

# KEMAMPUAN DASAR BEKERJA ILMIAH DALAM PENDIDIKAN SAINS DAN ASESMENNYA

*Prof. Dr. Nuryani Y. Rustaman*

## **A. PENDAHULUAN**

Sudah sejak lama sains dengan metode ilmiahnya dianggap memberikan kontribusi penting dalam pengembangan proses berpikir dan sikap ilmiah. Kurikulum sains melalui pengembangan, pembaharuan, dan penyempurnaan berupaya memperhatikan perimbangan konten dan proses dalam rumusan tujuan kurikulumnya. Namun baru pada kurikulum berbasis kompetensi yang diperhalus menjadi kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP) tuntutan kemampuan kerja ilmiah dieksplisitkan dalam Standar Kompetensi Lulusan (SKL) dengan penjabarannya pada SKL kelompok mata pelajaran. Kerja ilmiah bukan lagi dianggap perlu dibekalkan kepada para siswa yang akan berkecimpung dalam bidang sains, melainkan sangat mendesak dibekalkan kepada siswa sebagai bekal bertahan hidup selain bekal melanjutkan studi dan bekal bekerja.

Penyusunan tulisan ini dimaksudkan untuk memperkenalkan sebagian hasil studi sementara dari Hibah Pasca yang dibiayai Dirjen Dikti (selama tiga tahun yang telah meluluskan sejumlah magister dan doktor Pendidikan IPA). Selain itu melalui tulisan ini juga penulis ingin mengajak para peserta seminar untuk bersama-sama mencari metode asesmen yang dapat menjangkau kemampuan dasar bekerja ilmiah (KDBI), khususnya kecerdasan emosional sebagai bagian dari *science disposition* dan sekaligus juga bagian dari KDBI.

## **B. SAINS UNTUK PENGEMBANGAN KARAKTER**

### **1. *Science for All***

Pentingnya sains bagi pengembangan karakter warga masyarakat dan warganegara (Rustaman, 2007) telah menjadi perhatian para pengembang pendidikan sains di pelbagai negara seperti Amerika Serikat (Rutherford & Ahlgren, 1990) dan negara-negara anggota OECD melalui PISA. Melalui

pengetahuan, prosedur ilmiah, beserta konteksnya pada skala masyarakat dan global, sains memberi kontribusi pembentukan literasi sains (*scientific literacy*). Bahkan sejak tahun 1990an gerakan "science for all" ini telah mendapat perhatian serius dari negarawan dan politisi.

Sains dianggap menduduki posisi penting dalam pembangunan karakter masyarakat dan bangsa karena kemajuan pengetahuannya yang amat pesat, kemampuan prosesnya yang dapat ditransfer pada bidang lain, serta muatan nilai dan sikap di dalamnya. Dalam menghadapi kehidupan pada masa sekarang dan yang akan datang hampir mustahil seseorang atau sekelompok orang dapat bertahan hidup tanpa bekal *science disposition and ability in science*. Berbagai upaya untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam bidang sains telah banyak dilakukan, tetapi belum memberikan bekal perubahan yang berarti di kalangan peserta didik. Selain lemahnya penjarangan kemampuan (*ability*) dalam sains, asesmen dalam *science disposition* sebagai fungsi formatif masih sangat jarang dikembangkan melalui penelitian.

## **2. Science as Inquiry and Science Disposition**

Dalam visi yang ditampilkan oleh National Science Education Standard (NRC, 1996), *inquiry* merupakan suatu langkah lebih jauh (*a step beyond*) "science as a process". Visi baru tersebut melibatkan proses sains dan pentingnya siswa mengkombinasikan proses dengan pengetahuan ilmiah ketika menggunakan penalaran ilmiah dan berpikir kritis untuk mengembangkan penguasaan sainsnya.

Dengan memperkenalkan inkuiri kepada siswa berarti membantu siswa mengembangkan: (i) pengertian tentang konsep sains, (ii) suatu apresiasi cara mengetahui dalam sains, (iii) pemahaman hakikat sains, (iv) keterampilan yang diperlukan untuk menjadi penyelidik mandiri tentang dunia alami, (v) ***dispositions to use the skills, abilities, and attitudes associated with science*** (NRC, 1996:105).

Melalui standar-standar yang dikeluarkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) diketahui ada keinginan pemerintah untuk memberdayakan berbagai kelompok mata pelajaran dalam membekali siswa-siswa kita dengan akhlak mulia dan kemampuan akademik yang membanggakan. Contoh tersebut dapat dilihat dalam Standar Kemampuan Lulusan (SKL) untuk SMA/MA

tercantum: "mampu berkomunikasi melalui tulisan dan lisan secara efektif dan santun". Berkomunikasi tertulis secara efektif dapat diartikan menggunakan cara-cara yang tidak membuang waktu dan mudah dipahami, seperti dalam bentuk bagan, tabel, grafik. Berkomunikasi secara santun dapat dimaknai luwes, tidak bias dan tidak menyinggung perasaan orang atau kelompok tertentu.

### **C. KEMAMPUAN DASAR BEKERJA ILMIAH (KDBI)**

#### **1. Karakteristik KDBI dan Pentingnya Dikembangkan pada Peserta Didik**

Pada awalnya kemampuan dasar bekerja ilmiah (KDBI) dianggap sebagai perluasan metode ilmiah dan diartikan sebagai *scientific inquiry* yang diterapkan dalam belajar sains dan kehidupan. KDBI mencakup kecerdasan intelektual dan kecerdasan emosional. Dalam pembelajarannya *scientific inquiry* (KDBI) dapat dilakukan melalui pemberian pengalaman dalam bentuk kegiatan mandiri atau kelompok kecil (Ramsey, 1993).

