

PENINGKATAN KUALITAS PENDIDIKAN KIMIA DARI PEMAHAMAN KONSEP KIMIA MENJADI BERPIKIR KIMIA

Oleh
Liliasari
Sekolah Pascasarjana
Universitas Pendidikan Indonesia

Abstrak

Pembelajaran kimia pada umumnya hanya menuntut siswa mengenal konsep-konsep kimia, sehingga sebagian besar siswa menghafalkannya. Rendahnya kualitas pembelajaran kimia seperti itu menyebabkan dirasakan perlu untuk meningkatkannya. Untuk mencapai tujuan tersebut dirancang pembelajaran berbasis kegiatan berpikir siswa menggunakan *software* multimedia interaktif yang dirancang untuk mengembangkan keterampilan generik kimia, yaitu suatu cara berpikir kimia. Lima macam keterampilan berpikir kimia (pengamatan langsung dan tak langsung, bahasa simbolik, hukum sebab-akibat, pemodelan matematis, dan membangun konsep) telah berhasil dikembangkan melalui 3 topik kimia, yaitu Hidrolisis Garam, Sifat Koligatif larutan dan Tekanan Osmotik Larutan. Ketiga topik tersebut mengandung 23 konsep esensial. Implementasi model pembelajaran tersebut pada 102 siswa di 2 SMAN dan 1 SMA Swasta, masing-masing di Palembang, Kabupaten Bogor, dan Bandung menunjukkan bahwa keterampilan generik kimia yang paling baik dikuasai siswa, berturut-turut meliputi pengamatan tak langsung, hukum sebab-akibat, dan membangun konsep. Untuk mengembangkan 4 macam keterampilan generik kimia yang lain, perlu dikembangkan lebih lanjut pembelajaran kimia menggunakan topik-topik yang karakteristik konsepnya berbeda. Dengan mengembangkan keterampilan generik kimia siswa sekaligus dapat mengembangkan keterampilan sejenis pada disiplin sains yang lain. Dengan demikian kualitas pembelajaran kimia dapat ditingkatkan dari pemahaman konsep kimia menjadi berpikir melalui kimia dan akhirnya dapat mencapai berpikir kimia.

Kata kunci: peningkatan kualitas, keterampilan generik kimia, berpikir kimia

Latar Belakang

Pembelajaran kimia di Indonesia pada umumnya, menuntut siswa lebih banyak untuk mempelajari konsep-konsep dan prinsip-prinsip kimia. Secara konseptual pembelajaran seperti itu bertujuan penguasaan konsep-konsep kimia siswa meningkat. Di lapangan cara pembelajaran seperti itu justru menyebabkan siswa pada umumnya hanya mengenal banyak peristilahan kimia secara hafalan tanpa makna. Dipihak lain konsep-konsep dan prinsip-prinsip kimia yang perlu dipelajari siswa sangat banyak dan erus menerus bertambah, hal ini menyebabkan munculnya kejenuhan siswa belajar kimia. Dengan demikian belajar seperti itu juga menyebabkan siswa mampu menerapkan

konsep-konsep kimia yang dipelajari dalam kehidupan sehari-hari, apalagi memiliki kompetensi seperti yang diharapkan dalam standar isi KTSP (BSNP, 2006).

Dalam mencapai kompetensi seperti yang tertera dalam standar tersebut untuk pendidikan kimia, pembelajaran kimia perlu ditingkatkan kualitasnya. Bagaimana caranya? Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan paradigma baru belajar kimia, yaitu memberikan sejumlah pengalaman kepada siswa untuk menguasai kimia dan membimbing mereka untuk menggunakan pengetahuan kimia tersebut (Gallagher, 2007). Agar siswa dapat menggunakan pengetahuannya mereka perlu belajar berpikir kimia. Hal ini menyebabkan pembelajaran kimia di Indonesia perlu diubah modusnya agar dapat membekali setiap siswa dengan keterampilan berpikir, dari mempelajari kimia menjadi berpikir melalui kimia, dan ditingkatkan lagi menjadi berpikir kimia. Dengan demikian tujuan utama belajar kimia adalah agar siswa memiliki kemampuan berpikir dan bertindak berdasarkan pengetahuan kimia yang dimilikinya, atau lebih dikenal sebagai *keterampilan generik kimia* (Liliasari, dkk. 2007).

Hal ini diharapkan akan menemukan alternatif pemecahan masalah: “Bagaimana mengubah pembelajaran kimia agar siswa dapat berpikir kimia?”

