

ARAH PEMBELAJARAN KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN DAN ASESMENNYA DI LPTK DAN SEKOLAH

Nuryani Y. Rustaman, Universitas Pendidikan Indonesia

Abstrak

Studi tentang bagaimana seharusnya pembelajaran keanekaragaman belum banyak dilakukan, padahal selama ini bahan ajar tersebut dianggap sulit dan bersifat hafalan. Kekurangpahaman para guru di sekolah menyebabkan mereka mengajarkan materi keanekaragaman hayati (khususnya keanekaragaman tumbuhan) sebagaimana pengalaman belajar mereka sebelumnya. Bagi mereka mempelajari hubungan kekerabatan dalam Sistematik Tumbuhan tidak ada bedanya dengan mempelajari proses dan hasil klasifikasi dalam Taksonomi Tumbuhan. Kemampuan mempertelakan tumbuhan tropis Indonesia yang beranekaragam kurang disadari pentingnya sebagai bekal generasi yang akan datang untuk dapat mengelola kekayaan hayati negara kita yang tropis sekaligus untuk perkembangan ilmu. Apalagi kesadaran akan pentingnya mengembangkan kemampuan berpikir dan mengambil keputusan melalui klasifikasi logis. Klasifikasi sebagai ilmu yang sudah tua terus berkembang mengikuti perkembangan biologi, khususnya biologi sel dan biomolekuler. Ketertinggalan sekitar 20-30 tahun dalam bidang keilmuan hanya mungkin terkejar kalau kita berani membanting kemudi dalam cara mendekati pelaksanaan pendidikan biologi di pendidikan menengah dan pendidikan tinggi dengan membekali para peserta didik dengan kemampuan berkomunikasi, berabstraksi, berpikir kritis dan fleksibel dengan latihan yang cukup sehingga menjadi suatu kebiasaan berpikir dan bertindak. Menjadikan biokimia, mikrobiologi dan genetika modern berlandaskan biologi molekul sebagai sarapan pagi bagi para calon sarjana ilmu-ilmu kehidupan perguruan tinggi Indonesia tidaklah cukup. Pengetahuan dan cara berpikir melalui bidang-bidang tersebut diperlukan sebagai dasar melaksanakan klasifikasi tumbuhan untuk menemukan hubungan kekerabatan antartakson secara lebih bermakna dengan asesmen yang bervariasi. Asesmen yang digunakan untuk memantau proses dan mengukur hasil belajar turut menentukan arah pembelajaran keanekaragaman tumbuhan karena peserta didik biasanya belajar bagaimana mereka diuji dan dinilai. Menyalahkan proses pembelajaran keanekaragaman di pendidikan menengah tidak akan menyelesaikan masalah. Membenahi pembelajaran keanekaragaman di LPTK menjadi lebih bermakna perlu terus diupayakan, agar sebagai guru nanti mereka membelajarkan siswanya sebagaimana yang diharapkan.

Kata Kunci: keanekaragaman, klasifikasi logis, berpikir kritis & fleksibel, mengambil keputusan, asesmen

ARAH PEMBELAJARAN KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN DAN ASESMENNYA DI LPTK DAN SEKOLAH

Pendahuluan

Kita memang melihat bahwa pendidikan mengenai keanekaragaman hayati diberikan mulai sekolah dasar (SD), sekolah lanjutan tingkat pertama (SLTP) sampai sekolah lanjutan tingkat atas (SLTA). Di Perguruan Tinggi pemahaman ini diberikan pada jurusan Biologi dan jurusan-jurusan yang berkaitan dengan pertanian dan kehutanan. Akan tetapi bobot pengetahuan yang diberikan kurang memberi bekal kepada peserta didik untuk memahami kerangka dasar seluk beluk keanekaragaman tersebut serta keterkaitannya secara nyata dengan kelangsungan hidup bangsa.

Kita menyadari bahwa beban para pendidik pada saat ini tidaklah ringan karena banyaknya keinginan untuk memasukkan mata pelajaran yang sangat beraneka ragam ke dalam kurikulum. Sekalipun demikian terlihat bahwa dalam hubungannya dengan keanekaragaman hayati para pendidik kurang membekali diri untuk menghayati apa yang diajarkan, sehingga relevansi antara bahan ajaran dan kehidupan sehari-hari tidak memperoleh tekanan. Keadaan ini diperburuk oleh kenyataan bahwa dalam menyajikan bahan pelajaran maka kerja lapangan untuk peserta didik kurang memperoleh perhatian sehingga siswa kurang memahami fungsi sumber daya hayati untuk kehidupan sehari-hari. Umumnya peserta didik hanya digembleng mengetahui keanekaragaman hayati itu secara kognitif dan tidak bisa menghayati serta menguasai materi untuk mengambil sikap yang benar di lapangan.

Studi tentang bagaimana seharusnya pembelajaran keanekaragaman belum banyak dilakukan, padahal selama ini bahan ajar tersebut dianggap sulit dan bersifat hafalan. Kekurangpahaman para pendidik di sekolah diduga menyebabkan mereka mengajarkan materi keanekaragaman hayati (khususnya keanekaragaman tumbuhan) sebagaimana pengalaman belajar mereka sebelumnya. Bagi mereka mempelajari hubungan kekerabatan dalam Sistematik Tumbuhan tidak ada bedanya dengan mempelajari proses dan hasil klasifikasi dalam Taksonomi

Tumbuhan. Kemampuan memerikan atau mempertelakan tumbuhan tropis Indonesia yang beragam kurang disadari pentingnya sebagai bekal generasi yang akan datang untuk dapat mengelola kekayaan hayati negara kita yang tropis sekaligus untuk perkembangan ilmu. Apalagi kesadaran akan pentingnya mengembangkan kemampuan berpikir dan mengambil keputusan melalui klasifikasi.

