

KEMAMPUAN MELAKUKAN INKUIRI BEBAS DAN DAMPAKNYA TERHADAP SIKAP ILMIAH DARI CALON GURU BIOLOGI

Sri Anggraeni

Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan melakukan inkuiri bebas/terbuka dari calon guru biologi yang terjadi di dalam perkuliahan Biologi Umum. Sebanyak 29 mahasiswa tingkat satu semester satu mengikuti perkuliahan Biologi Umum berbasis inkuiri yang terintegrasi. Sebelum melakukan inkuiri bebas, mahasiswa dilatih melakukan inkuiri melalui kegiatan inkuiri terstruktur dan terbimbing. Kemudian secara berkelompok (3 orang/kelompok) melakukan inkuiri bebas. Hasil kegiatan inkuiri bebas diseminarkan dan dipamerkan dalam bentuk poster. Kemampuan melakukan inkuiri bebas dijangar melalui tes tertulis, observasi kinerja, observasi hasil rekaman video, serta angket terbuka. Hasilnya menunjukkan bahwa pada umumnya kemampuan melakukan inkuiri mereka masih dalam tingkat pemula, namun mahasiswa menunjukkan antusiasme dan keterlibatan yang cukup tinggi, serta meningkatnya minat untuk melanjutkan kegiatan penelitian, terbiasa mengemukakan pendapat, menerima kritik, mampu menjelaskan dan memuaskan rasa ingin tahu mereka.

Kata kunci : inkuiri bebas, kemampuan melakukan inkuiri, sikap ilmiah.

PENDAHULUAN

Biologi sebagaimana kelompok sains lainnya adalah disiplin ilmu yang bersifat eksperimental tentunya akan memerlukan kreativitas dan imajinasi dalam mempelajarinya. Sehingga metoda inkuiri sangat cocok dengan karakteristik ilmu ini (Alberta, 1998). Sayangnya sedikit sekali guru-guru biologi yang disinyalir memasukkan metoda ilmiah dalam tujuan pembelajarannya dan mereka umumnya kurang percaya diri melaksanakan pembelajaran biologi berbasis inkuiri. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Anggraeni *et al*, (2007) menyatakan bahwa pada umumnya mahasiswa calon guru biologi masih lemah dalam merencanakan dan melaksanakan pembelajaran biologi yang memenuhi kriteria hakikat biologi sebagai sains.

Pada umumnya guru-guru tidak mempunyai kesempatan untuk belajar sains melalui inkuiri atau melakukan inkuiri itu sendiri padahal pembekalan ini cukup penting agar guru mempunyai keterampilan dan pemahaman berinkuiri yang dapat digunakan di dalam kelas secara tepat dan bijaksana. Maka itu NRC, (2000) dalam penjelasannya tentang “mempersiapkan guru untuk mengajar berbasis inkuiri” menekankan pentingnya memberikan kesempatan pada guru untuk belajar sains melalui inkuiri selama persiapannya di tingkat *preservice*.

Seorang calon guru seharusnya dipersiapkan melalui keterlibatannya di dalam laboratorium secara substantif dan signifikan meliputi pengalaman belajar inkuiri secara aktif seperti merumuskan pertanyaan penelitian, mengembangkan prosedur, mengimplementasikannya, mengumpulkan dan memproses data kemudian melaporkan dan mempertahankan hasilnya (National Science Teachers Association, 1998). Selain itu jika calon guru dibekali cara belajar dengan keterampilan proses sains maka sama halnya dengan dibekali keterampilan belajar sepanjang hayat (Carin, 1997).

