

***GREEN CHEMISTRY* DALAM DESAIN PEMBELAJARAN *PROJECT-BASED LEARNING* BERBASIS KARAKTER DI MADRASAH ALIYAH SE-KABUPATEN DEMAK**

Saptorini, Widodo, A.T., Susatyo, E.B.

Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Semarang
Email: sapto.nunuk@gmail.com

Abstract. Difficulties experienced by chemistry teachers in Islamic Senior High Schools due to limited laboratory facilities and learning supports encourage the implementation of this activity. A character-based PBL-Green Chemistry learning model is expected to increase students' creativity and characteristics. The method used in this activity was seminar and workshop, followed by participant feedback. Participants were then divided into groups to develop a PBL-green chemistry lesson plan together with the project products in accordance with the selected topic. These were given feedback and assessment from the team. Opinions and responses of participants to the enforceability of this activity has been done by distributing questionnaires filled out by the participants. This activity was able to increase the ability of 66.7% of chemistry teachers in Demak designing a character-based PBL-green chemistry learning design in chemistry topics at good category. This activity was able to grow the participants' commitment to continue to create and innovate for the national education in Indonesia. However, the seriousness of teachers in trying to be creative with the project products still needs to be improved.

Keywords: *green chemistry, characters, project-based learning*

Abstrak. Kesulitan yang dialami guru-guru kimia MA karena keterbatasan fasilitas laboratorium dan alat peraga pendukung pembelajaran mendorong terlaksananya kegiatan ini. Pembelajaran kimia dengan model PBL terintegrasi *green chemistry* diharapkan akan meningkatkan kreativitas dan karakter unggul siswa. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah seminar dan lokakarya yang dilanjutkan dengan umpan balik peserta. Peserta selanjutnya dibagi dalam beberapa kelompok untuk menyusun RPP kimia dengan model PBL-*green chemistry* beserta produk proyek yang sesuai dengan topik yang dipilih. Hasilnya diberikan umpan balik dan penilaian dari tim pelaksana. Penjaringan pendapat dan respon peserta terhadap keterlaksanaan kegiatan ini dilakukan dengan penyebaran kuisioner yang diisi oleh peserta. Kegiatan ini mampu meningkatkan kemampuan guru kimia KKM MAN Demak dan Ma'arif dalam mendesain pembelajaran kimia dengan model project-based learning berbasis

karakter terintegrasi *green chemistry* yang ditandai dengan hasil desain berupa RPP dengan kategori baik sebesar 66,7%. Kegiatan ini mampu menumbuhkan komitmen peserta kegiatan untuk terus berkreasi dan berinovasi untuk kemajuan pendidikan nasional di Indonesia. Namun, kesungguhan guru dalam mencoba berkreasi dengan produk proyek masih perlu ditingkatkan.

Kata Kunci: *green chemistry*, karakter, *project-based learning*

PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia di masa kini dituntut untuk lebih bermakna dan berorientasi pada pembangunan karakter. Pembelajaran kimia dengan menghafal, mencatat, dan latihan soal sudah tidak relevan lagi bagi siswa jika tidak diimbangi dengan usaha untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa. Aspek yang tidak kalah pentingnya adalah pembelajaran yang mampu membangun karakter siswa untuk menjadi pribadi yang tidak hanya mumpuni secara akademik namun juga cerdas secara sosial, emosional, dan spiritual.

Di Kabupaten Demak, terdapat 44 madrasah aliyah dengan 19 madrasah diantaranya menyelenggarakan Jurusan IPA. Kesulitan yang dialami guru-guru kimia MA jamak terjadi yakni masalah keterbatasan fasilitas laboratorium dan alat peraga pendukung pembelajaran. *Project-based learning* (PBL) merupakan sebuah metode belajar mengajar berbasis *inquiry* yang melibatkan pebelajar dalam mendesain, memecahkan masalah, mengambil keputusan, maupun dalam kegiatan-kegiatan penelitian (Thomas, 2000). *Project-based learning* mengutamakan pembentukan minat siswa. Tugas proyek yang didesain dengan baik mendorong inkuiri secara aktif dan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Thomas, 1998). Kemampuan siswa to menangkap pemahaman baru meningkat ketika mereka melakukan aktivitas pemecahan masalah yang bermakna dan ketika mereka dibantu untuk memahami mengaoa, kapan, dan bagaimana

fakta-fakta yang disajikan relevant dengan keahlian mereka (Bransford, dkk., 2000).

Menurut Blumenfeld dkk. (1991), PBL merupakan pembelajaran komprehensif di ruang kelas yang didesain untuk mengarahkan siswa untuk menguji masalah-masalah yang berbeda. Dalam pendekatan PBL, pembelajaran mencerminkan reorganisasi kecerdasan pebelajar. PBL membutuhkan partisipasi siswa dan harus terkait dengan matapelajaran. Siswa akan menemukan pemecahan masalah dengan mengajukan pertanyaan, mendiskusikan pendapat, mendesain eksperimen, dan memperoleh hasil yang mendukung pendapat dan temuan mereka pada orang lain, dan mengajukan pertanyaa-pertanyaan baru.

