

**PANDANGAN MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI DAN GURU IPA
PESERTA PELATIHAN PENGEMBANGAN PROFESI
TENTANG HAKIKAT SAINS**

Yusuf Hilmi Adisendjaja¹, Nuryani Rustaman², Djam'an Satori², Sri Redjeki²

¹Departemen Pendidikan Biologi, UPI

²Program Studi Pendidikan IPA, Sekolah Pasca Sarjana, UPI

ayusufhilmi@yahoo.com

ABSTRACT

This study assessed biology students' and science teachers' views on the nature of science (NOS). Aspects of NOS included science definition, empiric, experiment, experiment in scientific knowledge development, tentative, scientific theories and laws, subjective (theory-laden), social and culture embeddedness, creative and imaginative. Participants were 34 undergraduate preservice biology teachers at seventh semester and 23 science teachers enrolled in the training. An open-ended questionnaire of NOS (VNOS-C) adapt from Lederman, et al., (2002) coupled with some individuals interviews was used to assess participants' NOS views before and after training. All answers were categorized based on Abd-El-Khalick & Akerson (2009): informed, partially informed, and naive. Before training, the majority of participants held naive views of the target NOS except subjective. During the training explicit reflective approaches were used with inquiry teaching. Post-training assessment indicated that there were improvement of participants' views on NOS. Nearly all aspects were improve with varied percentage of improvement, the range were 10%-55%, except social and culture embeddedness decreased. The result of the present study suggested the teaching method in preservice and inservice teacher education should more intensively use inquiry teaching and emphasize on nature of science.

Keywords: biology preservice teacher, Nature of Science (NOS), science teachers.

ABSTRAK

Studi ini mengases pandangan mahasiswa calon guru biologi dan guru IPA peserta pelatihan pengembangan profesi tentang hakikat sains. Aspek-aspek hakikat sains yang diases adalah pengertian sains, empirik, eksperimen, eksperimen dalam pengembangan pengetahuan, tentatif, teori ilmiah dan hukum ilmiah, subyektif (*theory-laden*), kemelekatan aspek sosial budaya, kreativitas dan imajinasi. Partisipan terdiri atas 34 orang mahasiswa akhir semester tujuh dan 23 orang guru IPA SMP. Kuesioner *open-ended* hakikat sains tipe C (VNOS-C) dari Lederman, et al. (2002) digunakan untuk mengases pandangan tentang hakikat sains diikuti dengan wawancara sebagian responden. Asesmen diberikan sebelum dan setelah pelatihan. Pelatihan diadakan seminggu sekali dengan jumlah jam pelatihan sebanyak kurang lebih 32 jam tatap muka ditambah tugas-tugas mandiri sehingga berjumlah keseluruhan 40 jam. Pandangan responden dikelompokkan menjadi tiga kategori mengadopsi dari Abd-El-Khalick & Akerson (2009) yaitu: *informed*, *partially informed*, dan *naive*. Sebelum pelatihan sebagian besar responden memiliki pandangan tergolong kedalam kategori *naive* kecuali untuk aspek subyektivitas. Setelah pelatihan terjadi peningkatan pandangan menjadi kategori *informed* dengan besarnya persentase peningkatan bervariasi mulai dari 10% sampai 55% kecuali untuk aspek kemelekatan sosial budaya pada mahasiswa yang mengalami penurunan.

Kata kunci: mahasiswa pendidikan biologi, guru IPA, hakikat sains.

PENDAHULUAN

Pendidikan sains meliputi tiga aspek, yaitu sains sebagai produk, sains sebagai proses dan hakikat sains. Dalam kurikulum sains di Indonesia, hakikat sains sedikit sekali bahkan hampir tidak disinggung tentang hakikat sains, demikian juga halnya pada buku-buku sains (Adisendjaja & Aulia, 2013). Hakikat sains jarang dicantumkan di rencana pengajaran atau kurang diperhatikan karena hakikat sains dianggap kurang signifikan dibandingkan hasil belajar lainnya (Abd-El-Khalick, *et al.*, 1998). Penelitian tentang hakikat sains baik yang terkait dengan pemahaman guru dan siswa serta cara mengajarkannya di Indonesia masih sulit ditemukan.

Dalam kurikulum 2013 bidang IPA dinyatakan bahwa sains merupakan proses untuk mendapatkan pengetahuan, sains sebagai produk: konsep-konsep, prinsip-prinsip, teori-teori, dan hukum-hukum; dan sains cara untuk mencari tahu. Untuk hal cara mencari tahu kebanyakan guru tidak melaksanakannya dalam proses pembelajaran. Sains sebagai cara untuk mencari tahu melekat nilai-nilai dan kepercayaan-kepercayaan termasuk dalam pengembangan pengetahuannya

(Lederman, 1998). Hakikat sains diterima secara luas dan menjadi target dalam pendidikan sains yang tidak dapat dihindarkan untuk mencapai literasi sains. Hakikat sains dipandang sebagai salah satu komponen pendidikan sains untuk mencapai literasi ilmiah. Hakikat sains dan inkuiri ilmiah dipandang sebagai hal mendasar untuk literasi ilmiah (Roberts, 2007).

Penelitian tentang hakikat sains menunjukkan bahwa pandangan guru dan siswa adalah tidak konsisten dengan konsepsi kegiatan sains masa kini (Duschl, 1990; Lederman, 1992; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Sebagian besar guru dan siswa kurang memahami tentang hakikat sains (Lederman, 1992; Pomeroy, 1993; Ryan & Aikenhead, 1992). Guru Sekolah Dasar memiliki pandangan hakikat sains yang kurang terutama aspek subyektif dan sosial budaya (Akerson, *et al.*, 2000; Nehm, *et al.*, 2009; Yalcinoglu & Anaglu, 2012; Sevim & Pekbay, 2012; Dudu, 2014). Bahkan mahasiswa sarjana dan pasca sarjana memiliki pandangan yang tidak tepat termasuk diantaranya definisi sains (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Koksall dan Sahin, 2013). Berdasarkan hal yang telah dijelaskan, bagaimana pemahaman

mahasiswa calon guru (Pendidikan Biologi) dan guru IPA tentang hakikat sains.