*Scientific inquiry* penting dikembangkan karena memungkinkan siswa dan guru (Dewey, 1987 dalam NSTA & AETS, 1998), mengembangkan dan menggunakan berpikir tingkat tinggi dalam pemecahan masalah (Resnick, 1987 dalam NSTA & AETS, 1998; NRC, 2001), mengembangkan berpikir kritis yang tertanam dalam berbagai proses keilmuan (Schwab, 1962 dalam NSTA & AETS, 1998; Ennis, 1985). Dengan demikian KDBI sangat penting dikembangkan dalam pembelajaran sains di setiap jenjang.

Inkuiri sendiri sering diartikan sebagai aktivitas eksperimen untuk menguji suatu hipotesis (Marzano *et al.*, 1994; Joyce *et al.*, 2001). Sementara itu Beyer (1971) berpendapat bahwa inkuiri (*inquiry*) memiliki beberapa komponen. Komponen utama dalam inkuiri adalah proses (*process*), pengetahuan (*knowledge*), serta sikap dan nilai (*attitudes and values*). Komponen pengetahuan dalam inkuiri meliputi hakikat pengetahuan (*nature of knowledge*) dan perangkat inkuiri (*tools of inquiry*). Hakikat pengetahuan mengandung arti bahwa apa yang diketahui oleh individu atau kelompok tidak pernah lengkap, karena pengetahuan terus berkembang (tentatif).

Menurut *National Science Education Standard* (NRC,1996:62) pengembangan profesional bagi guru sains perlu memadukan pengetahuan sains, pembelajaran, pedagogi, dan pengetahuan tentang siswa. Selain itu pengembangan profesional guru sains juga perlu menerapkan pengetahuan ke

dalam pengajaran sains melalui inkuiri dan penyelidikan (NRC, 1996:72). Untuk pembelajaran inkuiri pada level manapun guru perlu membimbing, mengarahkan, memfasilitasi, dan memacu siswa belajar. Guru memfasilitasi belajar sains dengan memotivasi mereka dan mencontohkan model keterampilan penyelidikan sains. Selain itu guru memfasilitasi siswa agar memiliki keingintahuan, keterbukaan terhadap gagasan baru dan data, serta skeptisisme yang merupakan karakteristik sains (NRC, 1996: 32). Trowbridge *et al.* (1981) mengemukakan eratnya hubungan inkuiri dengan bertanya, dan dapat disajikan dengan demonstrasi, eksperimen, penyelidikan dan diskusi.

Dalam masing-masing metode dapat dikembangkan KDBI. Kecerdasan intelektual yang merupakan bagian dari KDBI, sebagian besar merupakan keterampilan proses sains (KPS) pada jenjang pendidikan dasar dan menengah (Rustaman, 2003) atau kemampuan generik (KG) pada jenjang pendidikan tinggi (Brotosiswoyo, 2002; Suma, 2003; Yunita, 2004). Keterampilan proses sains sendiri merupakan penjabaran dari metode ilmiah (Rustaman, 2003), sedangkan kemampuan generik merupakan hasil belajar yang tertinggal apabila seseorang belajar sains dengan benar (Brotosiswoyo, 2002).

Kecerdasan intelektual dalam KDBI di jenjang pendidikan dasar dan menengah banyak beririsan dengan KPS (mengajukan pertanyaan, observasi, inferensi, klasifikasi, prediksi, interpretasi, merencanakan percobaan/ penyelidikan, menggunakan alat/bahan, komunikasi, dan berhipotesis). Adapun kemampuan generik (KG) dalam sains di perguruan tinggi mencakup kemampuan menggunakan bahasa simbolik, membangun konsep, membangun model matematika, mengevaluasi kebenaran data, menggunakan inferensi logis, memahami hukum sebab akibat, menyelesaikan masalah kuantitatif, melakukan pengamatan langsung dan tak langsung, serta kesadaran akan skala besaran (*sense of scale*). KDBI di perguruan tinggi tampaknya merupakan kelanjutan dari KDBI di pendidikan dasar dan menengah. Karena guru-guru yang dididik dan dihasilkan oleh Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan (LPTK) nantinya akan mengajar sains kepada siswa-siswa di pendidikan dasar dan menengah, maka mereka juga perlu mengalami dan mengembangkan KDBI yang mirip dengan KPS.

Secara eksplisit dalam Kurikulum berbasis kompetensi dan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) kerja ilmiah diungkapkan menjadi

kemampuan merencanakan dan melaksanakan percobaan atau penyelidikan, dan berkomunikasi ilmiah. Guru-guru diberi kebebasan untuk memilih dan mengadaptasikan kurikulum dengan cara merancang silabusnya sendiri dan merealisasikan gagasannya melalui rencana pembelajaran (RP) yang berkesinambungan untuk membimbing siswanya merancang dan melaksanakan kerja ilmiah. Sudah waktunya guru-guru kelompok mata pelajaran (MGMP) sains bekerjasama dengan guru lain untuk meningkatkan program sains dan sekaligus meningkatkan profesionalismenya

Percobaan mandiri yang dilakukan siswa dalam belajar sains di sekolah, akan memberikan kesempatan bagi siswa untuk mendapatkan pengetahuan, yang akan mempermudah siswa untuk menguji, memodifikasi, mengubah ide awal yang telah dimiliki dan mengadopsi ide yang baru.. Pengetahuan episode yang diperoleh siswa dapat tersimpan lebih lama dan lebih mudah diaplikasikan dalam upaya siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya (Tobin, 1995). Melakukan percobaan mandiri dapat mendorong berkembangnya keterampilan berpikir tingkat tinggi (Costa, 1985) dan dapat digunakan sebagai sarana bagi pengembangan kecerdasan emosional (yang di Indonesia belum banyak dilakukan guru dalam pembelajaran). Untuk memahami proses belajar, diperlukan pemahaman tentang tahapan belajar, hasil belajar, dan pembentukan pengetahuan.

