



Pengaruh *Process Oriented-Guided Inquiry Learning* berkonteks isu sosiosaintifik terhadap keterampilan berargumentasi siswa sekolah menengah atas

Arum Setyaningsih¹, Sri Rahayu*¹, Fauziatul Fajaroh¹, Parmin Parmin²

¹ Universitas Negeri Malang. Jalan Semarang No.5, Kota Malang, Jawa Timur 65145, Indonesia

² Universitas Negeri Semarang. Kampus Sekaran Gunungpati Semarang, 50229, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail: sri.rahayu.fmipa@um.ac.id

Received: 2 August 2018; Revised: 10 September 2018; Accepted: 11 June 2019

Abstrak

Kemampuan berargumentasi merupakan salah satu aspek dalam kemampuan berliterasi sains. Rendahnya skor pada survei PISA siswa Indonesia menunjukkan rendahnya kemampuan mereka dalam berargumentasi. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan keterampilan berargumentasi dan kualitas argumentasi siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Process Oriented-Guided Inquiry Learning* (POGIL) berkonteks isu-isu sosiosaintifik, POGIL, dan konvensional pada materi asam basa. Rancangan penelitian adalah eksperimen semu *posttest only design*. Sampel terdiri dari tiga kelas di salah satu SMAN di Kota Malang. Data diperoleh dari hasil tes keterampilan berargumentasi tertulis siswa. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik terhadap keterampilan berargumentasi siswa di ketiga kelas penelitian ($p=0.000$). Kualitas argumentasi dianalisis menggunakan kerangka analitik Osborne. Pencapaian level argumentasi siswa kelas POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik lebih tinggi daripada kelas POGIL dan konvensional.

Kata Kunci: POGIL, isu-isu sosiosaintifik, keterampilan berargumentasi, asam basa.

The effect of process oriented-guided inquiry learning with socioscientific issue contexts on high school students' argument skills

Abstract

The argumentation ability is one of aspect of scientific literacy. The low scores on PISA survey of Indonesian students showed their low ability in argumentation. To address this problem, this study aims to investigate the difference of students' argumentation skills who were taught using POGIL with socioscientific issues context, POGIL, and conventional learning. Research design was quasi-experimental posttest only design. The sample consisted of three classes of a public senior high school in Malang. The data were obtained from students' written argumentation. The result of this study showed significantly different statistic on students' argumentation skills in three classes ($p=0,000$). The quality of students' argumentation were classified using analytical framework by Osborne. Achievement of the argument level of POGIL class students contexted socioscientific issues higher than POGIL class and conventional class.

Keywords: POGIL, socio-scientific issues, argumentation skills, acid base

How to Cite: Setyaningsih, A., Rahayu, S., Fajaroh, F., & Parmin, P. (2019). Pengaruh Process Oriented-Guided Inquiry Learning berkonteks isu sosiosaintifik terhadap keterampilan berargumentasi siswa sekolah menengah atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), 168-179. doi:<https://doi.org/10.21831/jipi.v5i2.20693>



<https://doi.org/10.21831/jipi.v5i2.20693>

PENDAHULUAN

Perkembangan sains dan teknologi yang sangat pesat memberikan perubahan-perubahan yang belum pernah terjadi sebelumnya terhadap kualitas hidup manusia (Choi, Lee, Shin, Kim, & Krajcik, 2011). Perubahan-perubahan tersebut selain dapat bersifat positif yaitu meningkatkan

kualitas hidup manusia, namun dapat juga memberikan dampak negatif bagi manusia. Oleh karena itu, masyarakat membutuhkan pemahaman tentang konsep-konsep sains, fakta-fakta ilmiah dan hubungan antara sains, teknologi, dan masyarakat dan keterampilan dalam menerapkan pengetahuannya dalam memecahkan permasalahan-permasalahan (Rahayu, 2017; World



Economic Forum, 2015). Keterampilan tersebut terangkum dalam literasi sains. *Programme for Internationale Student Assesment (PISA)* (OECD, 2016) menggunakan istilah literasi sains untuk menyatakan keterampilan dalam mengaplikasikan pengetahuan dan mengaitkan isu-isu sosiosaintifik atau isu-isu sosial yang berhubungan dengan konsep-konsep sains. Hasil tes PISA untuk siswa Indonesia menunjukkan bahwa rata-rata perolehan siswa Indonesia masih dibawah rata-rata skor PISA (OECD, 2016). Hasil tersebut menyadarkan dunia pendidikan Indonesia khususnya untuk lebih menekankan pada proses dalam membangun keterampilan dan literasi sains yang dibutuhkan siswa sebagai bekal kehidupan di masa depannya.

Salah satu aspek yang dibutuhkan siswa untuk membangun literasi sains adalah kompetensi ilmiah (C.-Y. Tsai, 2015). Ada tiga kompetensi ilmiah PISA yang lebih menekankan pada proses, yaitu: (1) mengidentifikasi masalah, (2) menjelaskan fenomena ilmiah, dan (3) menggunakan bukti ilmiah (OECD, 2016). Integrasi ketiga kompetensi ilmiah tersebut terdapat dalam proses argumentasi (Garcia-Mila & Andersen, 2007). Dalam pembelajaran sains khususnya kimia, argumentasi sangat diperlukan oleh siswa karena dapat melatih siswa untuk berkomunikasi dengan memberikan kesempatan bagi siswa untuk memprediksi, dan menjelaskan (Newton, Driver, & Osborne, 1999). Dalam menyampaikan argumennya, siswa akan menghubungkan alasan-alasan atau penjelasan yang mendukung untuk memahami konsep dan membenarkan pandangannya. Pada proses tersebut, seseorang melakukan integrasi pengetahuan yang dimilikinya (Bell & Linn, 2000).

Argumentasi dalam pembelajaran dapat didefinisikan sebagai proses memperkuat suatu klaim yang didukung oleh bukti-bukti dan alasan logis melalui evaluasi berdasarkan kriteria ilmiah atau melalui kajian teoritis (Inch & Tudor, 2013; Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007; Osborne, Erduran, & Simon, 2004; Sampson & Clark, 2009). Namun seringkali, siswa tidak mampu memberikan bukti-bukti pendukung untuk memperkuat argumennya (Nussbaum, 2002). Sejalan dengan penelitian (Pratiwi, 2016) yang menyatakan bahwa keterampilan berargumentasi siswa kimia dalam bidang studi kimia masih didominasi pada level dua. Pada level tersebut siswa hanya dapat menyampaikan argumennya dengan struktur dasar argumentasi. Siswa dapat menyampaikan argumennya dengan baik tapi belum mampu memahami dengan baik batasan/kele-

mahan dari argumennya sehingga argumennya kurang kuat untuk dapat diterima.

