

## **PENERAPAN *PROBLEM BASED LEARNING* PADA MATERI PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN ARGUMENTASI ILMIAH TERTULIS SISWA KELAS X MIPA**

**Rahmad Anung Prasetya Wibawa<sup>1)</sup>, Baskoro Adi Prayitno<sup>2)</sup>, Marjono<sup>3)</sup>**  
E-mail: [rahmadanung@gmail.com](mailto:rahmadanung@gmail.com)

<sup>1)</sup>*Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia*

### **ABSTRACT**

The research aims to improve students written scientific argumentation through the application of problem based learning into environmental pollution main subject at class X Science. The research was a Classroom Action Research (CAR). It was carried out in two cycles in which each cycle consists of four stages: planning, action, observation, and reflection. The subject of the research was 38 students of X Science. The source of the data came from teacher and students. Technique of collecting data used tests, interviews, and documentation. The main data about students written scientific argumentation covers three aspects, they are: claim, evidence, and reasoning. The technique used to validate this data was triangulation method. The data was analyzed using descriptive analysis technique. The research procedure used as the spiral method. The research target was improvement of written scientific argumentation increase  $\geq 30\%$  from base line. The result showed the application of problem based learning can improve written scientific argumentation students at class X Science. Percentage performance students written scientific argumentation in pre-action is 36,55% with a low category, consists of claim at 50,88% with a medium category, evidence at 35,09% with a low category; and reasoning at 23,68% with a low category. Percentage performance students written scientific argumentation in the first cycle increased to 57,89% with a medium category, consists of claim at 64,91% with a high category, evidence at 56,14% with a medium category; and reasoning at 52,63% with a medium category. Percentage performance students written scientific argumentation in the second cycle increased to 86,55% with a very high category, consists of claim at 97,37% with a very high category, evidence at 85,97% with a very high category; and reasoning at 76,31% with a high category. Data increase written scientific argumentation from pre-action to second cycle has been increased according to the target is  $\geq 30\%$ .

**Key Words:** written scientific argumentation, problem based learning, environmental pollution.

---

### **PENDAHULUAN**

Argumentasi siswa di abad ini perlu diperhatikan terutama pada pendidikan sains (Kaya, Erduran, & Cetin, 2012). Argumentasi telah dikaitkan dengan peningkatan kemampuan berpikir kritis, keterampilan komunikasi dan kemampuan penalaran siswa McNeill & Loper, 2016).

Argumentasi dalam dunia sains salah satunya adalah argumentasi ilmiah.

Argumentasi ilmiah menurut Katsh, McNeill & Loper (2016), muncul sebagai keterampilan ilmiah yang penting karena merupakan posisi mendasar dalam membangun konseptual dan mempengaruhi pembelajaran sains siswa. Menurut De Lima Tavares, Jimenez-Aleixandre, & Mortimer

(2010) argumentasi ilmiah dibagi menjadi 2, yaitu: lisan dan tertulis, keduanya dapat meningkatkan pemahaman konseptual dalam pendidikan sains dan berkontribusi dalam pencapaian literasi sains. Argumentasi tertulis menurut Behrooznia, Hashemi & Mahjoobi (2014) adalah pernyataan berpikir kritis yang melibatkan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan memberikan alasan logis dalam bentuk tulisan. Argumentasi ilmiah tertulis menurut Bathgatea, Crowellb, Schunna, Cannadyc, & Dorphc (2015) bermanfaat untuk mengembangkan pengetahuan ilmiah dan kemampuan menulis siswa.

Faktanya keterampilan argumentasi ilmiah tertulis siswa di beberapa wilayah Indonesia tergolong masih rendah. Fakta tersebut jugaditemukan pada observasi yang dilakukan di kelas X MIPA 5 SMA Negeri 2 Boyolali. Argumentasi ilmiah tertulis siswa ini dianalisis jawabannya sesuai rubrik penilaian argumentasi oleh Wilson, Taylor, Kowalski, & Carlson (2010) pada 3 komponen argumentasi, yaitu: *claim*, *evidence*, *reasoning*. Berdasarkan analisis hasil observasi kelas, kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa menunjukkan sebesar 36,55%, yang terdiri dari *claim* sebesar 50,88%; *evidence* sebesar 35,09%; dan *reasoning* sebesar 23,68%. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa kelas X MIPA 5 SMA Negeri 2 Boyolali memiliki kemampuan argumentasi ilmiah tertulis tergolong rendah.