Belajar akan berlangsung pada diri seseorang apabila dihadapkan pada suatu keadaan tidak seimbang, atau dengan kata lain peserta didik dihadapkan pada suatu masalah tertentu. Untuk dapat memecahkan masalah seseorang mengkonstruksi pengetahuan berdasarkan pengalamannya. Dia dapat memecahkan masalahnya dengan baik apabila ia memperoleh pengalaman sendiri tentang masalah yang dihadapi dan mempunyai kesempatan untuk berlatih memecahkan masalah itu sesuai dengan kemampuan dirinya. Pengetahuan yang diperoleh bukan gambaran dari dunia nyata yang terjadi melalui kegiatan orang lain, tetapi merupakan rekonstruksi kegiatan yang dilakukan sendiri secara aktif.

## **2. Pembelajaran Sains untuk Mengembangkan Kemampuan Bekerja Ilmiah**

Sains memiliki karakteristik dalam cara mempelajarinya yang berbeda dengan cara-cara mempelajari ilmu pengetahuan yang lainnya. Ketika belum ada

pendidikan formal, orang-orang mempelajarinya dengan berinteraksi langsung dengan alam, kemudian berangsur-angsur hasilnya dicatat dan dikomunikasikan kepada orang banyak. Cara mempelajari sains ternyata mengalami pergeseran ketika penge-tahuan sebagai produk sains itu menjadi makin banyak. Pengetahuan tersebut diinformasikan melalui berbagai cara, sehingga orang-orang yang mempelajari sains selanjutnya lebih terpaku pada hasil atau produk sains. Dengan makin banyaknya pengetahuan dan begitu berkembangnya sains, makin tidak mungkin orang mempelajari sains dengan cara seperti itu. Pembelajaran seyogianya menekankan pengembangan kemampuan untuk memproses dan menghasilkan pengetahuan sekaligus dengan dampak pengiring yang menyertainya, atau dikenal dengan proses, produk dan nilai.

Upaya mengembalikan pembelajaran sains sesuai dengan hakekatnya telah banyak dilakukan baik dalam sains maupun ilmu pengetahuan sosial melalui inkuiri. Menurut Beyer (1971:24) melalui inkuiri, dimungkinkan pembelajaran yang melibatkan proses, produk atau pengetahuan (*content, knowledge*) dengan konteks dan nilai (*context, values, affective*).

Beberapa isu yang dipersoalkan para guru sains di lapangan dalam menerapkan pembelajaran berbasis inkuiri antara lain adalah: penguasaan konten, waktu pembelajaran, tuntutan penilaian yang kurang sinkron dengan visi-misi dan hakikat pembelajaran sains. Waktu pembelajaran selalu dikeluhkan kurang apabila akan melakukan kegiatan laboratorium. Selain itu karena selama ini yang dinilai dalam ujian nasional lebih dititikberatkan pada penguasaan konsep, maka para guru kurang termotivasi untuk melakukan pembelajaran berbasis inkuiri.

Beberapa metode yang dapat digunakan dalam pembelajaran IPA di sekolah antara lain metode ceramah ekspositori, diskusi, eksperimen dan penyelidikan, widyawisata serta bermain peran dengan pendekatan pemecahan masalah dalam berbagai bentuk kegiatan (tugas menggambar, menceritakan kembali, mengutarakan dengan kata-kata sendiri, simulasi, percobaan).

### **3. Pembelajaran berbasis Inkuiri dalam Pendidikan Sains**

Dari berbagai model yang dikaji dalam *Models of Teaching* (Joyce, et al., 2000), model inkuiri merupakan salah satu model kognitif yang diunggulkan untuk pembelajaran sains di sekolah. Peran inkuiri dalam pendidikan sains

diungkap oleh Rutherford (Romey, 1968: 264) dengan menghubungkan inkuiri dengan "content". Disimpulkan olehnya bahwa: "... the emphasis has been on viewing scientific inquiry as part of the content of science itself". Hal ini sesuai dengan kerja ilmiah dalam kurikulum berbasis kompetensi (KBK) rumpun sains, khususnya biologi, baik di tingkat SLTP maupun di tingkat SMU.

Menurut *National Science Education Standard* (NRC, 1996) perencanaan pengajaran inkuiri dapat dilakukan dengan cara: (1) mengembangkan kerangka kerja jangka panjang (setahun) dan tujuan-tujuan jangka pendek bagi siswanya; (2) memilih konten sains, mengadaptasi dan merancang kurikulum yang memenuhi minat, pengetahuan, pemahaman, kemampuan, dan pengalaman siswa; (3) memilih strategi mengajar dan asesmen yang mendukung pengembangan pemahaman siswa dan memberikan dampak iringan terhadap masyarakat pebelajar sains; (4) bekerja sama sebagai kolega di dalam disiplin, juga lintas disiplin dan jenjang kelas. Dalam hal ini inkuiri menjadi pertanyaan-pertanyaan otentik yang diturunkan dari pengalaman siswa dan merupakan strategi sentral dalam pengajaran sains.

