

## **POGIL Berkonteks *Socio Scientific Issues* (SSI) dan Literasi Sains Siswa SMK**

Ika Budi Yulastini<sup>1</sup>, Sri Rahayu<sup>2</sup>, Fauziatul Fajaroh<sup>3</sup>  
Pascasarjana Universitas Negeri Malang (UM)<sup>1,2,3</sup>  
Jalan Semarang 5 Malang, Jawa Timur  
*E-mail*: ikaby.smkn9@gmail.com

**Abstrak:** Literasi sains merupakan kemampuan menerapkan ilmu sains dalam memahami dan memecahkan masalah-masalah sains dan sosial dalam kehidupan. Siswa SMK perlu memiliki literasi sains yang baik, karena mereka memerlukan kemampuan menggunakan proses ilmiah dan kebiasaan berpikir untuk memecahkan masalah yang melibatkan sains guna mendukung kompetensi keahliannya, dan mempersiapkan dirinya untuk memasuki dunia kerja. Kimia sebagai salah satu bagian dari sains memiliki peranan dalam pengembangan literasi sains siswa SMK. Pengetahuan yang mendukung literasi sains dapat diajarkan melalui inkuiri dan isu-isu kontemporer. POGIL merupakan pembelajaran inkuiri yang berorientasi proses dan berpusat pada siswa melalui pembelajaran aktif dalam kelompok belajar. Penggunaan konteks *socio scientific issues* (SSI) dalam POGIL menunjang pengembangan literasi sains karena siswa secara langsung mengkaji fakta, fenomena atau peristiwa berdasarkan isu-isu sosial sains di masyarakat. Dengan demikian penerapan POGIL berkonteks SSI pada pembelajaran kimia di SMK diharapkan dapat meningkatkan literasi sains siswa SMK.

Kata Kunci: Literasi sains, POGIL, SSI

Dewasa ini dunia telah mengalami berbagai perubahan yang cepat dalam hal kemajuan teknologi, inovasi dalam sains, globalisasi, meningkatnya tuntutan dunia kerja, serta kompetensi bidang ekonomi (Rahayu, 2014). Perubahan yang luar biasa pada bidang sains, teknologi, dan industri tersebut memberikan banyak perubahan dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Perkembangan tersebut juga diikuti dengan dampak negatif yang menyertainya. Sebagai contoh perkembangan di bidang otomotif yang berupa alat transportasi modern menciptakan harapan baru bagi kelangsungan hidup umat manusia, namun juga menimbulkan permasalahan baru yang mengancam kehidupan manusia, seperti polusi udara akibat emisi bahan bakar kendaraan bermotor yang dapat memicu terjadinya pemanasan global. Rahayu (2014) menyatakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang muncul tersebut diperlukan masyarakat yang memiliki pemahaman tentang ide-ide ilmiah, kemampuan intelektual, kreatifitas, penalaran, dan harus memiliki kepedulian terhadap isu-isu serta masalah yang terjadi di alam. Masyarakat yang memiliki keterampilan-keterampilan tersebut dikatakan telah memiliki literasi sains.

Literasi sains adalah kemampuan untuk menerapkan ilmu sains dalam memahami dan memecahkan masalah-masalah sains dan sosial dalam kehidupan. Literasi sains memfokuskan pada membangun pengetahuan siswa untuk menggunakan konsep sains secara bermakna, berfikir secara kritis, dan membuat keputusan-keputusan yang seimbang dan memadai terhadap permasalahan-permasalahan yang memiliki relevansi terhadap kehidupan siswa (Rahayu, 2016). Tetapi masih sering dijumpai bahwa praktek pembelajaran sains di berbagai negara mengabaikan dimensi sosial pendidikan sains dan dorongan untuk mengembangkan keterampilan-keterampilan yang diperlukan untuk berpartisipasi secara aktif

dalam masyarakat (Hofstein, Eilks, & Bybee, 2011). Lebih lanjut Rahayu (2016) menyatakan bahwa literasi sains penting bagi semua siswa karena sebagian besar siswa tidak akan menjadi ilmuwan profesional. Siswa-siswa memerlukan kemampuan dalam menggunakan proses ilmiah dan kebiasaan berpikir dalam memecahkan masalah yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari serta untuk menghadapi masalah yang melibatkan sains dan pengambilan keputusan (Sadler, 2004).

Siswa SMK adalah siswa yang dipersiapkan untuk bisa langsung terjun ke dunia kerja atau dunia usaha setelah mereka lulus sekolah. Oleh karena itu siswa SMK perlu memiliki kemampuan literasi sains yang baik, mereka memerlukan kemampuan menggunakan proses ilmiah dan kebiasaan berpikir untuk memecahkan masalah yang melibatkan sains guna mendukung kompetensi keahliannya, sehingga pada akhirnya mereka lebih siap dalam memasuki dunia kerja. Kimia sebagai salah satu bagian dari sains yang diajarkan di SMK memiliki peranan dalam pengembangan literasi sains siswa SMK. Agar dapat mendukung pengembangan literasi sains maka pembelajaran kimia di SMK hendaknya lebih mengutamakan keterlibatan siswa secara aktif dalam pembelajaran. Siswa bukan hanya harus memiliki pemahaman terkait materi pelajaran tetapi juga diperlukan pemahaman terhadap proses sains, serta kemampuan mengaplikasikan pemahaman tersebut untuk menghadapi permasalahan dan tantangan dalam kehidupan nyata. Zoller (2004) menyatakan bahwa untuk dapat mencapai literasi kimia maupun literasi sains, siswa harus berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran. Ketika siswa aktif terlibat dalam bertanya, mengumpulkan dan menganalisis data, mendiskusikan, kemudian menyajikan informasi melalui presentasi, maka akan terjadi proses pemahaman secara menyeluruh sehingga diharapkan dapat meningkatkan literasi sains mereka.

