ada beberapa mahasiswa calon guru yang hanya memberikan *claim* tanpa didukung data atau yang lainnya. Argumentasi yang berisi hanya *claim* saja terkadang dianggap bukan merupakan argumentasi, namun berdasarkan pendapat (Osborne, 2005), *claim* adalah langkah awal sebelum seseorang dapat memberikan alasan ataupun data data yang dapat digunakan untuk memberikan penguatan tentang pendapat atau *claim*

seseorang. Berikut argumen pada *claim* dari hasil tes salah satu mahasiswa:

"Saya tidak setuju dengan penggunaan nanosilver"
(Hasil Tes Mahasiswa 21, 10 Januari 2019).

Argumen di atas menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru hanya memberikan *claim* saja tanpa alasan. Menurut mahasiswa calon guru yang hanya memberikan *claim* saja, mereka tidak cukup informasi yang benar untuk menjelaskan hal tersebut. Kemampuan untuk memberikan alasan atau data untuk mendukung pernyataan *claim* dapat dimunculkan hanya apabila ada alasan atau bukti yang sebelumnya telah diketahui siswa (Osborne, 2005). Alasan dapat berupa teori atau konsep yang sebelumnya telah dipelajari, sementara bukti dapat berupa pengalaman yang dimiliki oleh siswa. Penjelasan ini menunjukkan adanya faktor yang mempengaruhi kemampuan argumentasi yaitu kemampuan awal siswa serta keterampilan untuk berpikir kritis terhadap kejadian sekitar. Hal ini menjadi sangat penting untuk meningkatkan pengetahuan, kesadaran, dan kompetensi guru dalam mengelola partisipasi siswa dalam argumen dan diskusi (Karisan, 2015).

Komponen argumentasi berikutnya yang sebagian besar dimunculkan mahasiswa calon guru yaitu mampu memberikan *claim* dan *data* (bukti yang mendukung *claim*) pada argumennya. Argumen mahasiswa calon guru yang cukup baik ini diamati selama proses pembelajaran berlangsung. Berikut argumen mahasiswa calon guru yang mengandung komponen *claim* dan *data* dari argumen kelompok pro dalam debat isu nano pada pengemasan makanan:

"Kelompok kontra menyebutkan bahwa bakteri yang menyebabkan pembusukan adalah salmonella, menurut kami bukan hanya itu. Menurut BPOM bukan hanya bakteri salmonella pada ikan busuk tetapi ada bakteri lainnya pada makanan busuk yaitu *Escherchia colli*, *Salmonella*, *Colerae* dan sebelum dikemas pun sudah dipastikan bakteri di dalam makanan minim atau tidak ada"
(Pernyataan Debat Kelompok Pro, 22 November 2018).

Argumen di atas menunjukan bahwa mahasiswa calon guru sudah memberikan *claim* dan pernyataan berupa data yaitu bakteri pada ikan busuk bukan saja bakteri *Salmonella*, namun ada beberapa yang lainnya seperti *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*, *Klebsiella pneumonia*, dan *Escherichia colli* (Widowati dkk., 2014).

Argumentasi mahasiswa calon guru yang selanjutnya yaitu memunculkan tiga komponen argumentasi: *claim*, *data* dan *warrants* pada pernyataannya ditunjukkan dari salah satu hasil tes mahasiswa calon guru mengenai isu penggunaan *nano sunscreen*:

"Menurut saya, sebagai konsumen penggunaan *nanosunscreen* harus lebih hati-hati dan mencari ilmu tentang anjuran pakai, atau menggunakan produk *sunscreen* yang lebih aman contohnya: propolis (nanopartikel) yang mengandung folifeol dan flavonoid yang dapat berfungsi sebagai antioksidan, antiinflamasi dan protektor terhadap sinar UV; memakan makanan mengandung antioksidan seperti strawberry, teh hijau. Antioksidan ini membantu mengubah radikal bebas yang tidak stabil ke dalam bentuk yang stabil. Artinya, rantai radikal bebas akan terhenti sehingga menghentikan pula

proses oksidasi yang membahayakan tubuh”

(Hasil Tes Mahasiswa 11, 10 Januari 2019).

Argumen di atas menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru sudah memberikan *claim*, *data* dan *warrant*. Argumen mahasiswa tersebut sesuai dengan teori yaitu senyawa fenolik seperti flavonoid merupakan salah satu antioksidan kuat yang mampu mencegah bahaya sinar UV. Flavonoid ini bisa diekstrak dari bunga rosella (Marpaung, 2015).