Untuk dapat mengembangkan keterampilan berargumentasi siswa maka diperlukan lingkungan yang mendukung untuk siswa dapat berargumentasi. Konteks pembelajaran dan interaksi sosial dalam kelas merupakan komponen utama untuk mengembangkan keterampilan berargumentasi (Osborne et al., 2004). Penggunaan konteks dalam proses pembelajaran sains merupakan upaya untuk menjembatani kesenjangan antara konsep yang bersifat abstrak dengan realita kehidupan sehari-hari (Zeidler & Nichols, 2009). Konteks isu-isu sosiosaintifik merupakan penyajian masalah dalam pembelajaran yang bersifat dilematis dan kontroversial dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan sains (Sadler, 2004; Zeidler & Nichols, 2009). Melalui konteks isu-isu sosiosaintifik siswa ditantang untuk mempertimbangkan prinsip-prinsip ilmiah yang mendasari isu-isu tertentu dan menganalisis data ilmiah yang dapat memunculkan perdebatan mengenai permasalahan tersebut.

Penggunaan konteks isu-isu sosiosaintifik dalam pembelajaran diharapkan dapat memfasilitasi siswa untuk dapat merangkai argumentasi terkait konsep sains, dan permasalahan di masyarakat yang berkaitan dengan sains. Ada banyak fenomena dan permasalahan dalam masyarakat yang berkaitan langsung dengan konsep kimia. Salah satunya adalah asam basa. Aplikasi topik asam basa dalam masyarakat banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari seperti produk pembersih, produk minuman, dan industri. Oleh sebab itu, konteks isu-isu sosiosaintifik yang relevan dengan konsep asam basa dapat disajikan dalam proses pembelajaran untuk melatih keterampilan berargumentasi siswa.

Interaksi sosial dalam kelas juga penting untuk diperhatikan karena dapat membentuk lingkungan yang kondusif bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berargumentasinya (Moon, Stanford, Cole, & Towns, 2016; Osborne et al., 2004). Terciptanya lingkungan kelas yang mendukung siswa untuk dapat aktif berdiskusi dan menyampaikan argumennya tentu tidak dapat tercipta dengan sendirinya. Oleh karena itu, perlu perencanaan penerapan model pembelajaran yang dapat memfasilitasi pengembangan argumentasi siswa dan integrasi konteks isu-isu sosiosaintifik. Untuk mewadahi kebutuhan tersebut diperlukan model pembelajaran yang dapat mengakomodasi aspek konten dan proses selama proses pembelajaran.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang mampu mawadahi kebutuhan tersebut adalah pendekatan inkuiri. Hal ini didukung oleh hasil penelitian (Murningsih, Masykuri, & Mulyani, 2016) bahwa pendekatan inkuiri berhasil meningkatkan prestasi siswa pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan. Pada penelitian ini, model pembelajaran inkuiri yang dipilih yaitu model pembelajaran *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) karena dikembangkan berdasarkan teori pembelajaran konstruktivistik dengan pendekatan inkuiri (Hanson, 2006). Karakteristik model pembelajaran POGIL yang menuntut siswa untuk aktif berpartisipasi dan bekerja sama selama proses pembelajaran serta dibimbing dengan pertanyaan-pertanyaan yang membantu siswa untuk dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Keterlibatan siswa dalam pembelajaran berguna untuk membangun pengetahuannya, mengaitkan konsep baru dengan konsep yang dimiliki, konsep-konsep lain yang berhubungan, serta mengaitkan konsep yang dimiliki dengan fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan keterampilan berargumentasi siswa yang dibelajarkan dengan POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik, POGIL, dan konvensional serta mengetahui kualitas argumentasi siswa yang dibelajarkan dengan POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik, POGIL, dan konvensional.

METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimental semu *posstest only design*. Tabel 1 merupakan skema rancangan penelitian. X_1 adalah pembelajaran menggunakan model POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik, X_2 merupakan pembelajaran menggunakan model POGIL, sedangkan O adalah keterampilan berargumentasi siswa.

Tabel 1. Rancangan Penelitian Eksperimen Semu *Posstest Only Group Design*

	Perlakuan	Posttest
Kelas kontrol (Konvensional)	-	O
Kelas eksperimen I (POGIL-SSI)	X_1	O
Kelas eksperimen II (POGIL)	X_2	O

Pemilihan sampel dilakukan dengan teknik *convenience sampling* (Creswell, 2012) di salah

satu SMAN di Kota Malang sehingga diperoleh tiga kelas penelitian. Berdasarkan hasil uji kemampuan awal siswa ($N=101$) dengan menggunakan tes kesetimbangan kimia ($r = 0,83$) diperoleh distribusi data kemampuan awal siswa normal ($p=0,200$) dan varian data homogen ($p=0,821$) serta tidak ada perbedaan signifikan ($p=0,942$). Berdasarkan data tersebut, ketiga kelas tersebut ditentukan sebagai: (1) satu kelas bertindak sebagai kelas eksperimen 1 yang dibelajarkan dengan model pembelajaran POGIL-SSI ($N=35$); (2) satu kelas bertindak sebagai kelas eksperimen 2 yang dibelajarkan dengan model pembelajaran POGIL ($N=34$); dan (3) satu kelas bertindak sebagai kelas eksperimen 1 yang dibelajarkan dengan model pembelajaran konvensional ($N=32$).

Penelitian ini dilaksanakan selama 12 kali pertemuan (@ 80 menit). Model pembelajaran POGIL-SSI diterapkan pada kelas eksperimen 1 sedangkan model pembelajaran POGIL diterapkan pada kelas eksperimen 2. Sedangkan pembelajaran konvensional yaitu pembelajaran dengan metode ceramah diterapkan pada kelas kontrol. Perbedaan perlakuan selama proses pembelajaran bertujuan untuk melihat konstruk argumen yang dihasilkan siswa apakah dipengaruhi oleh proses dan langkah-langkah pada setiap pembelajaran. Model pembelajaran POGIL merupakan adaptasi dan adopsi dari model POGIL yang diajukan oleh (Hanson, 2005). Langkah-langkah model pembelajaran POGIL menurut (Hanson, 2005), meliputi tahap orientasi, eksplorasi, pembentukan konsep, aplikasi, dan penutup. Pada tahap orientasi, siswa mempersiapkan diri untuk belajar melalui pertanyaan-pertanyaan yang disampaikan guru untuk membangkitkan minat dan rasa ingin tahu siswa. Pada tahap eksplorasi, siswa memiliki kesempatan untuk melakukan investigasi ilmiah, mendesain eksperimen, pengumpulan data, dan menganalisis data atau informasi, menyelidiki hubungan, mengusulkan pendapat, pertanyaan, dan menguji hipotesis. Pada tahap pembentukan konsep, siswa menemukan konsep kemudian diperkenalkan, dan dibentuk sebagai hasil dari eksplorasi. Pada tahap aplikasi, siswa diharapkan dapat memberikan solusi terhadap permasalahan baru berdasarkan konsep yang telah dibangunnya. Pada tahap penutup, siswa merefleksikan pengetahuan yang telah dibangunnya secara utuh.

