

GAMBARAN PANDANGAN MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI DAN GURU IPA TENTANG INKUIRI ILMIAH

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

¹Departemen Pendidikan Biologi dan ²Sekolah Pascasarjana,
Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung
Email: ayusufhilmi@yahoo.com

ABSTRAK

Inkuiri ilmiah merupakan salah satu tujuan penting dalam pembelajaran sains yang disarankan kurikulum namun pelaksanaannya tidak seperti yang diinginkan. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi pemahaman inkuiri ilmiah mahasiswa calon guru biologi/IPA dan guru IPA. Sebanyak 34 orang mahasiswa program studi Pendidikan Biologi semester 7 dan 25 orang guru IPA terlibat dalam penelitian ini. Gambaran pemahaman inkuiri ilmiah dieksplor dengan menggunakan kuesioner VASI (*Views About Scientific Inquiry*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa calon guru Biologi/IPA lebih baik daripada guru IPA pada beberapa aspek inkuiri ilmiah. Namun demikian, kedua kelompok responden masih memiliki pemahaman yang kurang pada aspek karakteristik penyelidikan ilmiah, fungsi pertanyaan dalam sebuah penelitian, hubungan antara pertanyaan, prosedur dan kesimpulan. Kedua kelompok juga belum memahami tentang bukti ilmiah, alasan memilih prosedur, dan hubungan antara data yang ditemukan dengan penelitian sebelumnya.

Kata kunci: Pemahaman, Inkuiri Ilmiah, Calon Guru Biologi/IPA, Guru IPA

ABSTRACT

Scientific inquiry is the main objective of science education. However, its practice was not as we want it to be. This research objective was to explore prospective biology teachers' and science teachers' views on scientific inquiry. Thirty four-seventh semester biology students and 25 science teachers participated in this research. Scientific inquiry was explored using *Views About Scientific Inquiry (VASI) Questionnaire*. Results showed that understanding level of pre-service biology teachers was better than science teachers understanding in some aspects of scientific inquiry. However, both respondents lack understanding of some aspects in scientific inquiry, i.e. scientific investigation characteristics, an investigation begin with a question, question guides a procedure, scientific evidence, procedure selection, and the relation data collecting and previous investigation.

Keywords: *Understanding, Scientific Inquiry, Prospective Biology Teachers, Science Teachers*

PENDAHULUAN

Inkuiri ilmiah dipandang sebagai tujuan utama pendidikan sains sejak tahun 1960-an (*National Research Council, NRC, 2000*). Berdasarkan dokumen reformasi pendidikan sains lebih dari 20 tahun, berpartisipasi dalam pembelajaran sains melalui inkuiri ilmiah potensial memengaruhi konsepsi pembelajar tentang hakikat sains (NRC, 2007; 2012). Inkuiri ilmiah mengacu pada karakteristik kegiatan dan proses ilmiah untuk mendapatkan pengetahuan termasuk konvensi dan etika yang terlibat dalam pengembangan, penerimaan, dan kegunaan pengetahuan ilmiah (Schwartz *et al.*, 2004). Inkuiri ilmiah mencakup keterampilan proses sains (KPS), kon-

ten sains, kreativitas dan berpikir kritis untuk mengembangkan pengetahuan ilmiah (Lederman, 2009). Dengan demikian, inkuiri ilmiah mengacu kepada karakteristik proses pengembangan pengetahuan ilmiah, menyangkut kesepakatan yang terlibat dalam pengembangan, penerimaan, dan penggunaan pengetahuan ilmiah (Schwartz *et al.*, 2004).

Istilah inkuiri ilmiah digunakan baik untuk pengajaran sains maupun mengerjakan sains (Colburn, 2000). Pandangan ini seperti tercantum dalam *National Science Education Standards* (NSES, NRC, 1996). Inkuiri ilmiah (*scientific inquiry*) merujuk berbagai cara dimana ilmuwan melakukan studi tentang alam dan mengajukan penjelasan (eksplanasi) berdasarkan bukti dari

pekerjaannya. Inkuiri juga meliputi kegiatan siswa mengembangkan pengetahuan dan pemahaman tentang gagasan-gagasan ilmiah, juga pemahaman cara kerja ilmuwan dalam mempelajari dunia alami (Anderson, 2002; Colburn, 2000; NSES, *National Research Council, NRC*, 1996).

Dengan demikian, mengajarkan sains dengan inkuiri adalah membelajarkan siswa melalui proses sains dan keterampilan-keterampilan yang digunakan oleh para ilmuwan untuk belajar tentang dunia dan membantu siswa menerapkan keterampilan ini dalam belajar konsep sains. Proses ini dicirikan oleh kegiatan-kegiatan penyelidikan (*probing*), pencarian (*searching*), mengeksplorasi dan menyelidiki (*investigating*) (McBride *et al.*, 2004). Siswa perlu membedakan kemampuan melakukan inkuiri (*to do inquiry*) dan memiliki pemahaman tentang karakteristik spesifik inkuiri ilmiah (NRC, 2000). Inkuiri ilmiah merupakan proses melakukan pekerjaan dan menghasilkan pengetahuan dari para ilmuwan (Lederman *et al.*, 2014).

