

PEMBELAJARAN SAINS UNTUK MEMBANGUN INSAN INDONESIA CERDAS DAN KOMPETITIF

Oleh
Liliasari
Sekolah Pascasarjana
Universitas Pendidikan Indonesia

Abstrak

Menghadapi besarnya tantangan abad ke-21 menyebabkan perlunya insan Indonesia menjadi cerdas dan kompetitif. Pendidikan sains berperan penting dalam upaya mencapai kualitas tersebut melalui peningkatan berpikir pebelajar melalui pembelajaran sains yang berbasis berpikir sains. Berpikir sains dapat dibentuk melalui penguasaan keterampilan generik sains. Untuk mencapai tujuan tersebut dirancang pembelajaran berbasis kegiatan berpikir siswa menggunakan *software* multimedia interaktif yang dirancang untuk mengembangkan keterampilan generik sains, yaitu suatu cara berpikir sains. Tujuh macam keterampilan berpikir sains (pengamatan tak langsung, bahasa simbolik, hukum sebab-akibat, kesadaran akan skala besaran, pemodelan matematis, inferensi logika, dan membangun konsep) telah berhasil dikembangkan melalui 3 topik sains, yaitu Reproduksi Khewan, Tekanan Osmotik Larutan dan Elastisitas. Ketiga topik tersebut mengandung 41 konsep esensial. Implementasi model pembelajaran tersebut pada 44 siswa SMPN di Cimahi, 30 siswa SMA Swasta Bersubsidi di Bandung dan 35 mahasiswa LPTK Negeri di Mataram (NTB) menunjukkan bahwa keterampilan generik sains yang paling baik dikuasai siswa, berturut-turut meliputi pengamatan tak langsung, membangun konsep dan hukum sebab-akibat. Keterampilan generik sains yang sukar dikuasai meliputi pemodelan matematik dan inferensi logika. Penguasaan keterampilan generik sains meningkat sesuai dengan peningkatan jenjang pendidikan. Penguasaan sedikit keterampilan generik sains dapat menolong siswa meningkatkan penguasaan konsep sains yang banyak jumlahnya. Dengan demikian kualitas pembelajaran sains dapat ditingkatkan dari pemahaman konsep sains menjadi berpikir melalui sains dan akhirnya dapat mencapai berpikir sains.

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

Abstract

To face against of the big challenges on 21st century Indonesian should be intelligent and competitive. Science education has an important role to reach the quality through scientific thinking based science teaching that enhancing students thinking skills. Scientific thinking can be created through generic science skills mastery. Teaching-learning models based on student thinking used interactive multimedia software have been developed to enhance students generic science skills. Three topics : Animal Reproduction for junior high school, Osmotic Pressure for senior high school and Elasticity for physics education student had been chosen, to develop 7 indicators of the generic science skills; i.e. Indirect observation, symbolic language, causality, snse of scale, mathematical modelling, logical inference, and concept formation. All three topics consist of 41 essential concepts. Implementation of the models to 44 junior high school students in State Junior High School at Cimahi, 30 senior high school students in Private Senior High School at Bandung, and 35 prospective physics teachers in State Teacher Training Institution at Mataram (NTB) showed that student mastered indirect observation, concept formation and causality easily, but difficult to master mathematical modelling and logical inference. The matery of generic science skills

increase as well increasing of educational level. The mastery of few indicator of generic science skills helped students to master a lot of science concepts. Therefore science teaching quality could be enhanced from science concepts comprehension to thinking through science and finally become scientific thinking.

Key words: enchancing quality, generic science skills, scientific thinking

Latar Belakang

Kehidupan dalam abad ke 21 ini menjadi makin sulit, karena banyak tantangan global yang perlu dihadapi setiap bangsa di dunia termasuk di dalamnya bangsa Indonesia. Resesi ekonomi menjelang akhir 2008 dan akan berlanjut pada tahun 2009 ini, menyebabkan lapangan pekerjaan semakin sulit dicari. Persaingan untuk hidup dalam segala bidang hanya dapat dimenangkan oleh insan yang cerdas dan kompetitif. Permasalahannya adalah bagaimana mempersiapkan insan Indonesia menjadi manusia yang cerdas dan kompetitif ini?

