

## DEVELOPMENT OF PHYSICS LEARNING MATERIALS BASED ON GUIDED INQUIRY MODEL INTEGRATED WITH VIRTUAL LABORATORY TO FACILITATE STUDENT'S SCIENTIFIC ARGUMENTATION ABILITY

Ahmad Fauzi Hendratmoko<sup>1</sup>, Wasis<sup>2</sup>, & Endang Susantini<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Program Studi Pendidikan Sains Program Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya

E-mail: [ahmadfauzihendratmoko@gmail.com](mailto:ahmadfauzihendratmoko@gmail.com)

**ABSTRACT:** The purpose of this research is to develop physics learning materials based on guided inquiry model integrated with virtual laboratory to practice student's scientific argumentation skill. This research uses 4D development model and tested in 91 students, divided into three classes, X MIPA 1, X MIPA 2, and X MIPA 3 SMA Senopati Sedati with try out design using one group pretest-posttest design. The learning instruments developed are: (a) syllabus (b) lesson plan, (c) student's book, (d) student worksheet, and (e) test of students' scientific argumentation skill. The Research data gotten through validation method, observation, test, and questionnaire. The research result was analyzed descriptively quantitative and qualitative. The students' scientific argumentation skill was analyzed with *n-gain*. The research result gotten are (a) the learning instruments developed categorized as very valid, (b) the learning activity was well done, (c) the students' scientific argumentation skill run into enhancement in middle categorized, and (d) the students responded very positively to the learning that is already implemented. Based on analysis result and discussion, it can be concluded that the physics learning material guided inquiry model integrated with virtual laboratory developed is worthy to be used to practice students' scientific argumentation skill.

**Keywords:** *guided inquiry model, virtual laboratory, student's scientific argumentation skill.*

### PENDAHULUAN

Ilmu fisika adalah dasar utama dan paling penting dalam kemajuan teknologi. Ilmu fisika telah mendorong terlahirnya dua revolusi penting, yaitu revolusi industri dan revolusi informasi. Revolusi industri ditandai sejak dibangunnya mesin uap dengan prinsip-prinsip termodinamika. Revolusi informasi ditandai sejak diciptakannya semikonduktor sebagai bagian terpenting dari prosesor dalam komputer (Ishaq, 2007). Berdasarkan fakta tersebut, tidak berlebihan seandainya dikatakan bahwa ilmu fisika adalah jantung dari kemajuan teknologi saat ini.

Fisika sebagai dasar dari kemajuan teknologi dapat dikategorikan sebagai ilmu yang bersifat induktif, yaitu ilmu yang dibangun atas dasar penyimpulan kejadian-kejadian khusus di alam. Pada hakikatnya fisika merupakan proses dan produk tentang pengkajian gejala alam (Sutarto & Indrawati, 2010). Fisika memberikan berbagai pengalaman belajar untuk membangun pengetahuan pada diri siswa. Pengalaman belajar itu meliputi keterampilan mengamati, mengajukan hipotesis, menggunakan alat dan bahan secara baik dan benar dengan selalu mempertimbangkan keamanan dan

keselamatan kerja, mengajukan pertanyaan, menafsirkan data, serta mengomunikasikan hasil temuan secara lisan atau tertulis, menggali dan memilah informasi faktual yang relevan untuk memecahkan masalah.

Hasil studi dari *Programme for International Student Assessment (PISA)* pada tahun 2012 menunjukkan bahwa skor rata-rata siswa Indonesia yaitu 382. Skor tersebut menempatkan Indonesia berada pada peringkat 64 dari 65 negara yang telah mengikuti tes tersebut (OECD, 2013). Studi yang dilakukan oleh PISA yaitu mengukur kecakapan siswa Indonesia dalam mengimplementasikan pembelajaran yang diperoleh ke dalam penyelesaian masalah di kehidupan nyata. Menurut Wasis (2015), karakteristik dari soal PISA yaitu menggunakan konteks kehidupan nyata. PISA tidak hanya mengukur bagaimana pemahaman siswa terhadap konsep sains, tetapi lebih banyak menekankan pada kemampuan siswa menggunakan pengetahuannya untuk menjelaskan suatu fenomena, menggunakan data untuk merumuskan kesimpulan, membuat prediksi-prediksi yang rasional, mengembangkan argumentasi terhadap sesuatu yang berkaitan dengan sains, termasuk bersikap menyetujui atau menolak terhadap gagasan

yang berkaitan dengan sains. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa rendahnya rata-rata skor siswa Indonesia pada studi yang dilakukan PISA mengindikasikan rendahnya kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

Perkembangan zaman mengharuskan adanya reformasi dalam dunia pendidikan sehingga mampu membentuk manusia yang sanggup menjawab berbagai permasalahan kehidupan pada abad ke-21. Kurikulum 2013 merupakan solusi yang diberikan oleh pemerintah sebagai upaya untuk memperbaiki mutu pendidikan di Indonesia. Kurikulum 2013 bertujuan membekali lulusan dengan berbagai kemampuan untuk menjawab berbagai permasalahan kehidupan, termasuk kemampuan berargumentasi ilmiah. Hal tersebut dikarenakan kurikulum 2013 menerapkan pendekatan saintifik (*scientific approach*) dalam proses pembelajaran di kelas. Penerapan pendekatan saintifik pada kurikulum 2013 didalamnya terdapat proses komunikasi yang harus dilakukan dalam kegiatan pembelajaran. Fakta di sekolah menunjukkan bahwa komunikasi yang dilakukan jauh dari apa yang diharapkan. Komunikasi dua arah antara guru dengan siswa jarang terjadi. Kalaupun terdapat proses komunikasi, biasanya hanya diskusi tanpa disertai dukungan data atau fakta yang jelas.

Observasi yang dilakukan di salah satu sekolah di Kabupaten Sidoarjo menunjukkan bahwa pembelajaran di kelas berjalan satu arah. Pembelajaran lebih didominasi oleh ceramah dari guru dan siswa cenderung pasif, sehingga komunikasi dua arah antara guru dengan siswa jarang terjadi. Pembelajaran lebih menekankan aspek kognitif siswa. Siswa mampu mengerjakan soal fisika secara matematis, tetapi kesulitan menjelaskan makna fisiknya. Hal yang serupa juga disampaikan oleh Aisyah & Wasis (2015), pembelajaran yang dilakukan di dalam kelas masih sering menggunakan metode ceramah, sehingga menyebabkan siswa kurang terlibat aktif di dalam kelas karena mereka kurang memiliki sumber untuk menyanggah ataupun mempertanyakan hal-hal yang belum dipahami. Handayani & Sardianto (2015) menyatakan bahwa siswa menganggap gurunya hanya menekankan kepada rumus-rumus fisika saja, sehingga menyebabkan pengetahuan fisis siswa rendah. Oleh sebab itu diperlukan pembelajaran yang dapat melatih kemampuan kepada siswa untuk memperkuat pengetahuan fisis. Salah satu kemampuan yang dapat dikembangkan adalah kemampuan berargumentasi ilmiah.