Istilah hakikat sains diartikan sebagai nilai-nilai, kepercayaan-kepercayaan dan asumsi asumsi yang melekat pada sains dan pengembangannya (Lederman, 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Hakikat sains tidak didefinisikan dalam bahasa yang sederhana tetapi didasarkan atas karakteristiknya karena tidak disepakati oleh komunitas pendidik sains (Crowther, *et al.*, 2005). Namun demikian ada kesepakatan diantara para ahli filsafat sains, ahli sejarah sains, sosiologi sains, para ilmuwan dan para pendidik sains bahwa ada beberapa aspek hakikat sains yang dapat diberikan kepada siswa K-12. Aspek hakikat sains tersebut adalah sebagai berikut: subyek terhadap perubahan; tentatif; dihasilkan dari dunia fisik; subyektif; sebagian didasarkan atas inferensi, kreativitas dan imajinasi; melekat aspek-aspek sosial dan budaya. Tambahan lainnya adalah perbedaan antara observasi dan inferensi serta hubungan antara teori-teori dan hukum-hukum ilmiah (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan mengungkap pandangan mahasiswa calon guru dan guru IPA peserta pelatihan pengembangan profesi tentang hakikat sains. Dengan demikian subyek populasinya adalah mahasiswa calon guru biologi/IPA yang selesai semester tujuh dan guru IPA yang sudah mengajar di sekolah dengan pengalaman antara 5-30 tahun. Sesuai dengan tujuan di atas maka asesmen dilakukan pada awal dan akhir pelatihan. Kedua kelompok mendapatkan perlakuan yang sama, yaitu mengikuti pelatihan. Instrumen yang digunakan untuk mengetahui pemahaman tentang hakikat sains adalah kuesioner pandangan tentang hakikat sains yang dimodifikasi dari *Views of the Nature of Science* (VNOS)-C yang tersusun atas 10 pertanyaan yang dikembangkan dan divalidasi oleh (Lederman, *et al.*, 2002) diikuti dengan wawancara beberapa responden. Alasan digunakannya instrumen ini adalah pertama bahwa instrumen ini merupakan hasil pengembangan dari instrumen VNOS-form A yang dikembangkan oleh Lederman & Malley pada tahun 1990, kemudian dikembangkan menjadi VNOS-form B oleh Abd-El-Khalick, *et al.*, (1998) dan selanjutnya dimodifikasi dan dikembangkan sehingga menjadi

VNOS-form C (Lederman, *et al.*, 2002). Ketiga bentuk *VNOS* telah diujicobakan kepada 2000 orang mulai dari siswa sekolah, mahasiswa tingkat sarjana, pasca sarjana, mahasiswa calon guru SD dan sekolah lanjutan di empat benua dengan disertai 500 orang yang diwawancarai. Panel ahli yang terdiri atas tiga ahli pendidikan sains, seorang ahli sejarah sains, dan seorang ilmuwan telah menguji validitas isi dari *VNOS-C* (Lederman, *et al.*, 2002). Menurut Michael, R. Mathews dalam wawancara dengan Yalaki dan Cakmakci (2010) *VNOS* telah digunakan paling sedikit dalam 50 hasil penelitian yang diterbitkan untuk mengukur ke-efektif-an pengajaran hakikat sains (Lederman, *et al.*, 2002) dan tingkat pemahaman hakikat sains (Schwartz & Lederman, 2008). Oleh karena itu terhadap instrumen ini hanya dilakukan uji coba keterbacaan dan ada pertanyaan yang dihilangkan karena tidak seorang pun dari hasil uji coba yang menjawab sejalan dengan pandangan konstruktivis, yaitu tentang atom dan species, juga observasi dan digantikan dengan eksperimen.

Sampel terdiri atas 34 orang mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi semester tujuh yang akan segera

mengikuti Praktek Pengalaman Lapangan. Dipilihnya kelompok mahasiswa ini dengan pertimbangan dianggap telah memiliki banyak pengetahuan tentang sains dan semua mata kuliah yang memiliki praktikum sudah selesai ditempuh sehingga ada asumsi bahwa mahasiswa sudah memiliki bekal yang cukup tentang sains. Kelompok lainnya adalah kelompok guru IPA sebanyak 23 orang yang berasal dari tiga kecamatan dan tergabung dalam kelompok MGMP yang sama. Guru terdiri 21 perempuan dan hanya dua orang guru laki-laki dengan pengalaman antara 5-30 tahun. Kebanyakan guru mendapat pendidikan dalam jabatan walaupun semuanya sudah lulus S1 namun pendidikan mereka tidak sinambung tetapi berjenjang ada yang dari Diploma 1, Diploma 2, dan Diploma 3. Ada empat orang guru yang lulus S2 pendidikan dan dua orang lulus S2 bidang murni, bahkan seorang lagi lulus S2 tetapi tidak sebidang.

Pada akhir pelatihan, instrumen yang sama diberikan kepada seluruh peserta untuk dijawab dengan ketentuan yang sama seperti pada awal pelatihan dan cara pengisian kuesioner mengikuti cara yang disarankan oleh Lederman, *et al.*,

(2002). Semua jawaban pada saat sebelum dan sesudah pelatihan dilakukan analisis data sebagai berikut: pertama, semua jawaban ditranskripsikan, selanjutnya mencari kata kunci dari setiap jawaban dan jawaban yang memiliki kata kunci yang sama dikelompokkan kedalam kelompok yang sama. Tiap kelompok jawaban dihitung persentasenya. Hasil pengelompokan dianalisis kembali berdasarkan pandangan konstruktivis dan menjadi tiga kategori mengadopsi dari Abd-El-Khalick & Akerson (2009) yaitu: *informed*, *partially informed*, dan *naive*. Kategori *informed* jika jawaban sejalan dengan pandangan konstruktivis tentang sains; *partially informed* jika sebagian sejalan dengan pandangan konstruktivis namun masih mengandung beberapa hal yang tidak sejalan dengan pandangan sains masa kini, *naive* jika pandangannya tidak sejalan dengan pandangan tentang sains masa kini. Masing-masing kategori juga dihitung persentasenya termasuk jawaban yang miskonsepsi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seluruh hasil jawaban responden dari penelitian ini ditunjukkan oleh