Penelitian tentang hakikat sains dan inkuiri ilmiah menunjukkan bahwa guru dan siswa memiliki pandangan yang tidak termasuk kategori *informed* (Lederman dan Lederman, 2004; Schwartz *et al.*, 2002). Penelitian tentang inkuiri ilmiah lebih sedikit jumlahnya daripada penelitian tentang hakikat sains karena jarang atau kurangnya instrumen yang digunakan mirip dengan instrumen hakikat sains (Lederman *et al.*, 2014).

Dengan memerhatikan pentingnya pemahaman inkuiri ilmiah agar dapat melakukan inkuiri dengan tepat dan kurangnya penelitian tentang inkuiri ilmiah, maka penelitian tentang pemahaman inkuiri ilmiah yang mengacu kepada karakteristik penurunan pengetahuan ilmiah perlu dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan gambaran tentang pemahaman mahasiswa calon guru biologi/IPA dan guru IPA tentang aspek-aspek inkuiri ilmiah.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang mengeksplorasi pemahaman mahasiswa calon guru Biologi/IPA dan guru IPA tentang inkuiri ilmiah. Subjek penelitian ini adalah 34 orang mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi semester 7 salah satu LPTK di Bandung yang sedang melaksanakan Praktik Pengalaman

Lapangan dan 25 orang guru IPA yang aktif dalam kelompok Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) IPA dari tiga kecamatan, yaitu Kecamatan Cisarua, Lembang, dan Kecamatan Parongpong, Kabupaten Bandung Barat.

Instrumen yang digunakan untuk mengeksplorasi pemahaman tentang inkuiri ilmiah adalah *Views About Scientific Inquiry* (VASI) yang dikembangkan oleh Lederman, *et al.* (2002; 2014).

Beberapa hal penting tentang instrumen yang digunakan adalah sebagai berikut: 1) Untuk pertanyaan nomor 1, dalam instrumen penelitian diberikan sebuah kasus penelitian ilmiah berupa penelitian deskriptif; 2) untuk pertanyaan nomor 5, responden ditugaskan untuk memilih desain yang dikemukakan dalam wacana sesuai pertanyaan. Jawaban yang sesuai adalah bahwa Desain A lebih baik (>) daripada desain B; 3) Untuk pertanyaan nomor 6, dalam instrumen disajikan data hasil penelitian dengan sebuah data menyimpang dari yang diharapkan. Responden ditugaskan menarik sebuah kesimpulan dan alasan menarik kesimpulan yang dibuatnya; 4) untuk pertanyaan nomor 7, responden ditugaskan memilih hasil rekonstruksi fosil dan mengemukakan alasan atas pilihannya serta ditanyakan informasi yang diperlukan untuk memberikan sebuah eksplanasi tentang pilihannya.

Instrumen ini mengeksplorasi pemahaman inkuiri ilmiah yang mencakup delapan aspek: 1) semua penyelidikan ilmiah dimulai dengan sebuah pertanyaan bukan menguji sebuah hipotesis, 2) tidak ada satu set tunggal tahapan yang diikuti oleh semua penyelidikan, 3) prosedur penyelidikan dipandu oleh pertanyaan yang diajukan, 4) semua ilmuwan yang menerapkan prosedur yang sama tidak akan mendapatkan hasil yang sama, 5) prosedur penyelidikan memengaruhi hasil, 6) kesimpulan harus konsisten dengan data yang dikumpulkan, 7) data ilmiah berbeda dengan bukti ilmiah, dan 8) eksplanasi dikembangkan dari data yang dikumpulkan data dan yang sudah diketahui.

Semua jawaban responden dianalisis dan dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu: *informed*, *partially informed*, dan *naive* (Lederman *et al.*, 2014) dan kemudian dipersementasikan. Pengkategorian dianalisis dengan melihat alasan yang diberikan responden setelah menentukan jawaban atau memilih jawaban yang disediakan. Kategori *informed* jika jawaban sesuai dengan pandangan konstruktivis tentang

sains; *partially informed* jika pandangan sebagian sesuai dengan pandangan konstruktivis tentang sains tetapi masih ada hal-hal yang kurang sesuai; kategori *naive* jika jawaban tidak sesuai dengan pandangan konstruktivis.

