



## PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN KONSTRUKTIVISME BERORIENTASI *GREEN CHEMISTRY* MATERI LARUTAN PENYANGGA

Riyanti<sup>1✉</sup>, Edy Cahyono<sup>2</sup>, Sri Haryani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>SMA Negeri 1 Donorojo Jepara, Jepara, Indonesia

<sup>2,3</sup>Prodi Pendidikan IPA Program Pascasarjana, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima Januari 2013

Disetujui Februari 2013

Dipublikasikan Juni 2013

*Keywords:*

Constructivism

Green chemistry

Learning outcomes

Process skills

Science

### Abstrak

Kepasifan dan ketakutan siswa dalam melakukan kerja laboratorium disebabkan siswa jarang diajak melakukan kegiatan laboratorium. Hal ini berakibat pada rendahnya keterampilan proses sains siswa SMA. Model pembelajaran konstruktivisme berorientasi *green chemistry* diharapkan mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa SMA. Penelitian pengembangan ini menggunakan metode *one group pretest-post test*. Produk yang dikembangkan terdiri silabus, RPP, LKS, bahan ajar, soal test, lembar angket respon siswa, lembar pengamatan afektif dan psikomotorik. Data dianalisis menggunakan program Anates dan SPSS 16. Rerata N-gain hasil belajar kognitif mencapai 0,60 (sedang) dan Keterampilan Proses Sains mencapai 0,73 (tinggi). Rerata hasil belajar afektif 89,04, sedangkan untuk hasil belajar psikomotorik rata-rata nilai siswa adalah 87,67. Lebih dari 75% siswa memberikan respon positif terhadap pembelajaran dengan menggunakan model konstruktivisme berorientasi *green chemistry*. Keterampilan proses sains siswa meningkat karena siswa melakukan kegiatan praktikum dengan menggunakan bahan-bahan yang familiar bagi siswa. Dengan demikian, model perangkat pembelajaran konstruktivisme berorientasi *green chemistry* yang dikembangkan mampu meningkatkan hasil belajar dan keterampilan proses sains siswa SMA.

### Abstract

*Passiveness and fearness of students in performing laboratory work because students are rarely asked to perform laboratory activities. As results, there are lack of science process skills of high school students. Green chemistry in constructivism-oriented learning model is expected to improve the science process skills of high school students. Steps in research and development method were used with one group pretest-posttest design as a mean of testing effectiveness of the model. Products developed consist of syllabi, lesson plans, worksheets, teaching materials, test questions, questionnaire, affective and psychomotor observation sheet. Data were analyzed using the program Anates and SPSS 16. The mean N-gain of cognitive achievement is 0.60 (medium) and science process skills is 0.73 (high). The mean of affective learning outcome is 89.04, while for the psychomotor learning outcomes the mean scores is 87.67. More than 75% of students responded positively in learning green chemistry using a constructivism-oriented model. Student's science process skills increases as students conducting practical activities using materials that are familiar to students. Thus, the constructivism-oriented learning model developed in green chemistry able to increase achievement and science process skills of high school students.*

© 2012 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:  
Kampus Unnes Benda Ngisor, Semarang, 50233  
Email: pps@unnes.ac.id

## Pendahuluan

Berdasarkan hasil observasi lapangan, selama ini pada umumnya para siswa SMA 1 Donorojo berpikir bahwa semua bahan kimia itu berbahaya, akhirnya mereka kurang berani melakukan prosedur kerja yang ada dalam petunjuk praktikum Lembar Kerja Siswa/LKS. Pembelajaran kimia kemudian dianggap hanya berkaitan dengan rumus-rumus yang sulit dan bahan-bahan yang berbahaya. Akibatnya selain siswa menjadi takut, penguasaan konsepnya juga kurang baik, dan keterampilan proses sainsnya juga kurang berkembang.

Para ahli pembelajaran telah menyarankan mengenai penggunaan paradigma pembelajaran konstruktivisme untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar. Kondisi belajar dimana siswa hanya menerima materi dari pengajar, mencatat, dan menghafalkannya harus diubah menjadi berbagi pengetahuan, mencari (inkuiri), menemukan pengetahuan secara aktif, sehingga terjadi peningkatan pemahaman bukan sekedar hafalan. Untuk mencapai tujuan tersebut, pengajar dapat menggunakan pendekatan, strategi, model, atau metode pembelajaran inovatif. Model pembelajaran konstruktivisme menurut Piaget (Sugandi, 2007) mampu meningkatkan hasil belajar siswa dan siswa menjadi lebih aktif.