Pentingnya mengembangkan proses berpikir melalui klasifikasi telah dikemukakan pada berbagai kesempatan (Rustaman, 1990; Rustaman, 1991; Rustaman, 1994; Rustaman, 2001) dan pentingnya memberdayakan mahasiswa biologi dan calon guru biologi untuk mengenal keanekaragaman Tumbuhan Tinggi dalam klasifikasi rakyat menuju klasifikasi ilmiah melalui penelitian telah dikemukakan dalam Seminar Nasional PTTI di Surakarta (Rustaman, 2003). Upaya yang berlangsung secara terencana dan berkelanjutan masih tetap diperlukan. Oleh karena itu pembenahan pembelajarannya tidak bosan-bosannya akan dikemukakan dalam kesempatan seperti sekarang ini.

B. Keanekaragaman Hayati dan Pendidikan Biologi

Terletak di daerah ekuatorial dengan luas daratan mencapai 2 juta kilometer persegi dan daerah lautan seluas 6 juta kilometer persegi memanjang dari benua Asia hingga relung pasifik, Indonesia merupakan negara kepulauan dengan penduduk terpadat serta dikenal sebagai salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di dunia (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup, 1997). Ironinya negara berpenduduk terpadat yang memiliki kekayaan tersebut tidak mengetahui dengan pasti kekayaannya karena tidak memiliki sumber daya manusia yang mampu mendata dan mengelolanya. Hal itu dikemukakan oleh tokoh taksonomi pada berbagai kesempatan, diantaranya oleh Rifai (1987:4) dengan ungkapannya: "... diperlukan satu kompi ahli taksonomi untuk mendata kekayaan sumber daya alam hayati kita". Padahal dalam era globalisasi sekarang ini, yang tidak jelas lagi batas-batas negara (khususnya dalam lalu lintas informasi, termasuk pengetahuan) diperlukan sumber daya manusia yang berpikir kritis, analitis dan kreatif terhadap masalah yang berkaitan dengan upaya untuk

melestarikan keanekaragaman hayati ("kehati"), karena ternyata keanekaragaman hayati sangat mendukung kehidupan orang banyak di negara kita.

Keanekaragaman hayati Indonesia yang sangat besar memang menyulitkan dalam upaya pendataan, pengenalan dan pengadaan buku pegangan bakunya secara nasional. Namun keanekaragaman yang besar itu hendaklah dijadikan modal kekuatan, bukannya rem kendala yang menghambat kemajuan penguasaan keanekaragaman hayati melalui jalur pendidikan formal di ruang sekolah (Rifai, 1994:36).

Ahli taksonomi tidak mungkin muncul di kalangan orang Indonesia, jika cara mengajarkan keanekaragaman hayatinya tidak kreatif dan kurang menantang peserta didik. Pengalaman mempelajari keanekaragaman hayati di sekolah dengan cara-cara yang konvensional dengan penekanan pada menghafalkan nama-nama latin (yang kerap kali tanpa mengenal spesimennya) ditambah dengan hasil klasifikasi para tokoh yang ada tanpa mengetahui dasar klasifikasinya, menjadikan pelajaran tersebut tidak menarik dan membosankan. Bahkan di kalangan pakar biologi dan pendidik biologi sendiri pelajaran yang berkenaan dengan keanekaragaman hayati dianggap sangat membosankan dan bersifat hafalan. Oleh karena itu perlu dilakukan penyesuaian pendekatan pendidikan biologi, khususnya dalam mempelajari keanekaragaman hayati di kelas. Perlu disadari sepenuhnya bahwa tujuan kita membenahi penguasaan keanekaragaman hayati itu adalah untuk menyiapkan matriks berpijak bagi anak didik dalam mempelajari biokimia, genetika, dan mikrobiologi modern guna menguasai bioteknologi.

Diperkenalkannya tokoh Linnaeus (juga pada tingkat SLTP) menyebabkan beralihnya pempunan penekanan dari keanekaragaman hayati kepada sistem klasifikasi. Berdasarkan pertimbangan tertentu yang dikemukakan pada berbagai kesempatan, Rifai (1979, 1987, 1994) menyarankan dihapusnya pelajaran taksonomi atau sistematika dari kurikulum sekolah dan perguruan tinggi dan diusulkan diganti dengan keanekaragaman hayati. Hal itu dibantah oleh Rustaman (1990; 1994) karena ternyata kemampuan klasifikasi (terdapat dalam taksonomi) diperlukan pada berbagai jenjang pendidikan, termasuk di tingkat perguruan tinggi dalam pengelompokan data, bahkan diduga dapat memotivasi mahasiswa

calon guru di LPTK bernalar melalui perkuliahan Sistematika Tumbuhan Tinggi (STT) atau Botani Phanerogamae dan praktikumnya.

