

PEMBELAJARAN BIOLOGI DENGAN STRATEGI *ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY* DAN KETERAMPILAN ARGUMENTASI PESERTA DIDIK

Neni Hasnunidah

FKIP Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1

E-mail:nenihasnunidah@yahoo.co.id

Abstract: Learning Biology through Argument-Driven Inquiry Strategies and Argumentation Skills of Student. Argumentation skills as a form of communication to externalise ideas through scientific discourse is a very important process in learning biology. Learning biology through strategies Argument-Driven Inquiry (*ADI*) is required to develop the argumentation skills. Through this strategy, biology is taught with an approach similar to that experienced by the researchers or scientists when building knowledge through the study of natural phenomena, and then to interpret the results of further research and communicating the results to be criticized, debated and revised. The successful development of argumentation skills of students depend on teachers creativity in designing the perfect learning strategies and classroom activities that can help learners to engage in argumentation in a way that is more productive.

Key words: learning biology, *Argument-Driven Inquiry* strategies, argumentation skills.

Abstrak: Pembelajaran Biologi dengan Strategi *Argument-Driven Inquiry* dan Keterampilan Argumentasi Peserta Didik. Keterampilan argumentasi sebagai bentuk komunikasi untuk mengeksternalisasikan pemikiran melalui serangkaian wacana ilmiah merupakan proses yang sangat penting dalam pembelajaran biologi. Pembelajaran biologi melalui strategi *Argument-Driven Inquiry (ADI)* diperlukan untuk mengembangkan keterampilan argumentasi. Melalui strategi ini, biologi diajarkan dengan pendekatan yang mirip seperti yang dialami oleh para peneliti atau ilmuwan ketika membangun pengetahuan melalui kajian fenomena alam, kemudian melakukan interpretasi terhadap hasil penelitian dan selanjutnya mengkomunikasikan hasilnya untuk dikritik, diperdebatkan dan direvisi. Keberhasilan pengembangan keterampilan argumentasi peserta didik bergantung kepada kreativitas guru dalam mendesain pembelajaran dengan strategi yang sempurna dan kegiatan kelas yang dapat membantu peserta didik untuk terlibat dalam argumentasi ilmiah dengan cara yang lebih produktif.

Kata kunci: pembelajaran biologi, strategi *Argument-Driven Inquiry*, keterampilan argumentasi.

Perkembangan biologi yang begitu pesat di abad 21 ini menuntut perkembangan cara berpikir dan bersikap manusia Indonesia. Menghadapi masa

depan yang penuh tantangan tersebut, proses belajar mengajar biologi bukan hanya mengajar biologi sebagai produk berupa konsep atau prinsip biologi, tetapi juga mengajar melalui biologi (Rustaman, 2000). Saat ini merupakan masa yang paling menantang untuk belajar dan mengajar Biologi, seperti yang dinyatakan oleh PBB bahwa tantangan pendidikan sains pada abad 21 adalah membangun masyarakat berpengetahuan (*knowledge-based society*) yang memiliki: (1) keterampilan melek TIK dan media (*ICT and media literacy skills*), (2) keterampilan berpikir kritis (*critical thinking skills*), (3) keterampilan memecahkan masalah (*problem-solving skills*), (4) keterampilan berkomunikasi efektif (*effective communication skills*), dan (5) keterampilan bekerjasama secara kolaboratif (*collaborative skills*) (Kusnandar, 2008).

Banyak kemajuan di bidang pertanian, kesehatan, pengawasan lingkungan disatu sisi membawa kita semua semakin dekat menuju pemahaman mengenai bagaimana pikiran manusia bekerja, bagaimana cara menghasilkan banyak sel dari sel tunggal, bagaimana kehidupan yang begitu beragam terbentuk dari hanya satu sel menyerupai virus. Tetapi di sisi lain ledakan informasi tentang begitu banyaknya penemuan, bisa mengubur hidup-hidup orang yang mempelajarinya. Kebanyakan peserta didik belum mendapatkan cara yang baik untuk memanfaatkan konsep biologi yang didapat untuk memilah-milah serta memberi makna hal-hal baru dalam pemikiran mereka (Campbell, *et al.*, 2000). Dengan kata lain, peserta didik masih sulit untuk menginternalisasikan konsep-konsep yang diperolehnya sebagai landasan berpikirnya. Oleh karena itu, sudah seharusnya biologi diajarkan dengan pendekatan yang mirip dengan yang dialami oleh para peneliti atau ilmuwan ketika mengembangkan pengetahuan. Termasuk ketika para ilmuwan mempertahankan teori dan penjelasan-penjelasanannya dengan mengajukan bukti-bukti dan argumen-argumen.

Alasan inilah yang membuat kita semua harus kembali kepada hakekat sains yaitu sebagai suatu proses inkuiri atau penyelidikan. Inkuiri adalah inti dari upaya saat ini untuk mengembangkan literasi sains (AAAS, 1993; NRC, 2000 dalam Sampson & Gleim, 2009). Literasi sains yang benar melibatkan pemahaman tentang bagaimana pengetahuan dihasilkan, dipertimbangkan, dan dievaluasi oleh ilmuwan dan bagaimana menggunakan pengetahuan tersebut

untuk terlibat dalam penyelidikan ilmiah (Driver, *et al.*, 2000; Duschl & Osborne, 2002). Penyelidikan ilmiah sering digambarkan sebagai proses membangun pengetahuan melalui kajian fenomena alam kemudian melakukan interpretasi terhadap hasil penelitian dan selanjutnya mengkomunikasikan hasilnya untuk dikritik, diperdebatkan dan direvisi (Driver, *et al.*, 2000; Sandoval & Reisser, 2004).

Keterampilan untuk memeriksa dan kemudian menerima atau menolak koneksi antara dan di antara bukti dan ide teoritis yang dikenal sebagai keterampilan argumentasi ilmiah dipandang oleh banyak orang sebagai aspek penting dalam literasi sains (Driver, *et al.*, 2000; Duschl & Osborne, 2002; Jimenez-Alexander, *et al.*, 2000). Hasil observasi terhadap pembelajaran Biologi Dasar di Jurusan Pendidikan PMIPA FKIP Universitas Lampung selama ini menunjukkan bahwa kebanyakan argumen yang disampaikan oleh mahasiswa tidak didukung oleh fakta yang relevan dan teori yang akurat. Penjelasan sebab akibat terhadap fenomena yang diberikan oleh mahasiswa seringkali tidak berhubungan dan bukti yang dikembangkan kurang mendukung dan tidak relevan.

Salah satu fakta yang mewakili pernyataan di atas nampak dari contoh pernyataan mahasiswa berikut: “Tumbuhan dapat menghantarkan arus listrik karena ada interaksi antara bakteri tanah dengan mikrobia di dalam tumbuhan, contoh tanamannya adalah padi dan rumput-rumputan”, tidak ada penjelasan lain. Jawaban seharusnya adalah Marjolein Helder di Universitas *Wageningen* Belanda berhasil membuat tanaman mikrobial (*biological fuel cell*) yang dapat memproduksi listrik. Tanaman mengeluarkan material yang tidak terpakai untuk proses fotosintesis dan dilepaskan ke dalam tanah. Bakteri tanah akan mendegradasi material tersebut sehingga menghasilkan elektron. Untuk menangkap elektron tersebut ditempatkan sebuah elektroda di dekat akar tumbuhan tersebut sehingga tercipta energi listrik. Dari percobaan yang dilakukan, tanaman mikrobial itu mampu mengalirkan daya sebesar 0,4 watt per meter persegi radius dari tanaman. Fakta yang dipaparkan ini didukung oleh Bell & Linn (2007), Erduran, *et al.* (2004), Jimenez-Alexander, *et al.* (2000), dan Sandoval, (2003) yang berpendapat bahwa banyak penelitian membuktikan bahwa

peserta didik sering tidak menggunakan bukti yang cocok, cukup bukti, atau mencoba untuk membenarkan bukti dalam argumen yang mereka hasilkan.

Keterampilan argumentasi yang ditenggarai masih rendah pada mahasiswa kemungkinan berkaitan dengan kurangnya kesempatan untuk terlibat dalam argumentasi ilmiah dalam pembelajaran. Seperti yang dikemukakan oleh Newton, *et al.*, (1999) dan Simon, *et al.* (2006), bahwa pembelajaran sains kurang memberi kesempatan bagi peserta didik untuk belajar bagaimana untuk terlibat dalam argumentasi ilmiah secara produktif sebagai bagian dari pengajaran. Pembelajaran sains dengan inkuiri kebanyakan lebih menekankan pada kerja praktek daripada melibatkan peserta didik dalam proses berpikir melalui serangkaian wacana ilmiah seperti diskusi, argumentasi dan negosiasi (Kim & Song, 2005). Ditambahkan oleh Andrew (2010) meskipun bahasa verbal memainkan peranan utama dalam berpikir dan berekspresi secara biologi, tetapi para pakar Biologi cenderung tidak melihat bagian dimana bahasa memainkan peran penting. Para pakar Biologi lebih terfokus pada konsep, prosedur dan praktek untuk mengkaji suatu objek.

Sementara menurut Bricker & Bell (2008), keterampilan berkomunikasi untuk mencari dukungan dalam pembelajaran sains berbasis inkuiri merupakan proses yang sangat penting. Argumentasi sangat berguna sebagai suatu alat untuk menganalisis dan menginterpretasi diskusi atau debat dalam pembelajaran sains, khususnya untuk memahami bagaimana peserta didik terlibat dalam pengembangan dan evaluasi suatu klaim pengetahuan spesifik. Oleh karena itu, banyak penelitian selama sepuluh tahun terakhir telah dikhususkan untuk pengembangan kurikulum baru, praktik pembelajaran, dan teknologi yang mendukung argumentasi ilmiah di dalam kelas (Osborne, *et al.*, 2004; Sandoval & Reisser, 2004).

