

PERKEMBANGAN BIOLOGI TERKINI DARI TINJAUAN MOLEKULER GLOBAL

Suranto ¹⁾

¹⁾ *Direktur Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret (UNS)
Jl. Ir. Sutami No. 36A Ketingan Surakarta 57126*

PENDAHULUAN

Biologi yang dulu dikenal dengan ilmu hayat, mengalami perkembangan yang demikian pesat seiring dengan perkembangan alat-alat optik seperti mikroskop. Alat ini memegang kendali dalam memasuki era observasi dari pengamatan dengan cara 'naked eyes' ke sebuah era yang lebih 'attractive'. Dari sesuatu yang biasanya diamati secara morfologi saja kemudian masuk ke dalam ranah yang lebih dalam, baik untuk pengamatan struktur dan fungsi yang secara kasat mata tidak terdeteksi/ terungkap, akhirnya dapat diketahui dengan lebih detail dan menakjubkan. Hal ini dibarengi dengan awal penemuan mikroskop yang sifatnya masih konvensional (cahaya) hingga yang telah maju seperti *Scanning Electron Microscopy* (SEM), maupun *Transmission Electron Microscopy* (TEM). Penemuan di bidang optik ini semakin membuka cakrawala baru di dalam perkembangan dunia ilmu pengetahuan baru khususnya cabang-cabang ilmu biologi, seiring dengan pemanfaatan sumber-sumber belajar hasil penelitian di era sel dan molekuler dewasa ini. Penemuan-penemuan tersebut akan sangat bermanfaat dalam menopang dan mengisi kualitas materi yang akan dibahas dan dikembangkan dalam proses pembelajaran.

Di era yang serba maya dan terbuka ini, masih juga dijumpai anggapan bahwa mata pelajaran biologi adalah sesuatu yang tidak menarik, membosankan, dan banyak yang sifatnya hafalan. Terhadap tuduhan ini, para guru/dosen khususnya, tidak harus menanggapi secara reaktif, namun hendaknya kita mencoba merenung, apakah benar hal itu yang terjadi dan kita alami. Hanya kitakah yang mengalami hal ini, atau terjadi di lingkungan kita, wilayah kita, daerah lain, atau bahkan terjadi secara nasional? Tentunya kita jugalah yang dapat menduganya atau mungkin menjawabnya dengan jujur. Kalau tidak harus dicirikan secara spesifik, nampaknya biologi termasuk salah satu mata pelajaran pokok dalam kelompok IPA yang mendapat sorotan tajam karena kelompok pelajaran ini ada yang menghakimi sebagai mata pelajaran hafalan yang sulit, tidak menarik, dan tentunya berakibat membosankan. Kiranya tidak berlebihan apabila kita mau jujur bahwa bekal seorang guru yang *brilliant* atau

pandai luar biasa dalam ilmu biologi **tertentu**, tidaklah cukup manakala pada proses kegiatan pembelajaran tidak dapat mengorganisirnya dengan baik, apabila kemudian hal ini harus dikaitkan dengan strategi pembelajaran dan model evaluasinya.

Dengan demikian, maka nampaknya masalah materi, strategi, dan model evaluasi dari pembelajaran biologi adalah sesuatu yang kompleks, namun harus diyakini bahwa kita dapat berbuat sesuatu yang baik terhadap isu/tuduhan masalah ini. Karena pada hakekatnya kita tidak sendirian, atau bahkan hal tersebut menjadi isu nasional dan mungkin juga internasional, dengan cakupan tidak hanya tingkat sekolah dasar, menengah, atau mungkin di tingkat perguruan tinggi. Gambaran ini walaupun sangat spesifik, dapat penulis sampaikan pengalaman kami sewaktu di luar negeri ketika diajar oleh seorang dosen muda, baru, dan bergelar doktor. Apa yang terjadi setelah kuliah yang berlangsung satu jam itu selesai? Ternyata yang pusing tidak saja mahasiswanya, tetapi sang dosen tersebut ternyata jauh lebih pusing dan stres karena cukup yakin bahwa apa yang dia sampaikan belum tentu dapat diterima dengan baik. Bahkan, lebih jauh dosen tersebut bertanya kepada mahasiswa, rekan sejawat, dan terhadap dirinya. Terlalu cepatkah yang saya sampaikan? Tentunya pertanyaan ini juga dapat kita jadikan sebagai bahan renungan. Pernahkah kita mengalami hal itu dan sudah beranjakkah kita untuk meninggalkan hal tersebut? Ataukah masih dalam proses, atau bahkan baru masuk dalam situasi ini? Tentunya kita sendirilah yang dapat menjawabnya. Upaya-upaya yang mungkin dapat dilakukan dalam rangka mensiasati kemungkinan terjadinya hal tersebut sekaligus untuk meningkatkan kualitas pembelajaran materi biologi dapat dilakukan berbagai cara.

Beberapa pendekatan untuk menyemarakkan suasana proses pembelajaran antara lain sebagai berikut.

- (1) Hilangkan kesan bahwa proses pembelajaran biologi adalah hafalan
- (2) Usahakan Proses Belajar Mengajar (PBM) berjalan tidak membosankan
- (3) Cari cara-cara yang menarik agar PBM menjadi hidup

- (4) Upayakan selalu ada komunikasi dengan siswa dalam PBM
- (5) Ciptakan suasana segar (misalnya cerita tertentu yang saudara alami dan dapat ditularkan)
- (6) Munculkan humor menarik yang merangsang siswa dalam PBM
- (7) Hindari memvonis tanggapan siswa yang salah/kurang pada saat tanya jawab
- (8) Upayakan suasana kondusif tetap terjaga saat komunikasi dua arah terjadi
- (9) Upayakan evaluasi PBM tidak hanya ujian mid dan ujian semester saja, tetapi juga kerajinan dan nilai afektif lain juga ikut dinilai
- (10) Yakinkan bahwa peserta didik akan mendapatkan hasil yang baik jika belajar dengan sungguh-sungguh
- (11) Beri semangat kepada peserta didik bahwa jika menekuni sesuatu dengan baik pasti akan bermanfaat bagi dirinya
- (12) Berikan *feedback* kepada mereka terhadap hasil pekerjaan yang telah dilakukan.

Contoh-contoh pendekatan yang dapat diterapkan (termasuk molekuler) untuk mengatasi masalah PBM mata pelajaran Biologi dapat dilakukan dengan memberi contoh-contoh di kehidupan sekitar samapai pada hal-hal yang dialami /dimiliki peserta didik.

- (1) Misalnya bagaimana menanamkan pengertian fotosintesa dengan contoh pohon randu yang sedang menggugurkan daunnya, yang artinya bahwa peristiwa tersebut tidak harus berlangsung dengan hadirnya daun pada tanaman yang bersangkutan
- (2) Bagaimana saudara mempelajari variasi pada makhluk hidup (manusia, hewan, dan tumbuhan). Usahakan mereka mampu mengekspresikan dengan kalimat dan kata-katanya sendiri, kalau ada contoh yang dapat dikuantitatifkan mungkin lebih baik, misalnya pada pori-pori manusia.
- (3) Berikan nilai lebih bagi mereka yang dapat menjawab tidak sama persis dengan materi yang diberikan guru/dosen, tetapi diberi pengembangan. Misalnya dia mempunyai sumber data dari jurnal atau internet yang dapat dipercaya.

Sedikit gambaran tersebut tentunya hanyalah sebagian kecil dari pengalaman para pendidik yang sudah terbiasa menguasai proses PBM Biologi. Hal tersebut akan lebih menarik lagi kiranya kalau apa yang disampaikan juga dapat menyentuh atau dapat memaparkan bukti-bukti baru yang dapat melibatkan data molekuler.