NSTA (1998) menyatakan bahwa guru yang belajar sains secara didaktik dan abstrak tidak dapat diharapkan mengajar siswanya secara konstruktif dan konkrit. Guru-guru yang tidak pernah melakukan penelitian atau penyelidikan tidak akan menyukai model investigasi dalam pembelajaran terhadap siswanya. Menurut NSTA (1998) jika perkuliahan lebih menekankan metoda mengajar yang abstrak ditambah dengan kegiatan laboratorium yang bersifat demonstratif dan verifikatif maka siswa hanya akan belajar sains pada permukaan saja. Apabila keadaan tersebut

dipertahankan terus maka calon guru tersebut akan mendapatkan pembekalan yang kurang bermanfaat untuk tugasnya di lapangan nanti.

Dengan tujuan mencari model pembekalan pengalaman melakukan inkuiri bagi calon guru biologi maka dilakukan penelitian tentang kemampuan melakukan inkuiri bebas calon guru biologi dalam perkuliahan Biologi Umum. Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa calon guru biologi yang baru masuk perguruan tinggi (tingkat satu semester satu) yang mengikuti perkuliahan Biologi Umum. Perkuliahan Biologi Umum dipilih karena dekat dengan materi SMA sehingga calon guru selain belajar biologi berbasis inkuiri juga diharapkan akan mendapatkan model-model pembelajaran biologi berbasis inkuiri yang bisa diterapkan di sekolah.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah deskriptif. Sebanyak 29 orang mahasiswa calon guru biologi mengikuti perkuliahan Biologi Umum yang terintegrasi dan berbasis inkuiri. Sebelum melakukan inkuiri bebas, mereka dilatih melakukan inkuiri melalui kegiatan inkuiri terstruktur dan terbimbing. Kemudian di akhir perkuliahan mahasiswa secara berkelompok (tiga orang/kelompok) diminta untuk mengajukan permasalahan dan membuat rencana pemecahan masalahnya. Rencana pemecahan masalah yang mereka buat dipresentasikan di depan kelas untuk dinilai kelayakannya baik oleh dosen maupun oleh temannya sendiri. Penilaian dilakukan melalui rubric rencana percobaan.

Setelah mendapatkan masukan kelompok mahasiswa tersebut melaksanakan percobaannya di laboratorium. Dosen memfasilitasi terlaksananya percobaan melalui penyediaan dan peminjaman alat bahan. Mahasiswa diberi kebebasan untuk meneliti apa yang diinginkannya sesuai dengan permasalahannya sendiri. Dosen hanya membatasi lingkup materi/permasalahan dan membantu kemudahan alat dan bahan, atau memberi saran tentang teknik atau cara kerja suatu alat, tidak lupa pula memberi peringatan dan mengawasi keselamatan kerja mereka.

Setelah rancangan percobaan matang, mereka awalnya melakukan percobaannya bersama-sama serentak di dalam kelas. Untuk kelompok yang harus melanjutkan percobaannya maka dilanjutkan dan dilakukan di luar jam perkuliahan. Setelah percobaan dianggap selesai mahasiswa menyajikan temuannya di depan kelas per kelompok untuk dikritisi dan dikomentari oleh teman-temannya. Selama melakukan percobaan dan presentasi hasil percobaan, mahasiswa diobservasi dengan menggunakan lembar penilaian kinerja dan direkam menggunakan handycam. Kendala-kendala atau keuntungan melakukan open inkuiri dijamin melalui angket berisi pertanyaan terbuka. Data dikuantitatifkan dalam bentuk skala 1 - 5 atau persentase.

Diakhir perkuliahan hasil open inkuiri dipamerkan dalam bentuk poster. Pameran poster ini dimaksudkan sebagai kegiatan presentasi ilmiah dengan khalayak yang lebih luas lagi, yaitu dosen-dosen lain, teman-temannya dari kelas lain maupun kakak angkatannya. Kriteria penyajian hampir sama dengan laporan tertulis. Mahasiswa diberi kebebasan untuk berkreasi agar dapat menampilkan penyajian seilmiah dan semenarik mungkin. Setelah itu poster-poster mereka dipamerkan di depan koridor FPMIPA untuk meminta komentar teman-teman atau pemerhati lainnya selama dua minggu sebelum jadwal ujian akhir semester berlangsung.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Kemampuan melakukan inkuiri & dampaknya terhadap sikap ilmiah