Sejatinya, pembelajaran POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik tidak jauh berbeda dengan penerapan pembelajaran POGIL terutama dari segi sintaks dan peran guru serta siswa se-

lama proses belajar. Namun, yang membedakan dari penerapan POGIL dan POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik adalah pada fase aplikasi. Pada pembelajaran POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik fase aplikasi, siswa diberikan konteks isu-isu sosiosaintifik untuk melatih keterampilan berargumentasi secara eksplisit pada lima kali pertemuan. Konteks isui-isu sosiosaintifik yang disajikan dalam pembelajaran meliputi tema hujan asam, pencemaran sungai oleh limbah produksi tahu, asidifikasi laut, dan kimia dalam cola. Sedangkan pada kelas konvensional langkah-langkah pembelajarannya meliputi kegiatan penyampaian informasi, kegiatan lab untuk memkonvensional konsep, dan kesimpulan.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian terdiri dari dua jenis, yaitu: (1) instrumen perlakuan; dan (2) instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan merupakan instrumen yang digunakan selama kegiatan pembelajaran meliputi: rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), dan lembar kerja siswa. Instrumen pengukuran merupakan instrumen yang digunakan untuk mengukur hasil perlakuan yang diberikan yaitu tes keterampilan berargumentasi. Instrumen tes keterampilan berargumentasi berupa pertanyaan esai yang dikembangkan oleh peneliti berdasarkan kerangka instrumen *competeting theory* (Osborne et al., 2004; Osborne, Erduran, Simon, & Monk, 2001). Pemilihan kerangka instrumen tersebut didasarkan pada penelitian (Evagorou, Jimenez-Aleixandre, & Osborne, 2012) yang menyatakan bahwa seringkali siswa memaksakan klaim mereka walaupun bukti-bukti pendukung yang diberikan kontradiktif. Oleh sebab itu, peneliti memilih kerangka *competeting theory* yang merupakan salah satu kerangka instrumen argumentasi yang mendukung dan memfasilitasi argumentasi. Nilai realibilitas dari instrumen tes sebesar 0,746 dan terkategori realibilitas tinggi (Landis & Koch, 1977).

Kualitas keterampilan berargumentasi siswa dikelompokkan berdasarkan kerangka analisis kualitas argumentasi Osborne (Osborne, Simon, & Collins, 2003). Penskoran kualitas argumentasi siswa dan kerangka analisis kualitas argumentasi Osborne disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan instrumen tes keterampilan berargumentasi tersebut, jawaban siswa dinilai berdasarkan skor menurut level argumentasi. Untuk menghindari bias peneliti terhadap hasil analisis jawaban argumentasi siswa maka perlu dilakukan pengujian reliabilitas terhadap temuan hasil penelitian dengan cara *interrater reliability*. Nilai *interrater reliability* diperoleh 0,967.

Tabel 2. Skoring dan Kriteria Klasifikasi Argumentasi

Skor	Level Argumentasi	Deskripsi
0	-	Tidak mengajukan argumen
1	Level 1	argumen mengandung <i>claim</i> sederhana
2	Level 2	Argumen terdiri dari <i>claim</i> dengan <i>data</i> , <i>warrant</i> , atau <i>backing</i> tetapi tidak terdapat <i>rebuttal</i>
3	Level 3	Argumen terdiri dari <i>claim</i> atau <i>counterclaim</i> dengan <i>data</i> , <i>warrant</i> , atau <i>backing</i> dengan <i>rebuttal</i> yang lemah
4	Level 4	Argumen terdiri dari <i>claim</i> dengan <i>rebuttal</i> yang dapat diidentifikasi dengan jelas. Argumen seperti ini mengandung beberapa <i>claim</i> atau <i>counter-claim</i>
5	Level 5	Argumen yang mengandung lebih dari satu <i>rebutal</i>

Untuk mengetahui perbedaan keterampilan berargumentasi siswa yang dibelajarkan dengan POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik, POGIL, dan konvensional dalam penelitian ini digunakan analisis ANOVA satu jalur. Sebelum melakukan pengujian dengan ANOVA terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas terhadap hasil tes keterampilan berargumentasi siswa. Untuk mengetahui kualitas keterampilan berargumentasi siswa yang dibelajarkan dengan POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik, POGIL, dan konvensional dalam penelitian ini dilakukan dengan mengelompokkan jawaban siswa berdasarkan level argumentasi yang dicapai siswa, kemudian dipersentase pada tiap level argumentasi yang dicapai siswa untuk mengetahui pencapaian level argumentasi siswa di ketiga kelas penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data keterampilan berargumentasi siswa diperoleh dari hasil jawaban siswa terhadap tiga pertanyaan dalam instrumen tes keterampilan berargumentasi pada materi asam basa. Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas diperoleh data bahwa distribusi data normal dengan varian yang homogen. Hasil uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas menggunakan uji *Lavene's test* disajikan berturut-turut pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Hasil uji ANOVA satu jalur disajikan pada Tabel 5 menyatakan bahwa ada perbedaan keterampilan berargumentasi siswa pada kelas

eksperimen 1, 2 dan kontrol (*sig.* <0,05). Lebih lanjut hasil tersebut diperkuat dengan uji lanjut (*uji post hoc*) diketahui bahwa data keterampilan berargumentasi siswa antara kelas eksperimen 1 dan eksperimen 2; kelas eksperimen 1 dan kontrol; kelas eksperimen 2 dan kontrol masing-masing memenuhi kriteria signifikansi < 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa secara umum ada perbedaan keterampilan berargumentasi pada siswa yang dibelajarkan dengan POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik, POGIL, dan konvensional. Kebermaknaan dari perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol diketahui melalui nilai *effect size* sebesar 0,598. Nilai tersebut termasuk dalam kategori kuat/besar sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya perbedaan keterampilan berargumentasi siswa pada ketiga kelas penelitian tergolong besar.

