

**ARAH PENDIDIKAN BIOLOGI PRA-UNIVERSITAS  
DI INDONESIA**

Makalah disajikan pada Simposium Biologi dalam Seminar Nasional Biologi XVI  
dan Kongres Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia XU  
di Kampus Institut Teknologi Bandung  
Tanggal 26 Juli 2000

*Nuryani Y. Rustaman*

SEMINAR NASIONAL BIOLOGI XVI  
KONGRES NASIONAL PERHIMPUNAN BIOLOGI INDONESIA  
Di Kampus Institut Teknologi Bandung  
Bandung, 25-27 Juli 2000

## **Arah Pendidikan Biologi Pra-Universitas di Indonesia**

*Nuryani Y. Rustaman*

**FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia**

### **A. Pendahuluan**

Biologi sebagai salah satu ilmu dasar selalu mengalami perkembangan, apalagi pada abad XXI, sudah dapat diduga bahwa biologi akan berkembang pesat. Apabila pendidikan memang bertujuan untuk mencerdaskan anak bangsa dan mengantarkan mereka untuk dapat memahami lingkungan serta mengelolanya dengan baik, berarti konsep yang diberikan harus seirama dengan kemajuan ilmu dan teknologi. Salah satu dari kecenderungan perubahan dunia yang dikemukakan oleh Naisbitt dan Aburdene (1990) adalah kemungkinan "jaman biologi menggantikan zaman fisika". Perubahan kedudukan biologi tersebut jelas merupakan tantangan bagi para biologawan dan pendidik biologi. Untuk menghadapi tantangan tersebut perlu dipersiapkan generasi muda yang tangguh. Dengan kata lain kita perlu mempersiapkan sumber daya manusia yang berkualitas.

Mempersiapkan sumber daya manusia yang berkualitas berarti memberdayakan manusia seutuhnya, yaitu segi fisik dan cara berpikirnya. Generasi muda Indonesia perlu dipersiapkan untuk memasuki ajang persaingan bebas pada era globalisasi. Mereka seyogianya kritis dan memiliki kesadaran akan pentingnya melestarikan fungsi lingkungan untuk keperluan generasi mereka dan generasi yang akan datang dalam mengelola sumber daya alam hayati. Yang menjadi persoalan sekarang adalah bagaimana generasi muda Indonesia mengalami belajar biologi sebagai suatu kebutuhan, sebagai suatu bekal untuk dapat hidup di lingkungannya. Bagaimana setiap warga negara merasakan pentingnya belajar biologi, bukan sekedar dibebani hafalan yang kurang bermakna. *"How we educate citizens through biology" atau "biology for all, not only biology for biologists"*.

Pemberdayaan generasi muda dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dengan berinteraksi dengan lingkungan alamnya secara bermakna, dengan menyerap informasi (juga yang berkaitan dengan biologi) dari berbagai media massa dan memaknainya, dengan melatih kemampuan berpikir mereka melalui membaca, dengan mengasah kepekaan dan kepedulian mereka terhadap kepentingan bersama. Pada kesempatan kali ini secara khusus ingin ditekankan keterkaitan antara membaca dan berpikir sehubungan dengan perkembangan ilmu dan teknologi dalam biologi dan biologi sekolah.

## **B. Perkembangan Ilmu dan Teknologi dalam Biologi**

Biologi berkembang sangat pesat dengan bantuan ilmu lain (seperti biokimia, fisika) setelah ditemukan mikroskop elektron dan teknik-teknik biologi yang canggih, khususnya biologi sel, biologi molekuler, dan bioteknologi. Temuan ultrastruktur sel dan penampakkannya dengan bantuan mikroskop elektron (SEM & TEM) mengubah cara menafsirkan hasil observasi dan pemotretan/perekamannya (Wandersee, 1994). Temuan adanya sel-sel prokariot dan komposisi dinding yang berbeda pada jamur dan tumbuhan mengubah cara berpikir dan klasifikasi organisme yang ada di bumi. Kriteria sebagai dasar pengelompokan mengalami perkembangan, sehingga organisme tidak lagi hanya dikategorikan dengan hewan dan tumbuhan (sesungguhnya: "Bukan hewan), melainkan menjadi beberapa dunia (kingdom/regnum) yang secara jelas-jelas memisahkan jamur dari tumbuhan sebagai dunia tersendiri. Sekarang rRNA digunakan sebagai kriteria/dasar pengelompokan lintas dunia, bahkan lintas domain.