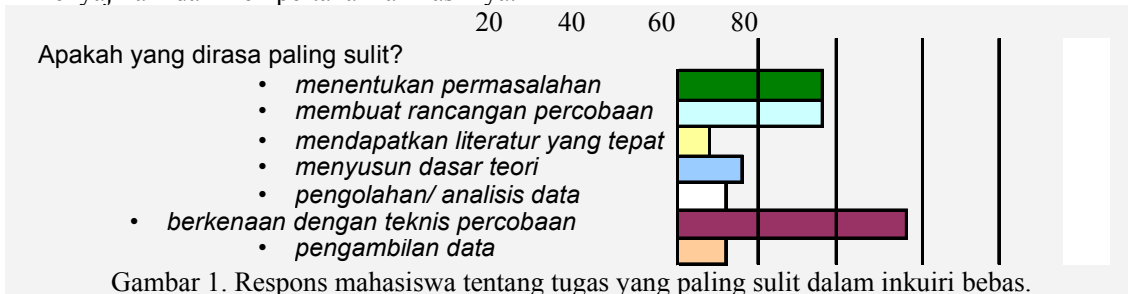
1. Kemampuan mengajukan permasalahan

Beberapa topik permasalahan diajukan mahasiswa dalam kegiatan open inkuiri :

”perbedaan struktur sel darah pada Vertebrata, pengaruh perubahan pH dalam sistem pencernaan ikan, pengaruh rangsang listrik terhadap kontraksi otot, pengaruh hormon tyroksin terhadap perkembangan kecebong, pengaruh suhu terhadap perkembangan embrio ayam, pengaruh jenis makanan terhadap konsentrasi Cl dalam urine mammalia, indera pembau pada lipas, pengaruh teh terhadap peredaran darah kecebong, pengaruh berbagai macam media terhadap adaptasi cacing, dan pengaruh perubahan habitat terhadap kecebong”.

Mahasiswa melakukan inkuiri secara penuh mulai dari observasi, pencarian literatur, merumuskan permasalahan, mengajukan pertanyaan, mendesain percobaan, menyusun atau menggunakan alat bahan, merekam data, menyusun dan menganalisis data, menarik kesimpulan,

menyajikan dan mempertahankan hasilnya.



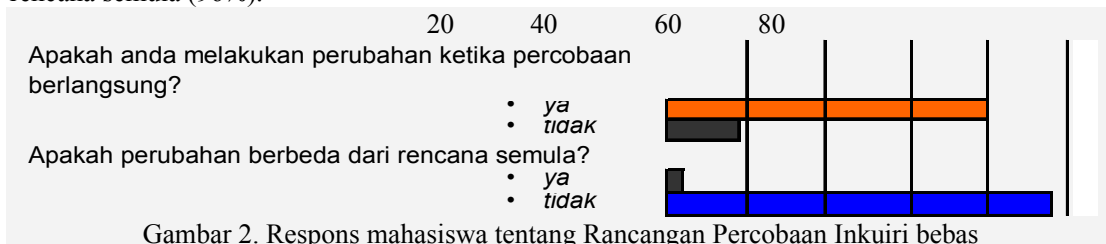
Gambar 1. Respons mahasiswa tentang tugas yang paling sulit dalam inkuiri bebas.

Mahasiswa mendapatkan masalah yang harus ditelitinya melalui tahap prefokus dirasakan tahap yang paling sulit terbukti dari hasil kuesioner terbuka (38% mahasiswa menyatakan sulit dalam menentukan permasalahan, hampir 18 % mahasiswa menyatakan sulit untuk mendapatkan dasar teori percobaan dan 8% merasakan kesulitan untuk mendapatkan literatur yang mereka inginkan. Kesulitan ini disebabkan pada tahap ini mahasiswa harus menggali dan memikirkan tentang informasi latar belakang permasalahan secara mandiri selain kendala bahasa sebagai sumber kesulitan yang umum. Menurut Donham dalam Alberta (2004) sebenarnya fase prefokus adalah fase yang pertama kali disukai mahasiswa . Pada fase ini mahasiswa aktif mencari informasi, namun kadang mereka keluar fokus dan merasa frustrasi. Untuk melewati rasa frustrasi ini maka dosen harus tanggap terhadap kesulitan yang mereka hadapi misalnya dengan memberikan keterampilan dan strategi memilih informasi, dan menunjukkan sumber informasi yang relevan.