ERA BIOLOGI MASA KINI DAN PENDEKATAN MOLEKULER

Kemajuan ilmu-ilmu dasar termasuk biologi beberapa dasawarsa yang silam telah memberi

pencerahan kepada kita terutama dalam membuka tabir kerahasiaan alam yang semula masih samar-samar menjadi semakin jelas. Walaupun harus diakui bahwa dengan pemanfaatan alat-alat canggihpun masih ada pula masalah dan masalah yang masih berkembang belum dapat diselesaikan. Ini berarti bahwa dalam hal tersebut bukan tidak mungkin untuk dapat terpecahkan masalahnya, seperti kasus flu burung yang sekarang sedang berlangsung. Demikian juga dengan masalah-masalah klasik yang biasa terjadi di kehidupan sehari-hari seperti penyakit tanaman yang disebabkan oleh virus atau mikroorganisme yang masih memerlukan kerja keras berbagai pihak dalam mendesain pengelolaannya. Lebih lanjut dunia pendidikan kita juga masih dihadapkan pada fenomena yang senantiasa perlu kita pecahkan, seperti bagaimana kita mencoba mendekati terjadinya keragaman makhluk hidup. Ini tentunya akan lebih menarik manakala hal ini kemudian kita hubungkan dengan cara-cara pengelompokan tanaman/hewan/mikroorganisme. Cara-cara klasik yang berbasis pada data morfologi merupakan modal utama dalam mempelajari klasifikasi makhluk hidup. namun diakui juga bahwa dalam kasus tertentu data morfologi tersebut menjadi kurang bermakna manakala kita dihadapkan pada keadaan dimana terdapat dua atau lebih individu yang sangat mirip atau hampir pasti sulit dibedakan, maka tidak berlebihan kiranya bahwa sumber-sumber data non morfologi (mikrokarakter) perlu untuk dieksplor/digali, termasuk di dalamnya data molekuler, dalam rangka mencari informasi menuju kebenaran hakiki yang tidak pernah terjadi.

MENUJU PENDEKATAN MOLEKULER

Perkembangan suatu organ tanaman atau hewan mempunyai batas akhir, yang selanjutnya membentuk pola yang menjadi ciri dari bentuk organ yang bersangkutan. Setiap tahapan perkembangan boleh jadi memberikan bentuk morfologi yang spesifik sesuai dengan umur (*maturity and development*) dari organ yang bersangkutan. Setiap tahapan perkembangan tersebut sebenarnya menarik untuk dikaji, apakah terjadinya perubahan bentuk dan ukuran tersebut sebagai representasi pengaruh lingkungan atau hal itu memang telah diatur oleh faktor genetiknya. Terhadap fenomena ini, peruntan (*tracing*) dengan cara melakukan percobaan "**transplant**" menjadi suatu cara yang direkomendasikan. namun apabila apa yang dilakukan ini belum dapat menjawab/ menyelesaikan permasalahan yang timbul, maka uji genetik, dengan pemanfaatan data sel (kromosom), protein/isozim atau bahkan DNA perlu untuk dilakukan.

Aplikasi terhadap cara-cara baru dengan memanfaatkan data selain morfologi tanaman telah berkembang dengan pesat. dimulai dengan data-

data mikroskopis baik yang memanfaatkan potongan melintang dan membujur dari beberapa organ tanaman sampai pada perlunya data permukaan organ yang diamati seperti pollen tanaman, misalnya pada varietas padi. Kualitas data pada organ tanaman tertentu (misalnya bentuk pollen/serbuk sari) memberikan ciri khusus pada tataran taksa tertentu pula. Dengan kata lain data ini hanya akan valid apabila diterapkan pada tingkat genus. Bahkan pada taksa yang lebih tinggi, hasil metabolisme sekunder seperti alkaloid tertentu hampir pasti dijumpai di seluruh tanaman yang termasuk dalam Familia tertentu pula. Dari data yang dianggap mikrokarakter ini dalam taksonomi tumbuhan, nampaknya akan lebih bermakna apabila kita juga dapat melengkapi dengan data lain, misalnya protein atau isozim tanaman.

Studi tentang variasi tanaman, hewan, dan mikroorganisme serta virus telah banyak memanfaatkan data molekuler. Hal ini menjadi menarik oleh karena keraguan kita dalam menjustifikasi tentang apa sebenarnya yang menyebabkan terjadinya variasi itu sendiri. Inilah hakikat sebenarnya bahwa penelitian (research) harus terus dilakukan, karena apa yang sebenarnya kita temukan/dapatkan akan terbuka lagi rahasianya manakala terus diteliti dan difahami mengapa hal ini tidak seperti yang diharapkan.

Pada studi terjadinya variasi pada tanaman herba *Ranunculus* misalnya, ditemukan bahwa *Ranunculus nanus*, yang mempunyai morfologi daun yang begitu bervariasi, setelah dilakukan transplant experiment dari habitat aslinya ke dalam suatu kondisi lingkungan yang baru dan seragam, ternyata sifat daun yang bervariasi tersebut tidak berubah (tetap sama sifatnya seperti sewaktu berada di lingkungan aslinya). Hal ini menimbulkan dugaan bahwa terjadinya variasi ini kemungkinan ditentukan oleh adanya faktor genetik. Uji sitotaksonomi (jumlah kromosom) menunjukkan bahwa lima populasi yang dilihat, memiliki jumlah kromosom sama ($n=6$). Dari hipotesa yang menyatakan bahwa variasi ini disebabkan perbedaan genetik, maka dilakukan uji menggunakan Polyacrylamide Gel Electrophoresis (PAGE) dengan memanfaatkan enzim Esterase, Peroksidase, Malate Dehydrogenase, dan Acid Phosphatase untuk menguji hipotesis tersebut. Hasil uji isozim membuktikan bahwa variasi morfologi yang terjadi pada *R. nanus* ternyata juga didukung oleh data genetiknya. Penemuan ini merupakan first evidence pada studi terjadinya variasi morfologi daun pada species *Ranunculus*. Lebih lanjut pada studi species ini didapatkan bahwa variasi terjadi karena populasi satu dengan yang lain sangat berjauhan dan didukung kondisi fisik yang sangat berbeda, sehingga mendorong terjadinya spesies baru. Hal ini didukung dengan profil pola pita esterase hasil dari percobaan seedling yang dikoleksi dari masing-masing habitat

asli kelima populasi *R. nanus* yang dilakukan di Glasshouse.

Pendekatan molekuler dapat memberikan bukti secara meyakinkan bagaimana kita mempelajari suatu variasi tanaman. Sebaliknya, dengan menggunakan pendekatan molekuler ini kita hendaknya tidak boleh terlalu tergesa-gesa untuk membuat keputusan bahwa oleh karena secara morfologi, secara kualitatif berbeda, maka kita dapat secara sepihak memutuskan memisahkan atau mengelompokkan tanaman menjadi spesies baru. hal ini dapat dibuktikan dengan fenomena posisi *Ranunculus triplodontus*. Spesies tanaman ini mempunyai habitat yang sangat beragam, dari tempat hidup di tanah basah sampai *stream water*. Dengan variasi daun yang beragam yang berasal dari tujuh populasi yang berbeda, dari spesies ini paling tidak akan diangkat satu spesies baru, tetapi data genetiknya (isozim) menunjukkan bahwa secara kualitas pola pita mereka tidak berbeda. Dengan demikian, usaha untuk memisahkan spesies ini menjadi spesies baru tidak dapat terjadi karena data genetiknya tidak mendukung. Dalam kasus pengelompokan tanaman dan hewan, data morfologi adalah sangat krusial dan sangat menentukan. Tambahan data termasuk data molekuler sangat diperlukan manakala kompleksitas morfologi tidak lagi mampu memverifikasi. Akan tetapi dalam kasus varietas virus tanaman, data molekuler atau gen tertentu sangatlah menentukan, atau dengan kata lain data sekuensing gen tersebut mutlak diperlukan.