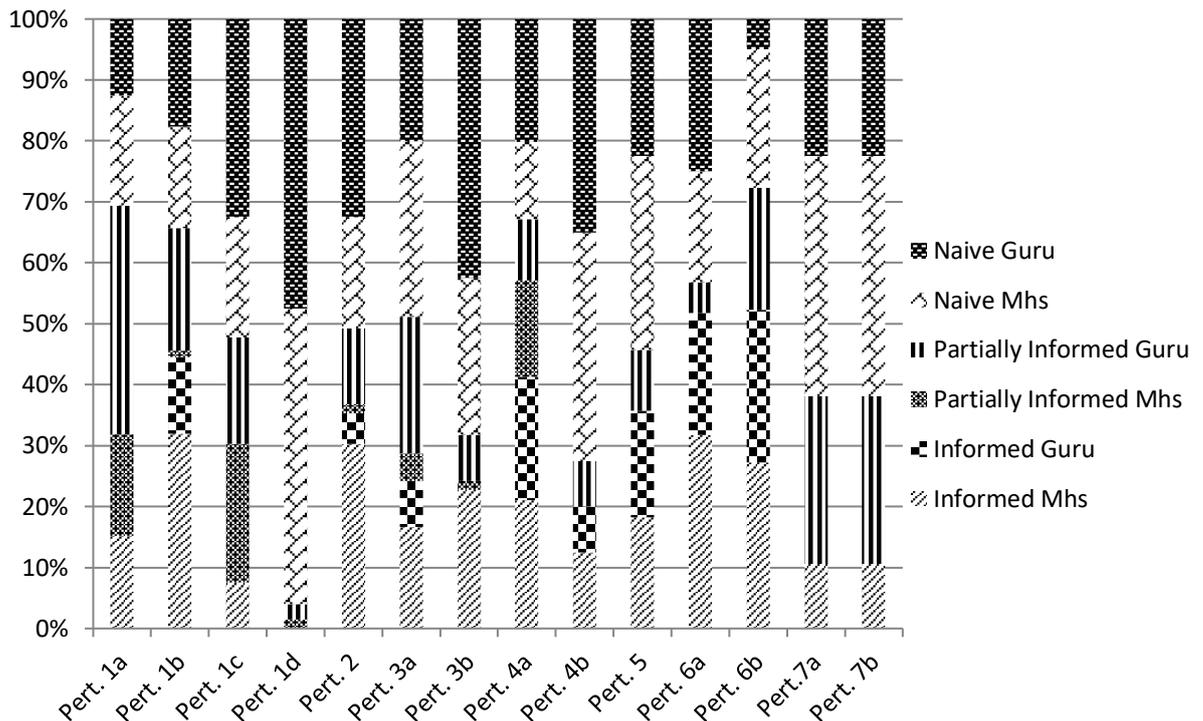
HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase responden yaitu mahasiswa S1 Pendidikan Biologi dan guru IPA tentang aspek inkuiri ilmiah dapat dilihat pada Tabel 1, dan persentase responden berdasarkan pengkategorian disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Persentase Jawaban Responden tentang Inkuiri Ilmiah

No.	Pertanyaan Aspek Inkuiri Ilmiah	Jawaban Mhs (%)			Jawaban Guru (%)		
		Ya	Tdk	Y/T	Ya	Tdk	Y/T
1.	a. Apakah penyelidikan itu ilmiah? Berikan alasannya!	97,0	3,0	0,0	90,0	10,0	0,0
	b. Apakah penyelidikan itu eksperimen?	24,2	75,8	0,0	30,0	70,0	0,0
	c. Apakah penyelidikan ilmiah dapat mengikuti lebih dari satu metode?	84,8	15,2	0,0	85,0	15,0	0,0
	d. Apakah metode itu masih dipandang ilmiah? Berikan alasan atas jawaban anda!	36,4	63,6	0,0	10,0	90,0	0,0
2.	Apakah penyelidikan ilmiah harus selalu dimulai dengan pertanyaan ilmiah? Kemukakan alasan atas jawaban Anda!	78,8	21,2	0,0	70,0	20,0	10,0
3.	a. Jika pertanyaan dan prosedur sama akankah ilmuwan mendapatkan kesimpulan yang sama	39,4	54,5	6,1	10,0	90,0	0,0
	b. Jika pertanyaan sama tetapi prosedur berbeda, apakah ilmuwan akan mendapatkan kesimpulan yang sama?	42,4	57,6	0,0	55,0	30,0	15,0
4.	Apakah data dan bukti ilmiah itu berbeda/sama? Berikan contohnya!						
	a. Data ilmiah	41,7	40,0	31,3	20,0	25,0	40,0
	b. Bukti ilmiah (semua menjawab beda)	25,0	15,0	0,0	15,0	75,0	70,0
5.	Prosedur inkuiri mana yang Anda pilih? Berikan alasannya!	A>B6 0,6	B>A2 4,2	Bkn A/B 15,2	A>B7 5,0	B>A1 0,0	Bkn A/B 15,0
6.	Kesimpulan konsisten dengan data	78,8	0,0	21,2	95,0	0,0	5,0
	a. Alasannya.	66,7	90,0	0,0	0,0	33,3	10,0
	b. Datanya.	63,6	40,0	0,0	10,0	36,4	50,0
7.	Hasil rekonstruksi yang mana yang sesuai? Informasi apa yang diperlukan?						
	a. Susunan dan alasannya	54,5	50,0	0,0	40,0	45,5	10,0
	b. Informasi yang diperlukan	21,2	0,0	0,0	55,0	78,8	45,0

Keterangan: Y/T = Ya atau Tidak, Gr -= Guru, jawaban guru.



Keterangan : Kategori ditentukan setelah menganalisis alasan atas jawaban atau pilihan jawaban yang dipilih untuk merespon pertanyaan dalam instrumen.