2. Merencanakan Percobaan

Dalam kegiatan ini, setelah mereka mendapatkan fokus untuk diteliti, maka kesulitan kedua bagi mereka adalah tahap merencanakan percobaan dan teknis bagaimana data akan diambil (38% menyatakan sulit dalam merencanakan percobaan). Pada tahap ini mahasiswa harus mendapatkan cara pemecahan masalah melalui identifikasi variabel percobaan, parameter yang akan diukur, mengelompokkan perlakuan, dan merencanakan cara pengambilan data. Menurut Donham dalam Alberta (2004) pada tahap ini mereka akan aktif mencari informasi yang berhubungan dengan topik percobaan yang mereka inginkan.

Berdasarkan kuesioner diperoleh informasi bahwa ternyata mahasiswa terus menerus memperbaiki rancangannya, walaupun bukan yang mendasar tapi perubahan ini biasanya berhubungan dengan keterbatasan yang ada di laboratorium atau di lapangan. Sebanyak 80 % melakukan perubahan dalam rencana kerja, tetapi perubahan tersebut tidak berbeda dari rencana semula (96%).



Gambar 2. Respons mahasiswa tentang Rancangan Percobaan Inkuiri bebas

Contohnya adalah perubahan dalam hal pemilihan bahan/zat (12%) seperti dari T4 murni menjadi tablet 10 mg yang mengandung tiroksin, atau dari ikan seribu menjadi kecebong, atau perubahan dari menggunakan alat micrometer menjadi menggunakan CCTV dan lain-lain.

Dari kesepuluh kelompok yang melakukan inkuiri bebas, sebanyak dua kelompok melakukan modifikasi alat, dan dua kelompok lain merancang sendiri alat percobaannya, sisanya menggunakan alat yang ada di lab seperti tabung reaksi, buret, Erlenmeyer, mikroskop, CCTV, micrometer. Dari kedua fenomena ini maka dapat dikatakan bahwa kegiatan inkuiri bebas memperlihatkan keluwesan dan memunculkan kreativitas mahasiswa.

Ketika melakukan presentasi di hadapan teman-temannya, mereka mendapat masukan untuk perbaikan mulai dari judul, asumsi, hipotesis, perlakuan, dan metoda percobaan. Dalam hal ini dosen memberikan pengarahan tentang kemungkinan bisa tidaknya percobaan dilakukan, atau memberi saran dengan memperhatikan keterbatasan alat/specimen yang ada, murah, mudah, tapi sesuai dengan apa yang mereka inginkan. Bantuan dosen dalam fase ini sangat penting karena sesuai dengan pendapat Donham dalam Alberta (2004) bahwa yang diharapkan dari guru dalam fase ini, selain mengarahkan percobaan yang ingin mereka teliti juga memberi motivasi dan kepercayaan diri.

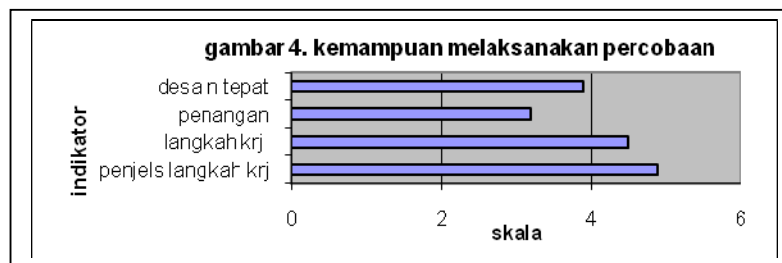
3. Proses Pengambilan Data

Pada proses pengambilan data, mahasiswa melakukan percobaan sesuai desain yang telah dibuat. Mereka merangkai alat, mempersiapkan bahan percobaan, membuat perlakuan, melakukan pengamatan, mengambil dan mencatat data.