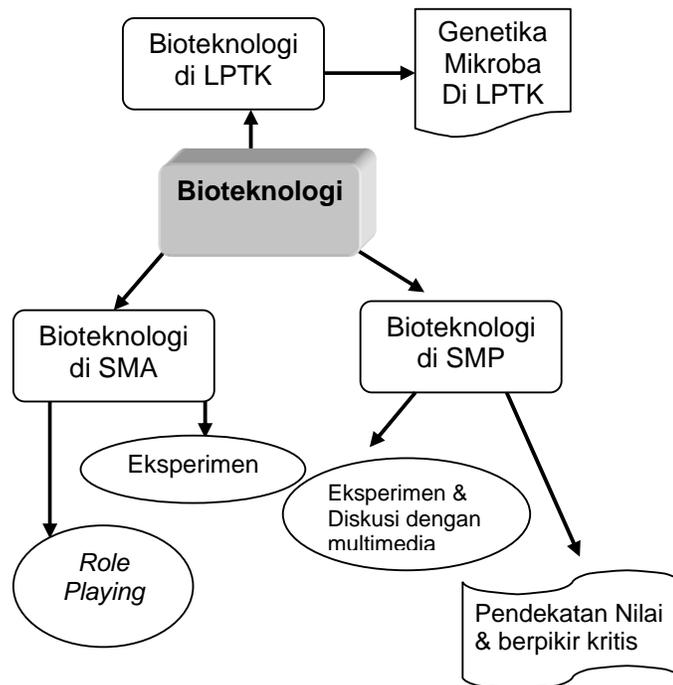
Menurut Krech (1982) faktor yang berpengaruh dalam perubahan perilaku tergantung pada keinginan diri individu, kepribadiannya, informasi yang diterima, kerja kelompok dan lingkungan yang mendukung. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut dan penerapan konstruktivisme, hasil penelitian pembelajaran sains dengan kegiatan mandiri atau dengan *hands on dan minds on activity*, di LPTK dan di sekolah dapat mengubah perilaku guru dalam melakukan pengajaran dengan percobaan mandiri dalam pembelajaran sains di sekolah menengah (Suma, 2003; Rustaman & Efendi, 2004). Hasil belajar sains dapat dalam bentuk pengetahuan, cara kerja, pola pikir, kerjasama, aktualisasi diri, dan keterampilan berkomunikasi.

#### **D. STUDI KASUS PADA BIOLOGI: BIOTEKNOLOGI**

Dari hasil survei sebagai studi pendahuluan diketahui bahwa Bioteknologi merupakan materi pelajaran yang dianggap sulit, baik oleh siswa maupun oleh guru. Informasi tambahan diperoleh bahwa guru-guru mencari model pembelajaran yang cocok untuk materi Bioteknologi. Selama ini materi tersebut diajarkan dengan metode ceramah atau penugasan membaca dan merangkum. Materi bioteknologi sendiri setelah dikaji terdapat di SMP kelas 3, di SMA kelas 1

dan 3 dalam KBK, sedangkan dalam KTSP materi bioteknologi hanya ada di SMP kelas IX dan SMA kelas XII. Penempatan bioteknologi di kelas-kelas terakhir di SMP dan SMA sering dijadikan alasan untuk tidak melakukan pembelajaran yang memerlukan waktu.

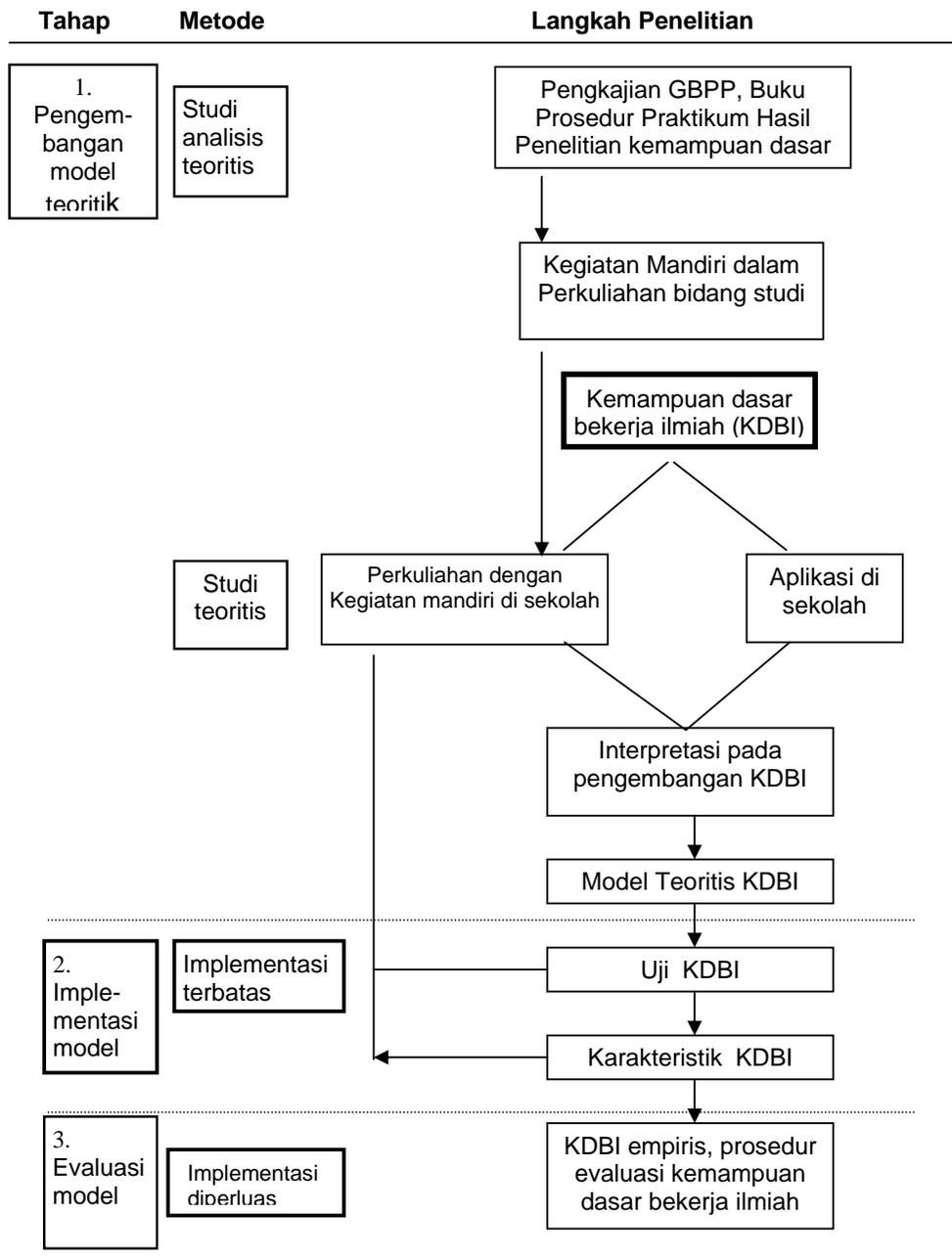
Bioteknologi dibedakan menjadi bioteknologi tradisional dan bioteknologi modern. Termasuk bioteknologi tradisional adalah pembuatan bahan makanan berupa roti, donat, tape, yoghurt, tempe, tauco dan lainnya, sedangkan termasuk bioteknologi modern antara lain kultur jaringan dan kloning yang konsepnya abstrak, mengandung muatan etika dan nilai serta memerlukan penanganan tertentu jika dieksperimenkan. Oleh karena itu dipilih metode tertentu dalam perencanaan penelitian berkenaan dengan bioteknologi (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Rangkuman metode pembelajaran bioteknologi di berbagai jenjang