C. Sistematika, Keanekaragaman dan Kemampuan Klasifikasi

Berdasarkan pengalaman pribadi mengajar biosistematik selama belasan tahun ditemukan bahwa mahasiswa yang mendapat nilai tinggi dalam STT, juga mendapat nilai tinggi dalam mata kuliah-mata kuliah lain yang dianggap sulit oleh para mahasiswa karena perlu berpikir. Diduga melalui taksonomi atau sistematika dapat dikembangkan suatu bentuk berpikir yang dapat memberikan kontribusi penting dalam membentuk cara berpikir biologi. Upaya untuk memeriksa dugaan itu dilakukan dengan mengkaji berbagai sumber sebagai rujukan (Keogh, 1995; Rustaman, 1990; Radford, 1986; Dunn & Everitt, 1982; Wiley, 1981).

1. Taksonomi, Sistematika, Klasifikasi, dan Sistem Klasifikasi

Tampaknya masih ada kesimpangsiuran antara pengertian taksonomi dengan sistematika, dan klasifikasi dengan sistem klasifikasi. Taksonomi dibedakan dengan sistematik. Taksonomi merupakan teori dan praktek mengklasifikasikan organisme, sedangkan sistematik merupakan studi ilmiah tentang jenis-jenis dan keanekaragaman organisme dan hubungan kekerabatan di antaranya. Keogh (1995) mendefinisikan taksonomi sekedar sebagai "the science of collecting, discovering and describing species".

Terdapat sejumlah pengertian berkenaan dengan klasifikasi, dari pengertian klasifikasi sebagai "the ordering of organisms into groups on the basis of their relationships, and the relationships may be genetic, evolutionary (phylogenetic) or may simply refer to similarities of phenotype (phenetic)"; hingga pengertian klasifikasi sebagai kegiatan esensial dalam seluruh kegiatan ilmiah, sebagai kebutuhan dan pengetahuan bagi ilmuwan dalam mengubah dan membentuk sistem klasifikasi. Keogh (1995) mengemukakan klasifikasi sebagai organisasi species menjadi kelompok-kelompok yang mencerminkan hubungan evolusi. Dalam hal ini Rifai (1987, 1994) berpendapat bahwa yang dikelompokkan bukanlah obyeknya melainkan pengetahuan tentang obyek tersebut. Hal ini sesuai

dengan pendapat Wiley (1981:193) yang mengemukakan “classifications are systems of words” dan bahwa kegiatan mengelompokkan entitas atau fenomena dan memberi nama pada kelompok-kelompok yang dihasilkan.

Rustaman (1990) menekankan klasifikasi sebagai proses dan produk. Sebagai produk klasifikasi diartikan hasil klasifikasi. Hasil klasifikasi rakyat berbeda dengan klasifikasi ilmiah, karena klasifikasi rakyat hanya horizontal, tidak ada hierarki. Klasifikasi ilmiah memiliki hierarki dan dengan demikian membentuk suatu sistem, dikenal sebagai sistem klasifikasi. Antara klasifikasi sebagai produk dan klasifikasi sebagai proses terdapat saling ketergantungan. Dengan pengetahuannya tentang obyek, manusia dapat melakukan proses klasifikasi. Namun jika pengetahuannya tentang obyek tetap, tidak akan terjadi peningkatan atau pengembangan kemampuan klasifikasi. Kemampuan klasifikasi akan meningkat kembali jika pengetahuan yang diperlukan untuk itu sudah memadai.

Dari semua pernyataan tersebut jelaslah kemampuan atau proses klasifikasi itu sangat penting untuk dikembangkan pada generasi muda, baik pada jenjang pendidikan dasar, pendidikan menengah maupun pada jenjang pendidikan tinggi.

2. *Klasifikasi dan Berpikir*

Klasifikasi termasuk dalam proses berpikir yang penting. Hal tersebut ditemukan dalam berbagai rujukan, baik yang menekankan hubungannya dengan logika (Rustaman, 1990; Bransford, 1986; Raths et al, 1986; Nickerson et al., 1985; Phillips & Phillips, 1985; Kamii, 1979; Gerhard, 1971; Inhelder & Piaget, 1969), berpikir kritis (Rustaman, *et al.*, 1999), hingga berpikir fleksibel (Lowery, 1985; Rustaman, 1991 & 2001).

Temuan penelitian Rustaman (1990) menunjukkan terdapat dua proses berpikir yang terlibat dalam klasifikasi logis, yaitu abstraksi dan inferensi. Hasil kristalisasi mengenai abstraksi yang terlibat dalam klasifikasi logis untuk IPA adalah a) berpikir konvergen yang mencakup interseksi, interpolasi dan ekstrapolasi; b) berpikir alternatif atau berpikir divergen dan menemukan kriteria pengelompokan; c) berpikir dikhotomi dan memberi nama yang mewakili kelompok;

d) keinklusan, hierarki dan kuantifikasi. Inferensi merupakan cara atau pola berpikir yang digunakan anak untuk sampai kepada hasil klasifikasi.

Dalam melakukan klasifikasi, selain terdapat proses pengelompokan ("classifying") tercakup juga proses perampatan ("generalizing"). Dengan mengamati dan membandingkan berbagai obyek serupa dapat dipahami konsep obyek tersebut. Dalam pencapaian konsep pada tingkat klasifikatori, anak dapat mengklasifikasikan contoh-contoh dan noncontoh konsep sekalipun keduanya memiliki banyak atribut yang mirip.

Pada tingkat pendidikan dasar, logika dalam klasifikasi tampak menyebar dalam empat macam klasifikasi (Rustaman, 1990; Phillips & Phillips, 1985) yang dinamakan klasifikasi logis. Keempat macam klasifikasi tersebut adalah inklusi kelompok (IK) atau "class inclusion", klasifikasi ulang (KU) atau "reclassification", klasifikasi matriks (KM) atau "matrices classification", dan alternatif klasifikasi (AK).

