

PENDIDIKAN BIOLOGI DAN *TREND* PENELITIANNYA

Nuryani Y. Rustaman, FPMIPA UPI

A. PENDAHULUAN

Kecenderungan masyarakat dalam era informasi dan globalisasi serta salah satu dari sepuluh kecenderungan abad XXI sebagai abad biologi, mendorong studi analisis pandangan biologi terhadap proses berpikir yang menjadi salah satu misi pembelajaran sains. Kemajuan biologi dari waktu ke waktu yang berkembang dari biofungsi, bioperkembangan, biolingkungan, bioteknologi, biomanajemen, dan bioetika membawa arah pendekatan yang seyogianya digunakan dalam menyiapkan manusia Indonesia yang akan datang yang unggul dan mampu bersaing dari segi fisik, emosi dan cara berpikir. Pandangan vitalistik sudah waktunya dipertimbangkan mendampingi pandangan meka-nistik yang sangat menekankan pada hubungan kausal efek untuk digunakan dalam pendidikan. Cara pandang biologi terhadap proses berpikir (termasuk peran sistem Limbik) sebagai suatu alternatif pendekatan dalam pendidikan sains disoroti sebagai *trend* penelitian pendidikan biologi.

Biologi mengalami perkembangan yang sangat pesat pada abad XXI dan memengaruhi berbagai segi kehidupan manusia. Oleh karena itu tidak salah pendapat Naisbitt & Aburdene (1990) tentang abad XXI sebagai abad biologi. Perubahan kedudukan biologi tersebut jelas merupakan tantangan bagi para biologian dan pendidik biologi. Untuk menghadapi tantangan tersebut perlu dipersiapkan generasi muda yang tangguh fisiknya, berkualitas cara berpikir dan cara bersikap terhadap lingkungan alam & lingkungan sosialnya. Generasi muda Indonesia yang kritis dan memiliki kesadaran akan pentingnya **melestarikan fungsi** lingkungan perlu dipersiapkan untuk memasuki ajang persaingan bebas pada era globalisasi dan masa depan yang penuh dengan ketidakpastian. Tantangan bagi kita sekarang adalah "*How we educate citizens through biology*", bukan sekedar membebani mereka dengan pengetahuan dan hafalan.

B. PENDIDIKAN BIOLOGI DARI WAKTU KE WAKTU

1. Hakikat Pendidikan Sains (Biologi)

Biologi menduduki posisi sangat strategis dan mempunyai kedudukan unik dalam struktur keilmuan. Sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam atau *natural science*, biologi mempunyai kesamaan dengan cabang atau disiplin lainnya dalam sains, yaitu mempelajari gejala alam, dan merupakan sekumpulan konsep-prinsip-teori (produk sains), cara kerja atau metode ilmiah (proses sains), dan di dalamnya terkandung sejumlah nilai dan sikap. Sebagai bagian dari ilmu-ilmu yang mempelajari manusia, biologi berbeda dari sosiologi atau psikologi. Biologi mempelajari struktur-fisiologi dan genetika manusia. Sosiologi mempelajari aspek hubungan sosial antarmanusia, sedangkan psikologi aspek perilaku dan kejiwaan manusia.

Perilaku anak yang menyimpang dari norma yang berlaku di masyarakat mungkin sekali merupakan hasil dari suatu proses pendidikan sepanjang hayat selama berinteraksi dengan lingkungan dalam kehidupannya. Proses pendidikan memberikan kontribusi dalam pembentukan pribadi yang berbudi pekerti luhur melalui jalur sekolah. Oleh karena itu, sekolah melalui guru mata pelajaran, termasuk guru biologi dituntut agar dapat berperan untuk mengembangkan dan menanamkan sikap ke arah pembentukan budi pekerti yang luhur atau akhlak mulia.

Gagasan 'belajar sains yang tidak sekedar belajar sederetan fakta' sudah lama dicanangkan dan secara eksplisit dikenalkan sejak kurikulum 1975 di 'launching'. Ini berimplikasi pada strategi pengajaran IPA, dengan bergesernya orientasi '*telling science*' ke orientasi '*doing science*'. Salah satu alasan perubahan orientasi ini adalah kehendak kuat agar 'outcome lulusan' memiliki kinerja sinergis hasil interpenetrasi (proses kait-mengkait) ketiga ranah kemampuan: 'cognitive-affective-psychomotor'. Kemampuan afektif yang dikembangkan dalam sains adalah sikap ilmiah yang lazim dikenal dengan '*scientific attitude*'.

2. Pendidikan Biologi dari Masa ke Masa

Dalam mempertahankan hidupnya di alam, manusia pada awalnya sangat bergantung pada lingkungan. Manusia mengambil semua keperluan hidupnya dari lingkungan di sekitarnya. Apabila lingkungan setempat sudah tidak mendukung keperluannya, manusia mulai berpindah membuka tempat baru. Selanjutnya manusia mulai memanfaatkan lingkungannya. Manusia mencoba bercocok tanam dan beternak untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Bahkan manusia mulai mengawetkan bahan-bahan makanan yang berlebih untuk disimpan sebagai cadangan makanan dan digunakan apabila diperlukan., atau mengadakan tukar menukar bahan makanan tersebut sehingga manusia dapat menikmati bahan olahan dengan sesamanya. Setelah memberdayakan lingkungan, manusia mulai mengubah lingkungan untuk kebutuhannya sendiri. Manusia mulai membawa taman ke dalam rumahnya, atau bahkan membawa "hutan kecil" di lingkungan kediamannya. Manusia mulai melupakan hubungannya dengan alam atau lingkungan. Manusia memandang dirinya terpisah dari lingkungannya. Manusia lupa dengan daya dukung alam atau lingkungan. Dengan bercocok tanam satu jenis tanaman tertentu, manusia mulai mengubah lingkungan menjadi homogen. Oleh karena hama mulai menyerang tanaman produksi, manusia mulai menggunakan pestisida untuk memberantasnya. Manusia memasukkan "zat & energi" ke dalam ekosistem alami. Manusia mulai mengganggu lingkungan dan ekosistem alami dengan produk-produk buatan manusia berupa pupuk buatan, insektisida, pestisida dan banyak lagi bahan lainnya. Mulai terjadi ketidakseimbangan dan manusia juga yang mengalaminya. Longsor, banjir, kekeringan terjadi di mana-mana. Akibatnya lingkungan manusia tidak lagi memberikan kenyamanan, karena ulah manusia yang mengubah lingkungan.