Kimia sebagai Wahana Pengembangan Berpikir

Rutherford and Ahlgren (1990) menyatakan kerangka berpikir sains mengandung prinsip-prinsip sebagai berikut: (1) di alam ada pola yang konsisten dan berlaku universal; (2) sains merupakan proses memperoleh pengetahuan untuk menjelaskan fenomena; (3) sains selalu berubah dan bukan kebenaran akhir; (4) sains hanyalah pendekatan terhadap yang “mutlak” karena itu tidak bersifat “bebas nilai” dan (5) sains bersifat terbatas, sehingga tidak dapat menentukan baik atau buruk. Hal ini juga berlaku untuk kimia sebagai salah satu disiplin sains.

Kimia sebagai bagian dari sains juga memiliki *tema umum*, yaitu sistem, model, kekekalan, pola perubahan, skala dan evolusi. (Rutherford and Ahlgren, 1990). Uraian dari tema-tema tersebut dalam bidang kimia akan difokuskan pada kajian tentang larutan, adalah sebagai berikut:

- (1) **Sistem** misalnya larutan dibentuk oleh subsistem yaitu pelarut dan terlarut. Subsistem tersebut saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk sifat baru yang berlaku baik untuk pelarut maupun terlarut sebagai suatu kesatuan. Misalnya sifat koligatif larutan.
- (2) **Model** misalnya model matematis, model konseptual. Dalam mempelajari larutan kita dapat mengamati sifat koligatif larutan secara langsung, misalnya mengukur tekanan uap, titik didih, titik beku, dan tekanan osmotik larutan. Namun demikian apa yang menyebabkan gejala tersebut tak dapat diamati langsung. Sehubungan dengan hal tersebut, untuk mempelajarinya diperlukan model matematis untuk menghitung berapa besarnya besaran-besaran sifat koligatif larutan itu. Disamping itu untuk menjelaskan mengapa sifat koligatif itu ada, digunakan cara pandang mikroskopik kimia menggunakan model partikulat
- (3) **Kekekalan** sebagai bagian yang tidak berubah yang ditemukan dalam semua perubahan, Misalnya pada saat reaksi kimia berlangsung ada bagian yang tidak berubah yaitu massa zat.
- (4) **Pola perubahan** dalam alam ada tiga jenis yaitu: (1) perubahan yang cenderung berpola tetap misalnya peluruhan radioaktif; (2) perubahan yang berlangsung dalam siklus misalnya siklus Krebs (TCA); dan (3) perubahan yang tak teratur misalnya entropi yang disebabkan oleh pola ketidakteraturan partikel zat.
- (5) **Skala** besaran dalam alam semesta bervariasi, misalnya ukuran, tenggang waktu, kecepatan. Banyak ukuran-ukuran dalam alam yang besarnya tidak sesuai dengan pengalaman siswa dalam kehidupan sehari-hari, seperti kecilnya jari-jari atom 154 pm atau $1,54 \cdot 10^{-10}$ m; satu mol zat mengandung $6,02 \times 10^{23}$ partikel, rekombinasi elektron-positron berlangsung dalam waktu 1/30 detik, cepatnya interaksi antar atom.
- (6) **Evolusi** merupakan perubahan yang sangat lambat. Misalnya perubahan U-238 menjadi Th-234 dengan waktu paruh $5 \cdot 10^9$ tahun.

Melalui penerapan keenam tema ini, kimia sebagai bagian dari sains dapat dipahami lebih jelas. Lebih baik lagi bila melalui keenam tema tersebut belajar kimia dikaitkan dengan belajar disiplin-disiplin sains lainnya, seperti fisika, biologi, geologi dan astronomi. Melalui cara tersebut diharapkan pola berpikir sains siswa terbentuk dengan utuh. Agar dapat membimbing siswa menguasai pola berpikir tersebut, kompetensi berpikir kimia perlu dimiliki oleh dosen, guru dan calon guru kimia.

Keterampilan Generik Kimia Sebagai Wahana Berpikir Kimia

Belajar sains sarat akan kegiatan berpikir yang dikembangkan melalui 8 macam keterampilan generik sains (Brotosiswoyo, 2000), yang meliputi: (1) pengamatan langsung dan tak langsung (*direct and indirect observation*); (2) kesadaran tentang skala besaran (*sense of scale*); (3) bahasa simbolik (*symbolic language*); (4) kerangka logika taat-asas (*logical self-consistency*) dari hukum alam; (5) inferensi logika; (6) hukum sebab-akibat (*causality*); (7) pemodelan matematis (*mathematical modeling*); dan (8) membangun konsep (*concept formation*). Selain kedelapan keterampilan itu, karena kimia mempelajari perubahan struktur zat, maka diperlukan keterampilan generik kimia sebagai keterampilan generik sains yang ke (9) tilikan ruang (*spatial view*) (Suyanti, 2006, Sudarmin, 2007).