Insan yang cerdas sudah pasti kompetitif. Dalam pembentukan insan yang kompetitif ini perlu pengembangan kecerdasan. Membentuk insan yang cerdas hanya mungkin melalui pengembangan pola berpikir generasi muda sejak dini. Dalam rangka meningkatkan kemampuan berpikir ini pembelajaran sains (biologi, fisika, kimia) memegang peran utama.

Pembelajaran sains di Indonesia pada umumnya, hanya menuntut siswa untuk mempelajari konsep-konsep dan prinsip-prinsip sains. Pembelajaran seperti itu hanya bertujuan agar penguasaan konsep-konsep sains siswa meningkat. Di lapangan cara pembelajaran seperti itu justru menyebabkan siswa hanya mengenal banyak peristilahan sains secara hafalan tanpa makna. Dipihak lain konsep-konsep dan prinsip-prinsip sains yang perlu dipelajari siswa sangat banyak dan terus menerus bertambah, hal ini menyebabkan munculnya kejenuhan siswa belajar sains. Belajar seperti itu juga menyebabkan siswa tidak mampu menerapkan konsep-konsep sains yang dipelajari dalam kehidupan sehari-hari, apalagi memiliki kompetensi seperti yang diharapkan dalam standar isi KTSP (BSNP, 2006). Untuk mencapai kompetensi pendidikan sains seperti yang tertera dalam standar tersebut, perlu peningkatan kualitas pembelajaran. Bagaimana caranya?

Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan paradigma baru belajar sains, yaitu memberikan sejumlah pengalaman kepada siswa untuk menguasai sains dan membimbing mereka untuk menggunakan pengetahuan sains tersebut (Gallagher, 2007). Agar siswa dapat menggunakan pengetahuan sains mereka perlu belajar berpikir sains. Hal ini menyebabkan pembelajaran sains di Indonesia perlu diubah modusnya agar dapat membekali setiap siswa dengan keterampilan berpikir. Modus ini mengubah pandangan dari mempelajari sains menjadi berpikir melalui sains, dan

ditingkatkan lagi menjadi berpikir sains. Dengan demikian tujuan utama belajar sains menjadi: siswa memiliki kemampuan berpikir dan bertindak berdasarkan pengetahuan sains yang dimilikinya, atau lebih dikenal sebagai **keterampilan generik sains** (Liliasari, dkk. 2007).

Hal ini diharapkan akan menemukan alternatif pemecahan masalah: “Bagaimana mengubah pembelajaran sains agar siswa dapat berpikir sains, sehingga dapat membentuk insan yang cerdas dan kompetitif?”

Sains 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. 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 pencernaan, tatasurya, larutan. Sistem dibentuk oleh subsistem yang saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk sifat baru yang berlaku sebagai suatu kesatuan.
- (2) **Model** misalnya model konseptual dan model matematis. Model konseptual digunakan untuk meniru benda/proses tak dapat diamati langsung dengan pancaindera. Model matematis biasanya digunakan untuk menunjukkan hubungan beberapa variabel.
- (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 pembusukan (2) perubahan yang berlangsung dalam siklus misalnya hujan dan (3) perubahan yang tak teratur misalnya cuaca
- (5) **Skala** besaran dalam alam semesta bervariasi, misalnya ukuran, tenggang waktu, kecepatan. Banyak ukuran-ukuran dalam alam tidak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari siswa, seperti kecilnya jari-jari atom 154 pm atau 1,54.10

$^{-10}$ m; satu mol zat mengandung $6,02 \times 10^{23}$ partikel, rekombinasi elektron-positron berlangsung dalam waktu 1/30 detik.