Perbandingan hasil penelitian Rustaman, Opper, dan Phillips & Phillips (dalam Rustaman, 1990) menunjukkan bahwa anak usia sekolah dasar dari kelompok budaya Sunda di Indonesia memiliki urutan macam klasifikasi yang berbeda dalam perkembangannya, yaitu kemampuan berpikir konvergenya muncul lebih awal dibandingkan dengan anak di Malaysia dan di Amerika Serikat, dan bahwa kemampuan berpikir alternatif tidak terdeteksi sampai dengan usia 12 tahun. Penelitian lain oleh mahasiswa S1 menunjukkan hasil yang serupa untuk berpikir alternatif pada siswa SLTP kelas satu pun (usia 13-14 tahun), dan kemampuan melakukan klasifikasi ulang (KU) dan memberi nama jika kriteria diubah juga tidak terlalu tinggi.

Perbandingan hasil penelitian Rustaman dan Lowery (Rustaman, 1991) menunjukkan bahwa berpikir logis dalam keempat macam klasifikasi (IK < KM < KU < AK) sejalan dengan tingkat-tingkat berpikir yang diusulkan Lowery sebagai dasar biologi proses berpikir. Kesejalaran tersebut tampak bukan hanya pada karakteristik dari kemampuan-kemampuan klasifikasi logisnya, tetapi juga urutan muncul atau berkembangnya masing-masing kemampuan tersebut. Bahkan menurut Lowery kemampuan klasifikasi alternatif terus berkembang sampai usia

sekolah menengah dan perguruan tinggi, yang berkembang pada usia di atas 16 tahun dan dikenal dengan kemampuan berpikir fleksibel.

Pada tingkat pendidikan menengah dan tinggi logika dalam klasifikasi terdapat dalam tiga bentuk, yaitu dalam **klasifikasi**, **kategorisasi**, dan **seriasi**. Hasil kristalisasi pengkajian berbagai sumber dan artikel (diantaranya Jeffrey, 1982) disimpulkan bahwa klasifikasi memberikan kesempatan berpikir jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kategorisasi, karena melibatkan proses observasi, generalisasi, dan inferensi induktif, sedangkan kategorisasi menghasilkan kelompok yang jumlahnya terbatas dan melibatkan inferensi deduktif. Berbeda dengan klasifikasi dan kategorisasi yang menghasilkan kelompok-kelompok nyata karena diskret, seriasi lebih bersifat kontinum dengan adanya kelompok-kelompok antara.

Baik kelompok nyata dan diskret maupun kelompok antara, ditemukan dalam klasifikasi obyek biologi, khususnya dalam kelompok-kelompok tumbuhan tinggi. Umpamanya walaupun berdasarkan kriteria yang telah disepakati tumbuhan paku dapat dipisahkan dari tumbuhan berbiji, namun tetap ditemukan kelompok antara yaitu kelompok tumbuhan paku berbiji. Begitu pula walaupun tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae* atau *Pinophyta*) sudah terpisah dari kelompok tumbuhan berbiji tertutup, masih ada *Gnetinae* yang memiliki karakteristik yang menunjukkan perpaduan antara keduanya, yaitu berdaun relatif tipis, lebar dengan venasi menjala dan trakhea pada xilemnya (bukan trakheid seperti anggota *Gymnospermae* lainnya).

3. Klasifikasi Biologis dan Klasifikasi Filogenetik

Wiley (1981:193-194) dalam bukunya “Phylogenetics: The Theory and Practices of Phylogenetic Systematics” menjelaskan klasifikasi secara umum, klasifikasi biologis dan klasifikasi filogenetik.

“...Biological classifications are systems of words which are used to organize the diversity of life and/or to reflect man’s estimate of nature’s own organization of life. Phylogenetic classifications are biological classification which accurately reflect hypotheses concerning the genealogical descent of organisms and are usually accomplished on the species level or above”.

Lebih jauh Wiley (1981:194-195) mengemukakan tentang taksa sebagai komponen klasifikasi filogenetik, tipe-tipe utama klasifikasi serta manfaat penggunaan klasifikasi biologis. Wiley juga membedakan klasifikasi historis dan nonhistoris serta membandingkan klasifikasi berhierarki dengan yang tidak. Dengan mengutip pernyataan Bandings (*phylogenetic classification reflect the best estimate of evolutionary history of organisms*), Wiley menyimpulkan bahwa klasifikasi biologi taksonomi termasuk *historical and hierarchical biological classification*. Pendapat tersebut sejalan dengan pendapat Rustaman (1990) bahwa untuk membentuk sistem klasifikasi siswa perlu melakukan klasifikasi bertingkat (hierarkis) setelah terbiasa melakukan klasifikasi biner yang memilah menjadi kelompok tertentu (misalnya X) dan bukan kelompok (bukan X). Cara berpikir ini diperlukan dalam membuat kunci determinasi. Adapun klasifikasi biologi dalam taksonomi yang “historical” memperkuat perlunya menelusuri asal usul kelompok (*taxa*) yang terbentuk.