Sains yang mempelajari fenomena alam dapat dikembangkan melalui **pengamatan langsung** untuk mencari hubungan sebab-akibat dari apa yang diamati tersebut.

Keterbatasan alat indera manusia dalam melakukan pengamatan perlu dibantu dengan berbagai peralatan. Dalam mempelajari kimia misalnya diperlukan indikator untuk mengenal sifat larutan zat yang beracun bila dicicipi langsung oleh manusia, amperemeter untuk mengamati kuat arus pada sel elektrokimia, pHmeter untuk mengukur pH larutan, spektrofotometer untuk menentukan rumus zat. Pengamatan menggunakan alat bantu ini merupakan **pengamatan tak langsung**.

Dalam alam banyak ukuran yang tak sesuai dengan ukuran benda yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya protein ukuran molekulnya sangat besar dan rumus strukturnya kompleks, sebaliknya elektron sangat kecil dan sederhana. Waktu paruh zat radioaktif dapat bervariasi misalnya Po-214 hanya $1,6 \times 10^{-4}$ detik, sedangkan U-238 waktu paruhnya 5×10^9 tahun. Untuk mempelajari hal tersebut maka perlu **kesadaran tentang skala besaran**.

Agar terjadi komunikasi dalam kimia di seluruh dunia perlu adanya **bahasa simbolik** misalnya lambang unsur, arah panah yang menunjukkan persamaan reaksi searah atau kesetimbangan, tanda kurung persegi untuk menyatakan konsentrasi, pH dan banyak bahasa simbolik lainnya.

Pada pengamatan gejala alam dalam waktu yang panjang akan ditemukan sejumlah hukum-hukum, namun akan ditemukan “keganjilan” secara logika. Untuk menjawab hal tersebut perlu digunakan kerangka **logika taat-asas** dengan menemukan suatu teori baru. Misalnya reaksi-reaksi biokimia yang sangat rumit namun dapat berlangsung dalam tubuh makhluk hidup (in-vivo) yang suhunya jauh lebih rendah dibandingkan dengan bila reaksi yang sama berlangsung di luar tubuh makhluk hidup (in-vitro). Jawaban terhadap gejala tersebut adalah adanya enzim sebagai katalis dan berlangsungnya *couple reaction*.

Dalam sains banyak fakta yang tak dapat diamati langsung namun dapat ditemukan melalui **inferensi logika** dari konsekuensi-konsekuensi logis pemikiran dalam sains. Misalnya suhu nol Kelvin sampai saat ini belum dapat direalisasikan keberadaannya, tetapi diyakini bahwa itu benar.

Salah satu ciri sains adalah bertolak dari **hukum sebab-akibat**. Misalnya apabila konsentrasi pereaksi diperbesar, maka reaksi berlangsung lebih cepat. Pada suatu kesetimbangan kimia akan terjadi pergeseran kesetimbangan apabila diberikan reaksi terhadap kesetimbangan tersebut. Misalnya kesetimbangan akan bergeser ke arah yang berlawanan dengan arah penambahan zat. Suatu reaksi eksoterm akan berlangsung baik apabila suhu sistem diturunkan. Penjelasan dari gejala ini dapat dijawab berdasarkan hukum sebab-akibat.

Untuk menjelaskan banyak hubungan dari gejala alam yang diamati diperlukan bantuan **pemodelan matematik**. Melalui pemodelan tersebut diharapkan dapat diprediksikan dengan tepat bagaimana kecenderungan hubungan ataupun perubahan dari sederetan fenomena alam. Misalnya besarnya tekanan osmotik larutan dapat ditentukan berdasarkan perkalian MRT, pH larutan dapat ditentukan berdasarkan $-\log [H^+]$ larutan tersebut.

Tidak semua gejala alam dapat dipahami dengan bahasa sehari-hari, karena itu diperlukan bahasa dengan terminologi khusus, yang dikenal sebagai konsep. Konsep-konsep yang dibangun perlu diuji keterterapannya untuk mengembangkan lebih lanjut. Dalam kimia proses ini disebut **membangun konsep**.