Pendidikan biologi mestinya memberikan andil dalam perkembangan biologi dari waktu ke waktu tersebut. Pengenalan berbagai organisme yang berguna diperlukan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Karena yang dikenal manusia banyak, pengetahuan tersebut perlu dikelompokkan sehingga berkembang taksonomi dan sistematik. Selanjutnya manusia mempelajari biofungsi, bioperkembangan, dan bioteknologi. Manusia memperoleh banyak

manfaat dari semua itu, tetapi pendidikan biologi perlu membekali biomanajemen dan bioetika agar penerapan pengetahuan di lingkungannya membawa arah pemberdayaan berkelanjutan. Seyogianya pendidikan biologi memberi siswa bekal keterampilan, pengetahuan dan persepsi yang dilandasi kesadaran akan pentingnya etika dalam mengolah bahan di lingkungannya. Manusia hendaknya menjadi pemelihara keanekaragaman dan fungsi lingkungan agar manusia tetap dapat mengambil manfaat dari keanekaragaman dan lingkungan tetap dapat mendukung kehidupan manusia pada masa kini, maupun pada masa yang akan datang. Jadi dari semua itu sebenarnya pendidikan biologi atau bioedukasi yang perlu berperan agar lingkungan dan alam tetap bersahabat dengan manusia.

C. TREND PENELITIAN PENDIDIKAN BIOLOGI

Penelitian yang baik biasanya adalah penelitian yang belum diketahui jawabannya. Hasil penelitian semacam itu seringkali memberikan teori yang mendasar (*grounded theory*) yang belum ada sebelumnya. Dalam penelitian pendidikan sering digunakan penelitian yang bersifat pengembangan. Penelitian semacam itu lebih dikenal sebagai R & D (*research and development*). Pada awalnya program atau model yang dikembangkan belum diketahui pasti hasilnya. Sambil dilakukan ujicoba, dilakukan perbaikan-perbaikan. Ujicobanya dilakukan bertahap, mulai dari ujicoba terbatas hingga ujicoba diperluas, dan sangat diperluas. Penelitian pendidikan pada umumnya tidak dapat dikendalikan sepenuhnya, sehingga kondisi tidak dapat dikendalikan, apalagi terdapat keterbatasan dalam implementasinya. Dengan demikian penelitian pendidikan sangat baik dilaksanakan melalui pendekatan naturalistik atau dalam *natural setting*.

Penelitian pendidikan biologi diupayakan yang bermanfaat bagi kehidupan. Penelitian pendidikan biologi tidak terbatas pada penelitian di dalam kelas tentang pembelajaran. Banyak aspek lain yang dapat diangkat menjadi penelitian pendidikan biologi, seperti kearifan lokal yang ditransfer dalam kelompok-kelompok budaya tertentu dari satu generasi ke generasi berikutnya. Selain itu keanekaragaman hayati dihubungkan dengan pemanfaatannya oleh kelompok budaya setempat. Bahkan aspek pendidikan dari biokonservasi, atau

aspek biologi dari konsep konservasi (bilangan, luas, volume) menurut Piaget & Inhelder masih terbuka lebar untuk diteliti. Belum lagi bagaimana membelajarkan sesama guru melalui program lesson study, pemberdayaan dokumen lokal di suatu masyarakat tertentu. Pemberdayaan bahan dasar setempat sebagai teaching material, atau pemanfaatan IT (information technology) sebagai pembelajaran berbantuan komputer, program animasi, dan pengembangan media elektronik untuk konsep-konsep biologi yang abstrak (genetika sel ultra-struktur), yang prosesnya memerlukan waktu lama (evolusi, perkembangan embryo), atau waktunya terlalu singkat (pembelahan sel), atau cakupannya terlalu luas (biosfer).

1. Penelitian untuk Pengajaran

Penelitian pendidikan biologi untuk pengajaran sudah sejak dulu memfokuskan pada penguasaan konsep. Biasanya penguasaan konsep yang merupakan hasil utama pendidikan (termasuk biologi dan sains lainnya) diberikan dalam bentuk jadi. Siswa seyogianya diajak untuk membangun atau mengkonstruksi konsep berdasarkan pengalaman dan pemaknaan terhadap fakta atau pengalaman tersebut, atau siswa diajak menginterpretasi sejumlah informasi yang diperoleh sebagai data sekunder. Dengan kata lain sangat penting dilakukan penelitian untuk pengajaran yang menekankan pada penguasaan konsep dengan cara yang benar sehingga bermakna untuk bekal mempelajari konsep lain yang lebih "advanced".

Sudah sejak lama (kurikulum 1975) ditekankan pengajaran yang menekankan pemahaman konsep dan hubungan antarkonsep, serta penggunaan metode ilmiah. Dalam GBPP Kurikulum 1984 dan Kurikulum 1994 pengajaran sains ditujukan untuk mengembangkan keterampilan proses sains (KPS) pada tingkat pendidikan dasar, dan menggunakan keterampilan proses pada tingkat pendidikan menengah (Rustaman, *et al.*, 2003 & 2005). Penelitian untuk pengajaran banyak dilakukan untuk mengukur ketercapaian keterampilan proses dalam pembelajaran biologi. Bagaimana dengan kurikulum berbasis kompetensi (KBK) dan kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP)? Apakah KPS tidak dipentingkan lagi?

KBK dan KTSP sangat menekankan pengembangan dan pemanfaatan kemampuan (kompetensi) dalam pengajaran di berbagai jenjang. KPS merupakan keterampilan dasar yang memungkinkan pengajaran inkuiri dilakukan di kalangan siswa. Penelitian untuk pengajaran juga sangat diperlukan yang mengembangkan kemampuan atau "ability". *Ability* diartikan sebagai suatu hasil belajar yang kompleks yang memerlukan interaksi antara pengetahuan dan keterampilan secara berulang-ulang sehingga menjadi milik siswa yang mempelajarinya secara internal dan dapat dipanggil (*retrieved*) kembali apabila diperlukan. Pengajaran yang hanya menekankan pengetahuan atau keterampilan secara terpisah tidak akan menghasilkan kemampuan (*ability*) bagi para siswa yang mengalaminya. Jadi, melalui pembelajaran berinkuiri yang bermakna, kemampuan inkuiri dapat dikembangkan, dicapai dan diukur.

Penelitian untuk pengajaran Biologi perlu dan dapat dimuati unsur pembentukan karakter melalui pengembangan sikap ilmiah (*scientific attitude*). Beberapa jenis sikap ilmiah yang dapat dikembangkan melalui pengajaran sains antara lain meliputi: *curiosity* (sikap ingin tahu), *respect for evidence* (sikap untuk senantiasa mendahulukan bukti), *flexibility* (sikap luwes terhadap gagasan baru), *critical reflection* (sikap merenung secara kritis), *sensitivity to living things and environment* (sikap peka/ peduli terhadap makhluk hidup dan lingkungan).

Penelitian untuk pengajaran dapat diintegrasikan dengan penyisipan dan penanaman nilai-nilai sains di dalamnya. Nilai-nilai yang dimaksud antara lain adalah nilai praktis, nilai intelektual, nilai religius, nilai sosial-ekonomi, dan nilai pendidikan.

Berdasarkan penelitian untuk pengajaran yang telah disebutkan di atas dapat dilakukan penelitian melalui pengembangan dan implementasi model-model pengajaran. Terdapat beberapa model pengajaran, tetapi kebanyakan model pengajaran dalam sains merujuk pada rumpun model kognitif atau pemrosesan informasi, dan rujukan konstruktivis.