Argumentasi ilmiah merupakan salah satu sarana pemulihan pencapaian tujuan pembelajaran sains yang seimbang, karena selama ini terlalu banyak pembelajaran sains yang didominasi secara konseptual (Osborne, *et al.*, 2004) Sementara tujuan utama pembelajaran sains tidak saja mencakup aspek konseptual, akan tetapi juga kognitif, epistemik, dan sosial. Dengan kata lain, dalam pembelajaran sains peserta didik diharapkan dapat membangun

pengetahuan yang menjadi dasar pemikiran pembelajaran sains, melakukan kerja ilmiah untuk mengkaji suatu fenomena alam dan melakukan pengujian, serta mengkomunikasikan dan mampu meyakinkan komunitas ilmiah tentang kualitas kebenaran hasil temuannya. Menurut Erduran & Maria (2008) dan Sampson & Clark (2008), para saintis harus mampu mengkomunikasikan hasil observasi dan temuannya kepada komunitas ilmiah untuk memperoleh pengakuan dan pembenaran. Dalam proses inilah argumen dan argumentasi memegang peranan penting dalam membangun pengetahuan. Disinilah peran keterampilan berbahasa sangat diperlukan, sebagaimana pendapat Simon & Erduran (2007) yang menyatakan bahwa keterampilan berbahasa dalam pembelajaran sains perlu mendapat perhatian karena sesungguhnya bahasa memegang peran sentral baik dalam pembelajaran maupun dalam pengembangan lingkungan pembelajaran.

Pengalaman membuktikan bahwa pembelajaran Biologi dasar di Jurusan Pendidikan PMIPA FKIP Universitas Lampung belum dapat mencapai tujuan pembelajaran sains seperti disebut di atas. Tim dosen pengampu mata kuliah mengakui sering mengalami kendala dalam pemberdayaan keterampilan argumentasi akibat penguasaan materi kebanyakan mahasiswa masih rendah. Selain itu, aktivitas membaca mahasiswa untuk memperkaya wawasan tentang materi Biologi Dasar sangat kurang, sehingga tidak banyak mahasiswa yang berani mengungkapkan gagasannya. Adapun cara yang digunakan untuk mendorong mahasiswa melakukan kerja ilmiah di antaranya: menghubungkan teori yang disampaikan dalam pembelajaran dengan pengamatan yang dilakukan dalam kegiatan praktikum, menjaring konsep melalui kegiatan praktikum, dan menyediakan materi pokok yang harus diverifikasi melalui kegiatan praktikum. Namun demikian, pengintegrasian kegiatan praktikum dengan perkuliahan teori diakui oleh dosen masih kurang, karena sulitnya mendesain strategi pembelajaran yang mengintegrasikan kegiatan praktikum dengan perkuliahan teori, perlu persiapan yang matang, dan sulit membuat semua mahasiswa proaktif dalam praktikum.

Dalam hubungannya dengan kondisi di atas, Driver, *et al.* (2000), Jimenez-Alexander, *et al.* (2000), dan Kim & Song (2005) mengemukakan bahwa meskipun argumentasi memiliki peran penting dalam pendidikan sains, namun

jarang digunakan dalam program sains dan kegiatan laboratorium. Kegiatan laboratorium adalah bidang penting dan diperlukan untuk pendidikan biologi. Peserta didik dapat menunjukkan keterampilan berpikir tingkat tinggi mereka terutama dalam kegiatan laboratorium berjenis inkuiri dengan mendapatkan kesempatan mengendalikan variabel sesuai dengan tujuan percobaan, merancang prosedur percobaan, menentukan pengamatan yang tepat dan membentuk kesimpulan ilmiah yang didasarkan pada temuan mereka. Praktikum Biologi Dasar yang dilaksanakan selama ini di Jurusan Pendidikan PMIPA FKIP Universitas Lampung masih bersifat latihan dan bertujuan untuk mengembangkan keterampilan dasar, seperti menggunakan alat, mengukur, dan mengobservasi. Dengan kata lain, praktikum Biologi Dasar bukan berbentuk investigasi atau penyelidikan yang bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dalam memecahkan masalah. Mahasiswa sulit menghubungkan antara hasil pengamatan dengan teori. Sementara, menurut Kadayifcia, *et al.* (2012) peserta didik dapat menghasilkan argumentasi ilmiah di laboratorium dengan mencari jawaban atas pertanyaan penelitian terbuka yang diberikan kepada mereka melalui eksperimen.

Kelemahan kegiatan praktikum Biologi Dasar yang dikemukakan di atas, kemungkinan disebabkan adanya kelemahan yang berkaitan dengan penuntun praktikum yang selama ini digunakan. Adapun kelemahan-kelemahannya adalah sebagai berikut: (1) Jenis kegiatan percobaan yang ada di dalam penuntun hanya untuk membuktikan atau menguji teori yang disajikan dalam kegiatan perkuliahan teori atau dalam buku ajar yang digunakan. Hal ini terlihat dari pertanyaan diskusi yang diajukan, contohnya: apakah perbedaan sel gabus, sel hewan, dan sel tumbuhan?, jelaskan dengan difusi dan osmosis proses masuknya air dari medium tumbuhan ke dalam sel-sel akar; pada tumbuhan, dimanakah letak jaringan tumbuhan yang bisa terjadi pembelahan?, (2) Pertanyaan diskusi didominasi oleh pertanyaan yang hanya bersifat ingatan, bukan pertanyaan-pertanyaan berupa permasalahan yang menantang untuk diperdebatkan. Contohnya adalah: jelaskan fungsi masing-masing bagian mikroskop, jelaskan pembelahan mitosis dan meiosis, apakah yang dimaksud dengan aporofil, tropofil, dan sorus pada tumbuhan paku?, dan (3) Penuntun praktikum menjelaskan langkah kerja dan

peralatan yang harus digunakan serta prosedur yang ditujukan untuk mengamati benda-benda dan gejala-gejala alam yang sudah ditentukan oleh dosen. Mahasiswa hanya dituntut tertib untuk mengikuti setiap langkah yang ada, tidak dilatih merumuskan masalah, merumuskan tujuan, membuat hipotesis, merencanakan percobaan, mengkritik data yang diperoleh, dan menarik kesimpulan yang benar.

Berdasarkan paparan di atas, dapat dikatakan bahwa baik kegiatan perkuliahan teori maupun praktikum pada mata kuliah Biologi Dasar di Jurusan Pendidikan PMIPA selama ini masih belum dapat mengembangkan wacana argumentatif. Wacana argumentatif yang berkembang di antara mahasiswa masih rendah dibandingkan dengan dosen. Dengan kata lain, dosen masih mendominasi perkuliahan yang kemungkinan berakibat pada kurang berkembangnya interaksi sosial di antara mahasiswa. Sementara itu, Erduran & Maria (2008) menganggap kontribusi argumentasi dalam pembelajaran sains di kelas menyangkut lima dimensi, yaitu: (1) argumentasi mendukung keberadaan proses kognitif dan metakognitif sesuai karakteristik kinerja para ahli yang dapat menjadi model bagi peserta didik, (2) mendukung perkembangan kompetensi komunikasi dan berpikir kritis, (3) mendukung pencapaian literasi sains serta melatih peserta didik untuk berbicara dan menulis dengan menggunakan bahasa sains, (4) mendukung enkulturasi kedalam praktek budaya ilmiah serta mengembangkan kriteria epistemik untuk mengevaluasi pengetahuan, dan (5) mendukung pengembangan penalaran, khususnya dalam pemilihan teori atau penentuan sikap berdasarkan kriteria rasional. Oleh sebab itu, menurut Simon, *et al.* (2006), Driver, *et al.* (2000), dan Jimenez-Alexander, *et al.* (2000), pendidikan sains harus menekankan penalaran kritis dan argumentasi.

Pembelajaran yang melibatkan argumentasi akan membuat anak merasa perlu untuk mengeksternalisasikan pemikirannya. Eksternalisasi yang demikian memerlukan langkah dari intra-psikologi dan argumen retorika menuju inter-psikologi dan argumen dialogis (Vygotsky, 1978). Pengembangan keterampilan argumentasi dalam pembelajaran sains telah dilakukan pada jenjang mulai dari sekolah dasar (Petrou *et al.*, 2009), sekolah menengah pertama (Kuhn & Udell, 2003; Kim & Song, 2005; Aufschnaiter, *et al.*, 2007; Berland, *et al.*, 2011),

sekolah menengah atas (Sampson & Clark, 2008; Lin & Mintzes, 2010), dan perguruan tinggi (Sampson *et al.*, 2010; Cho & Jonassen, 2002). Mengacu kepada hasil-hasil penelitian tersebut, pengembangan keterampilan argumentasi dianggap perlu dilakukan pada proses pembelajaran Biologi Dasar di Jurusan Pendidikan PMIPA FKIP Universitas Lampung.