Menurut Erduran, *et al.* (2004), dalam dua dekade terakhir ini para pakar pendidikan sains mulai mengkaji pembelajaran sains sebagai sarana untuk membangun pengetahuan melalui proses sosial, disini peran bahasa dan komunikasi dalam pembelajaran sains mulai mendapat perhatian. Dalam proses membangun pengetahuan dalam pembelajaran sains, proses yang dilakukan tidak hanya sebatas kegiatan mengkaji suatu fenomena alam dan melakukan pengujian melalui eksperimen. Kegiatan yang tidak kalah pentingnya adalah bagaimana mengomunikasikan dan mampu meyakinkan tentang kebenaran dari hasil temuannya tersebut. Mengomunikasikan dan meyakinkan kebenaran dari hasil temuan memerlukan kemampuan argumentasi ilmiah yang baik.

Argumentasi ilmiah merupakan salah satu topik sentral dalam pendidikan sains yang menarik untuk dibahas dalam beberapa tahun terakhir (Bottcher & Meisert, 2011). Argumentasi ilmiah adalah bentuk wacana yang mencakup proses penalaran dan kemampuan berpikir kritis. Argumentasi ilmiah dapat memfasilitasi konstruksi pengetahuan bagi siswa (Bekiroglu & Eskin, 2012). Menurut Konstantinidou & Macagno (2013), skema argumentasi ilmiah mewakili berbagai jenis hubungan material, yang digabungkan dalam pola yang berbeda untuk mendukung kesimpulan tertentu. Langkah penting adalah untuk menganalisis bagaimana skema argumentasi ilmiah berlaku untuk argumen yang nyata, atau lebih tepatnya bagaimana argumen nyata merupakan contoh konsep-konsep abstrak. Oleh karena itu, argumentasi ilmiah dapat digunakan untuk menentukan kemampuan penalaran dan pengetahuan siswa.

Berargumentasi ilmiah berarti membangun aktivitas sosiokultural melalui presentasi, interpretasi, kritik, dan revisi terhadap suatu argumen (Hakyolu & Bekiroglu, 2011). Menurut Sampson & Clark (2011), argumentasi ilmiah meliputi kegiatan mengumpulkan dan mengolah data, menghasilkan dan mengartikulasikan penjelasan dari fenomena alam, membenarkan penjelasan dengan bukti dan alasan yang tepat, dan kritik validitas serta legitimasi dari satu atau lebih sudut pandang. Berdasarkan penjelasan di atas diketahui bahwa, argumentasi ilmiah adalah kemampuan yang harus dimiliki siswa guna membantu dalam mengkonstruksi pengetahuan tentang materi fisika yang dipelajari.

Wawancara dengan guru fisika menunjukkan bahwa guru belum begitu banyak mengetahui informasi tentang apa itu

kemampuan argumentasi ilmiah dan bagaimana cara melatih kemampuan tersebut kepada siswa. Hasil wawancara tersebut diperkuat oleh pernyataan dari Sampson & Blanchard (2012) yang menyatakan bahwa argumentasi ilmiah merupakan aspek ilmu yang asing bagi sebagian besar guru sains. Kebanyakan guru fisika tidak memiliki banyak kesempatan untuk terlibat dalam argumentasi ilmiah dan memahami bagaimana menggunakannya dalam pembelajaran di kelas (Vieira, *et al.*, 2015). Beberapa uraian di atas mengisyaratkan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah jarang dan hampir tidak pernah dilatihkan kepada siswa.

Kreativitas guru diperlukan dalam menciptakan pembelajaran yang dapat memberikan ruang dan kesempatan pada siswa untuk terlibat aktif dalam menyampaikan argumentasi ilmiah siswa. Guru dapat menggunakan pembelajaran berbasis inkuiri untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Bricker & Bell (2008) menyatakan bahwa kemampuan berargumentasi sangat erat kaitannya dengan pembelajaran inkuiri (belajar bermakna melalui penemuan) yang merupakan ciri khas pembelajaran sains. Edelson (2001) dan Ucar & Trundle (2011) menyatakan bahwa inkuiri dapat melatih beberapa keterampilan, seperti merumuskan hipotesis, mengumpulkan dan mengevaluasi bukti, dan membela kesimpulan berdasarkan bukti. Keterampilan tersebut merupakan proses membangun pengetahuan ilmiah dalam diri siswa untuk memperkuat kemampuan argumentasi ilmiah.

Menurut Sund & Trowbridge (1980) (dalam Ngertini, *et al.*, 2013) ada tiga macam pendekatan inkuiri, yaitu: model pembelajaran inkuiri bebas (*free inquiry*), model pembelajaran inkuiri bebas yang dimodifikasi (*modified free inquiry*) dan model pembelajaran inkuiri terbimbing (*guided inquiry*). Inkuiri terbimbing merupakan model yang didasarkan pada teori konstruktivisme yang berarti pengetahuan harus dibangun dalam pikiran siswa (Conway, 2014). Inkuiri terbimbing dapat meningkatkan pengalaman belajar siswa dan mengekspos mereka terhadap prinsip-prinsip ilmiah (Matchtinger, 2014).

Menurut Branch & Oberg (2004), model inkuiri terbimbing terdiri dari enam tahap, yaitu: (a) perencanaan, (b) mendapatkan informasi, (c) memproses informasi, (d) membuat kesimpulan, (e) mengomunikasikan, dan (f) mengevaluasi. Tahapan dalam model inkuiri terbimbing mengindikasikan bahwa model ini dapat digunakan untuk melatih

kemampuan argumentasi ilmiah. Kemampuan tersebut dibangun berdasarkan aktivitas siswa dalam memperoleh data, memproses data dan membuat klaim dengan menggunakan kemampuan berpikirnya, dan mengomunikasikan hasil temuannya yang diperkuat dengan teori terkait, serta mampu memberikan sanggahan terhadap pendapat yang dirasa kurang benar.

Model inkuiri terbimbing erat kaitannya dengan kegiatan berbasis eksperimen yang banyak terlibat dengan data hasil percobaan ataupun pengamatan guna memperkuat argumentasi ilmiah siswa. Oleh karena itu dalam kegiatan pembelajaran perlu difasilitasi dengan sarana yang dapat menunjang kegiatan eksperimen dengan baik. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa tidak semua sekolah memiliki laboratorium fisika yang layak, walaupun terdapat laboratorium fisika, biasanya alat praktikum yang tersedia tidak lengkap. Apabila alat praktikum itu ada, biasanya sudah tidak layak untuk digunakan atau dapat dikatakan dalam kondisi rusak. Selain itu terdapat beberapa materi fisika yang tidak bisa dipraktikkan secara riil. Sebagai solusi dari permasalahan ini, dapat digunakan laboratorium virtual dalam kegiatan pembelajaran yang bertujuan untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah.