Salah satu model pembelajaran yang menuntut siswa aktif terlibat dalam proses pembelajaran adalah inkuiri ilmiah (Rahayu, 2016). Inkuiri ilmiah didefinisikan sebagai cara yang digunakan oleh para ilmuwan untuk mempelajari alam semesta dan untuk mengajukan penjelasan berdasarkan bukti-bukti yang diperoleh dari kegiatannya. Inkuiri juga mengacu pada aktivitas yang dilakukan oleh siswa dalam proses mengembangkan pengetahuan dan pemahaman tentang ide-ide ilmiah, juga tentang bagaimana seorang ilmuwan mempelajari alam semesta (Rahayu, 2016). Tujuan inkuiri di kelas atau di laboratorium adalah membuat pembelajaran sains dapat benar-benar menyerupai inkuiri otentik kegiatan ilmiah seperti yang dilakukan ilmuwan (Lederman, 2014). Untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang berbagai upaya ilmiah (misalnya subyektifitas, inferensi, observasi, metode ilmiah), maka sudah seharusnya pembelajaran riil di kelas atau di laboratorium direncanakan secara eksplisit dan bukan hanya diantisipasi sebagai efek samping atau hasil sekunder dari berbagai pendekatan dalam pengajaran sains (Rahayu, 2016). Jika siswa memiliki pengalaman secara langsung dalam melakukan kegiatan sains, diharapkan mereka bisa merefleksikan secara alamiah apa yang telah mereka lakukan, hasil apa yang didapatkan dan mengapa mereka melakukan itu.

*Proces Oriented Guided Inquiri Learning* (POGIL) merupakan salah satu kegiatan inkuiri ilmiah. Menurut Hanson (2006), POGIL merupakan pembelajaran inkuiri yang berorientasi proses dan berpusat pada siswa dalam suatu pembelajaran aktif yang menggunakan kelompok belajar, aktivitas *guided inquiry* (inkuiri terbimbing) untuk mengembangkan pengetahuan, pertanyaan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis

dan analitis, memecahkan masalah, metakognisi, dan tanggung jawab individu. POGIL memiliki tiga komponen utama yaitu: pembelajaran kooperatif, inkuiri terbimbing, dan metakognisi. Aktivitas pembelajaran POGIL ini meliputi lima tahap, yaitu: (1) orientasi, (2) eksplorasi, (3) pembentukan konsep, (4) aplikasi, dan (5) penutup (Hanson, 2005).

Pembelajaran POGIL akan lebih bermakna jika dalam pengajarannya menggunakan suatu konteks. Salah satu konteks yang bisa digunakan pada pembelajaran POGIL adalah *socio scientific issues* (SSI). Pembelajaran berkonteks SSI adalah suatu pendekatan pembelajaran yang mengkaji fakta, fenomena, atau peristiwa berdasarkan isu-isu sosial berkaitan dengan sains yang ada di masyarakat (Ratcliffe & Grace, 2003). SSI melibatkan penggunaan topik atau masalah ilmiah yang mengharuskan siswa untuk terlibat dalam dialog, diskusi, dan debat. Masalah ini bersifat kontroversial di alam tetapi memiliki unsur tambahan yang membutuhkan tingkat penalaran moral atau evaluasi masalah etika dalam proses pengambilan keputusan tentang kemungkinan penyelesaian isu-isu tersebut (Zeidler dan Nichols, 2009:49). Rahayu (2016) menyatakan bahwa melalui kasus-kasus yang relevan dan akrab bagi siswa akan lebih memvisualisasikan konsep-konsep yang abstrak agar menjadi lebih konkrit. Roberto & Bernando (2012:17) mengungkapkan bahwa penerapan SSI dalam pendidikan sains dapat membantu siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis melalui diskusi tentang topik kontroversial dan sosial-sains. Dalam makalah ini akan dibahas mengenai kompetensi yang diperlukan dalam berliterasi sains dan implementasinya dalam kurikulum, *socioscientific issues* (SSI) untuk meningkatkan literasi sains, pembelajaran POGIL dan aplikasi POGIL berkonteks SSI pada pembelajaran kimia di SMK.

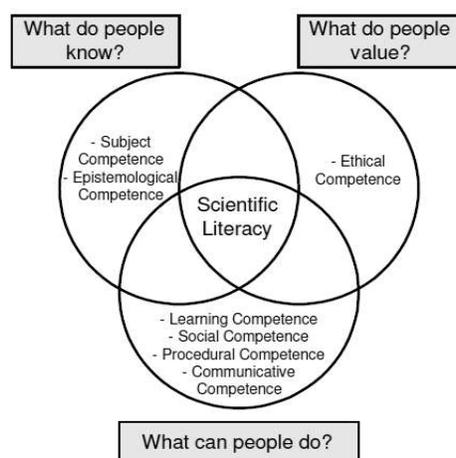
## **BAHASAN UTAMA**

### **Kompetensi yang Diperlukan dalam Berliterasi Sains dan Implementasinya dalam Kurikulum**

Literasi sains merupakan pembahasan konteks ilmu pengetahuan dan perannya dalam perubahan dunia (Nuangchalerm, 2009). Literasi sains merupakan istilah yang luas yang menggabungkan ide-ide ilmiah dan konsep maupun antar disiplin ilmu serta praktek-praktek ilmiah (Shwartz, Ben-zvi, & Hofstein, 2006). Tal dan Kedmi (2006:616) menyatakan bahwa literasi sains adalah kemampuan mengaplikasikan sains dalam konteks sehari-hari sebagai bagian dari kehidupan bermasyarakat. Menurut Holbrook & Rannikmae (2009) literasi sains mencakup kemampuan untuk menggunakan pengetahuan dan keterampilan ilmiah secara kreatif berlandaskan bukti-bukti yang cukup, khususnya yang relevan dengan kehidupan sehari-hari untuk memecahkan masalah-masalah penting dan memberi argumentasi dalam membuat keputusan sosial ilmiah secara bertanggung jawab. Sedangkan menurut PISA 2015 (*Programme for International Student Assesment*) literasi sains adalah kemampuan untuk terlibat dengan isu-isu terkait ilmu pengetahuan, dan dengan ide-ide ilmu pengetahuan sebagai reflektif warganegara (OECD, 2016). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa literasi sains adalah kemampuan untuk menerapkan ilmu sains dalam memahami dan memecahkan masalah-masalah sains dan sosial dalam kehidupan.

Lebih lanjut, PISA menguraikan kompetensi yang harus dimiliki oleh seseorang yang berliterasi sains yaitu: (1) pengetahuan ilmiah dan penggunaan pengetahuan tersebut untuk mengidentifikasi pertanyaan, memperoleh pengetahuan baru, menjelaskan fenomena ilmiah dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti tentang isu-isu terkait sains; (2) pemahaman

tentang karakteristik ilmu pengetahuan sebagai bentuk pengetahuan manusia dan penyelidikan ilmiah (inkuiri); (3) kesadaran tentang bagaimana sains dan teknologi membentuk lingkungan material, intelektual dan budaya; dan (4) kesediaan untuk terlibat dalam isu-isu terkait sains, dan dengan gagasan ilmu pengetahuan, sebagai warga negara yang reflektif (OECD, 2016). Literasi sains tidak hanya dipandang sebagai pemahaman terhadap sains sebagai pengetahuan. Namun, literasi sains juga melibatkan pemahaman tentang sains sebagai konsep dan proses serta aplikasinya dalam kehidupan nyata yang memungkinkan seseorang untuk terlibat aktif dalam pengambilan keputusan mengenai isu-isu terkait sains. Literasi sains mengintegrasikan berbagai kompetensi seperti yang digambarkan pada diagram model literasi sains Gräber *et al* (2001) pada Gambar 1.