SEKUENSING GEN UNTUK PENENTUAN STATUS STRAIN VIRUS TANAMAN

Di awal studi tentang virus tanaman, gejala yang ditimbulkan pada inang akan mempunyai peran penting dalam pengelompokan virus tumbuhan. Namun akhir-akhir ini, nampaknya data yang bersumber dari data pengamatan tersebut dirasa kurang mencukupi, karena bisa jadi gejala yang terobservasi dapat berasal dari lebih dari satu virus yang menyerang atau terdapat organisme lain yang juga menginfeksi inang. Hal ini mendorong para peneliti untuk mencari data baru yaitu yang berasal dari gen virus. Besarnya genom virus sangat bervariasi dari yang hanya 3000 bp (pasang basa/ bp= base pairs) sampai kurang dari 10000 bp. Dari sekian banyak jenis virus tanaman yang termasuk dalam Genus tertentu, nampaknya Genus Potyvirus yang sudah secara konsisten menerapkan aturan bahwa pengangkatan suatu virus menjadi virus baru atau strain baru haruslah menggunakan data sekuensing DNA dari CP gen. Coat Protein (CP) gen dari Potyvirus terletak pada 3-end pada struktur genom Potyvirus yang besarnya kurang lebih 10000 bp. Gen CP ini mempunyai tiga bagian, yaitu N-terminal, Core Region (CR), dan C-Terminal. Urutan data DNA dari gen ini telah secara

meyakinkan untuk mempelajari eksistensi virus baru yang akan dikelompokkan ke dalam strain tertentu. Apabila urutan basa yang disekuensing ternyata memiliki kesamaan lebih dari 90% maka virus tersebut dapat dianggap sebagai strain virus yang bersangkutan. Hal ini dapat dicontohkan pada Johnsongrass Mosaic Virus (JGMV) dengan 4 strainnya, yaitu dua strain dari Australia (JGMV-Jg dan JGMV-Krish) dan dua dari Amerika (JGMV-Ksi dan JGMV-O). Apabila urutan DNA dari keempat strain virus tersebut disandingkan maka akan nampak homologi dari mereka. Variasi urutan DNA mereka hanya terjadi pada 5-end dan sebagian kecil di CR dan C-Terminal. Dari data DNA gen CP virus ini nampak bahwa kehadiran sekuensing molekuler CP adalah sangat menentukan. Pertanyaan yang muncul adalah, mengapa hanya gen CP yang digunakan dan menentukan posisi strain virus? Dapatkah gen lain juga digunakan sebagai dasar penentuan ini?

PENUTUP

Data molekuler adalah data yang cukup baru dan akan sangat bermanfaat manakala diterapkan pada posisi yang tepat. Tidak semua eksperimen pasti memerlukan data molekuler. Data klasik adalah modal dasar yang tidak boleh ditinggalkan. dengan demikian, maka pemanfaatan data molekuler haruslah proporsional, sehingga di dalam mengarungi perkembangan biologi pada saat ini peran molekulernya perlu dipertimbangkan. Tetapi dalam kasus tertentu dukungan data DNA adalah suatu keharusan.

PERANAN BIOLOGI DALAM PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Bambang Widyanoro¹⁾

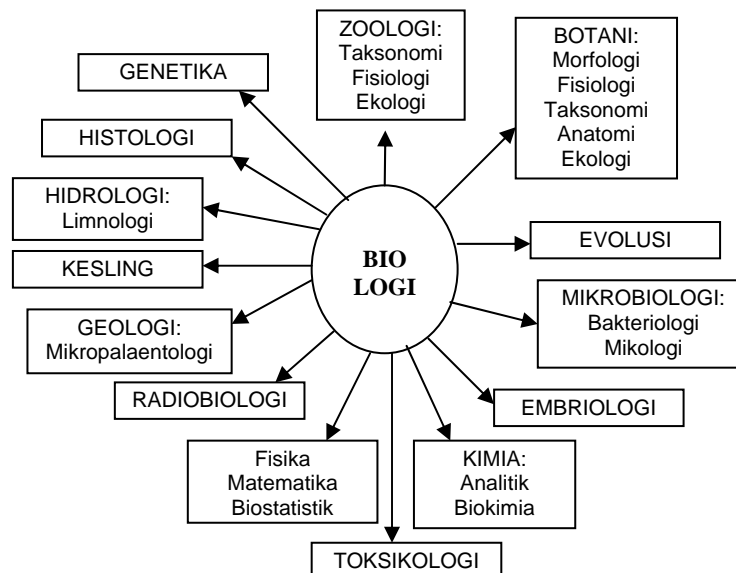
Asisten Deputi Urusan Pemberdayaan Masyarakat Perkotaan
Kementerian Negara Lingkungan Hidup

APA BIOLOGI ITU ?

Biologi merupakan ilmu dasar. Kata Biologi tersusun dari kata *bios* yang berarti makhluk hidup (nantinya pengertian ini akan berkembang menjadi lingkungan), dan *logos* yang berarti ilmu.

Biologi meliputi kajian yang luas yaitu mempelajari manusia, flora, fauna, dan mikroba, serta ruang lingkup yang lebih luas dan kompleks seperti ekosistem, antara lain ekosistem laut, ekosistem air tawar, ekosistem estuari, dan ekosistem darat.

CABANG ILMU BIOLOGI



APA PENGELOLAAN LINGKUNGAN ITU?

Pengertian

Upaya terpadu untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup yang meliputi kebijaksanaan penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup.

Masalah lingkungan berdasarkan penyebabnya dibagi menjadi dua macam, yaitu secara alami seperti gempa bumi, letusan gunung api, badai, tanah longsor, dan banjir, serta diakibatkan oleh manusia seperti perambahan hutan, PETI, pencemaran akibat industri, limbah, dll.

HUBUNGAN ANTARA BIOLOGI DAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN

Peran biologi penting dalam pengelolaan lingkungan. Biodiversitas mempelajari

keanekaragaman hayati (ekosistem, spesies, populasi, dll) serta mempelajari nilai flora, fauna dan mikroba. Dalam kegiatan ini diperlukan pengetahuan biologi dalam bidang botani seperti morfologi, fisiologi, taksonomi, anatomi tumbuhan, zoologi seperti taksonomi, fisiologi, dan ekologi hewan, dan mikologi. Demikian juga biologi dibutuhkan dalam proses reforestasi, revegetasi, dan restorasi yang memerlukan kemampuan untuk mempelajari karakteristik (jenis, habitat, dll) flora dan fauna yang dapat hidup di suatu wilayah tertentu.

Dalam kegiatan AMDAL, biologi memegang peranan contohnya dalam melihat kondisi rona lingkungan awal suatu lokasi rencana kegiatan dan atau prediksi dampaknya seperti kelimpahan, keragaman flora, fauna, biota air, kualitas air tanah (keberadaan bakteri *E. coli*), serta kondisi sanitasi lingkungan yang melibatkan bidang keilmuan hidrologi, kesling, zoologi, botani, dan mikrobiologi.

Cabang biologi seperti histologi dan toksikologi penting artinya dalam analisis resiko seperti analisis kandungan logam berat dalam jaringan tanaman/buah atau ikan, selain itu toksikologi lingkungan dapat digunakan untuk memantau terjadinya kontaminasi senyawa beracun dalam lingkungan dengan menggunakan manusia sebagai bio-indikator (kuku & rambut).

Bioremediasi merupakan pengembangan dari bidang bioteknologi lingkungan dengan memanfaatkan proses biologi dalam mengendalikan pencemaran. Bioremediasi menggunakan bakteri pada pemulihan tanah yang terkontaminasi, atau mikroba lain seperti jamur, yeast, dan alga.

Pembuatan biogas dan daur ulang sampah melibatkan organisme renik yang dipelajari dalam bakteriologi dan mikologi untuk mendegradasi molekul organik. Memasmi hama tanaman dengan *Bacillus thuringiensis*,

Dalam mengatasi pencemaran, toksikologi memperkirakan perubahan lingkungan yang akan terjadi atas masuknya senyawa pencemar sebagai hasil kegiatan manusia ke dalam lingkungan. Parameter zooplankton dan makrozoobentos

digunakan untuk menunjukkan kondisi ekologi perairan.

Di bidang rekayasa genetika :

- Mempelajari apakah hasil rekayasa genetika tidak memberikan dampak terhadap lingkungan?
- Mendapatkan tanaman yang mampu menghasilkan insektisida sendiri sehingga tidak perlu penyemprotan insektisida.