Adanya perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama adalah POGIL memiliki tahapan *orientation, exploration, concept formation, application* dan *closure* yang secara teoritis dapat meningkatkan keaktifan siswa. Hal ini dikarenakan dari awal pembelajaran siswa diminta untuk aktif dalam kelompok kecil mendiskusikan jawaban dari pertanyaan-

pertanyaan pada lembar kerja siswa yang menuntun mereka untuk mengkonstruksi konsep secara mandiri pada setiap tahap pembelajaran. Setelah diskusi dalam kelompok kecil untuk proses membangun konsep, siswa selanjutnya melakukan diskusi kelas. Siswa menyampaikan hasil diskusinya di kelas dan ditanggapi oleh kelompok lainnya. Selama proses diskusi kelas siswa berargumentasi baik berupa tanggapan yang menyatakan sepakat ataupun menolak hasil penyampaian kelompok penyaji. Secara tidak langsung dengan menerapkan pembelajaran POGIL membantu siswa untuk melatih keterampilan berargumentasi. Hal ini didukung oleh pernyataan (Moon et al., 2016) bahwa POGIL memberikan ruang yang ideal bagi siswa untuk turut berpartisipasi dalam kegiatan mengkonstruksi argumen dan penjelasan ilmiah. (Kulatunga & Lewis, 2013) juga menambahkan bahwa melalui kelima tahapan POGIL, siswa dapat mengembangkan keterampilan menginterpretasikan data dan mengevaluasi kriteria bukti-bukti yang merupakan dasar keterampilan berargumentasi

Faktor kedua yaitu penggunaan konteks isu-isu sosiosaintifik yang terdapat pada LKS siswa. Contoh SSI disajikan pada Gambar 1.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Keterampilan Argumentasi

Kelas	α	Sig.	Kriteria	Simpulan
Eksperimen 1	0,05	0,200	$\alpha < sig.$	Normal
Eksperimen 2	0,05	0,107	$\alpha < sig.$	Normal
Kontrol	0,05	0,068	$\alpha < sig.$	Normal

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas Keterampilan Berargumentasi Siswa

	α	Sig.	Kriteria	Simpulan
Keterampilan berargumentasi	0,05	0,121	$\alpha < sig.$	homogen

Tabel 5. Hasil Uji ANOVA Satu Jalur Keterampilan Berargumentasi Siswa

	df	F	Sig.
Keterampilan Berargumentasi	2	72,835	,000

Tabel 6. Hasil uji LSD Keterampilan Berargumentasi siswa

(I) Faktor	(J) faktor	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
E1	E2	2,28319*	,39739	,000
	K	4,87143*	,40364	,000
E2	E1	-2,28319*	,39739	,000
	K	2,58824*	,40647	,000
K	E1	-4,87143*	,40364	,000
	E2	-2,58824*	,40647	,000

Tabel 7. Effect Size Keterampilan Berargumentasi Siswa

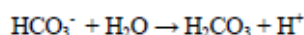
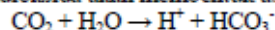
	Eta	Eta Squared
argumentasi * faktor	,773	,598



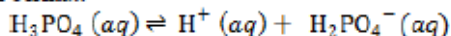
Kimia dalam Cola

Siapakah diantara teman-teman yang tidak suka minuman bersoda? Ah, pasti sebagian besar sangat menyukai minuman bersoda ini. Tentu saja, bagaimana tidak suka jika rasa minuman bersoda ini memiliki rasa yang menyegarkan dengan berbagai varian rasa dan merk, dan memberikan sensasi meledak di dalam mulut. Sensasi meledak di mulut inilah salah satu ciri khas yang membedakan antara minuman bersoda dengan minuman ringan lainnya. Faktor tersebutlah yang menjadi salah satu pendorong masyarakat untuk mengkonsumsi minuman bersoda

Kandungan utama dalam minuman bersoda adalah air soda dan asam fosfat. Air soda dibuat dengan melarutkan gas karbondioksida (CO_2) ke dalam air. Bila dimasukkan ke dalam air dengan tekanan tinggi, karbondioksida akan membentuk asam karbonat (H_2CO_3), dengan reaksi sebagai berikut :



Penambahan gas CO_2 utamanya untuk membuat efek "meledak" jika di minum. Kontribusi penambahan gas CO_2 dalam air untuk mempengaruhi rasa keasaman pada minuman bersoda sangat kecil. Untuk memberikan efek rasa masam ditambahkan asam fosfat. Sebab dalam air, asam fosfat dapat melepaskan ion H^+ . Reaksinya sebagai berikut:



Adanya ion-ion H^+ inilah yang menyebabkan minuman bersoda bersifat asam. Tingkat keasaman minuman bersoda berkisar antara pH 2,6-2,8. Selain itu, penggunaan gula menjadikan minuman bersoda ini sebagai penyumbang energi yang dibutuhkan tubuh. Sekaleng minuman bersoda ukuran 240 ml mengandung sekitar 100 kkal energi. Kandungan energi inilah yang menyebabkan minuman bersoda memberikan efek menyegarkan setelah melakukan pekerjaan fisik atau setelah berolah raga.

Dibalik rasa yang menyegarkan dan sensasi meledaknya, ternyata minuman bersoda juga memberikan dampak terhadap kesehatan para konsumennya. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Vartanian, dkk, menyatakan bahwa ada jumlah konsumsi minuman bersoda berbanding lurus dengan jumlah peningkatan berat badan seseorang. Selain itu, banyak penelitian yang menyatakan bahwa tingkat keasaman pada minuman bersoda merupakan salah satu penyumbang permasalahan kesehatan seperti, obesitas dan defisiensi nutrisi (Vartanian, dkk., 2007), kerusakan gigi, osteoporosis (Tucker, dkk. 2006), diabetes, dan gangguan neurological. Dampak yang paling terasa adalah kerusakan gigi akibat kandungan sodanya. Ahli gigi menyarankan untuk mengurangi konsumsi minuman bersoda, terutama di antara waktu makan.