Gambar 1. Persentase Responden untuk Setiap Kategori

Penyelidikan ilmiah

Untuk aspek penyelidikan ilmiah, kelompok guru unggul pada aspek prosedur inkuiri yang dipandu oleh pertanyaan, yaitu 75,05% berbanding 60,6%. Aspek lainnya menjadi keunggulan kelompok mahasiswa. Untuk pertanyaan pertama yang tersusun atas empat pertanyaan, yaitu a) apakah penyelidikan itu ilmiah? b) apakah penyelidikan itu eksperimen? c) apakah penyelidikan ilmiah dapat mengikuti lebih dari satu metode? dan d) apakah metode itu masih dipandang ilmiah? Persentase jawaban yang tepat dari mahasiswa lebih besar daripada guru IPA dengan perbandingan persentase adalah 97,0%, 75,8%, 84,8%, dan 36,4% untuk mahasiswa dan 90,0%, 70,0%, 85,0%, dan 10,0% untuk jawaban dari guru. Demikian juga dengan kategorisasinya terutama untuk kategori yang tergolong *informed*, jawaban mahasiswa lebih besar persentasenya dibandingkan dengan guru. Untuk pertanyaan apakah metode itu masih dipandang ilmiah, kedua kelompok responden tidak

ada yang memberikan jawaban dengan kategori *informed*, kedua kelompok responden hampir semuanya (mahasiswa 97,0% dan guru 95,0%) berada pada kategori *naive*.

Pertanyaan pertama yang berkaitan dengan penyelidikan ilmiah, sebanyak 90% guru dan 97% mahasiswa menjawab “Ya” bahwa penyelidikan itu (wacana dalam soal) adalah ilmiah, tetapi saat ditanya tentang apakah suatu metode masih dipandang ilmiah, maka 63,6% mahasiswa menjawab tidak ilmiah dan bahkan 90% guru sama sekali tidak memberikan jawaban. Hal ini menunjukkan bahwa kedua kelompok responden tidak mengenal ciri atau karakteristik dari suatu kegiatan ilmiah. Sudah tentu mereka sering mendengar istilah ilmiah tetapi ciri atau karakteristik dan maksudnya tidak mereka pahami. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan melakukan kegiatan ilmiah tidak secara langsung membuat seseorang memiliki atau memahami karakteristik kegiatan ilmiah.

Indikasi tersebut sejalan dengan temuan bahwa inkuiri sendiri tidak memadai untuk meningkatkan pemahaman hakikat sains (Khishfe dan Abd-El-Khalick, 2002). Penyebab kurangnya pemahaman hakikat penyelidikan kemungkinan disebabkan bahwa karakteristik inkuiri ilmiah tidak menjadi prioritas dalam belajar sains (Gyllenpalm *et al.*, 2010). Kedua responden tentu memiliki pengalaman dalam melakukan penyelidikan selama proses belajar, namun pengalaman melakukan penelitian hanya sedikit meningkatkan pemahaman tentang hakikat dan proses sains (Schwartz *et al.*, 2004).

Suatu penelitian dikatakan ilmiah jika diawali dengan pertanyaan penelitian dan menjawab penelitian melalui analisis data yang selanjutnya memberikan penjelasan atau eksplanasi berdasarkan bukti yang diperoleh melalui observasi (Bell *et al.*, 2013). Berdasarkan pernyataan ini nampak bahwa responden tidak memahami yang dimaksud dengan ilmiah. Ketidapkahaman ini ditunjukkan dengan persentase jawaban yang menjawab ilmiah hanya 36,4% dari kelompok mahasiswa dan tidak seorang pun yang termasuk kategori *informed*. Bahkan 90% guru IPA tidak memberikan jawaban terhadap pertanyaan ini.

Jawaban terhadap pertanyaan pertama tentang penyelidikan ilmiah ini berkaitan dengan pertanyaan tentang apakah penyelidikan itu eksperimen?. 75,8% kelompok mahasiswa dan 70,0% kelompok guru menjawab secara tepat yaitu bukan eksperimen (di wacana hanya observasi). Dari jawaban terhadap pertanyaan ini sebanyak 63,6% kelompok mahasiswa memberikan alasan yang termasuk kategori *informed* sedangkan untuk guru hanya 25,0%. Alasan yang dikemukakan mahasiswa adalah tidak adanya manipulasi atau perlakuan dan tidak ada hipotesis tetapi hanya melakukan observasi. Eksperimen memang melibatkan manipulasi atau observasi spesifik dari alam yang memungkinkan untuk menguji hipotesis (Lawson, 1995). Hipotesis bukanlah merupakan suatu keharusan dari suatu penyelidikan, penyelidikan ilmiah semuanya dimulai dengan suatu pertanyaan (Lederman, *et al.*, 2014).