Pembelajaran biologi yang didesain menggunakan strategi *Argument Driven-Inquiry (ADI)* diharapkan dapat mengembangkan keterampilan argumentasi yang berguna bagi peserta didik dalam mengeksternalisasikan hasil penyelidikannya seperti halnya kerja seorang ilmuwan ketika mengembangkan pengetahuan. Strategi pembelajaran *ADI* mengembangkan serangkaian aktivitas laboratorium untuk menganalisis partisipasi aktif peserta didik dalam wacana argumentasi dan kualitas argumentasinya (Sampson & Gleim, 2009). Strategi pembelajaran *ADI* melengkapi guru biologi dengan suatu cara yang membantu peserta didik mengembangkan kebiasaan mengembangkan pemikiran dan berpikir kritis dengan menekankan peran penting argumentasi dan memvalidasi pengetahuan (Driver, *et al.*, 2000; Duschl & Osborne, 2002).

PEMBELAJARAN BIOLOGI DENGAN STRATEGI ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY

Pembelajaran biologi dengan strategi *ADI* adalah unit pembelajaran terpadu jangka pendek untuk mendorong peserta didik terlibat dalam pekerjaan interdisipliner sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep penting dan praktis dalam Biologi. Melalui strategi ini percobaan laboratorium berbasis inkuiri diintegrasikan dengan mata pelajaran yang lain, seperti membaca dan menulis (Sampson & Gleim, 2009). Komite National Research Council Amerika (NRC, 2005, 2007 dalam Sampson & Gleim, 2009) menyatakan bahwa strategi pembelajaran terpadu lebih efektif daripada percobaan laboratorium tradisional dalam meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap mata pelajaran, perkembangan penalaran ilmiah, dan menumbuhkan minat di dalam sains.

Strategi pembelajaran *ADI* terdiri dari langkah-langkah: identifikasi tugas, pengumpulan dan analisis data, produksi argumen tentatif, sesi argumentasi, laporan investigasi, *double-blind peer review*, revisi laporan dan diskusi reflektif.

Strategi ini memungkinkan peserta didik merancang sendiri pertanyaan penelitian mereka dan membuat kesimpulan sendiri, memberikan kesempatan peserta didik untuk terlibat dalam argumentasi dengan berbagi ide, mendukung dan mendiskusikannya. Strategi ini juga mengharuskan peserta didik untuk mengadakan *peer-review* laporan penyelidikan yang diyakini dapat mengembangkan kemampuan peserta didik berpikir kritis dan berbagi temuan mereka dengan peserta didik lain, sehingga mereka bisa mengembangkan komunikasi dan keterampilan menulis (Sampson & Gleim, 2009; Sampson, *et al.*, 2011).

Beberapa penelitian yang terkait dengan penggunaan strategi *ADI* dalam pembelajaran sains telah banyak dilakukan, beberapa diantaranya mengkaji pengaruh *ADI* terhadap keterampilan argumentasi. Demircioglu & Ucar (2012) melakukan penelitian pada mahasiswa PPG Sains SD di Universitas Turki, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa *ADI* lebih efektif dalam meningkatkan kualitas argumentasi dibandingkan dengan metode praktikum tradisional. Kadayifcia, *et al.* (2012) melalui penelitiannya pada kelas kimia di sebuah Universitas di Turki memperoleh kesimpulan bahwa melalui strategi *ADI* dalam pembelajaran dapat ditemukan hubungan yang erat antara kelemahan peserta didik dalam berargumen dengan keterampilan berpikir kritis dan kreatifnya.

Strategi pembelajaran *ADI* didasarkan pada teori konstruktivis belajar sosial dan dirancang untuk membuat pengalaman laboratorium yang lebih ilmiah otentik dan edukatif bagi peserta didik. Kegiatan laboratorium dalam strategi *ADI* lebih otentik karena peserta didik sangat menyerupai ilmuwan dari laboratorium penelitian sains. Kegiatan ini juga lebih edukatif bagi peserta didik karena mereka menerima umpan balik seluruh proses dan memiliki kesempatan untuk belajar dari kesalahan mereka. Langkah-langkah strategi *ADI* telah sengaja dirancang untuk memberikan para peserta didik pengalaman sains yang lebih kaya dan lebih asli, dan menyediakan peserta didik paparan praktek komunitas yang mirip dengan masyarakat ilmiah (Walker, 2011).

Strategi pembelajaran *ADI* dirancang untuk memagari tujuan inkuiri ilmiah sebagai upaya untuk mengembangkan argumen yang menyediakan dan mendukung penjelasan untuk pertanyaan penelitian. Sebagai bagian dari upaya

ini, peserta didik diarahkan untuk merancang dan melaksanakan penyelidikan mereka sendiri, mengumpulkan dan menganalisis data, berkomunikasi dan membenarkan ide-ide mereka satu sama lain dengan selama sesi argumentasi interaktif, menulis laporan investigasi untuk berbagi dan mendokumentasikan pekerjaan mereka, dan terlibat dalam *peer-review*. Proses seperti ini memberikan peserta didik kesempatan untuk mengambil kepemilikan belajar mereka menjadikan proses belajar menjadi miliknya dan membantu peserta didik membuat pekerjaan laboratorium menjadi lebih mendidik bagi mereka. Secara keseluruhan, strategi pembelajaran ini dapat menjadi pendekatan pembelajaran yang mudah digunakan untuk guru-guru sains yang tertarik dalam mengintegrasikan sains dengan mata pelajaran lainnya atau yang ingin membantu peserta didik mengembangkan pemahaman yang lebih baik dari jenis-jenis praktek yang membuat sains berbeda dari cara yang lain dalam memperoleh pengetahuan (Sampson & Gleim, 2009).

KETERAMPILAN ARGUMENTASI PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI

Argumentasi berasal dari bahasa Latin, yaitu *argumentum* yang berarti mengemukakan pendapat, mencari pengetahuan dan pembuktian (Rigotti & Moraso, 2009). Keraf (2007) mendefinisikan argumentasi sebagai suatu bentuk retorika yang berusaha untuk mempengaruhi sikap dan pendapat orang lain, agar mereka percaya dan akhirnya bertindak sesuai dengan apa yang diinginkan oleh pembicara. Melalui argumentasi penulis atau pembicara berusaha merangkai fakta-fakta sedemikian rupa, sehingga ia mampu menunjukkan apakah suatu pendapat atau suatu hal tertentu itu benar atau tidak. Argumentasi adalah proses memperkuat suatu klaim melalui analisis berpikir kritis berdasarkan dukungan dengan bukti-bukti dan alasan yang logis. Bukti-bukti ini dapat mengandung fakta atau kondisi obyektif yang dapat diterima sebagai suatu kebenaran (Inch, *et al.*, 2006).

Pada kehidupan sehari-hari argumentasi dapat dikatakan sebagai hal yang esensial. Hampir setiap pekerjaan ataupun segala hal memerlukan argumen. menurut Weston (2007) keesensialan argumentasi tersebut disandarkan pada dua alasan, yaitu: pertama, argumentasi merupakan usaha mencari tahu pandangan mana yang lebih baik dari yang lain; kedua, argumentasi dijabarkan sebagai cara

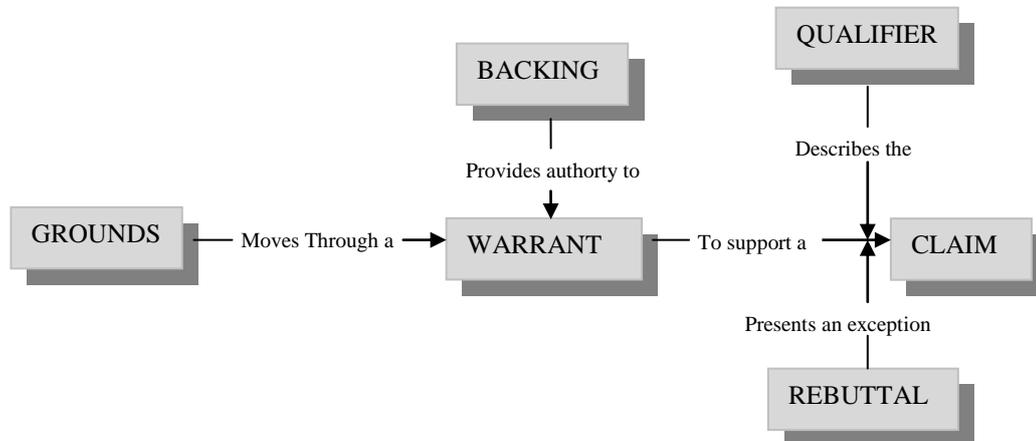
seseorang menjelaskan dan mempertahankan suatu gagasan. Keraf (2007) juga menyatakan bahwa argumentasi merupakan dasar yang paling fundamental dalam ilmu pengetahuan. Melalui argumentasi seseorang dapat menunjukkan pernyataan-pernyataan atau teori-teori yang dikemukakan benar atau tidak dengan mengacu pada fakta atau bukti-bukti yang ditunjukkan.

Keterampilan argumentasi adalah keterampilan seseorang untuk melakukan proses penyusunan sebuah argumen yang bertujuan untuk membenarkan keyakinannya, sikapnya dan suatu nilai sehingga dapat mempengaruhi orang lain (Inch, *et al.*, 2006). Keterampilan argumentasi dapat dibedakan menjadi keterampilan dalam menganalisis teks argumentasi dan keterampilan untuk mengembangkan wacana argumentasi (Marttunen, 1994). Untuk mengases dan mengkarakterisasi kualitas argumen ilmiah khususnya dalam pembelajaran sains diperlukan suatu kerangka kerja analitik argumentatif.