Project based learning membantu siswa untuk mengembangkan keahlian, etika, dan makna konsep diri serta mempelajari keahlian dalam lingkungan pembelajaran yang berdasar pada kerjasama individu (Alacapinar, 2008; Kalayci, 2008). Hasil penelitian memberikan kontribusi positif dalam membantu meningkatkan kesuksesan akademik siswa, membantu siswa untuk memahami pengetahuan konseptual seperti halnya meningkatka minat dan rasa penasaran mereka untuk belajar (Isik, 2007; Özden, 2007). Di sisi lain, ada juga hasil penelitian yang membandingkan pendekatan PBL dengan pendekatan tradisional yang mengindikasikan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada etika belajar siswa (Cil, 2005; Özcan, 2007). Melalui PBL, siswa bebas berekspresi dan menggali kreativitas mereka sesuai dengan topik dan masalah yang disajikan atau dikenali

dalam pembelajaran, dan guru dengan tanpa mengurangi perannya sebagai fasilitator dapat secara independen mengarahkan perilaku siswa ke arah yang lebih positif melalui kegiatan-kegiatan baik mandiri maupun berkelompok. Masalah yang dikemukakan dapat berasal dari guru, dapat pula berasal dari siswa/kelompok siswa. Dari sini siswa belajar mengasah kepekaan dan kepedulian terhadap lingkungan sekitar yang terkait dengan topik yang sedang dipelajari. Guru dapat mengamati kesungguhan siswa dalam melaksanakan tanggung jawabnya dalam pembelajaran, mengamati kejujurannya, mendorong mereka untuk lebih aktif, mendorong untuk menjadi pribadi yang solid dalam kerja tim, dan selalu berfikir positif, berperilaku santun, dan menghargai pendapat orang lain.

Pembelajaran PBL berbasis karakter sebenarnya sangat potensial untuk dilaksanakan meskipun dengan fasilitas yang sangat terbatas. *Project-based learning* (PBL) memberikan banyak manfaat baik pada siswa maupun guru. Implementasi PBL di sekolah sangat dianjurkan untuk menarik minat siswa, meminimalkan absensi siswa, meningkatkan keahlian belajar kooperatif, dan meningkatkan performa akademik siswa (George Lucas Educational Foundation, 2001). Bagi siswa, manfaat PBL meliputi: (a) Meningkatkan kehadiran, kesadaran diri, dan etika yang lebih baik dalam belajar (Thomas, 2000); (2) Pencapaian akademik sebanding atau lebih baik dari model lain, ditambah keterlibatan siswa dengan tingkat tanggung jawab yang lebih besar dalam tugas proyek (Boaler, 1997; SRI, 2000); (3) Kesempatan untuk mengembangkan keahlian yang kompleks seperti kemampuan berpikir tingkat tinggi, pemecahan masalah, berkolaborasi dan berkomunikasi (SRI, 2000); (4) Akses menuju kesempatan belajar dengan rentang yang lebih lebar dalam ruang kelas, dengan menyediakan strategi untuk menarik minat pebelajar yang berbeda kultur budaya (Railsback, 2002)

Bagi guru, manfaat tambahan meliputi

peningkatan profesionalisme dan kerja sama antarkolega, dan kesempatan untuk membangun hubungan dengan siswa (Thomas, 2000). Selain itu, kebanyakan guru senang menemukan model baru yang dapat mengakomodasi pebelajar dengan berbagai tingkat dan jenis perbedaan dengan menerapkan kesempatan belajar dengan rentang yang lebih lebar di dalam ruang kelas. Guru menyadari bahwa siswa yang paling diuntungkan dalam PBL adalah siswa yang tidak begitu diuntungkan dalam metode instruksional dan pendekatan tradisional (SRI, 2000).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL dapat lebih efektif daripada model pembelajaran tradisional dalam meningkatkan prestasi akademik pada tes *assessment* resmi tahunan (Geier, dkk., 2008), lebih efektif daripada pembelajaran tradisional untuk jangka waktu lama, membangun keahlian, dan kepuasan siswa dan guru (Strobel dan Barneveld, 2008; Boaler, 1997), lebih efektif daripada dalam menyiapkan siswa untuk mengintegrasikan dan menjelaskan konsep (Capon dan Kuhn, 2004), sangat efektif pada siswa kategori prestasi rendah (Mergendoller, dkk., 2007; Lynch, dkk., 2005), lebih efektif dalam pembelajaran sains (Hickey, dkk., 1999; Lynch, dkk., 2005). Selain itu, pembelajaran PBL dapat menjadi ujung tombak dalam ujian praktik dalam Ujian Nasional (UN) bidang studi kimia pada sekolah-sekolah yang belum memiliki peralatan laboratorium yang memadai. Pembelajaran ini dapat didesain dengan bertopang pada 12 prinsip *green chemistry*. *Green chemistry* biasanya disajikan sebagai satu kesatuan dari 12 prinsip yang diajukan oleh Anastas and Warner (1998). Prinsip-prinsip tersebut memberikan petunjuk pada ahli kimia profesional untuk mengimplementasikan senyawa kimia baru, proses sintesis baru, dan proses teknologi baru. Prinsip pertama adalah ide dasar *green chemistry* — melindungi lingkungan dari polusi. Prinsip-prinsip lainnya fokus pada isu-

isu tertentu. Dua belas prinsip *green chemistry* dijelaskan sebagai berikut.

Prevention: lebih baik menghindari timbulnya limbah daripada mengolah atau membersihkan limbah setelah limbah terbentuk.

Atom Economy: metode sintesis harus didesain untuk memaksimalkan penggabungan semua bahan yang digunakan dalam proses menjadi produk akhir.

Less Hazardous Chemical Syntheses: dimanapun, metode sintesis haruslah didesain untuk menggunakan dan menghasilkan senyawa yang memiliki sedikit atau tidak memiliki toksisitas sama sekali pada kesehatan manusia dan lingkungan.