KESIMPULAN

Biologi merupakan ilmu dasar yang mempunyai banyak cabang ilmu. Cabang ilmu biologi sangat terkait dengan pengelolaan lingkungan hidup

Perlu partisipasi dan pengembangan lebih lanjut penelitian-penelitian oleh ahli biologi untuk menunjang pengelolaan lingkungan

PENERAPAN KONSEP-KONSEP BIOLOGI DALAM PENANGANAN MASALAH LINGKUNGAN HIDUP

Rajimun Muslihudin ¹⁾

Kantor Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI

PENDAHULUAN

Konsep/prinsip penanganan masalah lingkungan hidup diawali dengan identifikasi terhadap kejelasan elemen/ unsur yang dikelola atau menjadi permasalahan:

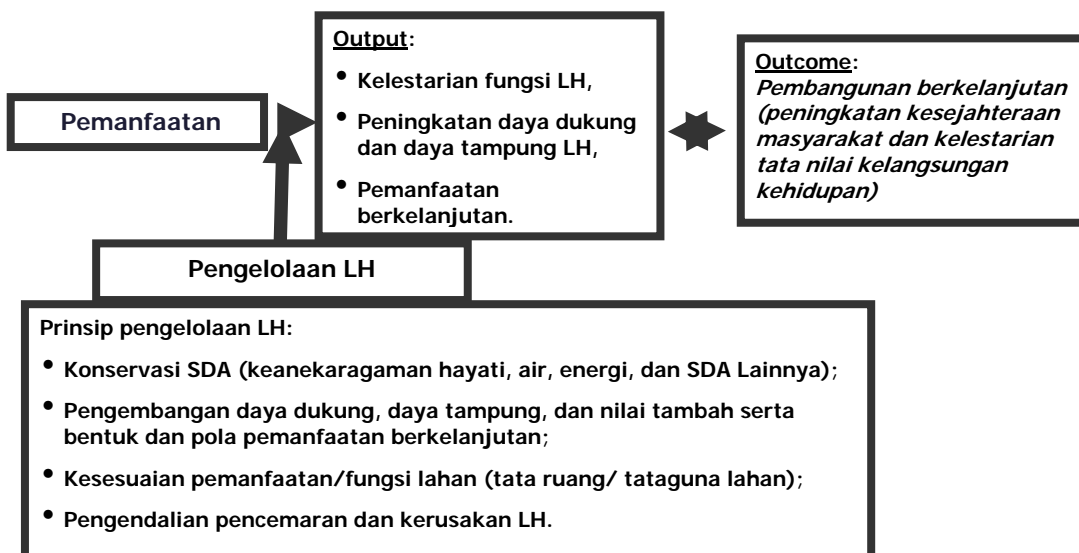
Apa?
Mengapa? → Norma, Standar,
Dimana? → Prosedur, dan
Untuk apa?
Bagaimana?

Penerapan konsep-konsep biologi dilakukan berdasarkan hasil kajian terhadap *tatanan unsur biologi (biological diversity)*. Dalam dokumen hasil *Convention on Biological Diversity (CBD)* tahun 1992 disebutkan bahwa elemen/unsur *biological diversity (keanekaragaman hayati)* terdiri dari *ekosistem, spesies, dan genetik*.

PENGERTIAN/DEFINISI UNSUR/ELEMEN KEANEKARAGAMAN HAYATI,

1. Ekosistem adalah tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas, dan produktivitas lingkungan hidup (UU RI Nomor: 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup).
2. Spesies adalah kumpulan individu makhluk hidup yang mempunyai ciri-ciri genetik sama sehingga antara individu satu dengan yang lain dapat melangsungkan reproduksi.
3. Genetik (sumber daya genetik atau plasma nutfah) adalah bahan tanaman, hewan, atau jasad renik yang mempunyai kemampuan untuk menurunkan sifat dari satu generasi ke generasi berikutnya.

PRINSIP PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN



NILAI KONSERVASI SDA DALAM PEMBANGUNAN EKONOMI MASYARAKAT

Konservasi SDA adalah upaya pengelolaan SDA yang menjamin:

- a. Perlindungan kelestarian kelangsungan kehidupan (berlangsungnya proses-proses ekologis) dan sistem penyangga kehidupan;
- b. Pengawetan SDA, meliputi kelestarian keanekaragaman hayati (keanekaragaman ekosistem, spesies, dan genetik) dan kelestarian tata nilai kondisi bentang alam (tata nilai kondisi kelerengan/kelandaian

lahan, ketinggian lahan dari permukaan air laut, sistem hidrologis, jenis tanah, kesuburan, dll bagi kelestarian sistem penyangga berbagai kehidupan);

- c. Pemanfaatan SDA secara lestari (kelestarian penopang keberhasilan pemanfaatan berkelanjutan).

PRINSIP KONSERVASI SDA

1. Pelestarian kelangsungan kehidupan (keanekaragaman hayati dan sistem penyangga kehidupan) dan penopang keberhasilan anekaragam jenis/bentuk usaha;
2. Efisiensi penggunaan/pemanfaatan SDA tak-terbarukan;
3. Pemanfaatan secara berkelanjutan (pelestarian fungsi lingkungan hidup: pelestarian nilai tatanan ekosisten, tata nilai jasa lingkungan,

dan tata nilai kondisi bentang alam penopang keberhasilan pemanfaatan SDA terbarukan secara berkelanjutan).

ORIENTASI KONSERVASI SDA

1. Kelestarian keanekaragaman hayati dan sistem penyangga kehidupan, meliputi penopang keberhasilan anekaragam jenis/bentuk usaha (kelestarian nilai dukung ekosistem dan tata nilai jasa lingkungan);
2. Pengembangan nilai tambah dan efisiensi pemanfaatan SDA tak-terbarukan;
3. Pengembangan nilai tambah, bentuk, dan pola pemanfaatan SDA terbarukan secara berkelanjutan.

Contoh nilai manfaat konservasi SDA dalam pembangunan ekonomi masyarakat:

1. Konservasi sumber daya Air,

Nilai manfaat konservasi Air dalam pembangunan ekonomi masyarakat	Nilai pemanfaatan hasil konservasi Air dalam upaya peningkatan ekonomi masyarakat
<ul style="list-style-type: none"> • Mendukung keberhasilan pengelolaan kecukupan penyediaan kebutuhan air, • Mencegah atau mengurangi kejadian banjir, • Kelestarian fungsi lingkungan hidup dan pengembangan nilai dukung/daya dukung bagi pemanfaatan berkelanjutan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kecukupan kebutuhan air untuk berbagai kepentingan umum dan pengembangan usaha penyediaan air; • Kecukupan kebutuhan air untuk peningkatan frekuensi panen usaha pertanian dan/atau kuantitas serta kualitas produk pertanian dan/atau pengembangan pola dan bentuk pemanfaatan Kehati berkelanjutan; • Mencegah atau mengurangi gagal panen usaha pertanian akibat kejadian banjir pada musim hujan dan/atau akibat kekurangan air pada awal musim kemarau.

2. Konservasi Keanekaragaman Hayati (Kehati),

Nilai manfaat konservasi Kehati dalam pembangunan ekonomi masyarakat	Nilai pemanfaatan hasil konservasi Kehati dalam upaya peningkatan ekonomi masyarakat *)
<ul style="list-style-type: none"> • Kelestarian/ketersediaan sumber daya Kehati untuk mendukung keberhasilan pengembangan anekaragam pemanfaatan berkelanjutan, • Kelestarian sumber daya genetik (sumber pemuliaan), • Kelestarian ekosistem (penopang keberhasilan pengembangan nilai dukung ekosistem/daya dukung lingkungan hidup). 	<ul style="list-style-type: none"> • Penopang upaya penyediaan kecukupan (ketahanan pangan, obat-obatan, bio-energi, dan bahan hayati lainnya); • Sumber pengembangan anekaragam pemanfaatan berkelanjutan; • Penopang keberhasilan penyediaan stok pengadaan tumbuhan dan satwa komersial secara berkelanjutan; • Sumber pengembangan usaha budidaya komoditas tumbuhan dan satwa unggulan daerah; • Sumber upaya pemuliaan hayati; • Pengembangan pariwisata; • Posisi tawar masyarakat/Pemda setempat.