**Gambar 1. Model Literasi Sains (*Scientific Literacy*) Gräber**

Model literasi sains pada Gambar 1. di atas menunjukkan bahwa dalam literasi sains mencakup berbagai macam kompetensi, yaitu kelompok kompetensi pertama “*what do people know*” (terdiri dari kompetensi konten sains dan kompetensi epistemologi), kelompok kompetensi kedua “*what do people value*” (terdiri dari kompetensi etika/moral), dan kelompok kompetensi ketiga “*what do people do*” (terdiri dari kompetensi belajar, kompetensi sosial, kompetensi prosedural, dan kompetensi berkomunikasi). Nampak pada gambar bahwa literasi sains merupakan persinggungan antar ketiga kelompok kompetensi sehingga literasi sains memiliki peranan penting bagi kehidupan bermasyarakat.

Dalam beberapa dekade terakhir, literasi sains telah menjadi tujuan utama pendidikan sains pada berbagai negara di seluruh dunia. Menurut Nuangchalerm (2009:239), literasi sains diperlukan oleh setiap siswa. Setiap siswa nantinya akan menjadi bagian dari masyarakat, sehingga mereka membutuhkan kemampuan untuk menggunakan proses sains dan kebiasaan untuk berpikir sebagai upaya memecahkan masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari, terutama masalah yang melibatkan isu-isu terkait sains yang akan mendasari mereka untuk mengambil keputusan dan tindakan yang tepat. Namun, hasil penilaian PISA menunjukkan tingkat literasi sains siswa Indonesia sangat rendah. Pada tahun 2009 Indonesia berada pada urutan ke 38 dari 40 negara, dan pada tahun 2012 berada di urutan ke 64 dari 65 negara (OECD, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran di Indonesia belum mengarahkan siswa untuk memahami literasi sains sehingga siswa tidak

terbiasa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan sains yang dimilikinya untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Upaya untuk mengatasi rendahnya kemampuan literasi sains siswa Indonesia adalah dengan memperbaiki pembelajaran sains dengan cara memasukkan komponen-komponen literasi sains dalam pembelajaran dan menjadikan literasi sains sebagai tujuan utama pendidikan sains. Karena itulah Indonesia mengevaluasi kurikulum pendidikan dan menerapkan kurikulum 2013 sebagai salah satu upaya untuk mengejar ketertinggalan dari negara-negara lain di bidang pendidikan. Pada kurikulum 2013 kompetensi yang harus dikuasai siswa dalam bidang sains antara lain siswa memiliki dan mengembangkan sikap ilmiah (rasa ingin tahu, kritis, logis, analitis, kreatif, jujur, dan bertanggung jawab), menganalisis dan menyelesaikan permasalahan, serta menerapkan pengetahuan yang dimiliki pada berbagai bidang ilmu dan teknologi. Tujuan tersebut sejalan dengan tujuan terciptanya masyarakat berliterasi sains.

Kurikulum 2013 yang diterapkan mulai tahun ajaran 2013/2014 merupakan pembaharuan dari Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Dalam Kurikulum 2013, kompetensi-kompetensi yang harus dikuasai siswa terdapat dalam Kompetensi Inti yang selanjutnya akan diuraikan menjadi Kompetensi Dasar. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar dalam Kurikulum 2013 dapat dipetakan sesuai dengan model literasi sains Gräber *et al* (Rahayu, 2014) seperti dalam Tabel 1 berikut.

**Tabel 2.1. Komponen literasi sains Gräber *et al* dan pemetaan kompetensi Kurikulum 2013**

Komponen	Kompetensi	Kompetensi dalam Kurikulum 2013
<i>what do people know</i>	kompetensi konten sains dan kompetensi epistemologi	KI 3
<i>what do people value</i>	kompetensi etika/moral	KI 1 dan KI 2
<i>what can people do</i>	kompetensi belajar, kompetensi sosial, kompetensi prosedural, dan kompetensi berkomunikasi	KI 4

(Rahayu, 2014)

Lebih lanjut, Rahayu (2014:11) menyatakan bahwa secara umum Kurikulum 2013 mulai mengarah pada perwujudan literasi sains diantaranya adalah agar siswa memiliki: (1) kemampuan berkomunikasi; (2) kemampuan dalam berpikir kritis dan kreatif; (3) kemampuan dalam mempertimbangkan masalah dalam sisi moral; (4) kemampuan hidup dalam masyarakat yang global; dan (5) memiliki minat luas dalam kehidupan dan kesiapan untuk bekerja, kecerdasan sesuai dengan bakat/minatnya, dan peduli terhadap lingkungan. Hal ini selaras dengan tujuan pembelajaran di SMK sesuai Kurikulum 2013 yaitu agar siswa dapat memahami konsep, prinsip, hukum, dan teori kimia serta saling keterkaitannya dan penerapannya untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Sesuai dengan tujuan tersebut maka pembelajaran kimia di SMK menuntut penguasaan siswa terhadap konsep-konsep dasar ilmu pengetahuan (*knowledge*) dimana proses dan cakupannya harus mendukung pengembangan keterampilan (*skill*) yang sesuai dengan program keahlian produktif, dengan kata lain siswa harus memiliki kemampuan literasi sains yang baik.