Masih banyak aspek yang dapat diungkap melalui penelitian pendidikan biologi yang terkait dengan pengajaran dengan pendekatan konsep dan media pembelajaran. Untuk pengajaran dengan pendekatan konsep selain dapat

mengukur pencapaian, diag-nosis kesulitan belajar, dapat mengungkap miskonsepsi dan melakukan remediasi-nya.

2. Penelitian untuk Pengembangan Berpikir

Pentingnya peranan proses berpikir berdasarkan pandangan biologi dan peranannya dalam pendidikan sains (Rustaman, 2002) mengingatkan kita semua akan adanya hubungan yang erat antara proses berpikir dengan aspek afektif melalui suatu sistem limbik. Sistem Limbik mempunyai peran sebagai pengandali proses berpikir. Emosi dan memori muncul di dalam sistem limbik, suatu unit fungsional dari beberapa pusat pengintegrasian dan jalur-jalur neuron penghubung di dalam otak depan. Sistem limbik sendiri meliputi *thalamus*, *hippotalamus* dan bagian dalam dari otak besar. Dua di antaranya, *amygdala* dan *hippocampus*, berfungsi bersama dengan korteks *prefrontal* dalam memproses dan memanggil kembali (*retrieve*) memori..

Sistem limbik berperan dalam emosi maupun memori tatkala bau tertentu membawanya kembali memori harum sebagai pengalaman emosi masa lalu. Mungkin kita pernah mengalami ketika mencium bau tertentu tiba-tiba kita teringat sesuatu yang terjadi saat kita kanak-kanak. Signal dari hidung memasuki otak kita melalui *lobus olfaktorius* yang juga merupakan bagian dari sistem limbik. Berbagai memori sensori (penglihatan, sentuhan, rasa, atau suara) ketika tiba pada pusat-pusat lainnya pada bagian korteks merupakan memori yang penting untuk belajar, dapat disimpan dan dipanggil kembali (Campbell *et al.*, 1999; Raven & Johnson, 1996).

Emosi juga dilayani oleh belahan kanan otak besar (selain pusat-pusat sensoris, intuisi, imajinasi, persepsi spatial, kemampuan artistik, kemampuan musikal). Sementara itu belahan otak kiri bertanggung jawab dalam hal bernalar; sebagai tempat pusat-pusat bahasa; kemampuan logika, matematis, dan pidato. Jadi, mengembangkan kemampuan bernalar saja tanpa mengembangkan kemampuan mengendalikan emosi atau kemampuan artistik akan menyebabkan kedua belahan otak tidak berkembang seimbang.

Meskipun penelitian yang mengembangkan penalaran lebih banyak dilakukan dalam pendidikan sains dengan menggunakan kerangka kerja tertentu sebagai acuan (seperti Bloom, Norris dan Ennis, Marzano), tetapi sesungguhnya para pakar sudah mengantisipasi eratnya hubungan antara aspek afektif dan kognitif.

Biologi memiliki kekhasan dalam berpikirnya. Dalam fisiologi atau biologi fungsi, orang yang mempelajarinya diminta mengembangkan berpikir sibernetik, sementara dalam sistematika biologi atau taksonomi dikembangkan keterampilan berpikir logis melalui klasifikasi atau klasifikasi logis. Dalam genetika diperlukan berpikir peluang atau probabilitas (khususnya untuk genetika populasi) dan kombinatorial. Sayangnya hal ini semua tampaknya kurang disadari oleh para siswa yang mempelajarinya dan guru-guru biologi pemula.

Dalam studi biologi sering dan banyak digunakan istilah-istilah yang pada umumnya berupa istilah latin atau kata yang dilatinkan. Banyaknya istilah latin tersebut menyebabkan kurangnya minat para siswa sekolah menengah untuk memasuki jurusan biologi dan jurusan-jurusan yang menggunakan biologi sebagai ilmu dasarnya. Sebe-narnya istilah tersebut bukan sekedar istilah namun konsep yang sudah disepakati di antara para biologawan, dan istilah-istilah tersebut dapat dikembangkan atau dikombi-nasikan dengan membentuk pengertian yang lebih kompleks atau lebih spesifik. Umpamanya istilah *poda* untuk kaki. Jika ditambahkan awalan *hexa* (yang artinya enam) akan berarti berkaki enam. Jika *Hexapoda* ditulis dengan huruf kapital berarti dia kelompok organisme (dalam hal ini hewan) yang berkaki enam buah dalam 3 pasangan, yaitu kelompok serangga. Dengan demikian penggunaan istilah latin mempersingkat suatu pernyataan, mirip dengan notasi atau simbol dalam matematika, fisika atau kimia. Jadi penggunaan istilah latin untuk mewakili konsep dalam biologi memenuhi prinsip hemat (*parsimoni*) yang perlu dipenuhi oleh suatu ilmu atau teori.

Rustaman (2002) mengemukakan hubungan antara klasifikasi dengan berpikir. Sebagai prosedur yang paling dasar untuk mengubah data agar berfungsi dan prosedur pokok bagi semua penelitian, juga bagi kegiatan mental (Mouly

dalam Suriasumantri, 1978), klasifikasi diperlukan dalam pengembangan ilmu. Tanpa klasifikasi yang baik, kebanyakan ilmu tidak akan mampu berkembang.

Kegiatan klasifikasi telah diketahui diperlukan oleh setiap orang yang hidup di jaman sekarang, baik oleh awam dalam kehidupan sehari-hari maupun oleh ilmuwan dan peneliti dalam kegiatan ilmiah. Setiap hari setiap orang melakukan klasifikasi sejak bangun tidur hingga pergi tidur kembali. Secara hierarki sudah diketahui bahwa tujuan akhir dari melakukan klasifikasi adalah kemampuan **berpikir fleksibel** (Rustaman, 2001; Rustaman, 1991; Lowery, 1985). Kemampuan berpikir fleksibel ini dibutuhkan dalam **pengambilan keputusan** dan untuk **menjadi bijaksana**.

Lebih jauh Rustaman (2002) mengkaji tentang proses berpikir (alamiah & artifisial), bahwa seorang yang berpikir memerlukan suatu stimulus sebagai masukan, saraf sebagai penghantar dan penyampai impuls, susunan saraf pusat (otak dan sumsum spinal) sebagai penerima dan pengolah informasi menjadi sesuatu yang bermakna untuk kemudian ditindaklanjuti berupa gerakan atau sekresi. Alurnya secara singkat dapat digambarkan sebagai berikut.

STIMULUS → sel reseptor → neuron sensoris → CNS (central nerve system) → diinterpretasi oleh pusat sara yang sesuai → keputusan berupa perintah → neuron motoris → otot / kelenjar → RESPONS

Cara kerja sistem saraf dalam tubuh manusia dan organisme lainnya dijadikan model pengembangan proses berpikir buatan pada komputer dan robot. Komputer dan robot dapat memberikan respons apabila ada stimulus. Respons yang diberikan bergantung pada stimulus yang dikenakan terhadap komputer atau robot. Bukan hanya dalam cara kerjanya komputer meniru cara kerja sistem saraf kita bahkan juga dalam hal kemungkinan programnya terinfeksi virus.