*) 40% perekonomian dunia merupakan kegiatan pemanfaatan Kehati

3. Konservasi Energi,

Nilai manfaat konservasi Energi dalam pembangunan ekonomi masyarakat	Nilai pemanfaatan hasil konservasi Energi dalam upaya peningkatan ekonomi masyarakat
<ul style="list-style-type: none"> • Peningkatan efisiensi energi tak-terbarukan, • Pengembangan energi terbarukan, • Pengembangan usaha penyediaan bahan baku untuk pengadaan energi terbarukan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kecukupan/ketersediaan energi untuk mendukung roda kegiatan perekonomian masyarakat, • Peluang usaha pengembangan nilai tambah, bentuk/jenis pemanfaatan, dan pengadaan sarana berteknologi hemat energi, • Pemanfaatan teknologi hemat energi, • Upaya penyediaan bahan baku dan/atau proses pengadaan energi terbarukan.

4. Konservasi unsur SDA penopang keberhasilan suatu usaha*)

Nilai manfaat konservasi unsur SDA penopang keberhasilan suatu usaha dalam pembangunan ekonomi masyarakat	Nilai pemanfaatan hasil konservasi unsur SDA penopang keberhasilan suatu usaha dalam upaya peningkatan ekonomi masyarakat
<ul style="list-style-type: none"> • Kelestarian daya dukung lingkungan dan optimalisasi kesesuaian fungsi kawasan untuk suatu pemanfaatan secara berkelanjutan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengembangan kesesuaian jenis komoditas usaha (tata nilai kondisi fisik pendukung kesesuaian jenis usaha dan bentuk/pola pemanfaatan), • Peluang usaha pengembangan nilai tambah, bentuk/jenis pemanfaatan tata nilai bentang alam setempat.

*) Meliputi pelestarian tata nilai kondisi bentang alam (kelerengan/kelandaian lahan, ketinggian lahan dari permukaan laut, sistem hidrologi, jenis tanah, kesuburan, dll yang berfungsi sebagai penopang keberhasilan suatu usaha.

KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI

- Konservasi In-situ: Untuk kelestarian tumbuhan, satwa, dan ekosistem habitatnya (Penetapan kawasan konservasi: Cagar Alam, Suaka Margasatwa, Taman Nasional, Taman Wisata Alam, Taman Hutan Raya, dan Taman Buru).
- Konservasi Ex-situ: Untuk kelestarian/penyelamatan tumbuhan dan satwa di luar habitatnya (meliputi pengadaan Kebun Raya, Arboretum, Taman Satwa/Kebun Binatang, Sarana Penangkaran, dan Taman/Sarana penyelamatan lainnya).
- Pelestarian ekosistem penopang/penyangga keberhasilan usaha/ pemanfaatan kawasan secara berkelanjutan (kesesuaian fungsi kawasan untuk suatu pemanfaatan): Penetapan kawasan Hutan Lindung dan Daerah Perlindungan Setempat.

KEBIJAKAN PENGELOLAAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

Undang-undang:

- UU 5 Tahun 1990 tentang Konservasi SDA Hayati & Ekosistemnya,
- UU 5 Tahun 1994 tentang Ratifikasi CBD,
- UU 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup,
- UU 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan,

- UU 29 tahun 2001 tentang Perlindungan Varietas Tanaman,
- UU 32 tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah.

Peraturan Pemerintah:

- PP 21/2005 Tentang Keamanan Hayati Produk Rekayasa Genetika,
- PP 7/ 1999 Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan & Satwa,
- PP 8/1999 Tentang Pemanfaatan Jenis Tumbuhan & Satwa,
- PP 68/1998 Tentang Kawasan Suaka Alam dan kawasan Pelestarian Alam,
- PP 18/1994 tentang Penusahaan Pariwisata Alam di zona pemanfaatan, taman nasional, taman hutan raya dan taman wisata alam,
- PP 38/2007 tentang Kewenangan Pemerintah.

Keppres dan Kepmen:

- Keppres 32 tahun 1990 Tentang Kawasan Lindung
- Kepmenhut 104/2000 Tentang Tata Cara Mengambil Tumbuhan Liar dan Menangkap Satwa Liar

Strategi Nasional Pengelolaan Keanekaragaman Hayati tahun 2003 – 2020 (IBSAP):

Pemerintah Daerah diharapkan mengadopsi IBSAP dalam menyusun strategi dan rencana aksi keanekaragaman hayati tingkat daerah.

- UU 32/2004 tentang Pemerintahan Daerah
- PP 38/2007 tentang Kewenangan Pemerintah
- Pengelolaan KEHATI di Daerah

Mekanisme Kerja Pengelolaan Keanekaragaman Hayati Daerah berdasarkan PP 38/2007

- Penyusunan Norma, Standar, Prosedur dan Kriteria (NSPK) bidang keanekaragaman hayati (Pusat);
- Sosialisasi, Asistensi & Fasilitasi mengenai pengelolaan kehati kepada Pemda (Kab/Kota) oleh Pemerintah (Pusat dan Propinsi);
- Penguatan Kapasitas Pemda (Kab/Kota) melalui pelaksanaan diklat/training, seminar/workshop mengenai kehati oleh Pemerintah (Pusat dan Propinsi);
- Pemantauan dan Pengawasan pelaksanaan konservasi kehati kepada Pemda (Kab/Kota) oleh Pemerintah (Pusat dan Propinsi);
- Untuk mendukung konservasi keanekaragaman hayati oleh sektor dan para pelaku pembangunan (dunia usaha, UPT, kelompok masyarakat, petani/nelayan, dll), Pemda (Kab/Kota) melaksanakan koordinasi perencanaan konservasi kehati, penyusunan kebijakan teknis (perlindungan, pemanfaatan dan pengendalian kemerosotan kehati), pemantauan dan pengawasan, pengaturan dan penyelesaian konflik pemanfaatan kehati, serta pengelolaan *database* & pengembangan sistem informasi keanekaragaman hayati.

KEBIJAKAN DAN STRATEGI KLH UNTUK PENGELOLAAN KEHATI

- Program Menuju Indonesia Hijau,
- Pengelolaan Kehati pada era otonomi daerah,
- Profil Keanekaragaman Hayati Daerah,
- Perangkat Indikator Biologi untuk Pemantauan Fungsi Lingkungan Hidup,
- Inventarisasi SDG,
- Pengembangan Balai Kliring Kehati.

Program Menuju Indonesia Hijau

Tujuan

Pelaksanaan pengawasan kinerja pemerintah kabupaten dalam penataan peraturan perundang-undangan dibidang konservasi sumber daya alam dan pengendalian kerusakan lingkungan.

Sasaran

- Meningkatnya tutupan vegetasi (perbaikan : tata air,
- Kestabilan tanah, dan pesisir),
- Menurunnya laju kemerosotan keanekaragaman hayati,
- Meningkatnya konservasi energi,
- Meningkatnya perlindungan lapisan atmosfer.

Sasaran jangka panjang

Pemanfaatan SDA secara berkelanjutan untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat.

PIHAK YANG TERKAIT DENGAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

User

- Masyarakat lokal;
- Pihak swasta (antara lain perusahaan tambang, industri);
- Pengembang lahan.

Kebijakan dan Pengontrol

- Pihak pemerintah;
- Kelompok environmentalist.

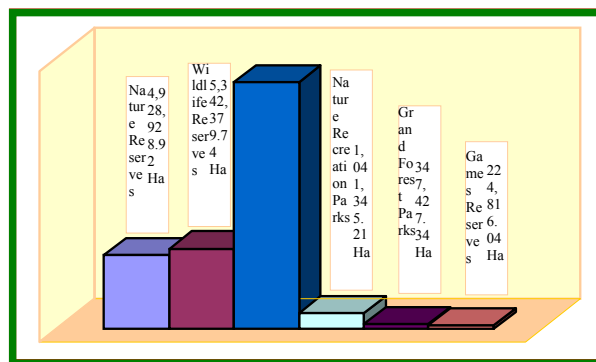
Pertanyaan yang mendasar adalah bagaimana pengelolaan kehati yang baik agar dapat meningkatkan pendapatan daerah, termasuk masyarakatnya dan mendukung upaya konservasi kehati? Hal ini memerlukan kerjasama seluruh pihak yang terkait di atas.