### **Socio Scientific Issues (SSI) untuk Meningkatkan Literasi Sains**

*Socioscientific Issues* (SSI) adalah masalah yang berkaitan dengan isu-isu sosial yang terjadi di masyarakat yang meliputi konsep dan teknologi serta hubungannya dengan sains (Sadler, 2004:513). SSI merupakan perpaduan antara isu-isu sosial yang melibatkan komponen moral dan etika dan relevansinya dengan sains (Callahan, 2009:6). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa SSI merupakan masalah yang berkaitan dengan isu-isu sosial yang berhubungan dengan sains dan melibatkan komponen moral dan etika. Isu-isu yang disajikan dalam SSI merupakan isu-isu kontroversial diantaranya perubahan iklim global, rekayasa genetika, energi alternatif, penelitian tentang stem sel, dan masalah-masalah lain yang menuntut perhatian masyarakat, bukan hanya pakar ilmiah dalam bidang keahlian tertentu (Fowler, Zeidler, & Sadler, 2009:279). *Socioscientific Issues* (SSI) melibatkan penggunaan topik ilmiah yang mengharuskan siswa untuk terlibat dalam dialog, diskusi, dan debat. Masalah ini bersifat kontroversial di alam tetapi memiliki unsur tambahan yang membutuhkan tingkat penalaran moral atau evaluasi masalah etika dalam proses pengambilan keputusan tentang kemungkinan penyelesaian isu-isu tersebut (Zeidler *et al*, 2009).

SSI memiliki beberapa karakteristik, antara lain: (1) memiliki dasar dalam ilmu pengetahuan; (2) melibatkan pembuatan opini dan penentuan pilihan pada tingkat pribadi maupun sosial; (3) sering diberitakan di media; (4) berkaitan dengan informasi yang tidak lengkap karena kurangnya bukti ilmiah; (5) mengarah pada dimensi lokal, nasional, dan global yang berkaitan dengan kerangka politik dan sosial; (6) melibatkan nilai-nilai dan pertimbangan etis; (7) memerlukan pemahaman tentang berbagai kemungkinan dan resiko; dan (8) topik berkaitan dengan kejadian di lingkungan sekitar (Ratcliffe & Grace, 2003:2). Berdasarkan beberapa karakteristik tersebut, pembelajaran berkonteksti SSI dapat dilakukan dengan empat tahap, yaitu: (1) menyajikan isu dari sudut pandang pengetahuan sains (*scientific background*); (2) melakukan evaluasi isu sosial sains yang disajikan (*evaluation of information*); (3) mengkaji dampak lokal, nasional, dan global (*local, national, and global dimension*); dan (4) membuat keputusan terkait isu sosial sains (*decision making*). Oleh karena itu, penerapan SSI dalam pembelajaran diharapkan dapat meningkatkan penguasaan konsep dan melatih siswa untuk berpikir kritis mengenai isu-isu yang disajikan. Selain itu, siswa juga memiliki kesempatan untuk berdiskusi dengan siswa lain yang memiliki pendapat yang berlainan sehingga dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam mengambil keputusan.

Menurut Zeidler *et al.* (2005), penerapan SSI dalam pembelajaran memiliki peranan yang penting karena: (1) menjadikan pembelajaran sains lebih relevan bagi kehidupan siswa; (2) sarana yang mengarahkan hasil belajar seperti apresiasi terhadap hakikat sains; (3) meningkatkan kemampuan berargumentasi; (4) meningkatkan kemampuan mengevaluasi informasi ilmiah; dan (5) merupakan aspek penting dalam literasi sains. Hasil penelitian menunjukkan diskusi SSI berhubungan dengan literasi sains (Osborne, 2005; Dawson & Venville, 2009; Marreo & Mensah, 2010; Nuangchalerm 2010). Penelitian lain menunjukkan diskusi isu sosiosaintifik meningkatkan hasil belajar dan berpikir analitis (Wongsri & Nuangchalerm, 2010), meningkatkan penalaran moral (Sadler & Zeidler, 2004; Wongsari & Nuangchalerm, 2010), dan meningkatkan penalaran informal (Chang & Chiu, 2008; Dawson & Venville, 2009). Roberto & Bernando (2012:17) mengungkapkan bahwa penerapan SSI dalam pendidikan sains dapat membantu siswa untuk mengembangkan

keterampilan berpikir kritis melalui diskusi tentang topik kontroversial dan sosial-sains. Dengan demikian, penerapan SSI dalam pembelajaran dapat membantu tercapainya literasi sains, diantaranya dengan meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa.

### **Pembelajaran POGIL**

*Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) adalah salah satu kegiatan inkuiri ilmiah. Menurut Hanson (2006), POGIL merupakan pembelajaran inkuiri yang berorientasi proses dan berpusat pada siswa dalam suatu pembelajaran aktif yang menggunakan kelompok belajar (*cooperative learning*) dan aktivitas inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) untuk mengembangkan pengetahuan, pertanyaan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis, memecahkan masalah, metakognisi, dan tanggung jawab individu. POGIL didasarkan pada teori pembelajaran konstruktivistik dengan dasar pemikiran bahwa siswa akan belajar lebih baik jika: (1) aktif terlibat dalam berpikir baik di dalam kelas maupun di laboratorium, (2) menarik kesimpulan dengan cara menganalisis data, model, atau contoh-contoh, dan mendiskusikan ide-ide, (3) bekerjasama dalam tim belajar untuk memahami konsep dan memecahkan masalah, (4) merefleksikan konsep yang telah diperoleh untuk meningkatkan kinerja, (5) berinteraksi dengan guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran (Hanson, 2006). POGIL merupakan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student center*) dan siswa bekerja dalam kelompok kecil dengan bimbingan guru sebagai fasilitator pembelajaran (Moog & Spencer, 2008). Melalui pembelajaran kooperatif yang dipadukan dengan aktivitas *guided inquiry*, dapat memberi kesempatan kepada siswa untuk membangun pemahaman mereka sendiri dalam kelompok diskusi.

Pembelajaran dengan POGIL meliputi lima tahap kegiatan (Hanson, 2005), yaitu:

#### 1. Orientasi (*orientation*)

Orientasi merupakan tahap awal yang bertujuan untuk mempersiapkan siswa untuk belajar. Pada tahap ini dilakukan dengan cara memberikan motivasi untuk menciptakan ketertarikan, menghasilkan rasa ingin tahu dan membuat koneksi ke pengetahuan sebelumnya. Dengan demikian siswa akan merasa bahwa materi pelajaran yang akan dipelajari penting dan berharga bagi dirinya, sehingga mereka dapat membangun pemahamannya secara eksplisit berdasarkan pengetahuan awal yang dimilikinya. Dalam hal ini guru dapat menyampaikan tujuan dan indikator pembelajaran yang harus dicapai siswa, latar belakang, prasyarat, informasi serta referensi sumber belajar yang diperlukan.