Tabel 1. Sebelum pelatihan, sebagian peserta pelatihan yaitu mahasiswa calon guru biologi/IPA dan guru IPA tentang aspek hakikat sains memiliki pandangan yang tergolong kategori *naive* terutama untuk aspek eksperimen dalam pengembangan pengetahuan, teori ilmiah dan hukum ilmiah, serta aspek sosial budaya. Untuk kelompok guru IPA ditambah dengan aspek empirik. sedangkan mahasiswa ditambah dengan aspek subyektif. Pandangan mahasiswa tentang hakikat sains yang tergolong kedalam kategori *informed* masih rendah kecuali untuk aspek eksperimen dan subyektivitas. Aspek lainnya berada dibawah 25% bahkan untuk aspek hukum ilmiah tidak seorang responden pun yang termasuk kategori *informed* kecuali untuk aspek tentatif yang tepat mencapai 50,0% (Lihat Tabel 1). Temuan penelitian ini sejalan dengan temuan sebelumnya bahwa pandangan mahasiswa calon guru SD di Turki memiliki pandangan yang *naive* (Yalcinoglu & Anagul, 2012). Demikian juga dengan mahasiswa calon guru sains di Turki (Sevim & Pekbay, 2012). Penelitian Abd-El-Khalick & Lederman (2000) menemukan bahwa mahasiswa sarjana, pasca sarjana dan mahasiswa calon guru sains (SMP) memiliki

pandangan hakikat sains yang tidak tepat.

Seperti halnya mahasiswa calon guru, guru IPA pun memiliki pandangan hakikat sains yang tergolong *naive* terutama untuk aspek hukum ilmiah, aspek sosial budaya, peran eksperimen dalam pengembangan pengetahuan dan empirik. Aspek lainnya yaitu kreativitas dan imajinasi, subyektivitas, dan pengertian sains sedikit lebih dari setengahnya tergolong kedalam kategori *partially informed* artinya ada hal yang sejalan dengan pandangan sains masa kini tapi masih ada hal yang tidak sejalan dengan pandangan konstruktivis. Temuan penelitian ini sama halnya dengan temuan Leden, *et al.*, (tanpa tahun) di Swedia bahwa guru SD dan guru sains SMP memiliki jawaban yang tidak tentu (*uncertainty*) tentang hakikat sains. Thye & Kwen (2004) menemukan bahwa guru sains di Singapura memiliki pandangan hakikat sains yang tergolong *uninformed*. Ranikmae *et al.*, (tanpa tahun) menuliskan dalam hasil penelitiannya bahwa guru sains di Estonia memegang paham positivist.

Setelah pelatihan, kedua kelompok menunjukkan peningkatan untuk semua aspek hakikat sains dengan

besaran peningkatan yang beragam antara 10-55%, kecuali untuk aspek sosial budaya mahasiswa calon guru menurun. Temuan ini sejalan dengan temuan Ozgelen, *et al.*, (2013) bahwa setelah pelatihan ada peningkatan dengan derajat peningkatan yang berbeda. Temuan sebelumnya oleh Akerson, *et al.*, (2000) bahwa para guru masih kurang pada aspek kemelekatan sosial budaya dalam sains dan subyektif. Dudu (2014) menemukan juga bahwa setelah pelatihan aspek yang tetap tergolong *naive* adalah aspek sosial budaya dan kreativitas dan imajinasi dalam sains. Faikhamta (2013) menuliskan bahwa guru memiliki pandangan *naive* dalam definisi sains, hukum dan teori, serta inkuiri ilmiah.

Sebaliknya untuk kategori *naive* kedua kelompok mengalami penurunan. Perbedaan selanjutnya adalah dalam hal besaran peningkatan. Setelah pelatihan, mahasiswa unggul dari guru IPA dalam aspek eksperimen, eksperimen dalam pengembangan pengetahuan, tentatif dan subyektivitas. Sebaliknya guru IPA unggul dari mahasiswa dalam aspek empirik, teori ilmiah dan hukum ilmiah. Bila dilihat dari besarnya persentase peningkatan, mahasiswa hanya unggul di dua aspek yaitu aspek eksperimen dan

eksperimen dalam pengembangan pengetahuan dengan 55,0% dan aspek tentatif dengan peningkatan sebesar 30,0%. Sebaliknya guru IPA lebih unggul daripada mahasiswa dalam aspek yang lebih banyak, yaitu: peningkatan aspek subyektivitas, empirik, teori ilmiah, hukum ilmiah dan aspek sosial budaya. Hal yang sama baik dilihat dari hasil akhir maupun peningkatan adalah aspek pengertian sains, eksperimen dan hukum ilmiah.

Setelah pelatihan kelompok mahasiswa tidak memiliki pandangan *naive* untuk aspek pengertian sains, pengertian eksperimen, empirik, tentatif, subyektivitas, dan aspek kreatif dan imajinasi, sedangkan untuk kelompok guru hanya untuk dua aspek, yaitu aspek pengertian sains dan pengertian eksperimen. Untuk kategori *naive* setelah pelatihan aspek yang masih tinggi adalah aspek teori ilmiah, hukum ilmiah, dan aspek sosial budaya, kecuali aspek teori ilmiah untuk kelompok guru. Temuan penelitian terkait aspek sosial budaya dalam sains dan teori dan hukum merupakan aspek yang sulit diubah. Temuan ini sejalan dengan temuan sebelumnya bahwa walaupun sudah mengikuti pelatihan, aspek sosial budaya dan teori dan hukum ilmiah masih tetap

ada pada para partisipan (Akerson, *et al.*, 2000; Koksal & Sahin, 2013; Faikhamta, 2013 dan Dudu, 2014).

Sains

Temuan penelitian tentang pengertian sains adalah bahwa kebanyakan responden menyertakan pernyataan yang berkaitan dengan miskonsepsi. Sebagian besar responden menjawab bahwa sains diperoleh melalui metode ilmiah. Istilah metode ilmiah ini menyesatkan karena menduga ada satu perangkat prosedur yang telah dirumuskan secara tepat yang diikuti secara otomatis dan membawanya kepada penemuan-penemuan ilmiah (Goldstein & Goldstein, 1980). Sains tidak harus mengikuti satu urutan prosedur yang sudah ditentukan, sains merupakan kegiatan kehidupan manusia yang kreatif dan imajinatif (Goldstein & Goldstein, 1980). Miskonsepsi metode ilmiah ini juga ditemukan oleh Faikhamta (2013) dan bahkan mahasiswa pasca sarjana pun memiliki pandangan yang *naive* tentang definisi sains (Koksal & Sahin, 2013). Kesalahan umum dalam memahami hakikat sains adalah fokus pada metode ilmiah (Crowther, *et al.*, 2005). Tidak ada metode ilmiah tunggal yang universal, selangkah demi selangkah yang mampu

menangkap semua kompleksitas dalam mengerjakan sains (*National Science Teacher Association*, NSTA, 2000). Sains bukan hanya merupakan kumpulan fakta yang tersusun rapi tetapi sains dalam pengertian yang paling mendasar adalah mencari penjelasan atau eksplanasi tentang dunia alami. Sains sebagai cara untuk mencari tahu (*a way of knowing*) (Lederman, *et al.*, 2002), satu cara berpikir atau *a way of thinking* (Lawson, 1995).