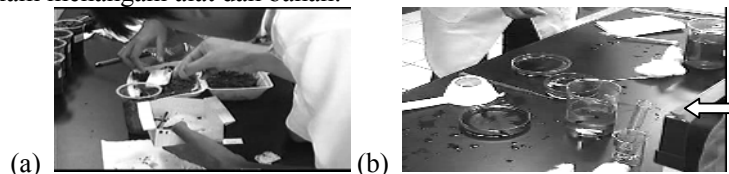
Pada saat pengambilan data sebagian besar (58%) mahasiswa menyatakan sulit dalam teknis pengambilan data. Ketika proses pengambilan data dosen mengamati dan memantau terus menerus, bahkan jika percobaan tidak dilakukan di dalam lab maka dosen meninjaunya sampai ke tempat untuk meyakinkan bahwa percobaan mereka dilakukan dengan baik dan benar.



Gambar 3. Beberapa kelompok sedang melakukan aktivitas untuk menjawab apa yang ingin mereka ketahui.



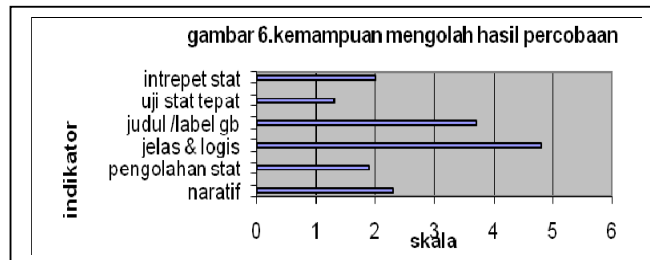
Beberapa kelompok mahasiswa masih memperlihatkan penanganan alat dan bahan yang kurang tepat (lihat gb 4. nilai 3 dari skala 5). Melalui rekaman video ada beberapa kinerja mahasiswa yang bisa dilihat, seperti gambar berikut ini yang memperlihatkan kekurangan mahasiswa dalam menangani alat dan bahan.



Gambar 5. Nampak mahasiswa menangani bahan cacing tanah tanpa sarung tangan (a), atau mahasiswa bekerja tidak rapih ,menyimpan tabung reaksi tidak pada rak tabung Reaksi (b).

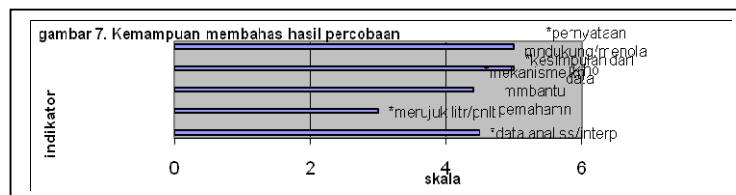
4. Proses Analisis Data

Dalam perkuliahan ini juga diasah keterampilan mahasiswa dalam menganalisis data dan menilai hasil untuk mendapatkan kesimpulan yang valid dan masuk akal karena menurut NSTA & AETS (1998) siswa sains seharusnya diberi kesempatan untuk menganalisis data. Mereka seharusnya memperoleh tingkat kecakapan yang memadai dalam mengumpulkan dan menganalisis data dalam berbagai format (terbuka dan tertutup) dan dapat menggunakan kriteria ilmiah untuk membedakan kesimpulan yang valid dan tidak valid.