Pada tingkat pendidikan tinggi (khususnya S1 Biologi dan Pendidikan Biologi di LPTK) seyogianya mahasiswa diajak untuk melakukan klasifikasi berdasarkan kriteria tertentu dan bervariasi yang memungkinkan mereka sendiri berkembang menjadi pemikir yang logis, kritis, kreatif dan fleksibel, mereka juga pengambil keputusan yang handal berdasarkan data yang sudah dipilah-pilah dan dibandingkan. Dalam mempelajari keanekaragaman tumbuhan seyogianya para mahasiswa diajak untuk dapat mengembangkan kemampuan berpikir dan klasifikasi secara histories dan bertingkat agar dapat mengelompokkan sejumlah pengetahuan yang diperoleh melalui observasi, pendeskripsian dan penamaan kelompok tumbuhan. Mempelajari keanekaragaman tumbuhan tidak berhenti pada penguasaan sejumlah pengetahuan tentang tumbuhan saja. Pengetahuan tersebut diperlukan mahasiswa atau **orang yang mempelajarinya** untuk mengembangkannya menjadi pengetahuan yang terstruktur dan berhierarki dengan memperhatikan asal usul kelompok (takson)nya. Baru dengan cara demikian pengetahuan tentang kelompok-kelompok tumbuhan dapat berkembang menjadi ilmu.

Ditekankan orang yang mempelajarinya, karena hampir mustahil kita mengharapkan ilmuwan atau biologian untuk melakukannya sendiri. Orang

kebanyakan yang mempelajari (indigenous people) sebagai mana diungkapkan dalam Floribunda 2(6) 2004 (Fernando, *et al.*, 2004: 171) perlu mendapatkan dukungan dan izin untuk mengalihkan *taxonomic impediment* sebagaimana dikenali oleh UN Convention of Biological Diversity. Termasuk orang yang mempelajarinya juga adalah para pendidik biologi sebagaimana diungkapkan Keogh (1995: 298) bahwa peran para pendidik biologi untuk membantu menggugah kesadaran manusia dan ikut mengurangi laju kepunahan species tumbuhan yang kita semua belum selesai mendatanya, karena hampir sekitar 600 species tumbuhan punah pada abad ke 17 dan di Indonesia bahkan sebelum didata.

4. Berpikir dalam Mempelajari Keanekaragaman Tumbuhan

Berkaitan dengan berpikir dan pendidikan, terdapat tiga kemungkinan, yaitu mengajarkan berpikir (*teaching of thinking*); mengajarkan berpikir melalui bidang studi (*teaching for thinking*), dan mengajarkan tentang berpikir (*teaching about thinking*). Berpikir sebagai kumpulan keterampilan dasar yang perlu dikembangkan atau dilatihkan (Nickerson, 1985) antara lain mencakup komparasi, kategorisasi, klasifikasi. Selanjutnya diketahui pula keterkaitan antara pengetahuan dan proses berpikir. Melalui keterampilan-keterampilan dasar dalam berpikir itu tambahan pengetahuan akan meningkatkan kemampuan atau proses berpikir.

Secara khusus Ennis (1985 & 1996) mengemukakan sikap dan keterampilan berpikir kritis yang dapat dipilah menjadi beberapa aspek Berpikir Kritis menggunakan dasar berpikir untuk menganalisis argumen dan memunculkan wawasan terhadap masing-masing makna dan interpretasi untuk mengembangkan pola penalaran yang kohesif dan logis, memahami asumsi dan bias yang mendasari tiap-tiap posisi, memberikan model presentasi yang dapat dipercaya, ringkas dan meyakinkan.

Dalam praktikum sistematik tumbuhan tinggi semua konsep dikembangkan berdasarkan pola konsep tertentu, yaitu cara-cara klasifikasi dan pendekatan klasifikasi, selain sistem klasifikasi. Perkembangan sistem klasifikasi dalam mempelajari keanekaragaman (artifisial, alamiah, dan filogenetik) menuntut terjadi perubahan juga dalam kegiatan praktikumnya, walaupun ketiganya

masih tetap digunakan. Sistem klasifikasi yang dirujuk dalam penelitian adalah sistem klasifikasi Cronquist yang dibandingkan dengan sistem klasifikasi menurut Lawrence dan Hutchinson. Melalui perbandingan ketiga sistem klasifikasi itu ingin ditegaskan bahwa hasil klasifikasi dapat atau mungkin berubah, karena itu tidak perlu menghafalkan hasil suatu sistem klasifikasi tertentu. Yang terpenting adalah memahami keterkaitan antara kriteria sebagai dasar klasifikasi dengan hasilnya.

Hidayat (2005) mencoba melakukan penelitian pada topik bahasan Fungi dalam Botani Cryptogamae dengan menggunakan pembelajaran berbasis inkuiri untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Ternyata hasilnya meningkat, bahkan mereka memiliki kemampuan bertanya yang baik sebagai dampak pengiring (*nurturant effect*) dari pembelajaran berbasis inkuiri. Keinginan untuk bertanya tersebut ternyata diikuti dengan keinginan mereka untuk menemukannya jawabannya melalui observasi terhadap sekelilingnya. Kepedulian dan kemauan untuk melakukan observasi keanekaragaman di lingkungannya merupakan modal penting, dan dapat ditingkatkan menjadi kesadaran untuk ikut serta dalam upaya melestarikan fungsi lingkungan melalui pengelolaan keanekaragaman hayati, karena termasuk ke dalamnya adalah keanekaragaman ekosistem, jenis dan gen (Sastrapradja et al., 1989).