Laboratorium virtual bukan pengganti atau kompetitor dari laboratorium nyata, melainkan perluasan dari laboratorium nyata. Laboratorium virtual memungkinkan peserta didik memvisualisasikan dan berinteraksi dengan fenomena yang akan mereka alami jika melakukan percobaan di laboratorium nyata (Martinez, *et al.*, 2011). Menurut Mahanta & Sarma (2012), laboratorium virtual memanfaatkan komputer untuk mensimulasikan sesuatu yang rumit, perangkat percobaan yang mahal atau mengganti percobaan di lingkungan berbahaya. Laboratorium virtual dapat didefinisikan sebagai serangkaian program komputer yang dapat memvisualisasikan fenomena yang abstrak atau percobaan yang rumit dilakukan di laboratorium nyata, sehingga dapat meningkatkan aktivitas belajar dalam upaya mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah (Yusuf, *et al.*, 2015).

Laboratorium virtual dapat mendukung kegiatan praktikum di laboratorium yang bersifat interaktif, dinamis, animatif, dan berlingkungan virtual sehingga tidak membosankan dan dapat mendukung keinginan pengguna untuk mempelajari dan memahami

materi pelajaran produktif di sekolah (Jaya, 2012). Laboratorium virtual menawarkan efisiensi yang lebih dibanding percobaan fisik karena mereka biasanya membutuhkan lebih sedikit waktu dan memberikan hasil penyelidikan cukup akurat (Jong, *et al.*, 2013). Hal yang serupa didukung oleh beberapa temuan yang menyebutkan bahwa laboratorium virtual lebih efektif dibanding laboratorium nyata (Jaya, 2012; Yuniarti, *et al.*, 2012; Argandi, *et al.*, 2013; Azis & Yusuf, 2013). Pembelajaran dengan menggunakan laboratorium virtual terbukti dapat meningkatkan aktivitas siswa (Yusuf & Subaer, 2013; Yusuf, *et al.*, 2015).

Kompetensi dasar yang harus dicapai siswa dalam materi pembelajaran fluida statis diantaranya, yaitu: 3.7 Menerapkan hukum-hukum pada fluida statik dalam kehidupan sehari-hari. 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah. 4.7 Merencanakan dan melaksanakan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida untuk mempermudah suatu pekerjaan. Kompetensi dasar tersebut dapat dicapai melalui pembelajaran dengan model inkuiri terbimbing yang identik dengan pembelajaran berbasis eksperimen, sehingga pembelajaran dapat diintegrasikan dengan penggunaan laboratorium virtual. Melalui pembelajaran ini diharapkan tidak hanya kompetensi dasar saja yang dapat dicapai siswa, melainkan juga dapat melatih kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

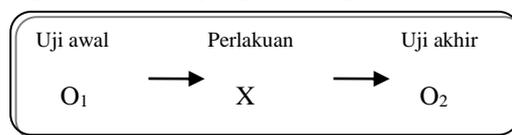
Berdasarkan penjelasan di atas maka akan dikembangkan perangkat pembelajaran fisika dengan menggunakan model inkuiri terbimbing terintegrasi laboratorium virtual untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Perangkat pembelajaran dapat diartikan sebagai sekumpulan alat yang berfungsi membantu dan memudahkan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan (Ibrahim, 2002). Perangkat pembelajaran diperlukan agar kegiatan belajar mengajar dapat terlaksana dengan baik dan tujuan pembelajaran dapat dicapai secara optimal. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kelayakan perangkat pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing terintegrasi laboratorium virtual untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah siswa? Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan perangkat pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing terintegrasi laboratorium virtual yang layak digunakan

untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*developmental research*), yang bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing terintegrasi laboratorium virtual yang layak digunakan untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Penelitian ini dilakukan melalui 2 tahaapan, yaitu tahap pengembangan perangkat pembelajaran dan tahap ujicoba perangkat pembelajaran. Tahap pengembangan dilaksanakan dengan menggunakan model pengembangan 4D (*design, define, develop, dessiminate*) diadaptasi menjadi Model 4P, yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan dan penyebaran (Ibrahim, 2002). Hasil penelitian ini tidak disebar ke sekolah lain (selain tempat penelitian), sehingga hanya digunakan tiga tahap, yaitu pendefinisian, perancangan, dan pengembangan.

Tahap ujicoba perangkat pembelajaran dilaksanakan di SMA Senopati Sedati, dimana subjek ujicoba terdiri dari 91 siswa yang terbagi dalam kelas X MIPA 1, X MIPA 2, dan X MIPA 3. Tahap ujicoba menggunakan rancangan *One-Group Pretest-Posttest Design*, digambarkan dengan pola sebagai berikut.



Keterangan:

- O<sub>1</sub> = Memberikan *pretest*, untuk mengetahui kemampuan argumentasi ilmiah siswa sebelum diberikan perlakuan.
- X = Memberikan perlakuan pada siswa, yaitu pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing terintegrasi laboratorium virtual.
- O<sub>2</sub> = Memberikan *posttest*, untuk mengetahui kemampuan argumentasi ilmiah siswa setelah diberikan perlakuan.

(Sugiyono, 2014)

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar validasi perangkat pembelajaran, lembar pengamatan keterlaksanaan pembelajaran, tes kemampuan argumentasi ilmiah siswa, dan anket respon

siswa. Hasil tes kemampuan argumentasi ilmiah dianalisis menggunakan *n-gain* untuk mengetahui peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa setelah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengembangan dan hasil ujicoba perangkat pembelajaran yang dilakukan di SMA Senopati Sedati diuraikan sebagai berikut.