Berdasarkan pengamatan sejak awal perkuliahan mahasiswa nampak mengalami kesulitan dalam melakukan pengolahan data. Kemampuan mereka masih lemah dalam hal membuat grafik dengan benar, menarik suatu pola atau keteraturan dari data, melakukan korelasi antara data yang satu dengan lainnya, apalagi penggunaan uji statistiknya. Dengan demikian mengolah dan menganalisis data merupakan kesulitan berikutnya yang dirasakan mahasiswa, sebanyak 12 % masih merasa kesulitan. Dalam hal ini dosen memberikan bimbingan dan latihan bagaimana cara membandingkan, mengkontraskan, mensintesis, dan mengambil generalisasi dari data dengan cara ikut serta dalam diskusi kelompok atau melakukan pertemuan yang membahas cara pengolahan data.

Dalam hal membahas hasil percobaan mahasiswa juga masih Nampak lemah dalam merujuk atau membandingkan dengan literature atau hasil penelitian namun mengambil kesimpulan sudah berdasarkan data dan menyatakan menolak atau menerima hipotesis seperti gambaran berikut ini :

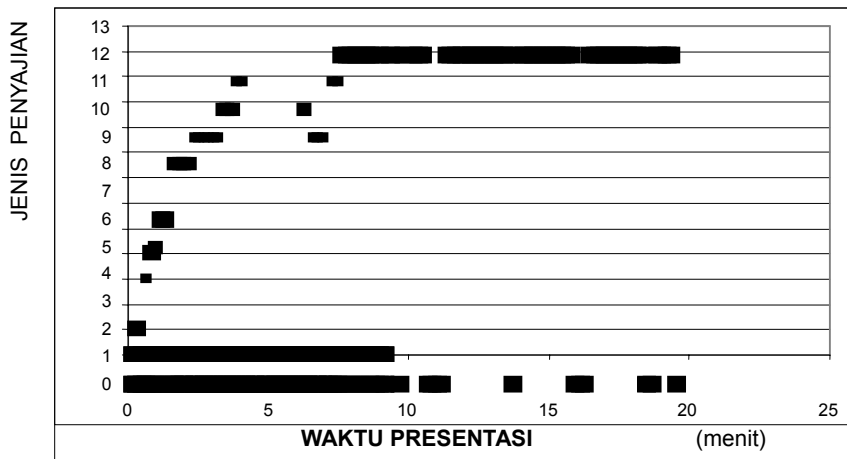


nampak mahasiswa tingkat satu masih ada dalam taraf pemula belum profesional sesuai dengan yang dikemukakan NSTA & AETS (1998) bahwa konsep-konsep digali dan dibangun melalui investigasi yang profesional dan ilmiah.

5. Menyajikan Hasil Percobaan

Tahap pelaporan secara oral atau presentasi di depan kelas sebenarnya adalah tahap yang paling menegangkan sekaligus paling menyenangkan. Disebut tahap menegangkan karena dalam tahap ini seringkali siswa merasa gugup dan takut kalau orang lain tidak akan memahami dan tidak menghargai apa yang telah mereka lakukan (Donham dalam Alberta, 2004). Oleh karena itu mahasiswa akan lebih termotivasi dan berusaha untuk memahami gambaran umum hasil percobaannya. Mereka akan berusaha keras untuk bisa menjelaskan kepada teman-temannya terbukti dengan giatnya mereka mencari literatur, berdiskusi baik dengan sesama anggota kelompok maupun dengan dosen.

Mereka akan memilih dan menyusun data atau informasi dengan kata-kata sendiri dan merancang format presentasi, mereka menjadi percaya diri dan biasanya ingin meliputi banyak dari apa yang mereka pelajari dan apa yang mereka hasilkan. Yang jelas dalam kesempatan ini mahasiswa berlatih bagaimana para saintis berbagi informasi



Gambar 8. Urutan menyajikan laporan ilmiah (oral) mahasiswa kelompok I
(1) Judul, (2) latar belakang, (3) Rumusan masalah, (4) Hipotesis,
(5) Variabel penelitian, (6) Perlakuan, (7) Ulangan, (8) Cara kerja,
(9) Penyajian data, (10) Analisis data, (11) Kesimpulan, (12) Diskusi ilmiah