Pemberdayaan argumentasi ilmiah tertulis di kelas X MIPA 5 SMA Negeri 2 Boyolali selama observasi kurang optimal. Indikasinya dapat diketahui bahwa pembelajaran masih berpusat pada guru sehingga belum mampu memberdayakan kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa. Selain itu siswa belum mengetahui informasi tentang cara penilaian dan aspek yang dinilai dalam argumentasi ilmiah tertulis yang seharusnya didapat dari guru, sehingga menyebabkan siswa mulai jenuh dan bosan untuk menulis karena guru tidak

memberikan motivasi informasi tentang kesalahan yang ada dalam tulisan. Pelaksanaan pembelajaran yang terjadi menjadikan siswa tidak mampu membangun pemahaman dan menguasai konsep argumentasi ilmiah tertulis secara mandiri, membuat siswa enggan mencari informasi sendiri, siswa cenderung menunggu informasi dari guru. Oleh sebab itu diperlukan model pembelajaran yang dapat memberdayakan siswa melatih kemampuan argumentasi ilmiah tertulis, model pembelajaran tersebut salah satunya dengan penerapan *Problem Based Learning*.

*Problem Based Learning* merupakan model pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student centered*). Pendekatan *PBL* menurut De Simone (2008) bertujuan untuk memberikan peluang siswa berargumentasi melalui pembelajaran dan interaksi antar siswa. menyediakan fasilitas untuk *Problem Based Learning* mengembangkan keterampilan menggunakan dan menerapkan hubungan sebab akibat pada suatu konteks masalah sehingga siswa mampu memberdayakan kemampuan memecahkan masalah dalam argumentasi ilmiahnya. *Problem Based Learning* menurut Arends (2012), terdiri dari 5 langkah kegiatan pembelajaran yaitu: *orient students to the problem; organize students for study; assist independent and group investigation; develop and present artifacts and exhibits; terakhir analyze and evaluate the problem-solving process.*

*Problem Based Learning* setiap tahapan pembelajaran mampu mengakomodasi kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Hal ini didukung oleh penelitian Pritasari, Dwiastuti & Probosari (2016) bahwa kemampuan argumentasi berupa *claim, evidence, reasoning* siswa dapat ditingkatkan melalui penerapan *Problem Based Learning*. Melalui model pembelajaran ini, siswa diharapkan kelak dapat mengatasi masalah dengan cepat, tepat dan akurat untuk dapat bersaing di era abad pengetahuan, karena di Indonesia saat ini

masih banyak permasalahan yang belum diselesaikan dengan tuntas, seperti permasalahan lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah secara tertulis siswa kelas X MIPA 5 SMA Negeri 2 Boyolali pada materi pencemaran lingkungan melalui penerapan *Problem Based Learning*.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan Penelitian Tindakan Kelas dengan model spiral yang dikembangkan oleh Stephen Kemmis dan Robin Mc Taggart. Model spiral memiliki 4 tahapan, yaitu: perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi.

Subyek penelitian adalah peserta didik kelas X MIPA 5 SMA N 2 Boyolali pada semester genap tahun ajaran 2016/2017. Jumlah keseluruhan obyek penelitian sebanyak 38 peserta didik yang terdiri dari 17 siswa laki-laki dan 21 siswa perempuan.

Sumber data berasal dari guru dan siswa. Teknik pengumpulan data diperoleh melalui tes, wawancara, dan dokumentasi. Data utama mengenai kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa mencakup tiga aspek, yaitu *claim*, *evidence*, dan *reasoning*. Validasi data menggunakan teknik triangulasi. Analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif. Prosedur penelitian menggunakan metode spiral. Target penelitian ini peningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah tertulis sebesar  $\geq 30\%$  dari *base line*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa cenderung meningkat pada setiap siklus. Peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa dilihat dari analisis jawaban tes soal argumentasi ilmiah tertulis yang diberikan

siswa pada akhir setiap siklus. Hasil analisis terhadap kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa Siklus I disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skor Argumentasi Ilmiah Tertulis Siklus I

Aspek Penilaian	Skor rata-rata (%)	Kriteria	Skor argumentasi ilmiah tertulis (%)	Kriteria
<i>Claim</i>	64,91	Tinggi		
<i>Evidence</i>	56,14	Sedang	57,89%	Sedang
<i>Reasoning</i>	52,63	Sedang		