D. Asesmen dalam mempelajari Keanekaragaman Tumbuhan

Telah disebutkan sebelumnya bahwa masih jarang dilakukan penelitian berkaitan dengan pembelajaran keanekaragaman tumbuhan, apalagi cara menilai proses dan hasilnya. Pengumpulan data selama dan sesudah pembelajaran untuk digunakan dalam pengambilan keputusan dikenal sebagai asesmen. Asesmen sendiri dapat dilaksanakan melalui pemberian tes dan nontes. Pelaksanaan asesmen tanpa tes lebih dikenal dengan asesmen alternatif atau asesmen kinerja (*performance assessment*). Penilaian menggunakan tes untuk dapat mendeteksi kemampuan klasifikasi masih sangat lemah, kalau tidak dikatakan tidak tepat. Dengan terintegrasinya kemampuan berpikir dalam klasifikasi, maka jelaslah bahwa penilaiannya tidaklah sederhana.

Rustaman (2001 & 2003) menggunakan model asesmen bervariasi dalam melakukan penelitian pada perkuliahan Botani Phanerogamae. Penilaian produk karya mahasiswa calon guru (herbarium, Perikehidupan), buku gambar, laporan kelompok (hasil praktikum), dan laporan kelas (hasil kuliah lapangan) digunakan dalam penilaian perkuliahan sebagai asesmen nontes. Selain itu tes praktikum sendiri tidak hanya sistem ketok menyebutkan nama spesies dari specimen yang ditanyakan, melainkan berupa identifikasi beberapa specimen untuk kemudian digunakan dalam pengambilan keputusan, baik berupa klasifikasi, kategorisasi maupun seriasi.

Perangkat tes untuk menjangkau aspek pengetahuan dan/atau kecerdasan intelektual dan keterampilan berpikir kritis didudun dengan menyiapkan kisi-kisi perangkat tes terlebih dahulu. Contoh kisi-kisi kerangka te Berpikir Kritis dapat diliha pada Tabel 2. Pada tabel tersebut dapat dilihat sebagian indikator dari aspek keterampilan berpikir kritis.

Tabel 1 Kisi-kisi Perangkat Tes Berpikir Kritis pada Perkuliahan Bophan

| Aspek Keterampilan Berpikir Kritis | Indikator | Pinophyta | Magnoliophyta | |
|------------------------------------|---|-------------|------------------|------------------|
| | | | Magnoliopsida | Liliopsida |
| Memberikan penjelasan sederhana | - Mengidentifikasi pertanyaan - menemukan persamaan & perbedaan - mengidentifikasi hal yg tak relevan - bertanya & menjawab pertanyaan: + tentang hal terpenting + untuk menjelaskan | ✓ ✓ ✓ | ✓ ✓ ✓ ✓ | ✓ ✓ ✓ ✓ |
| Membangun keterampilan dasar | - menyesuaikan dengan sumber - kebiasaan berhati-hati | ✓ | | ✓ ✓* |
| Menyimpulkan | - menggeneralisasi - menerapkan prinsip yg dpt diterima - mempertimbangkan alternatif | ✓ ✓ | ✓ ✓ | ✓* ✓ ✓ |
| Memberikan penjelasan lanjut | - mengidentifikasi asumsi dari alasan yang tak dikemukakan | ✓ | ✓ | ✓ |
| Mengatur strategi & taktik | - memilih kriteria u/ mempertimbangkan penyelesaian - berinteraksi dengan orang lain dengan strategi logis | ✓ | ✓ | ✓ ✓* |

* dilaksanakan secara lisan saat ujian praktikum

Sampai sekarang tim belum melakukan penilaian ke arah pengungkapan aspek afektif, walaupun pengalaman pribadi menunjukkan bahwa hal-hal tersebut dapat diungkap melalui pemberian tugas-tugas (*tasks*). Umpamanya ketika diberi tugas membawa specimen untuk praktikum, dapat dilakukan penilaian sikap ilmiah dan kecerdasan emosionalnya.

Tabel 2 Aspek Kecerdasan Emosional (KE) pada Praktikum BOPHAN

| Aspek KE | Indikator | + | - | Keterangan |
|-----------------------------|---|---|---|--|
| Apa yang ingin dilakukan | Inisiatif mengatasi masalah | | | Teratasi |
| Apa yang dapat ditampilkan | Kebenaran tampilan: - tugas membawa specimen; - herbarium - perikehidupan - gambar - laporan | | | Kulit tak rusak Sesuai panduan Morfogenesis Spesies lain Komunikatif |
| Kemauan bertanggung jawab | Penyerahan tugas | | | Tepat waktu |
| Perhatian kepada orang lain | Pengelolaan alat/bahan | | | # memadai |
| Membina hubungan sosial | Bertanya apabila tidak jelas | | | Tidak “ngotot” |

N.B. Penilaian dilakukan dalam proses melalui observasi dan analisis tugas, dengan memperhatikan siswa yang ada pada kategori 20% di atas dan di bawah rata-rata, dengan cara memberi tanda +/- pada daftar nama.

Gagasan untuk melakukan penilaian kecerdasan emosional dilatarbelakangi oleh isi Peraturan Pemerintah no 19 tahun 2005 tentang kompetensi personal, kompetensi sosial, kompetensi emosional, dan kompetensi vokasional ditambah hasil penelitian Hidayat (2005) dan penelitian Rustaman (2005) tentang hasil pembelajaran berbasis inkuiri. Pembentukan manusia Indonesia (warga negara) yang cerdas tidak hanya diartikan cerdas berpikir saja tetapi juga cerdas secara emosional dan sosial. Penelitian berkelanjutan untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kecerdasan emosional akan melalui Sistemika Tumbuhan Tinggi (Botani Phanerogamae) masih akan terus dilakukan untuk memperbaiki model dan instrumen (perangkat asesmen) untuk mengukur keberhasilannya.