Pengembangan potensi keanekaragaman hayati lokal

- Peningkatan perekonomian lokal/pendapatan alternatif;
- Mendukung upaya konservasi keanekaragaman.



PROTECTED AREAS IN INDONESIA



Ministry of Forestry of The Republic of Indonesia, 2006

NATURAL WORLD HERITAGE IN INDONESIA

- Komodo National Park, East Nusa Tenggara: 173,300.00 Ha.
- Ujung Kulon National Park, West Java: 123,156.00 Ha.
- Lorentz National Park, West Papua: 2,450,000.00 Ha.

- Gunung Leuser National Park, Nangroe Aceh Darussalam: 867,789.00 Ha.
- Kerinci Sebelat National Park, Jambi: 450.196.77 Ha.
- Bukit Barisan Selatan National Park, Lampung: 295,000.00 Ha.

STRATEGY AND ACTION PLAN

- Implementation of 3 Goals of the Convention on Biological Diversity (conservation, sustainable use, and benefit sharing). Indonesia has ratified CBD in 1994 (Act No. 5/1994).
- Implementation of Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plans (IBSAP), 2003 – 2020.

KIAT PRAKTIS MENJADI GURU BERPRESTASI

Saptono Nugrohad ^{1,2)}

¹SMA Negeri 3 Salatiga Jalan Kartini Nomor 34 Salatiga (0298) 233300

²saptono_2000@yahoo.com

PENDAHULUAN

Semua orang sepakat bahwa guru merupakan sosok yang sangat berperan di dunia pendidikan. Saking pentingnya peran tersebut, pernah muncul julukan pahlawan tanpa tanda jasa untuk para guru. Bu guru BK yang biasa disapa Bu Endang, dengan sabar berbincang dengan siswa yang hanya berjumlah belasan anak, ruang kerjanya kusam. Keasyikan seorang ibu guru yang bergaji rendah itu berjalan baik karena sesuai dengan kebutuhan murid-muridnya. Pada akhirnya murid itu melangkah untuk menjalani perkembangan diri sesuai dengan karakteristik masing-masing. Ketika dewasa, anak-anak tersebut berhasil menjadi orang. Pertanyaannya adalah, apakah Bu Endang yang telah mengentaskan siswa-siswinya itu disebut guru berprestasi?

Lain lagi dengan Pak Dail seorang guru yang energik, sering ikut workshop, akrab dengan internet, selalu memenangi perlombaan untuk guru. Murid-muridnya senang akan kesuksesan Pak Dail. Dari 30 siswanya, hanya 15 murid yang kelak mampu menemukan jati dirinya, sedangkan yang lainnya sampai tua gagal mencari-cari jati diri. Hal itu terjadi karena Pak Dail lebih mengutamakan kemajuan anak-anak tertentu asalkan materi pembelajaran dapat terlaksanakan sesuai target kurikulum. Apakah Pak Dail pantas disebut guru berprestasi?

Ceritanya lain dengan Bu Nana, beliau tidak pernah kenal internet, buta dengan lomba, dan penampilan biasa-biasa saja, namun dia mengenali semua muridnya dengan baik sehingga mampu menentukan pembelajaran yang sesuai dengan masing-masing anak. Bu Nana selalu datang ke sekolah tepat waktu, menyapa anak, dan melihat materi yang akan diajarkan. Kebiasaan cara mengajar tersebut menjadi ciri sehari-hari Bu Nana. Semua murid mampu menemukan jati diri masing-masing sehingga berkembang sampai pada tingkat pendidikan yang tertinggi dan menggapai pekerjaan sesuai dengan karakternya. Sama pertanyaannya apakah Bu Nana disebut guru berprestasi?

Pada masanya dulu kebanyakan orang menganggap guru sebagai profesi yang membanggakan. Guru begitu dihargai, disegani, dan dihormati. Sebuah lagu yang menyanjung profesi guru mengibaratkan guru sebagai "pelita dalam gulita". Bahkan orang Jawa beranggapan

bahwa kata "guru" merupakan akronim dari kata "digugu" dan "ditiru" alias sosok yang patut untuk dipatuhi dan ditauladani.

Kenyataannya, kita kesulitan menentukan apakah guru itu berprestasi atau bukan sebelum mengetahui apa yang dimaksud dengan berprestasi. Jika kriteria guru berprestasi diukur melalui keberhasilan anak menemukan jati dirinya, Bu Endang dan Bu Nanalah yang disebut berprestasi. Namun, jika berprestasi dimaknai sebagai sering menang lomba, jago internet, maka Pak Daillah yang terpilih sebagai guru berprestasi dan guru lain yang jumlahnya 2,7 juta di Indonesia dikatakan tidak berprestasi. Ini artinya, kita pernah dan bahkan selalu diajar oleh guru yang tidak berprestasi.

HAKIKAT GURU BERPRESTASI

Tukang tambal ban melaksanakan tugasnya kemudian ban tersebut tidak bocor lagi, hal ini bukan sebuah prestasi, tetapi jika seorang menambal ban dengan sepenuh hati dalam menambal ban, lebih menyadari gerakan tangannya dan menyadari perbuatannya demi kepuasan orang lain maka hal itulah yang lebih dapat dikatakan berprestasi. Makna kata berprestasi mengarah pada keunggulan, keberhasilan, dan kepuncakan sesuatu. Begitu pula guru yang mengajar lalu nilai anak itu tinggi bukanlah sebuah prestasi. Namun, guru yang mengajar sehingga nilai anak itu tinggi kemudian merasakan kesadaran penuh proses mengajarnya, sadar akan perubahan yang terjadi dalam diri muridnya, dan sadar bahwa nilai tinggi itu memberikan motivasi bagi anak untuk berjuang lagi dapat dikatakan sebuah prestasi. Karena siswa adalah pelanggan guru.

Sudah semestinya semua pekerjaan dan profesi berorientasi pada pelanggan. Seorang pedagang tentu ingin dagangannya laku dan memuaskan pelanggan yang membelinya. Seorang dokter pasti berharap pasien yang sakit menjadi sembuh setelah berobat kepadanya. Demikian pula dengan kita; sebagai guru tentu kita ingin agar siswa bisa mencerna pelajaran yang kita sampaikan sehingga pada gilirannya mereka mempunyai pengetahuan dan kemampuan di suatu bidang tertentu.

Oleh karena itu, siapapun guru itu perlu untuk harus mengambil peran aktif dalam membangkitkan kesadaran dirinya. Pada akhirnya, kesadaran sebagai seorang guru menjadi dasar dari segalanya, termasuk semua tindakan, semua pikiran, dan semua perasaannya. Ahli dari Tibet (dalam Zen Meditation, 2004:110), berkata bahwa menggabungkan kesadaran dan tindakan seperti mencampur minyak dengan air, seperti mencoba keluar dari kulit kita sendiri. Oleh karena itu, guru berprestasi tidak perlu mencampurkan antara kesadaran tindakan, pikiran, dan perasaan namun cukup menyinergikan ketiga aspek itu. Guru yang mempunyai kesadaran penuh dapat dikatakan telah masuk pada wilayah kebenaran sebuah pembelajaran. Jadi, guru berprestasi adalah mereka yang berada dalam sebuah kebenaran dan itu bersumber dari hati. Kebenaran tentang hubungan dengan murid, kebenaran dalam penggunaan media, kebenaran memilih materi, kebenaran memainkan metode, kebenaran sebagai guru, dan kebenaran tentang jembatan sebuah kehidupan merupakan dasar yang harus dimiliki oleh seorang guru.

Saat ini, guru disibukkan dengan sertifikasi atau penilaian kinerja guru dalam jabatan. Bagi yang lulus mendapatkan status guru profesional. Guru profesional hanya diukur melalui kuantitas portofolio guru. Tidak pernah guru profesional tersebut diukur secara mendalam tentang kepemimpinan, kepribadian, ketulusan, dan keikhlasan kepada murid maupun masyarakat sekitarnya. Lihat saja, sekarang guru yang sudah tersertifikasi tidak dapat digugu dan ditiru murid-muridnya apalagi oleh masyarakatnya. Dalam hal ini guru hanyalah sebagai sebuah instrumen yang melengkapi sebuah mesin untuk memproduksi hasil berupa angka-angka sehingga banyak guru yang tidak yakin bahwa dirinya benar-benar seorang guru. Maka guru berprestasi tidak dapat disamakan dengan guru yang sudah lulus penilaian sertifikasi.