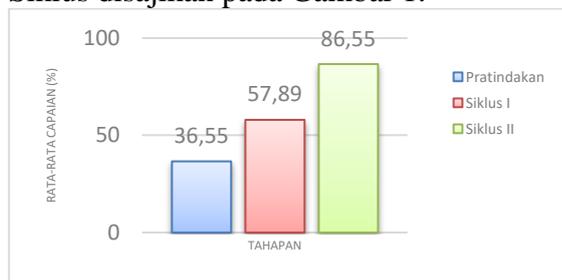
Berdasarkan Tabel 1, skor kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa Siklus I adalah sebesar 57,89% termasuk kategori sedang. Kemampuan argumentasi tertulis siswa dibangun dari 3 komponen argumentasi, yaitu: *claim*, *evidence*, dan *reasoning*. Skor *claim* tergolong kategori tinggi sebesar 64,91%; *evidence* sebesar 56,14% termasuk kategori sedang; dan *reasoning* tergolong kategori sedang sebesar 52,63%. Hasil analisis terhadap kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa Siklus II disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skor Argumentasi Ilmiah Tertulis Siklus II

Aspek Penilaian	Skor rata-rata (%)	Kriteria	Skor argumentasi ilmiah tertulis (%)	Kriteria
<i>Claim</i>	97,37	Sangat Tinggi		
<i>Evidence</i>	85,97	Sangat Tinggi	86,55%	Sangat Tinggi
<i>Reasoning</i>	76,31	Tinggi		

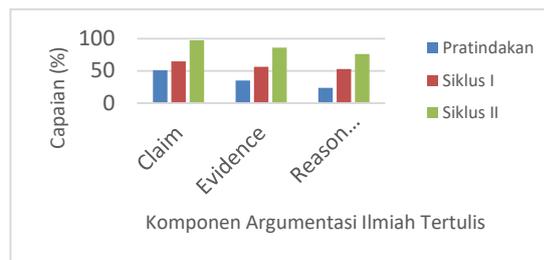
Tabel 2 menunjukkan skor kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa Siklus II adalah sebesar 86,55% termasuk kategori sangat tinggi. Skor *claim* menempati kategori sangat tinggi sebesar 97,37%; *evidence* sebesar 85,97% termasuk kategori sangat tinggi; dan *reasoning* tergolong kategori tinggi sebesar 76,31%. Perbandingan rata-rata capaian kemampuan

argumentasi ilmiah tertulis siswa setiap Siklus disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Perbandingan rata-rata capaian Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis Siswa Setiap Siklus

Gambar 1 menunjukkan rata-rata capaian skor kemampuan argumentasi tertulis siswa mengalami peningkatan pada setiap siklus. Skor kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa Siklus I meningkat sebesar 21,34%, dari Pratindakan yang semula 36,55% menjadi 57,89% pada Siklus I. Peningkatan yang terjadi pada Siklus I akibat dari penerapan *Problem Based Learning* yang dapat memberdayakan kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa. Keterlaksanaan tahapan *ProblemBased Learning* pada Siklus I telah terlaksana 79,41%. Peningkatan skor argumentasi ilmiah tertulis pada Siklus II tersebut belum mencapai target penelitian sebesar  $\geq 30\%$  sehingga penelitian dilanjutkan pada Siklus II. Skor kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa Siklus II juga mengalami peningkatan sebesar 28,66% dari Siklus I yang semula Siklus I 57,89% menjadi 86,55% pada Siklus II. Skor Argumentasi ilmiah tertulis siswa di akhir Siklus mengalami peningkatan sebesar 50% dari Pratindakan. Peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah tertulis yang terjadi pada Siklus II dipengaruhi refleksi tindakan pada Siklus I yaitu penelitian dan diskusi kelompok dilakukan siswa di kelas dengan bimbingan guru. Perbandingan skor *claim*, *evidence*, dan *reasoning* pada setiap siklus disajikan pada Gambar 16.