Subyek penelitian yang terlibat adalah mahasiswa calon guru biologi di LPTK, siswa SMA, dan siswa SMP, beserta para pengajar (dosen dan guru-guru)nya. Instrumen yang digunakan adalah tes penguasaan konsep yang mengembangkan penalaran (Bloom yang direvisi, berpikir kritis Ennis),

keterampilan proses sains, lembar observasi, angket (pengajar, mahasiswa calon guru, siswa), skala sikap untuk siswa.



Gambar 2. Disain Penelitian KDBI

Dari hasil penelitian sebelumnya (Rustaman & Ridwan, 2004; Limba, 2004) pada konsep-konsep sains Fisika dan Biologi (Anggraeni, 2006), diketahui bahwa siswa yang belajar sains dengan berinkuri memiliki penguasaan konsep yang tidak berbeda dengan siswa yang belajar dengan ceramah dan penugasan, tetapi mereka memiliki kelebihan dalam semangat berinkuri dan keterampilan proses serta sikap ilmiah. Guru tidak berminat melakukan pembelajaran dengan inkuri karena khawatir tidak mencapai target (bahan tidak selesai). Melalui studi-studi tersebut ternyata waktu yang terpakai untuk kegiatan pembelajaran dengan inkuri memberikan hasil menggembirakan. Model-model pembelajaran berbasis inkuri beserta hasilnya dapat disosialisasikan di sekolah-sekolah dan dapat menepis keberatan guru untuk membelajarkan inkuri kepada siswa.

Yang dihadapi di lapangan adalah bagaimana membelajarkan para gurunya berinkuri dulu sendiri sebelum menginkurikan siswa-siswanya. Oleh karena itu model-model pembelajaran bioteknologi yang dihasilkan pada tahun-tahun sebelumnya setelah diujicoba terbatas oleh perancangannya, disosialisasikan dan diimplementasikan secara lebih luas setelah dilakukan perbaikan seperlunya. Sosialisasi dilakukan terhadap sejumlah dosen Jurusan Pendidikan Biologi di sejumlah LPTK, sejumlah guru SMA, dan sejumlah guru SMP.

## **E. HASIL TEMUAN DAN DISKUSI**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa KDBI yang mengandung kecerdasan intelektual dan kecerdasan emosional sangat prospektif dikembangkan dalam pembelajaran sains berbasis inkuri (terstruktur dan terbimbing; induktif melalui eksperimen, deduktif melalui pembelajaran berbasis CD interaktif). Kecerdasan intelektual mencakup keterampilan proses dan kemampuan generik, sedangkan kecerdasan emosional mencakup sikap ilmiah, nilai-nilai dalam sains dan sejumlah aspek afektif lainnya yang penting dalam pembentukan watak (*science disposition*). Sikap ilmiah ikut berkembang dalam proses pelaksanaannya, sedangkan nilai-nilai dalam IPA dan kecerdasan emosional tertentu harus direncanakan sejak awal dalam pembelajaran sains menggunakan metode-metode tertentu. Berdasarkan hasil ujicoba model, diperoleh karakteristik KDBI yang mencakup pembelajaran dengan tugas mandiri, berkolaborasi, materi yang kontekstual dan media yang digunakan secara interaktif sehingga dapat diterapkan pada pembelajaran sains lainnya.

Pembelajaran bioteknologi bermuatan nilai sains untuk meningkatkan penguasaan konsep, berpikir kritis, dan sikap ilmiah siswa (SMP) menunjukkan terjadinya peningkatan yang signifikan pada penguasaan konsep. Pencapaian untuk berpikir kritis tertinggi pada memilih alternatif dan terendah pada membuat kesimpulan. Sementara itu, pencapaian tertinggi pada pernyataan sikap nilai sains pada nilai intelektual dan terendah pada nilai agama, sedangkan pernyataan sikap ilmiah yang tertinggi pada peduli lingkungan dan terendah pada jujur. Retensi siswa menunjukkan kategori sangat baik pada penguasaan konsep, berpikir kritis, dan pernyataan sikap. Dengan demikian, pembelajaran bioteknologi berbasis inkuiri mampu memadukan nilai sains, berpikir kritis, dan sikap ilmiah siswa.