Designing Safer Chemicals: produk kimia haruslah didesain untuk memiliki efek fungsi yang diinginkan selain meminimalkan toksisitas.

Safer Solvents and Auxiliaries: penggunaan senyawa pelengkap (misalnya pelarut, agen pemisah, dan lain-lain) haruslah diminimalkan.

Design for Energy Efficiency: kebutuhan energi dalam suatu proses kimia haruslah diminimalkan. Jika mungkin, metode sintesis haruslah dilakukan pada temperatur dan tekanan ruang.

Use of Renewable Feedstocks: bahan baku haruslah terbarukan/*renewable*.

Reduce Derivatives: senyawa derivat (penggunaan gugus *blocking*, modifikasi sementara dalam proses fisik maupun kimia) yang tidak perlu haruslah diminimalkan atau dihindari karena membutuhkan lebih banyak bahan kimia yang dapat menghasilkan limbah.

Catalysis: katalis yang selektif mungkin diutamakan untuk bahan kimia stoikiometrik.

Design for Degradation: produk kimia harus didesain sedemikian sehingga pada akhir fungsinya dapat diuraikan dan tidak bertahan di lingkungan.

Real-time analysis for Pollution Prevention: metode-metode analitik perlu

dikembangkan lebih lanjut agar tepat dalam memantau proses dan mengontrolnya sebelum terbentuk senyawa berbahaya.

Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention: senyawa yang digunakan dalam proses kimia harus dipilih agar meminimalkan potensi kecelakaan kimia yang meliputi ledakan, kebakaran, dan paparan.

Pada topik larutan asam dan basa misalnya, guru dapat merancang tugas proyek dengan melibatkan siswa dalam investigasi bahan-bahan yang familiar dalam kehidupan siswa yang dicurigai bersifat asam atau basa, serta meminta mereka untuk melakukan investigasi dengan memakai indikator sederhana seperti bunga berwarna sebagai indikator alami. Tugas proyek ini sesuai dengan prinsip *use of renewable feedstocks* (memakai bahan terbarukan) (Wardencki, dkk., 2005) dalam *green chemistry*. Pada topik elektrolisis misalnya, guru dapat menunjukkan kepada siswa bahwa dalam proses elektrolisis larutan asam sulfat dengan elektrode karbon, gas hidrogen akan dihasilkan pada katode. Guru bersama dengan siswa dapat mendesain alat elektrolisis sederhana menggunakan botol bekas dan selang plastik. Larutan asam sulfat dapat diperoleh dari air aki yang sudah tidak terpakai, sementara elektrode karbonnya dapat diperoleh dari baterai bekas. Gas hidrogen yang dihasilkan dapat dialirkan melalui selang plastik dan dilewatkan pada air sabun sehingga timbulnya buih (*bubbling*) dapat diindikasikan sebagai terbentuknya gas hidrogen. Prinsip *prevention* (Wardencki, dkk., 2005) dalam *green chemistry* dikenalkan pada siswa tentang bagaimana menghindari limbah dengan menggunakan kembali bahan yang sudah tidak digunakan. Pada topik koloid, siswa dapat diminta untuk melakukan pembuatan minyak kelapa dan *virgin coconut oil* (VCO) dan membandingkan sifat-sifat yang dapat diamati. Kemudian guru dapat menjelaskan bahwa pembuatan VCO memiliki efisiensi energi yang lebih tinggi karena dibuat tanpa

pemanasan. Hal ini sesuai dengan prinsip *design for energy efficiency* (Wardencki, dkk., 2005) dalam *green chemistry*. Guru dapat mengeksplorasi kemampuan berpikir kreatif siswa melalui tugas proyek ini sesuai dengan 12 prinsip *green chemistry*.

Meskipun 91,4% guru bidang studi kimia di MA Kab. Demak telah berkualifikasi S1 Pendidikan Kimia namun mereka belum memiliki kemampuan mendesain pembelajaran serupa melalui PBL berbasis karakter yang sesuai dengan prinsip *green chemistry* untuk diimplementasikan dalam pembelajaran kimia di kelas. Bahkan 85,7% guru mengaku masih belum memahami sepenuhnya tentang PBL berbasis karakter dan prinsip *green chemistry* serta cara mengaitkannya dengan topik yang sedang dipelajari. Hasil wawancara terhadap guru-guru bidang studi Kimia MA di Kabupaten Demak mengungkap bahwa faktor utama penyebab tidak terlaksananya pembelajaran PBL berbasis karakter adalah rendahnya kemampuan guru dalam mendesain pembelajaran PBL berbasis karakter. Guru merasa kesulitan mendesain rancangan pembelajaran, mengintegrasikan materi pokok dengan jenis tugas proyek yang sesuai dengan *green chemistry* dan karakter yang akan dibangun, dan mengembangkan sistem penilaian berbasis karakter karena belum pernah mengalami ataupun diberikan contoh baik melalui perkuliahan S1 mereka maupun diklat fungsional.

Faktor penyebab lain yang berhasil dihimpun oleh tim adalah para guru merasa tidak memiliki cukup biaya dan waktu untuk melaksanakan pembelajaran PBL berbasis karakter karena tugas proyek harus dibiayai mandiri oleh guru bersama dengan siswa. Guru belum mengetahui bahwa guru dapat memanfaatkan bahan-bahan bekas yang tidak lagi bernilai ekonomis, maupun bahan yang sudah tersedia di lingkungan sekitar sebagai bahan baku dalam tugas proyek sehingga tujuan pembelajaran PBL berbasis karakter

dapat tercapai tanpa terkendala biaya namun tetap ramah lingkungan.