Pertanyaan berikutnya berkaitan dengan adanya berbagai metode dalam penyelidikan. Kedua kelompok mengakui bahwa ada berbagai metode dalam penyelidikan ilmiah dengan persentase yang seimbang dan baik yaitu sekitar 85,0%. Namun demikian, saat ditugaskan untuk memberikan contoh keduanya tidak mampu memberikan

dan hanya 15,1% dari kelompok mahasiswa yang mampu memberikan contoh yang *informed* dan tidak seorang pun dari guru yang mampu memberikan contoh. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru dan guru hanya sekedar mengetahui metode tanpa mampu menjelaskan dan memberi contoh. Secara umum penyelidikan ilmiah memiliki tiga jenis, yaitu deskriptif, eksperimen, dan korelasional (Lederman, 2009). Dengan kata lain mereka belum memahami metode penyelidikan. Jika para calon guru dan guru tidak memahami cara suatu penyelidikan dilakukan maka tidak mungkin dapat membimbing suatu penyelidikan dengan baik. Hal tersebut akan memberikan pengaruh terhadap kemampuan guru melakukan pembelajaran berbasis inkuiri sebab untuk dapat melangsungkan pembelajaran berbasis inkuiri seperti dianjurkan oleh kurikulum, guru perlu membantu siswa untuk belajar inkuiri dengan melakukan penyelidikan berbasis masalah (McBride, *et al.*, 2004). Pembelajaran berbasis inkuiri jarang dilakukan di kelas karena pelbagai alasan, yaitu, kurang latihan, kurang waktu, kurang materi, kurang dukungan, menekankan pada penilaian hasil daripada proses, dan pendekatan inkuiri terlalu sulit dan memerlukan banyak waktu (Adisendjaja, 2010; Welch, *et al.*, 1981).

Apakah penyelidikan ilmiah harus dimulai dengan pertanyaan ilmiah?

Pertanyaan yang selanjutnya adalah apakah penyelidikan ilmiah harus selalu dimulai dengan pertanyaan ilmiah? kedua kelompok responden yaitu mahasiswa dan guru IPA memiliki pendapat yang hampir sama yaitu menyetujui bahwa penyelidikan ilmiah harus dimulai dengan pertanyaan ilmiah dengan persentase 78,8 untuk mahasiswa dan 70% untuk guru. Namun demikian, alasan yang termasuk kategori *informed* untuk mahasiswa mencapai 60% dan untuk guru hanya 10%. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua kelompok responden belum memahami fungsi dari pertanyaan dalam sebuah penyelidikan. Suatu penyelidikan diawali dengan sebuah pertanyaan dan pertanyaan akan mengarahkan prosedur penyelidikan (Lederman, *et al.*, 2014).

Pertanyaan memiliki fungsi mengidentifikasi alasan-alasan untuk penyelidikan, mencari informasi dan menyintesis hal yang telah ditemukan serta mengevaluasi kesimpulan yang dihasilkan (Lewis, 2014). Berdasarkan pernyataan ini tersirat bahwa pertanyaan dalam sebuah

penelitian akan menunjukkan tujuan penelitian, mengarahkan atau memandu prosedur yang dilakukan, menganalisis dan menyimpulkan hasil.

Melihat pentingnya pertanyaan dalam sebuah penelitian maka pertanyaan harus dirumuskan dengan jelas. Pertanyaan harus menggambarkan variabel yang akan diselidiki sehingga prosedur atau langkah penelitian akan sesuai dengan pertanyaan dan akhirnya akan mengumpulkan data yang sesuai pertanyaan untuk dijadikan bukti dalam menjawab pertanyaan. Dengan demikian prosedur inkuiri dipandu oleh pertanyaan. Di samping hal tersebut di muka, sains hanya menyelidiki pengetahuan yang dapat diobservasi setiap orang dan terbatas hanya pada eksplanasi ilmiah dari dunia alami. Dengan demikian pertanyaan dan eksplanasi yang tidak ilmiah tidak dapat diuji dan tidak dapat dikendalikan dalam desain eksperimen.

Prosedur dan kesimpulan

Pertanyaan yang selanjutnya adalah apakah kesimpulan akan sama jika pertanyaan dan prosedur sama. 54,5% mahasiswa dan 90% dari guru IPA memberikan jawaban tidak akan sama. Akan tetapi untuk kategori *informed*, mahasiswa lebih baik daripada guru, yaitu 33,3% berbanding 15%. Ilmuwan yang memiliki data yang sama mungkin akan memiliki interpretasi yang berbeda (Osborne, *et al.*, 2003). Alasan yang dikemukakan sebagian besar dari yang kategori *informed* adalah bahwa perbedaan dalam menafsirkan data karena ilmuwan memiliki latar belakang pendidikan, pengalaman dan budaya yang berbeda. Perbedaan-perbedaan ini akan memengaruhi kesimpulan yang diambil. Ilmuwan dapat dipengaruhi oleh budaya, kepercayaan, latar belakang, kebutuhan, dan teori-teori sebelumnya (Tokmak *et al.*, 2013).