Berkenaan dengan kecerdasan intelektual, dari lima rumpun KDBI (observasi dan bertanya, merencanakan percobaan/penyelidikan, melaksanakan percobaan/ penyelidikan, mengkomunikasikan, dan menerapkan) ternyata masih terdapat bebe-rapa aspek yang perlu dikembangkan lebih terencana, yakni: bertanya yang berlatar belakang hipotesis, mengajukan pertanyaan produktif, mengubah bentuk penyajian, dan menerapkan konsep pada situasi baru. Sementara itu sikap ilmiah yang masih perlu dikembangkan secara lebih terencana adalah: luwes atau fleksibel dalam berkomunikasi, transfer jauh atau lebih luas, dan menerapkan secara tepat guna. Adapun berkenaan dengan kecerdasan emosional guru dan dosen, dari 10 aspek kecerdasan emosional (kepedulian terhadap Inovasi pembelajaran, kesadaran memperbaiki pembelajaran, keinginan mencoba sendiri, mengajar dengan percaya diri, mengendalikan kelas dengan tenang, kreatif mengembangkan konsep, kreatif mengembangkan inkuiri, memberikan kesempatan berpikir, menghargai pendapat siswa, semangat dalam kegiatan membimbing), aspek-aspek yang perlu dikembangkan secara lebih terencana adalah: keinginan mencoba sendiri, kreatif mengembangkan konsep, dan kreatif mengembangkan inkuiri.

Tanggapan atau respons guru dan dosen, mahasiswa dan siswa tentang model-model pembelajaran umumnya sangat baik, perlu disosialisasikan kepada guru dan dosen lain. Guru amat berminat dengan media berbasis komputer terutama untuk menjelaskan konsep abstrak, tetapi perlu pelatihan penggunaan media berbasis komputer. Seyogianya guru secara aktif dilibatkan dalam penyusunan model inkuiri untuk lebih memahaminya. Guru masih menghadapi

kendala dalam mengimplementasikan pembelajaran inkuiri bermuatan nilai sains terutama pada alokasi waktu pembelajaran, kurang memahami teknik kultur jaringan dan masih terbatasnya pengungkapan nilai sains pada nilai ekstrinsik. Hasil penelitian menjadi bahan masukan bagi pembuat kebijakan, guru, dan peneliti lain.

Ketertarikan dosen-mahasiswa, guru-siswa akan model-model pembelajaran dengan metode yang bervariasi amat menggembirakan. Pembelajaran sains dengan bekerja ilmiah dan multimedia mendukung proses inkuiri sehingga siswa melalui tahap-tahap inkuiri, kecuali mengumpulkan data dalam eksperimen. Dalam model inkuiri dengan multimedia, data yang ditemukan siswa dalam praktikum menjadi data verifikasi pada pertemuan berikutnya dan penggunaan multimedia di dalamnya menjadi media pembelajaran yang membantu siswa mengumpulkan data sebagai verifikasi. Tampaknya pembelajaran berbasis inkuiri dapat dipadukan dengan penggunaan multimedia, yaitu dengan cara dengan menyisipkan praktikum berbasis komputer pada tahap-tahap tertentu inkuiri.

Saling terkaitnya temuan siswa dari pertemuan sebelumnya pada tahap eksplorasi yang dialami siswa pada pertemuan berikutnya menjadikan proses belajar selama penerapan pembelajaran suatu konteks sosial untuk mendapatkan kejelasan. Siswa terdorong untuk berpikir apa, mengapa dan bagaimana keterkaitan suatu pengetahuan yang baru diperolehnya dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Siswa merasa memerlukan program multimedia seperti ini, kendati telah melakukan praktikum dalam mempelajari konsep tertentu sebelumnya, karena pengetahuan tentang apa yang ditemukan dari praktikum memperjelas sesuatu yang tidak nampak di balik fenomena suatu proses. Peran guru dalam pembelajaran dengan multimedia adalah mengarahkan dan membimbing siswa untuk menemukan konsep dari tayangan multimedia dan menganalisisnya lebih lanjut untuk menemukan keterkaitannya dengan konsep lain yang relevan.

Penggunaan multimedia (pembelajaran menggunakan animasi interaktif) ternyata mendapat tanggapan positif dari pihak guru maupun siswa. Hanya saja dalam pelaksanaannya, seperti juga dalam penggunaan media pembelajaran umumnya, guru masih mengalami kesulitan, sehingga diperlukan latihan atau

“coaching” secara khusus. Tampaknya perlu disiapkan petunjuk atau manual untuk media yang dirancang.

Harapan siswa/mahasiswa melalui saran yang diberikan, antara lain agar guru/ dosen lebih kreatif lagi mengajar, selalu mendampingi mereka untuk membantu mengarahkan dalam penemuan konsep, dalam diskusi kelompok, dan dalam pelaksanaan praktikum. Harapan ini kiranya berkenaan dengan tugas dan fungsi atau peran seorang guru. Ada saatnya guru/dosen berperan sebagai sumber informasi ketika memberikan penjelasan tentang materi yang baru dikenal, sebagai motivator yang dapat memotivasi belajar mereka, dan kapan menjadi mediator yang mengarahkan dan membimbing mereka menemukan konsep baru.