Gambar 1. Konteks Isu-Isu Sosiosaintifik dalam LKS

Selama pembelajaran dengan menggunakan SSI, siswa dilatih dalam proses berpikir, membangun konsep dan mengevaluasi bukti-bukti untuk membangun argumentasi mereka. Pada proses diskusi siswa dapat bertukar pikiran dengan teman sejawatnya dan saling menyatakan klaim yang diperkuat dengan alasan dan bukti-bukti untuk dapat diterima atau disanggah oleh teman lainnya yang memberikan argumentasi dengan data, alasan, dan bukti-bukti yang lebih kuat. Hal ini didukung oleh pernyataan beberapa peneliti sebelumnya bahwa konteks isu-isu sosio-saintifik memberikan ruang belajar kontekstual untuk dapat mengembangkan keterampilan berargumentasi, dan penalaran moral (Sadler & Donnelly, 2006; Sadler & Zeidler, 2009; Sadler, 2004). Tidak hanya memberikan ruang dan kesempatan bagi siswa, konteks isu-isu sosio-saintifik juga dapat memotivasi siswa untuk lebih meningkatkan partisipasi dalam diskusi dan keterampilan berargumentasi mereka (Evagorou & Osborne, 2013; Pratiwi, 2016). Motivasi itu dapat muncul dapat disebabkan karena karakteristik SSI yang *ill structured* yaitu tidak

memiliki satu jawaban benar (Shaw, 1996) sehingga dapat meningkatkan rasa ingin tahu siswa. Menurut (Pluck & Johnson, 2011), rasa ingin tahu merupakan hal penting dalam pembelajaran, karena merupakan motivasi intrinsik siswa yang mendukung partisipasi mereka dalam pembelajaran.

Faktor ketiga adalah pengajaran keterampilan argumentasi secara eksplisit. Pada LKS siswa yang dibelajarkan dengan model POGIL-SSI, diberikan pertanyaan yang memfasilitasi keterampilan berargumentasi. Melalui kegiatan tersebut, siswa dibelajarkan secara eksplisit tentang bagaimana cara berargumentasi dan unsur-unsur apa saja yang seharusnya terkandung didalamnya agar argumentasi tersebut dapat diterima sebagai sebuah argumen yang baik dan kuat. Hal ini didukung oleh pernyataan (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007) bahwa melibatkan siswa secara langsung dalam kegiatan argumentasi memiliki banyak manfaat yang potensial seperti, lebih memahami konsep sains, terlibat langsung dalam wacana ilmiah, mengubah persepsi siswa, serta mendukung siswa dalam

mengambil keputusan yang berkaitan dengan isu-isu sosiosaintifik. Berikut contoh argumentasi siswa disajikan pada Gambar 3.

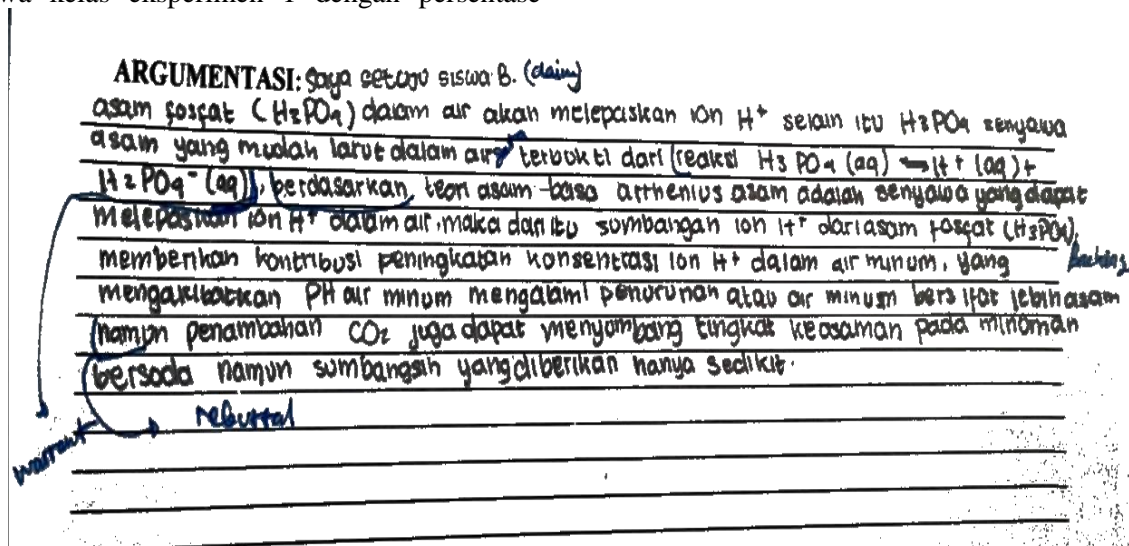
Berdasarkan jawaban siswa tersebut, terlihat bahwa siswa yang dibelajarkan argumentasi secara eksplisit, struktur argumentasi yang ditunjukkan lebih banyak, seperti *claim*, *data*, *warrant*, *backing* dan *rebuttal*.

Kualitas Argumentasi

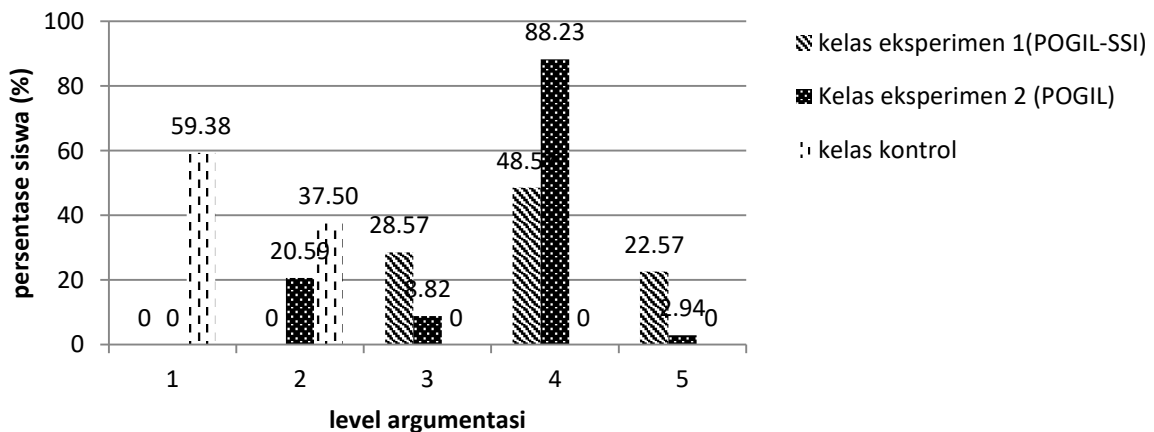
Jawaban siswa terhadap instrumen tes keterampilan berargumentasi diklasifikasikan berdasarkan kerangka analisis kualitas argumen Osborne yang terdiri dari 5 level/tingkatan dan dibandingkan hasil pencapaian level argumentasi pada masing-masing kelas. Kualitas argumen siswa disajikan pada Gambar 3, 4, dan 5.