**Gambar 2.** Perbandingan skor *claim*, *evidence*, dan *reasoning* pada setiap siklus

Gambar 2 menunjukkan capaian yang berbeda untuk setiap komponen kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa dari Pratindakan sampai Siklus II. Persentase capaian komponen kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada Pratindakan yaitu komponen *claim* 50,88% termasuk kategori sedang, *evidence* 35,09% tergolong kategori rendah, *reasoning* 23,68% dengan kategori rendah. Persentase capaian komponen kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa Siklus I adalah *claim* tergolong kategori tinggi sebesar 64,91%; *evidence* sebesar 56,14% termasuk kategori sedang; dan *reasoning* tergolong kategori sedang sebesar 52,63%. Persentase capaian komponen kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa Siklus II adalah *claim* tergolong kategori sangat tinggi sebesar 97,37%; *evidence* sebesar 85,97% termasuk kategori sangat tinggi; dan *reasoning* tergolong kategori tinggi sebesar 76,31%. Data peningkatan capaian komponen kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa dari Pratindakan sampai Siklus II menunjukkan semua komponen argumentasi ilmiah tertulis telah mengalami peningkatan sesuai target capaian penelitian yang telah ditentukan yaitu meningkat  $\geq 30\%$ .

### Komponen *Claim* dalam Argumentasi

*Claim* adalah dugaan/hipotesis, kesimpulan, penjelasan, pernyataan deskriptif yang menjawab pertanyaan penelitian/rumusan masalah Bardsley & McNeill (2016). Hasil tes argumentasi ilmiah tertulis komponen *claim* mengalami perubahan cenderung meningkat pada setiap

siklus. Siklus I tentang materi pencemaran air skor *claim* dalam argumentasi ilmiah tertulis mengalami peningkatan sebesar 14,03% dari yang semula pada Pratindakan 50,88% menjadi 64,91% pada Siklus I. Peningkatan yang terjadi pada Siklus I akibat dari penerapan *Problem Based Learning* yang memberi kesempatan siswa untuk mengungkapkan pendapat pernyataan/*claim* secara terbuka dan bebas melalui identifikasi permasalahan. Peningkatan yang terjadi pada Siklus I belum mencapai target penelitian yaitu meningkat sebesar  $\geq 30\%$  dari Pratindakan. Komponen *claim* pada Siklus I belum tercapai target penelitian karena proses pembelajaran belum berjalan seperti yang diharapkan terutama pada tahapan *orient students to the problem*. Tahap *orient students to the problem* belum berjalan dengan dengan maksimal karena ada beberapa siswa yang terlambat masuk kelas; beberapa siswa ada yang tidak memperhatikan dan berbicara sendiri dengan temannya ketika guru menyajikan fenomena; siswa ketika merumuskan masalah, memilih rumusan membuat hipotesis masih sangat perlu bimbingan guru. Siswa juga belum mampu mengidentifikasi permasalahan dengan baik, terbukti *claim* yang diberikan siswa dalam jawaban tes evaluasi masih mengacu pernyataan dari fenomena yang diangkat dalam soal tes evaluasi sehingga *claim* yang dituliskan siswa dalam argumentasi ilmiah belum maksimal.

Skor *claim* juga meningkat sebesar 32,46% pada Siklus II, dari yang semula pada Siklus I 56,14% menjadi 97,37% pada Siklus II. Total peningkatan skor *claim* dari Pratindakan sampai Siklus II sebesar 46,49%, pada Pratindakan 50,88% menjadi 97,37% di Siklus II. Peningkatan yang terjadi sudah mencapai target penelitian yaitu meningkat sebesar  $\geq 30\%$  dari Pratindakan. Peningkatan yang terjadi pada Siklus II merupakan dampak refleksi yang dilakukan guru dan peneliti terhadap

kekurangan pembelajaran pada Siklus I sehingga seluruh siswa antusias mengidentifikasi fenomena yang disajikan guru, siswa tidak ada yang terlambat lagi masuk kelas, ketika membuat rumusan masalah memilih masalah yang dibahas sudah mulai mandiri sesuai rencana. Seiring dengan seringnya siswa mengungkapkan pernyataan/*claim*, siswa akan terlatih memberikan argumentasi baik lisan maupun tertulis. Senada dengan Venville dan Dawson (2010) mengatakan bahwa siswa yang dilatih berargumentasi dan aktif mengutarakan argumentasi dalam kelas lebih mampu membuat argumentasi tertulis yang rasional. Proses penyelesaian masalah menggunakan *PBL* Arends (2012) dapat membangun komponen argumentasi *claim* siswa dalam membuat hipotesis sebelum melakukan penelitian pada tahapan *orient students to the problem*.