Berkenaan dengan *science dispositions*, berdasarkan hasil berbincang-bincang dengan guru pada saat penyebaran kuesioner dan membaca hasil kuesioner, guru dapat melihat adanya alternatif (*look for alternatives*) pembelajaran dan tertarik untuk mengetahuinya (*be sensitive to levels of knowledge*). Kemauan guru untuk memberikan tanggapan dan alasan, menunjukkan guru bersikap terbuka (*be open minded*) dan siap menerima berbagai inovasi dalam pembelajaran, guru dapat menanggapi dan memberikan saran untuk kemajuan model pembelajaran menunjukkan guru dapat menentukan posisi ketika mendapat informasi baru berbekal pengalaman/informasi sebelumnya (*take a position (and change a position) when evidence and reasons are sufficient to do so*). Hal itu memperkuat pernyataan yang dikemukakan National Science Education Standard (NRC, 1996:105) bahwa dengan memperkenalkan inkuiri, guru membantu siswa mengembangkan ***dispositions to use the skills, abilities, and attitudes associated with science***.

## F. PENUTUP

Pembelajaran sains sudah waktunya tidak lagi hanya mempermasalahkan teori-praktikum yang dipadukan atau terpisah, membandingkan keefektifan berbagai metode, peningkatan penguasaan konsep (pengetahuan) saja. Sudah saatnya diupayakan segera bagaimana membekali siswa kemampuan (*ability*) untuk mencari (*inquire*), memilih dan memilah informasi di sekelilingnya dengan cara yang memenuhi kaidah-kaidah keilmuan, menggunakan dan menerapkannya dalam studi dan kehidupannya secara mandiri dan bijaksana.

Pembelajaran sains pada level konkret dapat dilakukan melalui eksperimen, tetapi pada level abstrak diperlukan bantuan multimedia, melalui penayangan animasi yang memuat proses yang tidak tampak di balik fenomena atau fakta yang dapat diindera (observasi).

Tahap-tahap inkuiri dalam pembelajaran inkuiri hanya membantu memberi pengalaman berinkuiri yang berlangsung di lab atau di kelas (dapat dikendalikan). Kemampuan berinkuiri yang sesungguhnya seperti yang dikemukakan di atas perlu dibekalkan kepada siswa/mahasiswa agar mereka dapat bertahan belajar dan hidup pada era globalisasi yang banjir informasi. Penggunaan multimedia dapat dipadukan dengan pembelajaran berbasis inkuiri, dengan cara menyisipkan praktikum berbasis komputer pada tahap-tahap tertentu inkuiri. Cara demikian dapat menghemat waktu dan memberi pengalaman bermakna kepada peserta didik.

Saling terkaitnya kecerdasan intelektual dengan kecerdasan emosional membentuk kemampuan yang diperlukan pengajar dan peserta didik untuk menghadapi pekerjaan yang memerlukan ketekunan dan profesional, yang pada gilirannya dapat membantunya belajar lebih jauh dalam kehidupan sesungguhnya. Cerdas intelektual saja tidak cukup membekali siswa melalui pembelajaran sains.

Harapan peserta didik melalui saran yang diberikan menantang para dosen dan guru untuk berperanserta, membantu mereka membangun kemampuan yang diperlukan untuk dapat bertahan hidup dalam kehidupan, membantu memansuasi mereka dengan bekerja dan hidup sesuai hakikat manusia (berpikir dan berbudi). Harapan ini kiranya berkenaan dengan tugas dan fungsi atau peran seorang guru. Tipe mana dari empat tipe guru yang akan dipilih bergantung kepada upaya seseorang, sekelompok orang, kelompok-kelompok orang dalam bidang pendidikan sains. William Arthur Ward yang dikutip Hiskia Achmad (dalam Arifin, 2005) mengemukakan empat tipe guru: *the mediocre teacher tells, the good teacher explains, the superior teacher demonstrates, dan the great teacher inspires.*

Sebagaimana temuan penelitian sebelumnya tentang kesiapan siswa dan guru dalam melaksanakan pembelajaran berdasarkan keterampilan proses sains, temuan sementara penelitian ini juga menunjukkan bahwa menghadapi pembaharuan dalam pendidikan sains akan lebih mudah menyiapkan program

bagi para siswa daripada bagi para guru di sekolah. Oleh karena itu penelitian lanjutan yang memfokuskan pada rancangan untuk membekali calon guru dengan kemampuan membelajarkan siswanya sangat diperlukan dalam rangka menyiapkan program bagi gurunya, karena kebiasaan guru lebih sukar diubah daripada menyiapkan calon gurunya sebagaimana seharusnya.