(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, disiplin-disiplin sains dapat dipahami lebih jelas. Lebih baik lagi bila melalui keenam tema tersebut belajar disiplin-disiplin sains seperti fisika, biologi, kimia dapat ditunjukkan keterkaitannya. Melalui cara tersebut diharapkan pola berpikir sains siswa terbentuk dengan utuh. Agar dapat membimbing siswa menguasai pola berpikir tersebut, kompetensi berpikir sains perlu dimiliki oleh siswa, guru, dosen, maupun mahasiswa calon guru.

Keterampilan Generik Sains Sebagai Wahana Berpikir Sains

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 (*logical inference*); (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, tensimeter untuk mengukur tekanan darah. 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 sains di seluruh dunia perlu adanya **bahasa simbolik** misalnya lambang unsur, kuat arus dalam ampere, tanda untuk menunjukkan jantan dan betina.

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) pada suhu yang 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 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. 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 berbanding terbalik dengan volum, karena menurut Boyle $PV = C$.

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 dikembangkan lebih lanjut. Dalam sains proses ini disebut **membangun konsep**.

Kimia sebagai salah satu disiplin sains mengenal keterampilan generik yang ke sembilan, yaitu **tilikan ruang**. Keterampilan ini menjadi penting karena kimia mempelajari struktur dan perubahan struktur zat. Perubahan struktur dapat berlangsung apabila terjadi perubahan arah ikatan partikel-partikel dalam ruang.

Melalui sembilan macam keterampilan generik sains 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 sains dari segi terminologinya saja apalagi secara hafalan, maka berarti pula ia belum belajar sains dengan benar dan belum dapat berpikir sains.

Pengembangan Keterampilan Generik Sains

Berkembang pesatnya pengetahuan sains, menyebabkan penambahan konsep-konsep sains 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 sains yang memadai.

Penelitian pendidikan sains dengan metode R & D telah dilakukan untuk mengembangkan berpikir sains siswa SMP, SMA dan mahasiswa calon guru. Dalam penelitian tersebut dikembangkan keterampilan generik sains untuk jenjang pendidikan yang berbeda, yaitu siswa SMP, siswa SMA dan mahasiswa calon guru fisika, melalui topik-topik Reproduksi Khewan (Biologi), Tekanan Osmotik Larutan (Kimia); dan Elastisitas (Fisika) melalui pembelajaran berbasis teknologi informasi.

Untuk merancang pembelajaran, terlebih dahulu dilakukan analisis konsep dengan metode deskriptif pada topik-topik tersebut (Liliasari,et.al. 2008, Puspita, 2008; Astuti, 2008; Gunawan, 2008). Hasil analisis konsep dan hubungannya dengan keterampilan generik sains yang dapat dipelajari siswa melalui topik-topik tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

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

No	Topik	Konsep	Keterampilan generik sains
1.	Reproduksi khewan	Reproduksi, reproduksi aseksual, pembelahan, pertunasan, fragmentasi, reproduksi seksual, fertilisasi, fertilisasi eksternal, sistem reproduksi khewan, sistem reproduksi invertebrata, sistem reproduksi vertebrata, reproduksi pisces, reproduksi amfibia, reproduksi reptilia, reproduksi aves, reproduksi mamalia, reproduksi manusia, reproduksi pria, reproduksi wanita, ovulasi, menstruasi, kontrasepsi, penyakit menular seksual	pemodelan, membangun konsep, inferensi logika, hukum sebab-akibat
2.	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
3.	Elastisitas	Benda elastis, benda plastis, tegangan, regangan, energi potensial pegas, modulus Young, modulus geser, modulus bulk, kerapatan energi strain, perbandingan Poisson	pengamatan tak langsung, kesadaran akan skala besaran, inferensi logika, hukum sebab-akibat, pemodelan matematik, membangun konsep