Gagasan mahasiswa, guru dan siswa tentang sains diperoleh tidak hanya dari pengalaman pembelajaran di kelas tetapi juga oleh media yang memberikan penjelasan tentang sains dan ilmuwan. Pengalaman-pengalaman ini dapat membentuk mitos dan miskonsepsi tentang hakikat sains (Hanuscin & Lee, 2009; Akerson & Abd-El-Khalick, 2005; Conley, *et al.*, 2004; Driver *et al.*, 1996).

Tabel 1. Perbandingan Pandangan Mahasiswa S1 dan Guru IPA tentang Aspek Hakikat Sains Sebelum dan Sesudah Pelatihan

Aspek Hakikat Sains	Kategori (%)											
	<i>Informed</i>				<i>Partially Informed</i>				<i>Naive</i>			
	S1		Guru		S1		Guru		S1		Guru	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Pengertian sains	8,3	50,0	8,0	52,0	75,0	50,0	56,0	48,0	16,7	0,0	36,0	0,0
Empirik	8,3	20	28,0	68,0	58,3	80,0	4,0	8,0	33,4	0,0	68,0	24,0
Pengertian Eksp.	83,7	100,0	56,0	68,0	16,7	0,0	0,0	32,0	0,0	0,0	44,0	0,0
Eksp. & pengemb. Penget.	25,0	80,0	8,0	56,0	25,0	10,0	8,0	16,0	50,0	10,0	84,0	28,0
Tentatif	50,0	80,0	52,0	56,0	41,7	20,0	20,0	20,0	8,3	0,0	28,0	24,0
Teori ilmiah	16,7	30,0	16,0	68,0	0,0	0,0	28,0	16,0	83,3	70,0	56,0	16,0
Hukum ilmiah	0,0	10,0	0,0	32,0	8,3	20,0	0,0	0,0	91,7	70,0	100,0	68,0
Subyektivitas	66,7	90,0	20,0	56,0	25,0	10,0	52,0	40,0	8,3	0,0	28,0	4,0
Aspek sosbud	8,3	0,0	0,0	8,0	0,0	10,0	8,0	24,0	91,7	90,0	92,0	68,0
Kreativ imajinasi	16,7	50,0	16,0	52,0	66,6	50,0	52,0	40,0	16,7	0,0	32,0	8,0

Miskonsepsi lainnya adalah eksperimen, dimana eksperimen merupakan salah satu langkah dari metode ilmiah. Sebagian responden menyebutkan bahwa sains didapatkan melalui eksperimen atau percobaan atau pembuktian kebenarannya dilakukan melalui eksperimen. Istilah ilmu pasti, eksak dan kebenarannya bersifat absolut juga merupakan jawaban yang muncul dari sebagian responden. Alasan yang dikemukakan dengan miskonsepsi ini adalah bahwa sains kebenarannya bersifat absolut karena sudah melalui berbagai uji eksperimen. Tidak sedikit teori yang gagal melewati uji eksperimen tetapi tidak dikesampingkan atau sebaliknya sebuah teori yang lolos beberapa uji eksperimen belum tentu benar. Goldstein & Goldstein (1980) menuliskan bahwa tidak masalah berapa banyak uji eksperimen yang sudah dilewati oleh suatu teori, selalu ada kemungkinan hal-hal baru dari eksperimen membuka satu kelemahan.

Perbedaan sains dengan inkuiri lain (filsafat dan agama) atau empirik

Pertanyaan yang terkait dengan perbedaan antara sains dengan inkuiri lain (agama dan filsafat) hanya kelompok mahasiswa (44,1%) yang secara eksplisit menuliskan bahwa sains

memerlukan pembuktian dan filsafat memerlukan pemikiran yang mendalam serta sangat sulit pembuktiannya untuk diperlihatkan, sedangkan agama bersifat mendasar dan tidak bisa diubah ketentuannya. Guru IPA tidak ada yang memberikan jawaban terkait filsafat. Hal ini kemungkinan disebabkan para guru selama pendidikannya tidak mendapatkan perkuliahan filsafat, sedangkan mahasiswa mendapatkannya. Dengan demikian perlu pemberian materi filsafat dalam pendidikan dalam jabatan (*inservice*) bagi para guru dan perlunya penataan ulang dalam materi filsafat bagi para mahasiswa calon guru sehingga para mahasiswa dan guru lebih memahami pentingnya filsafat dalam pendidikan khususnya pendidikan sains. Pentingnya filsafat bagi para guru dikemukakan oleh Michael R. Matthews dalam wawancaranya dengan Yalaki dan Cakmakci (2010) bahwa guru yang memiliki landasan filsafat yang baik akan mampu memberi arah tentang hal yang dikerjakannya untuk siswanya; memberikan kejelasan tentang dirinya sebagai pendidik; dan memenuhi syarat intelektual dan moral untuk menjadi pendidik; serta akan memberikan gagasan tentang personal dan sosial sebagai tujuan pendidikan.

Terkait dengan aspek empirik, lagi-lagi istilah metode ilmiah, prosedur yang teratur dan bersistem muncul lagi sebagai ciri dari sains. Hal ini tidak terlepas dari sumber yang digunakan yaitu buku sumber yang digunakan sejak SMP sampai SMA yang menuliskan langkah metode ilmiah secara berurutan (Adisendjaja & Aulia, 2013). Pengaruh dari miskonsepsi buku teks siswa juga memberi imbas pada miskonsepsi siswa tentang metode ilmiah. Miskonsepsi metode ilmiah sebagai satu-satunya metode merupakan miskonsepsi utama dalam hakikat sains (McComas, *et al.*, 1998).