#### 2. Eksplorasi (*exploration*)

Pada tahap eksplorasi ini siswa diberi serangkaian tugas untuk diselesaikan demi mencapai tujuan pembelajaran. Siswa memiliki kesempatan untuk mengumpulkan data atau informasi dengan melakukan berbagai cara antara lain melakukan pengamatan, mendesain percobaan, mengumpulkan, memeriksa, dan menganalisa data atau informasi, menyelidiki hubungan, mengajukan pertanyaan dan menguji hipotesis. Proses pengumpulan data atau informasi tersebut merupakan pengalaman baru yang diperoleh siswa. Pada tahap ini siswa menggunakan pengetahuan awal mereka untuk menjawab pertanyaan yang diberikan. Siswa memperoleh pengetahuan baru dengan bimbingan seminimal mungkin dari guru. Pertanyaan-pertanyaan yang diberikan pada tahap ini harus dapat merangsang siswa untuk berpikir kritis.

### 3. Pembentukan konsep (*concept formation*)

Tahap ini merupakan tahap konstruksi konsep oleh siswa. Konsep tersebut dibentuk sebagai hasil dari tahap eksplorasi. Konsep yang akan dibangun oleh siswa tidak diberikan secara langsung oleh guru. Pada tahap ini guru memberikan pertanyaan-pertanyaan yang memaksa siswa untuk berpikir kritis dan analitis terkait dengan hasil pada tahap eksplorasi. Guru dapat membantu menentukan tugas, mengarahkan siswa untuk membuat kesimpulan yang tepat, serta membantu siswa membangun pemahaman tentang konsep yang dipelajari.

### 4. Aplikasi (*application*)

Setelah konsep didefinisikan pada tahap pembentukan konsep, konsep tersebut diperkuat dan diperluas melalui tahap aplikasi. Pada tahap aplikasi ini siswa menggunakan konsep baru yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya untuk mengerjakan latihan-latihan soal dan menyelesaikan masalah. Guru dapat memberikan masalah kontekstual atau isu-isu sosial di masyarakat (SSI) yang relevan untuk diselesaikan siswa dalam kelompoknya, dan siswa melalui diskusi kelompok menerapkan pemahaman baru kedalam konteks yang berbeda untuk menyelesaikan masalah yang diberikan guru tersebut.

### 5. Penutup (*closure*)

Pada tahap penutup siswa memvalidasi hasil belajarnya, merefleksi apa yang telah dipelajari, dan menilai hasil kerja mereka sendiri. Ketika siswa diminta untuk merefleksikan apa yang telah mereka pelajari, pengetahuan mereka dikonsolidasikan, dan mereka merasa dihargai atas hasil kerja kerasnya selama proses pembelajaran. Ketika siswa mengenali dengan baik apa yang telah dilakukan, apa yang dibutuhkan untuk meningkatkan pengetahuan mereka, dan strategi apa yang dibutuhkan untuk mengembangkan pengetahuan, mereka akan didorong dan termotivasi untuk bekerja mencapai tujuan. Penilaian diri adalah kunci keberhasilan dalam belajar karena menghasilkan perbaikan yang berkesinambungan. Pada tahap ini guru memberikan penguatan mengenai kegiatan pembelajaran yang sudah dilakukan dan membimbing siswa membuat kesimpulan hasil pembelajaran.

Lebih lanjut Hanson (2006) menyatakan bahwa dalam pembelajaran POGIL terdapat tujuh komponen utama yaitu: 1) kelompok belajar, 2) kegiatan penyelidikan untuk mengembangkan pemahaman, 3) pertanyaan yang mampu mendorong untuk berpikir kritis dan analitis, 4) penyelesaian masalah, 5) pelaporan, 6) metakognisi, dan 7) tanggung jawab individu. Menurut Moog *et al* (2009: 45) ada dua aspek kunci untuk desain kegiatan POGIL. Pertama, informasi yang sesuai harus disertakan dalam "Eksplorasi" awal sehingga memungkinkan bagi siswa untuk mengembangkan konsep-konsep yang diinginkan. Kedua, urutan pertanyaan terbimbing harus dibangun dengan hati-hati agar memungkinkan siswa untuk mencapai kesimpulan yang tepat dan juga pada saat yang sama mendorong pengembangan berbagai keterampilan proses.

Pembelajaran dengan model POGIL mempunyai beberapa kelebihan seperti yang dikemukakan oleh beberapa ahli antara lain Hanson (2006) dan Geiger (2010) menyatakan kelebihan POGIL yaitu kegiatan belajar siswa lebih terstruktur karena terdapat panduan yang terstruktur, terkendali, dan terarah, dapat meningkatkan pemahaman siswa, keterampilan proses dalam belajar, nilai sikap, dan prestasi belajar, serta pemafaatan waktu lebih efektif. Straumanis (2010) menjelaskan kelebihan dari pembelajaran POGIL adalah siswa dapat

mengolah informasi, berpikir kritis, memecahkan masalah, komunikasi, kerjasama tim, manajemen dan self-assessment. Beberapa hasil penelitian tentang keefektifan penggunaan POGIL dalam pembelajaran kimia antara lain: Schroeder dan Greenbowe (2008) menyatakan bahwa model POGIL mampu meningkatkan hasil belajar. Hasil penelitian Bilgin (2009) menunjukkan bahwa siswa mempunyai tanggapan positif terhadap pembelajaran POGIL. Geiger (2010) juga menunjukkan bahwa siswa lebih tertarik dan merasa senang dengan pelajaran kimia menggunakan POGIL. Widyaningsih (2012) berdasarkan hasil penelitiannya menyatakan bahwa melalui POGIL sebagian besar siswa terlibat aktif dan berfikir kritis di kelas maupun di laboratorium, Villagonzalo (2014) dan De Gale & Boisselle (2015), menyatakan bahwa POGIL dapat meningkatkan prestasi belajar siswa. Dengan demikian secara umum dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran POGIL efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa.

### **Aplikasi POGIL Berkonteks SSI dalam Pembelajaran Kimia di SMK**

Kimia adalah salah satu mata pelajaran yang diajarkan di SMK khususnya pada kompetensi keahlian Teknik Sepeda Motor. Kimia sebagai bagian dari sains berperan dalam meningkatkan kemampuan literasi sains siswa SMK, oleh karena itu pembelajaran kimia di SMK hendaknya lebih mengutamakan pada kegiatan siswa (*student centre*) salah satunya adalah melalui pembelajaran POGIL yang berkonteks SSI. Model pembelajaran POGIL berkonteks SSI dapat diterapkan pada materi reaksi redoks. Salah satu contoh isu sosial sains di masyarakat yang berkaitan dengan konsep reaksi redoks adalah tentang polusi udara akibat emisi (gas buang) kendaraan bermotor. Reaksi pada pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor melibatkan reaksi redoks. Isu polusi udara ini cocok digunakan sebagai konteks pembelajaran untuk mempelajari materi redoks pada siswa SMK jurusan otomotif karena berhubungan dengan materi produktif mereka. Selain itu isu tentang polusi udara ini juga bersifat kontroversial yaitu dengan semakin banyaknya kendaraan bermotor disatu sisi menguntungkan karena dapat mempermudah pekerjaan manusia dengan adanya alat transportasi yang memadai, namun disisi lain bertambahnya kendaraan bermotor meningkatkan polusi udara yang berbahaya bagi kesehatan dan dapat memicu terjadinya pemanasan global. Melalui diskusi kelompok dan diskusi kelas siswa dapat mencari solusi atas permasalahan ini, sehingga dapat meningkatkan literasi sains siswa SMK.