#### **Komponen *Evidence* dalam Argumentasi**

*Evidence* menurut Bardsley & McNeill (2016) adalah data/bukti dari argumentasi baik dikumpulkan siswa atau guru bersumber dari penelitian/informasi yang relevan untuk mendukung *claim*. Pada Siklus I tentang materi pencemaran air pada skor *evidence* mengalami peningkatan dari tahap Pratindakan sampai Siklus II. Hasil tes argumentasi ilmiah tertulis komponen *evidence* Siklus I meningkat sebesar 21,05% dari yang semula Skor *evidence* Pratindakan 35,09% menjadi 56,14% pada Siklus I. Peningkatan yang terjadi pada Siklus I akibat dari penerapan *Problem Based Learning* yang memfasilitasi siswa untuk mengumpulkan konsep ilmiah dan data informasi (*evidence*) yang relevan dengan permasalahan mendukung *claim* dalam argumentasi ilmiah siswa. Peningkatan yang terjadi belum mencapai target penelitian yaitu meningkat sebesar  $\geq 30\%$  dari Pratindakan. Komponen *evidence* pada Siklus I tahapan *assist independent and group investigation* belum terlaksana

dengan baik karena ketika penelitian yang dilakukan di rumah siswa kesulitan untuk mengatasi kendala yang dilakukan selama penelitian sehingga membuat penelitian siswa selesai tidak sesuai rencana yang dibuat siswa dan data/evidence yang diperoleh selama penelitian kurang maksimal.

Skor *evidence* juga meningkat sebesar 29,83% pada Siklus II, dari yang semula pada Siklus I 56,14% menjadi 85,97% pada Siklus II. Skor *evidence* pada akhir Siklus mengalami peningkatan sebesar 50,58% dari Pratindakan 35,09% menjadi 85,97% pada Siklus II. Peningkatan yang terjadi sudah mencapai target penelitian yaitu meningkat sebesar  $\geq 30\%$  dari Pratindakan.

Peningkatan yang terjadi pada Siklus II merupakan dampak refleksi yang dilakukan guru dan peneliti terhadap kekurangan pembelajaran pada Siklus I yaitu penelitian dilakukan di sekolah dengan bimbingan guru secara langsung, sehingga ketika ada permasalahan dalam penelitian dapat teratasi dengan bimbingan guru, penelitian terlaksana sesuai perencanaan dan data/evidence yang diperoleh siswa lebih maksimal dibanding Siklus I. Senada dengan pendapat Kind, Hofstein, & Wilson (2011) bahwa siswa membutuhkan bantuan saat mereka menyampaikan, mengidentifikasi ataupun mengevaluasi *claim* menggunakan teori ilmiah atau data (*evidence*). Didukung pendapat Arends (2012) bahwa selama tahap ini guru memberikan bantuan yang dibutuhkan siswa untuk menemukan data dan informasi yang relevan dengan permasalahan selama penelitian dan diskusi kelompok, selain itu tahap ini juga mengajarkan siswa tentang etika investigasi dalam penelitian yang tepat.

### **Komponen Reasoning dalam Argumentasi**

*Reasoning* menurut Bardsley & McNeill (2016) adalah komponen

argumentasi yang mengartikulasikan bagaimana atau mengapa masing-masing bagian *evidence* mendukung *claim* menggunakan prinsip-prinsip ilmiah yang sesuai. Hasil tes argumentasi ilmiah tertulis komponen *reasoning* mengalami peningkatan pada setiap siklus. Siklus I skor *reasoning* meningkat sebesar 28,95% dari yang semula skor *reasoning* Pratindakan 23,68% menjadi 52,63% pada Siklus I. Peningkatan yang terjadi pada Siklus I akibat dari penerapan *Problem Based Learning* yang memberi kesempatan siswa untuk meningkatkan kemampuan siswa menganalisis dan mengevaluasi data, serta membangun *reasoning* yang tepat untuk mengaitkan *evidence* dengan *claim* sehingga dapat meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Peningkatan yang terjadi belum mencapai target penelitian yaitu meningkat sebesar  $\geq 30\%$  dari Pratindakan. Komponen *reasoning* pada Siklus I tahapan *develop and present artifacts and exhibits*, dan *analyze and evaluate the problem-solving process* belum terlaksana dengan maksimal karena siswa kurang antusias dalam presentasi dan diskusi kelompok terlihat belum siap, ketika guru mempersilahkan kelompok maju pertama belum ada yang berkenan sebelum guru memberikan *reward* berupa nilai tambahan.