Eksperimen

Aspek eksperimen merupakan aspek hakikat sains yang termasuk kategori *informed* dengan persentase terbesar untuk kedua kelompok baik sebelum maupun sesudah pelatihan. Hal ini terjadi karena kedua kelompok terutama mahasiswa sering melakukannya dalam kegiatan perkuliahan dan guru dalam membimbing siswanya. Dengan demikian dapat diduga bahwa kegiatan keseharian yang sering dilakukan akan memengaruhi pandangannya. Kebanyakan jawaban dari responden adalah bahwa eksperimen diperlukan

untuk menguji hipotesis atau kebenaran sebuah teori. Jawaban tersebut tidak sepenuhnya tepat. Suatu hasil eksperimen atau sebuah teori yang lolos uji eksperimen tidak secara otomatis bisa diterima oleh masyarakat berkaitan dengan penerimaan atau penolakan teori atau kebenaran. Sains tidak berkaitan dengan fakta-fakta dan pengalaman pribadi tetapi dengan masyarakat khususnya komunitas ilmiah, sehingga diperlukan kesepakatan atau konsensus ilmiah (Goldstein & Goldstein, 1980). Namun demikian tidak berarti penerimaan atau penolakan suatu gagasan atau teori ditentukan oleh suara terbanyak. Ilmuwan memiliki kepercayaan yang melekat dalam waktu lama yang akan mempertimbangkan kesepakatan ilmiah, juga penerapan kriteria kebenaran dan nilai-nilai yang tidak mudah diterjemahkan dalam mengambil suatu keputusan (Goldstein & Goldstein, 1980). Eksperimen yang bertentangan dengan teori tidak selalu membawa kepada penolakan, demikian sebaliknya suatu teori yang lolos uji eksperimen akhirnya tidak diterima atau ditolak. Bahkan Abd-El-Khalick & Lederman (2000) menuliskan bahwa teori adalah sesuatu yang tidak dapat diuji. Demikian juga dengan pengujian

kebenaran, Goldstein & Goldstein (1980) menuliskan bahwa membuktikan sebuah kebenaran adalah tidak mungkin. Eksperimen hanya mengonfirmasi sebuah teori dan merupakan salah satu uji empirik yaitu untuk mendapatkan data agar dapat dijadikan bukti. Berdasarkan bukti yang ada maka dapat dibuat eksplanasi alternatif sehingga fakta baru harus dapat mengubah derajat kepercayaan.

Selain hal di atas, Goldstein & Goldstein (1980) menuliskan bahwa sebagian besar hipotesis ilmiah dirumuskan dalam cara-cara yang tidak membolehkan mengujinya secara langsung dan sederhana, pengujian hanya menyandarkan pada bukti yang ada di sekelilingnya (*circumstantial*). Berdasarkan bukti yang didapat dilanjutkan dengan deduksi konsekuensi-konsekuensi dari hipotesis yang langsung dapat diobservasi. Teori hanya didukung oleh bukti tidak langsung atau teori tidak dapat diuji (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Sebenarnya teori hanya untuk meningkatkan kepercayaan.

Eksperimen dan pengembangan pengetahuan.

Pertanyaan berikutnya adalah apakah pengembangan pengetahuan

selalu memerlukan eksperimen? Jawaban kedua kelompok masih sangat rendah yang termasuk kategori *informed*, dan setengah mahasiswa dan sebagian besar guru tergolong kategori *naive*. Kebanyakan responden menjawab bahwa pengetahuan berkembang karena eksperimen dan hanya sebagian kecil mahasiswa yang menjawab bahwa perkembangan pengetahuan bukan hanya karena eksperimen. Banyak ilmu yang berkembang bukan hanya karena eksperimen tetapi lebih menekankan kepada observasi yang sistematis termasuk biologi. Banyak ilmuwan yang menggunakan teknik non-eksperimental untuk mengembangkan pengetahuan (McComas, 1998). Selanjutnya ia menuliskan bahwa eksperimen yang sebenarnya (*true experiment*) tidaklah mungkin karena ketidakmampuan mengendalikan variabel-variabel.

Jawaban dan alasan yang diberikan para responden memiliki arti bahwa pemahaman responden tentang hakikat eksperimen dan perannya dalam pengembangan pengetahuan masih sangat rendah. Hanya sepertiga dari kelompok mahasiswa yang memberikan alasan bahwa adanya eksperimen akan memperkuat dan menambah bukti yang membuat pengetahuan ilmiah bisa

diterima dan lebih akurat. Benar bahwa keberhasilan eksperimen adalah untuk meningkatkan kepercayaan. Jika ada satu uji sebuah teori yang berhasil maka hasilnya harus membuat satu perbedaan dan harus membawa kepada derajat kepercayaan yang lebih besar (Goldstein & Goldstein, 1980).

Perubahan teori ilmiah.

Aspek tentatif merupakan jawaban dengan kategori *informed* yang paling tinggi dari semua aspek hakikat sains. Alasan yang dikemukakan adalah bahwa perubahan terjadi jika ditemukan fakta atau bukti baru atau adanya penemuan baru yang memang lebih bisa diterima. Dari hasil penelitian ini memang tidak secara eksplisit menuliskan ada penafsiran ulang (*reinterpretation*) seperti dinyatakan oleh Lederman *et al.*, (2002) namun setelah ditanyakan melalui wawancara yang responden maksudkan adalah tersirat dalam arti lebih bisa diterima dan tidak ada bukti yang bertentangan. Temuan ini sejalan dengan pendapat bahwa ilmuwan mengembangkan dan mengubah gagasannya manakala ada bukti baru atau bukti lama yang dipandang dengan cara berbeda (Crowther, *et al.*, 2005). Temuan ini sejalan dengan temuan Akerson *et al.*,

(2000) bahwa mahasiswa calon guru Sekolah Dasar juga pada awal perkuliahan memiliki pemahaman yang kurang dalam aspek empirik, tentatif, perbedaan antara teori dan hukum serta kreativitas.