Melalui sembilan macam keterampilan generik kimia orang dapat mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Misalnya berpikir kritis banyak dikembangkan apabila seseorang melakukan pengamatan langsung dan tak langsung, menyadari akan skala besaran, membuat pemodelan matematik, dan membangun konsep. Berpikir kreatif diterapkan ketika seseorang merumuskan bahasa simbolik, inferensi logika, dan menemukan kerangka logika taat-asas dari hukum alam. Berpikir pemecahan masalah diterapkan apabila seseorang sedang menyelidiki berlakunya hukum sebab-akibat pada sejumlah gejala alam yang diamatinya. Selanjutnya pengambilan keputusan dapat digunakan orang ketika membangun konsep, membuat pemodelan matematik, dan menemukan inferensi logika. Dengan demikian apabila orang hanya mempelajari kimia dari segi terminologinya saja apalagi secara hafalan, maka berarti pula ia belum belajar kimia dengan benar dan belum dapat berpikir kimia.

Pengembangan Keterampilan Generik Kimia

Berkembang pesatnya pengetahuan kimia, menyebabkan penambahan konsep-konsep kimia yang perlu dipelajari siswa juga sangat banyak. Sebagai akibatnya perlu ada pemilihan konsep-konsep esensial yang dipelajari siswa. Konsep-konsep esensial ini dipilih berdasarkan pada pentingnya konsep tersebut untuk kehidupan siswa dan pentingnya memberi pengalaman belajar tertentu kepada siswa, agar memperoleh bekal keterampilan berpikir kimia yang memadai.

Penelitian pendidikan kimia dengan metode R & D telah dilakukan untuk mengembangkan berpikir kimia siswa dengan tema larutan. Tema ini dipilih karena sangat luas bahasan larutan di SMA dan mengandung konsep-konsep abstrak yang sulit dipahami siswa, terutama yang berhubungan dengan bagian mikroskopik kimia. Topik-topik yang dipilih dari tema tersebut meliputi hidrolisis garam; sifat koligatif larutan (penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, dan penurunan titik beku larutan); dan tekanan osmotik larutan.

Untuk merancang pembelajaran, terlebih dahulu dilakukan analisis konsep dengan metode deskriptif pada topik-topik tersebut (Liliasari, et.al. 2007, Ikhsanuddin, 2007; Widhiyanti, 2007; Astuti, 2008). Hasil analisis konsep dan hubungannya dengan

keterampilan generik kimia yang dapat dipelajari siswa melalui topik-topik tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hubungan topik, konsep kimia dan keterampilan generik kimia

No	Topik	Konsep	Keterampilan generik kimia
1.	Hidrolisis Garam	hidrolisis garam, hidrolisis anion, hidrolisis kation, hidrolisis total, reaksi hidrolisis, tetapan hidrolisis	pengamatan langsung, pengamatan tak langsung, bahasa simbolik, hukum sebab-akibat, pemodelan matematik, membangun konsep
2.	Sifat Koligatif Larutan	sifat koligatif larutan, tekanan uap, penurunan tekanan uap larutan, titik didih, kenaikan titik didih larutan, titik beku, penurunan titik beku larutan, penurunan titik beku molal (K_b), diagram fasa	pengamatan tak langsung, bahasa simbolik, hukum sebab-akibat, pemodelan matematik, membangun konsep
3.	Tekanan Osmotik Larutan	osmosis, tekanan osmotik larutan, tekanan osmotik larutan elektrolit, isotonik, hipertonik, hipotonik, osmosis balik	pengamatan tak langsung, bahasa simbolik, hukum sebab-akibat, pemodelan matematik, membangun konsep

Analisis lebih lanjut menunjukkan hubungan antara jenis konsep-konsep kimia dengan keterampilan generik kimia. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hubungan jenis konsep dan keterampilan generik kimia

No	Keterampilan Generik Kimia	Jenis Konsep
1.	pengamatan langsung	Konsep konkrit
2.	pengamatan langsung/ tak langsung	Konsep abstrak dengan contoh konkrit
3.	pengamatan tak langsung, hukum sebab akibat	Konsep abstrak
4.	hukum sebab akibat, pemodelan matematik	Konsep berdasarkan prinsip
5.	bahasa simbolik, pemodelan matematik	Konsep yang menyatakan simbol
6.	pengamatan langsung/ tak langsung, hukum sebab akibat	Konsep yang menyatakan proses
7.	pengamatan langsung/ tak langsung	Konsep yang menyatakan sifat

Tabel 2 menunjukkan bahwa mempelajari konsep-konsep kimia membekalkan kemampuan berpikir yang kompleks. Pada umumnya setiap konsep kimia dapat mengembangkan lebih dari satu macam keterampilan generik kimia, kecuali konsep

konkrit. Konsep jenis ini sangat terbatas jumlahnya dalam kimia, karena itu mempelajari konsep kimia sudah sejalan dengan mengembangkan keterampilan berpikir kimia, yang merupakan berpikir tingkat tinggi. Namun hal ini tidak dapat dicapai dengan menghafal konsep-konsep kimia.