Selain itu, menurut Suparno (1997), model pembelajaran konstruktivisme mampu membuat siswa aktif dalam mengkonstruksi pengetahuan dalam kegiatan pembelajaran. Proses pembelajaran merupakan suatu proses aktif siswa mengkonstruksi arti teks, dialog, pengalaman fisis, dan lain-lain agar menghasilkan pengetahuan yang bermakna dan dapat disimpan dalam memori jangka panjang. Senadadengan Suparno, Yamin (2008) juga berpendapat bahwasalah satu ciri pembelajaran berdasarkan teori konstruktivisme yaitu belajar merupakan proses yang aktif di mana makna dikembangkan berdasarkan pengalaman. Sementara itu Ibrahim dan Nur(2003) berpendapat pengetahuan yang dicari secara aktif dalam prosesnya akan meningkatkan keterampilan proses sains. Keterampilan proses sains dapat meningkat dengan konstruktivisme karena pembelajaran dirancang untuk lebih memberikan kesempatan kepada siswa dalam menemukan fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru melalui proses peniruan terhadap apa yang biasadilakukan oleh para ilmuwan.

Pembelajaran dengan model konstruktivisme akan lebih bermakna apabila

dilakukan dengan pendekatan lingkungan. Amri (2010) menyatakan bahwa pembelajaran dengan pendekatan lingkungan menghapus kejenuhan dan menciptakan peserta didik yang cinta lingkungan. Kelestarian bumi dalam pembelajaran kimia dapat ditanamkan melalui prinsip-prinsip *green chemistry* yang terintegrasi dalam pembelajaran. Kelestarian bumi dalam pembelajaran kimia dapat ditanamkan melalui prinsip-prinsip *green chemistry* yang terintegrasi dalam pembelajaran. Konsep *green chemistry* pada awalnya menitik beratkan pada pencegahan pencemaran. Konsep ini kemudian dipaparkan ke dalam 12 prinsip yang dikeluarkan oleh Oxford University press (Hjeresen, 2000). Konsep *green chemistry* sendiri dijabarkan menjadi 12 pilar (Anastasia and Warner dalam Wardencki, 2004).

Berdasarkan uraian tersebut, maka peneliti mengembangkan sebuah model pembelajaran konstruktivisme yang berorientasi *green chemistry*. Melalui model ini diharapkan siswa dapat mengkonstruksi konsepnya sendiri menjadi sebuah ilmu yang masuk dalam *long term* memori sehingga ketrampilan proses sains meningkat. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: 1) seberapa valid perangkat pembelajaran larutan penyangga di SMA dengan model konstruktivisme berorientasi *green chemistry* yang dikembangkan?, 2) apakah model yang diterapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa?, 3) apakah model yang diterapkan dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa?, 4) bagaimana respon siswa terhadap perangkat pembelajaran larutan penyangga di SMA dengan model konstruktivisme berorientasi *green chemistry*?

## Metode

Seluruh siswa kelas XI Program Studi Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) SMA Negeri 1 Donorojo tahun pelajaran 2011-2012 sebagai populasi dalam penelitian, dan 68 siswa kelas XI yang terdiri dua kelas yaitu kelas XI IPA 1, dan XI IPA 2, terpilih sebagai sampel. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *cluster random sampling* dengan melihat kenormalan dan homogenitas data nilai ulangan harian siswa. Uji terbatas model pembelajaran dilakukan pada 10 siswa kelas XI IPA 2.

Sebagai variabel bebas adalah model pembelajaran kimia konstruktivisme berorientasi *green chemistry* dan variabel terikatnya keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa. Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development*

yang (R and D) 4D yang dikembangkan yang terdiri atas tahap *define*, *design* dan *develop*, sedangkan tahap *disseminate* tidak dilakukan. Desain eksperimen yang digunakan adalah “*One Group Pretest-Posttest Control Groups Design*”

Instrumen yang dikembangkan meliputi lembar validasi perangkat pembelajaran. soal *test* berbentuk *multiple choice* untuk mengetahui nilai hasil belajar dan keterampilan proses sains siswa, lembar observasi afektif, lembar observasi psikomotorik dan lembar angket respon siswa. Data dianalisis menggunakan program SPSS 16 dengan taraf signifikan 5% dan program Anates.