Kita mungkin memandang diri kita sebagaimana cara pandang dunia. Kecuali manusia, tidak ada makhluk hidup lain yang memiliki kemampuan menemukan batas-batas alam semesta atau reaksi inti. Tidak ada makhluk hidup lain yang diciptakan Tuhan yang dapat mengkonstruksi masa lalu yang berada di

luar batas hidup kita sendiri. Bagaimana manusia dapat memiliki tingkat kemampuan berpikir yang begitu menakjubkan?

Kebanyakan orang berpendapat dan bertindak seakan-akan berpikir sinonim dengan otak (Rustaman, 1991). Seorang yang berpikir cermat dikatakan *brainy*, sedangkan orang yang bertindak kurang bijaksana dikatakan "brainless". Sesungguhnya berpikir dan otak merupakan dua hal yang berbeda. Otak merupakan organ fisik ketika dilahirkan hanya sepertiga massanya, tetapi kemampuan berpikirnya dapat berkembang sangat luar biasa setelah orang yang memilikinya berusia belasan tahun melalui hubungan antarneuron dan antara neuron dengan sel-sel lainnya. Berpikir memiliki kemampuan melebihi ciri-ciri fisiologisnya. Contoh-contoh dalam permainan catur dan persidangan di pengadilan mendukung hal itu. Telah diidentifikasi satu atau lebih faktor yang bertanggung jawab dalam proses berpikir, tetapi lebih penting membahas proses berpikir daripada mekanisme spesifiknya. Dengan menggunakan temuan sebelumnya, kita mengetahui bahwa kita tidak dilahirkan dengan kemampuan berpikir secara lengkap, kemampuan berpikir tersebut berkembang secara bertahap menurut urutan waktu. Oleh karena itu penelitian terhadap pendidikan yang mengembangkan proses berpikir sangat penting untuk dikembangkan secara terencana dan berkesinambungan.

"Warisan" kemampuan biologis kita untuk berpikir dengan urutan atau hierarki tertentu seperti dikemukakan di atas tidak mustahil berbeda sedikit pada kelompok budaya tertentu. Namun secara umum kemampuan itulah yang perlu dikembangkan dalam pendidikan, khususnya dalam pendidikan sains. Sejak kecil seharusnya siswa berinteraksi dengan obyek secara langsung untuk memperoleh pengetahuan fisis dan kemudian mengembangkan pengetahuan logik matematik melalui pengalaman langsung secara berulang-ulang. Dari tiga bentuk pengetahuan menurut Piaget (1975) hanya pengetahuan sosial yang dapat ditransfer dari satu orang ke orang lainnya. Gejala alam perlu dikenali langsung oleh anak, bukan diceriterakan sebagai pengetahuan sosial. Berdasarkan perolehan pengetahuan fisis dengan pengalaman yang berulang-ulang anak menemukan pola atau keteraturan, setelah dia dapat melihat hubungan antara yang dialami dengan

pikirannya. Pola atau keteraturan tertentu diabstraksikan dengan simbol tertentu, misalnya angka lima (5), atau *phi* untuk $22/7$.

D. PENDIDIKAN BIOLOGI UNTUK PENGEMBANGAN KARAKTER BANGSA

Pendidikan pada hakikatnya adalah proses memanusiakan manusia muda (Hartoko, 1985; Dryarkara, 2006). Melalui pendidikan banyak aspek diharapkan akan dapat dicapai. Proses pendidikan merupakan proses aktif, yang dilakukan oleh peserta pendidikan dengan kesadaran untuk menjadi mandiri dan bertanggung jawab penuh terhadap dirinya dan terhadap masyarakat. Secara gamblang Dyarkara (2006: 414) mendefinisikan mendidikan sebagai pertolongan atau pengaruh yang diberikan oleh orang yang bertanggung jawab kepada anak supaya anak menjadi dewasa. Dalam pendidikan terjadi hidup bersama dalam kesatuan yang memungkinkan terjadi pemanusiaan anak. Dengan pendidikan terjadi pelaksanaan nilai-nilai dan manusia berproses untuk akhirnya bisa membudaya (melaksanakan) sendiri sebagai manusia purnawan (Dryarkara, 2006:416-417).

Manusia itu dalam perbuatannya tidak bisa tidak mengejar dan melaksanakan nilai (Dryarkara, 2006:403). Bernilai artinya memenuhi kebutuhan. Nilai moral dan nilai keagamaan dianggap nilai yang paling fundamental dalam kehidupan manusia. Nilai moral tidak dipisahkan dari nilai religius atau keagamaan. Keduanya berdasarkan tuntutan dari dalam. Bagaimana nilai-nilai itu menyatukan pendidikan dan memberi struktur pada pendidikan sehingga banyak perbuatan dalam pendidikan itu tidak tercerai berai, melainkan merupakan kesatuan.

Dalam tulisannya tentang "Mentalitas bangsa Indonesia", Koentjaraningrat (198_), disebutkan bahwa Indonesia memiliki budaya terabas dan mencari jalan pintas. Budaya terabas dan mencari jalan pintas ini hendaknya dapat diberdayakan menjadi suatu perencanaan strategik dalam pembinaan generasi muda menjadi insan-insan produktif yang berakhlak mulia.

1. Literasi sains dan literasi membaca → habits of mind dan pengembangan diri)

Literasi atau *literacy* merupakan salah satu tuntutan bagi warga-negara muda usia agar mereka dapat tetap eksis untuk bersaing secara bebas pada era globalisasi (Hayat, 2003). Kalau dahulu setiap warga suatu negara cukup dapat membaca dan menulis saja, ternyata pada masa sekarang khususnya pada era informasi dan globalisasi ini mereka perlu menguasai cara-cara memperoleh, mengolah, dan memaknai informasi dengan mengembangkan kemampuan dan potensi pribadi (Rustaman, *et al.*, 2004). Melalui cara-cara itu kemampuan dan potensi seseorang dapat berkembang pesat, tak terkecuali bagi pendidik dan calon pendidik Biologi.

Tantangan yang dihadapi sekarang adalah kurangnya minat baca dan rendahnya literasi membaca masyarakat kita. Dalam hal kemampuan membaca Indonesia menduduki peringkat kedua dari bawah (Moegiadi, 1987). Literasi membaca anak Indonesia menduduki posisi ketiga dari bawah dari 41 negara peserta *Programme for International Student Assessment* (PISA), sedangkan dalam literasi sains anak Indonesia menempati posisi satu tingkat di atasnya (Hayat, 2003). Berkemauan mencari informasi melalui membaca sumber tidak banyak gunanya jika tidak berkemampuan untuk mengambil maknanya. Dari sudut pandang kognitif, pemahaman membaca merupakan proses yang kompleks dan tersusun dari proses-proses yang saling berkaitan (Beck, 1989). Kemampuan membaca dan menyeleksi hal penting dari yang dibacanya itu sangat mendesak untuk dikembangkan secara terencana melalui tugas terstruktur dan tugas-tugas lainnya, karena kemampuan itu mutlak dibutuhkan dalam era berebut informasi.