Peledakan penduduk di negara kita, khususnya sekitar tahun 1973-1975 ketika Indonesia mengalami "oil blooming", yang tentunya menuntut pemenuhan kebutuhan primer (mungkin kebutuhan sekunder juga) yang melonjak juga, memberikan dampak yang tidak selalu positif. Akibatnya berkembang AMDAL sekitar akhir 1970an - awal tahun 1980an. Selanjutnya pembangunan fisik di negara kita yang makin merambah ke pegunungan dan daerah aliran sungai, hutan, lepas pantai, sehingga diperlukan biologi manajemen. Apalagi setelah itu?

Mengingat species-species yang sudah dikenal dan diberdayakan masih terbatas pada organisme dengan sel yang eukariot, sementara itu organisme prokariot masih menunggu sentuhan tangan-tangan biologawan untuk diselidiki dan diberdayakan, maka jelaslah perkembangan biologi perlu diimbangi dengan kegiatan ilmiah para biologawan di perguruan tinggi di Indonesia agar dapat membawa nama harum bangsa Indonesia dan diperhitungkan pada level internasional.

### C. Perkembangan Konsep dan Proses Biologi dalam Kurikulum Biologi

Lingkup, keluasan dan kedalaman materi biologi sekolah terdapat di dalam garis-garis besar program pengajaran (GBPP) masing-masing kurikulum yang berlaku pada masanya. Keterkaitan antara konsep dan proses biologi di dalam kurikulum biologi tidak selalu jelas eksplisit. Biologi sebagai salah satu disiplin dalam IPA memiliki proses yang dikenal dengan metode ilmiah. Keterkaitan antara konsep dan proses di dalam GBPP biasanya terdapat dalam bagian pendahuluan dan bagian program pengajaran, khususnya dalam rumusan tujuan. Tujuan kurikuler dalam bagian pendahuluan memuat tujuan kurikulum bidang studi tertentu yang harus dicapai sesuai dengan tingkat jenjangnya, sedangkan di dalam bagian program pengajaran rumusan tujuan instruksional atau tujuan pembelajaran mengandung konsep dan proses. Perkembangan konsep dan proses biologi dalam beberapa kurikulum terakhir dinyatakan dalam tabel 1.

Tabel I Perkembangan Konsep-Proses dan Pendekatan dalam GBPP IPA Kurikulum

GBPP Aspek	Kurikulum 1975	Kurikulum 1984	Kurikulum 1994
Konsep & Proses	Terpisah dalam dua tujuan kurikuler	Terdapat dalam satu tujuan kurikuler	Terdapat dalam tiap tujuan pembelajaran
Konsep	Label konsep berupa Pokok/Subpokok bahasan	Label konsep berupa Pokok. Subpokok bahasan	Terjabar berupa "working definition" (kedalaman)
Proses	Metode ilmiah dengan langkah-langkah berurutan, membentuk sikap ilmiah	Keterampilan proses sebagai penjabaran metode ilmiah	Keterampilan proses, tercermin dalam 0 (alternatif pembelajaran sebagai contoh)
Pendekatan	Konsep, Eksperimen (verifikatif, praktikum terpisah, ujian kinerja)	Konsep, keterampilan proses (PKP), lingkungan, terpadu/PKG	Konsep, PKP, lingkungan, (STM), penemuan

Dari tampilan di atas jelaslah bahwa lingkup konsep dan proses materi biologi sekolah dalam Kurikulum Biologi sudah dipikirkan dan dipersiapkan dengan mengikuti kecenderungan perkembangan ilmu dan teknik biologi. Namun membicarakan implementasi atau pelaksanaannya adalah persoalan lain. Bervariasinya kualitas masukan dan lulusan biologi yang mengajar biologi di sekolah-sekolah merupakan tantangan yang perlu diupayakan jalan keluarnya. Belum lagi jika dikaitkan dengan keterlibatan Departemen-departemen di luar Departemen Pendidikan Nasional seperti DepKes dan Depag, dengan menggunakan "guru-guru" lokal lulusan mereka sendiri yang kurang memenuhi kualifikasi (penguasaan konsep dan metodik/didaktiknya).