Pembelajaran yang dirancang dalam penelitian ini berbasis ICT, dengan software pembelajaran yang bersifat interaktif untuk mengembangkan berpikir kimia dan memperjelas aspek mikroskopik kimia pada topik-topik tersebut.

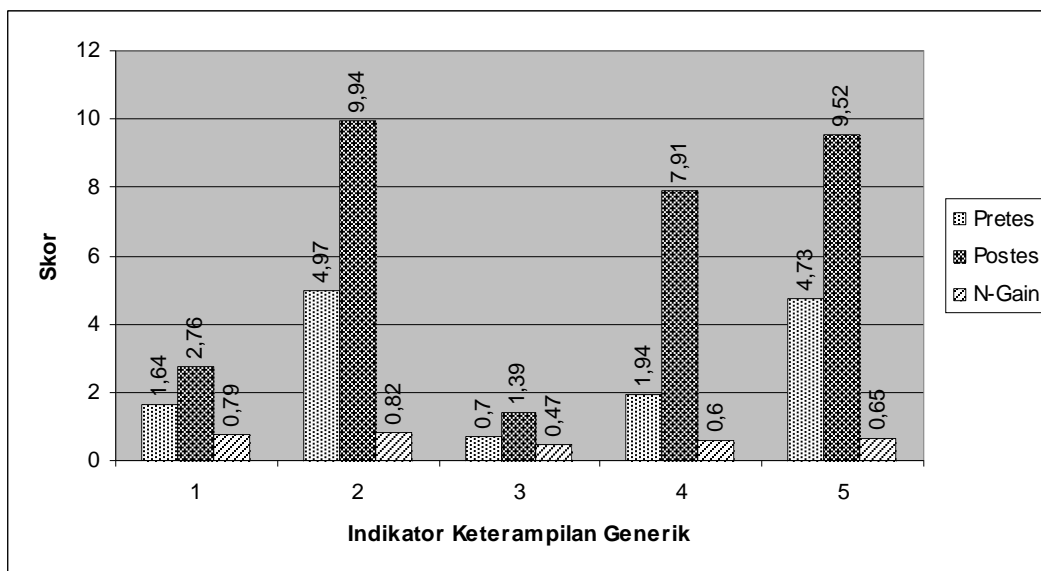
Implementasi model-model pembelajaran pada penelitian ini menggunakan metode *one group pretest-posttest design* untuk topik Hidrolisis dan Sifat Koligatif Larutan, sedangkan untuk topik Tekanan Osmotik Larutan digunakan *control group pretest-posttest design* di kelas XI SMA. Topik Hidrolisis Garam diterapkan pada 33 siswa kelas eksperimen suatu SMAN di Palembang. Topik Sifat Koligatif Larutan diterapkan pada 39 siswa kelas eksperimen suatu SMAN di Kabupaten Bogor. Topik Tekanan Osmotik Larutan diterapkan pada 30 siswa kelas eksperimen dan 29 siswa kelas kontrol suatu SMA Swasta bersubsidi di Bandung.

Hasil penelitian menunjukkan data sebagaimana dipaparkan berikut ini.

Rata-rata skor yang dicapai siswa pada topik Hidrolisis berdasarkan keterampilan generik kimia dapat dilihat pada tabel 3 dan digambarkan melalui grafik 1.

Tabel 3. Rerata skor pretes, postes dan N-gain keterampilan generik kimia untuk topik Hidrolisis Garam (Ikhsanuddin,2007)

No	Indikator Keterampilan Generik Sains	Skor		N-Gain	Skor Maks.	Z _{hitung}	Z _{tabel}	Ket.
		Pretests	Postes					
1.	Pengamatan tak langsung	1,64	2,76	0.79	3	4.710	1.96	Signifikan
2.	Bahasa simbolik	4,97	9,94	0.82	11	5.03	1.96	Signifikan
3.	Hukum sebab akibat	0,70	1,39	0.47	2	3.50	1.96	Signifikan
4.	Pemodelan Matematis	1,94	7,91	0.60	12	t _{hitung} 23.03	t _{tabel} 2,04	Signifikan
5.	Membangun Konsep	4,73	9,52	0,65	12	5.01	1.96	Signifikan