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

Tabel 2. Hubungan Karakteristik Konsep Sains dan Keterampilan Generik Sains

No	Keterampilan Generik Sains	Karakteristik konsep
1.	pengamatan tak langsung, hukum sebab akibat, kesadaran akan skala besaran, inferensi logika	Konsep abstrak, konsep abstrak dengan contoh konkrit, konsep yang menyatakan proses, konsep yang menyatakan sifat
2.	bahasa simbolik, pemodelan matematik, membangun konsep	Konsep berdasarkan prinsip, konsep yang menyatakan simbol

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

mempelajari konsep sains sejalan dengan mengembangkan keterampilan berpikir sains, yang merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Hal itu menunjukkan bahwa pengembangan keterampilan generik sains merupakan cara mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik, sehingga menjadikan mereka insan yang cerdas dan akibatnya mereka menjadi kompetitif.

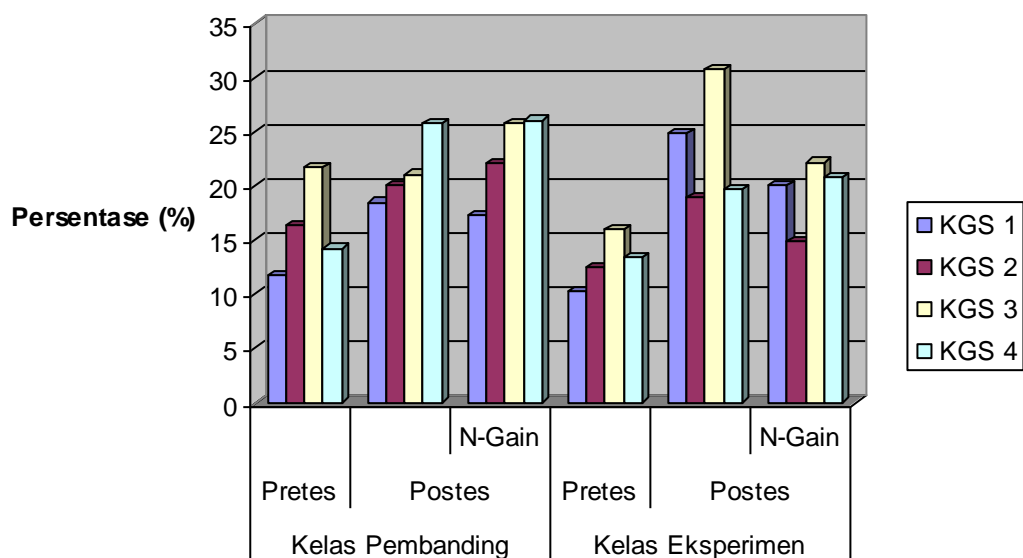
Pembelajaran yang dirancang dalam penelitian ini berbasis ICT, dengan software pembelajaran yang berupa multimedia interaktif untuk mengembangkan berpikir sains dan memperjelas aspek mikroskopik pada topik-topik sains tersebut. Mempelajari aspek sains ini menjadi penting, karena aspek tersebut selama ini justru merupakan bagian yang sulit dipahami siswa.

Implementasi model-model pembelajaran pada penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen *control group pretest-posttest design*. Topik Reproduksi Khewan diterapkan di kelas IX SMP Negeri di Cimahi, masing-masing berjumlah 44 siswa di kelas kontrol dan eksperimen. Topik Tekanan Osmotik Larutan diterapkan di kelas XI pada 30 siswa kelas eksperimen dan 29 siswa kelas kontrol suatu SMA Swasta bersubsidi di Bandung. Topik Elastisitas menggunakan subyek penelitian mahasiswa calon guru fisika di suatu LPTK di Mataram NTB, masing-masing 35 orang di kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan data yang dipaparkan di bawah ini.