Gambar 8. merupakan transkripsi rekaman presentasi kelompok satu dengan memakai analisis videograf, dalam gambar tersebut diperlihatkan bagaimana alur presentasi terjadi. Nampak kelompok ini menyajikan laporannya sesuai format ilmiah walau masih terdapat beberapa kekurangan. Pada umumnya hanya sepertiga waktu presentasi digunakan untuk penyajian, dan sebagian besar waktu presentasi digunakan untuk diskusi, tanya jawab, mengajukan saran, atau kritikan di antara sesama teman.

Mereka juga senang berdiskusi dan berbagi informasi terbukti dalam bagian tanya jawab mereka terlihat antusias, sekitar 50% berani mengajukan pendapat dengan alasan,

” kalau tidak bicara suka menyesal,.. mengungkap unek-unek, ..
menghilangkan rasa penasaran, ..mencari kejelasan, ..ingin memberi masukan
atau motivasi, gatal kalau tidak bicara....”

walau sekitar (35%) mahasiswa masih ada yang tidak berani untuk bertanya atau berpendapat dengan alasan, erekam dari respons mahasiswa terhadap pertanyaan terbuka.

”....takut salah,..tidak punya dasar pengetahuan,..sudah ada yang bicara,.. didahului
teman,.. malu atau takut tidak bermutu,.. tidak terbiasa,.. kurang percaya diri atau
gugup...”.

Tahap pelaporan secara oral ini nampak banyak manfaatnya karena terlihat seperti hasil analisis videograf lainnya melalui presentasi ini mereka melakukan kegiatan mencerna informasi, mengidentifikasi adanya kesalahan percobaan, menarik kesimpulan, menyatakan konsep, merespons pertanyaan teman, dan lain-lain. Selain itu melalui kegiatan ini nampak mahasiswa menyerap informasi yang mereka kumpulkan dari berbagai sumber. Hal ini terbukti ketika diskusi salah seorang penanya (mahasiswa) mengatakan: “ ... berdasarkan apa yang saya baca....” ketika menyanggah pendapat temannya. Selain itu mahasiswa yang biasanya diam tidak banyak terlibat dalam diskusi ketika presentasi mereka tampil untuk berbicara, menjawab atau mempertahankan pendapatnya. Terpaksa atau tidak, yang jelas mereka berbagi pengetahuan atau informasi. Pembagian tugas dan tanggung jawab nampak dilakukan dengan baik walaupun masih nampak dominansi mahasiswa yang lebih pintar, terutama dalam hal mempertahankan pendapatnya.

Menurut Berdnarski *et al.* (2005) proses presentasi oral secara signifikan akan menurunkan kegiatan diskusi antar kelompok, dan penting dilakukan agar mahasiswa dapat memahami apa yang dikerjakan oleh kelompok lainnya. Presentasi ini penting untuk membantu mahasiswa mengasimilasi berbagai macam informasi yang mereka kumpulkan. Mereka akan termotivasi untuk memahami gambaran umum dari penelitian yang mereka lakukan terutama ketika mereka harus menjelaskan di depan kelas. Menurut Handelsman *et al.*, 2002, mengajak siswa dalam investigasi ilmiah dan berdebat secara intelektual akan membuat mereka menjadi termotivasi dalam belajar, menurunkan beberapa keterampilan analisis, kemampuan menemukan informasi,

meningkatkan semangat ingin tahu, dan kemampuan bertanya. Dengan demikian melalui kegiatan belajar berbasis inkuiri ini tidak saja akan dapat dibangun budaya kelas yang saling menghargai dan menguntungkan bagi mahasiswa tetapi juga membutuhkan partisipasi aktif baik dari mahasiswa, dosen, laboran, dan seluruh staf jurusan.