Berdasarkan kondisi di atas, maka tim pengabdian kepada masyarakat merasa perlu untuk memberikan pengetahuan sekaligus bimbingan agar para guru kimia MA di Kabupaten Demak mampu mengembangkan pembelajaran PBL berbasis karakter dengan berpegang pada 12 prinsip *green chemistry* sebagai acuan dalam pemberian tugas proyek. Sebagai akibatnya, selain berkontribusi positif pada kelestarian lingkungan, kemampuan guru dalam mengembangkan pembelajaran PBL berbasis karakter akan meningkat, dan selanjutnya akan meningkatkan kreativitas dan karakter siswa sebagai generasi penerus masa depan Indonesia.

METODE

Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini dilaksanakan pada pertemuan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia di MA Negeri Demak. Selanjutnya, guru-guru kimia yang telah mendapatkan pengetahuan ini dapat mengembangkan pembelajaran PBL berbasis karakter yang sesuai dengan prinsip-prinsip *green chemistry* dan menyebarluaskan kepada guru lain di MGMP Kimia Kabupaten Demak pada saat pertemuan rutin guru-guru MGMP kimia Kabupaten Demak.

Pemecahan masalah pada kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini disajikan pada Gambar 1. Seminar dan lokakarya (workshop) dilaksanakan pada tahap I pelaksanaan kegiatan dengan melibatkan 35 orang guru kimia se-KKM MAN Demak. Kegiatan workshop memuat materi tentang apa itu *green chemistry*, *project-based learning* dan kaitannya dengan pendidikan berbasis karakter yang hangat dicanangkan baru-baru ini, dan bagaimana mendesain pembelajaran kimia dengan model PBL berbasis karakter dengan mengacu pada 12 prinsip *green chemistry* yang diimplementasikan dalam

penyusunan RPP terintegrasi *green chemistry*. Kegiatan seminar dan lokakarya tersebut juga mencakup penjelasan dan contoh-contoh topik kimia yang dapat diajarkan dengan PBL-*green chemistry* serta contoh produk proyek yang dapat dibuat. Contoh produk proyek yang dibuat sebagai contoh adalah hasil proyek mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia yang diampu oleh tim pelaksana pada matakuliah Praktikum Kimia Dasar.

Peserta selanjutnya dibagi dalam beberapa kelompok sesuai dengan topik/kelas yang diampu. Peserta kemudian diminta untuk menyusun RPP kimia dengan model PBL-*green chemistry* beserta produk proyek yang sesuai dengan topik yang dipilih. Luaran tersebut diminta untuk diserahkan kepada tim pelaksana untuk diberikan umpan balik pada saat pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat tahap kedua. Penjarangan pendapat dan respon peserta terhadap keterlaksanaan kegiatan ini dilakukan dengan penyebaran kuisioner yang diisi oleh peserta dan dikumpulkan kembali kepada tim pelaksana pada akhir kegiatan tahap I.

Di antara kriteria dari bentuk evaluasi yang diungkap untuk mengukur keberhasilan kegiatan ini adalah:

Kemampuan guru-guru Kimia MA di Kabupaten Demak dalam mendesain pembelajaran PBL berbasis karakter yang sesuai dengan prinsip-prinsip *green chemistry* yang dapat dinilai dari desain pembelajaran yang disusun oleh guru pada pelaksanaan kegiatan tahap II

Produk proyek yang sesuai dengan topik kimia tertentu yang dibuat dengan memanfaatkan *renewable feedstocks* dan barang bekas di lingkungan sekitar sebagai bahan baku dengan instrumen penilaian proyek.

Minat dan kesungguhan peserta dalam mengikuti rangkaian kegiatan ini yang diungkap dari hasil observasi visual tim pelaksana serta dari hasil diskusi yang terjadi selama berlangsungnya kegiatan.

Kegiatan dikatakan berhasil apabila khalayak sasaran yaitu guru-guru kimia MA Kabupaten Demak minimal telah memenuhi kriteria: "mampu mendesain pembelajaran PBL berbasis karakter yang sesuai dengan prinsip *green chemistry* dan menghasilkan produk proyek dengan memanfaatkan *renewable feedstocks* dan barang bekas di lingkungan sekitar sebagai bahan baku tugas proyek yang terkait dengan topik kimia tertentu".

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dibagi menjadi dua tahap utama yaitu seminar dan lokakarya pada tahap I dan pendampingan serta umpan balik pada tahap II. Pembagian pelaksanaan kegiatan menjadi dua tahap utama ini dimaksudkan untuk memberikan pemahaman hierarkhis yang tepat terhadap materi yang disampaikan dan waktu yang mencukupi kepada para peserta untuk mengembangkan ide-ide baru terkait dengan desain pembelajaran kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi dengan *green chemistry*.

Pembahasan

Tahap seminar dan lokakarya mencakup penyampaian materi tentang pembelajaran dengan model *project-based learning* (PBL) berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* disertai dengan langkah-langkah penyusunan desainnya, contoh desainnya, serta contoh produk proyek yang terkait. Tahap ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan komprehensif pada para guru kimia tentang PBL berbasis karakter secara utuh dan mengintegrasikannya dengan *green chemistry*. Selain itu, kemampuan guru-guru kimia dalam mengembangkan ide dan gagasan

untuk menyusun desain pembelajaran dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* juga dimunculkan dengan penyampaian materi secara menarik dan bersahabat, dan dilanjutkan dengan diskusi dan tanya jawab antara para peserta dan tim pelaksana.