Berdasarkan hasil kajian mengenai perkembangan cakupan konsep biologi dalam kurikulum dari waktu ke waktu, Sri Redjeki (1997) memilah perkembangan konsep biologi dalam pendidikan di Indonesia antara rentang waktu 1945 hingga 1994 menjadi beberapa periode, yaitu periode mencari jati diri (1945-1963), periode mengejar ketinggalan (1964-1993), dan periode penataan diri menyongsong masa depan (1994- ?). Akhir-akhir ini masyarakat (guru, orangtua, penerbit, penulis buku) di lapangan diresahkan dengan adanya "suplemen" dan oleh itu akan berubahnya kurikulum sebelum masanya. Memang kurikulum harus dinamis dan mengikuti perkembangan masyarakatnya. Sudah adakah studi yang mengkaji implementasi kurikulum yang sedang berlaku? Penanganan pendidikan yang tambal sulam, tidak dilandasi filosofi dan hasil pengkajian mendalam yang kritis dan menyeluruh hanya membuang-buang waktu dan dana yang sekarang ini sangat diperlukan bangsa kita untuk menata dirinya.

#### **D. Perkembangan Konsep Biologi dan Proses Berpikir dalam Buku Ajar**

Hasil studi yang bersifat historis dan kependitan terhadap sejumlah (345) buku SD, SLTP, dan SMU yang diterbitkan di Pulau Jawa dan Sumatra yang digunakan pada rentang waktu 1945-1996 (Sri Redjeki, 1997) menunjukkan bahwa materi buku ajar pada umumnya hanya memberi wahana untuk pencapaian tujuan memberi pembekalan, keterlibatan lingkungan dalam buku ajar lebih banyak ditemukan pada buku-buku terjemahan penulis "zaman Belanda". Selain

itu ditemukan juga bahwa perkembangan IPTEK dalam buku ajar tidak termuat pada waktunya, karena ada keterlambatan hingga lebih kurang 50 tahun, walaupun sebenarnya ditemukan perkembangan konsep yang berhubungan dengan sistematika, struktur, fisiologi, ekologi dan genetika mencakup materi dan cara penyampaiannya. Selanjutnya ditemukan ada perbedaan penekanan dalam pengembangan materi di berbagai jenjang pendidikan. Di SD pengembangan materi lebih kepada morfologi, keanekaragaman, dan interaksi antar makhluk hidup, di SLTP ditekankan pada keanekaragaman, proses kehidupan, dan interaksi antar makhluk, dan di SMU pada fisiologi dan genetika. Penyajian materi dalam buku ajar tidak selalu sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif anak, jarang merangsang berpikir siswa, dan kurang tertata kesinambungan konsep antar jenjang.

Pengalaman terlibat dalam pelatihan penulis menengah untuk menyusun buku ajar (pelajaran) menunjukkan beberapa hal yang kurang menggembirakan. Kebanyakan dari mereka tidak memahami kaidah-kaidah menulis buku pelajaran dan tuntutan minimal GBPP. Memang buku teks (berbeda dengan buku pelajaran) tidak perlu bergantung pada kurikulum. Buku ajar atau buku pelajaran yang akan diberikan di sekolah-sekolah kepada setiap siswa (SLTP sebagai bagian pendidikan dasar) akan didanai dengan bantuan/ pinjaman internasional dalam rangka mengatasi kemajemukan kondisi perbukuan di dalam dan di luar Pulau Jawa dan Sumatra, sekaligus untuk memecahkan masalah tidak efektifnya distribusi buku-buku ajar pada sasaran yang dituju. Buku ajar dan buku pelajaran perlu direncanakan dengan baik dan memperkenalkan keanekaragaman hayati beserta contoh-contohnya serta lingkungan alam Indonesia.