Alasan lain adalah bahwa teori berubah seiring dengan perkembangan jaman, waktu, kemajuan teknologi dan perubahan alam, dan pemikiran. Sains dan teknologi saling memberikan pengaruh, temuan dalam sains akan memberi inspirasi bagi teknologi untuk menciptakan sesuatu yang memiliki manfaat bagi manusia dan sebaliknya temuan atau hasil teknologi akan memberikan pengaruh kepada sains terutama dalam bentuk peralatan untuk melakukan penelitian lebih lanjut. Dengan penelitian lebih lanjut dan bantuan teknologi maka sains pun dapat berubah, berkembang dan lebih maju. Dari alasan yang dikemukakan ada yang tergolong *naive* yaitu perubahan teori karena alam selalu berubah.

Miskonsepsi masih terjadi pada guru yang menuliskan bahwa suatu teori tidak pernah berubah karena teori merupakan pendapat atau ketentuan yang sudah dibuat berdasarkan eksperimen dan pengamatan yang dilakukan dalam waktu yang cukup lama

dan berulang-ulang serta sudah dipatenkan dengan memberi contoh teori evolusi yang sejak mereka di bangku sekolah dahulu tidak berubah sampai sekarang. Hal ini sebenarnya bukan tidak berubah dan memiliki kebenaran absolut tetapi hukum dan teori ilmiah mampu bertahan lama. Mereka juga tidak mengetahui bahwa teori evolusi yang mereka pahami sekarang bukan seperti teori evolusi yang seperti yang sekarang tetapi berkembang dari teori yang sebelumnya. Bahkan Darwin pun sebagai “pemilik” teori evolusi yang sekarang pada mulanya tidak memegang keyakinan seperti itu, pada awalnya Darwin adalah seorang *Creationist* (Lawson, 1995).

Teori dan Hukum ilmiah.

Salah satu aspek yang paling banyak miskonsepsi selain perubahan teori ilmiah adalah aspek teori dan hukum ilmiah. Temuan penelitian menunjukkan bahwa aspek hukum merupakan salah satu aspek hakikat sains yang cukup tinggi tergolong kepada kategori *naive* disamping aspek sosial budaya, dan peran eksperimen dalam pengembangan pengetahuan. Temuan ini sejalan dengan temuan (Akerson, *et al.*, 2000; Koksal & Sahin 2013; Faikhamta, 2013) bahwa

pemahaman mahasiswa dan calon guru tentang aspek teori dan hukum tergolong kategori *naive*.

Teori dan hukum merupakan dua jenis pengetahuan ilmiah yang berbeda. Hukum mendeskripsikan hubungan, observasi atau kesan untuk fenomena di alam. Teori merupakan eksplanasi untuk fenomena alam dan mekanisme untuk hubungan diantara fenomena alam. Hipotesis membawa kepada teori-teori atau hukum-hukum dengan akumulasi bukti yang mendukung dan penerimaan dalam komunitas ilmiah. Teori dan hukum tidak menjadi satu ke yang lainnya dalam artian hirarki, keduanya jenis pengetahuan yang berbeda dan berbeda fungsinya. (Lederman, *et al.*, 2002). Hukum adalah generalisasi-generalisasi, prinsip-prinsip atau pola-pola di alam dan teori adalah eksplanasi dari generalisasi tersebut (Rhodes & Schaible, 1989; Horner & Rubba, 1979) dalam McComas, *et al.*, (1998). Jawaban lainnya adalah jawaban yang miskonsepsi bahwa hukum tidak dapat diubah. Hal ini bertentangan dengan pendapat bahwa hukum seperti teori ilmiah dan semua pengetahuan dalam sains tetap dapat berubah (McComas *et al.*, 1998).

Miskonsepsi lain yang muncul adalah kebenarannya mutlak atau absolut, hukum lebih kuat dari teori, dan hukum merupakan bagian dari teori. Miskonsepsi ini juga ditemukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Akerson, *et al.*, (2000) dan McComas *et al.*, (1998). Calon Guru IPA di Turki juga memiliki miskonsepsi yang sama bahwa hukum tidak berubah karena sudah melewati berbagai uji eksperimen atau hukum berasal dari teori setelah melewati pengujian berulang (Ozgelen, *et al.*, 2013; Hanuscin *et al.*, 2006; McComas & Olson, 1998). Teori dan hukum merupakan jenis pengetahuan yang sangat berbeda, diantara keduanya terdapat hubungan, tetapi bukan kasus sederhana bahwa teori dapat menjadi hukum, tidak peduli berapa banyak bukti empirik dikumpulkan (McComas, 1998).

Subyektivitas.

Aspek subyektivitas menempati urutan kedua tertinggi persentasenya setelah aspek tentatif. Persentase kategori *informed* untuk kelompok mahasiswa dan guru mencapai sedikit di atas 50%. Sains dipengaruhi dan dikendalikan oleh teori-teori dan hukum-hukum yang diterima pada masa sekarang. Pengembangan pertanyaan, penyelidikan, dan interpretasi disaring

melalui teori yang ada. Hal ini merupakan subyektivitas yang tidak dapat dihindari yang memungkinkan sains terus memberi sumbangan perubahan manakala bukti yang sebelumnya ada dan tetap konsisten, juga diuji dari perspektif pengetahuan baru. Subyektivitas perorangan juga tidak dapat dihindarkan. Nilai-nilai, agenda-agenda, dan pengalaman sebelumnya dari individu memberi pengaruh terhadap apa dan bagaimana ilmuwan melakukan pekerjaannya (Lederman, *et al.*, 2002). Tingkat obyektivitasnya ilmuwan tidak berbeda daripada profesional lain. Ilmuwan berhati-hati dalam menganalisis bukti dan prosedur yang diterapkan untuk mencapai suatu kesimpulan. Namun menurut pandangan dan kontribusi dari filsafat sains dan psikologi menampakkan bahwa obyektivitas yang sempurna adalah tidak mungkin sehingga pandangan ilmuwan adalah obyektif hanya merupakan mitos (McComas, 1998).

Aspek lain dari ketidakmampuan ilmuwan untuk obyektif adalah ditemukannya *theory-laden* dalam observasi. Ilmuwan seperti para pengamat lainnya, banyak memegang prakonsepsi dan bias tentang cara alam beroperasi. Gagasan-gagasan seperti ini

memengaruhi kemampuan setiap orang untuk melakukan observasi. Tidaklah mungkin untuk mengumpulkan dan menafsirkan atau menginterpretasikan fakta-fakta tanpa satu pun bias (McComas, 1998).