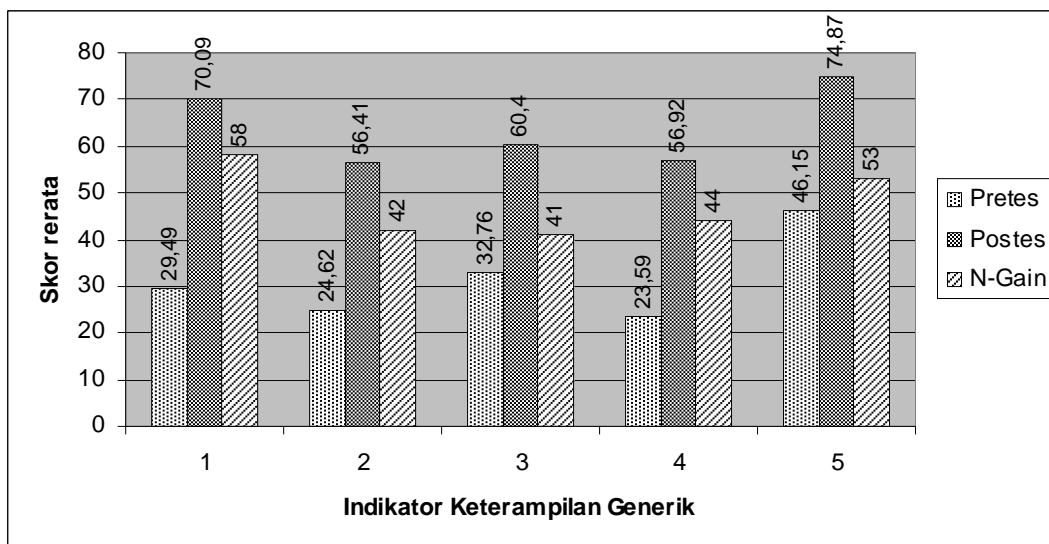
Grafik 1. Rata-rata skor dan N-gain siswa pada tiap keterampilan generik kimia pada topik hidrolisis garam

Selanjutnya untuk topik sifat koligatif larutan skor pretes, postes dan N-gain dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Rerata skor pretes, postes dan N-Gain keterampilan generik kimia pada topik Sifat Koligatif Larutan (Widhiyanti, 2007)

No	Indikator Keterampilan Generik Sains	Rerata (%)		N-Gain	Uji Wilcoxon/Uji t (= 0,05)	
		Pretes	Postes		Taraf Signifikansi	Keterangan
1	membangun konsep	29,49	70,09	0,58	0,000	Signifikan
2	hukum sebab akibat	24,62	56,41	0,42	0,000	Signifikan
3	pemodelan matematik	32,76	60,40	0,41	0,000	Signifikan
4	bahasa simbolik	23,59	56,92	0,44	0,000	Signifikan
5	pengamatan tak langsung	46,15	74,87	0,53	0,000	Signifikan

Hasil penguasaan tersebut digambarkan pada grafik 2.

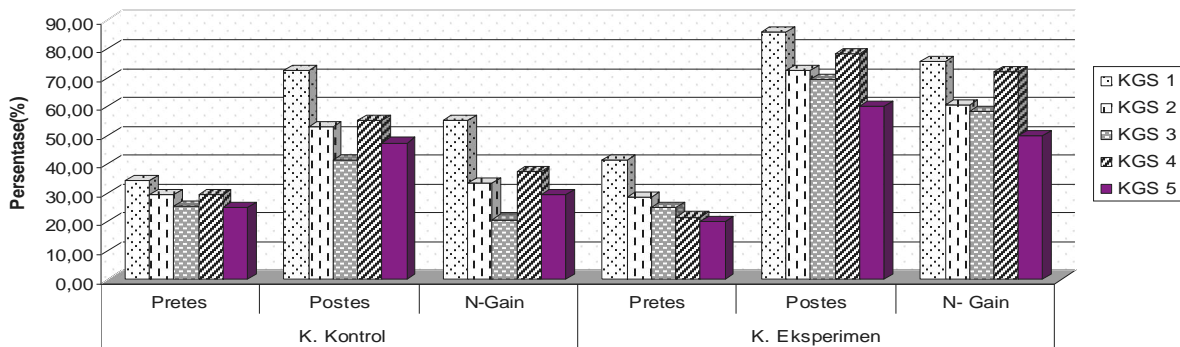


Grafik 2. Skor Pretes, postes, dan N-gain keterampilan generik kimia yang dicapai pada topik Sifat Koligatif Larutan

Untuk melengkapi data penelitian tentang topik Sifat Koligatif Larutan yang belum meliputi Tekanan Osmotik, maka dilakukan penelitian lanjutan khusus pada topik Tekanan Osmotik Larutan dengan desain yang lebih baik dari pada dua penelitian awal yaitu dengan menggunakan kelas kontrol. Hasil penguasaan keterampilan generik kimia pada topik Tekanan Osmotik Larutan dapat dilihat pada tabel 5 dan digambarkan melalui grafik 3.