Komponen argumentasi berikutnya yang sebagian besar dimunculkan mahasiswa calon guru yaitu mampu memberikan *claim*, *data*, *warrant*, dan *backings* pada argumennya. Beberapa mahasiswa calon guru mampu memberikan argumen dengan 4 komponen tersebut ditunjukkan dari pernyataan kelompok pro pada isu nano dalam pengemasan makanan yang dilaksanakan pada tanggal 22 November 2018:

“Saat kita membeli makanan khususnya makanan laut, ada beberapa kondisi kita sulit membedakan ikan sudah busuk atau belum, pembeli biasanya hanya melihat tanggal kadaluarsa makanan tersebut. Oleh sebab itu, nano sensor sangat dibutuhkan dalam pengemasan makanan. Di dalam sensor ada tiga bagian yaitu *responding element* yang dapat mendeteksi adanya gas NH_3 sebagai indikator kebusukan, selanjutnya gas tersebut melewati *amplifier* akan diperkuat lagi sinyal dari *responding element* untuk dibawa ke *detector*. Kemudian *detector* mendeteksi banyaknya gas NH_3 di dalam makanan tersebut dan memberikan output berupa warna. Jika sensor menunjukkan warna merah artinya banyaknya gas NH_3 yang mengindikasikan makanan sudah busuk. Nano sensor berbentuk *solid state* seperti

chip tidak kontak langsung dengan makanan namun menempel pada pengemasan makanan. Jadi aman dan sangat dibutuhkan dengan memberikan status kesegaran makanan yang *up to date*”

Argumentasi di atas menunjukkan mahasiswa calon guru sudah mampu memberikan *claim*, *data*, *warrants*, dan *backing*.

Komponen argumentasi berikutnya yang sebagian besar dimunculkan mahasiswa calon guru yaitu mampu memberikan *claim*, *data*, *warrant*, *backings* dan *qualifier/rebuttal* pada argumennya. Beberapa mahasiswa calon guru mampu memberikan argument dengan 5 komponen tersebut karena mahasiswa calon guru sudah mencari informasi mengenai isu yang dikaji sehingga mereka mampu dan percaya diri memberikan argumen dengan sangat baik. Hal ini ditunjukkan dari cupikan debat yang dilaksanakan pada tanggal 29 November 2018 mengenai isu penggunaan nanopartikel Ag pada pakaian:

Pro: Saat ini semakin banyak penyakit yang disebabkan oleh bakteri, oleh sebab itu salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah penyakit tersebut yaitu menggunakan pakaian yang memiliki zat antibakteri. Nanopartikel perak sudah terbukti memiliki bakterisida yang baik dan efektif untuk serat pakaian. Karakteristik nanopartikel perak antara lain netral dalam air, tahan terhadap asam, basa dan garam; memiliki stabilitas yang baik dalam panas; dan memiliki daya antibakteri yang tahan lama, dan ramah lingkungan. Nanopartikel ini akan merusak dinding sel bakteri yang membuat sel bakteri lisis.

Kontra: Penelitian mengenai efek nanopartikel perak terhadap kesehatan masih

dikembangkan lebih lanjut. Penelitian *in vitro* baru baru ini dilakukan pada tikus jantan yaitu diberikan nanopartikel perak selama 12 hari pada konsentrasi rendah dan didapatkan hasil mengubah fungsi kerja sel *leydig*, sehingga memproduksi hormon testosteron dan androgen secara berlebih. Apabila hal ini terjadi pada manusia dapat mengakibatkan susah tidur, depresi dan rasa percaya diri menurun. Pemberian secara inhalasi bersifat toksik dan dapat menyebabkan kematian. Selain itu, nano perak yang terdapat di baju akan mencemari lingkungan.

Pro: Nanopartikel Ag memiliki kadar toksisitas yang rendah, sehingga tidak berbahaya bagi tubuh dan lingkungan. Penanggulangan nanopartikel Ag juga sudah ada yaitu dengan metode resin penukar ion, sehingga diharapkan dapat meminimalisir nanopartikel Ag ke lingkungan dan dapat digunakan kembali pada tekstil.

Argumen tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru sudah memberikan argument dengan sangat baik. Argumen mahasiswa calon guru ikut menyertakan efek samping dari penggunaan nanoperak, efektivitas bakteri dalam pakaian dan cara penanggulangan nanopartikel Ag ke lingkungan. Menurut Hobman & Crossman (2015), ion perak menyebabkan penghambatan respirasi, kerusakan dan penghancuran kekuatan motif proton pada bakteri. Penelitian terbaru penanggulangan ion perak pada pakaian sudah dapat dilakukan dengan mesin resin penukar ion (Sengupta *et al.*, 2018).

Keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru yang muncul selama proses pembelajaran *socio critical and problem oriented* sebagian besar sudah berkembang yaitu mampu memberikan *claim* dan *data*, dan beberapa *warrants*, *qualifier* dan *rebuttal*

pada argumen yang diberikannya. Mahasiswa calon guru aktif memberikan argumen ketika sedang melakukan diskusi dengan teman sekelompok saat mengkaji isu-isu yang diberikan. Menurut Sutimin *et al.* (2018) masalah yang diberikan bertujuan untuk menemukan konsep atau argumentasi baru dan mahasiswa perlu berkolaborasi dengan orang lain untuk memecahkan masalah yang sulit, kemudian argumen mahasiswa muncul saat kegiatan debat aktif di depan kelas ketika membahas isu-isu social ilmiah terkait nanosains dan nanoteknologi. Hal ini sesuai dengan Christenson *et al.* (2014) dengan membahas isu sosial ilmiah dan menjadikan isu sosial-ilmiah sebagai konten utama materi pembelajaran, diharapkan mahasiswa mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan berargumentasi dan dapat bekerja sama dengan orang lain. Masalah berpotensi untuk menimbulkan pertanyaan sehingga terjadi diskusi antar mahasiswa, isu-isu yang dipilih memungkinkan memiliki perbedaan pendapat yang otentik dari berbagai sudut pandang yaitu ilmiah, etis dan sosiologis sehingga dapat dilakukan diskusi terbuka dan proses pengambilan keputusan terbuka (Feierabend & Eilks, 2011). Mintzes & Lin (2010), menyatakan bahwa mahasiswa akan lebih termotivasi dalam pembelajaran untuk terlibat aktif mengemukakan pendapat dalam diskusi mengenai topik yang kontroversial melalui pengalaman yang dimilikinya. Selain itu, mahasiswa akan membentuk pendapat ilmiah yang dibangun berdasarkan logika dan pembenaran, hal ini membantu dalam mengembangkan keterampilan berpikir, menemukan hubungan dan memberikan argumen (Hailat *et al.*, 2018).

Implikasi dan pengalaman pembelajaran yang dapat mengembangkan keterampilan argumentasi mahasiswa calon guru diharapkan dapat lebih mengembangkan keterampilan argumentasi seperti

mengajukan pertanyaan, mendukung klaim dengan bukti yang sesuai, dan mengevaluasinya serta mengimplementasikannya pada kelas-kelas sains.

4. KESIMPULAN

Pembelajaran *socio critical and problem oriented* pada materi nanosains dan nanoteknologi dapat mengembangkan kemampuan argumentasi mahasiswa calon guru. Hal ini dibuktikan dari sumber data yang didapatkan bahwa sebagian besar mahasiswa calon guru merasakan implikasi pembelajaran terhadap kemampuan argumentasi. Keterampilan argumentasi sudah muncul dengan baik selama proses pembelajaran yaitu mahasiswa calon guru mampu memberikan *claim* dan *data*, dan beberapa *warrants*, *qualifier* dan *rebuttal* pada argumen yang diberikannya. Pembelajaran ini juga dirasakan memiliki banyak manfaat untuk mahasiswa calon guru seperti menambah informasi dan pengetahuan hal-hal baru seputar nanosains dan nanoteknologi, meningkatkan keaktifan dalam pembelajaran. Penelitian ini diharapkan juga dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang dapat mengembangkan keterampilan argumentasi dan dapat dikembangkan lebih baik lagi dalam proses pembelajaran selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Berland, L. K., & Reiser, B. J. (2011). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, 95(2), 191–216.
- Christenson, N., Rundgren, & Zeidler. (2014). The Relationship of Discipline Background to Upper Secondary Students' Argumentation on Socioscientific Issues. *Research in Science Education*, 44(4), 581–601.
- Christine, O., & Hayden, H. (2008). Contextualising nanotechnology in chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(1999), 43–50.
- Creswell, J. W. (2014). *RESEARCH DESIGN: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.).
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2002). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287.
- Eilks, I. (2002). Teaching 'Biodiesel': a Sociocritical and Problemoriented Approach To Chemistry Teaching and Students' First Views on It. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 3(1), 77–85.
- Erduran, S., Ardac, D., & Yakmaci-Guzel, B. (2006). Learning to teach argumentation: Case studies of pre-service secondary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 1–14.
- Feierabend, T., & Eilks, I. (2011). Teaching the societal dimension of chemistry using a socio-critical and problem-oriented lesson plan based on bioethanol usage. *Journal of Chemical Education*, 88(9), 1250–1256.
- Hailat, S., Eyadat, Y., & Zaid, K. (2018). The effect of using a virtual history strategy on the development of historical thinking skills for undergraduate classroom teachers. *New Educational Review*, 51(1), 115–124.
- Hobman, J. L., & Crossman, L. C. (2015). *Bacterial Antimicrobial Metael Ion Resistance*. †School of Biological Sciences, University of East Anglia, Norwich, NR4 7TJ, UK.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Pereiro-Muñoz, C. (2005). Argument construction and change while working on a real environment problem. *Research and the Quality of Science Education*, 419–431.
- Karisan, D. (2015). Exploration of Preservice Science Teachers' Written Argumentation Skills in A Laboratory Course: A Toulmin-Based Analysis. *Ines Journal*, 2(5), 247–261.
- 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.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2007). Coordinating own and other perspectives in argument.