**Hasil dan Pembahasan**

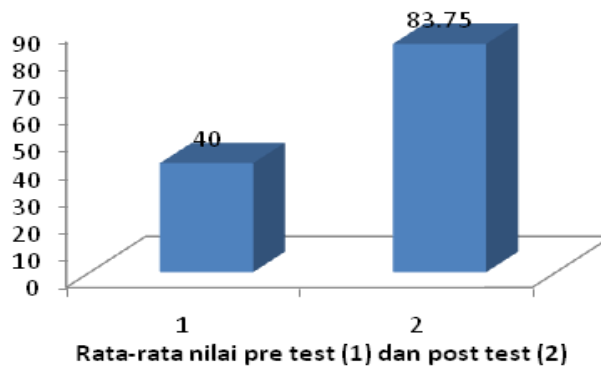
Validasi instrumen dilakukan sebelum penelitian. Proses validasi dilakukan oleh 3 orang validator. Instrumen dianggap valid jika nilai dari validator baik atau sangat baik.

Instrumen perangkat pembelajaran yang telah disusun dalam penelitian ini dapat dikatakan valid, dikarenakan kategori instrumen berada pada kriteria sangat baik. Hasil validasi ahli dari tiap perangkat pembelajaran tercantum pada Tabel 1.

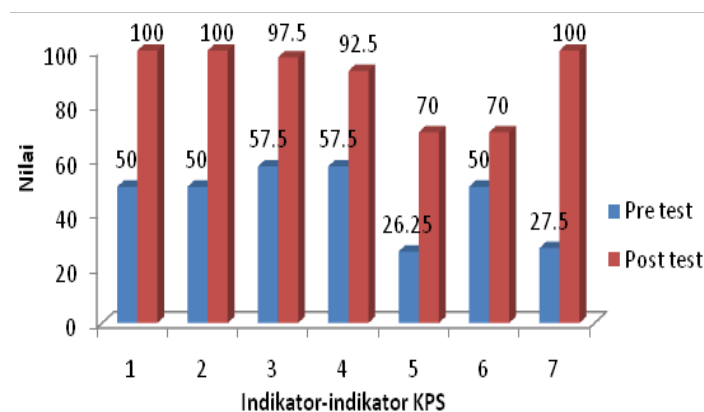
**Tabel 1.** Skor Validasi Masing-masing Perangkat Pembelajaran

Perangkat	Skor	Kriteria
Pembelajaran		
Silabus	3,80	Sangat baik
RPP	3,75	Sangat baik
Bahan Ajar	3,80	Sangat baik
LKS	3,90	Sangat baik

Pemahaman siswa terhadap materi larutan penyangga akan lebih bermakna bila pembelajaran di kelas juga didukung dengan kegiatan laboratorium. Kegiatan laboratorium yang dilakukan selain akan meningkatkan minat siswa terhadap pembelajaran kimia, juga dapat meningkatkan keterampilan proses sains. Pendapat ini didukung dengan hasil penelitian pengembangan yang dilakukan oleh peneliti. Setelah melakukan kegiatan laboratorium dengan orientasi *green chemistry*, terlihat adanya peningkatan keterampilan proses sains siswa SMAN 1 Donorojo.