**Tabel 1** Hasil Validasi Perangkat Pembelajaran

No	Perangkat Pembelajaran yang Divalidasi	Skor Rata-rata	Kategori	R
1.	Silabus	3,68	Sangat Valid	92,86%
2.	RPP	3,69	Sangat Valid	92,52%
3.	Buku siswa	3,65	Sangat Valid	91,36%
4.	LKS	3,63	Sangat Valid	92,14%
5.	Tes Kemampuan Argumentasi Ilmiah	3,53	Valid	94,29%

Keterangan: R = *Percentage of agreement*

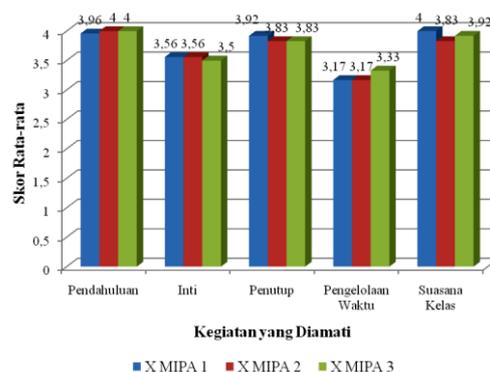
Hasil penilaian dari validator menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat diimplemetasikan atau digunakan pada tahap ujicoba. Hal tersebut dikarenakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan berada pada kategori valid untuk tes kemampuan argumentasi ilmiah dan sangat valid untuk silabus, RPP, buku siswa, dan LKS. Ratumanan & Laurens (2011) menyatakan bahwa, perangkat pembelajaran dinyatakan layak digunakan jika minimal tingkat validitas mencapai kategori valid dengan skor minimal 2,6.

**B. Keterlaksanaan Pembelajaran**

Keterlaksanaan pembelajaran adalah tingkat pencapaian tahap-tahap pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing terintegrasi laboratorium virtual untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah yang didasarkan pada hasil pengamatan oleh dua orang pengamat. Pengamatan keterlaksanaan pembelajaran dilakukan pada 3 kelas, yaitu kelas X MIPA 1, X MIPA 2, dan X MIPA 3. Pengamatan dilakukan selama tiga kali pertemuan untuk masing-masing kelas yang merupakan implementasi dari RPP 1, RPP 2, dan RPP 3. Hasil pengamatan keterlaksanaan pembelajaran disajikan pada Gambar 2 berikut.

**A. Validitas Perangkat Pembelajaran**

Validitas perangkat pembelajaran adalah nilai hasil telaah perangkat pembelajaran yang dilakukan oleh penelaah (validator) yang dinyatakan dalam skor 1 sampai 4. Perangkat pembelajaran yang dinilai oleh validator meliputi silabus, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), buku siswa, lembar kegiatan siswa (LKS), dan tes kemampuan argumentasi ilmiah. Hasil rekapitulasi validasi perangkat pembelajaran disajikan pada Tabel 1 berikut.



**Gambar 1** Hasil pengamatan keterlaksanaan pembelajaran

Kegiatan pendahuluan pada kelas X MIPA 1, X MIPA 2, dan X MIPA 3 terlaksana dengan sangat baik. Kegiatan pendahuluan pada fase *planing* atau perencanaan diawali dengan guru memulai pembelajaran dengan meminta siswa berdoa menurut agama dan kepercayaanya masing-masing. Kegiatan selanjutnya siswa disajikan contoh penerapan hukum-hukum dalam fluida statis dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan tersebut bertujuan untuk memotivasi siswa dan membuat siswa lebih antusias dalam mengikuti pembelajaran. Pada tahap pendahuluan, guru juga menjelaskan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Kegiatan pendahuluan juga menginstruksikan guru untuk membagi siswa dalam beberapa kelompok dan membagi LKS.

Kegiatan inti pada ketiga kelas terlaksana dengan baik. Kegiatan inti terdiri dari 4 fase, yaitu *retrieving* (mendapatkan informasi), *processing* (memproses informasi), *creating* (membuat kesimpulan), *sharing* (mengkomunikasikan). Fase *retrieving* guru memberikan permasalahan argumentatif kepada siswa dengan menyajikan fenomena tentang hukum-hukum dalam fluida statis yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari. Guru membimbing siswa melalui analogi dan pertanyaan agar siswa mengumpulkan informasi dan mampu menanya melalui merumuskan masalah. Masalah dan pertanyaan ini yang mendorong siswa melakukan penyelidikan untuk menemukan jawabannya (Mercer, *et al.*, 2004; Bao, *et al.*, 2009; Acevedo, *et al.*, 2010). Fase *retrieving* mengharuskan siswa merumuskan hipotesis sebagai jawaban sementara dari rumusan masalah dengan bimbingan dari guru. Setelah itu siswa menentukan prosedur untuk menguji hipotesis dengan menentukan variabel percobaan. Selanjutnya siswa melakukan percobaan dengan menggunakan laboratorium virtual.

Fase selanjutnya yaitu *processing*, fase ini membelajarkan siswa dalam mengolah data hasil eksperimen. Siswa mengolah data hasil eksperimen secara jujur, objektif, kritis dan bisa dipertanggungjawabkan. Hal tersebut sesuai dengan kompetensi dasar 2.1 menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan, melaporkan, dan berdiskusi.

Fase *creating* guru membimbing agar siswa mampu menalar dengan menganalisis data hasil eksperimen dan menjawab pertanyaan argumentatif yang terdapat pada LKS. Siswa menjawab pertanyaan argumentatif yang terdapat pada LKS berdasarkan data yang diperoleh dari eksperimen. Argumentasi ilmiah meliputi kegiatan mengumpulkan dan mengolah data, menghasilkan dan mengartikulasikan penjelasan dari fenomena alam, membenarkan penjelasan dengan bukti dan alasan yang tepat, dan kritik validitas serta legitimasi dari satu atau lebih sudut pandang (Sampson & Clark, 2011). Pendapat lain juga menyebutkan data yang diperoleh dari eksperimen mendukung siswa dalam membangun argumen. Hal tersebut dikarenakan data tersebut menyedikan bukti

untuk berargumentasi (Katchevich, *et al.*, 2013; Ozdem, *et al.*, 2013).

Pada fase *sharing* salah satu kelompok siswa diminta untuk mempresentasikan hasil pekerjaannya. Kelompok yang lain memberikan tanggapan terhadap apa yang dipresentasikan oleh temannya. Kegiatan berargumentasi pada fase *sharing* belum dapat berjalan dengan baik sehingga guru lebih banyak memberikan bimbingan. Bimbingan yang diberikan guru yaitu: 1) menunjuk salah satu kelompok untuk mempresentasikan hasil percobaannya, 2) menunjuk salah satu kelompok untuk memberikan tanggapan, 3) mengajukan pertanyaan untuk memancing pendapat siswa, 4) memperjelas tanggapan yang diungkapkan oleh salah satu kelompok. Kegiatan ini sesuai dengan pendapat dari Chin & Osborne (2010) yang menyatakan bahwa rendahnya kemampuan siswa dalam berargumentasi dapat dibantu dengan beberapa *scaffolding*, misalnya mengajukan pertanyaan yang mengarah pada suatu argumen.