Guru berprestasi bukanlah sebatas sebuah instrumen bagi sebuah perjalanan program pendidikan, namun merupakan jiwa kehidupan agar menjadi kehidupan yang lebih baik. Untuk mencapai guru yang benar-benar berprestasi luar dalam perlu waktu dan perubahan budaya serta paradigma berpikir dari semua elemen masyarakat. Tetapi kalau didekati dengan kebenaran dari berbagai pihak akan menjadi sebuah gambaran nyata.

KIAT GURU BERPRESTASI DALAM PEMBELAJARAN

Perkembangan zaman dan perubahan perilaku sosial telah mengubah cara penghormatan kepada guru. Guru juga tak lagi menjadi "satu-satunya pelita dalam gulita". Banyak "pelita" lain yang bisa menjadi penerang bagi para siswa.

Internet, televisi, koran, tempat kursus, serta lembaga pendidikan merupakan "pelita" lain yang sinarnya boleh jadi lebih terang. Kita tak perlu heran kalau kini kebanyakan orang --termasuk sebagian guru sendiri-- beranggapan profesi ini tak lagi terlalu membanggakan. Di zaman seperti sekarang --ketika segala sesuatu diukur dengan gemerincing rupiah-- banyak profesi lain tampak lebih mencorong ketimbang pekerjaan sebagai pengajar dan pendidik.

Seharusnya guru berprestasi masa kini ditentukan oleh sebatas apa guru mengerti, memahami, dan menerapkan pembelajaran sesungguhnya. Tidak berada dalam pusaran pengajaran yang mengutamakan dominasi tunggal melainkan berada dalam posisi fasilitator yang dialogis. Secara nyata, telah terjadi perubahan paradigma dari pengajaran ke pembelajaran. Oleh karena itu, guru secara teknis dalam mengejawantahkan jiwa kebenaran sebaiknya melalui rel pembelajaran.

Sebab pembelajaran menjadi orientasi proses menumbuhkembangkan pribadi siswa karena selama ini,

- (1) pendidikan dipandang tidak mampu memanusiawikan siswa secara tepat dan sesuai dengan jati dirinya;
- (2) pendidikan diselenggarakan untuk kepentingan penyelenggara bukan untuk peserta didik;
- (3) pendidikan yang diselenggarakan bersifat pemindahan isi (content transmission). Tugas pengajar hanya sebagai penyampai pokok bahasan. Mutu pengajaran menjadi tidak jelas karena yang diukur hanya daya serap sesaat yang diungkap lewat proses penilaian hasil belajar yang artifisial. Pembelajaran tidak diarahkan kepada partisipatori total dari peserta didik yang pada akhirnya dapat melekat sepenuhnya dalam diri peserta didik;
- (4) aspek afektif cenderung terabaikan;
- (5) diskriminasi penguasaan wawasan terjadi akibat anggapan bahwa yang di pusat mengetahui segalanya dibandingkan dengan yang di daerah, yang di daerah merasa mengetahui semuanya dibandingkan dengan yang di cabang, yang di cabang merasa lebih tahu di bandingkan dengan yang di ranting, begitu seterusnya. Jadi, diskriminasi sistematis terjadi akibat pola pembelajaran yang subjek-objek; dan
- (6) pengajar selalu mereduksi teks yang ada dengan harapan tidak salah melangkah. Teks atau buku acuan dianggap segalanya jika telah menyampaikan isi buku acuan berhasillah dia.

Tabel 1. Perlakuan guru terhadap siswa di kelas

Siswa sebagai `Konsumen`	Siswa sebagai `Produsen`
<ul style="list-style-type: none"> • Mendengarkan penjelasan guru jam pelajaran tanpa memberikan respon dan penilaian terhadap materi yang disajikan • Mencatat semua informasi yang dituliskan guru di papan tulis dan didiktekan guru secara lisan tanpa sedikitpun memberikan pandangan dan catatan menurut pikirannya • Memberikan jawaban dengan mengulangi kata-kata yang pernah disampaikan guru atau mengulangi informasi yang tertuang dalam buku teks. • Mengulangi kata-kata guru secara koor sewaktu guru memberikan jawaban sepotong-potong dan potongan jawaban yang lain dijawab bersama-sama seperti `kita perlu membuat kali.....', kata guru dan siswa meneruskan dengan `maaaat'. • Menghasilkan karya dan solusi permasalahan setelah disajikan `resep' rinci dari guru. • Membuat laporan dengan bahasa dan pedoman baku dari guru. Kadangkala jenis laporan seperti ini, cukup hanya melengkapi satu atau dua kata pada ruang kosong yang disediakan. • Ketika seorang siswa bertanya, `Pak, apakah teori itu dapat diterapkan di sini?'. Guru langsung mengatakan, `Kamu tahu kan bahwa teori itu hanya bisa diterapkan di Eropa saja, ya...kan'. Jawaban guru disertai wajah sinis yang terkesan menganggap pertanyaan siswa itu sebagai pertanyaan konyol. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengajukan pertanyaan, berkomentar terhadap suatu pendapat, menjawab pertanyaan secara kreatif • Membuat karangan kreatif berdasarkan pengalaman dan imajinasinya. Kadangkala dalam karangan itu disertai gambar untuk memperjelas bahasa tulis. • Memberikan jawaban sendiri secara kritis dengan alasan melalui hasil penalaran logis • Mengomentari jawaban guru sambil mengungkapkan alasan tanda kesetujuannya atau ketidaksetujuan • Menghasilkan karya dalam bentuk model, tulisan, produk teknologi sederhana • Membuat laporan dengan bahasa dan pola sendiri. Laporrannya penuh imaginasi dan uraian yang disajikan sangat lengkap dan rinci • Ketika seorang siswa bertanya, `Pak, apakah teori itu dapat diterapkan di sini?'. Guru langsung mengajukan pertanyaan juga, `Menurutmu bagaimana dapat atau tidak diterapkan? `Kalau dapat, apakah teori itu mengalami penyesuaian?' `Kalau tidak dapat, apakah tidak teori itu digantikan teori lain?'

Meskipun demikian guru berprestasi tidaklah akan merasa puas dengan salah satu tindakan yang dilakukannya di dalam kelas sebelum mendapatkan hasil yang memuaskan bagi dirinya, siswa, dan pelanggan yang lain. Guru yang seperti itu biasanya apabila mengajar selalu:

1. berpusat pada siswa
2. lebih senang pola induktif daripada deduktif
3. menarik dan menantang dalam menyajikan mata ajar

4. berorientasi pada kompetensi siswa
5. menekankan pembelajaran bukan pengajaran
6. memvariasikan model dan teknik pembelajaran
7. menggunakan sentuhan manusiawi
8. menggunakan media belajar yang menghasilkan pesan maksimal
9. menilai secara autentik
10. mengedepankan citra mengajar.

Tabel 2. Perbandingan Pola Mengajar

Pola Konvensional	Pola Multimodel
<ul style="list-style-type: none"> • Guru berceramah apapun materinya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Guru melakukan berbagai cara seperti: kata kunci, skema, resume, gambar, menyusun potongan konsep, isian lanjutan, analogi, permainan, dst.

GURU BERPRESTASI : MENGAJAR DENGAN HATI

Agar kondisi ideal diatas dapat terwujud, harus ada motivasi yang kuat dari guru sendiri. Kondisi lingkungan kerja dan interaksi yang monoton seringkali menimbulkan suasana yang mendekati titik jenuh bagi guru. Apabila situasi seperti itu sampai terjadi, pasti guru menjadi kurang

produktif. Oleh sebab itu, terciptanya suasana baru merupakan jalan pemecahan yang tak bisa ditawar. Suasana "selalu baru" itu akan terwujud kalau seorang guru "berani berbeda" dari waktu ke waktu. Tentu saja inovasi dan kreativitas guru menjadi syarat mutlak untuk memberikan layanan prima dalam mengajar.