Literasi sains atau *Scientific Literacy* didefinisikan PISA (*Programme for International Student Assessment*) sebagai kapasitas untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan-pertanyaan dan untuk menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti agar dapat memahami dan membantu membuat keputusan tentang dunia alami dan interaksi manusia dengan alam. Literasi sains dianggap suatu hasil belajar kunci dalam pendidikan pada usia 15

tahun bagi semua siswa, baik yang akan melanjutkan ke jenjang pendidikan yang lebih tinggi atau tidak. Berpikir ilmiah merupakan tuntutan bagi setiap warga negara, warga masyarakat, bukan hanya ilmuwan.

Rendahnya posisi literasi sains anak Indonesia yang juga terkait dengan rendahnya literasi membacanya, menunjukkan bahwa ada masalah serius dalam pendidikan sains di negara kita. Masalah tersebut mungkin disebabkan kurang sinkronnya penilaian (asesmen) terkait dengan pembelajarannya, kurang terbinanya kemampuan membaca secara bermakna, atau mungkin hakikat pembelajaran sains belum merupakan fokus perhatian para guru sains, termasuk guru biologi. Hal ini memerlukan **penelitian** dan pembedahan bersama di jenjang pendidikan dasar dan menengah, serta pendidikan calon guru biologi-nya.

Kebiasaan membaca dan kebiasaan belajar atau saling membelajarkan antarsiswa, antarguru hendaknya merupakan kebutuhan bagi semua siswa dan guru. Belajar dan bekerja sama dapat menjadi suatu forum pemecahan masalah pengajaran. Kebiasaan berpikir dikembangkan melalui dan membantu proses integrasi dan penghalusan pengetahuan, memperluas dan memperhalus pengetahuan, serta menerapkan pengetahuan biologi secara bermakna (Marzano, 1994). Semua itu dapat dimulai dengan adanya sikap dan persepsi positif terhadap pelajaran, pembelajaran dan pemodelan oleh guru biologi.

Habits of reading dan *habits of mind* memberikan kontribusi penting dalam pengembangan diri dan pengembangan ilmu selanjutnya. Dalam pendidikan di Jepang dan kini sedang disebarluaskan di Indonesia di sekolah-sekolah menengah pertama di tiga daerah (Sumedang, Bantul, Pasuruan) guru-guru saling belajar melalui observasi pada *lesson study*. Melalui observasi pada saat *lesson study*, guru-guru pengamat belajar bagaimana rencana pembelajaran yang dirancang bersama diimplementasikan, bagaimana siswa belajar berdasarkan rancangan bersama, dan bersama-sama pula mereka melakukan refleksi memberi masukan untuk menyempurnakannya. Terbentuknya masyarakat belajar (*learning society*) merupakan salah satu tujuan diadakannya *lesson study*.

Duduk bersama, belajar dan berpikir secara teratur sebagai kebutuhan sehingga menjadi suatu kebiasaan positif, memungkinkan munculnya gagasan-

gagasan kreatif dan original dalam dunia pendidikan biologi, seperti pernah terjadi di antara para saintis (scientists) yang membentuk *scientific societies and experimental science* (Gardner, 1972). Kalau saja terjadi *academic movement* di antara para pendidik biologi, pastilah pengajaran biologi di negara kita tentulah akan berkontribusi lebih baik. Kalau saja ada guru-guru biologi yang bereksperimen dan menguji-cobakan gagasan mereka sendiri, tidak mustahil kearifan dan sains lokal (*etnoscience*) akan berkembang dan berjalan sejajar dengan sains ilmiah dari luar.

2. Sikap Ilmiah dan Kemampuan Dasar Bekerja Ilmiah

Dalam tulisannya di Jurnal Internet tentang sikap ilmiah sebagai wahana pengembangan unsur budi pekerti, Karhami (2000) mengemukakan beberapa sikap ilmiah (sikap jujur, terbuka, luwes, tekun, logis, kritis, kreatif) yang penting dalam pembentukan watak melalui budi pekerti pada jenjang sekolah dasar. Dari sejumlah sikap ilmiah yang dikemukakannya beberapa sikap sangat penting untuk pembentukan karakter anak bangsa. Sikap yang dimaksud adalah kemelitan (*curiosity*), sikap untuk senantiasa mendahulukan bukti (*respect for evidence*), luwes terhadap gagasan baru (*flexibility*), merenung secara kritis (*critical reflection*), dan yang paling penting adalah peka/ peduli terhadap makhluk hidup dan lingkungan (*sensitivity to living things and environment*). Sikap ilmiah tersebut dikembangkan melalui pembelajaran sains pada pendidikan dasar dan menengah. Di tingkat pendidikan tinggi khususnya di jurusan-jurusan *life sciences* sikap ilmiah sangat potensial untuk membekali pengembangan karakter mereka.

Kalau saja sekolah mampu menumbuhkembangkan sikap ilmiah pada masing-masing siswa, secara hipotesis dapat dikatakan: "mustahil ada orang (apa lagi banyak) sebagai produk sekolah berperilaku tidak jujur dengan memperdaya masyarakat". Bentuk kejahatan yang nyata seperti mencuri atau membunuh mudah ditemui dalam kehidupan masyarakat modern sekarang ini. Pelaku kejahatan ini kadang-kadang melibatkan siswa berpendidikan sebagai *output* pendidikan di sekolah. Tentu saja jenis kejahatan ini mudah dikenali, tetapi ada jenis kejahatan lain yang cenderung rasional sehingga wujudnya tampak seperti bukan bentuk kriminal. Jenis kejahatan seperti ini sering 'dipelihara' secara tidak

sengaja di sekolah. Umpamanya perilaku siswa atau kelompok siswa yang kadang-kadang sengaja memanipulasi data hasil pengamatan demi suatu kesimpulan percobaan supaya sesuai dengan teori yang berlaku. Juga, kebiasaan siswa memperoleh nilai bagus dengan mencontek atau melalui perolehan nilai bersama kelompok tanpa harus bekerja keras.

Setelah siswa ini besar dan lulus sekolah, kebiasaan ini mungkin berlanjut dengan kebiasaan menyulap angka siluman. Apabila guru atau peneliti berusaha mengumpulkan nilai kredit dengan cara-cara tidak sah, seperti menuliskan namanya sebagai penulis meski dia bukan penulisnya atau memalsukan ijazah kesarjanaan, maka perbuatan yang disebut kejahatan tingkat tinggi (*white-collar crime*) tidak mengherankan semarak dan menjamur dimana-mana. Kejahatan jenis kedua ini merupakan embrio perilaku KKN yang berawal dari ketidakjujuran pada usia anak-anak. Padahal, kalau saja mereka memiliki sikap ilmiah yang salah satu aspeknya 'kejujuran', perilaku seperti ini tidak perlu terjadi. Kurangnya penumbuhan-kembangan sikap ilmiah (*scientific attitude*) selain perluasan wawasan ilmiah dan pengembangan keterampilan proses di sekolah diduga dapat menjadi salah satu penyebabnya.