Adapun contoh tahapan pembelajaran POGIL berkonteks SSI tentang polusi udara akibat asap kendaraan bermotor adalah sebagai berikut:

#### **1. Orientasi**

Pada tahap orientasi Guru meminta siswa untuk mengamati gambar polusi udara yang terjadi akibat asap kendaraan bermotor dan mengadakan tanya jawab terkait dengan masalah yang ada di gambar. Selain itu guru juga mengajak siswa untuk melihat dan mengamati tayangan video tentang proses pembakaran bahan bakar dalam mesin bakar kendaraan bermotor sampai terbentuknya gas buang/gas hasil pembakaran yang dikeluarkan melalui knalpot.

Dengan mengetahui adanya relevansi ilmu kimia dengan bidang keahlian produktif otomotif maka diharapkan siswa termotivasi untuk belajar lebih lanjut tentang materi reaksi redoks.

Berikut ini contoh tahap orientasi pada LKS siswa SMK Otomotif yang digunakan pada pembelajaran materi reaksi redoks menggunakan model POGIL yang berkonteks SSI.

**1. ORIENTASI**

Perkembangan otomotif sebagai alat transportasi, baik di darat maupun di laut, sangat memudahkan manusia dalam melaksanakan suatu pekerjaan. Selain mempercepat dan mempermudah aktivitas, di sisi lain penggunaan kendaraan bermotor juga menimbulkan dampak yang sangat buruk terhadap lingkungan, terutama gas buang dari hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau terbakar dengan sempurna. Penggunaan kendaraan bermotor di dalam kehidupan manusia tidak bisa dikurangi, seiring dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk. Hal yang perlu diperhatikan pula adalah meningkatnya jumlah kendaraan namun tidak diikuti dengan upaya pelestarian lingkungan hidup, sehingga disini perlu dipertimbangkan dampak dari gas buang hasil proses pembakaran terhadap pencemaran udara dan lingkungan.

Pelajari gambar di bawah ini!



Gambar 1.1 Gas Buang Akibat Pembakaran Bahan Bakar

Rumuskan beberapa pertanyaan terkait dengan Gambar 1.1 yang sudah Anda amati.

Rumusan Pertanyaan:

Gambar 2. Contoh Tahap Orientasi pada Pembelajaran Reaksi Redoks menggunakan POGIL Berkonteks SSI

2. Eksplorasi

Siswa diberi serangkaian tugas untuk diselesaikan secara berkelompok. Misalnya Siswa diberikan data tentang contoh-contoh persamaan reaksi oksidasi dan reaksi reduksi. Siswa mengamati data yang diberikan guru dan menganalisa data atau informasi. Selain itu dapat juga dilakukan kajian literatur dengan memberikan bacaan tentang pembakaran bahan bakar pada kendaraan bermotor, siswa diminta untuk membaca dan mencari informasi tentang proses pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Guru memberikan pertanyaan-pertanyaan yang mengarahkan siswa untuk mendapatkan informasi tentang reaksi-reaksi kimia yang terjadi pada proses pembakaran bahan bakar. Berikut ini contoh tahap eksplorasi pada LKS siswa SMK Otomotif yang digunakan pada pembelajaran materi reaksi redoks menggunakan model POGIL yang berkonteks SSI.

**2. EKSPLORASI**  
Bacalah bahan bacaan di bawah ini!

**Pembakaran Bahan Bakar Kendaraan Bermotor**

Pada mesin bensin, pembakaran terjadi pada saat volume konstan. Dalam satu siklus untuk menghasilkan tenaga gerak pada mesin bensin dilakukan beberapa proses yang dimulai dari proses pengisapan gas ke dalam silinder, mengkompresikan, membakarnya, kerja dan membuang sisa pembakaran ke luar silinder. Pembakaran bahan bakar dalam motor bakar adalah proses reaksi kimia antara bahan bakar dan gas oksigen yang terjadi dalam ruang bakar dan menghasilkan energi kalor serta gas sisa pembakaran yang berlangsung dalam waktu yang sangat cepat. Oksigen ini diperoleh dari campuran bahan bakar dengan udara yang masuk ke dalam mesin. Komposisi dari udara tersebut sebagian besar mengandung oksigen dan nitrogen serta sebagian kecil dari udara tersebut mengandung gas lain. Reaksi pembakaran tersebut menghasilkan produk hasil pembakaran yang komposisinya tergantung dari kualitas pembakaran yang terjadi.

Dalam proses pembakaran terjadi reaksi antara lain sebagai berikut:

Karbon + oksigen  $\rightarrow$  Karbondioksida + panas  
 Hidrogen + oksigen  $\rightarrow$  uap air + panas  
 Nitrogen + oksigen  $\rightarrow$  nitrogen dioksida  
 Sulfur + oksigen  $\rightarrow$  Sulfur dioksida + panas  
 Hidrokarbon (oktana) + oksigen  $\rightarrow$  karbondioksida + uap air

Pembakaran dikatakan sempurna apabila campuran bahan bakar dan oksigen dari udara mempunyai perbandingan yang tepat (stokhiometrik), hingga tidak diperoleh sisa. Jika perbandingan antara bahan bakar dengan oksigen tidak tepat maka akan mengalami pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan gas karbonmonoksida (CO) yang sangat berbahaya.