Berdasarkan kajiannya terhadap beberapa kerangka kerja untuk mengases argumentasi ilmiah, Sampson & Clark (2008) menganalisis adanya dua domain yaitu domain general dan spesifik. Domain general merupakan kerangka kerja yang dapat diimplementasikan dalam berbagai bidang ilmu, sedangkan domain spesifik hanya dikembangkan khusus untuk pembelajaran sains. Adapun fokus utama dari kedua domain kerangka kerja tersebut dalam mempelajari cara-cara siswa menghasilkan argumen dalam konteks sains adalah: (1) struktur atau kompleksitas argumen (yaitu, komponen argumen), (2) konten argumen (yaitu, keakuratan atau kecukupan berbagai komponen dalam argumen ketika dievaluasi dari perspektif ilmiah), dan (3) sifat pembenaran (yaitu, bagaimana ide atau klaim didukung atau divalidasi dalam argumen).

Kerangka kerja analitik Toulmin termasuk domain general yang paling banyak digunakan oleh para peneliti. Perspektif Toulmin pada argumentasi secara substansial telah mempengaruhi penelitian pendidikan sains. Menurut Toulmin (1984) argumen dapat dianalogikan sebagai suatu organisme yang memiliki bagian individual dengan fungsi yang berbeda yang berkaitan dengan *claim*. Model Toulmin meliputi tiga bagian yang ada dalam setiap argumen (*data*, *warrant*, *claim*) dan tiga bagian yang disertakan dalam banyak argumen (*reservation/qualifier*, *backing*, dan *rebuttal*). Komponen ini bekerja bersama-

sama dan menjelaskan bagaimana mereka mengadaptasi argumen ke berbagai situasi dan konteks, sebagaimana yang nampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Toulmin Argument Pattern (TAP) (Toulmin, 1984).

Berdasarkan definisi Toulmin, *claim* adalah sebuah pernyataan yang diajukan kepada orang lain untuk diterima. *Claim* mengandung informasi yang diajukan seseorang untuk diterima sebagai kebenaran atau tindakan yang diinginkan untuk diterima dan dilakukan. *Data* atau *ground* adalah fakta-fakta tertentu yang diandalkan untuk mendukung klaim yang diberikan. *Warrant* merupakan sebuah jaminan yang menghubungkan data dengan *claim*, biasanya digunakan untuk menjawab pertanyaan “kenapa suatu *data* dapat membuat *claim* Anda menjadi benar?”. *Backing* adalah dukungan kepada suatu argumen untuk memberikan dukungan tambahan kepada *warrant*. *Qualifier* mengindikasikan kekuatan dari data kepada *warrant* dan dapat membatasi *claim* yang universal. *Qualifier* dapat berupa kata-kata, seperti: kebanyakan, biasanya, selalu, atau kadang-kadang. Variasi lain dari *qualifier* adalah *reservation*, yaitu ungkapan kemungkinan yang dapat membuat suatu *claim* menjadi salah. Komponen terakhir adalah *rebuttal* atau sanggahan, yaitu suatu argumen perlawanan (*counter argument*) terhadap suatu *claim*, *data*, *warrant* (Erduran, *et al.*, 2004).

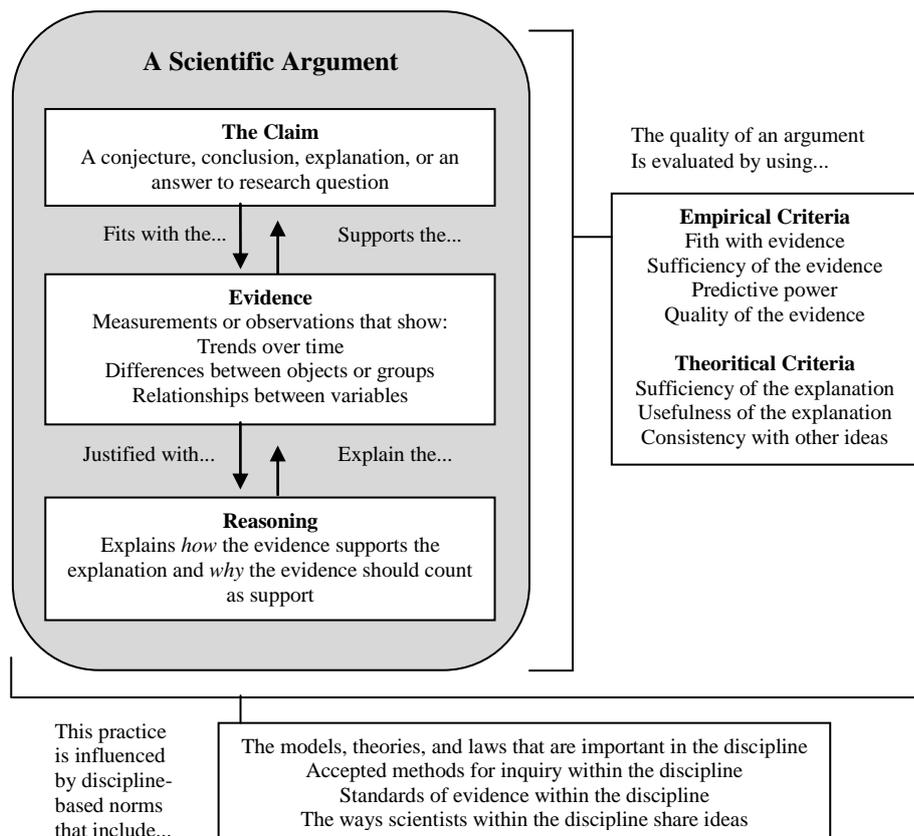
Berbagai penelitian yang menggunakan kerangka kerja Toulmin (Kelly, *et al.*, 1998; Jimenez-Aleixandre, *et al.*, 2000; Osborne, *et al.*, 2004) telah menghasilkan wawasan tentang struktur argumentasi yang dikembangkan peserta

didik serta sifat dari pembenaran yang digunakan untuk mendukung idenya. Salah satu contoh penggunaan kerangka kerja Toulmin dalam penelitian biologi seperti terlihat pada Gambar 2. dalam mata kuliah Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia pada salah satu LPTK Swasta di Semarang (Roshayanti, 2012).



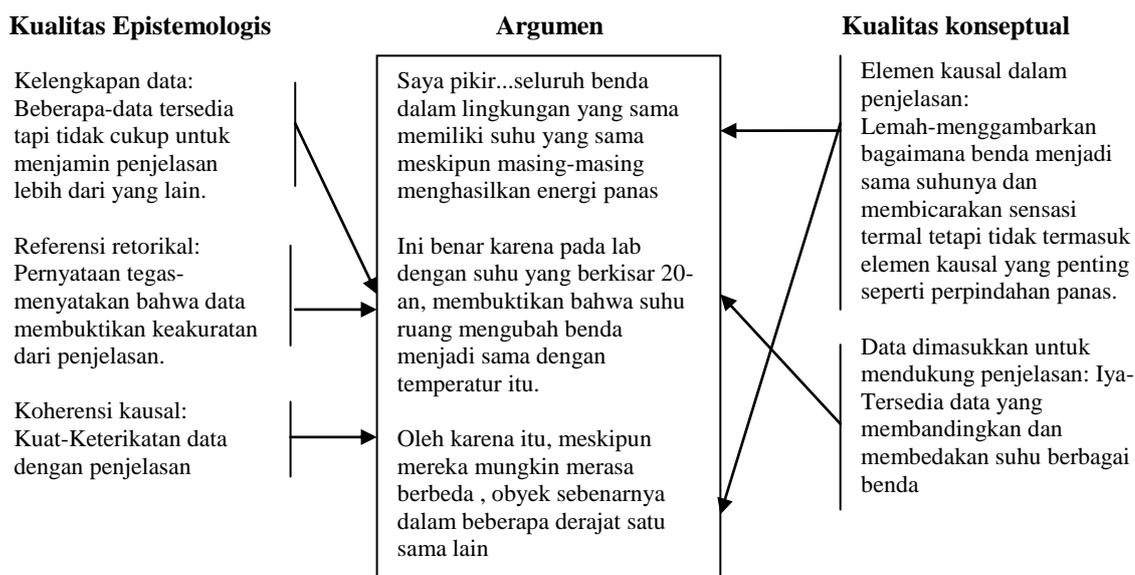
Gambar 2. Model Argumentasi Toulmin dengan 6 Elemen (Modifikasi Inch & Warnick, 2006 oleh Roshayanti, 2012).

Kerangka kerja analitik argumentatif yang termasuk domain spesifik diantaranya adalah kerangka kerja yang dikembangkan oleh Sandoval (2003) dan Sandoval dan Millwood (2005). Kerangka kerja ini menilai argumen siswa berdasarkan kriteria konseptual dan epistemologis. Kualitas konseptual dari sebuah argumen dievaluasi berdasarkan kemampuan peserta didik membahasakan *claim* kausal ke dalam kerangka teoritis domain-spesifik dan dijaminnya *claim* menggunakan data yang tersedia (lihat pada Gambar 3.). Sedangkan kualitas epistemologikal diukur berdasarkan kemampuan peserta didik mengutip data yang memadai dalam menjamin suatu klaim, menulis sebuah penjelasan kausal yang koheren untuk fenomena, dan menggabungkan referensi retorika yang sesuai ketika mereferensi data.



Gambar 3. Kerangka Kerja Argumentasi Sandoval (dalam Sampson *et al.*, 2011).