Pertanyaan lainnya terkait dengan prosedur dan kesimpulan adalah jika pertanyaan sama tetapi prosedur berbeda akankah mendapatkan kesimpulan yang sama? Jawaban mahasiswa tetap konsisten dengan persentase sekitar lebih dari setengahnya (57,6%) bahwa kesimpulan tidak akan sama dengan kategori *informed* 45,5%. Alasan yang dikemukakan selain hal perbedaan latar belakang dan persepsi juga bahwa prosedur yang berbeda kemungkinan akan menghasilkan data berbeda sehingga kesimpulan pun kemungkinan akan berbeda. Sebaliknya dengan kelompok guru ada perbedaan dengan pertanyaan pertama yang

tadinya 90% menjawab tidak akan mendapat kesimpulan sama jika pertanyaan dan prosedur sama. Pada pertanyaan kedua bahwa walau pertanyaan sama dan prosedur berbeda, 55% guru menjawab akan sama kesimpulannya. Namun demikian tidak ada yang termasuk kedalam kategori *informed*. Ketidakkonsistenan yang ditunjukkan oleh guru mengindikasikan bahwa guru belum memahami bahwa prosedur yang berbeda dapat menghasilkan data yang berbeda sehingga kesimpulan pun dapat berbeda. Dengan kata lain prosedur akan memengaruhi hasil (Lederman, *et al.*, 2014).

Data dan bukti ilmiah

Untuk pertanyaan apakah data dan bukti ilmiah berbeda satu dengan yang lainnya? dan berikan contohnya. Kedua kelompok responden memberikan jawaban bahwa keduanya adalah berbeda. Namun bila dilihat dari contohnya yang diberikan hanya 40% guru yang mampu memberikan contoh yang *informed* untuk data dan 15% untuk bukti, sedangkan mahasiswa hanya 41,7% untuk data dan 25,0% untuk bukti. Mereka dibingungkan dengan istilah yang sehari-hari ditemuinya yaitu fakta. Fakta adalah segala sesuatu yang didapat dari hasil penginderaan (dilihat, dirasakan, didengar, dibaui) (Goldstein dan Goldstein, 1980). Data sebenarnya adalah fakta yang juga didapat dari observasi yang berkaitan langsung dengan masalah. Fakta merupakan satu proposisi yang berkaitan langsung dengan observasi alam yang diulang secara konsisten sehingga hanya sedikit keraguan yang ada untuk menyatakan suatu kebenaran atau kesalahan, sedangkan bukti merupakan observasi aktual dari alam yang dibandingkan dengan observasi yang diharapkan (prediksi) untuk membolehkan pengujian hipotesis alternatif (Lawson, 1995).

Fakta harus mampu membuat perbedaan dalam kepercayaan terhadap teori-teori untuk menjadi suatu bukti walaupun fakta yang setuju dengan teori tidak benar-benar membuktikan hal itu benar dan bahkan jika fakta tidak setuju dengan teori tidak selalu membuktikan hal tersebut salah (Goldstein dan Goldstein, 1980). Oleh karena itu, pengujian sebuah teori dalam sains menjadi usaha yang sangat sulit dan tidak akan pernah mencapai kepastian absolut tentang kebenaran dan kesalahan.

Data dan bukti ilmiah memiliki maksud yang berbeda dalam penyelidikan ilmiah. Data merupakan observasi yang dikumpulkan ilmuwan

selama melakukan penyelidikan yang dapat berupa berbagai bentuk. Bukti merupakan hasil analisis data yang diinterpretasikan dan secara langsung berkaitan dengan pertanyaan spesifik (Lederman, *et al.*, 2014).

Baik para mahasiswa maupun guru sebenarnya sudah sering melakukan pengumpulan data baik dalam praktikum maupun dalam membimbing kegiatan belajar siswanya. Namun sangat jarang yang menyinggung untuk apa mereka melakukan pengumpulan data. Dengan kata lain mereka tidak memahami hal apa yang ada dibalik pengumpulan data. Semestinya siapapun yang mengajarkan harus menjelaskan untuk apa data dikumpulkan dan bagaimana kaitannya dengan hipotesis atau prediksi. Apakah data yang dikumpulkan akan menguatkan atau melemahkan prediksi, hipotesis atau pertanyaan. Hal inilah yang menjadikan data sebagai bukti untuk menguatkan atau melemahkan prediksi. Hal inilah pula yang belum dipahami oleh para responden.

Prosedur inkuiri dipandu pertanyaan

Untuk pertanyaan yang berkaitan dengan pertanyaan dan prosedur inkuiri responden ditugaskan memilih prosedur yang tepat untuk memecahkan sebuah masalah. Sebanyak 75% guru dan 60% mahasiswa mampu memilih prosedur yang sesuai dengan pertanyaan, sisanya memilih prosedur yang tidak sesuai pertanyaan atau menjawab diluar pilihan yang ada. Dari jawaban yang sesuai pun hanya sekitar 35% guru dan 36,4% mahasiswa yang mampu memberikan alasan yang termasuk kategori *informed*.

Mencermati jawaban responden, nampak bahwa responden belum mampu mengidentifikasi variabel yang ada. Jika kemampuan mengidentifikasi variabel belum dikuasai maka dengan sendirinya tidak akan mampu membuat suatu desain penelitian. Oleh karena itu responden tidak mampu memilih rancangan atau disain yang sesuai dengan pertanyaan, demikian juga dengan alasan yang dikemukakan.