Tabel 5. Rerata skor pretes, postes dan N-Gain keterampilan generik kimia pada topik Tekanan Osmotik Larutan (Astuti,2008)

No	Keterampilan Generik Sains	Rata-rata K. Kontrol			Rata-rata K. Eksperimen		
		Pretes	Postes	% N-Gain	Pretes	Postes	% N-Gain
1.	pengamatan tak langsung	34,48	72,41	55,23	41,33	86,00	75,61
2.	membangun konsep	29,50	52,87	33,51	28,52	72,59	60,40
3.	pemodelan matematika	25,43	41,38	20,78	25,00	69,58	58,37
4.	hubungan sebab akibat	29,31	55,28	37,36	21,67	78,33	71,94
5.	bahasa simbolik	25,00	47,41	29,60	20,00	60,00	49,72



Grafik 3. Skor pretes, postes dan N-gain Keterampilan generik kimia kelas kontrol dan eksperimen pada topik Tekanan Osmotik Larutan

Selanjutnya perbedaan capaian pada kelas kontrol dan kelas eksperimen mengenai penguasaan keterampilan generik kimia pada topik Tekanan Osmotik Larutan dapat dilihat pada tabel 6.

Ternyata 3 topik kimia yang dipilih memiliki karakteristik yang serupa, karena semuanya mengandung konsep konkrit, konsep abstrak, konsep abstrak dengan contoh konkrit, konsep berdasarkan prinsip, konsep melibatkan simbol, konsep menyatakan proses, dan konsep menyatakan sifat. Sebagai akibat dari karakteristik konsep yang serupa tersebut, maka keterampilan generik kimia yang dikembangkan juga baru 5 macam dari 9 macam keterampilan generik. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan keterampilan-keterampilan generik kimia yang lain.

Tabel 6. Hasil perhitungan statistik keterampilan generik kimia pada kelas kontrol dan eksperimen untuk topik tekanan osmotik larutan (Astuti,2008)

No	Keterampilan Generik Sains	Uji Normalitas ($\alpha = 0,05$)				Uji Homogenitas	Uji-t atau uji Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$)	
		Taraf Signifikansi		Keterangan			Taraf Signifikansi	Ket
		Kont	Eksp	Kont	Eksp			
1.	pengamatan tak langsung	0,1944	0,025	Tidak normal	Tidak normal	0,080 Homogen	0,002	Signifikan
2.	membangun konsep	0,1387	0,787	Normal	Normal	0,549 Homogen	0,000	Signifikan
3.	pemodelan matematis	0,2017	0,868	Tidak normal	Normal	0,107 Homogen	0,000	Signifikan
4.	hubungan sebab akibat	0,1764	0,118	Tidak normal	Normal	0,946 Homogen	0,000	Signifikan
5.	bahasa simbolik	0,2182	0,428	Tidak normal	Normal	0,421 Homogen	0,017	Signifikan

Apabila 2 topik yang berhubungan dengan sifat koligatif larutan digabungkan, maka capaian tertinggi pada keterampilan generik kimia adalah pada keterampilan "pengamatan tak langsung" (N-gain 0,79 dan 0,76). Hal ini disebabkan oleh adanya penggunaan software pembelajaran yang lebih mengakomodasi pengembangan aspek mikroskopik kimia. Justru hal ini sangat membantu pemahaman kimia siswa, karena miskonsepsi kimia siswa pada umumnya bersumber pada aspek mikroskopik kimia (Barke, 2008).