**Gambar 1.** Rata-rata nilai KPS *pre test* dan *post test*



**Gambar 2.** Rata-rata nilai indikator KPS *pre test* dan *post test*

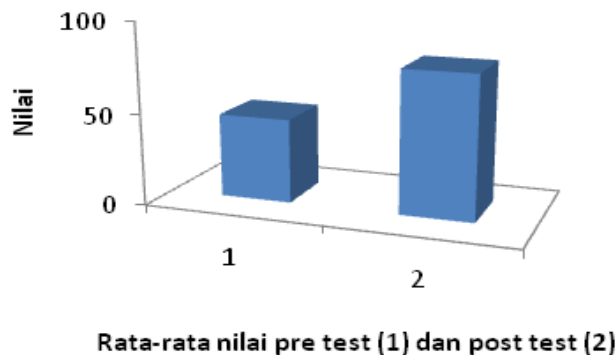
Peningkatan keterampilan proses sains pada penelitian ini diuji dengan soal *pre test* dan *post test* dengan jumlah butir soal sebanyak 10 buah. Rata-rata nilai keterampilan proses sains sebelum adanya kegiatan laboratorium berorientasi *green chemistry* adalah 40. Setelah dilakukan kegiatan laboratorium berorientasi *green chemistry*, siswa kembali diuji keterampilan proses sainsnya dengan soal *post test*. Rata-rata nilai keterampilan proses sains siswa saat *post test* adalah 83,75. Dari perbandingan rata-rata nilai *pre test* dan *post test* terlihat adanya peningkatan keterampilan proses sains. Hasil perhitungan N-gain menunjukkan peningkatan hasil *pre test* dan *post test* sebesar 0,73 yang berada pada kategori tinggi. Secara ringkas rata-rata nilai hasil belajar siswa seperti pada Gambar1.

Indikator KPS (Keterampilan Proses Sains) yang dikembangkan yaitu keterampilan pengamatan, pengukuran, komunikasi, klasifikasi, menyusun hipotesis, merencanakan percobaan, dan menerapkan konsep. Berdasarkan hasil analisis tiap indikator KPS, saat *pre test* rata-rata nilai masing-masing indikator KPS tidak mencapai KKM yang telah ditetapkan. Setelah diterapkan model pembelajaran konstruktivisme berorientasi *green chemistry*, siswa kemudian diberi *post test* tentang soal KPS kembali. Hasil *post test* kemudian dianalisis, rata-rata nilai masing-masing indikator meningkat dan semuanya berada pada rata-rata nilai  $\geq 70$ . Rata-rata nilai masing-masing indikator KPS berturut-turut untuk keterampilan (1) pengamatan, (2) pengukuran, (3) komunikasi, (4) klasifikasi, (5) menyusun hipotesis, (6) merencanakan percobaan, dan (7) menerapkan konsep adalah 100, 100, 97,5, 92,5, 70, 70, dan 100. Indikator keterampilan melakukan percobaan dan hipotesis pada penelitian ini

mendapat rata-rata yang paling rendah. Secara ringkas rata-rata nilai keterampilan proses sains siswa seperti pada Gambar 2

Indikator hipotesis dan merencanakan percobaan cenderung rendah karena berdasarkan hasil pengamatan peneliti, siswa masih membutuhkan waktu yang lebih lama tentang perubahan pola kegiatan laboratorium. Selama ini siswa cenderung mengikuti cara kerja yang tersedia dalam lembar kerja praktikum. Berbeda dengan pembelajaran model konstruktivisme berorientasi *green chemistry*, dimana siswa diharapkan mampu merencanakan suatu percobaan secara mandiri dan mampu menuliskan hipotesis mereka mengenai praktikum yang akan mereka kerjakan.

Salah satu indikator keberhasilan pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran konstruktivisme berorientasi *green chemistry* adalah bila KKM siswa setelah pembelajaran  $\geq 70$ . Dari hasil analisis data *post test* didapatkan rata-rata hasil belajar kognitif sebesar 78,38. Pemahaman siswa terhadap konsep materi pembelajaran diukur menggunakan tes kemampuan kognitif atau tes hasil belajar siswa. Tingkat pemahaman siswa diambil dari besarnya nilai yang diperoleh siswa setelah mengerjakan soal. Adapun jumlah nilai diambil didasarkan pada jumlah item soal yang dapat dijawab dengan benar oleh siswa. Dalam penelitian ini soal terdiri atas 20 butir yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Untuk mengukur adanya peningkatan hasil belajar siswa, soal diberikan kepada siswa untuk dikerjakan pada awal pembelajaran (*pretest*). Selanjutnya pada akhirkegiatan sebagai ulangan harian (*post test*). Secara ringkas rata-rata nilai hasil belajar siswa seperti pada Gambar3.