E. Penutup

Pembenahan pembelajaran keanekaragaman tumbuhan dilakukan untuk menunjang upaya melestarikan keanekaragaman hayati perlu dilakukan secara

terarah, terencana dan berkesinambungan. Upaya pelestarian keaneka ragaman hayati yang mendukung kepentingan orang banyak perlu dilakukan dengan melibatkan berbagai pihak, termasuk pendidik biologi dan awam yang berminat dan peduli. Pembinaan pembelajaran tersebut menyangkut pengembangan berbagai kemampuan berpikir (logis, kritis, fleksibel) melalui klasifikasi untuk digunakan dalam membiasakan mengambil keputusan yang tepat, obyektif, kreatif dan adil beserta asesmennya.

Pembinaan tersebut dilakukan pada berbagai jenjang pendidikan dengan memilih prioritas pengembangannya sesuai perkembangan kemampuan peserta didik dan sesuai dengan temuan penelitian sebelumnya. Kajian pustaka dan berbagai hasil penelitian berkenaan dengan klasifikasi, berpikir, model pembelajaran dan pilihan bentuk asesmennya telah diungkap dan dibahas untuk memperjelas pengertian sistematika, taksonomi, klasifikasi biologis, klasifikasi filogenetik, klasifikasi biologis taksonomis, beserta fokus pembelajaran dan lingkup materinya.

Asesmen bervariasi, baik asesmen bentuk tes dan asesmen nontes dikemukakan dalam makalah ini untuk memberikan gambaran tentang upaya serius pembinaan pembelajaran keanekaragaman tumbuhan, dan sekaligus sebagai contoh bagi pendidik dan peneliti biologi yang berminat untuk mengembangkan dan melanjutkannya. Asesmen tersebut diprioritaskan yang mengungkap kemampuan berpikir (kecerdasan intelektual), dan kecerdasan emosional, selain penguasaan konsep atau pengetahuan tentang karakteristik kelompok tumbuhan tinggi menggunakan skala filogeni.

Walaupun hasil penelitian berkenaan dengan pembelajaran keaneka ragaman tumbuhan belum final, hasil penelitian tindakan selama beberapa tahun menunjukkan kecenderungan dan perkembangan yang menggembirakan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir mahasiswa biologi UPI serta memotivasi mahasiswa untuk merasa senang dan menyadari manfaat mempelajari keanekaragaman daerahnya. Berpikir klasifikasi yang dikembangkan melalui mata kuliah yang mempelajari keaneka-ragaman akan terus dilatihkan pada mahasiswa calon guru, baik pada keanekaragaman tumbuhan tinggi maupun pada

keanekaragaman hayati lainnya. Latihan dan pengalaman (juga penyelidikan) melalui praktikum yang direncanakan sesuai dengan tujuan dan karakteristik bidang studi atau materi subyeknya akan memberikan bekal berpikir biologi pada mahasiswa calon guru, (generasi muda pencinta biologi), dan pada gilirannya siswa-siswa pendidikan dasar dan pendidikan menengah di Indonesia. Khusus melalui praktikum sistematika tumbuhan tinggi diharapkan mahasiswa calon guru biologi dan para siswanya mendapat latihan dan pengalaman berpikir tingkat tinggi (kritis, logis, fleksibel) agar dapat berperanserta mendata dan mengelola kekayaan hayati negaranya tercinta, Indonesia. Bagi mahasiswa biologi bekal kemampuan klasifikasi biner dan bertingkat, klasifikasi-kategorisasi-seriasi dapat digunakan untuk mentransfer klasifikasi rakyat menjadi klasifikasi ilmiah sehingga ilmu pertaksonomian tumbuhan di negara kita juga berkembang dan disegani biologawan negara lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Brandsford, J.D. *et al.* (1986). Improving thinking and learning skills: An analysis of three approaches. Segal, Chipman & Glaser (eds). *Thinking and Learning Skills 1*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dunn, G. & Everitt, B.S. (1982). *An Introduction to Mathematical Taxonomy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ennis, R.H. (1985). Critical Thinking. Costa, A.L. *Developing Mind: A resource Book for Teaching Thinking*. Alexandria: ASCD.
- Ennis, R.H. (1996). *Critical Thinking*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, Inc.
- Gerhard, M. (1971). *Effective Teaching Strategies with the Behavioral Outcomes Approach*. West Nyack: Parker Publishing Co.
- Hidayat, O. (2005). Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Inkuiri untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis pada Materi Jamur. *Tesis Magister*. Program Pascasarjana UPI. Bandung: tidak dipublikasikan.
- Inhelder, B. & Piaget, J. (1969). *The Early Growth of Logic in the Child*. New York: WW. Norton & Company, New York.
- Jeffrey, C. (1982). *An Introduction to Plant Taxonomy*. 2nd edition. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kamii, C. 1979. Teaching for thinking and creativity. A Piagetian points of view. Lawson, A.E. (ed). *1980 AETS Yearbook. The Psychology of Teaching Thinking and Creativity*. Pp. 29-58. Ohio: Clearing House.
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. (Maret 1997). *Agenda 21 Indonesia: Strategi Nasional untuk Pembangunan Berkelanjutan*.
- Keogh, J.S. (1995). The importance of systematics in understanding the bio-diversity crisis: the role of biological educators. In *Journal of Biological Education*. **29**(4). 293-299.
- Mardapi, D. (2005). "Pengembangan sistem penilaian berbasis kompetensi". Dalam *Rekayasa Sistem Penilaian dalam Rangka Meningkatkan Kualitas Pendidikan*. Yogyakarta: Himpunan Evaluasi Pendidikan Indonesia didukung Dikti, Dimenum, Pusat Penilaian Pascasarjana UNY. 71-85
- Phillips, D.G. & Phillips, D.R. (1985). *The Structures of Thinking: Elaboration, Evaluation and Applications of Piaget's Model of Intellectual Development*. 3rd edition. The Science Education Center. University of Iowa, Iowa
- Radford, A.E., Dickison, W.C., Massey, J.R., & Bell, C.R. (1974). *Vascular Plant Systematics*. New York: Harper & Row, Publishers.