Curiosity ditandai dengan tingginya minat keingintahuan siswa terhadap setiap perilaku alam di sekitarnya. Anak sering melakukan eksplorasi pada benda-benda yang ditemuinya. Anak sering mencoba beberapa pengalaman baru. Anak sering mengamati benda-benda didekatnya. Perilaku ini tentu saja sangat membantu anak dalam pencapaian tagihan kegiatan pembelajaran. *Curiosity* sering diawali dengan pengajuan pertanyaan. Mendorong siswa untuk terbiasa mengajukan pertanyaan merupakan cara terbaik untuk mengembangkan *curiosity*. Selain itu kebiasaan siswa mengajukan pertanyaan merupakan langkah awal melibatkan mereka berinkuiri.

Mata pelajaran biologi, seperti mata pelajaran lainnya dalam sains, memiliki dua sisi. Sisi satu sebagai proses dan sisi yang lain sebagai produk. Proses IPA merupakan upaya pengumpulan dan penggunaan bukti untuk menguji dan mengembangkan gagasan. Suatu teori pada mulanya berupa gagasan imajinatif, dan gagasan itu akan tetap sebagai gagasan imajinatif selama belum

mampu menyajikan sejumlah bukti untuk memverifikasi gagasan itu. Penggunaan bukti sangat pokok dalam kegiatan biologi di sekolah. Selama diskusi, sering muncul pernyataan-pernyataan yang mengungkapkan sebab suatu fenomena alam. Pernyataan ini tidak perlu dipercayai selama belum disediakan pernyataan pendukung dalam bentuk contoh sebagai bukti. Menghadapi situasi ini, dapat diajukan pertanyaan: 'Bagaimana kamu tahu bahwa itu benar?' atau 'Dapatkah kamu memberikan alasannya sehingga pernyataanmu itu benar?'

Konsep yang dibangun siswa untuk memahami lingkungannya senantiasa berubah sejalan dengan penambahan pengalaman dan bukti baru. Pengalaman dan bukti baru ini seringkali bertentangan dengan konsep yang sudah dipegang sebelumnya. Pemahaman suatu konsep ilmiah sering berlangsung secara bertahap. Kondisi ini memerlukan sikap luwes (fleksibel) untuk membangun gagasan baru yang lebih saintifik.

Dalam kegiatan pembelajaran sehari-hari, sikap merenung secara kritis diwujudkan melalui 'komentar kritis terhadap diri sendiri'. Oleh karena itu, siswa perlu mengulangi percobaan pada bagian-bagian tertentu. siswa juga perlu memiliki dan menggunakan cara alternatif lainnya sewaktu akan memecahkan masalah.

Telah disebutkan sebelumnya bahwa dari sejumlah sikap ilmiah yang tidak secara otomatis berkembang dalam pembelajaran sains, sikap ilmiah tertentu: "sikap peka terhadap makhluk hidup dan lingkungan (*sensitivity to living things and the environ-ment*)" sangat penting dikembangkan dalam pendidikan biologi. Selama kegiatan IPA siswa mungkin perlu menggunakan hewan dan tumbuhan yang ada di sekitar sekolah. Siswa mungkin perlu mengambil berbagai jenis ikan kecil dari kolam atau mungkin juga perlu menangkap sejumlah serangga yang ada di padang rumput. Setelah kegiatan pengujian/penelitian, siswa perlu mengembalikan makhluk hidup yang telah digunakan ke habitatnya. Cara ini dapat memupuk rasa cinta dan kepekaan siswa terhadap lingkungannya.

Selain sikap ilmiah yang telah dibahas di atas, pada setiap kurikulum sains sikap mencintai dan menghargai kebesaran Tuhan Yang Maha Esa menjadi rujukan perumusan tujuan atau kompetensi. Dengan kata lain selain sikap ilmiah,

diharapkan dikembangkan juga pengembangan nilai-nilai dalam pembelajaran sains, baik berupa nilai religius, nilai praktis (manfaat), maupun nilai intelektual.

Sejumlah '*scientific attitude*' ini mungkin dapat dikembangkan dan ditingkatkan jika siswa diperlakukan dan dianggap sebagai seorang saintis muda di kelas. Untuk maksud ini, siswa memerlukan lebih banyak '*doing science*' daripada '*listening to scientific knowledge*'. Dengan kata lain, peningkatan *saintific attitude* dapat berlangsung jika pengajaran sains disajikan guru dengan mengurangi peran 'penghutbah' dan meningkatkan peran 'fasilitator' melalui kegiatan praktis ilmiah (*scientific activities*) yang mendorong siswa '*doing science*' seperti pengamatan, pengujian, dan penelitian. Pembelajaran yang *hands-on* dan sekaligus mengembangkan proses berpikir (*minds-on*) dituntut untuk difasilitasi dalam pembelajaran sains/biologi.

Hasil penelitian Rustaman dan kawan-kawan (2006) melalui Hibah Pascanya selama tiga tahun (2004-2007) menghasilkan kemampuan dasar bekerja ilmiah (KDBI) sebagai perpaduan antara kecerdasan intelektual (*intellectual intelegence*) dengan kecerdasan emosional (*emotional intelligence*). KDBI tersebut melibatkan keterampilan proses sains (KPS) dan kemampuan generik (KG). Keduanya termasuk ke dalam intelegensi intelektual. Melalui pengembangan KPS dan KG, siswa sikap ilmiah siswa akan ikut dikembangkan. Pernyataan ini dikuat oleh pendapat Harlen (1985) bahwa dari dua jenis *scientific attitude* (*attitude toward science* dan *attitude of science*), sikap ilmiah yang sering diungkapkan dalam belajar sains adalah "attitude of science" atau sikap yang melekat pada sains. Namun berbeda dengan sikap ilmiah, kecerdasan emosional tidak begitu saja dapat ikut berkembang. Kecerdasan emosional ini perlu secara terencana dirancang sebelum dan selama pembelajaran sains.

Kecerdasan intelektual pada anak usia muda dapat dikembangkan melalui keterampilan proses sains (Harlen, 1985; Dahar, 1985), misalnya pada pendidikan dasar. Pada pendidikan menengah keterampilan proses tinggal digunakan (Rustaman, *et al.*, 2003). Selanjutnya sejalan dengan makin abstraknya sifat dan ruang lingkup materi dalam biologi, maka siswa di jenjang pendidikan menengah pun perlu melakukan abstraksi dan mulai mengembangkan pengamatan tak

langsung (melalui animasi komputer), menggunakan simbol-simbol dan membuat pemodelan. Ketiga hal tersebut termasuk ke dalam kemampuan generik yang sangat cocok dikembangkan di perguruan tinggi. Kesulitannya pada mahasiswa calon guru biologi adalah mereka perlu mengembangkan kemampuan generik ketika belajar, dan sekaligus menerapkan keterampilan proses dalam merancang pembelajaran biologi untuk pendidikan dasar dan menengah (Rustaman, *et al.*, 2005).