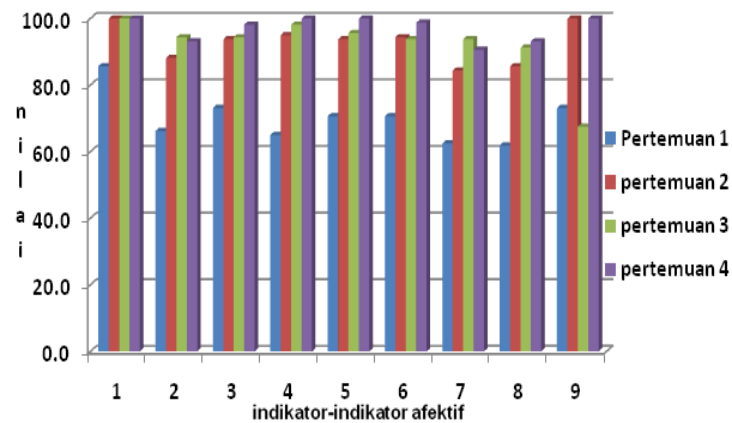
Gambar 3. Rata-rata nilai hasil belajar kognitif *pre test* dan *post test*.

Berdasarkan gambar 3, dapat dilihat terjadi peningkatan rata-rata hasil belajar saat *pre test* dan *post test* sebesar 32, dengan N-gain total sebesar 0,60 dalam kategori sedang. Persentase ketuntasan hasil belajar siswa setelah pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran konstruktivisme berorientasi *green chemistry* adalah 100 %.

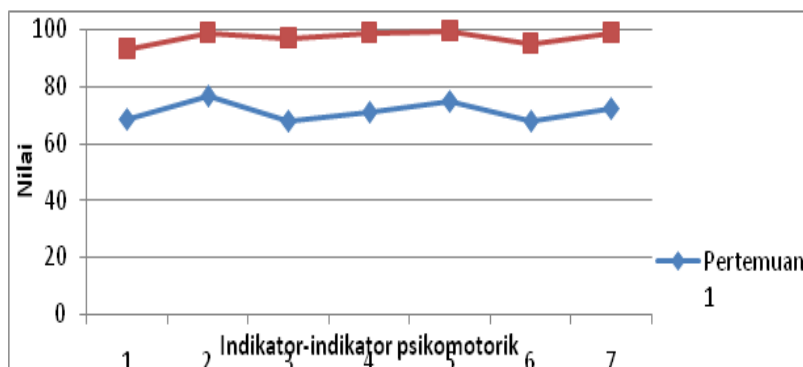
Hasil belajar afektif diketahui dari hasil observasi perilaku siswa ketika proses pembelajaran berlangsung. Gambar 4 menunjukkan gambar hasil belajar afektif untuk setiap indikator pada tiap pertemuan. Pada pertemuan pertama, sikap siswa selama pembelajaran memang yang paling rendah bila dibandingkan pertemuan-pertemuan ke-dua, ke-tiga dan ke-empat. Hal ini disebabkan karena siswa masih pasif dalam pembelajaran. Siswa masih pasif menerima pengetahuan dari guru, sehingga hanya siswa tertentu saja yang mendapat nilai afektif tinggi. Setelah pertemuan ke-dua hingga ke-empat, siswa mulai terbiasa aktif dalam pembelajaran dan ikut terlibat dalam pengambilan simpulan konsep larutan

penyangga.

Gambar 5 terlihat rata-rata aspek psikomotorik siswa dalam pembelajaran dengan model pembelajaran konstruktivisme berorientasi *green chemistry* pada praktikum pertama dan kedua. Indikator-indikator aspek psikomotorik pada Gambar 5 menunjukkan bahwa untuk indikator pertama (kepemimpinan), ke-tiga (keterampilan memakai alat) dan ke-enam (mampu membuat catatan hasil pengamatan praktikum) pada pertemuan pertama belum mencapai ketuntasan. Hal ini disebabkan siswa masih belum terbiasa menggunakan model pembelajaran yang diterapkan oleh peneliti. Siswa masih terbawa pola pembelajaran praktikum sebelumnya. Siswa belum memiliki cukup keaktifan dan keterampilan-keterampilan dalam kegiatan laboratorium. Akan tetapi, secara umum bila melihat dari nilai rata-rata kelas maka sebagian besar siswa tuntas. Rata-rata nilai psikomotorik pada pertemuan pertama adalah 71.