Ilmuwan bekerja dalam satu tradisi penelitian yang disebut paradigma (Thomas Kuhn, 1970). Tradisi penelitian seperti ini dan bekerja sama dalam satu disiplin tertentu, memberikan petunjuk kepada pertanyaan penyelidikan, mendikte bukti yang dapat diterima dan mendeskripsikan pengujian dan teknik yang masuk akal. Paradigma memberikan arahan penelitian dan mungkin juga membatasi penelitian. Segala sesuatu yang membatasi kegiatan penelitian akan membatasi obyektivitas (McComas, 1998). Oleh karena itu obyektivitas yang sempurna tidak mungkin diperoleh sehingga mengakibatkan ilmuwan memiliki subyektivitas.

Kemelekatan aspek sosial budaya dalam sains

Pertanyaan selanjutnya yang diajukan adalah: apakah sains bersifat universal atau sains memiliki nilai-nilai sosial dan budaya? Sebagian besar responden berpendapat bahwa sains

lebih bersifat universal dan tentu hal ini tergolong kedalam kategori *naive*. Alasan yang dikemukakan adalah bahwa sains universal karena dapat diterapkan dimanapun, melampaui batas negara dan tidak dipengaruhi nilai-nilai sosial dan budaya. Adapun alasan sains memiliki nilai-nilai sosial dan budaya dikarenakan sains dipengaruhi oleh lingkungan sosial dan budaya masyarakat, harus disesuaikan dengan kondisi lokal, dan dalam setiap pembelajaran ada nilai-nilai sosial dan budaya yang dapat diambil. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian di Turki yang menemukan bahwa mahasiswa calon Guru IPA tidak menunjukkan pemahaman yang termasuk kategori *informed* tentang aspek sosial dan budaya dalam pengetahuan ilmiah (Erdogan, *et al.*, 2006; Liang, *et al.*, 2009).

Ilmuwan dalam bekerjanya tidak pernah sendirian tetapi melibatkan orang lain dengan berbagai pengalaman, pendidikan dan latar belakang sosial dan budaya yang berbeda bahkan hal lainnya. Sains merupakan kegiatan manusia dengan tingkatan umur, ras, jenis kelamin bahkan bangsa yang berbeda (Weinburgh, 2003). Aspek manusia merupakan aspek yang sering diabaikan

dari hakikat sains (Crowther, *et al.*, 2005). Tidak seorang pun responden yang menyinggung bahwa sains berkembang juga untuk memenuhi kebutuhan manusia agar hidup lebih baik. Dengan kata lain bahwa sains tumbuh dan berkembang didorong oleh kebutuhan manusia. Sains merupakan usaha kegiatan manusia dan dipengaruhi oleh masyarakat dan budaya pada mana sains dipraktikan. Nilai-nilai budaya menentukan apa dan bagaimana sains dilaksanakan, diinterpretasikan, diterima, dan digunakan (Schwartz, *et al.*, 2004). Tidak ada seorang responden pun yang menyinggung bahwa setiap kelompok masyarakat memiliki nilai-nilai, kepercayaan-kepercayaan bahkan keyakinan yang sudah dipegangnya secara turun temurun dan belum tentu mau menerima semua hasil dari sains. Jadi ada saling memengaruhi antara aspek sosial budaya masyarakat dengan kemajuan sains. Dengan demikian dalam sains melekat nilai-nilai sosial dan budaya.

Kreativitas dan imajinasi

Untuk aspek kreativitas dan imajinasi dalam sains, pandangan mahasiswa dan guru termasuk kategori *naive*. Temuan ini konsisten dengan temuan sebelumnya bahwa mahasiswa

calon guru memiliki pandangan *naive* tentang peran kreativitas dan imajinasi dalam sains (Akerson, *et al.*, 2000; Sevim & Pekbay, 2012; Dudu, 2014). Namun sebaliknya dengan temuan Koksal & Sahin (2013) bahwa mahasiswa pasca sarjana termasuk kategori ahli (*expert*) dalam aspek kreativitas dan sosial budaya dalam sains. Pengetahuan ilmiah diciptakan dari imajinasi manusia dan penalaran logis (*logical reasoning*) dan penciptaan ini didasarkan atas observasi dan inferensi dunia alami (Schwartz, *et al.*, 2004). Dalam membuat inferensi berdasarkan hasil observasi, ilmuwan melibatkan kreativitas dan subyektivitas (Crowther, *et al.*, 2005).

Sebagian kecil mahasiswa menuliskan bahwa ilmuwan tidak memerlukan kreativitas dan imajinasi dalam bekerjanya karena akan mengurangi tingkat validitas eksperimen; akan sulit dalam menyelidikannya; yang dibutuhkan ilmuwan adalah keseriusan, disiplin, ketelitian, dan kejujuran. Alasan lain adalah ilmuwan akan menemukan jawaban berdasarkan prosedur ilmiah yang telah disusun dan bukan berdasarkan imajinasi; dan ilmuwan memperoleh jawaban dari pertanyaan

yang diajukannya dan semuanya berdasarkan data yang berhasil dikumpulkan bukan berdasarkan kreativitas dan imajinasi dari ilmuwan tersebut. Sebagian kecil guru tidak memberikan jawaban terhadap aspek ini.

SIMPULAN

Sebelum pelatihan, mahasiswa calon guru biologi/IPA dan guru IPA memiliki pandangan yang tergolong kategori *naive* terutama untuk aspek eksperimen dalam pengembangan pengetahuan, teori ilmiah dan hukum ilmiah, serta aspek sosial budaya, ditambah aspek empirik untuk guru IPA. Setelah pelatihan, kedua kelompok menunjukkan peningkatan untuk semua aspek hakikat sains dengan besaran peningkatan yang beragam antara 10-55%, kecuali untuk aspek sosial budaya mahasiswa calon guru menurun. Sebaliknya untuk kategori *naive* kedua kelompok mengalami penurunan. Setelah pelatihan kelompok mahasiswa calon guru tidak memiliki pandangan *naive* untuk aspek pengertian sains, eksperimen, empirik, tentatif, subyektivitas, dan aspek kreatif dan imajinasi, sedangkan kelompok guru hanya aspek pengertian sains dan eksperimen. Kategori *naive* yang masih