Tingginya keanekaragaman hayati negara kita memang menyulitkan pengadaan buku pegangan yang baku (Rifai, 1994), baik dalam hal keanekaragaman species maupun keanekaragaman ekosistem (habitat). Penulis daerah yang berpotensi perlu dimotivasi memperkenalkan untuk mengangkat kekayaan daerahnya yang pada gilirannya diberdayakan untuk kepentingan rakyat banyak.

### **E. Kecenderungan Masyarakat dalam Era Informasi dan Globalisasi**

Masyarakat masa depan adalah masyarakat informasi (Tilaar, 1990). Masyarakat semacam itu memerlukan anggota masyarakat yang dapat memilih dari segala macam alternatif. Dengan tersedianya informasi manusia perlu menyusunnya agar dapat bermanfaat untuk mengungkapkan pemikirannya secara jelas. Sejalan dengan itu, buah pikiran yang jelas harus dapat dikomunikasikan secara efektif. Melihat kepada hubungan manusia dengan lingkungannya yang bukan bersifat konfrontatif dan menguasai, maka manusia perlu memiliki pemahaman yang jelas tentang lingkungannya. Pendidikan lingkungan hidup, baik lingkungan alam maupun lingkungan sosial merupakan syarat mutlak bagi manusia abad XXI. Selanjutnya dengan kemungkinan yang hampir tidak terbatas untuk memperoleh informasi, manusia mempunyai kesempatan luas untuk mengembangkan kemampuan serta potensi pribadinya.

Membaca merupakan salah satu cara yang efektif untuk memperoleh informasi dengan mengembangkan kemampuan dan potensi pribadi. Melalui membaca kemampuan dan potensi seseorang dapat berkembang pesat. Berdasarkan pengalaman Rifai (1994) ada peserta lomba karya ilmiah yang sangat kreatif, inovatif, berkemampuan dan kritis. Mereka tidak segan melahap buku pelajaran untuk perguruan tinggi bila memang diperlukan. Selanjutnya menurut Rifai (1994) salah satu kelemahan penyuguhan-penyuguhan bahan pelajaran di SMU adalah tidak terbinanya kemampuan anak didik untuk memberikan alternatif pada permasalahan yang dihadapi. Sukar dicari produk pendidikan SMU yang mau, dapat, dan merasa yakin mampu menata diri secara autodidak. Padahal kemampuan itu sangat dibutuhkan dalam era berebut informasi.

Tantangan yang dihadapi sekarang adalah kurangnya minat baca masyarakat kita. Selain kurang berminat membaca, kemampuan membacanya juga tidak tinggi. Dalam hal kemampuan membaca Indonesia menduduki peringkat kedua dari bawah, di atas salah satu negara di Amerika Latin (Moegiadi, 1987). Berkemauan membaca sumber tidak banyak gunanya jika tidak berkemampuan untuk mengambil maknanya. Makna tidak terpampang begitu saja dalam buku atau artikel yang dibaca. Membaca merupakan proses interaksi antara

pembaca, informasi yang dituangkan dalam teks, dan karakteristik isi. Tujuan dari membaca adalah membangun makna dari teks tersebut (Jones, 1985). Dari sudut pandang kognitif, pemahaman membaca merupakan proses yang kompleks dan tersusun dari proses-proses yang saling berkaitan (Beck, 1989).

#### **F. Pengembangan Kurikulum dan Proses Penyusunan Buku Ajar**

Tilaar (1990) menekankan pentingnya peranan pendidikan dalam membangun masa depan. Setelah mengetahui batas-batas pertumbuhan yang dapat ditolelir oleh planet bumi, manusia dapat bersikap dua: bersikap sebagai boneka dari berbagai kekuatan di luar dirinya yang sebagian juga merupakan hasil karyanya, atau menjadi penguasa atas hasil karyanya sendiri. Contohnya kualitas lingkungan yang kita inginkan bergantung dari sikap kita terhadap lingkungan alam yang kita ubah menjadi lingkungan buatan.