Sampson & Clark (2008) mengemukakan bahwa kerangka kerja Sandoval memberikan bimbingan yang sangat baik untuk penelitian yang mengases kebenaran dan konten argumen. Pengembangan lebih lanjut dari kerangka kerja ini akan menambah kemampuan peneliti untuk melacak atau memetakan ide-ide siswa dalam hal pemahaman mereka terhadap topik yang sedang diselidiki. Sementara itu, menurut Erduran & Maria (2008) kelebihan kerangka kerja Sandoval & Milwood (2005) adalah kemudahannya dalam mendeterminasi kemampuan peserta didik dalam mengembangkan suatu argumentasi melalui penjelasan tentang fenomena khusus dan teori yang spesifik. Adapun argumen siswa pada mata pelajaran IPA yang dianalisis menggunakan Sandoval (2003) dan Sandoval dan Millwood (2005) dicontohkan oleh Sampson & Clark (2008) seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh argumen yang dinilai dengan menggunakan kerangka Sandoval (2003) dan Sandoval dan Millwood (2005).

Sampson & Clark (2008) dalam konteks contoh argumen pada Gambar 4. mengemukakan dua hal, yaitu: Pertama, contoh argumen tidak membahasakan semua elemen kausal yang diperlukan untuk menjelaskan mengapa benda terasa berbeda. Selain itu, dalam hal *warrant*, siswa tidak memasukkan data penting untuk mendukung semuanya atau idenya, siswa lalai memberikan data yang mendukung gagasan bahwa benda dapat terasa berbeda meskipun mereka memiliki suhu yang sama.

Kerangka kerja Toulmin memiliki keterbatasan di antara banyak kelebihan yang dimiliki. Salah satu kesulitan yang dihadapi oleh para peneliti dalam menerapkan kerangka kerja Toulmin adalah membedakan antara *claim*, *data*, *warrant*, dan *backing*. Selain itu, penelitian yang mengandalkan kerangka Toulmin umumnya memberikan wawasan yang kurang dalam hal pembenaran dan konten. Akibatnya, mereka yang tertarik dalam memeriksa isi argumen harus melengkapi kerangka Toulmin dengan langkah-langkah lain untuk menilai tentang kebenarannya berdasarkan perspektif ilmiah (Sampson & Clark, 2008). Berbagai modifikasi kerangka kerja analitik Toulmin juga dilakukan oleh para peneliti lain untuk mempermudah mengases argumentasi yang dikembangkan oleh peserta didik. Erduran, *et al.* (2004) mengembangkan kerangka kerja analitik untuk mengases kualitas argumentasi (Tabel 1). Seperti tampak pada Tabel 1., kualitas

argumentasi dikelompokkan ke dalam lima tingkatan (level). Sistem level ini memungkinkan peneliti untuk membuat perbandingan kualitas argumen berdasarkan kerangka kerja Toulmin.

Tabel 1. Kerangka Kerja Analitik Erduran, *et al.* (2004) untuk Mengases Kualitas Argumentasi

Level	Kriteria
5	Argumentasi mengandung beberapa argumen dengan lebih dari satu penyanggah yang jelas.
4	Argumentasi mengandung sebuah rangkaian klaim dengan data, penjamin, atau pendukung dengan satu penyanggah yang jelas.
3	Argumentasi mengandung sebuah rangkaian dengan data, penjamin, atau pendukung serta penyanggah yang lemah.
2	Argumentasi mengandung klaim dengan data, penjamin atau pendukung tetapi tidak mengandung sanggahan.
1	Argumentasi mengandung argumen dengan satu klaim sederhana melawan suatu klaim yang bertentangan atau satu klaim melawan klaim lainnya.

Penggunaan kerangka kerja Erduran, *et al.* (2004) dalam mengases kualitas argumentasi dicontohkan oleh Herlanti, *et al.* (2012) dalam penelitiannya pada mata kuliah Mikrobiologi di sebuah Universitas Islam Negeri di Jakarta. Berdasarkan kajian terhadap argumen dan tekstur gramatikal leksiko pada diskusi isu *E. sakazakii* melalui *weblog* dapat dinilai kualitas argumentasi menurut kerangka kerja Erduran, *et al.* (2004) yaitu menunjukkan level lima (5). Level 5 memiliki karakteristik argumen yang lebih luas dengan lebih dari satu penyanggah seperti diperlihatkan pada contoh berikut:

Klaim:

IPB harus mengumumkan kelima merek susu formula terkontaminasi E.sakazakii.

Penjamin:

- *Konsumen berhak atas jaminan kenyamanan, keamanan, dan keselamatan dalam mengkonsumsi barang dan atau jasa (Pasal 5 UU No 8 Tahun 1999 tentang perlindungan konsumen). Tindakan menutup-nutupi informasi merupakan perbuatan melawan hukum (pasal 1365 KUH Perdata)*
- *IPB menggunakan dana APBN untuk penelitian tersebut.*

Pendukung:

Pasal 23 UUD 1945 setiap lembaga yang menggunakan dana APBN harus bertanggung jawab kepada masyarakat.

Penyanggah (1):

IPB tidak perlu mengumumkan kelima merk susu formula terkontaminasi E. sakazakii.

Penjamin terhadap penyanggah (1):

IPB memiliki etika penelitian, kebebasan aka demik, dan otonomi keilmuan yang dijamin dalam pasal 24 UU No 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional

Penyanggah (2):

Penelitian yang dilakukan IPB bukan surveillance, tetapi tujuan penelitian adalah meneliti bakteri yang mungkin terkandung dalam susu formula.

Penjamin terhadap penyanggah (2):

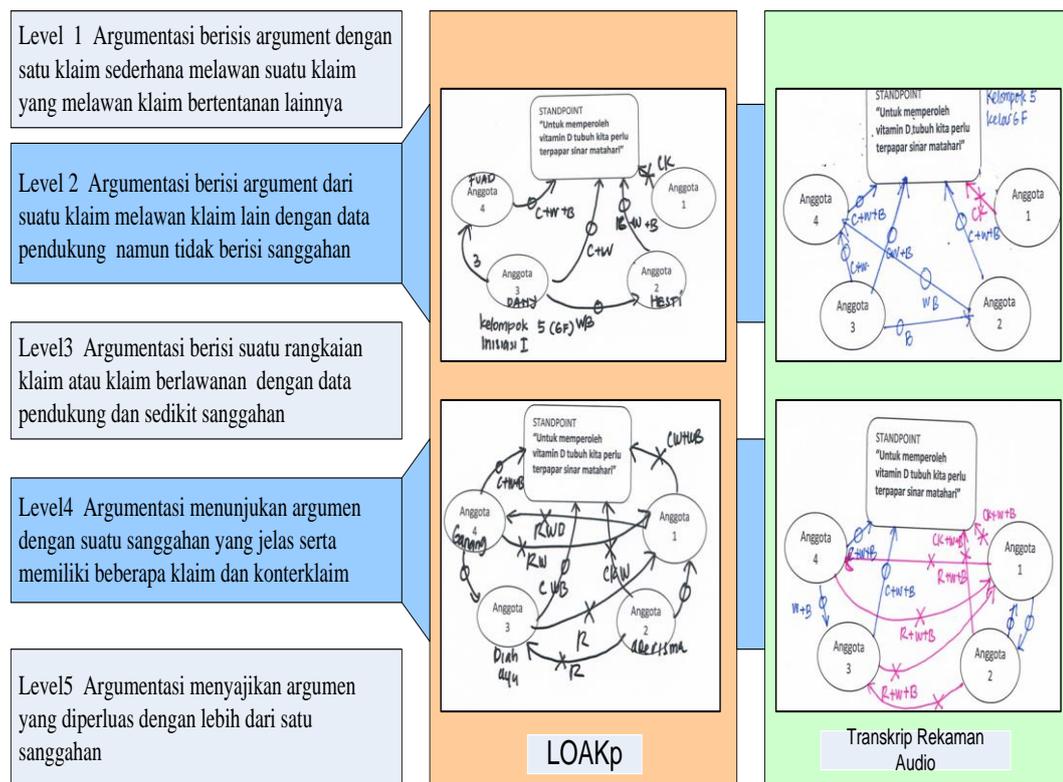
Hasil penelitian surveillance yang dilakukan oleh BPOM secara periodik. Pada tahun 2008 BPOM telah memeriksa 96 merk susu yang beredar dipasaran dan tidak ada yang mengandung E. sakazakii. Kualitas susu formula secara periodik diumumkan di website resmi kementerian kesehatan Indonesia, sampai sekarang (April 2011) tercatat 117 merk susu formula aman dari E. sakazakii.

Selain berdasarkan domain general dan spesifik, menurut Erduran & Maria (2008) kerangka kerja analitik argumentatif dalam pembelajaran sains juga dapat difokuskan kepada empat hal berikut, yaitu: (1) bukti dan pembenaran, (2) praktek epistemik dan kriteria, (3) pendebat dan sifat argumennya, dan (4) partisipasi dalam diskusi. Menurut Zohar dan Nemet (2002) argumen yang kuat memiliki beberapa pembenaran untuk mendukung kesimpulan dari penggabungan konsep-konsep ilmiah yang relevan, spesifik, dan akurat dengan fakta. Argumen yang lemah terdiri dari pembenaran yang tidak relevan. Kesimpulan yang tidak mencakup beberapa jenis pembenaran tidak dianggap argumen. Berkaitan dengan cara mengakses praktek epistemik dan kriteria suatu argumen, Sandoval (Erduran, 2008) mengusulkan pengembangan koding skema dari dimensi kualitas konseptual dan kualitas epistemologikal yang dapat menguji kualitas argumentasi ilmiah siswa.