Gambar 4. Rata-rata indikator afektif setiap pertemuan



Gambar 5. Rata-rata dari aspek psikomotorik siswa dalam kegiatan pembelajaran dengan model pembelajaran konstruktivisme berorientasi *green chemistry*.



**Tabel 2.** Skor Persentase Tiap Aspek Psikomotorik Siswa Saat Presentasi.

Aspek aktivitas siswa	Skor
Keterampilan mempresentasikan hasil pekerjaan	91,9
Keterampilan bertanya	92,5
Keterampilan dalam menjawab	91,5
Partisipasi dalam kelompok saat diskusi kelas	98,8
Kecakapan bekerja sama dengan kelompok	100

Siswa mulai terbiasa dengan model pembelajaran yang digunakan oleh peneliti saat mereka telah melakukan pembelajaran kedua. Dampak positifnya adalah pada hasil belajar psikomotorik pertemuan kedua rata-rata untuk masing-masing indikator adalah > 70. Begitu pula dengan hasil belajar psikomotorik saat presentasi, dapat dilihat pada Tabel 2 rata-rata nilai untuk masing-masing indikator saat presentasi juga sudah mencapai nilai > 70.

Untuk hasil belajar psikomotorik sendiri rata-rata pada praktikum pertama siswa mencapai rata-rata nilai psikomotorik sebesar 71 untuk praktikum kedua siswa mencapai rata-rata nilai sebesar 97,23 dan untuk kegiatan presentasi rata-rata nilai psikomotorik siswa mencapai nilai 94,88. Pada praktikum pertama siswa masih belum terbiasa dengan prosedur praktikum yang diberikan guru. Walaupun pada praktikum pertama rata-rata nilai siswa jauh dibawah rata-rata nilai praktikum kedua, namun secara umum dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran mampu meningkatkan hasil belajar psikomotorik.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Naaman dan Barnea (2011). Hasil penelitian mereka menyatakan bahwa siswa yang dilibatkan secara aktif melalui kegiatan laboratorium (*laboratory activities*) akan mampu mengkonstruksi suatu pengetahuan. Pengetahuan yang didapat melalui kegiatan laboratorium akan lebih bermakna karena siswa terlibat secara aktif dalam membuktikan suatu hipotesis atau konsep yang mereka pelajari. Hal ini sesuai dengan model pembelajaran konstruktivisme berorientasi *green chemistry* yang dilakukan peneliti.

Rangkaian aktivitas kegiatan belajar yang dilakukan siswa dalam pembelajaran

dengan model pembelajaran konstruktivisme berorientasi *green chemistry* memberikan respon positif siswa terhadap pembelajaran. Siswa dikatakan memberikan respon positif terhadap pembelajaran bila 70% memberikan tanggapan sangat setuju dan setuju. Berdasarkan hasil analisis angket, persentase untuk setiap butir pernyataan siswa memberikan respon positif. Secara berurutan siswa besarnya persentase respon positif tiap butir pernyataan secara berurutan adalah 100%, 100%, 100%, 100%, 100%, 90%, 100%, 92,5%, 75%, dan 100%. Simpulannya adalah siswa memberikan respon positif bila pembelajaran kimia disampaikan dengan menggunakan model konstruktivisme berorientasi *green chemistry*.

Penggunaan model konstruktivisme dalam pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman siswa akan konsep pembelajaran. Menurut Calik, (2006) pembelajaran dengan model konstruktivisme yang dikaitkan dengan lingkungan dapat meningkatkan pemahaman siswa akan konsep sains terutama untuk materi *dissolution of gasin solid* Masih menurut Calik dalam masalah mahalnya peralatan dalam kegiatan praktikum dapat diatasi dengan menggunakan bahan-bahan yang ada di sekitar siswa.

Hasil penelitian Hsiu-Mei Huang (2002), pada pembelajaran jarak jauh, model pembelajaran konstruktivisme ternyata mampu membantu para instruktur mengembangkan ide-ide dalam pembelajaran. Prinsip-prinsip konstruktivisme menyiapkan ide-ide sehingga para instruktur dapat mengkreasi pembelajaran menjadi lebih kolaboratif dan berpusat pada siswa.