Ciri masa depan adalah masyarakat informasi akibat kemajuan teknologi. Begitu banyak informasi akan menimbulkannya sehingga manusia harus dapat memilih dan memanfaatkannya untuk pengembangan pribadinya. Kalau begitu bagaimanakah kurikulum masa depan dan proses pembelajaran macam apakah yang cocok dengan pembaharuan sosial yang cepat dalam masyarakat informasi? Tentunya proses belajar dengan cara "menyuapi" atau mekanistik akan membawa anak didik kepada "shock" masa depan. Yang jelas dalam masyarakat informasi kita akan lebih sering digunakan daya akal (otak) daripada daya fisik (otot).

Menurut Botkin (Tilaar, 1990) proses belajar yang antisipatoris dan partisipatif merupakan belajar inovatif yang mungkin akan cocok dengan keadaan masyarakat informasi dan global, tetapi pengelolaannya sukar. Ada yang mengkhawatirkan bahwa dengan datangnya masyarakat informasi, manusia akan kehilangan kepribadiannya. Namun ada juga yang berpendapat bahwa masyarakat informasi akan membuka cakrawala yang lebih luas untuk belajar, belajar tanpa batas.

Tampaknya pendidikan yang seimbang antara kebutuhan lahiriah dan kebutuhan batiniah menjadi tujuan pendidikan nasional. Pendidikan diarahkan kepada terwujudnya manusia Indonesia yang sadar berada dalam lingkungannya

dan mengenai lingkungannya. Kesadaran akan lingkungan berarti sadar akan lingkungan vertikal dan lingkungan horizontal. Manusia Indonesia seutuhnya tidak lebur dalam lingkungannya, tetapi bertanggung jawab terhadap lingkungannya, terhadap alam sekitarnya dan terhadap Penciptanya. Dia menguasai dunia sekitarnya, sekaligus menjadi pemelihara. Baginya ilmu pengetahuan dan teknologi bukanlah tujuan, melainkan alat atau wahana.

Jika bekal untuk mengembangkan potensi dirinya dapat ditransfer melalui pendidikan, maka pendidikan biologi mempunyai peluang yang sangat besar dan sangat tepat untuk mencapai hal tersebut. Berpikir biologi (bernalar verbal) dalam berbagai bentuk dapat dikembangkan melalui pembelajaran biologi yang sesuai dengan karakteristik materinya. Misalnya berpikir klasifikasi melalui sistematik, berpikir sibernatik melalui fisiologi, berpikir probabilitas melalui genetika, berpikir "antiseptik" melalui mikrobiologi. Bekal berpikir semacam itu akan sangat diperlukan bagi generasi muda Indonesia untuk berkompetisi dengan generasi muda negara lain dalam era globalisasi.

Kurikulum berbasis kompetensi mungkin merupakan salah satu alternatif dalam menjawab tantangan perkembangan ilmu dan teknologi. Khusus untuk biologi sejak SD hingga SMU diupayakan ada bekerja ilmiah yang terdiri dari sejumlah keterampilan proses yang perlu dikuasai untuk kemudian diaplikasikan pada pembelajaran konsep. Berpikir melalui biologi, dan mendidik melalui biologi diharapkan dapat menghasilkan manusia Indonesia seutuhnya sebagaimana diuraikan di atas.

Bagaimana pengadaan bukunya? Perlukah dibuat buku yang seragam untuk seluruh propinsi di Indonesia? Bagaimanakah sebaiknya buku ajar biologi disusun? Walaupun tidak mungkin menjawabnya sekaligus, namun pada kesempatan ini ingin dikemukakan gagasan untuk proses penyusunannya dengan menggunakan kajian historis dan kependitan.

Sukses tim penulis buku paket dalam menyiapkan bahan ajar untuk kurikulum 1975 erat berkaitan dengan "oil blooming" dan kompaknya tim penulis pada saat itu. Para penulis tidak perlu mencari pangsa pasar untuk menjual karya tulisannya. Para biologawan dan pendidik biologi bahu membahu menuangkan

pengetahuan dan kemampuan menyajikannya dalam buku paket yang disusun. Buku paket disusun dengan tujuan menyederhanakan kerumitan pengadaan buku-buku pelajaran. Hal itu sangat berbeda dengan keadaan sekarang yang justru para penulis (tepatnya penerbit) berlomba-lomba untuk memperoleh peluang menjual buku pelajaran dalam jumlah yang besar.