- Raths, L.E., *et al.* (1986). *Teaching for Thinking: Theory Strategies, and Activities for the Classroom*. 2nd edition. Teachers College. Columbia University, New York and London.
- Rifai, M.A. (1994). *Menyiapkan Diri Mengajar Biologi*. Jakarta: Pusat Perbukuan
- Rifai, M.A. (1990). Keadaan pertaksonomian Indonesia sebagai cermin kegagalan pendidikan biologi. Makalah dalam *Simposium Nasional Pendidikan Biologi I*. Surabaya..
- Rifai, M.A. (1987). Quo vadis taksonomi di Indonesia? Makalah dalam *Kongres Biologi Nasional VIII*. PBI, Purwokerto 8-10 Oktober 1987 (dimuat juga dalam *Sisipan Floribunda*. 1: 26-28, 1989).
- Rifai, M.A. (1994). *Menyiapkan Diri Mengajar Biologi Di Sekolah Menengah Umum*. Jakarta: Pusat Perbukuan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Rustaman, A. (1989). Assessing Practical Skills in Biology in Indonesian Senior Secondary Schools. *A critical study for Master of Education in Science*. School of Education. The University of Leeds, Leeds: unpublished
- Rustaman, N.Y. (1990). Kemampuan Klasifikasi Logis Anak: Studi tentang Kemampuan Abstraksi dan Inferensi Anak Usia SD pada Kelompok Budaya Sunda. *Disertasi Doktor*. Program Pascasarjana IKIP Bandung. Bandung: tidak dipublikasikan
- Rustaman, N.Y. (1991). Dasar Biologi Proses Berpikir. *Makalah* disampaikan pada Seminar Nasional Biologi XII dan Kongres PBI X di Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Rustaman, N.Y. (1994). Pengembangan Penalaran Melalui Klasifikasi-Katego-risasi-Seriasi: Sebuah Model Pengajaran Keanekaragaman Tumbuhan Berbiji di LPTK. *Makalah* dipresentasikan pada Seminar Sehari Taksonomi & Pengajaran Biodiversitas Tumbuhan yang diselenggarakan oleh Penggalang Taksonomi Tumbuhan Indonesia dan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- Rustaman, N. Y., *et al.* (1999). Pengembangan Model Praktikum Biologi dan Asesmennya untuk Mengembangkan Keterampilan Proses dan Berpikir Mahasiswa Calon Guru Biologi. *Laporan Penelitian DIKTI* Proyek PGSM Penelitian Peningkatan Kualitas Pembelajaran Batch ke II.
- Rustaman, N.Y. (2001). Model Pembelajaran Materi Subyek Biologi Untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Konseptual Tingkat Tinggi Mahasiswa Calon Guru Biologi. *Laporan Penelitian DIKTI* melalui Hibah Bersaing. FPMIPA IKIP Bandung.
- Rustaman, N.Y. (2002). Pandangan Biologi terhadap Proses Berpikir dan Implikasinya dalam Pendidikan Sains. *Makalah untuk Orasi Ilmiah* dibacakan pada Pidato Pengukuhan Guru Besar FPMIPA- UPI. 18 Oktober 2002.
- Rustaman, N.Y. (2003). Mengenal Keanekaragaman Tumbuhan Tinggi dalam Klasifikasi Rakyat menuju Klasifikasi Ilmiah melalui Penelitian untuk Mengembangkan Proses

Berpikir. *Makalah Ilmiah*, disajikan dalam Seminar Nasional Taksonomi Tumbuhan Indonesia di Surakarta, Desember 2003.

Rustaman, N.Y. (2005). Mengefektifkan Pembelajaran Sains dan Animasinya untuk mengembangkan Kemampuan dasar Bekerja Ilmiah melalui berbagai metode. *Laporan Penelitian Hibah Pasca Tahap II*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Sastrapradja, D.S., Adisoemarto, S., Kartawinata, K., Satrapradja, S., & Rifai, M. A. (1989). *Kenakeragaman Hayati untuk Kelangsungan Hidup Bangsa*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi-LIPI.

Shukla, P. & Misra, S.P. (1979). *An Introduction to Taxonomy of Angiosperms*. New Delhi: Vikas Publishing House.

Wiley, E.O.(1981). *Phylogenetics: The Theory and Practice of Phylogenetic Systematics*. New York: A Wiley-interscience Publication. John Wiley and Son.