Untuk menjawab pertanyaan yang sama, ilmuwan mungkin merancang prosedur yang berbeda (Lederman, *et al.*, 2014). Seperti telah diungkapkan di muka bahwa pertanyaan harus dinyatakan secara jelas yang menggambarkan variabel. Dari pertanyaan ini akan menggambarkan tujuan dari penyelidikan. Jika pertanyaan menunjukkan keraguan, ambigu, tidak jelas maka

eksperimen menjadi salah arah (*misdirected*) (Zar, 1984).

Kesimpulan harus konsisten dengan data

Untuk melihat pemahaman responden tentang hubungan kesimpulan dengan data yang dikumpulkan, responden diberi kasus tentang lamanya pencahayaan dengan kecepatan pertumbuhan tanaman. Untuk menarik kesimpulan, 78,8% kelompok mahasiswa dan 95,0% kelompok guru memberikan jawaban bahwa kesimpulan harus konsisten dengan data. Namun dari persentase tersebut hanya 66,7% kelompok mahasiswa dan 50,0% guru dapat mengambil kesimpulan secara tepat sesuai dengan data yang ada. Namun demikian, saat ditanya alasannya, kelompok mahasiswa konsisten dengan kategori *informed* yaitu sebesar 66,7% dan untuk guru meningkat menjadi 90,0%.

Namun demikian, saat ditanya kesesuaiannya dengan data (harus merujuk data) ternyata mahasiswa mengalami sedikit penurunan lagi menjadi 63,6% termasuk kategori *informed*, namun untuk guru turun sebesar 50,0% sehingga menjadi 40,0% yang termasuk kategori *informed*. Dalam hal ini kelompok mahasiswa lebih konsisten antara kesimpulan, data dan alasannya walaupun persentase kesimpulan lebih kecil daripada kelompok guru. Untuk kelompok guru terjadi penurunan yang drastis. Dilihat dari jawaban ternyata kelompok guru banyak menjawab tidak merujuk kepada data yang ada tetapi berdasar pada teori yang mereka ketahui, yaitu tentang pengaruh hormon pertumbuhan auksin dengan pencahayaan.

Berdasarkan uraian jawaban yang dikemukakan di atas nampak bahwa guru kurang memahami hubungan antara data dengan kesimpulan bahwa kesimpulan harus konsisten dengan data. Setiap simpulan penelitian harus didukung dengan bukti yang berasal dari data yang dikumpulkan (Lederman, *et al.*, 2014). Kemampuan membaca data penelitian dan menginterpretasikannya sangat diperlukan untuk menarik kesimpulan. Sebenarnya yang harus konsisten bukan hanya data dan kesimpulan, tetapi mulai dari latar belakang, pertanyaan, hipotesis, rancangan, data, analisis, interpretasi dan kesimpulan harus nampak jelas hubungannya (Zar, 1984).

Eksplanasi dikembangkan dari data yang dikumpulkan dengan informasi yang sudah diketahui.

Untuk menjangkau pandangan tentang hal ini kepada responden diberikan kasus fosil *Dinosaurus*. Mereka ditugaskan memilih susunan yang tepat dan alasannya disertai dengan informasi yang diperlukan untuk memberikan eksplanasi. Sebagian besar responden mampu memilih susunan fosil dengan tepat namun dalam mengemukakan alasannya tidak merujuk pada gambar tetapi merujuk kepada interpretasinya sendiri, demikian juga dengan informasi yang diberikan untuk memberikan eksplanasi hanya sedikit yang menyinggung informasi sebelumnya terkait dengan *Dinosaurus*, sehingga yang masuk ke dalam kategori *informed* hanya sekitar 50% untuk kedua kelompok dan terkait informasi hanya sekitar 20% pada mahasiswa sedangkan untuk kelompok guru tidak ada seorang pun yang termasuk kategori *informed*. Berdasarkan jawaban di atas nampak bahwa responden belum memahami sepenuhnya tentang tujuan dari sains adalah memberikan eksplanasi. Sains memiliki tiga tujuan utama yaitu: memberikan eksplanasi, membuat prediksi dan melakukan kontrol. (McCain, 2015). Demikian juga peran temuan sebelumnya terkait dengan temuan baru belum dipahami. Kedua kelompok responden belum mengetahui hubungan antara data yang dikumpulkan dengan temuan sebelumnya. Data yang dikumpulkan bersifat *theory-laden*, tidak terlepas dari teori atau informasi sebelumnya (Crowther dan Rayman-Bacchus, 2004).

KESIMPULAN

Secara umum pemahaman mahasiswa calon guru biologi lebih baik daripada pemahaman guru sains pada beberapa aspek inkuiri ilmiah. Namun kedua kelompok responden masih belum memahami sepenuhnya atau masih memiliki pemahaman yang kurang tentang karakteristik penyelidikan ilmiah, fungsi pertanyaan dalam sebuah penelitian, hubungan antara pertanyaan, prosedur dan kesimpulan. Kedua kelompok juga belum memahami tentang bukti ilmiah, alasan memilih prosedur, dan hubungan antara data yang ditemukan dengan penelitian sebelumnya.