Kegiatan penutup pada ketiga kelas terlaksana dengan sangat baik. Kegiatan penutup pada fase *evaluating* siswa dibimbing oleh guru dalam memberikan evaluasi tentang pembelajaran yang sudah dilakukan. Siswa diberi kesempatan untuk memberikan umpan balik terhadap seluruh proses inkuiri dan hasil penyelesaian permasalahan argumentatif. Siswa melakukan koreksi dan perbaikan terhadap jawaban pertanyaan dan permasalahan. Pembelajaran diakhiri dengan memberikan kesimpulan hasil pembelajaran secara bersama-sama dan guru memberikan penghargaan kepada kelompok yang sudah presentasi dan memberikan tanggapan.

Pengelolaan waktu pembelajaran pada ketiga kelas terlaksana dengan baik. Pengelolaan waktu pada pertemuan pertama di ketiga kelas memperoleh skor terendah. Hal tersebut disebabkan siswa belum terbiasa dengan pembelajaran menggunakan model inkuiri terbimbing. Siswa merasa senang dengan penggunaan laboratorium virtual dalam kegiatan pembelajaran yang mengakibatkan siswa terlalu asyik dalam percobaan sehingga tidak memperhatikan alokasi waktu yang diberikan walaupun guru sudah mengingatkan. Selain itu siswa masih asing dengan pembelajaran yang bertujuan melatih kemampuan argumentasi ilmiah.

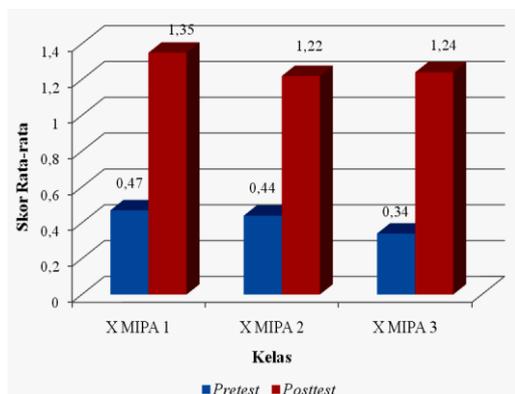
Secara umum guru dan siswa mengikuti kegiatan pembelajaran dengan antusias yang tinggi. Hasil pengamatan terhadap suasana kelas pada ketiga kelas memperoleh kategori sangat baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa

siswa sangat tertarik terhadap pembelajaran yang disampaikan oleh guru. Guru mampu mencairkan suasana dan menghidupkan suasana di ruang kelas, sehingga pembelajaran berjalan dengan menyenangkan. Penggunaan perangkat pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing yang diintegrasikan dengan laboratorium virtual mengakibatkan siswa lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran.

Grafik yang seimbang pada Gambar 1 menunjukkan adanya konsistensi keterlaksanaan pembelajaran pada ketiga kelas. Hal tersebut dikarenakan guru telah mengimplementasikan seluruh kegiatan pembelajaran dengan sangat baik. Siswa juga berperan aktif pada setiap kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat dikatakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kriteria praktis. Nieveen (2007) menyatakan bahwa prototipe hasil penelitian pendidikan praktis secara aktual apabila dapat diterapkan pada suatu kondisi yang telah dirancang.

### C. Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa

Kemampuan argumentasi ilmiah siswa adalah kemampuan yang diukur dengan tes kemampuan argumentasi ilmiah yang diberikan sebelum (*pretest*) dan sesudah proses pembelajaran (*posttest*). Kemampuan argumentasi ilmiah siswa diukur berdasarkan indikator kemampuan argumentasi ilmiah, yaitu *claim made*, *grounds used*, *warrants given*, *counterargument generated*, dan *rebuttal offered* (Schen, 2007). Hasil dari *pretest* dan *posttest* kemudian dianalisis menggunakan *n-gain* untuk mengetahui peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa setelah mengikuti pembelajaran dengan perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Skor rata-rata *pretest* dan *posttest* siswa pada kelas X MIPA 1, X MIPA 2, dan X MIPA 3 disajikan dalam Gambar 2 berikut.



**Gambar 2** Skor rata-rata *pretest* dan *posttest*

Hasil tes kemampuan argumentasi ilmiah seperti yang disajikan dalam Gambar 2 menunjukkan bahwa skor rata-rata *pretest* siswa kelas X MIPA 1 sebesar 0,47, siswa kelas X MIPA 2 sebesar 0,44, dan siswa kelas X MIPA 3 sebesar 0,34. Hasil *pretest* menunjukkan rata-rata kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada ketiga kelas berkategori rendah. Hal tersebut dikarenakan hampir keseluruhan siswa masih merasa baru dan asing dengan tes kemampuan argumentasi ilmiah. Setelah mengikuti pembelajaran dengan perangkat pembelajaran yang dikembangkan diperoleh skor rata-rata *posttest* untuk siswa kelas X MIPA 1 sebesar 1,35, X MIPA 2 sebesar 1,22, dan X MIPA 3 sebesar 1,24. Hasil *posttest* menunjukkan rata-rata kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada ketiga kelas berkategori tinggi. Hal tersebut dikarenakan siswa sudah mulai terbiasa menggunakan data dan fakta untuk berargumentasi secara ilmiah.

Skor *pretest* dan *posttest* digunakan sebagai acuan dalam mengukur peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Skor *pretest* dan *posttest* dianalisis dengan *n-gain*. Hasil analisis menunjukkan peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa kelas X MIPA 1 berkategori sedang dengan skor rata-rata *n-gain* sebesar 0,56, peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa kelas X MIPA 2 berkategori sedang dengan skor rata-rata *n-gain* sebesar 0,49, dan peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa kelas X MIPA 3 berkategori sedang dengan skor rata-rata *n-gain* sebesar 0,55.

Kemampuan argumentasi ilmiah siswa mengalami peningkatan setelah mengikuti kegiatan pembelajaran. Hal tersebut dikarenakan oleh pembelajaran di kelas dapat terlaksana dengan sangat baik. Penilaian dari pengamat menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilakukan di kelas X MIPA 1, kelas X MIPA 2, dan kelas X MIPA 3 terlaksana dengan sangat baik. Hal tersebut menunjukkan bahwa penerapan perangkat pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing terintegrasi laboratorium virtual dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Aisyah & Wasis (2015) menyatakan pendapat yang serupa, yaitu pembelajaran dengan model inkuiri terbukti dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

Kemampuan argumentasi ilmiah siswa dilatihkan selama kegiatan pembelajaran

dengan menggunakan perangkat pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing terintegrasi laboratorium virtual. Siswa menjawab permasalahan argumentatif yang diberikan berdasarkan penalaran dengan dukungan bukti yang memberikan pembenaran terhadap klaim dan diperkuat dengan teori-teori terkait dengan klaim. Bukti berupa data pendukung diperoleh siswa setelah melakukan eksperimen atau percobaan dengan menggunakan laboratorium virtual. Kegiatan eksperimen dengan menggunakan laboratorium virtual dapat memfasilitasi siswa dalam membangun kemampuan argumentasi ilmiahnya. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kegiatan eksperimen dapat mendukung siswa dalam membangun kemampuan argumentasi ilmiah karena berperan sebagai media dalam menyediakan bukti berupa data pendukung untuk berargumentasi secara ilmiah (Richmond & Striley, 1996; Kelly, *et al.*, 1998; Hohenshell & Hand, 2006; Katchevich, *et al.*, 2013; Supeno, 2016).

Peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada ketiga kelas hanya berkategori sedang dikarenakan beberapa faktor. Faktor yang pertama yaitu kegiatan pembelajaran hanya dilaksanakan dalam 3 kali pertemuan, sehingga belum dapat mengoptimalkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Hal tersebut sesuai dengan pendapat dari Ch. & Gusniarti (2014) yang menyatakan bahwa belajar berargumen tidak dapat dilakukan dalam waktu yang singkat.

Faktor kedua yaitu siswa masih merasa baru dengan kegiatan pembelajaran yang bertujuan untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah. Siswa belum bisa beradaptasi secara maksimal dengan lingkungan belajar yang banyak terlibat dengan kegiatan berargumentasi secara ilmiah. Hal tersebut dikarenakan siswa terlanjur terbiasa dengan suasana belajar yang banyak didominasi oleh ceramah dari guru. Berland & Reiser (2010) menyatakan bahwa, terlibat dalam praktek argumentasi ilmiah memerlukan perubahan yang signifikan dari suasana belajar yang biasa digunakan di kelas. Kompleksitas praktek argumentatif menunjukkan bahwa ketika ruang kelas terlibat dalam argumentasi ilmiah, mungkin hanya sebagian siswa yang mampu menyesuaikan dengan praktek argumentatif tersebut. Oleh karena itu, adaptasi secara maksimal oleh siswa sangat diperlukan dalam upaya pengoptimalan kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

Faktor ketiga yang mempengaruhi peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa hanya berkategori sedang yaitu siswa masih merasa asing atau belum terbiasa dengan tes kemampuan argumentasi ilmiah. Siswa lebih sering mengerjakan tes kognitif yang banyak terlibat dengan angka dan perhitungan matematis. Hal tersebut didukung oleh pendapat dari Supeno (2016) yang menyatakan bahwa sebagian besar siswa belum terbiasa dengan tes kemampuan argumentasi ilmiah yang menuntut adanya jawaban dalam bentuk penalaran.

Faktor lain yang mempengaruhi peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa hanya berkategori sedang yaitu rendahnya skor yang diperoleh siswa pada indikator *counterargument generated* dan *rebuttal offered*. Indikator *counterargument generated* dan *rebuttal offered* memperoleh skor terendah dibandingkan dengan indikator lainnya. Hal tersebut dikarenakan kedua indikator tersebut merupakan indikator kemampuan argumentasi yang lebih kompleks yang memerlukan kemampuan berpikir kritis dan proses bernalar yang lebih tinggi. Kemampuan argumentasi ilmiah erat kaitannya dengan kemampuan berpikir kritis dan kegiatan bernalar secara ilmiah (Squire & Mingfong, 2007; Bekiroglu & Eskin, 2012; Akarsu, *et al.*, 2013; Siswanto, *et al.*, 2014).

*Counterargument generated* dan *rebuttal offered* adalah keterampilan yang paling kompleks dalam wacana argumentatif (Kuhn, 1991; Garcia-Mila, *et al.*, 2013). Indikator *counterargument generated* mengharuskan siswa mengintegrasikan teori-teori alternatif untuk menyatakan bahwa teori mereka yang lebih benar. *Counterargument* adalah klaim tandingan yang merespon klaim awal (Felton & Kuhn, 2001; Kuhn, *et al.*, 2010). *Rebuttal offered* mengharuskan siswa tidak hanya perlu untuk membenarkan klaim mereka tetapi juga mencari kebenaran dari *counterargument* (Garcia-Mila, *et al.*, 2013).

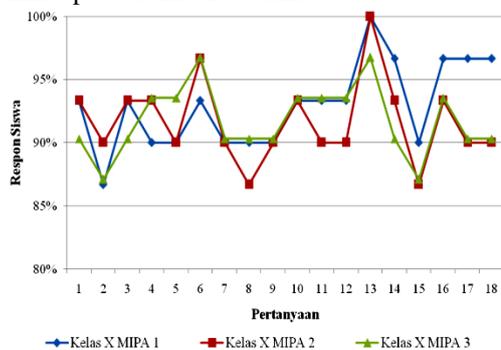
#### D. Respon Siswa

Respon siswa adalah persentase pendapat siswa tentang komponen yang terlibat dalam kegiatan pembelajaran. Respon siswa diukur berdasarkan angket respon yang diisi oleh siswa setelah keseluruhan proses pembelajaran sudah dilaksanakan. Siswa mengisi angket respon tersebut secara jujur dan dalam kondisi tidak tertekan.

Angket respon terdiri dari 18 pertanyaan yang harus dijawab oleh siswa, yaitu: (1) apakah bahasa yang digunakan dalam buku

siswa mudah dipahami? (2) apakah materi pembelajaran yang terdapat pada buku siswa mudah dipahami? (3) apakah tampilan (tulisan, gambar, letak gambar) yang digunakan dalam buku siswa menarik? (4) apakah bahasa yang digunakan dalam LKS mudah dipahami? (5) apakah langkah-langkah atau prosedur kerja dalam LKS mudah dipahami? (6) apakah tampilan (tulisan, gambar, letak gambar) yang digunakan dalam LKS menarik? (7) setelah guru membagikan LKS, apakah anda bersemangat untuk menyelesaikannya? (8) apakah LKS yang diberikan dapat membantu anda dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah? (9) apakah bahasa yang digunakan dalam tes kemampuan argumentasi ilmiah mudah dipahami? (10) apakah tampilan (tulisan, gambar, letak gambar) yang digunakan dalam tes kemampuan argumentasi ilmiah menarik? (11) apakah suasana pembelajaran dengan model pembelajaran yang digunakan menyenangkan? (12) apakah kegiatan pembelajaran dengan menggunakan laboratorium virtual menarik? (13) apakah pembelajaran dengan tujuan untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah merupakan hal yang baru? (14) apakah model pembelajaran yang digunakan dapat meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah? (15) apakah hasil diskusi dengan kelompok dapat membantu dalam memahami materi dan meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah? (16) apakah bimbingan guru dapat membantu dalam memahami materi dan meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah? (17) apakah anda berminat mengikuti kegiatan pembelajaran pada pokok bahasan berikutnya dengan model seperti ini? (18) apakah anda berminat mengikuti kegiatan pembelajaran pada mata pelajaran lain dengan model seperti ini?