Materi tentang pembelajaran dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* disajikan secara mendalam oleh salah satu tim pelaksana sekaligus pakar pendidikan Dr. A. Tri Widodo dan Dra. Saptorini, M.Pi., dan dilanjutkan tanya jawab dengan peserta. Tanya jawab berlangsung antusias. Berikut adalah beberapa pertanyaan yang muncul berkaitan dengan pelaksanaan PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* berikut jawaban dari tim pelaksana.

bagaimana melakukan manajemen waktu dalam pembelajaran sehingga dengan waktu yang teralokasi guru juga dapat mengejar standar kurikulum sekaligus penguasaan konsep yang jelas dan tuntas dalam pembelajaran kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* ini. Solusi yang diberikan oleh tim pelaksana sebagai jawaban atas pertanyaan tersebut adalah pemilihan dan perancangan secara cerdas dan selektif dengan memanfaatkan waktu diluar jam pelajaran formal sebagai waktu untuk mengerjakan tugas proyek, sedangkan jam pelajaran formal digunakan untuk menyelesaikan tugas yang hanya bisa dilakukan pada saat jam pelajaran dan kegiatan presentasi. Kegiatan presentasi akan melatih siswa untuk mengkomunikasikan apa yang mereka lakukan, bagaimana mereka melakukannya, dan apa temuan mereka.

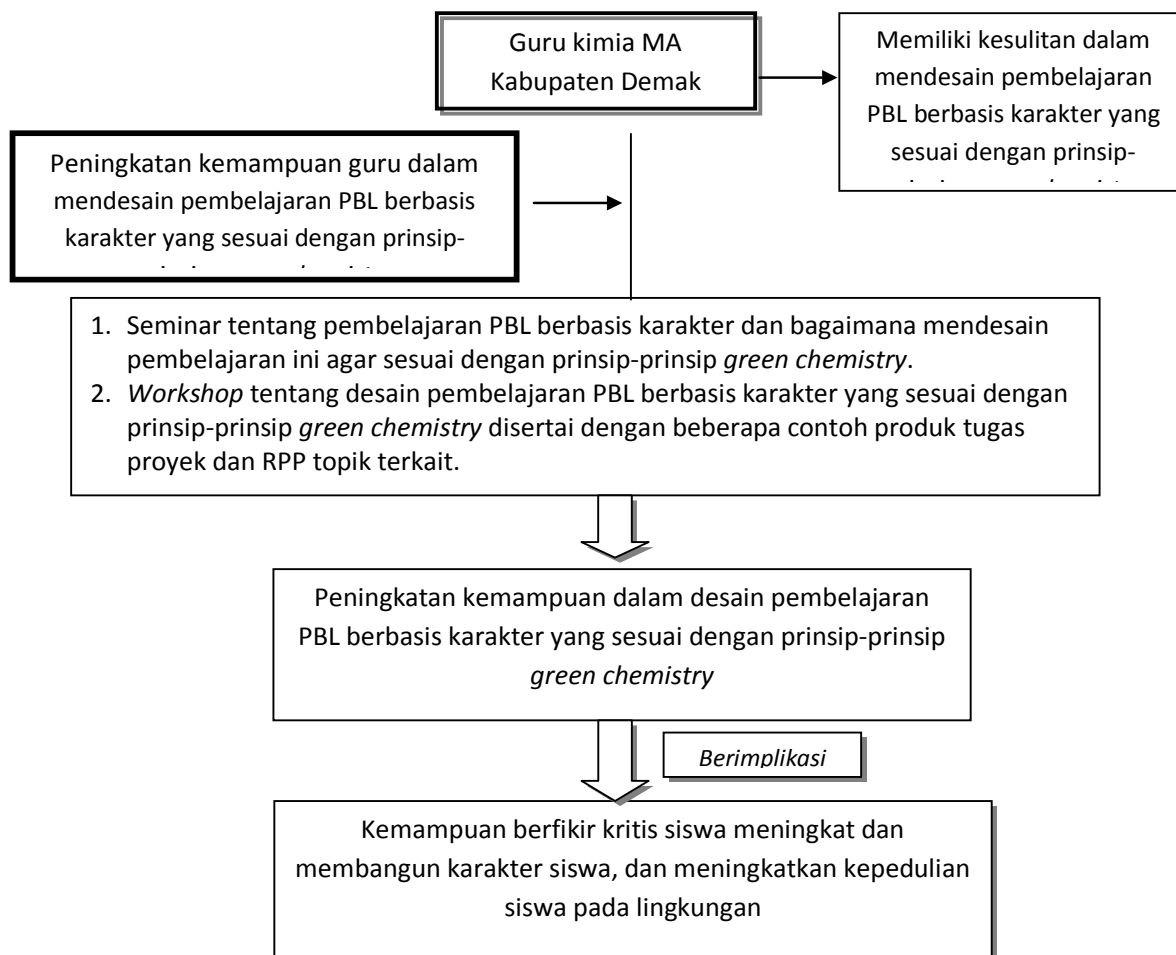
bagaimana melakukan efisiensi dana dalam pembuatan proyek karena tidak dipungkiri bahwa dana merupakan kendala besar dalam pembelajaran kimia dengan model PBL. Kurangnya dukungan finansial dari sekolah menyebabkan guru enggan berinovasi dan berkreasi dalam pembelajaran.