Berdasarkan hasil analisis argumentasi sosiosaintifik diperoleh hasil yaitu mayoritas siswa kelas eksperimen 1 dengan persentase

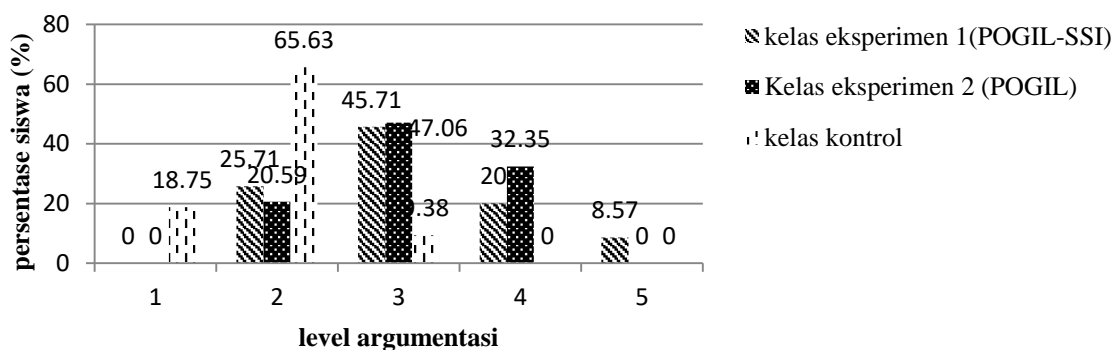
48,57% (N=17) mampu mencapai level argumentasi 4 sedangkan mayoritas siswa kelas eksperimen 2 dengan persentase 88,23% (N=30) mampu mencapai level argumentasi 2 dan mayoritas siswa kelas kontrol dengan persentase 59,38% (N=19) mampu mencapai level argumentasi 1. Demikian dapat disimpulkan bahwa untuk pencapaian tingkat argumentasi siswa pada soal sosiosaintifik di kelas eksperimen 1 lebih tinggi dibandingkan kelas eksperimen 2 dan kontrol. Berdasarkan analisis argumentasi saintifik (Gambar 3), mayoritas siswa kelas eksperimen 1 dengan persentase 45,72% (N=16) mampu mencapai level argumentasi 3 sedangkan mayoritas siswa kelas eksperimen 2 dengan persentase 47,06% (N=16) mampu mencapai level argumentasi 3 dan mayoritas siswa kelas kontrol dengan persentase 65,63% (N=21) mampu mencapai level argumentasi 2.



Gambar 3. Contoh Jawaban Siswa



Gambar 3. Kualitas Argumentasi Sosiosaintifik (1)



Gambar 4. Kualitas Argumentasi Saintifik (2)

Tabel 7. Data Persentase Tingkat Argumentasi Sosiosaintifik Siswa

Tipe pertanyaan	level	Kelas eksperimen 1 (kelas POGIL-SSI)		Kelas eksperimen 2 (kelas POGIL)		Kelas kontrol (kelas konvensional)	
		N	%	N	%	N	%
Sosiosaintifik (1)	5	8	22,86	-	-	-	-
	4	17	48,57	-	-	-	-
	3	10	28,57	3	8,82	-	-
	2	-	-	30	88,23	12	37,5
	1	-	-	1	2,94	19	59,38
Saintifik (2)	1	-	-	-	-	6	18,75
	2	9	20,56	7	20,56	21	65,63
	3	16	45,72	16	47,06	3	9,38
	4	7	20	11	32,25	-	-
	5	3	8,57	-	-	-	-

Pemyataan siswa A:

Penyebab kematian ikan di sungai kapuas karena tercemarnya udara akibat adanya kebakaran hutan

Pemyataan siswa B:

Penyebab kematian ikan di sungai kapuas karena tercemarnya sungai akibat limbah pupuk

Susunlah argumentasi dengan menggunakan data-data dibawah ini yang mendukung pendapat siswa A, B, atau tidak keduanya. Berikut data-data yang dapat Anda gunakan untuk pembedaan

- Kebakaran hutan mengakibatkan terbentuknya gas-gas SO_2 dan NO_2 di atmosfer
- Teori asam basa Arrhenius suatu senyawa asam dalam air yang dapat menghasilkan anion H^+ sehingga terjadi peningkatan konsentrasi ion H^+ dalam larutan
- Gas-gas SO_2 bersifat mudah larut dalam air
- Adanya gas-gas SO_2 dan NO_2 sebagai dampak kebakaran hutan dapat meningkatkan konsentrasi gas-gas tersebut di atmosfer.
- Meningkatnya konsentrasi gas SO_2 dapat berpotensi menyebabkan hujan asam karena terlarutnya gas tersebut saat hujan turun.
- Persamaan reaksi terlarutnya gas SO_2 dalam air :
 $SO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_3(aq)$
 $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$
- Penggunaan pupuk yang berlebihan dapat mencemari sungai secara tidak langsung sebab penumpukan sisa pupuk akan terlarut dalam air dan terbawa hingga menuju sungai.
- Peningkatan konsentrasi ion H^+ dalam suatu larutan mengakibatkan penurunan pH larutan
- Data penggunaan pupuk di area perkebunan atau pertanian di Kalimantan Barat yang terdokumentasi sangat minim.
- Penggunaan pupuk yang berlebihan dapat mempengaruhi derajat keasaman perairan disekitar area pertanian atau perkebunan.
- Senyawa amonium sulfat $(NH_4)_2SO_4$ yang terkandung dalam pupuk bersifat mudah larut dalam air.
 l. Persamaan reaksi ionisasi amonium sulfat $(NH_4)_2SO_4$ dalam pelarut air:
 $(NH_4)_2SO_4(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NH_4^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$
- Persamaan reaksi ion NH_4^+ dengan air:
 $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightarrow NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$
- Menurut Arrhenius senyawa asam adalah senyawa yang dapat menghasilkan anion H^+ dalam air.
- Adanya ion H_3O^+ dalam larutan merupakan salah satu ciri larutan bersifat asam

Gambar 5. Contoh Soal pada Instrumen Keterampilan Berargumentasi

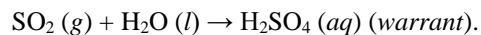
Berdasarkan hasil tersebut analisis argumentasi sosiosaintifik, mayoritas siswa kelas eksperimen 1 dengan persentase 48,57% (N=17) mampu mencapai level argumentasi 4 sedangkan mayoritas siswa kelas eksperimen 2 dengan persentase 88,23% (N=30) mampu mencapai level argumentasi 2 dan mayoritas siswa kelas kontrol dengan persentase 59,38% (N=19) mampu mencapai level argumentasi 1. Demikian dapat disimpulkan bahwa untuk pencapaian tingkat argumentasi siswa pada soal sosiosaintifik di kelas eksperimen 1 lebih tinggi dibandingkan kelas eksperimen 2 dan kontrol. Berdasarkan analisis argumentasi saintifik, mayoritas siswa kelas eksperimen 1 dengan persentase 45,72% (N=16) mampu mencapai level argumentasi 3 sedangkan mayoritas siswa kelas eksperimen 2 dengan persentase 47,06% (N=16) mampu mencapai level argumentasi 3 dan mayoritas siswa kelas kontrol dengan persentase 65,63% (N=21) mampu mencapai level argumentasi 2

Siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik (POGIL-SSI) dan dilatihkan keterampilan berargumentasi secara eksplisit dalam pembelajarannya menunjukkan kualitas argumentasi yang lebih baik daripada kedua kelas lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian (Evagorou & Osborne, 2013) yang menyatakan bahwa menerapkan pembelajaran yang memfasilitasi argumentasi dengan empat kali pertemuan dapat memfasilitasi argumentasi siswa sampai pada level 4. Mayoritas kelas eksperimen 1 mampu menyatakan argumentasinya pada level 4. Pada level ini kelengkapan struktur argumentasi lengkap dan kompleksitas argumentasi siswa cukup tinggi karena mampu menyatakan sanggahan dan sanggahan tersebut dapat diidentifikasi unsur-unsurnya. Berikut contoh soal instrumen keterampilan berargumentasi dengan tipe pertanyaan sosiosaintifik.

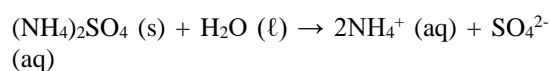
Contoh argumentasi siswa yang memiliki kompleksitas tertinggi, yaitu yang terkategori pada level 5. Unsur-unsur argumentasi yang menyusun argumentasi pada level 5 terdiri dari unsur *claim* atau *counter-claim*, *data*, *warrant* atau *backing*, yang disertai lebih dari satu *rebuttal* (sanggahan).

Contoh:

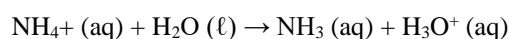
“Saya setuju dengan pernyataan siswa A (*claim*). Kebakaran hutan menghasilkan gas SO₂ sehingga meningkatkan konsentrasi gas SO₂. Gas SO₂ bersifat mudah larut dalam air dapat menjadi hujan asam (*data*). Reaksi:



Hasil reaksi gas SO₂ dan air adalah asam sulfat. Asam sulfat adalah senyawa yang bersifat asam. Dalam air, asam sulfat terionisasi sempurna sehingga dalam larutan ada ion H⁺, dan ion SO₄²⁻. Menurut teori asam basa Arrhenius, senyawa asam dalam air dapat melepaskan ion H⁺. Ion H⁺ dalam air dapat mengakibatkan penurunan pH larutan sehingga larutan bersifat lebih asam (*backing*). (*Rebuttal 1*) Namun tidak hanya kebakaran hutan yang menyebabkan hujan asam saja yang dapat mengakibatkan kematian ikan di Sungai Kapuas, pernyataan siswa B juga perlu diperhatikan (*claim*). Banyaknya pembukaan lahan untuk pertanian dan perkebunan yang sebagian besar menggunakan pupuk kimia bisa jadi menjadi salah satu penyebab tercemarnya air sungai secara tidak langsung (*data*). Pupuk kimia ada yang mengandung senyawa amonium sulfat ((NH₄)₂SO₄) bersifat mudah larut dalam air (*warrant*). Persamaan reaksi ionisasi amonium sulfat (NH₄)₂SO₄ dalam pelarut air:



Ion NH₄⁺ dapat bereaksi dengan air seperti pada persamaan reaksi ion NH₄⁺ dengan air:



Ion H₃O⁺ dalam larutan menandakan larutan asam (*backing*). (*Rebuttal 2*) Namun saya tidak tahu apakah limbah pupuk adalah penyebab utama kematian ikan (*claim*) karena data penggunaan pupuk minim terdokumentasi (*warrant*).”

Rumusan pola argumentasi siswa tersebut, sebagai berikut:

Claim + data + warrant + backing + rebuttal 1 (claim + data + warrant + backing) + rebuttal 2 (claim + data + warrant)

Rendahnya pencapaian level untuk keterampilan berargumentasi siswa kelas eksperimen 2 dan kontrol ini menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam mengembangkan *claim* yang dilengkapi *data*, *warrant* atau *backing* lebih dari satu serta konteks isu-isu sosiosaintifik yang kurang familiar. Berbeda dengan kelas eksperimen 1 yang memiliki pengalaman belajar dengan konteks isu-isu sosiosaintifik dan keterampilan berargumentasi menunjukkan bahwa siswa mampu mengembangkan *claim* dilengkapi dengan *data*, *warrant* atau *backing* lebih dari satu yang diidentifikasi sebagai *rebuttal*. Siswa dapat mengembangkan *rebuttal* yang mengandung *data*, *warrant* atau *backing* dengan jelas sehingga dapat mendukung argumentasinya dengan lebih baik. Hal ini sesuai

dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa integrasi isu-isu sosiosaintifik dalam pembelajaran dapat memberikan pengalaman bagi siswa untuk menyelesaikan permasalahan tersebut (Acar, Turkmen, & Roychoudhury, 2010) dan dapat memfasilitasi argumentasi tertulis pada level tertinggi (Sibel Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Venville & Dawson, 2010).

Selain itu, konten materi yang familiar dan pengalaman belajar siswa di kedua kelas eksperimen tersebut juga tidak jauh berbeda karena kedua kelas tersebut menerapkan model pembelajaran POGIL yang memadukan kolaboratif melalui kerjasama dalam kelompok-kelompok kecil dan inkuiri serta menuntun siswa membangun konsepnya melalui setiap tahap pembelajarannya. Melalui pembelajaran POGIL siswa dituntun secara mandiri dan aktif dalam menginterpretasikan data, menganalisis, dan mengevaluasi untuk membangun pengetahuannya sehingga siswa memiliki pengalaman dalam mengembangkan pola berpikir dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Siswa berdiskusi dalam kelompok kecil kemudian menyampaikan pendapatnya dalam diskusi kelas yang kemudian akan ditanggapi oleh kelompok lainnya. Secara tidak langsung diskusi tersebut merupakan salah satu kegiatan berargumentasi. Menurut (Cole et al., 2012) siswa dalam kelas POGIL terlibat dalam argumentasi substantif selama diskusi dalam kelas.

