



## **Pengaplikasian Prinsip-Prinsip Green Chemistry dalam Pelaksanaan Pembelajaran Kimia sebagai Pendekatan untuk Pencegahan Pencemaran Akibat Bahan-Bahan Kimia dalam Kegiatan Praktikum di Laboratorium**

**Adhina Choiri Putri**<sup>✉</sup>

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

---

### **Info Articles**

*History Articles:*

Received 6 July 2019

Approved 11 August 2019

Published 1 October 2019

*Keywords:*

*prinsip green chemistry,*

*pencegahan pencemaran, kimia,*

*praktikum di laboratorium,*

*pelaksanaan pembelajaran kimia*

---

### **Abstract**

Kajian green chemistry umumnya mencakup konsep dan pendekatan yang efektif untuk mencegah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh proses dan produk bahan kimia beracun dan berbahaya. Pembelajaran kimia berbasis green chemistry menjadi salah satu metode yang dapat digunakan sebagai pendekatan untuk mencegah pencemaran akibat bahan-bahan kimia. Kegiatan praktikum di laboratorium berupaya menggunakan prinsip green chemistry yang dapat dilakukan dengan upaya mengurangi, menghilangkan, atau mengganti penggunaan bahan-bahan kimia beracun dan berbahaya yang digunakan dalam percobaan untuk mengurangi kadar pencemar dan volume limbah. Sebagai tenaga pendidik dalam pelaksanaan pembelajaran kimia diharapkan mampu memiliki ilmu pengetahuan, wawasan, serta ketrampilan dalam mengaplikasikan prinsip-prinsip green chemistry.

---

<sup>✉</sup> Address correspondence:  
E-mail: [adhinachoirip@gmail.com](mailto:adhinachoirip@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Abad ke-21 ditandai oleh perkembangan yang pesat di bidang teknologi telekomunikasi dan transportasi yang mengakibatkan peningkatan percepatan mobilisasi berbagai produk termasuk sumber daya manusia. Perkembangan tersebut menuntut SDM yang berkualitas, oleh karena itu upaya meningkatkan kualitas SDM menjadi agenda pembangunan yang teramat penting. Dalam upaya meningkatkan kualitas SDM, pendidikan mempunyai peranan yang sangat strategis, menyadari akan hal tersebut pemerintah terus melakukan kebijakan yang berkaitan dengan peningkatan mutu, relevansi dan efisiensi ( Nurbaity, 2011 )

Dalam sistem pendidikan nasional untuk meningkatkan mutu pendidikan, peningkatan kualitas tenaga pengajar atau guru sangatlah relevan, karena guru sebagai pengajar menjadi bagian yang penting dalam melakukan proses pembelajaran di sekolah. Pembelajaran akan berjalan efisien dan efektif apabila guru memahami materi ajar dengan baik dan memiliki kemampuan mentransfer yang tinggi, menggunakan metode dan pendekatan yang tepat. dalam sistem pendidikan nasional. Pada saat ini muncul berbagai pendekatan dalam pembelajaran, semua ini merupakan upaya agar siswa dapat belajar secara optimal. Banyak ragam inovasi dalam pembelajaran dikembangkan sebagai upaya antisipasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi ( Nurbaity, 2011 ).

*Green Chemistry* adalah suatu falsafah atau konsep yang mendorong desain dari sebuah produk ataupun proses yang mengurangi ataupun mengeliminir penggunaan dan penghasilan zat-zat (substansi) berbahaya ( Mitarlis, 2016 ).

Aspek *green chemistry* adalah meminimalkan zat berbahaya, penggunaan katalis reaksi dan proses kimia, penggunaan reagen yang tidak beracun, penggunaan sumber daya yang dapat diperbaharui, peningkatan efisiensi atom, penggunaan pelarut yang ramah lingkungan dan dapat di daur ulang. *Green chemistry* bertujuan mengembangkan proses kimia dan produk kimia yang ramah lingkungan dan sesuai dengan pembangunan berkelanjutan ( Prabawati, 2015 ).