Skor *reasoning* juga meningkat sebesar 23,68% pada Siklus II, dari yang semula pada Siklus I 52,63% menjadi 76,31% pada Siklus II. Skor *reasoning* pada akhir Siklus mengalami peningkatan sebesar 52,63% dari Pratindakan 23,68% menjadi 76,31% pada Siklus II. Peningkatan yang terjadi sudah mencapai target penelitian yaitu meningkat sebesar  $\geq 30\%$  dari Pratindakan. Peningkatan yang terjadi pada Siklus II merupakan dampak refleksi yang dilakukan guru dan peneliti terhadap kekurangan pembelajaran Siklus I yaitu dengan memberikan waktu diskusi kelompok lebih lama pada Siklus II sehingga siswa dapat meningkatkan

kemampuan argumentasi ilmiah siswa karena interaksi dalam kelompok memberi kesempatan kepada siswa mengajukan argumentasi ilmiah tanpa rasa takut. Menurut Kaya, Erduran, & Cetin (2012) bahwa argumentasi siswa lebih kelihatan ketika kegiatan diskusi terutama saat siswa memberi alasan (*reasoning*). Pada Siklus II presentasi dan diskusi kelompok sudah berjalan dengan baik pada tahapan *develop and present artifacts and exhibits*, dan *analyze and evaluate the problem-solving process*, keantusiasan siswa mulai terlihat ketika presentasi dan diskusi kelompok berlangsung. Senada dengan pendapat Kind *et al.* (2011) bahwa siswa membutuhkan bantuan saat mereka menyampaikan, mengidentifikasi ataupun mengevaluasi *claim* menggunakan teori ilmiah atau data (*evidence*).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan *Problem Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa kelas X MIPA 5 SMA Negeri 2 Boyolali pada materi Pencemaran Lingkungan.

Beberapa saran yang dapat diberikan diantaranya sebagai tambahan literasi mengenai model pembelajaran yang dapat diterapkan di kelas. Menguji kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa dengan *Problem Based Learning* pada materi Biologi lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

Arends, R. (2012). *Learning to Teach* (9 ed). New York: Mc Graw Hill.  
Bathgate Meghan, Amanda Crowell, Christian Schunn, Mac Cannady, & Rena Dorph. (2015). The Learning Benefits of Being Willing and Able to Engage in Scientific Argumentation. *International*

*Journal of Science Education*, 37(10), 1590–1612.

Behrooznia, S., Hashemi, M.R., & Mahjoobi, F.M. (2014). A critical look into Iranian EFL university students' critical thinking and argumentative writing. *Iranian Journal of Applied Linguistics*. 17(1), 71–92.

De Lima Tavares, M., Jimenez-Aleixandre, MP, & Mortimer, EF (2010). Articulation of conceptual knowledge and argumentation practices by high school students in evolution problems. *Science & Education*, 19, 573–598.

De Simone, C. (2008) Problem-Based Learning: a framework for prospective teachers' pedagogical problem solving, *Teacher Development*, 12 (3), pp.179–191.

Kind, Per Morten., Kind, Vanessa., Hofstein, Avi., & Wilson, Janine. (2011). Peer Argumentation in the School Science Laboratory Exploring effects of task features. *International Journal of Science Education*. 33(18), 2527–2558.

Katsh-Singer, R., McNeill, K. L., & Loper, S. (2016). Scientific argumentation for all? Comparing teacher beliefs about argumentation in high, mid and low SES schools. *Science Education*. 100(3), 410-436.

Kaya, E., Erduran, S., & Cetin, PS. (2012). Discourse, argumentation, and science lessons: Match or mismatch between students' perceptions and understanding?. *Mevlana International Journal of Education*, 2(3), 1–32.

Pritasari, A.C, Dwiastuti, Sri., & Probosari, R.M. (2016). Peningkatan Kemampuan Argumentasi melalui Penerapan Model *Problem Based Learning* pada Siswa Kelas X MIA 1 SMA Batik 2 Surakarta Tahun Pelajaran 2014/2015. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 1-7.

Venville, G. J., & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual

understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 952–977.

Wilson, C.D., Taylor, J.A., Kowalski, S.M., Carlson, J. (2010). The Relative Effects and Equity of Inquiry-Based and Commonplace Science Teaching on Students Knowledge, Reasoning, and Argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*. 47(3).