Hasil rekapitulasi respon siswa dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Hasil rekapitulasi respon siswa

Gambar 3 menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan perangkat pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing terintegrasi laboratorium virtual untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah siswa memperoleh respon sangat positif dari siswa. Siswa dikatakan memberikan respon sangat positif apabila presentase respon yang diberikan oleh siswa adalah  $\geq 76\%$  (Riduwan, 2010).

## PENUTUP

### A. Simpulan

Berdasarkan hasil pada tahap pengembangan dan tahap uji coba yang sudah dilakukan di kelas X MIPA 1, X MIPA 2, dan X MIPA 3 SMA Senopati Sedati dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran fisika model inkuiri terbimbing terintegrasi laboratorium virtual layak digunakan untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

### B. Saran

Sebagai implikasi dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diberikan saran sebagai berikut: (1) guru harus lebih cermat dalam mengatur alokasi waktu yang diperlukan pada setiap tahap dalam pembelajaran, (2) pada kegiatan pembelajaran perlu disampaikan perkembangan kemampuan argumentasi ilmiah siswa supaya siswa semakin termotivasi untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah tersebut (3) guru perlu memberikan kegiatan pra pembelajaran dengan tujuan memperkenalkan siswa dengan apa itu kemampuan argumentasi ilmiah dan supaya siswa bisa beradaptasi dengan baik terhadap suasana belajar baru, dimana kegiatan pembelajaran lebih menekankan peran aktif siswa dalam berargumentasi secara ilmiah, (4) guru harus lebih sering memberikan bimbingan dengan beberapa *scaffolding* berupa analogi dan pertanyaan argumentatif dalam melatih kemampuan argumentasi ilmiah, khususnya pada indikator *counterargument generated* dan *rebuttal offered*, (5) perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui keterkaitan antara hasil belajar kognitif dengan kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

## DAFTAR PUSTAKA

Acevedo, N. A. Van Dooren, W. Clarebout, G.Elen, J. & Verschaffel, L. (2010). Representational flexibility in linear-function problems: a choice/no-choice study. In L. Verschaffel, E. De Corte, T. de Jong and J. Elen (Eds.) *Use or*

- representations in reasoning and problem solving: Analysis and improvement*, 74-79. Milton Park, UK: Routledge.
- Aisyah, I. & Wasis. (2015). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri untuk Melatihkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa pada Materi Kalor di SMAN 1 Pacet. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*. Vol. 04 No. 02, pp. 83-87.
- Akarsu, B., Bayram, K., Slisko, J., & Cruz, A.C. (2013). Understanding Elementary Students' Argumentation Skills through Discrepant Event "Marbles in the Jar". *International Journal of Scientific Research in Education*, 6(3), pp. 221-232.
- Argandi, R., Martini, K. S., & Saputro, A. N. C. (2013). Pembelajaran Kimia dengan Metode Inquiry Terbimbing Dilengkapi Kegiatan Laboratorium Real & Virtual pada Pokok Bahasan Pemisahan Campuran". *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*. Vol. 2 No. 2, pp. 44-49.
- Azis, A. & Yusuf, I. (2013). Aktivitas & Persepsi Peserta Didik dalam Implementasi Laboratorium Virtual pada Materi Fisika Modern di SMA. *Berkala Fisika Indonesia*. Vol. 5 No. 2, pp. 37-42.
- Bao, L. Fang, K. Cai, T. Wang, J. Yang, L. Cui, L. Han, J. Ding, L. & Luo, Y. (2009). Learning of content knowledge and development of scientific reasoning ability: A cross culture comparison. *American Journal of Physics*. Vol. 77 No.12, pp. 1118-1123.
- Bekiroglu, F. O. & Eskin, H. (2012). Examination of The Relationship Between Engagement in Scientific Argumentation and Conceptual Knowledge. *International Journal of Science and Mathematics Education* (2012) 10, pp. 1415-1443.
- Berland, L. K. & Reiser, B. J. (2010). Classroom Communities' Adaptations of the Practice of Scientific Argumentation. *Wiley Periodicals, Inc. Science Education*, 95, pp. 191 – 216.
- Bottcher, F. & Meisert, A. (2011). Argumentation in Science Education: A Model-based Framework. *Springer*. (2011) 20, pp. 103-140.
- Branch, J. & Oberg, D. (2004). Focus on inquiry a teacher guide to implementing inquiry based learning. Canada: Alberta Education, Alberta.
- Bricker L. A. & Bell P. 2008. Conceptual of argumentation from science studies and the learning sciences and their implication for practices of science education. *Science Education*. 92(3), pp. 473-498.
- Ch., I. F. & Gusniarti, W. F. (2014). Profil Keterampilan Argumentasi Siswa pada Konsep Koloid yang Dikembangkan Melalui Pembelajaran Inkuiri Argumentatif. *Edusains*. Vol. VI No. 01, pp. 33-40.
- Chin, C. & Osborne, J. (2010). Students questions and discursive interaction: their impact on argumentation during collaborative group discussion in science. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 47 No. 7, pp. 883-908.
- Conway, C. J. (2014). Effects of Guided Inquiry versus Lecture Instruction on Final Grade Distribution in a One-Semester Organic and Biochemistry Course. *Journal of Chemical Education*. (2014) 91, pp. 480–483.
- Edelson, D. C. (2001). Learning-for-use: a framework for the design of technology-supported inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*. 38, pp. 355–385.
- Erduran, S., Simon., & Osborne, J. (2004). Taping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*. 88, pp. 915-933.
- Felton, M., & Kuhn, D. (2001). The development of argumentative discourse skill. *Discourse Processes*. 32 (2/3), pp. 135 – 153.
- Garcia-Mila, M., Gilabert, S., Erduran, S., & Felton, M. (2013). The Effect of Argumentative Task Goal on the Quality of Argumentative Discourse. *Wiley Periodicals, Inc. Science Education*, 97, pp. 497–523.
- Hakyolu H. & Bekiroglu F. O. (2011). Assessment of Student's Science Knowledge Levels and Their Involvement with Argumentation. *International Journal of Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*. 2(1), pp. 264-269.
- Handayani, P. & Sardianto, M. (2015). Analisis Argumentasi Peserta Didik Kelas X Sma Muhammadiyah 1 Palembang Dengan Menggunakan Model Argumentasi Toulmin. *Jurnal Inovasi*