Mengingat konsep dan pendekatan *green chemistry* sebagai pendekatan untuk pencegahan pencemaran akibat bahan-bahan kimia yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan, perlu dipikirkan bagaimana menerapkan gagasan konsep dan gagasan *green chemistry* ini dalam pembelajaran kimia di sekolah maupun

perguruan tinggi di Indonesia. Oleh karena itu, sudah seharusnya para pendidik atau guru di bidang kimia perlu memiliki ilmu pengetahuan, wawasan serta ketrampilan tersebut secara memadai.

## DISKUSI

Pendidikan kimia saat ini mempunyai fokus pada pemikiran pengaruh produksi senyawa kimia pada lingkungan. Pada saat ini diperkirakan akan banyak sekali produk kimia yang dahulu dianggap ramah lingkungan, tetapi nanti dibatasi pemakaiannya karena berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Padahal penanganan limbah industri, sebenarnya sudah sejak lama konsep pembangunan berkelanjutan diwacanakan oleh masyarakat dunia dan dijadikan kerangka acuan program pembangunan nasional di banyak negara. Bertolak dari konsep pembangunan berkelanjutan tersebut, maka mulai tahun 1980-an telah dikembangkan kimia hijau (*Green Chemistry*) yang berkaitan penerapan 12 (dua belas) prinsip yang bertujuan untuk mengurangi aktivitas dan dampak industri kimia dan produk-produknya terhadap kesehatan manusia dan kondisi lingkungan (Sudarmin, 2013).

*Green chemistry* mempunyai 12 azas atau prinsip yang dapat diadaptasi untuk diaplikasikan dalam sikap dan tindakan manusia dalam upaya penyelamatan lingkungan. Prinsip-prinsip *green Chemistry* dapat diadaptasi untuk diaplikasikan dalam sikap dan tindakan manusia dalam upaya penyelamatan lingkungan yang dapat terwujud melalui *green education* (Mitarlis, 2016).

Penerapan proses industri berbasis *green chemistry* akan memberikan keuntungan keseimbangan antara aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial. Jika suatu proses industri berbasis *green chemistry*, maka industri tersebut akan menjalankan 12 berikut (1) pencegahan terbentuknya limbah, (2) ekonomi atom, (3) sintesis kimia yang tidak berbahaya, (4) perancangan produk kimia yang aman, (5) pemakaian bahan pelarut dan pembantu yang aman, (6) perancangan efisiensi energi, (7) penggunaan bahan baku terbarukan, (8) pengurangan langkah proses, (9) penggunaan katalis untuk mempercepat proses, (10) perancangan produk terbarukan yang ramah lingkungan, (11) analisis real time untuk pencegahan polusi, (12) menghindari penggunaan bahan kimia yang berbahaya, toksis, dan tak ramah lingkungan. Dengan pelaksanaan ke-12 prinsip tersebut, berarti *green chemistry* dapat dipandang sebagai suatu langkah penting menuju kelestarian lingkungan atau pembangunan berkelanjutan (Sudarmin, 2013).

Keterampilan dalam kerja ilmiah yang baik dapat mengembangkan ataupun mewujudkan keterampilan yang berimplikasi pada bahan-bahan kimia sesuai dengan prinsip-prinsip *Green Chemistry*, yaitu pemanfaatan bahan-bahan kimia secara bijaksana sehingga berdampak penyelamatan atau konservasi lingkungan. Kelestarian bumi dalam pembelajaran kimia dapat ditanamkan melalui prinsip-prinsip *green chemistry* yang terintegrasi dalam pembelajaran. Pembelajaran kimia yang berorientasi *green chemistry*, membawa peserta didik terlibat langsung dengan lingkungan dalam aktivitas pembelajarannya dan meningkatkan nilai-nilai konservasi peserta didik (Rosita, 2014).