Diskusikanlah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

- Bagaimanakah terjadinya proses pembakaran bahan bakar dalam kendaraan bermotor?  
\_\_\_\_\_
- Gas-gas apa saja yang terkandung dalam sisa pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor?  
\_\_\_\_\_
- Tuliskan persamaan reaksi antara karbon dengan oksigen!  
\_\_\_\_\_
- Tuliskan persamaan reaksi antara hidrogen dengan oksigen!  
\_\_\_\_\_

**Gambar 3. Contoh Tahap Eksplorasi pada Pembelajaran Reaksi Redoks menggunakan POGIL Berkonteks SSI**

### 3. Pembentukan konsep

Siswa mengkonstruksi pemahamannya sendiri tentang konsep redoks berdasarkan hasil pada tahap eksplorasi. Guru memberikan pertanyaan-pertanyaan yang memaksa siswa untuk berpikir kritis dan analitis terkait dengan hasil pada tahap eksplorasi. Konsep yang diharapkan dapat dibentuk siswa adalah konsep reaksi oksidasi, reaksi reduksi, konsep oksidator dan konsep reduktor.

### 4. Aplikasi

Siswa mengaplikasikan pemahaman konsep yang sudah diperolehnya pada kasus-kasus lain, dalam hal ini guru menyajikan suatu bahan diskusi yang berupa artikel tentang isu-isu *socioscientific* yaitu polusi udara akibat emisi bahan bakar kendaraan bermotor. Konteks emisi bahan bakar kendaraan bermotor ini sesuai untuk siswa SMK kompetensi keahlian otomotif, karena berkaitan dengan masalah di dunia otomotif, sehingga sangat relevan bagi siswa. Melalui diskusi diharapkan siswa dapat menerapkan konsep reaksi redoks dengan menjelaskan proses reaksi pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor dan bagaimana cara mengatasi polusi udara yang ditimbulkan akibat pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Berikut ini contoh kasus SSI yang digunakan pada tahap aplikasi pembelajaran reaksi redoks dengan model POGIL berkonteks SSI.

**4. APLIKASI**  
Bacalah dengan teliti artikel di bawah ini!

**Motor dan Mobil Penyumbang Emisi Karbon Terbesar di Indonesia**



By: Liputan6 on 15 Feb 2016 at 05:03 WIB

Perkembangan teknologi di bidang otomotif tidak terlepas dari hasil imajinasi dan kreativitas dari para ilmuwan sehingga banyak menghasilkan kendaraan yang sangat berguna bagi kehidupan manusia. Para ilmuwan dalam menciptakan hasil karyanya tidaklah netral namun mereka memiliki suatu dasar dan sudut pandang yang berbeda-beda (*subyektifitas*) sehingga mempengaruhi hasil karyanya dan terciptalah berbagai macam kendaraan bermotor dengan berbagai merk seperti yang kita jumpai sekarang. Papulasi kendaraan bermotor di Indonesia terus tumbuh dari tahun ke tahun. Perkembangan di bidang otomotif ini menunjukkan bahwa sains selalu memberikan kontribusi dalam kehidupan kita. Didari itu tidak, sains mempengaruhi aspek sosial budaya (*gaye hidup*) manusia. Dahulu orang bergajian dengan jalan kaki atau kendaraan umum, namun sekarang hampir semua orang bisa membeli kendaraan bermotor. Disisi lain perkembangan teknologi yang cukup menguntungkan ini menimbulkan pedebatan karena menimbulkan polusi udara yang sangat berbahaya. Hasil observasi dan infersasi yang dilakukan oleh Unit Pendidikan dan Pengkaderan Walhi menunjukkan bahwa seiring bertambahnya jumlah kendaraan bermotor, tingkat polusi akibat emisi gas buang kendaraan juga meningkat.

Mohammed ialah selaku pengurus Walhi mengatakan, "emisi kendaraan bermotor menjadi isu di semua kota besar di dunia. Kendaraan bermotor masih menjadi kontributor utama polusi udara di Indonesia". Lebih lanjut ialah mengatakan "Kendaraan bermotor menyumbang 23% emisi rumah kaca secara global atau 13% secara Nasional dan ini bisa berdampak kepada kesehatan. Ketika udara di satu kota itu sangat buruk maka aspek pada kesehatan juga sangat tinggi". ujarnya. Berdasarkan data Bappenas yang bekerjasama dengan Asian Development Bank dan Swiss Contact (2006), penambahan kendaraan yang pesat terkait langsung dengan kondisi sistem transportasi yang buruk. Banyak orang terdorong untuk menggunakan kendaraan pribadi terutama sepeda motor karena kurangnya transportasi umum yang aman, nyaman, dan tepat waktu.

Semakin bertambahnya jumlah kendaraan bermotor telah menimbulkan peningkatan pencemaran udara terutama di kota besar. Reaksi pembakaran dari bahan bakar bensin maupun bahan bakar gas merupakan reaksi oksidasi antara senyawa hidrokarbon ( $C_nH_m$ ) dengan oksigen yang diperoleh dari udara yang masuk ke dalam mesin. Komponen dari udara tersebut sebagian besar mengandung Oksigen dan Nitrogen serta sebagian kecil mengandung gas yang lain, sehingga dihasilkan produk berupa karbon dioksida, uap air, oksida nitrogen atau produk lainnya tergantung pada kualitas pembakaran. Nitrogen tidak berperan pada proses pembakaran, namun pada temperatur yang tinggi nitrogen akan mengalami oksidasi dengan mengikat oksigen membentuk zat hasil oksidasi yaitu senyawa NO. Setelah proses pembakaran, NO ini masih mengalami reaksi oksidasi lagi membentuk  $NO_2$  yang merupakan gas berbahaya bagi kesehatan. Namun di dalam analisis sensor yang ada di knalpot, gas NO atau  $NO_2$  yang berbahaya ini mengalami reaksi reduksi dengan melepaskan oksigen membentuk gas  $N_2$  dan gas  $O_2$  sebagai zat hasil reduksi yang lebih ramah lingkungan.

Pembakaran bensin yang tidak sempurna dalam mesin kendaraan bermotor merupakan salah satu penyumbang terbesar polusi udara di kota. Bila jumlah udara dalam campuran kurang dari yang dibutuhkan, maka karbon yang ada tidak akan terbakar seluruhnya menjadi  $CO_2$ , tetapi akan terjadi reaksi oksidasi yang menghasilkan Karbon monoksida (CO). Gas CO adalah salah satu polutan yang paling banyak dihasilkan oleh kendaraan bermotor. CO merupakan bahan pencemar berbentuk gas yang sangat berat. Senyawa ini mengikat hemoglobin (Hb) yang berfungsi mengantarkan oksigen segar ke seluruh tubuh, menyebabkan fungsi Hb untuk membawa oksigen ke seluruh tubuh menjadi terganggu. Berkurangnya peredaran oksigen ke seluruh tubuh akan membuat sesak napas dan dapat menyebabkan kematian, apabila tidak segera mendapat udara segar kembali. Selain itu, karbon monoksida apabila terhirup oleh manusia bisa menyababkan terganggunya selit kepala, rasa mual, atau kelelahan yang diikuti dengan tidak adakannya diri.