Thinking and Reasoning, 13(2), 90–104.

Laherto, A. (2011). Incorporating nanoscale science and technology into secondary school curriculum: Views of nano-trained science teachers. *Nordic Studies in Science Education*, 7(2), 126.

Marpaung. (2015). *Uji Aktivitas Krim Ekstrak Metanol Bunga Rosella (Hibiscus sabdariffa) Sebagai Tabir Surya*. Power of Science and Technology.

McNeill, K. L. (2009). Teachers' use of curriculum to support students in writing scientific arguments to explain phenomena. *Science Education*, 93(2), 233–268.

McNeill, K. L., & Pimentel, D. S. (2010). Scientific discourse in three urban classrooms: The role of the teacher in engaging high school students in argumentation. *Science Education*, 94(2), 203–229.

Mintzes, J. J., & Lin. (2010). *Learning argumentation skills through instruction in socioscientific issues: the effect of ability level*. (July 2008), 993–1017.

Moor, J., & Weckert, J. (2004). Nanoethics: Assessing the nanoscale from an ethical point of view. *Discovering the Nanoscale*, 301–310.

Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21(5), 553–576.

Osborne, J. (2005). The role of argument in science education. *Research and the Quality of Science Education*, 367–380.

Passmore, C., & Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 185–204.

Ridwan, A., & Rahmawati, Y. (2017). *Integration of A Socio Critical And Problem Oriented Approach In Chemistry Learning for Students' Soft Skills*. 7(1), 33–41.

Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345–372.

Sebastian, V., & Gimenez, M. (2016). Teaching Nanoscience and Thinking Nano at the Macroscale: Nanocapsules of Wisdom. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 228(June), 489–495.

Sengupta, Sukalyan And Nawaz, T. (2018). Silver nanoparticles in clothing wash out — and may threaten human health and the environment. Retrieved April 10, 2019, from <https://phys.org/news/2018-03-silver-nanoparticles-outand-threaten-human.html>

Stewart, J., Cartier, J. L., & Passmore, C. M. (2005). Developing understanding through model-based inquiry. *How Students Learn History, Mathematics, and Science*, 515–565. Retrieved from http://mennta.hi.is/vefir/grunnsk/nattvis_og_umhv/How_students_learn_science_in_classroom/Kafli_12_515_565.pdf

Sutimin, L. A., Joebagio, H., Sariyatun, Hum, M., & Abidin, N. F. (2018). The development of deconstructive learning history model

to promote the higher order thinking skill of university students. *New Educational Review*, 51(1), 19–29.

7(12), 154–164. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1099476.pdf>

Uddin, M., & Chowdhury, a R. (2001). Integration of Nanotechnology Into The Undergraduate Engineering Curriculum. *Engineering Education*, 8–11.

Vellom, R. P., & Anderson, C. W. (1999). Reasoning about data in middle school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 179–199.

Venville, G. J., & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), n/a-n/a.

Widowati, I., Efiyati, S., & Wahyuningtyas, S. (2014). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera*) Terhadap Bakteri Pembusuk Ikan segar (*Pseudoonas Aeruginosa*). *PELITA*, IX.

Wijaya, W. S., Feronika, T., & Fairusi, D. (2018). Penerapan Problem Based Learning Berpendekatan Sets Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Tadris Kimiya*, 3(1), 269.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377.

Zetriuslita, Ariawan, R., & Nufus, H. (2016). Students' critical thinking ability: Description based on academic level and gender. *Journal of Education and Practice*,