Rata-rata skor yang dicapai siswa SMP pada topik Reproduksi Khewan berdasarkan keterampilan generik sains dapat dilihat pada tabel 3 dan digambarkan melalui grafik 1. Selanjutnya rata-rata skor keterampilan generik sains yang dicapai siswa SMA pada topik Tekanan Osmotik larutan dapat dilihat pada tabel 4 dan digambarkan melalui grafik 2. Rata-rata skor keterampilan generik sains yang dicapai mahasiswa calon guru fisika terdapat pada tabel 5 dan digambarkan pada grafik 3.

Tabel 3. Rerata skor pretes, postes dan N-gain keterampilan generik sains siswa untuk topik Reproduksi Khewan (Puspita, 2008)

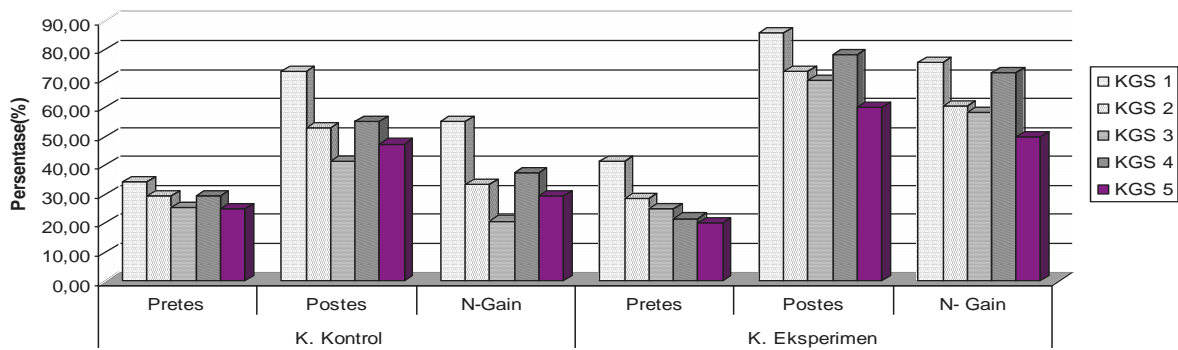
No	Keterampilan Generik Sains	No Soal	Rata-rata K. Pemanding			Rata-rata K. Eksperimen		
			Pretes	Postes	% N-Gain	Pretes	Postes	% N-Gain
1.	Pemodelan	5, 8	11,760	18,538	17,326	10,260	24,876	20,089
2.	Membangun konsep	3, 7	16,429	20,147	22,137	12,475	18,967	14,924
3.	Inferensi logika	4, 6	21,727	21,110	25,780	16,017	30,795	22,221
4.	Hukum sebab-akibat	1, 2	14,237	25,842	26,104	13,396	19,761	20,792



Grafik 1. Rata-rata skor dan N-gain siswa SMP pada tiap keterampilan generik kimia pada topik Reproduksi Khewan

Tabel 4. Rerata skor pretes, postes dan N-Gain keterampilan generik sains pada topik Tekanan Osmotik Larutan (Astuti,2008)