Menyangkut pendebat dan sifat argumennya, Zembal, *et al.* (dalam Erduran & Maria, 2008) mengembangkan rubrik yang dapat mengevaluasi argumen dalam empat kriteria, yaitu: koherensi kausal dan struktur, fakta, pembenaran dan evaluasi. Selain itu, Hogan & Maglianti (dalam Erduran & Maria, 2008) membuat koding skema tingkatan pendebat (arguer) dalam menguji suatu kesimpulan untuk melihat perbedaan respon dari arguer. Untuk mengases partisipasi dalam diskusi, Maloney dan Simon (dalam Erduran & Maria, 2008) mengembangkan sistem koding yang disebut “Peta Diskusi” yang dirancang untuk mengidentifikasi sifat dan jangkauan siswa yang terlibat dialog argumentasi. Sementara itu “Jaringan

Argumentasi” dikembangkan oleh Chinn dan Arderson (dalam Erduran & Maria, 2008) untuk mengkonstruksi peta diskusi.

Penggunaan koding skema tingkat pendebat dan peta diskusi untuk mengases kualitas argumentasi dan partisipasi mahasiswa dalam argumentasi telah dilakukan oleh Roshayanti (2012) pada perkuliahan Anatomi dan Fisiologi Manusia di salah satu LPTK Swasta di Semarang. Adapun hasil penelitiannya dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh Pola Wacana Argumentasi Kelompok Melalui Lembar Observasi Argumentasi Kelompok (LOAKp) dan Analisis Transkrip Audio (Roshayanti, 2012).

Berdasarkan Gambar 5. di atas terlihat bahwa ada kesamaan hasil analisis pola wacana argumentasi kelompok antara penggunaan lembar observasi argumentasi kelompok dengan hasil pengkodean rekaman audio. Ditemukan perbedaan pola wacana argumentasi antara dua wacana argumentasi kelas pada kelas yang sama (6 F) dengan *standpoint* yang berbeda (*hemodialisa dan obat kuat*). Pada penguatan 1 (*standpoint* :*Hemodialisa merupakan cara terbaik*

mengobati gagal ginjal) pola wacana argumentasi yang berkembang lebih kompleks dan rumit dengan partisipasi individu yang lebih banyak, sementara itu pada tahapan penguatan 2 (*standpoint:obat kuat diperlukan untuk menjaga keharmonisan rumah tangga*) pola wacana argumentasi kelas lebih sederhana dengan jumlah wacana dan partisipasi individu yang lebih sedikit.

Perkembangan penelitian tentang argumentasi dalam pembelajaran sains. pada dua dekade terakhir mengalami perkembangan yang sangat pesat (Erduran, *et al.*, 2004; Sampson & Clark, 2008) Peran argumentasi dalam pembangunan pengetahuan akhirnya disadari sebagai aktivitas inti para saintis yang perlu ditanamkan kepada masyarakat (Kim & Song, 2005). Beberapa penelitian memfokuskan pada pentingnya wacana argumentasi dalam membangun pengetahuan (misalnya Driver, *et al.*; 2000; Kelly & Takao, 2002; Zohar & Nemet, 2002), sementara penelitian yang lain memfokuskan pada pengembangan kerangka kerja untuk menganalisis wacana argumentasi dalam pembelajaran di kelas (misalnya Erduran & Maria, 2008; Sandoval & Milwood, 2005).

DESAIN PEMBELAJARAN BIOLOGI DENGAN STRATEGI ARGUMEN-DRIVEN INQUIRY UNTUK MENGEMBANGKAN KETERAMPILAN ARGUMENTASI

Pembelajaran biologi di dalam kelas pada hakekatnya bertujuan untuk mempersiapkan peserta didik yang unggul dan mampu bersaing dari segi fisik, cara berpikir dan bersikap terhadap lingkungan alam dan sosialnya. Abad 21 sebagai era informasi dan globalisasi menuntut peserta didik mampu menghadapi ajang persaingan bebas dan masa depan yang penuh dengan ketidakpastian ini melalui keterampilan yang diperolehnya dalam pembelajaran di sekolah, keluarga, dan masyarakatnya. Salah satunya adalah keterampilan argumentasi yang dianggap penting dalam proses belajar biologi. Argumentasi merupakan usaha mencari tahu pandangan mana yang lebih baik dari yang lain dan selanjutnya menjelaskan gagasan dan mempertahankannya.

Argumentasi merupakan bentuk aktivitas inti dari seorang ilmuwan. Ilmuwan menggunakan argumentasi dalam mengembangkan dan meningkatkan pengetahuannya. Pembelajaran biologi seharusnya dirancang menggunakan strategi yang mirip dengan yang dialami oleh para peneliti atau ilmuwan. Strategi

pembelajaran *ADI* diyakini dapat memberikan kesempatan bagi siswa untuk berpartisipasi dalam praktek-praktek ilmiah seperti yang digunakan oleh para ilmuwan.

Desain pembelajaran biologi menggunakan strategi *ADI* dapat dilaksanakan dengan tujuh langkah seperti yang diusulkan oleh Sampson & Gleim (2009) dan Sampson, *et al.*, (2011) dapat diuraikan berikut ini. Langkah pertama adalah identifikasi tugas. Langkah ini bertujuan untuk memperkenalkan topik utama untuk dipelajari dengan memancing perhatian peserta didik terhadap suatu fenomena. Implementasi kegiatan ini dalam mata kuliah Biologi Dasar dapat dilaksanakan oleh dosen dengan memutar video mengenai pengaturan siklus sel mitotik, guna memotivasi mahasiswa untuk mendiskusikan konsep reproduksi sel. Selanjutnya, dosen dapat memberikan peserta didik *handout* berupa Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) yang berisi pengenalan singkat dan pertanyaan penelitian untuk dapat dijawab, suatu masalah untuk dipecahkan, atau tugas untuk diselesaikan, misalnya: “Berapakah proporsi waktu yang sel habiskan di setiap tahap siklus sel?”. LKM juga mencakup daftar bahan yang dapat digunakan selama penyelidikan dan beberapa petunjuk atau saran untuk membantu peserta didik memulai penyelidikan, contoh: Anda dapat menggunakan salah satu bahan berikut selama penyelidikan Anda, yaitu sebuah preparat disiapkan dari ujung akar bawang atau sebuah preparat disiapkan dari blastula ikan. Kedua preparat akan memperlihatkan keadaan sel dalam berbagai tahap siklus sel.

Lembar Kegiatan Mahasiswa yang diberikan kepada peserta didik memuat juga informasi tentang argumen yang berkualitas tinggi dalam sains dan kriteria khusus yang dapat digunakan peserta didik untuk menilai manfaat dari argumen dalam sains sebagai referensi. Sebagai contoh, ditunjukkan dalam pernyataan-pernyataan berikut. Saat Anda kritik karya orang lain, Anda harus memutuskan apakah klaim mereka sah atau dapat diterima berdasarkan seberapa baik bukti dan dasar kebenaran dapat mendukung ide-ide mereka mereka. Dengan kata lain, Anda perlu menentukan apakah argumen mereka meyakinkan dan persuasif. Untuk melakukan ini, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan memberi tanda ceklist (✓) pada kolom pilihan yang sesuai: Apakah klaim mereka cukup (itu menjawab pertanyaan penelitian) dan koheren (ia bebas dari kontradiksi)? Apakah

mereka menggunakan bukti asli (data yang telah dikumpulkan, dianalisis, dan ditafsirkan oleh para peneliti) untuk mendukung klaim mereka? Apakah mereka menggunakan bukti cukup untuk membenarkan ide-ide mereka? Bukti mereka berkualitas tinggi? Dengan kata lain, bukti mereka sah (mereka menggunakan metode yang tepat untuk mengumpulkan dan menganalisis data mereka) dan dapat diandalkan (mereka berusaha untuk mengurangi kesalahan)? Apakah klaim mereka sesuai dengan teori-teori yang digunakan dalam sains? dan Apakah alasan mereka memadai (mereka menjelaskan mengapa disertakan bukti mereka dan mengapa mereka mendukung bukti klaim mereka) dan sesuai (logis dan rasional)?

Langkah kedua adalah pengumpulan data. Dalam langkah ini, peserta didik mengembangkan dan menerapkan percobaan atau observasi sistematis dalam kelompok kolaboratif untuk menjawab masalah atau pertanyaan penelitian yang diajukan. Peserta didik juga memiliki kesempatan untuk menghasilkan atau menganalisis data dalam kelompok-kelompok kecil dan mempelajari bagaimana metode yang digunakan selama penyelidikan ilmiah didasarkan pada sifat dari pertanyaan penelitian, fenomena yang diselidiki, dan apa yang telah dilakukan oleh orang lain di masa lalu. Dalam kaitannya dengan contoh permasalahan mengenai siklus sel di atas, mahasiswa dapat menggunakan sel-sel di ujung dari akar bawang merah dan sel-sel dalam ikan blastula untuk mengamati keadaan sel dalam berbagai tahap siklus sel. Mahasiswa perlu melakukan pengamatan sistematis dari sampel sel yang disediakan. Kemudian menentukan berapa banyak sel dalam setiap tahap pada setiap preparat (yaitu, berapa banyak sel dalam interfase, berapa banyak sel dalam metafase, dll) mahasiswa. Selanjutnya dengan menggunakan total waktu siklus sel (misalnya: 24 jam = 1440 menit), mahasiswa dapat memprediksi berapa banyak waktu yang dihabiskan sel untuk membelah di setiap tahap.