Hasil penelitian berkenaan dengan kecerdasan emosional adalah sebagai berikut. Dengan pembelajaran terfokus pada bioteknologi (dan perkembangbiakan mikroba), dari sepuluh aspek kecerdasan emosional yang diteliti pada guru dan dosen Biologi, ditemukan bahwa tiga di antaranya hampir selalu rendah skor pencapaiannya, yaitu keinginan mencoba sendiri (guru SMP & dosen), kreatif mengembangkan konsep dan kreatif mengembangkan inkuiri (guru SMA & dosen). Penelitian ini masih memerlukan implementasi diperluas supaya lebih jelas profilnya dan dapat dijadikan masukan untuk perbaikan dalam pembinaan calon gurunya.

3. Pendidikan Biologi sebagai Bekal Hidup

Pendidikan Kehidupan Keluarga (PKK) atau Family life education mendapat porsi khusus dalam pendidikan biologi, khususnya di Jurusan pendidikan Biologi FPMIPA UPI. Melalui PKK atau FLE tersebut seluruh lulusan jurusan pendidikan biologi memperoleh bekal untuk hidup di masyarakat terutama dalam hal mendidik para putra-putrinya dan juga bekal untuk mendidik para siswanya. Dalam PKK atau FLE tersebut dibahas perkembangan psikoseksual anak sejak lahir hingga mencapai pubertas, termasuk juga cara mencegah atau mengatasinya.

Pengetahuan gizi merupakan mata kuliah pilihan wajib di jurusan pendidikan biologi. Pengetahuan tersebut sangat penting membekali lulusannya pengetahuan tentang gizi makanan serta cara-cara merencanakan dan mengatur menu makanan seimbang. Pengetahuan tersebut sangat diperlukan untuk dapat hidup sehat sekaligus mencegah penyakit. Dengan demikian diharapkan mereka

mempunyai bekal pengetahuan dan keterampilan yang cukup untuk mengatur menu makanan sehat dan menjaga kesehatan. Pengetahuan gizi ini tampaknya mulai kurang diperhatikan dalam kehidupan remaja. Mereka kurang memilih makanan yang bervariasi dan bergizi, cenderung mengkonsumsi makanan yang berkalori tinggi, tapi kurang bergizi. Pilihan mereka kebanyakan jatuh pada "junk food" atau makanan siap saji lainnya.

Pengetahuan tentang hereditas pada manusia menarik perhatian dan minat generasi muda, khususnya ketika mereka mencari pasangan hidupnya. Pengalaman mengajar ilmu alamiah dasar di program-program studi non eksakta menunjukkan bahwa mereka yang berlatar belakang bukan IPA/sains merasakan kebutuhan informasi tentang hal tersebut. Mereka tidak berkeberatan berlatih membahas kasus-kasus pewarisan sifat-sifat menurun dari tetua (Parental) kepada zuriat (Filial)nya.

Pengetahuan biologi sel (biomolekuler) tampaknya tidak kalah pentingnya. Dalam media masa masalah genom, kromosom, gen, DNA, RNA, rekombinasi, sintesis protein sudah sering dimuat bagi awam. Begitu pula masalah kloning, pelacakan dan pemetaan gen. Tampaknya tidak salah apabila dikatakan bahwa abad ke 21 sebagai abad biologi.

Pembiasaan yang telah diungkapkan pada bagian terdahulu tampaknya perlu ditindaklanjuti dalam bidang pendidikan. Bioritme, kebiasaan berpikir, pola makan, pola hidup dan disiplin diri turut menentukan keberhasilan seseorang dalam belajar, bekerja, hidup di masyarakat kita yang majemuk ini.

4. PENUTUP

Berkenaan dengan potensi manusia sebagai *Homo sapiens*, dapat dikemukakan tentang ciri khasnya, yaitu perubahan yang terarah dengan menggunakan pikirannya. Manusia yang dikenal dengan *Homo sapiens* berbeda dari manusia sebelumnya (*Homo erectus*), terutama dalam kemampuan berpikir (berakal) dan menghubungkannya dengan budi atau emosinya. Seperti jantung, otak manusia bekerja terus menerus, siang dan malam, sejak masa kecil sampai tua renta. Dalam jaringan yang besarnya lebih kurang satu setengah kilogram itu

tercatat dan tersimpan berbilyun-bilyun ingatan, kebiasaan, kemampuan, keinginan, harapan, ketakutan (terhadap neraka) dan kasih sayang (terhadap Tuhan). Di dalamnya tersimpan pola, perhitungan & berbagai dorongan.

Karena yang dididik ialah manusia muda yang konkret dan mereka memiliki latar belakang kebudayaan tertentu waktu mulai menempuh pembelajaran biologi. Tidak mungkin mereka belajar biologi menurut pola pendidikan yang sama sekali terlepas dari nilai-nilai budaya orangtua mereka, yang merupakan pendidik utama mereka. Biologi dibentuk melalui perjumpaan manusia dengan obyek nyata berupa makhluk hidup. Manusia mula-mula merasa terancam oleh lingkungan makhluk hidup. Manusia terpaksa memanfaatkan mereka guna bertahan hidup. Lama kelamaan dengan sifat ingin tahu ini manusia berhasil melepaskan diri dari motif kebutuhan dan ketahanan hidup, a menjadi keinginan memahami lingkungan hiduopnya demi dirinya sendiri. Lingkungan sekelinganya seakan-akan mengundang memperkenalkan diri. Namun undangan tersebut menjadi undangan nyata apabila manusia menanggapinya guna mencari jawaban atas rahasia alam/lingkungan.

Jawaban mustahil diperoleh tanpa ada upaya manusia untuk merumuskannya. Kepekaan terhadap makhluk hidup dan lingkungannya merupakan sikap ilmiah khusus yang sangat diperlukan oleh orang yang belajar biologi maupun pendidik biologi untuk menempa dan mengembangkan dirinya dalam berinteraksi dengan makhluk hidup lain dan lingkungannya. Jawaban juga mustahil diperoleh apabila siswa belajar sains dengan diceritakan, bukan dengan berbuat atau melakukan kegiatan praktis (*scientific activities and practices*). Dan yang paling penting adalah guru atau pendidik biologi mau melakukan kajian dan mencoba sendiri bersama guru lain dan saling membelajarkan untuk memberikan bantuan kepada siswa untuk menjadi manusia yang mandiri, bertanggung jawab, produktif dan berbudi luhur (berakhlak mulia).

Penelitian pendidikan biologi hendaknya dilakukan untuk tujuan-tujuan yang jelas, seperti tujuan pengajaran, pengembangan berpikir dan sekaligus pengembangan karakter bangsa. Pembiasaan membaca, belajar dan berpikir produktif sangat diperlukan untuk diteliti dan dikembangkan lebih jauh.

Pengembangan potensi manusia Indonesia yang pluralistik melalui pendidikan tampaknya perlu mempertimbangkan mentalitas bangsa, dan kearifan lokal agar sinkron dan berdaya guna bagi bangsa dan masyarakat yang sedang membangun jati dirinya.