Hal ini dapat disiasati dengan pemilihan alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan tugas proyek. Alat dan bahan yang telah tersedia melimpah di sekitar kita, murah, dan mudah didapat merupakan solusi tepat. Hal ini juga sesuai dengan 12 prinsip *green chemistry*. Aspek yang paling penting adalah, pembelajaran yang tersaji tidak kehilangan esensi dan tujuannya; menyajikan materi kimia untuk meningkatkan penguasaan konsep kimia siswa dan membangun karakter positif siswa, melatih siswa untuk bertanggung jawab, disiplin, tekun, dan kreatif sehingga pembelajaran kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* dapat terwujud.

Pembuatan produk proyek seperti sabun cair, pencuci piring, dan produk pembersih lain ternyata kalau dihitung akan membutuhkan biaya lebih tinggi dibandingkan dengan membeli jadi di pasaran. Demikian juga pembuatan kompos, juga menelan biaya produksi lebih tinggi. Sekali lagi, biaya bukan penghalang dalam pembelajaran. Perlu ditekankan sekali lagi disini bahwa aspek karakter merupakan hal terpenting setelah penguasaan konsep kimia. Latihan keterampilan, menumbuhkan inovasi dan kreativitas siswa merupakan tujuan utama. Oleh karena itu, perlu diingat bahwa PBL adalah wahana pembelajaran, bukan produksi. Apabila siswa sudah berada pada taraf mampu untuk memproduksi, melalui penelitian yang mendalam barulah dihitung untung ruginya.

Memanfaatkan sampah dibuat produk-produk seperti kerajinan dan produk lain yang memberikan manfaat tentu saja merupakan *green chemistry*. Guru tidak perlu meragukan hal tersebut. Akan tetapi perlu ditelaah lebih jauh materi kimia apa yang terkait dengan pembuatan produk tersebut.

Saat musim jambu atau pisang di Kabupaten Demak, pembuatan nata jambu dan pisang sudah mengarah pada *green chemistry* karena proses pembuatannya yang ramah



Gambar 1. Alur kerangka pemecahan masalah

lingkungan dan tidak menghasilkan polutan. Namun, guru perlu mempertimbangkan kaitan produk yang dihasilkan atau proses yang terjadi dengan materi kimia yang dipelajari. Dengan kata lain, produk proyek yang dihasilkan tidak sekedar dibuat tanpa kaitan dengan materi kimia.

Membuat kertas lakmus dapat dilakukan dengan merendam kertas saring dengan bahan lakmus lalu dikeringkan. Indikator alami akan lebih sesuai dengan prinsip *green chemistry*. Indikator ini dapat dibuat dari bahan alam seperti bunga dengan berbagai macam warna. Bahan alam yang mana yang sesuai dengan kebutuhan dan bagaimana agar tahan lama perlu diteliti dan dapat digunakan sebagai proyek penelitian lanjutan untuk

siswa. Dengan proyek ini siswa akan dapat mengetahui dan menentukan trayek pH yang dapat dicakup oleh indikator alami yang telah dibuat dengan cara mencatat perubahan warna saat digunakan dalam proses titrasi. pH dalam proses titrasi dapat dihitung secara teoretis.

Kemampuan menuangkan ide yang muncul di RPP PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* dilakukan dengan menuliskan apapun yang muncul dalam benak atau pikiran kita betapapun kecilnya ide tersebut. Setelah itu, dapat dilakukan langkah lanjutan berupa pengaitan ide tersebut dengan materi kimia yang dipelajari. Tugas proyek kemudian didesain sedemikian rupa sehingga tugas-tugas mana yang dapat dilakukan oleh



Gambar 2. Alat elektrolisis sederhana dari bahan bekas hasil produk proyek

siswa tanpa dan dengan bimbingan guru terinci dengan jelas disertai dengan petunjuk dan rambu-rambu pengerjaan yang jelas, karakter apa yang hendak ditingkatkan dan diamati, serta sistem *assessment* yang jelas pula. Langkah terakhir adalah menuliskannya secara terinci dalam RPP PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry*.

Memilih dan memilih materi yang tepat untuk disampaikan dengan model PBL berbasis karakter dan terintegrasi *green chemistry* membutuhkan kepekaan terhadap lingkungan yang tinggi. Salah satu pilihan tepat adalah dengan mengaitkan materi dan tugas proyek dengan kehidupan sehari-hari dan dekat dengan diri kita seperti koloid, Ksp, hidrokarbon dengan memanfaatkan limbah menjadi kompos atau biogas.

Selama berlangsungnya kegiatan, materi dan kegiatan diskusi juga memunculkan ide-ide baru nan segar dari para peserta. Satu diantaranya yaitu desain pembelajaran kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* dengan proyek model pengisian elektron pada kulit-kulit atom dengan teknik permainan dakon (Bahasa Jawa) atau congklak. Selain itu, tim pelaksana juga membantu peserta dalam memunculkan

ide lain terkait dengan kondisi lingkungan di Kabupaten Demak. Beberapa ide yang dimunculkan diantaranya adalah *prototype* sederhana penjernihan air bersih dan pembuatan indikator alami dari bahan alam yang tahan lama.

Penugasan dan Pendampingan Penyusunan Desain Pembelajaran

Tahap dua merupakan tahap *follow up* kegiatan seminar dan lokakarya. Pada akhir pertemuan tahap I, tim pelaksana dibantu oleh pengurus MGMP Kimia KKM MAN Demak dan MGMP Kimia ma'arif membagi para peserta dalam kelompok-kelompok berdasarkan kelas yang diampu dan tingkat kemudahan anggota untuk berkomunikasi untuk menyusun satu buah RPP Kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry*. RPP dan contoh tugas proyek dikumpulkan pada pertemuan tahap II untuk memperoleh umpan balik dan penilaian dari tim pelaksana.