Langkah ketiga adalah produksi argumen tentatif, di sini peserta didik diminta untuk menghasilkan argumen yang disertakan penjelasan, bukti-bukti yang digunakan untuk mendukung ide-ide dan alasan mereka. Peserta didik perlu memahami bahwa pengetahuan ilmiah tidak dogmatis dan ilmuwan harus dapat mendukung *claim* dengan bukti dan penalaran yang tepat. Hal ini akan membantu peserta didik mengembangkan pemahaman dasar tentang apa yang dianggap

sebagai argumen dalam sains dan bagaimana menentukan apakah bukti yang ada berlaku, relevan, memadai, dan cukup meyakinkan untuk mendukung *claim*. Papan tulis dapat digunakan oleh mahasiswa untuk menuliskan argumen ilmiah yang telah disusun dalam kelompoknya, berbagi dan membenarkan ide-ide mereka. Papan tulis tersebut mencakup semua informasi yang ditunjukkan seperti berikut.

Klaim:

Durasi waktu yang dihabiskan sel pada tahap profase adalah paling lama diikuti oleh metafase, telofase, dan anafase.

Bukti (Data):

- *Seratus sel diperiksa: 9 sel saat profase; 5 sel saat metafase; 2 sel saat anafase; 4 sel saat telofase; sisanya, 80 sel berada dalam interfase.*
- *Proporsi waktu yang sel habiskan pada profase = 129,6 menit; metafase = 72 menit; anafase = 28,8 menit; dan telofase = 57,6 menit.*
- *Indeks mitosis untuk kultur sel ini adalah $((9+5+2+4)/100) \times 100\% = 20\%$.*

Dasar Kebenaran (Penjamin):

Sebuah sel di tahap profase sedang mengalami kondensasi kromatid dan pengembangan gelendong mitosis dari mikrotubulus yang diproduksi oleh sentrosom. Proses ini memakan waktu lebih ketika dibandingkan dengan jangka waktu dari tahap mitosis berikutnya.

Langkah keempat yaitu sesi interaktif argumentasi, peserta didik mengusulkan, memberi dukungan, mengkritik, dan memperbaiki kesimpulan, penjelasan, atau dugaan mereka pada suatu medium yang dapat dilihat oleh orang lain. Peserta didik dalam kelompok-kelompok kecil berbagi argumen mereka dengan kelompok lain dan mengkritik karya orang lain untuk menentukan *claim* yang paling valid atau dapat diterima dan memperbaiki klaim untuk membuatnya lebih valid atau diterima. Langkah ini menyediakan konteks yang otentik bagi siswa untuk belajar bagaimana berpartisipasi dalam aspek-aspek sosial dari argumentasi ilmiah. Implementasi dari langkah keempat ini dapat menggunakan strategi Jigsaw. Salah satu anggota kelompok akan tinggal di tempat kerja untuk berbagi ide. Sementara anggota kelompok lain akan pergi ke salah satu kelompok lain untuk mendengarkan dan mengkritik argumen yang dikembangkan oleh teman dari kelompok lain.

Langkah kelima adalah penyusunan laporan penyelidikan tertulis oleh masing-masing peserta didik yang berisi: tujuan penyelidikan, metode yang

digunakan, dan argumen yang beralasan. Dalam langkah ini peserta didik dapat berbagi hasil penelitian mereka melalui tulisan, membaca dan memahami tulisan orang lain serta mengevaluasinya. Peserta didik belajar bagaimana menulis argumen sesuai standar dan norma-norma masyarakat ilmiah dan membantu peserta didik lain untuk memperbaiki atau meningkatkan pemahaman mereka tentang materi yang sedang diselidiki.

Draft awal laporan penyelidikan seorang mahasiswa yang dikumpulkan dapat tersusun oleh tiga bagian, misalnya: satu bagian diperuntukkan untuk menjawab pernyataan penelitian, berisi langkah-langkah mahasiswa dalam mengorganisir data yang dia kumpulkan selama melakukan penyelidikan ke dalam suatu tabel yang membuat hasil pengujiannya bersifat eksplisit; bagian berikutnya mahasiswa harus menggunakan bukti, bersama dengan penalaran yang tepat dan valid, untuk mendukung kesimpulannya; dan bagian terakhir adalah refleksi mahasiswa untuk menyoroti keterbatasan metode penyelidikan yang telah digunakannya sebagai bagian dari argumennya.

Langkah keenam adalah *peer-review* laporan penyelidikan. *Review* laporan dilakukan oleh peserta didik secara berpasangan melalui lembar *review*. Lembar *review* memiliki kriteria tertentu yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas laporan penyelidikan dan memberi ruang untuk memberikan umpan balik kepada penulis. Langkah pembelajaran ini mengenalkan peserta didik tentang umpan balik edukatif dan membantu menjadi lebih metakognitif saat mereka bekerja. Dengan demikian, diharapkan tercipta sebuah komunitas pelajar yang menghargai bukti dan pemikiran kritis di dalam kelas, menciptakan lingkungan belajar dimana peserta didik diharapkan saling bertanggung jawab, dan memberikan peserta didik kesempatan untuk melihat contoh-contoh argumen ilmiah yang kuat dan lemah.

Lembar review laporan penyelidikan memiliki kriteria tertentu yang akan digunakan untuk mengevaluasi kualitas laporan penyelidikan dan memberi ruang untuk memberikan umpan balik kepada penulis. Kriteria kajian tersebut termasuk pertanyaan seperti: Apakah penulis menggunakan istilah yang sesuai untuk menggambarkan sifat penyelidikan (misalnya, percobaan, pengamatan sistematis, interpretasi suatu set data yang ada)? Apakah penulis menggunakan bukti asli untuk mendukung atau memberikan penjelasannya? Apakah penalaran penulis

cukup dan tepat? Tinjauan dilakukan pada setiap laporan laboratorium kelompok sebagai sebuah tim dan kemudian memutuskan apakah itu dapat diterima sebagai sedang atau jika perlu direvisi berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh kelompok sebaya dalam meninjau setiap lembaran. Kelompok tersebut juga diharuskan untuk memberikan umpan balik yang nyata kepada penulis tentang apa yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas laporan (dan menulis) sebagai bagian dari review.

Langkah terakhir adalah revisi laporan berdasarkan hasil *peer-review*. Laporan yang diterima oleh pengulas diberikan nilai oleh guru dan kemudian kembali ke penulis sementara laporan yang perlu direvisi dikembalikan ke penulis tanpa nilai. Para penulis kemudian dianjurkan untuk menulis ulang laporan mereka berdasarkan umpan balik pengulas. Setelah selesai, laporan revisi bersama dengan versi asli dari laporan dan *peer-review* kemudian dikumpulkan kembali ke guru kelas. Langkah ini dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses penulisan, evaluasi, revisi, dan pengumpulan naskah dalam konteks sains. Misalnya, mahasiswa dapat diminta untuk menjelaskan apa yang mereka pelajari tentang siklus sel mitotik. Dosen kemudian dapat menjawab pertanyaan tersisa tentang materi yang mungkin tidak dimiliki siswa atau memberikan contoh bagaimana materi yang relevan atau berguna dalam konteks lainnya.

Dosen juga harus mengajukan pertanyaan tentang berbagai sifat sains sebagai bagian dari diskusi reflektif. Sebagai contoh, dosen dapat bertanya bagaimana karya mahasiswa dapat bertahan lama tapi tentatif dan itulah sifat dari sains atau muatan sains. Jenis percakapan dapat membantu siswa mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana seorang saintis yang profesional. Dosen juga dapat mendorong siswa untuk berbicara tentang cara-cara yang dapat meningkatkan desain penyelidikan atau metode yang mereka gunakan dengan meminta mereka untuk mengevaluasi apa yang baik dan apa yang tidak. Dosen kemudian dapat menawarkan saran untuk penyelidikan di masa depan. Misalnya, diskusi dapat fokus pada cara-cara untuk membatasi adanya kesalahan dalam pengukuran selama melaksanakan penyelidikan atau pentingnya kontrol selama percobaan. Menurut Sampson & Grooms (2008 dalam Sampson & Gleim, 2009) adalah penting bagi guru untuk menyoroti jenis masalah secara

eksplisit dan kemudian mendorong siswa untuk merefleksikan apa yang telah mereka lakukan dan bagaimana mereka dapat meningkatkan dalam rangka untuk mempromosikan pembelajaran siswa.

Beberapa penelitian yang terkait dengan penggunaan strategi *ADI* dalam pembelajaran sains telah banyak dilakukan, beberapa diantaranya mengkaji pengaruh *ADI* terhadap keterampilan argumentasi. Sampson, *et al.* (2011) melaksanakan penelitian pada siswa kelas 10 dari kelas kimia di sebuah sekolah swasta kecil yang terletak di barat daya Amerika Serikat. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa strategi pembelajaran *ADI* mempengaruhi cara siswa berpartisipasi dalam argumentasi ilmiah, siswa menjadi lebih disiplin dan menghasilkan kualitas argumen yang lebih baik terutama dalam argumen tertulis yang disusunnya. Selain temuan tersebut, Sampson, *et al.* (2012) melalui penelitiannya pada siswa kursus biologi SMA selama tahun ajaran 2010-2011 di sebuah Universitas di Amerika Serikat menyimpulkan bahwa strategi pembelajaran *ADI* membantu siswa belajar bagaimana terlibat dalam penyelidikan ilmiah dan memahami sifat penyelidikan ilmiah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Strategi pembelajaran *ADI* memungkinkan guru biologi untuk mengintegrasikan percobaan laboratorium berbasis inkuiri dengan mata pelajaran yang lain, seperti membaca dan menulis dalam membangun argumentasi ilmiah. Strategi *ADI* berpotensi dalam mengembangkan keterampilan argumentasi dalam pembelajaran biologi. Dengan segala kelebihan dan kekurangannya, strategi *ADI* diyakini dapat diimplementasikan dalam pembelajaran biologi di tingkat satuan pendidikan dasar, menengah, dan tinggi. Guru dapat menggunakan strategi *ADI* sebagai salah satu alternatif dalam mendesain proses pembelajaran biologi di kelas.