Buku-buku ajar biologi sebaiknya ditulis dengan melibatkan tiga komponen, yaitu guru pada jenjangnya, biologiwan dan pendidik biologi. Biologiwan bertanggung jawab pada kemutahiran dan kebenaran ilmunya, pendidik biologi bertanggung jawab pada penyajiannya, sedangkan guru-guru biologi pada keterbacaan dan ilmu praktisnya. Bagaimanapun buku berupa ringkasan bukanlah buku yang kita idam-idamkan, karena tidak mengembangkan proses berpikir anak didik. Pada jenjang sekolah dasar, SLTP maupun SMU pendekatan lingkungan hendaknya tetap digunakan dalam penyajian materi biologi dalam buku ajar. Tidak seperti sekarang dan sebelumnya yang hanya ditekankan pada jenjang SD dan SLTP. Untuk tingkat SD dan SLTP awal sebaiknya pendekatannya induktif (dari yang khusus ke yang umum) sesuai dengan temuan Rustaman (1991) tentang hierarki berpikir berbasis biologi. Pergeseran genetika Mendel ke genetika molekuler menuntut pendekatan tersendiri dalam penyajiannya (Hull, 1974).

## **G. Penutup**

Perkembangan biologi yang begitu pesat menuntut perkembangan cara berpikir, bersikap manusia Indonesia. Menghadapi masa depan yang penuh tantangan tersebut, proses belajar mengajar biologi bukan hanya mengajar biologi sebagai produk berupa konsep atau prinsip biologi, tetapi juga mengajar melalui biologi. Mempersiapkan manusia Indonesia seutuhnya dalam era informasi dan globalisasi menuntut pembelajaran yang inovatif berupa pembelajaran yang antisipatoris dan partisipatif. Bekal pengetahuan biologi dan cara berpikir biologi diharapkan dapat diterapkan dalam kehidupan bermasyarakat yang harmonis dan sehat. Pengetahuan tentang sel pada tingkat pendidikan dasar dapat digunakan untuk memilih makanan (buah atau sayur) daripada jajanan dari tepung dan zat-

zat aditif misalnya. Atau pengetahuan tentang hubungan timbal balik antara faktor biotik dan abiotik serta pencemaran dapat diterapkan dalam kehidupan bermasyarakat yang tidak mengambil hak orang lain untuk menghirup udara yang tidak tercemar asap rokok di dalam ruangan.

## 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**.
- Jones, B.F. (1985). Reading and Thinking. In Costa, A.L. (ed.). **Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking**. Alexandria: ASCD.
- Moegiadi. (1987). **Guru Sebagai Determinan dalam Menyukseskan Pembangunan Nasional**. Orasi ilmiah pada Dies Natalis XXXIII IKIP Bandung.
- Rifai, M.A (1994). **Menyiapkan Diri Mengajar Biologi di Sekolah Menengah Umum**. Jakarta: Pusat Perbukuan. Depdikbud.
- 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.
- Rustaman, N. Y. (1995). **Perkembangan Biologi Tahun 2000: Sebuah Tantangan**. Makalah dipresentasikan pada Seminar Nasional Biologi XIV Kongres Nasional PBI XI di Universitas Indonesia, di Depok
- Sri Redjeki. (1997). **Telaah Perkembangan konsep Biologi dalam Pendidikan di Indonesia 1945-1994: Studi tentang Konsep Biologi dalam Buku Ajar Pendidikan Dasar dan Menengah**. Disertasi. PPS IKIP Bandung.
- Sri Redjeki. (1999). **Berpikir dalam Biologi untuk Meningkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia**. Makalah disampaikan pada Seminar PraKIPNAS VII Perhimpunan Biologi Indonesia. 8 September 1999. Di Jakarta.
- Tilaar, H.A.R. (1990). **Pendidikan Dalam Pembangunan Nasional Menyongsong Abad XXI**. Jakarta: Balai Pustaka.
- Wandersee, J.H. (1994). Making High-Tech Micrographs Meaningful To The Biology Student. In Fensham, P.J., Gunstone, R.F., & White, R.T. (eds). **The Content of Science: A Constructivist Approach to Its Teaching and Learning**. London: The Falmer Press