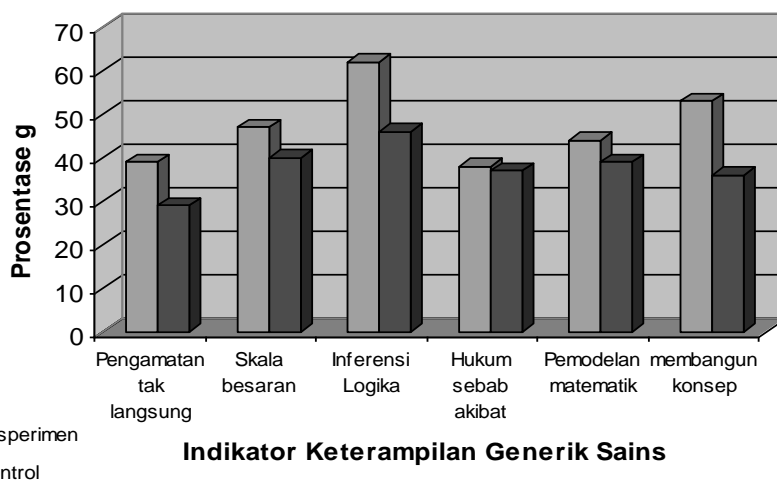
No	Keterampilan Generik Sains	Rata-rata K. Kontrol			Rata-rata K. Eksperimen		
		Pretes	Postes	% N-Gain	Pretes	Postes	% N-Gain
1.	pengamatan tak langsung	34,48	72,41	55,23	41,33	86,00	75,61
2.	membangun konsep	29,50	52,87	33,51	28,52	72,59	60,40
3.	pemodelan matematika	25,43	41,38	20,78	25,00	69,58	58,37
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 2. Skor pretes, postes dan N-gain Keterampilan generik kimia kelas kontrol dan eksperimen siswa SMA pada topik Tekanan Osmotik Larutan

Tabel 5. Rerata skor pretes, postes dan N-Gain keterampilan generik sains pada topik Elastisitas (Gunawan, 2008)

No	Keterampilan Generik Sains	Kelas Eksperimen					Kelas Kontrol				
		Pretes		Postes		N-gain	Pretes		Postes		N-gain
		Σ Skor	%	Σ Skor	%		Σ Skor	%	Σ Skor	%	
1	Pengamatan tidak langsung	35	33.3	74	70.5	0.56	32	30.5	61	58.1	0.40
2	Kesadaran akan Skala besaran	88	50.3	135	77.1	0.54	80	45.7	120	68.6	0.42
3	Inferensi Logika	84	40.0	146	69.5	0.49	89	42.4	135	64.3	0.38
4	Hukum Sebab Akibat	31	29.5	69	65.7	0.51	27	25.7	64	61.0	0.47
5	Pemodelan Matematik	44	31.4	88	62.9	0.46	42	30.0	81	57.9	0.40
6	Membangun Konsep	30	21.4	83	59.3	0.48	37	26.4	73	52.1	0.35



Grafik 3. Skor Keterampilan generik sains kelas kontrol dan eksperimen mahasiswa calon guru fisika pada topik Elastisitas

Ternyata 3 topik sains yang dipilih memiliki karakteristik yang serupa, karena semuanya mengandung konsep abstrak, konsep abstrak dengan contoh konkrit,

konsep berdasarkan prinsip, konsep melibatkan symbol, kecuali konsep menyatakan proses ditemukan pada topik Reproduksi Khewan dan Tekanan Osmotik Larutan; sedangkan konsep menyatakan sifat hanya ditemukan pada topik Tekanan Osmotik Larutan. Jadi topik kimia yang dipilih lebih kompleks dari pada topik fisika dan biologi. Sebagai akibat dari keserupaan karakteristik konsep pada 3 macam disiplin Sains, maka keterampilan generik sains yang dikembangkan juga lebih banyak yang serupa. Dengan masih banyaknya jenis keterampilan generik sains yang belum dapat dikembangkan karena keterbatasan karakteristik konsep, demikian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan keterampilan-keterampilan generik sains yang lain.

Hasil perhitungan statistik terhadap skor yang dicapai siswa dan mahasiswa menunjukkan untuk topik Reproduksi Khewan belum menunjukkan peningkatan yang signifikan bila dibandingkan dengan kelas control ($Z=4,809$ untuk $p=0,05$). Terhadap rata-rata skor siswa pada topik Tekanan Osmotik Larutan uji Mann-Whitney menunjukkan perbedaan signifikan kelas eksperimen dengan kelas control untuk setiap indikator keterampilan generik sains yaitu dengan $p= 0,00 - 0,01$ untuk alpha $0,05$. Hasil skor keterampilan generik sains mahasiswa calon guru menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dengan t hitung $< t$ table pada alpha $0,05$.