Saran

Beberapa saran yang dapat dikemukakan antara lain: (1) guru hendaknya memiliki wawasan yang luas mengenai kualitas argumen siswa menyangkut aspek struktural, konseptual, epistemik, dan sosial untuk mengimplementasi strategi *ADI*

dalam pembelajaran biologi, (2) pembelajaran biologi dengan strategi ADI hendaknya tidak hanya difokuskan untuk keterampilan argumentasi saja, akan tetapi dapat diarahkan kepada kemampuan lainnya menyangkut domain kognitif, afektif, dan psikomotor peserta didik.

DAFTAR RUJUKAN

- Andrew, R. 2010. *Argumentation in Higher Education, Improving Practise Through Theory and Research*. New York: Taylor & Francis.
- Aufschnaiter, V. A., Eduran, S, Osborne, J. & Simon S. 2007. Argumentation and The Learning of Science. Dalam Pinto R., Causo, D (Eds), *Contribution for Science Education Research*. London: Springer.
- Bell, P. & Linn, M. C. 2007. Scientific Argument as Learning Artifact, Designing for Learning from The Web With KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8):797-817.
- Berland, B. R., Glawesky, K. D. & Richardson, J.C. 2011. Problem Based Learning And Argumentation, Testing A Scaffoldin G Frame Work To Middle School Student's Creation Of Evidence-Based Arguments. *International Science*. 39:669-694.
- Bricker, L. A. & Bell, P. 2008. Conceptualizations of Argumentation From Science Studies and The Learning Sciences and Their Implications for The Practices of Science Education. *Science Education*, 92 (3): 473-498.
- Campbell N.A., Mitchell L.G. & Reece. J.B. 2000. *Biologi*. Jilid 1. Edisi kelima, Jakarta: Erlangga.
- Chinn, C., & Anderson, R. (1988), The Structure of Discussions that Promote Reasoning. *Teacher College Record*, 100(2), 315-368
- Cho, K.L. & Jonassen, D. H. 2002. Scaffolding Online Argumentation During Problem Solving. *Educational Technology Research and Development*. 50(3): 5-22.
- Demircioglu, T. dan Ucar, S. 2012. The Effect of Argument-Driven Inquiry on Pre-Service Science Teachers Attitude and Argumentation Skill. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 46: 5035 – 5039.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. 2000. Establishing The Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84(3): 287-313.
- Duschl, R. A. & Osborne, J. 2002. Supporting and Promoting Argumentation Discourse In Science Education. *Science Education*, 38: 39-72.
- 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, 915-933.
- Erduran, S. & Maria, P.J. 2008. *Argumentation in Science Education*. London: Springer.
- Herlanti Y., Rustaman, N.Y. Rohman, A. Fitriani. 2012. Kualitas Argumentasi Pada Diskusi Isu Sosiosaintifik Mikrobiologi Melalui Weblog. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, JPII 1 (2) (2012) 168-177.
- Inch, E.S., Warnick, B., & Endres, D. 2006. *Critical Thinking and Communication: The Use of Reason in Argument*. Boston: Pearson Education Inc.

- Jimenez-Aleixandre, M., Rodriguez, M. & Duschl, R. A. 2000. 'Doing The Lesson' Or 'Doing Science': Argument In High School Genetics. *Science Education*, 84(6):757-792.
- Kadayifcia, H., Atasoya, B., & Akussa, H. 2012. The Correlation Between The Flaws Students Define in Argument and Their Creative and Critical Thinking Abilities. *Procedia-Social and Behavioral Science*, 47: 802-806.
- Kelly, G. J., Druker, S., & Chen, C. 1998. Students' Reasoning About Electricity, Combining Performance Assessments With Argumentation Analysis. *International Journal of Science Education*, 20(7), 849-871. doi, 10.1080/0950069980200707.
- Kelly, G. J., & Takao, A. 2002. Epistemic Levels In Argument, An Analysis Of University Oceanography Students' Use Of Evidence In Writing. *Science Education*, 86(3), 314-342. doi, 10.1002/sce.10024.
- Keraf, G. 2007. *Argumentasi dan Narasi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Kim, H. & Song, J. 2005. The Features of Peer Argumentation in Middle School Student's Scientific Inquiry. *Research in Science Education*, DOI, 10.1007/s11165-005-9005-2.
- Kuhn, D. & Udell, W. 2003. The Development of Argument Skills. *Child Development*. 74 (5):1245-1260.
- Kusnandar, A. 2008. *TIK Untuk Pembelajaran*. Modul. Jakarta: Pustekom Depdiknas.
- Lin, S.-S., & Mintzes, J. 2010. Learning Argumentation Skills Through Instruction in Socioscientific Issues, The Effect of Ability Level. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 8(6), 993-1017.
- Marttunen, M. 1994. Assessing Argumentation Skills Among Finnish University Students. *Science*, 4 (94), 175-191.
- Newton, P., Driver, R. & Osborne, J. 1999. The Place of Argumentation in The Pedagogy of School Science. *International Journal of Science Education*, 21(5): 553-576.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. 2004. Enhancing The Quality of Argumentation in Science Classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10): 994-1020.
- Petrou, M., Kerawalla, L. & Scanlon, E. 2009. *The 'Talk Factory Software': Scaffolding Students' Argumentation Around an Interactive Whiteboard in Primary School Science*. Makalah disajikan pada the 9th Conference on Computer Supported Collaborative Learning Practices (Vol. 2, 129-131). Rhodes, 8 Juni.
- Rigotti, E., & Greco Morasso, S. (2009). Argumentation as an Object of Interest and as a Social and Cultural Resource, *Argumentation and Education*. Dalam N. Muller Mirza & A.-N. Perret-Clermont (Eds.), New York: Springer US.
- Roshayanti, F. 2012. Pengembangan Model Asesmen Argumentatif Untuk Mengukur Keterampilan Argumentasi Mahasiswa Pada Konsep Fisiologi Manusia. Disertasi. Bandung: Program Pendidikan IPA.Sekolah Pascasarjana. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rustaman, N. Y. 2000. *Arah Pendidikan Biologi Pra-Universitas Di Indonesia*. Makalah disajikan pada Simposium Biologi dalam Seminar Nasional

- Biologi XVI dan Kongres Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XU, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 26 Juli.
- Sampson, V. & Clark, D.B. 2008. Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education, Current Perspectives and Recommendations for Future Directions. *Science Education*, 92 (3): 447-472.
- Sampson, V. & Gleim, L. 2009. Argument-Driven Inquiry to Promote the Understanding of Important Concepts & Practices in Biology. *The American Biology Teacher*, 71 (8): 465-472.
- Sampson, V. E., Grooms, J., & Walker, J. P. 2010. Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Participate in Scientific Argumentation and Craft Written Arguments , An Exploratory Study. *Science Education*. 95: 217 - 257.
- Sampson, V., Grooms, J. & Walker, J.P. 2011. Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Students Learn How to Part Argumentation and Craft Written Arguments: An Exploratory Study. *Science Education*. 95(2): 217-257.
- Sampson, V., Grooms, J., Enderle, P., & Southerland. 2012. *Using Laboratory Activities that Emphasize Argumentation and Argument to Help High School Students Learn How to Engage in Scientific Practices and Understand the Nature of Scientific Inquiry*. Makalah disajikan dalam The Annual International Conference of The National Association For Research In Science Teaching (NARST). Florida State University. Baltimore, 25 Maret.
- Sandoval, W. A. 2003. Conceptual and Epistemic Aspects of Students' Scientific Explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1): 5-51.
- Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. 2004. Explanation-Driven Inquiry: Integrating Conceptual and Epistemic Supportsfor Science Inquiry. *Science Education*, 88: 345-372.
- Sandoval, W.A & Millwood, K.A. 2008.What Can Argumentation Tell Us About Epistemology?.Dalam Erduran, S., & Maria, PJ., (Eds) *Argumentation in Science Education*, London: Springer Science
- Simon, S., Erduran, S. & Osborne, J. 2006. Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*. 28 (2&3):235-260.
- Simon S. & Erduran S. 2007. *Enhancing The Quality of Argumentation in School Science*. Makalah disajikan dalam The Annual Meeting of the Nation Association for Research in Science Teaching, New Orleans, USA, 7 April.
- Toulmin. 1984. *An Introduction to Reasoning*. New York: MacMillan.
- Vigotsky, L. 1978. *Mind In Society, The Developmental of Higher Psychological Process*, Cambridge: Harvard University Press.
- Zohar, A., & Nemet, F. 2002. Fostering Students' Knowledge And Argumentation Skills Through Dilemmas In Human Genetics. *Journal Of Research In Science Teaching*. 39: 35-62.
- Walker, P.J. 2011. *Argumentation In Undergraduate Chemistry Laboratories*. Disertation. USA: College of Education. The Florida State University.
- Weston, A. 2007. Kaidah Berargumentasi. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Zemal-Saul, C., Munford, D., Crawford. B., Friedrichsen, P., & Land, S. 2002. Scaffolding Preservice Science Teacher Evidence-Based Arguments During

an Investigation of Natural Selection. *Research in Science Education*, 32
(4), 437-463.