Berdasarkan beberapa temuan dari penelitian ini maka disarankan beberapa hal: 1)

inkuiri ilmiah harus secara eksplisit menjadi tujuan pembelajaran yang penting dalam pembelajaran sains, 2) dalam pembelajaran sains melalui inkuiri, praktikum, observasi lapangan atau pengerjaan lembar kerja siswa perlu dilakukan diskusi eksplisit reflektif untuk setiap langkah pengerjaan, dan 3) penelitian serupa dapat dilakukan dan diperluas pada setiap jenjang pendidikan dan bidang studi atau mata pelajaran yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisendjaja, Y. H. (2010). *Field Study: Studi Pendahuluan tentang Pembelajaran IPA di SMP*. Laporan Penelitian. Tidak diterbitkan.
- Anderson, R. D., (2002). Reforming Science Teaching: What Research Says About Inquiry? *Journal of Science Teacher Education*, Vol. 13, No. 1, hlm. 1-12.
- Bell, Maeng, & Peters (2013). Scientific Inquiry and The Nature of Science. *The Journal of Mathematics and Science*, Vol. 13, hlm. 5-25.
- Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*. (March 2000), hlm.42-44.
- Goldstein, M & Goldstein, I.F. 1980. *How We Know*, New York: Plenum Press.
- Crowther, D., & Rayman-Bacchus, L. (2004). *Introduction: perspectives on corporate social responsibility*; dalam D. Crowther & L. Rayman-Bacchus (eds), *Perspectives on Corporate Social Responsibility*; Aldershot: Ashgate
- Gyllenpalm, J., Wickman, P., & Holmgren, S., (2010). Teachers' Language on Scientific Inquiry: Methods of Teaching or Methods of Inquiry? *International Journal of Science Education*, Vol. 12, No. 9, hlm. 1151-1172.
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of Explicit and Reflective Versus Implicit Inquiry-Oriented Instruction on Sixth Graders' Views on Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 39, No. 7, hlm. 551-578.
- Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont California: Wadsworth Publishing Company.
- Lederman, J.S., Lederman, N.G., Bartos, S.A., Bartels, S.L. Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful Assessment of

- Learners' Understanding about Scientific Inquiry-The Views about Scientific Inquiry (VASI) Questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 51, No. 1, hlm .65-83.
- Lederman, J. S., (2009). Teaching Scientific Inquiry: Exploration, Directed, Guided and Open-Ended Levels. In National geographic science: Best Practice and Research Base. hlm. 8-20. Hapton Brown Publisher.
- Lederman, J. S. & Lederman, N. G, (2004). Early Elementary Students' and Teachers' Understanding of Nature of Science and Scientific Inquiry: Lesson Learned From Project ICAN. Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Vancouver, British Columbia. April, 2004. [Online]
<http://msed.iit.edu/projectican/documents/Partner%203.pdf> [21 Januari 2011]
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F. Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol.39, No.6, hlm.497-521.
- Lederman, J.S., Lederman, N.G., Bartos, S.A., Bartels, S.L. Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful Assessment of Learners' Understanding about Scientific Inquiry-The Views About Scientific Inquiry (VASI) Questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 51, No. 1, hlm. 65-83.
- Lewis, K. G., (2014). *Developing Questioning*, Center for Teaching Effectiveness, The University of Texas at Austin. [Online]. <http://www.udel.edu/chem/white/U460/Develop-question-skill-UTx.pdf> [5 Maret 2015].
- McBride, J. W., Bhatti, M. I., Hannan, M. A., Feinberg, M. (2004). Using an Inquiry Approach to Teach Science to Secondary School Science Teachers. *Physics Education*, Vol. 39, No. 5, hlm. 1-6.
- McCain, K. (2015). Explanation and the Nature of Scientific Knowledge. *Science and Education*, Vol. 24, No. 7, hlm. 827-854.
- National Research Council. (2011). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington DC: National Academic Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What "ideas about science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 40, No. 7, hlm. 692-720.
- Schwartz, R.S., Lederman, N.G. & Crawford, B.A., (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 Teacher Education*, Vol. 88, No. 4, hlm. 610-645.
- Schwartz, R.S., Lederman, N., Khishfe, R., Lederman, J.S., Mathews, L., & Liu,S. (2002). Explicit/Reflective Instructional Attention to Nature of Science and Scientific Inquiry: Impact on Student Learning. *Paper Presented at The 2002 Annual International Conference of The Association for The Education of Teachers in Science*.
- Tokmak, H., S., Surmeli, H., and Ozgelen, S.(2013) Preservice Science Teachers' Perceptions of Their TPACK Development after Creating Digital Stories. *International Journal of Environmental & Science*, Vol. 9, hlm. 247-264.
- Zar, J.H. (1984). *Biostatistical Analysis*. Englewood Cliffs-NJ: Prentice-Hall.