Pada rentang waktu penyusunan RPP Kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* tersebut, tim pelaksana menyediakan waktu 8 jam/hari dan 5 hari/minggu bagi peserta untuk melakukan konsultasi jarak jauh melalui surat elektronik

dan pesan selular. Hal itu akan memudahkan komunikasi peserta dengan tim pelaksana apabila ada pertanyaan-pertanyaan tentang penyusunan RPP Kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* yang tidak sempat ditanyakan pada pertemuan tahap I atau baru muncul ketika menyusun RPP-nya.

Salah satu bentuk evaluasi yang dilakukan terhadap keterlaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah kondisi, pendapat, dan tanggapan peserta setelah terlaksananya kegiatan ini. Evaluasi ini diungkap dengan menggunakan kuisioner yang diisi oleh peserta pada akhir kegiatan tahap I dan tahap II. Melalui evaluasi ini, tindak lanjut pasca kegiatan ini dapat dipetakan.

Pada dasarnya, tidak sedikit peserta yang telah memiliki pengetahuan awal tentang PBL dan *green chemistry*. Seridaknya 65,71% dari peserta yang hadir telah memiliki pengetahuan awal tersebut. Mereka memperoleh pengetahuan tersebut dari PLPG (8,7%), dari pelatihan dan diklat profesional (65,22%), dan sisanya membaca sendiri dari buku-buku dan internet. Akan tetapi, pengetahuan yang tidak komprehensif mengakibatkan lemahnya kemampuan mereka untuk berinovasi mengembangkan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* ini. Hanya 56,25% peserta yang telah memiliki pengetahuan awal PBL pernah melaksanakan pembelajaran kimia dengan model PBL dengan frekuensi 1-2 kali selama masa pengabdian berjalan mereka. Hal ini dapat dipahami karena tingkat kepercayaan diri peserta tersebut masih rendah dalam menyusun RPP Kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry*. Kendala utama yang mereka hadapi diantaranya adalah kesulitan menentukan materi yang mereka anggap sesuai, kurangnya kemampuan dalam mendesain RPP Kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry*, tidak mencukupinya waktu dan

fasilitas pendanaan, serta input siswa yang kurang mendukung. Namun demikian, setelah diadakannya kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini terbangun suatu komitmen penting, yakni tidak akan menyerah dengan keterbatasan keadaan dan fasilitas penunjang. Karena dengan *green chemistry* pengadaan bahan penunjang pembelajaran kimia dapat dikenali tersedia melimpah di lingkungan sekitar. Akhirnya, 100% sepakat bahwa kegiatan pengabdian kepada masyarakat semacam ini perlu terus dilakukan untuk menjaga komitmen untuk selalu membangun dan mengembangkan kreativitas guru dan siswa. Dengan memperhatikan hasil kuisioner peserta tersebut, dapat dibuat kesimpulan awal bahwa secara teknis kegiatan ini berhasil. Berhasil dalam arti menumbuhkan semangat berkreasi dan berhasil membangun komitmen penting dalam hati para guru untuk memajukan pendidikan nasional di Indonesia. Tidak dipungkiri, hasil ini merupakan hasil penting yang akan berkontribusi pada kemajuan pendidikan nasional di Indonesia.

Pada pelaksanaan kegiatan tahap II para peserta menyerahkan hasil penugasan tahap I yang berupa RPP Kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* dan produk hasil proyek yang terkait dengan materi kimia dalam RPP-nya. Dari 10 kelompok, enam diantaranya menyerahkan RPP Kimia dengan model PBL berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* dengan hasil penilaian sebagai berikut.

Kejelasan perumusan tujuan: 33,3% baik (skor 85) dan 66,7% cukup (skor 80).

Pemilihan materi ajar: 66,7% baik dan sesuai dengan model PBL, 33,3% kurang sesuai dengan PBL

Pemilihan sumber/media: 33,3% baik dan sesuai PBL, 66,7% masih kurang tepat

Penilaian keseluruhan: 33,3% baik dan sesuai kriteria penilaian PBL yakni kognitif, afektif, dan psikomotorik, sedangkan 33,3% dalam kategori cukup yang mencakup kognitif

dan afektif, sedangkan sisanya masih kurang karena hanya mencakup kognitif saja yang dibuat oleh salah satu kelompok peserta

Pada pertemuan tahap II ini, tim pelaksana memberikan masukan dan umpan balik terhadap RPP yang telah disusun. Diskusi hangat terjadi antara tim pelaksana dan peserta sehingga peserta dapat dengan leluasa mengungkapkan kesulitan dan pendapat mereka kepada tim pelaksana tanpa canggung. Hal demikian dapat membantu peserta untuk berkreasi lebih banyak lagi karena mereka tidak merasa digurui atau bahkan dihakimi.