Penelitian yang dilakukan oleh Pusat Studi Transportasi dan Logistik (Pustral) Universitas Gadjah Mada mengungkapkan sekitar 70 persen emisi  $CO_2$  di Yogyakarta berasal dari kendaraan bermotor. Sianya berasal dari berbagai sumber seperti industri, perkantoran hingga pedagang kaki lima. Tidak bisa dipungkiri, kendaraan bermotor yang memanfaatkan bahan bakar fosil adalah sumber emisi karbondioksida terbesar di Kota Yogyakarta. Kata Peneliti Pustral UGM Sa studien dalam Seminar Hasil Penghitungan Emisi di Yogyakarta, Rabu (23/2/2016), seperti dikutip dari Antara.

Dikutip dari berbagai sumber

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut berdasarkan artikel di atas!

- Apakah kemajuan dari perkembangan teknologi di bidang otomotif sebagai hasil kreativitas dari para ilmuwan?
- Murut Anda apakah imajinasi dan kreativitas dari para ilmuwan mempunyai peranan penting dalam perkembangan teknologi di bidang otomotif? Jelaskan jawaban Anda!
- Dalam menciptakan hasil karyanya para ilmuwan tidaklah netral namun mereka memiliki suatu dasar dan sudut pandang yang berbeda (*subyektifitas*) sehingga mempengaruhi hasil

**Gambar 4. Contoh Kasus SSI yang Dimunculkan Pada Tahap Aplikasi Pembelajaran POGIL Berkonteks SSI**

## 5. Penutup

Pada tahap ini siswa membuat kesimpulan tentang pembelajaran yang telah dilakukan dan melakukan refleksi dengan mengadakan penilaian diri dan kelompok.

## SIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa penerapan POGIL berkonteks SSI pada pembelajaran kimia di SMK dapat membantu guru untuk memastikan semua siswa aktif terlibat dalam proses pembelajaran sehingga dapat membantu tercapainya literasi sains siswa SMK. Meskipun demikian, perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk menyelidiki keefektifan POGIL berkonteks SSI terhadap literasi sains siswa SMK. Kemampuan literasi sains sangat penting dimiliki oleh siswa SMK untuk mendukung kemampuannya dalam memasuki dunia kerja.

## DAFTAR RUJUKAN

- Bilgin, I. 2009. The effects of guided inquiry instruction incorporating a cooperative learning approach on university students' achievement of acid and bases concepts and attitude toward guided inquiry instruction. *Academic Journal Scientific Research and Essay*, 4(10), 1038–1046.
- De Gale, S., & Boisselle, L. N. 2015. The Effect of POGIL on Academic Performance and Academic Confidence. *Science Education International*, 26(1), 56–79.

- Fowler, S. R., Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Teacher Education*, 31(2), 279-296.
- Geiger, M. 2010. Implementing POGIL in Allied Health Chemistry Courses: Insight from Process Education. *International Journal of Process Education*. 2 (2):19-34
- Graber, W., Nentwig, P., Becker, H.J, Sumfleth, E., Pitton, A., Wollweber, K, Jorde, D. 2001. Scientific literacy: From theory to practice. In H. Behrendt, et al (Eds). *Research in Science Education-Past, Present, and Future* (pp 61-70). Nederland: Kluwer Academic Publisher
- Hanson, D.M. 2005. *Designing Process-Oriented Guided-Inquiry Activities*. Listle, IL: Pacific Crest
- Hanson, D.M. 2006. *Instructor's Guide to Process Oriented Guided Inquiry Learning*. Listle, IL: Pacific Crest.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. 2009. The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275–288.
- Lederman, N.G. 2014. Nature of science and its fundamental important to the vision of the next generation science standars. *Science & Children*, hal 8-10
- Moog, R. S., & Spencer, J. N. 2009. *Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)*.
- Nuangchalerm, P. 2009. Development of Socioscientific Issues-Based Teaching for Preservice Science Teachers. *Journal of Social Sciences*, 5(3): 239 –243.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). 2015. OECD Database. OECD. Online: [Http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/](http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/)
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). 2016. *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*,. <http://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- Ratcliffe, M. & Grace, M. 2003. *Science Education for Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues*. Philadelphia: Open University Press.
- Rahayu, S. 2014. *Menuju Masyarakat Berliterasi Sains: Harapan dan Tantangan Kurikulum 2013*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2014, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang. Malang, 6 September 2014.
- Rahayu, S. 2016. *Mengembangkan Literasi Sains Anak Indonesia Melalui Pembelajaran Berorientasi Nature Of Science (NOS)*. Makalah disajikan dalam Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam Bidang IPA Pada Fakultas MIPA, disampaikan pada Sidang Terbuka Senat Universitas Negeri Malang. Malang, 17 Maret 2016.
- Roberto, J. & Bernardo, R. 2012. The Pre-Service Physics Teacher and the Challenge of the Socioscientific Issues-Based Approach. Dalam C. Bruguire, A. Tiberghien & P. Clement (Eds), *E-Book Proceeding of the ESERA 2011 Conference: Science Learning and Citizenship*. Part 7 (co-ed.V. Albe & B. Evans), (hlm. 17-23). Lyon, France: European Science Education Research Association.
- Sadler, T.D. 2004. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5): 513-536
- Schroeder, J.D., & Greenbowe, T.J. 2008. Implementing POGIL in the Lecture and Science Writing Heuristic in the Laboratory – Student Perception and Performance in Undergraduate Organic Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 149-156.
- Shwartz, Y., Ben-zvi, R., & Hofstein, A. 2006. The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students, 7(4), 203–225.
- Straumanis, A. 2010. *Process Oriented Guided Inquiry Learning*.

- Villagonzalo, E. C. 2014. Process Oriented Guided Inquiry Learning : An Effective Approach in Enhancing Students ' Academic Performance, (2009), 1–6.
- Widyaningsih, S.Y. 2012. Model MFI dan POGIL ditinjau dari aktivitas belajar dan kreativitas siswa terhadap prestasi belajar. *Jurnal Inkuiri*. 1 (3):266-275
- Zeidler, D. L., Florida, S., Nichols, B. H., & Florida, S. 2009. Socioscientific Issues : Theory and Practice, *21*(2), 49–58.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. 2005. Beyond STS : A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education.  
<http://doi.org/10.1002/sce.20048>