Selanjutnya apabila dikaji ternyata mempelajari keterampilan generik kimia merupakan aspek yang paling mendasar namun sederhana dalam mempelajari kimia, yang membuat seseorang dapat berpikir kimia. Sesungguhnya bagian terpenting dari mengembangkan keterampilan berpikir kimia adalah bagaimana pembelajaran dikemas berbasis kegiatan, agar memberikan kesempatan seluas mungkin kepada siswa untuk berpikir secara aktif. Dalam skor yang dicapai siswa pada ketiga topik kimia di atas, yaitu dalam membangun hubungan sebab-akibat (N-gain = 0,47 ; 0,42 dan 0,72); serta membangun konsep(N-gain= 0,58 ; 0,65 dan 0,60), tampak lebih berhasil pada topik ke tiga. Pada topik ini justru kegiatan yang dirancang lebih banyak memicu siswa berpikir, karena pada software pembelajaran yang dirancang siswa mempunyai lebih banyak kesempatan untuk menemukan hubungan antar data dan menyimpulkan. (Astuti,2008). Hal ini dilakukan menindaklanjuti 2 penelitian sebelumnya yang dianggap lemah dalam kegiatan tersebut (Ikhsanuddin,2007; Widhiyanti,2008). Pada kedua penelitian terdahulu dirasakan kesulitan siswa menemukan hubungan sebab-akibat, namun tidak mengalami kesulitan dalam membangun konsep. Hal ini menyiratkan bahwa tidak terlalu sukar memahami konsep kimia apabila berpikir kimia telah dikuasai. Berdasarkan penelitian terhadap 3 topik kimia dengan jumlah 23 konsep hanya mengembangkan 5 macam keterampilan berpikir kimia. Jadi lebih banyak variasi konsep dibandingkan dengan variasi jenis berpikir kimia. Dengan sedikit kegiatan berpikir kimia kita dapat menguasai banyak konsep kimia melalui pembelajaran yang berbasis berpikir.

Kesimpulan dan saran

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan beberapa hal. Belajar kimia menurut paradigma baru adalah membekalkan keterampilan generik kimia kepada siswa sebagai

suatu keterampilan berpikir tingkat tinggi. Mengembangkan keterampilan generik kimia dapat membekali siswa untuk berpikir kimia. Berpikir kimia, meliputi *pengamatan langsung atau tak langsung, bahasa simbolik, pemodelan matematika, membangun konsep, hukum sebab-akibat* dapat dipelajari melalui topik hidrolisis garam, sifat koligatif larutan, dan tekanan osmotik larutan. Jenis konsep kimia yang dipelajari dan kegiatan pembelajaran yang mengakomodasi proses berpikir, dapat menentukan sejauh mana kekompleksan berpikir siswa yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran tersebut. Penguasaan berpikir kimia dapat memudahkan belajar kimia, karena mengemas banyak konsep kimia yang dipelajari dalam setiap keterampilan berpikir kimia. Berpikir kimia merupakan kemampuan dasar yang dapat digunakan untuk mempelajari banyak konsep kimia dan sekaligus konsep-konsep sains pada umumnya.

Berdasarkan kesimpulan tersebut maka disarankan membekalkan keterampilan generik kimia melalui pembelajaran, agar siswa dapat berubah dari memahami konsep kimia menjadi berpikir melalui kimia, hingga selanjutnya dapat mengembangkan berpikir kimia. Ada 4 keterampilan berpikir kimia yang masih perlu dikembangkan melalui topik-topik kimia lain yang sesuai.

Daftar Pustaka

- Astuti, H.C. (2008). Pembelajaran praktikum mandiri berbasis multimedia komputer untuk meningkatkan keterampilan generik sains dan berpikir kritis siswa pada konsep tekanan osmotik, *Tesis*, Bandung: SPs UPI
- Barke, H-D. (2008) Chemistry misconception- diagnosis, prevention and cure, *Paper*, Bandung: Second International Seminar on Science Education, IUE.
- Brotosiswoyo, B.S. (2000). *Kiat Pembelajaran MIPA dan Kiat Pembelajaran Fisika di Perguruan Tinggi*, Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional
- Gallagher, J.J. (2007). *Teaching Science for Understanding: A Practical Guide for School Teachers*, New Jersey: Pearson Merrill Prentice Hall
- Ikhsanuddin (2007). Pembelajaran inkuiri berbasis teknologi informasi untuk mengembangkan keterampilan generik sains dan berpikir kritis siswa SMA pada topik hidrolisis garam, *Tesis*, Bandung: SPs UPI
- Liliasari, et.al. (2007). Model-model pembelajaran berbasis TI untuk mengembangkan keterampilan generik sains dan berpikir tingkat tinggi pebelajar, *Penelitian HPTP*, Bandung: Sekolah Pasca Sarjana UPI.
- Rutherford and Ahlgren. (1990). *Science for All Americans*, New York: Oxford University Press
- Widhiyanti, T. (2007). Pembelajaran berbasis teknologi informasi untuk meningkatkan keterampilan generik sains dan berpikir kritis siswa pada topik sifat koligatif larutan, *Tesis*, Bandung: SPs UPI.