Pendidikan biologi sebagai pengembangan karakter bangsa termasuk pengembangan kemampuan (*ability*) dan berpikir manusia secara optimal kurang berkembang di negara kita karena beberapa hal. Pertama, faktor budaya yang tidak memberikan kesempatan anak-anak mengembangkan potensi belahan otak besar sama kuatnya, sehingga penekanan berlebihan pada pengetahuan dan berpikir dan kurang penekanan pada pengembangan emosi dan afektif akan menghambat pengembangan diri dan pribadinya secara utuh. Kedua, bekal pengetahuan gizi dan kesehatan kurang mendapat perhatian yang proporsional dalam pendidikan, baik untuk memenuhi kebutuhan gizi remaja, (ibu hamil) maupun balita. Ketiga, masih kurang kesadaran para pendidik di rumah dan di sekolah untuk menekankan pengembangan kecerdasan intelektual yang seimbang dengan kecerdasan emosional dalam mendidik melalui biologi, sehingga bioritme, disiplin diri, pola makan dan pola hidup kurang diberdayakan sebagai modal utama untuk menjadi manusia yang purnawan.

Tidak kalah pentingnya adalah penggunaan pengetahuan dan pandangan biologi dalam mempersiapkan generasi yang akan datang. Pengetahuan tentang gizi, perkembangan janin dalam rahim, replikasi DNA beserta kerusakan dan perbaikannya, sintesis protein dan masih banyak lagi yang lainnya diperlukan untuk mendidik manusia yang bermoral atau beretika dan saleh. Rekayasa genetik dan bioteknologi yang menurut Callahan (dalam Shanon, 1985) termasuk **teknologi perbaikan** perlu didampingi dengan **bioetika**. Biologi sering dianggap kurang mengembangkan proses berpikir. Temuan dalam biologi masih belum banyak diterapkan dalam dunia pendidikan. Penerapan bioetika dalam pendidikan sains sudah merupakan suatu keharusan sebagaimana dikemukakan oleh Capra (dalam Rustaman, 2002). Dengan kata lain Biopendidikan atau bioedukasi, mungkinkah?

Para orangtua sangat menentukan kualitas generasi yang akan datang. Ada yang menyebutkan "lost generation" karena memperhatikan kondisi generasi muda dalam keluarga yang kurang beruntung dalam memperoleh kesempatan pemerataan pendidikan. Mereka tidak dapat memperoleh pendidikan yang layak, bahkan mereka terpaksa harus meminta-minta untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka dan orangtuanya tanpa dapat memilih. Jadi bukan rekayasa genetik saja yang patut diwaspadai dalam mempersiapkan generasi yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Beck, I.L. (1989). Improving practice through understanding reading, toward the thinking curriculum: current cognitive research. *Yearbook of The Association for Supervision and Curriculum Development*.
- Campbell *et al.*, (1999). *Biology: Concept and Connection*.
- Drost, J. (1985). "Humaniora dan Pengajaran Sains". Dalam Hartoko, D. (ed.). *Memanusiakan Manusia Muda: Tinjauan Pendidikan Humaniora*. Yogyakarta: Penerbit Yayasan Kanisius.
- Gardner, E.J. (1972). *History of Biology*. New Delhi: Wiley Eastern Ltd.
- Koentjaraningrat. (1983). *Kebudayaan, Mentalitas dan Pembangunan*. Jakarta: P.T. Gramedia
- Moegiadi. (1987). *Guru Sebagai Determinan dalam Menyukkseskan Pembangunan Nasional*. Orasi ilmiah pada Dies Natalis XXXIII IKIP Bandung.
- Naisbitt, J. & Aburdene, P. (1990). *Megatrend 2000*. London: Sidgwick & Jackson.
- Glaser, B.C., & Strauss, A.L. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Quality Research*. Chicago: Aldine Publishing Company.
- Harlen, W. (1985). *Teaching and Learning Primary Science*, London: Harper & Row.
- Hayat, B. (2003). *Kemampuan Dasar Hidup: Prestasi Literasi Membaca, Matematika dan Sains Anak Indonesia Usia 15 tahun Di Dunia Internasional*. Jakarta: Pusat Penilaian Pendidikan.
- Karhami, S.K. A. (2000). "Sikap Ilmiah sebagai Wahana Pengembangan Unsur Budi Pekerti (kajian melalui sudut pandang pengajaran IPA)". *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*. 027. November 2000. [Online]. Tersedia: http://www..depdiknas.go.id/jurnal/27/sikap_ilmiah_sebagai_wahana_peng.htm
- Raven, P.H., & Johnson, G.B. (1996). *Understanding Biology*. Toronto: Times Mirror/Mosby College Publishing.
- Rustaman, N.Y. (2006). *Literasi Sains Anak Indonesia 2000 & 2003*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional yang diselenggarakan oleh Pusat Penilaian Pendidikan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Nasional..

- Rustaman, N.Y., Arifin, M. & Permanasari, A. (2006). "Mengefektifkan Pembelajaran Sains dan Animasinya untuk Mengembangkan Kemampuan dasar Bekerja Ilmiah Dengan Berbagai Metode". Laporan Penelitian Hibah Pasca. Dibiayai melalui proyek nomor 014/SP3/PP/DP2M/II/2006.
- Rustaman, N.Y., Firman, H., & Kardiawarman. (2004). *Kemampuan Literasi Sains Anak Indonesia dalam PISA 2000/2001*. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional di Pusat Penilaian Pendidikan Badan Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Nasional.
- Rustaman, N.Y. (2004). *Peran Pendidikan Biologi di Perguruan Tinggi pada Era Globalisasi*. Makalah Kunci disajikan pada Seminar Nasional Pengembangan Pendidikan Biologi Menyongsong Era Globalisasi dan Pasar Bebas di Universitas Negeri Medan, Medan, 16 September 2004
- Rustaman, N.Y. (2003). *Logical Classification of Sundanese Children as Preparation of Young Generation: Early Childhood Education in Biology Perspective*. Paper presented in the 4th Comparative Education Society of Asia (CESA) Biennial Conference 21st-22nd July 2003 in Bandung. Indonesia University of Education.
- Rustaman, N.Y. (2002). *Pandangan Biologi tentang Proses Berpikir dan Implikasinya dalam Pendidikan Sains*. Pidato pengukuhan guru besar pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA) Universitas Pendidikan Indonesia. Tanggal 18 Oktober 2002 di Gedung Balai Pertemuan UPI di Bandung.
- Rustaman, N.Y. (1991). *Dasar Biologi Proses Berpikir*. Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional Biologi XII Kongres Nasional PBI X di Institut Pertanian Bogor, di Bogor.
- Wahyudi. ((2006). "Tinjauan Aspek Budaya pada pembelajaran IPA: Pentingnya Kurikulum Berbasis Kebudayaan Lokal". Editorial Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Edisi 40. Balitbang Dikdasmen Dikti PLSP Kebudayaan. Portal Informasi Pendidikan di Indonesia.