Hasil ini menunjukkan bahwa keterampilan generik sains yang merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi kurang berhasil dikembangkan pada jenjang pendidikan dasar seperti di SMP. Kenyataan ini tidak sejalan dengan teori perkembangan kognitif Piaget yang menyatakan bahwa siswa sudah mencapai taraf berpikir operasional formal mulai usia 11 tahun ke atas (Wadsworth, 1986). Penelitian pada jenjang pendidikan menengah dan tinggi menunjukkan dapat dicapainya keterampilan generik sains oleh siswa dan mahasiswa. Meskipun demikian tidak seluruh indikator keterampilan generik sains dapat dicapai dengan baik oleh siswa SMA dan mahasiswa. Bagi siswa SMA keterampilan “pemodelan matematik” dan “bahasa simbolik” masih menunjukkan pencapaian rendah. Sebaliknya keterampilan generik “ hukum sebab-akibat” yang berhasil dikuasai siswa SMA ternyata tidak dikuasai dengan baik oleh mahasiswa calon guru. Hal ini menyiratkan bahwa topik sains yang digunakan untuk mengembangkan keterampilan generik sains juga berperan dalam menentukan dapat atau tidak dikuasainya kemampuan tersebut oleh peserta didik. Berdasarkan penelitian menggunakan 3 topik sains dengan jumlah 41 konsep dapat dikembangkan 7 macam keterampilan generik sains. Jadi lebih banyak variasi konsep dibandingkan dengan variasi jenis keterampilan berpikir sains.

Artinya dengan sedikit kegiatan berpikir sains kita dapat menguasai banyak konsep sains melalui pembelajaran yang berbasis berpikir.

Kesimpulan dan saran

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan beberapa hal. Belajar sains menurut paradigma baru adalah membekalkan keterampilan generik sains kepada siswa sebagai suatu keterampilan berpikir tingkat tinggi. Mengembangkan keterampilan generik sains dapat membekali siswa untuk menguasai konsep-konsep sains. Berpikir sains, meliputi *pengamatan tak langsung, bahasa simbolik, pemodelan, pemodelan matematika, membangun konsep, hukum sebab-akibat, inferensi logika* dapat dipelajari melalui topik reproduksi khewan, sifat koligatif larutan, dan elastisitas. Jenis konsep sains yang dipelajari dan kegiatan pembelajaran yang mengakomodasi proses berpikir, dapat menentukan sejauh mana kekompleksan berpikir siswa yang dapat dikembangkan melalui pembelajaran tersebut. Kemampuan siswa menguasai keterampilan generik sains meningkat, sesuai dengan jenjang pendidikannya. Penguasaan berpikir sains dapat memudahkan belajar sains, karena mengemas banyak konsep sains yang dipelajari dalam setiap keterampilan berpikir sains. Bertolak dari kenyataan tersebut, berpikir sains merupakan kemampuan dasar yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir individu dalam rangka membangun insan Indonesia yang cerdas dan kompetitif.

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
- Gunawan (2008). Pembelajaran berbasis multimedia interaktif untuk meningkatkan keterampilan generic sains dan berpikir kritis calon guru pada materi elastisitas, *Tesis*, Bandung: SPs UPI
- Liliasari, et.al.(2008). Model-model pembelajaran berbasis TI untuk mengembangkan keterampilan generik sains dan berpikir tingkat tinggi pebelajar, *Penelitian HPTP*, Bandung: Sekolah Pasca Sarjana UPI.
- Puspita, G.N.(2008). Penggunaan multimedia interaktif pada pembelajaran reproduksi khewan untuk meningkatkan keterampilan generik sains dan berpikir kritis siswa kelas IX, *Tesis*, Bandung: SPs UPI
- Rutherford and Ahlgren.(1990). *Science for All Americans*, New York: Oxford University Press