Di akhir perkuliahan, setelah penyajian laporan secara oral selesai maka mahasiswa diminta untuk menyajikan laporan mereka berdasarkan revisi hasil diskusi di dalam kelas dalam bentuk poster yang menarik. Poster-poster mereka dipajang di koridor sehingga bisa dibaca oleh teman-teman mereka secara umum dan di bawah poster disediakan ruang untuk komentar dari para pemerhati. Berdasarkan masukan yang terekam dalam bentuk saran atau kritik, diketahui ternyata audiensnya terdiri dari teman-teman mereka sendiri baik yang satu angkatan maupun kakak angkatan, serta ada juga yang berasal dari lain jurusan. Tanggapan pembaca pada umumnya positif, menunjukkan apresiasi yang tinggi terhadap karya mereka sehingga mahasiswa merasa bangga atau merasa terangkat harga dirinya dengan proyek mereka dan terobati jerih payahnya selama mengerjakan tugas tersebut. Nampaknya di akhir perkuliahan hilanglah keluhan mereka terhadap sistem perkuliahan yang tidak biasanya, yang berbeda dari perkuliahan lain maupun pembelajaran Biologi di SMA-nya dulu.

Pada umumnya pada akhir perkuliahan ini mereka merasa sangat bangga, puas, dan senang sekali (72%). juga memperlihatkan tingginya tingkat antusiasme dan keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan laboratorium. Pada umumnya perkuliahan ini dilakukan dalam setting kegiatan laboratorium, dalam setting ini menurut NSTA & AETS (1998) dosen menggunakan kelompok kecil maupun besar untuk merangsang diskusi, meningkatkan penggunaan bahan, mendistribusikan tanggung jawab, dan menyebarkan keahlian disekitar kelas.

SIMPULAN, SARAN DAN REKOMENDASI

Kemampuan mahasiswa calon guru biologi tingkat satu melakukan inkuiri bebas masih dalam taraf pemula. Namun mereka namun mahasiswa menunjukkan antusiasme dan keterlibatan yang cukup tinggi, serta meningkatnya minat untuk melanjutkan kegiatan penelitian, terbiasa mengemukakan pendapat, menerima kritik, mampu menjelaskan dan memuaskan rasa ingin tahu mereka. Berdasarkan hasil penelitian alangkah baiknya jika mahasiswa dipe diperkenalkan dengan teknik pengolahan data melalui computer (program excel, SPSS) atau teknik presentasi melalui *Power point*. Dibutuhkan dukungan dan komitmen dari segenap sivitas akademika FPMIPA untuk terciptanya budaya inkuiri ilmiah di lingkungan kampus.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberta (1998). *Biology 20-30 (Senior High)*. Edmonton, Canada : <http://www.Irc.learning.Gov.ab.ca>. [3 Mei 2005].
- Alberta. (2004). *Focus on inquiry : a teacher's guide to implementing inquiry-based learning*. Edmonton, Canada : <http://www.Irc.learning.Gov.ab.ca> [7 Maret 2005].
- Anggraeni,S. dkk, (2007) Kinerja calon guru biologi sebagai agen pembelajaran biologi di sekolah. Tidak diterbitkan. LP. UPI
- Bednarski, A.E., Sarah C.R.Elgin, and Himadri B. Pakrasi. (2005). *An Inquiry into Protein and Genetica Desease: Introducing Undergraduate to bioinformatics in a Large Introductory Course*. *Cell Biology Education* .(4) : 207-220. Fall.
- Carin. A.A. (1997). *Teaching Science Through Discovery*. 8th.ed. New Jersey : Prentice Hall. Inc.
- Handelsman, J., Houser,B., and Kriegel,H.,(2002). *Biology Brought to Life: A Guide to Teaching Students to Think Like Scientists* (Instructor Version) by McGraw-Hill.

National Research Council (2000). ***Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning***. Washington, DC: National Academy Press.

NSTA & AETS, (1998). ***Standards for Science Teacher Preparation***RC, (2000)