Masih terbatasnya instrumen yang digunakan untuk menjaring data tentang Kemampuan Dasar Bekerja Ilmiah, khususnya tentang kecerdasan emosional yang memang merupakan area yang masih jarang peminatnya menantang para peneliti dalam bidang pendidikan sains. Sukarnya membuat instrumen baku untuk menjaring data kecerdasan emosional, ditambah sangat dipengaruhinya kecerdasan emosional ini dengan faktor-faktor lain di luar yang dapat dikendalikan turut menambah kesulitan menyiapkan instrumennya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R. (eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Anggraeni, S. (2006). *Pengembangan model perkuliahan Biologi Umum berdasarkan pembelajaran berbasis inkuiri pada mahasiswa calon guru Biologi*. Disertasi Doktor. PPs UPI. Bandung: tidak diterbitkan.
- Arifin, M. (2005). *Pengembangan Perilaku melalui Pembelajaran Inkuiri bagi Calon Guru*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Pendidikan IPA II. PPs UPI. 10 September 2005. di Bandung.
- Beyer, B.K. (1971). *Inquiry in the Social Studies Classroom: A Strategy for Teaching*. Columbus: Charles E. Merrill.
- Bowers, J. (2003), *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. **12** (2), 135 –161.
- Brotosiswoyo, B.S. (2002). "Hakikat Pembelajaran Fisika di Perguruan Tinggi". Dalam *Hakikat Pembelajaran MIPA dan Kiat Pembelajaran Fisika di Perguruan Tinggi*. Disusun oleh Tim Penulis Pekerti Bidang MIPA. Jakarta: Proyek Pengembangan Universitas Terbuka, Depdiknas.
- Carin, A.A., (1997). *Teaching Modern Science*. New Jersey: Prentice Hall.
- Costa, A.L. (1985), *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*, Alexandria: ASCD.
- Ennis, R.H. (1985). Goals for a Critical Thinking Curriculum. In Costa, A.L., (ed.), *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*, Alexandria: ASCD.
- Goleman, D. (1995), *Emotional Intelligence*. New York: Bantam.
- Jonassen, D.H. & Reeves, (1996), Learning with Technology: Using Computer as Cognitive Tools, in D. H. Jonassen (ed.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*, 693-719
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2000). *Models of Teaching*. 6<sup>th</sup> edition. Boston: Allyn and Bacon.
- Krech, D. (1982). *Individual in Society*. Sydney: Mc. Graw Hill.
- Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*, California: Wadsworth Publishing Company
- Limba, A. (2004). *Pengembangan Model Pembelajaran Latihan Inkuiri untuk Meningkatkan keterampilan Proses Sains, Penguasaan Konsep dan Semangat Berkreativitas Siswa SLTP pada konsep Perpindahan Kalor*. Tesis Magister pada PPs UPI. Bandung: tidak diterbitkan.
- Marshall, D. (1983). *Inquiry and Investigation in Biology: An Introduction*. London: Cambridge University Press.

- Marzano, R.J., Pickering, D., & Mctighe, J. (1994). *Assessing Student Outcomes: Performance Assessment Using the Dimensions of Learning Model*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standard*. Washington, DC: National Academy Press
- National Research Council. (2001). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Wahington, DC: National Academy Press. Tersedia: [http://books.nap.edu/html/inquiry\\_addendum/notice.html](http://books.nap.edu/html/inquiry_addendum/notice.html)
- National Science Teachers Association in collaboration with the Association for the Education of Teachers in Science. (1998). *Standards for Science Teacher Preparation*.
- Ramsey, J. (1993). Reform Movement Implication Social Responsibility, *Science Education*, **77**(2). 235-258.
- Rustaman, N.Y., Arifin, M., & Permanasari, A. (2007). *Mengehektifkan Pembelajaran Sains dan Animasinya untuk Mengembangkan Kemampuan Dasar Bekerja Ilmiah dengan berbagai Metode*. Laporan Penelitian Hibah Pasca didanai Dikti, Depdiknas.
- Rustaman, N.Y. & Efendi, R. (2004). *A Study on Learning Cycles Model through Hands-on Techniques based on Conceptual Mastery and Inquiry Ability for Secondary School Science*. Paper presented in APEC Seminar on Best Practices and Innovations in the Teaching and Learning Science and Mathematics at the Secondary School Level. Di Bayview Beach Resort, Penang, Malaysia, tanggal 18-22 Juli 2004.
- Rustaman, N.Y. (2007). *Pendidikan Biologi dan Trend Penelitiannya*. Makalah Kunci dalam Seminar Nasional Pendidikan Biologi. Diselenggarakan di FPMIPA UPI di Bandung, 25-26 Mei 2007.
- Rustaman, N.Y. (2005). *Perkembangan Penelitian Pembelajaran Berbasis Inkuiri dalam Pendidikan Sains*. Makalah dipresentasikan dalam Seminar Nasional II Himpunan Ikatan Sarjana dan Pemerhati Pendidikan IPA Indonesia (HISPPIPAI) bekerjasama dengan FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung, 22-23 Juli 2005.
- Rustaman, N.Y. (2003). *Kemampuan Dasar Bekerja Ilmiah dalam Sains*. Makalah disusun untuk disajikan dalam Seminar Pendidikan Biologi, Bandung.
- Rutherford, F.J. & Ahlgren, A. (1990). *Science for all Americans: Scientific Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Shapiro, L.E. (1997). *Strategi Pengembangan Kecerdasan Emosi*. Jakarta: Gramedia.
- Suma, I. K.. (2003). *Pembekalan Kemampuan-kemampuan Fisika bagi Calon Guru melalui Mata Kuliah Fisika Dasar. Disertasi Doktor*. PPs UPI. Bandung: tidak diterbitkan.
- Tim Pekerti MIPA. (2001), *Hakikat Pembelajaran MIPA dan Kiat Pembelajaran Kimia di Perguruan Tinggi*, Jakarta: PAU-PPAI.

- Tobin. (1995), "Reference for making sense of Science Teaching". *International Journal of Science Education*, **15**(3), 1993-1995.
- Trowbridge, L.W., Sund, R.B. (1981). *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School*. 3<sup>rd</sup>. Ed. Columbus, Ohio: Charles E. Merrill.
- Yunita. (2004). *Pengembangan Alat Ukur Hasil Pembelajaran Kimia di SMU yang Sesuai dengan Hakikat Ilmu Kimia dan Hakikat Pendidikan Kimia*. Disertasi Doktor. PPS UPI. Bandung: tidak diterbitkan.
- Zulfiani. (2006). *Pengembangan Program Pembelajaran Bioteknologi untuk Meningkatkan Kemampuan Inkuiri Calon Guru*. Disertasi Doktor. SPs UPI. Bandung: tidak Diterbitkan.