tinggi adalah aspek hukum ilmiah dan aspek sosial budaya sedangkan untuk ditambah teori ilmiah untuk mahasiswa.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pelatihan memberikan dampak positif terhadap pemahaman para calon guru dan guru IPA walaupun masih ada beberapa aspek yang masih termasuk kategori *naive*. Oleh karena itu diperlukan pelatihan sejenis yang lebih intensif dan efektif. Mengingat pentingnya hakikat sains dalam pendidikan sains, hasil penelitian ini mengusulkan agar penyiapan calon guru dan pelatihan dalam jabatan bagi para guru perlu berorientasi pada hakikat sains dengan pendekatan inkuiri ilmiah yang lebih tepat (eksplisit-reflektif) agar dapat memenuhi tujuan pendidikan sains.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada ibu bapa guru IPA SMP dari Lembang, Cisarua, dan Parongpong, Kabupaten Bandung Barat dan para mahasiswa Departemen Pendidikan Biologi UPI yang sudah ikut serta menjadi partisipan dalam pelatihan dan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-El-Khalick, F. Bell, R. L. & Lederman, N.G. (1997). The nature of science and instructional practice: making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4): 417-436.
- Abd-El-Khalick, F. & Akerson, V. (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education* 31(16):2161-2184.
- Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. G. (2000). The Influence of History of Science Course on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10): 1057-1095.
- Adisendjaja, Y. H. & Aulia, A. N. (2013). Analysis of Biology textbooks Based on the Nature of Science. *Paper Presented at International Seminar on Mathematics and Science Education (MSCEIS)*, at Bandung, Indonesia.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N.G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching* 37(4): 295-317.
- Akerson, V. L. & Abd-El-Khalick. (2005). How should I know What Scientist do-I'm just a kid: Fourth-grade students' conceptions of nature of science. *Journal of Elementary Science Education*, 17: 1-11.
- Conley, A. M., Printich, P. R., Vekiri, I., and Harrison, D. (2004). Changes in epistemological beliefs in elementary science students. *Contemporary Educational Psychology*, 29 (2): 186-204.
- Crowther, D. T., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2005). Understanding the true meaning of nature of science. *Science & Children*, October 2005, 50-52.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). *Young People's Image of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Dudu, W. T. (2014). Exploring South African high school teachers, conceptions of the nature of scientific inquiry: a case study. *South African Journal of Education*, 34(1): 782-800. <http://www.sajournalofeducation.co.za>.
- Erdogan, R., Cakiroglu, G. & Tekkaya, C. (2006). Investigating Turkish pre-service science teachers' views of the nature of science. In C.V. Sunal & K. Mutua (Eds), *Research on Education in Africa, the Caribbean and the Middle East* (pp. 273-285). Greenwich: Information Age.
- Faikhamta, C. (2013). The development of Inservice science teachers' understandings of and orientations to teaching the nature of science within a PCK-Based NOS Course. *Research in Science Education* 43: 847-869.
- Goldstein, M & Goldstein, I.F. 1980. *How We Know*, New York: Plenum Press.

- Hanuscin, D. L. & Lee, E. J. (2009). Helping students understand the Nature of science. *Science and Children*: 64-65.
- Koksal, M. S. & Sahin, C. T. (2013). Understanding of Graduate Students on Nature of Science. *International Journal Modern Education and Computer Science*, 4: 43-48.
- Kuhn, T. S. (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont California: Wadsworth Publishing Company
- Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29: 331-359.
- Lederman, N.G. 1998. The State of Science Education: Subject Matter Without Context. *Electronic Journal of Science Education* (3)2. <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/ejsev3n2.html>
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L. & Schwartz, R.S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6), 497-521.
- Leden, L., Hansson, L., Redfors, A., & Ideland, M. (...). Why, when and how to teach nature of science in compulsory school-teachers' views. <http://hkr.diva-portal.org/smash/get/diva2:662526/FULLTEXT01.pdf>
- Lederman, N.G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching* 36 (8): 916-929.
- Liang, L., L., Chen, S., Chen, X. Kaya, O. N., et al., (2009). Preservice teachers' views about nature of scientific knowledge development: an international collaborative study: *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7: 987-1002.
- McComas, W. F. & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In McComas (Ed.). *The nature of science in science education: rationales and strategies* (pp. 41-52). The Netherlands: Kluwer Academic.
- McComas, W., M. Clough, and Almazroa, H. (1998). *The Nature of Science in Science Education: Rationales and strategies*. W.F. McComas (Ed.) Boston: Kluwer Academic Publisher.
- Nehm, R. H., Kim, S. Y., Sheppard, K. (2009). Academic preparation in biology and advocacy for teaching evolution: biology versus non-biology teachers. *Science Teacher Education*. Willey InterScience (www.interscience.wiley.com).
- National Science Teacher Association (NSTA). (2000). Position Statement: The Nature of Science. www.nsta.org/positionstatement&psid
- Ozgelen, S., Yilmaz-Tuzun, O., Hanuscin, D. L., (2013). Exploring the development of preservice

- science teachers' views on the nature of science in Inquiry-based laboratory instruction. *Research in Science Education* 43:1551-1570.
- Pomeroy, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77 (3), 261-278.
- Rannikmae, M., Rannikmae, A. & Holbrook, J. (tanpa tahun). Science Teachers' understanding of the nature of science education- Implications for teaching. <http://cms.ua.pt/eustd-web/files/Proc08RannikmaeredIngo.pdf>
- Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds), *Handbook of research on science education* (pp 729-780). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Ryan, A. G. & Aikenhead, G. S. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 559-580.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. & Crawford, (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education* 88(4):610-645.
- Sevim, S. & Pekbay, C. A. (2012). A study toward teaching the nature of science to pre-service teachers. *Turkish Science Education* 9 (3): 207-227.
- Thye, T. L. & Kwen, B. H. (2004). Assessing the Nature of Science Views of Singaporean Pre-Service Teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 29(2):
- Weinburgh, M., (2003). A leg (or three) to stand on. *Science and Children* 40(6): 28-30.
- Yalaki, Y. & Cakmaci, G. (2010). A conversation with Michael R. Matthews: The contribution of history and Philosophy of science to science teaching and research. *Eurasi Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6 (4): 287-309.
- Yalcinoglu, P. & Anagul, S. S. (2012). Teaching nature of science by explicit approach to the preservice elementary science teachers. *Elementary education Online* 11(1): 118-136.