Dari enam RPP yang disusun dan diserahkan kepada tim pelaksana, hanya satu RPP yang menyertakan produk proyek yang terkait dengan materi kimia yang akan diajarkan. Produk proyek tersebut digunakan untuk membantu siswa dalam mempelajari materi kimia tentang elektrolisis, sebagaimana disajikan pada Gambar Kelompok penyusun RPP dan produk proyek elektrolisis tersebut berkesempatan untuk mempresentasikan secara singkat hasil karya mereka di depan peserta lainnya. Hal ini dapat memberikan inspirasi bagi peserta lain tentang bagaimana seharusnya RPP PBL berbasis karakter dan terintegrasi *green chemistry* disusun. Setelah presentasi berakhir, kembali tim pelaksana memberikan umpan balik singkat tentang produk proyek yang dihasilkan apakah sudah sesuai dengan format penilaian produk proyek ataukah belum. Kegiatan tahap II ini ditutup dengan diskusi informal dan sesi foto bersama tim pelaksana dan para peserta.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini akan menggarisbawahi beberapa hal sebagai simpulan, yaitu:

1) Kegiatan ini mampu meningkatkan

kemampuan guru kimia KKM MAN Demak dan Ma'arif dalam mendesain pembelajaran kimia dengan model *project-based learning* berbasis karakter terintegrasi *green chemistry* yang ditandai dengan hasil desain berupa RPP dengan kategori baik sebesar 66,7%.

2) Kegiatan ini mampu menumbuhkan komitmen berkreasi bagi para guru peserta kegiatan untuk terus berkreasi dan berinovasi untuk kemajuan pendidikan nasional di Indonesia sesuai hasil kuisioner peserta.

3) Tidak dapat dipungkiri, kesungguhan guru dalam mencoba berkreasi dengan produk proyek masih perlu ditingkatkan.

Saran

Kegiatan ini belum berjalan sempurna, perlu dukungan dari berbagai pihak dan instansi yang terkait. Diantara saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1) Sekolah, meski dengan keterbatasan pendanaan diharapkan tetap memberikan dukungan baik pendanaan maupun dukungan semangat bagi para guru untuk terus berkreasi. Kompetisi maupun *reward* tahunan bagi guru yang berinovasi akan memberikan suntikan energi dan dukungan semangat bagi para guru.

2) Universitas, lembaga pencetak guru profesional, harus terus berbenah untuk selain untuk menghasilkan guru yang profesional dan berkarakter unggul juga harus mengawal dan mendukung keberlangsungan pembelajaran kimia di sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alacapinar, F., 2008. Effectiveness of Project Based Learning. *Eurasian J. Educational Res.*, 32: 17-34.,
 Anastas, P. T.; Warner, J. C., 1998, *Green Chemistry: Theory and Practice*, Oxford University Press: New York,

- p.30.
- Blumenfeld, P.C., E. Soloway, R.W. Marx, J.S. Krajcik, M. Guzdial and A. Palincsar, 1991. Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4): 369-398.
- Boaler, J., 1997, *Experiencing School Mathematics: Teaching Styles, Sex and Settings*. Buckingham, UK: Open University Press
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R., 2000, *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Capon, N, & Kuhn, D., 2004, What's so good about problem-based learning? *Cognition and Instruction*, 22, 61-79.
- Cil, A., 2005. Investigation of project-based learning in chemistry and suggestions. M.S. thesis, Hacettepe Univ., Institute of Science, Ankara,
- Geier, R., Blumenfeld, P.C., Marx, R.W., Krajcik, J.S., Fishman, B., Soloway, E., & Clay-Chambers, J., 2008, Standardized test outcomes for students engaged in inquiry-based science curricula in the context of urban reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(8), 922-939
- George Lucas Educational Foundation., 2001, *Project-based learning research*. Edutopia. www.edutopia.org
- Hickey, D.T., Kindfeld, A.C.H., Horwitz, P., & Christie, M.A., 1999, Advancing educational theory by enhancing practice in a technology-supported genetics learning environment. *Journal of Education*, 181, 25-55.
- Isik, D.E., 2007. *The Effect Of Project Based Learning on Academic Success, Creative Thinking, Permanance, Attitude Levels Towards Life Study Course in Knowledge of Life Teaching*. M. S. thesis, Dokuz Eylül Univ., Institute of Educational Sciences, Izmir.;
- Kalayci, N., 2008. An Application Related to Project Based Learning in Higher Education Analysis in Terms of Students Directing the Project. *Education and Sci.*, 147(33): 85-105
- Lynch, S., Kuipers, J.U., Pyke, C., & Szesze, M., 2005, Examining the effects of a highly rated science curriculum unit on diverse students: Results from a planning grant. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 921-946.
- Mergendoller, J.R., Maxwell, N., & Bellisimo, Y., 2007, The effectiveness of problem based instruction: A Comparative Study of Instructional Methods and Student Characteristics. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(2), 49-69.
- Özcan, R., 2007. *The Effect of Project Based Learning Approach in Algal Biotechnology to the Students' Academic Achievement, Attitude and Opinions*. M.S. thesis, Gazi Univ., Institute of Educational Sciences, Ankara
- Özden, M., 2007. Problems with Science and Technology Education in Turkey. *Eurasia J. Mathematics, Science and Technology Education*, 3(2): 157-161.]
- SRI International., 2000, *Silicon valley challenge 2000: Year 4 Report*. San Jose, CA: Joint Venture, Silicon Valley Network. <http://pblmm.k12.ca.us/sri/Reports.htm>
- Strobel, J. & van Barneveld, A., 2008, "When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms," *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(1), 44-58
- Thomas, J.W., 1998, *Project-based learning: Overview*. Novato, CA: Buck Institute

- for Education.
- Thomas, J.W., 2000, *A review of research on project-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk. http://www.k12reform.org/foundation/pbl/research*
- Wardencki, W., Curylo, J., Namieoenik, J., 2005, Green Chemistry — Current and Future Issues, *Polish Journal of Environmental Studies*, (14) 4, p.389-395