Upaya memperbaiki lingkungan dan memecahkan masalah lingkungan yang ditawarkan dalam *green chemistry* sangat bervariasi terutama pada tahap perencanaan. Hal ini disebabkan karena jenis bahan kimia dan jenis transformasinya juga bervariasi. Akan tetapi, pemecahan masalah tersebut dapat dikelompokkan dalam dua komponen yaitu pemecahan masalah yang berkaitan dengan bahan mentah (*feedstock*) dan pemecahan masalah yang berkaitan dengan kondisi reaksi. Misalnya dalam rancangan sintesisnya, tidak melihat pada molekul akhir yang dihasilkan, akan tetapi pada jalur (*pathway*) sintesis yang digunakan untuk menghasilkan molekul akhir tersebut. Dengan memodifikasi jalur sintesisnya, maka akan didapatkan produk akhir yang sama dengan cara yang konvensional, namun toksisitas bahan dasar, produk maupun buangnya dapat dikurangi (Nurbaity, 2011).

Menurut Anastas & Warner hal yang penting dalam *green chemistry* adalah: 1) Mencegah terjadinya limbah di tempat pertama 2) Menggunakan pereaksi dan pelarut yang aman 3) Melakukan perubahan reaksi secara selektif dan efisien 4) Menghindari produk dan reaksi kimia yang tidak perlu.

Selanjutnya Anastas & Warner mengusulkan 12 prinsip *green chemistry* yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

- 1) Pencegahan terbentuknya bahan buangan beracun akan lebih baik daripada menangani atau membersihkan bahan buangan tersebut.
- 2) Mengekonomiskan atom dalam merancang metode sintesis.
- 3) Sintesis bahan kimia yang tidak atau kurang berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungannya.

- 4) Merancang produk bahan kimia yang lebih aman, walaupun sifat racunnya dikurangi tetapi fungsi-nya tetap efektif.
- 5) Menggunakan pelarut dan bahan-bahan pendukung yang lebih aman dan tidak berbahaya.
- 6) Rancangan untuk efisiensi energi.
- 7) Penggunaan bahan dasar yang dapat diperbaharui.
- 8) Mengurangi turunan (derivatives) yang tidak penting
- 9) Menggunakan katalis untuk meningkatkan selektifitas dan meminimalkan energi.
- 10) Merancang produk-produk kimia yang dapat terdegradasi menjadi produk yang tidak berbahaya.
- 11) Analisis serentak untuk mencegah polusi.
- 12) Bahan kimia yang digunakan dalam proses kimia dipilih yang lebih aman untuk mencegah kecelakaan.

Sebagaimana telah dikemukakan, bahwa prinsip *green chemistry* bertujuan mengurangi atau menghilangkan penggunaan bahan-bahan kimia yang berbahaya dengan mendesain dari produk-produk kimia dan prosesnya, dengan demikian penerapan 12 prinsip inilah yang akan diaplikasikan dalam pembelajaran kimia yang berwawasan lingkungan, baik dalam bentuk teori maupun pada kegiatan praktikum di laboratorium.

Sebagai efek samping dari penggunaan bahan kimia di laboratorium, tentu saja akan dilakukan sejumlah bahn buangan atau limbah. Sebagian limbah tersebut bersifat pencemar dan bahkan tergolong limbah bahan beracun berbahaya (B3) yang memerlukan penanganan khusus. Jika tidak ditangani dengan baik, maka dapat membahayakan makhluk hidup dan merusak lingkungan sekitar. Oleh karena itu, salah satu hal yang dapat dilakukan adalah dengan mengganti bahan yang berbahaya tersebut dengan bahan pengganti yang sesuai dan dibuang dengan aman ke lingkungan ( Prabawati, 2015 )

Mahasiswa kimia sebagai calon pendidik harus mampu belajar menganalisa penerapan prinsip *green chemistry* dalam konsep Pengetahuan Lingkungan. Mahasiswa paham bahwa konsep *green chemistry* adalah mencegah polusi mulai dari tingkat molekuler melalui desain sintesis dan mendukung lebih lanjut penemuan proses kimia yang lebih ramah lingkungan yang tidak hanya dapat mengurangi sisa bahan beracun

tapi menghilangkan sama sekali substansi-substansi yang berpotensi racun dan berbahaya ( Ulfah, 2013 ).