- dan Pembelajaran Fisika. Vol.2, No. 1, pp. 60-68.
- Hohenshell, L. M. & Hand, B. (2006). Writing-to-learn strategies in secondary school cell biology: a mixed method study. *International Journal of Science Education*. Vol. 20 No. 7, pp. 849-871.
- Ibrahim, M. (2002). Pengembangan Perangkat Pembelajaran. Modul Disajikan pada Pelatihan Terintegrasi Berbasis Kompetensi Guru mata Pelajaran Biologi SLTP. Jakarta: Dirjen Dikdasmen Depdiknas.
- Ishaq, M. (2007). Fisika Dasar Edisi 2. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jaya, H. (2012). Pengembangan Laboratorium Virtual untuk Kegiatan Praktikum dan Memfasilitasi Pendidikan Karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. Vol 2 No. 1, pp. 81-90.
- Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Sciomag*. Vol. 340 (2013), pp. 306-308.
- Kathchevich, D., Hofstein, A., & Naaman, R. M. (2013). Argumentation in the chemistry laboratory: inquiry and confirmatory experiments. *Research in Science Education*. Vol. 43, pp. 317-345.
- Konstantinidou, A. & Macagno, F. (2013). Understanding Students' Reasoning: Argumentation Schemes as an Interpretation Method in Science Education. *Springer*. (2013) 22, pp.1069-1087.
- Kelly, G. J., Druker, S., & Chen, C. (1998). Student reasoning about electricity: combining performance assesment with argumentation analysis. *International Journal of Science Education*. Vol. 20 No. 7, pp. 849-871.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. England: Cambridge University Press.
- Kuhn, D., Goh, W., Iordanou, K., & Shaenfield, D. (2010). Arguing on the computer: A microgenetic study of developing argument skills in a computer-supported environment. *Child Development*. 79 (5), pp. 1310 – 1328.
- Machtinger, E. T. (2014). Using a Combined Approach of Guided Inquiry & Direct Instruction to Explore How Physiology Affects Behavior. *The American Biology Teacher*. Vol. 76 No. 9, pp. 595-600.
- Mahanta, A. & Sarma, K. K. (2012). Online Resource and ICT-Aided Virtual Laboratory Setup. *International Journal of Computer Applications*. Vol. 52 No. 6, pp. 44 – 48.
- Martinez, G. L. F., Naranjo, A., Angel, L., Perez, Suero, M. L., & Pardo, P. J. (2011). Comparative Study of The Effectiveness of Three Learning Environments: Hyper-Realistic Virtual Simulations, Traditional Schematic Simulations and Traditional Laboratory” *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*. Vol. 7 No. 2, pp. 1-12.
- Mercer, N. Dawes, L. Wegerif, R. & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British educational research journal*. Vol.30 No.3, pp. 359-377.
- Ngertini, N., Sadia, W., & Yudana, M. (2013). Pengaruh Implementasi Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep dan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA PGRI 1 Amlapura. *e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*. Vol. 4 (2013), pp. 1-11.
- Nieveen, N. (2007). Formative evaluation in educational design research. In T Plomp and N Nieveen (eds.), *An Introduction to Educational Design Research* (pp. 89-101). Enschede: SLO, Netherlands Institute for Curriculum Development.
- OECD. (2013). *PISA 2012 Result: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume 1)*. PISA. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201118-en>.
- Ozdem, Y., Ertepinar, H., Cakiroglu, J., & Erduran, S. (2013). The nature of preservice science teachers argumentation in inquiry oriented laboratory context. *International Journal of Science Education*. Vol. 35 No. 15, pp. 2559-2586.
- Ratumanan, G. T. & Laurens. (2011). *Evaluasi Hasil Belajar Tingkat Satuan Pendidikan*. Surabaya: Unesa University Press.
- Richmond, G. & Striley, J. (1996). Making meaning in classroom: social processes in small-group discourse and scientific knowledge building. *Journal of*

- Research in Science Teaching. Vol. 33 No. 8, pp. 839-858.
- Riduwan. (2010). Skala pengukuran variabel-variabel penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Sampson, V. & Blanchard, M. R. (2012). Science Teachers and Scientific Argumentation: Trends in Views and Practice. *Journal of Research in Science Teaching*. (2012), pp. 1-27.
- Sampson, V. & Clark, D. B. (2011). A Comparison of the Collaborative Scientific Argumentation Practices of Two High and Two Low Performing Groups. *Springer*. (2011) 41, pp. 63-97.
- Schen, M. S. (2007). *Scientific Reasoning Skills Development in The Introductory Biology Courses for Undergraduates* (Unpublished doctoral disertation). The Ohio State University.
- Siswanto, Kaniawati, I., & Suhandi, A. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Pembangkit Argumen Menggunakan Metode Saintifik Untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Keterampilan Berargumentasi Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*. 10 (2) (2014), pp. 104-116.
- Squire, K., & Mingfong. (2007). Developing Scientific Argumentation Skills with a Place-based Augmented Reality Game on Handheld Computers. *Journal of Science Education and Technology*. Vol. 16 (1).
- Sugiyono. (2014). *Metode penelitian kombinasi (mixed methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Supeno (2016). *Model Pembelajaran Penyelesaian Masalah Argumentatif untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Kognitif Produk, Ketrampilan Proses Sains, & Argumentasi Ilmiah Siswa SMK (Disertasi Doktor Pendidikan tidak dipublikasikan)*. Universitas Negeri Surabaya.
- Sutarto & Indrawati. (2010). *Diktat Media Pembelajaran*. Jember: Universitas Jember.
- Ucar, S. & Trundle, K. C. (2011). Conducting Guided Inquiry in Science Classes Using Authentic, Archived, Web-Based Data. *Elsevier*. (2011) 57, pp. 1571-1582.
- Vieira, R. D., Bernardo, J. R. R., Evagorou, M., & de Melo, F. V. (2015). Argumentation in Science Teacher Education: The simulated jury as a resource for teaching and learning. *International Journal of Science Education*. (2015), pp. 1-27.
- Wasis. (2015). Hasil Pembelajaran Sains di Indonesia: Problem dan Upaya Mengatasinya. Surabaya: Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains 2015 Program Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya.
- Yuniarti, F., Dewi, P., & Susanti, R. (2012). Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer pada Materi Pembiakan Virus. *Unnes Journal of Biology Education (UJBE)*. Vol. 1 No. 1, pp. 27-35.
- Yusuf, I. & Subaer. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Media Laboratorium Virtual pada Materi Dualisme Gelombang Partikel di SMA Tut Wuri Handayani Makassar. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPII)*. Vol. 2 No. 2, pp. 189-194.
- Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., & Purwati, D. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Modern Berbasis Media Laboratorium Virtual Berdasarkan Paradigma Pembelajaran Abad 21 & Kurikulum 2013. *Pancaran*. Vol. 4 No. 2, pp. 189-200.