Namun, bagi siswa kelas kontrol yang lebih cenderung terbiasa dengan kegiatan konvensional dan kurang memiliki kesempatan untuk mengembangkan keterampilan berargumentasinya menunjukkan keterampilan berargumentasi saintifik kurang maksimal. Hal ini dikarenakan pengetahuan siswa hanya terbatas pada apa yang disampaikan guru. Siswa cenderung menganggap bahwa apa yang disampaikan guru sudah cukup sehingga kurang memotivasi dirinya untuk memahami konsep dengan lebih luas. Munculnya dominasi guru dan penerapan pembelajaran konvensional ini tidak lepas dari persepsi guru yang mengajarkan pembelajaran sains merupakan proses transfer pengetahuan dari guru kepada siswa (C.-C. Tsai, 2002). Kondisi pembelajaran tersebut lebih menekankan pada keakuratan atau kepastian konsep sehingga kurang mendukung untuk mengembangkan keterampilan berargumentasi siswa.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang disesuaikan dengan tujuan penelitian maka disimpulkan bahwa ada perbedaan yang signifikan keterampilan berargumentasi siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik dengan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran POGIL dan pembelajaran konvensional. Kualitas argumentasi siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik mampu mencapai level yang lebih baik daripada kelas yang dibelajarkan dengan POGIL dan konvensional. Mayoritas argumentasi sosiosaintifik siswa pada kelas POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik pada level 4 (48, 57%), sedangkan kelas POGIL dan konvensional masing-masing pada level 2 (88, 23%) dan level 1 (59,38%). Mayoritas argumentasi saintifik siswa pada kelas POGIL berkonteks isu-isu sosiosaintifik dan kelas POGIL pada level 3 dengan persentase masing-masing sebesar 45,72% dan 47,06%, sedangkan kelas kontrol pada level 2 (65,63%).

Implikasi penelitian ini adalah bahwa pembelajaran inkuiri dalam hal ini diwakili oleh POGIL pada dasarnya dapat melatih siswa dalam berargumentasi. Latihan tersebut akan lebih efektif lagi jika pembelajarannya mengaitkan isu-isu sosiosaintifik. Selain itu, perlu diperhatikan oleh pendidik/guru dalam pemilihan kerangka/ pola pertanyaan untuk memfasilitasi argumen yang akan dikembangkan/dilatihkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Acar, O., Turkmen, L., & Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision-making research findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1191–1206. <https://doi.org/10.1080/09500690902991805>
- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797–817. <https://doi.org/10.1080/095006900412284>
- Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S.-W., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in*

- Science Teaching*, 48(6), 670–697.
<https://doi.org/10.1002/tea.20424>
- Cole, R., Becker, N., Towns, M., Sweeney, G., Wawro, M., & Rasmussen, C. (2012). Adapting a methodology from mathematics education research to chemistry education research: Documenting collective activity. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(1), 193–211.
<https://doi.org/10.1007/s10763-011-9284-1>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Boston: Pearson.
- 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>
- Evagorou, M., Jimenez-Aleixandre, M. P., & Osborne, J. (2012). "Should we kill the grey squirrels?" A study exploring students' justifications and decision-making. *International Journal of Science Education*, 34(3), 401–428.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.619211>
- Evagorou, M., & Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 209–237.
<https://doi.org/10.1002/tea.21076>
- Garcia-Mila, M., & Andersen, C. (2007). Cognitive foundations of learning argumentation. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education* (pp. 29–45). Springer, Dordrecht.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_2
- Hanson, D. M. (2005). *Designing Process-Oriented Guided-Inquiry Activities*. Lisle: Psific Crest.
- Hanson, D. M. (2006). *Instructor's guide to process-oriented guided-inquiry learning*. New York, N.Y.: Stony Brook University.
- Inch, E. S., & Tudor, K. H. (2013). *Critical thinking and communication: The use of reason in argument*. Pearson.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education. Science & Technology Education Library* (Vol. 35, pp. 3–27). Springer, Dordrecht.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_1
- Kulatunga, U., & Lewis, J. E. (2013). Exploration of peer leader verbal behaviors as they intervene with small groups in college general chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 576–588.
<https://doi.org/10.1039/c3rp00081h>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159.
<https://doi.org/10.2307/2529310>
- Moon, A., Stanford, C., Cole, R., & Towns, M. (2016). The nature of students' chemical reasoning employed in scientific argumentation in physical chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 353–364.
<https://doi.org/10.1039/C5RP00207A>
- Murningsih, I. M. T., Masykuri, M., & Mulyani, B. (2016). Penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing untuk meningkatkan sikap ilmiah dan prestasi belajar kimia siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 177–189.
<https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.11196>
- 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.
<https://doi.org/10.1080/095006999290570>
- Nussbaum, E. M. (2002). Scaffolding argumentation in the social studies classroom. *The Social Studies*, 93(2), 79–83.
<https://doi.org/10.1080/00377990209599887>
- OECD. (2016). *PISA 2015 results, excellence and equity in education. Pisa* (Vol. I).
<https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- 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., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82(June), 63–70.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education INT. J. SCI. EDUC*, 25(9), 1049–1079.
<https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Pluck, G., & Johnson, H. (2011). Stimulating curiosity to enhance learning. *GESJ: Education Science and Psychology*, 2(19), 24–31. Retrieved from <http://eprints.whiterose.ac.uk/74470/>
- Pratiwi, Y. N. (2016). *Pengaruh socioscientific issue (SSI) sebagai konteks pembelajaran kooperatif pada materi laju reaksi terhadap pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan berargumentasi siswa*. Universitas Negeri Malang. Retrieved from <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/disertasi/article/view/50389>
- Rahayu, S. (2017). Mengoptimalkan aspek literasi dalam pembelajaran kimia Abad 21. In *Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY 2017 Sinergi Penelitian dan Pembelajaran untuk Mendukung Penguatan Literasi Kimia pada Era Global* (Vol. 21, pp. 319–324). Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513–536.
<https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463–1488.
<https://doi.org/10.1080/09500690600708717>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909–921. <https://doi.org/10.1002/tea.20327>
- 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>
- Shaw, V. F. (1996). The cognitive processes in informal reasoning. *Thinking & Reasoning*, 2(1), 51–80.
<https://doi.org/10.1080/135467896394564>
- Tsai, C.-C. (2002). Nested epistemologies: Science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24(8), 771–783.
<https://doi.org/10.1080/09500690110049132>
- Tsai, C.-Y. (2015). Improving students' PISA scientific competencies through online argumentation. *International Journal of Science Education*, 37(2), 321–339.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2014.987712>
- 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), 952–977. <https://doi.org/10.1002/tea.20358>
- World Economic Forum. (2015). *New vision for education*. Geneva: Cologny.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58.
<https://doi.org/10.1007/BF03173684>