Beberapa tahun terakhir ini, mulai dikembangkan metode sintesis yang berbasis *green chemistry* misalnya melalui reaksi kondensasi Claisen-Schmidt bebas pelarut. Metode ini merupakan metode *green chemistry*, karena tidak banyak menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya, waktu reaksi yang pendek sehingga aman bagi lingkungan ( Prabawato, 2015 )

Menurut Susanti (2012) pernah melakukan sintesis senyawa 2,6-dihidroksi-3,4-dimetoksialkon dengan menggunakan reaksi kondensasi Claisen-Schmidt dengan Teknik grinding. Produk hasil sintesis diperoleh sebesar 70% dan hanya memerlukan waktu reaksi yang singkat.

## **KESIMPULAN**

*Green chemistry* memiliki peranan penting untuk mencegah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh proses dan produk bahan kimia beracun dan berbahaya. Prinsip *Green Chemistry* dapat diaplikasikan dalam pembelajaran kimia, salah satunya yaitu dalam kegiatan praktikum di laboratorium. Hal yang dapat dilakukan diantaranya mengurangi atau mengganti bahan-bahan kimia berbahaya yang digunakan dalam suatu reaksi kimia atau sintesis suatu senyawa yang menghasilkan limbah berbahaya yang dapat menimbulkan masalah lingkungan.

Pembelajaran kimia dengan pendekatan *green chemistry* bukanlah tujuan yang absolut tetapi mempunyai dedikasi terhadap proses pembangunan yang berkelanjutan, di mana lingkungan dipertimbangkan sejalan dengan kimia.

*Green chemistry* dapat menjadi suatu pilihan untuk mewujudkan pembelajaran kimia yang berwawasan lingkungan. Pembelajaran kimia baik di sekolah menengah maupun di perguruan tinggi perlu dirancang pembelajaran teori maupun praktikum di laboratorium dengan mengaplikasikan prinsip-prinsip *green chemistry*.

Sebagai tenaga pendidik, hal yang dapat dilakukan ialah mengkaji dan merevisi percobaan-percobaan yang selama ini dilakukan, mencari alternatif dan memilih materi praktikum serta mengembangkan, merancang dan melakukan percobaan- percobaan baru yang berorientasi *green chemistry*. Sedangkan untuk mahasiswa atau calon tenaga pendidik dapat melakukan percobaan yang berorientasi pada *green chemistry*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anastas, P.T & Warner J.C. , 1998. *Green Chemistry : Theory and Practices*, New York : OxfordUniversity Press.
- Mitarlis,. Bertha Yonata,. dan Rusly Hidayah. 2016. Rancangan Pembelajaran Karakter Sains Berwawasan *Green Chemistry* pada Perkuliahan Kimia Dasar Di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya*.
- Nurbaity. 2011. Pendekatan *Green Chemistry* Suatu Inovasi Dalam Pembelajaran Kimia Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*. Vol. 1, No. 1
- Prabawati, Susi Yunita., A. Wijayanto. 2015. Penerapan *Green Chemistry* dalam Praktikum Kimia Organik ( Materi Reaksi Nitration pada Benzena ). *Jurnal*. Vol.3. 1-8.
- Rosita. , Sudarmin., P. Marwoto. 2014. Perangkat Pembelajaran *Problem Based Learning* Berorientasi *Green Chemistry* Materi Hidrolisis Garam Untuk Mengembangkan *Soft Skill* Konservasi Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 3 (2) 134-139
- Sudarmin, 2013. Kemampuan Generik Sains Kesadaran Tentang Skala Sebagai Wahana Mengembangkan Praktikum Kimia Organik Berbasis *Green Chemistry*. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*. Vol. 20. No.1
- Susanti, E., Matsjeh, S., Wahyuningsi, T.D., Mustofa.2012. Sintesis 2,6-d dihidroksi-3,4-dimetoksialkon Melalui Kondensasi Claisen-Schmidt dengan Teknik Grinding. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. UNY, Yogyakarta
- Ulfah, Maria . Praptining Rahayu,. Lussana Rossita Dewi. 2013. Konsep Pengetahuan Lingkungan *Green Chemistry* pada Program Studi Pendidikan Biologi. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*.