*Green chemistry* di dalam pembelajaran kimia larutan penyangga memberikan dampak positif terhadap siswa dan peneliti. Pendapat ini

dibuktikan dari hasil belajar psikomotorik melalui kegiatan praktikum. Sebelum pembelajaran dengan model konstruktivisme berorientasi *green chemistry* diterapkan dalam pembelajaran kimia, siswa selalu khawatir ketika melakukan kegiatan praktikum. Keuntungan dari penerapan *green chemistry* (Braun, 2006) adalah memberikan koneksi antara materi yang diajarkan di kelas dan lingkungan kehidupan siswa sehari-hari. *Green chemistry* mengubah cara pandang para siswa. Pembelajaran kimia berorientasi *green chemistry* mengajak siswa untuk melakukan kegiatan praktikum dengan menggunakan bahan-bahan yang murah dan ramah lingkungan (*use of renewable feedstocks*). Siswa menjadi lebih antusias mempersiapkan bahan-bahan yang dibutuhkan saat praktikum karena bahan-bahannya mudah di dapat. Hal ini dibuktikan dengan kenaikan rata-rata nilai psikomotorik pada pertemuan ke-satu dan ke-dua. Selain itu, penggunaan bahan-bahan yang ramah lingkungan membuat siswa merasa bahwa mereka aman saat melakukan kerja laboratorium (*designing safer chemicals*). Bahan-bahan yang digunakan dalam pembelajaran berorientasi *green chemistry* merupakan bahan yang siswa kenali dalam kehidupan sehari-hari. Bahan-bahan ini, meminimalisir pembuangan limbah berbahaya setelah kegiatan laboratorium selesai. Limbah dapat diminimalisir, karena bahan-bahan tambahan dari laboratorium hanya diberikan dalam skala mikro. Prinsip ini sesuai dengan prinsip *green chemistry* yaitu *prevention*.

### Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan studi literatur, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan efektif meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa. Hal ini dapat ditunjukkan dengan: (1) rerata perangkat pembelajaran model pembelajaran kimia konstruktivisme berorientasi *green chemistry* mencapai rata-rata  $\geq 3$  dan berada pada kategori valid, (2) perangkat pembelajaran dengan model

pembelajaran konstruktivisme berorientasi *green chemistry* efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa, (3) ketuntasan belajar kelas mencapai 100%, dengan rerata hasil belajar kognitif adalah 78,38 dan rerata N-gain 0,60 (sedang), (4) rerata peningkatan KPS 83,75 dengan hasil perhitungan N-gain 0,73 (tinggi), (5) hasil belajar aspek afektif mencapai 88,94 dan dalam kategori tinggi, dan (6) hasil belajar aspek psikomotorik mencapai 87,67 dan dalam kategori tinggi.

### Daftar Pustaka

- Amri, S. dan Ahmadi, K.I. 2010. *Proses Pembelajaran Kreatif dan Inovatif dalam kelas*. Jakarta: Prestasi Pustakaraya
- Braun, B., R. Charney, A. Clarens, J. Farrugia, C. Kitchens, C. Lisowski, D. Naistat, and A. O'Neil. 2006. Green Chemistry in The Curriculum. *Journal of Chemical Education*. 83(8): 1126-1129
- Calik, M., A. Ayas, and R. K. Coll. 2006. A Constructivist Based Model for The Teaching of Dissolution of Gas in a Liquid. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 7(4): 1-8
- Hjeresen, D. L., J.M. Boese, and D. L. Scutt. 2000. Green Chemistry and Education. *Journal of Chemical Education*. 77(12): 1543
- Hsiu, M. H. 2002. Toward Constructivism for Adult Learners in Online Learning Environments. *British Journal of Educational Technology*. 33(1): 27-37
- Ibrahim, M., dan Nur, M. 2003. *Pembelajaran Berbasis Masalah*. Surabaya: Unesa University press
- Naaman, R. M., dan B. Nitza. 2011. Laboratory Activities in Israel. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 8(1): 49-57
- Sugandi, A. 2007. *Teori Pembelajaran*. Semarang: Unnes press
- Suparno, P. 1997. *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Filsafat
- Yamin, M. 2008. *Paradigma Pendidikan Konstruktivistik Implementasi KTSP dan UU No. 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen*. Jakarta : Gaung Persada Press (GP Press)
- Wardencki, W. 2004. Green Chemistry- Current and Future Issues. *Polish Journal of Environmental Studies*. 14(4): 389-395