Seperti kita tahu mengajar merupakan tugas yang sangat kompleks. Tugas kompleks tersebut tentunya juga dimiliki oleh guru berprestasi.

Menurut Arends (dalam Kardi dan Nur, 2000:6), menjadi seorang guru berprestasi memerlukan sifat-sifat sebagai berikut.

Guru yang berhasil memiliki kualitas pribadi yang memungkinkan ia mengembangkan hubungan kemanusiaan yang tulus dengan siswa, orang tua, dan teman-temannya.

Guru yang berhasil mempunyai sikap yang positif terhadap ilmu pengetahuan. Mereka menguasai dasar-dasar pengetahuan tentang belajar dan mengajar; menguasai pengetahuan tentang perkembangan manusia dan cara belajar; dan menguasai pengajaran dan pengelolaan kelas.

Guru yang berhasil menguasai sejumlah keterampilan mengajar yang telah dikenal di dunia pendidikan untuk mendorong keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran dan meningkatkan hasil belajar.

Guru yang berhasil memiliki sikap dan keterampilan yang mendorong siswa untuk berpikir reflektif dan mampu memecahkan masalah. Mereka memahami bahwa belajar pengelolaan pembelajaran yang baik merupakan proses yang amat panjang sama halnya dengan profesi lain, yang memerlukan belajar dan interaksi secara berkelanjutan dengan teman seprofesi.

Dryden dan Vos (2000:296) secara khusus menyarankan kepada guru agar menggunakan enam kiat mengajar dengan efektif apabila mengharapkan hasil belajar siswa secara maksimal. Keenam kiat mengajar dengan efektif di kelas sebagai berikut.

- a. Ciptakan kondisi yang benar
 - 1) Orkestrakan lingkungan
 - 2) Ciptakan suasana positif bagi guru dan murid
 - 3) Kukuhkan, jangkarkan, dan fokuskan
 - 4) Tentukan hasil dan sasaran; AMBAK—Apa Manfaatnya Bagiku?
 - 5) Visualisasikan tujuan Anda
 - 6) Anggaplah kesalahan sebagai umpan balik
 - 7) Pasanglah poster di sekeliling dinding
- b. Presentasikan dengan benar
 - 1) Dapatkan gambar menyeluruh dahulu, termasuk perjalanan lapangan
 - 2) Gunakan semua gaya belajar dan semua ragam kecerdasan
 - 3) Gambarlah, buatlah pemetaan pikiran, dan visualisasikan
 - 4) Gunakan konser musik aktif dan pasif
- c. Pikirkan
 - 1) Berpikirlah kreatif
 - 2) Berpikirlah kritis—konseptual, analitis, dan reflektif
 - 3) Lakukan pemecahan masalah secara kreatif
 - 4) Gunakan teknik memori tingkat tinggi untuk menyimpan informasi secara permanen
 - 5) Berpikirlah tentang pikiran Anda
- d. Ekspresikan
 - 1) Gunakan dan praktikkan

- 2) Ciptakan permainan, lakon pendek, diskusi, sandiwara—untuk melayani semua gaya belajar dan semua ragam kecerdasan
- e. Praktikkan
 - 1) Gunakan di luar sekolah
 - 2) Lakukan
 - 3) Ubahlah murid menjadi guru
 - 4) Kombinasikan dengan pengetahuan yang sudah Anda miliki.
 - f. Tinjau, Evaluasi, dan rayakan
 - 1) Sadarilah apa yang Anda ketahui
 - 2) Evaluasilah diri/teman/dan siswa Anda
 - 3) Lakukan evaluasi berkelanjutan

SIMPULAN

Guru berprestasi memerlukan perubahan paradigma pendidikan dari pengajaran bergeser ke pembelajaran. Sederhananya *konsisten dengan omongan, berani melakukan ujicoba, tidak takut salah, dan tidak malu bertanya kepada yang tahu dan mengerti, terbuka, dan akomodatif terhadap ide yang berkembang*. Itulah kiat untuk menjadi guru berprestasi. Di pihak lain dengan tidak terlalu berharap dengan adanya dana yang cukup besar bagi pendidikan (mengingat perekonomian bangsa Indonesia), penulis berpendapat masalah keguruan tidak akan selesai hanya dengan meningkatkan kesejahteraan hidup guru itu sendiri. Peningkatan mutu guru sangat tergantung dari seberapa jauh profesi guru dipahami sebagai panggilan dan pilihan hidup.

Akhirnya, kebermaknaan gagasan ini berpulang kepada keyakinan, ketulusan, dan tanggung jawab kita sebagai pengabdian dan pengembangan amanat pendidikan bagi masa depan anak bangsa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim . 1999. *Quantum Bussines*. Bandung: Kaifa.
- Anonim. 2001. *Quantum Teaching*. Bandung: Kaifa Ardiana, Leo Idra. 2001. *Pembelajaran Kontekstual*. Makalah.
- Alvarez, M.C. 2004. *Teaching and learning*. Diakses lewat: <http://explorers.tsuniv.edu/veeweb/>
- Ahmad Tafsir. *Ilmu Pendidikan dalam Perspektif Islam*. Bandung: Remaja Rosda Karya, 1992.
- Bahrudin, Ahmad. 2007. *Pendidikan Alternatif Qaryah Thayyibah*. Jogjakarta: LKIS.
- Blosser, P.E. 1990. *The role of the laboratory in science teaching*. Research Matters to The Science Teacher No.9001 (March 1, 1990). Diakses lewat: <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/publications/research/>
- Brown, H. Douglas. 1987. *Principles of Language Learning and Teaching*. New Jersey: Prentice-

- Hall, Dahar, Ratna Wilis. 1989. *Teori-Teori Belajar*. Jakarta: Erlangga.
- Depdikbud. 1993. *Kurikulum Bahasa Indonesia di MA/MA*. Jakarta: Depdikbud.
- De Porter, Bobbi dkk. 1999. *Quantum Learning*. Bandung: Kaifa.
- Dryden, Gordon dan Vos, Jeanette. *Revolusi Cara Belajar* (bagian I dan II). Bandung: Kaifa.
- Fakih, Mansur, dkk. 2001. *Pendidikan Populer, Membangun Kesadaran Kritis*. Yogyakarta: Insist dan Read Book.
- Fairclough, Norman. 1995. *Kesadaran Bahasa Kritis* (terj. Hartoyo). Semarang : IKIP Semarang Press.
- Gardner, Howard. 2003. *Kecerdasan Majemuk*. Batam: Interaksara.
- Johnson, Elaine B. 2002. *Contextual Teaching and Learning*. California : Corwin Press, Inc.
- Low, Albert. 2004. *Zen Meditation: Jurus Jitu Menenangkan Jiwa*. Jogjakarta: Saujana.
- Mulder, Niels. 2007. *Mistisisme Jawa: Ideologi di Indonesia*. Jogjakarta: LKIS.
- Novak, J.D, & Gowin D.B. 1984. *Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press
- Novak, J.D. 1998. *Metacognitive strategies to learning how to learn*. Research Matters to The Science Teacher No.9802 (March, 1998). Diakses lewat: <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/publications/research/>
- Passmore, G.G. 1998. *Using vee diagrams to facilitate meaningful learning and misconception remediation in radiologic technologies laboratory education*. *Radiologic Science and Education* 4(1), 11 – 28. diakses lewat: <http://www.aers.org/V4N1PASSMORE.html>
- Rooijackers, 1982. *Mengajar dengan Sukses*. Jakarta: Gramedia.
- Roth, W. M & Bowen, M. (1993, February). *The unfolding vee*. *Science Scope*, 16(5),28 – 32. diakses lewat: <http://www.educ.uvic.ca/faculty/mroth/>
- Thiessen, R. 1993. *The vee diagram: A guide for problem solving*. *Aims Newsletter*. MaAbd Al-Rahman Al-Nahlawi. *Prinsip-prinsip dan Metode Pendidikan Islam dalam Keluarga di Sekolah dan di Masyarakat*. Bandung: Diponegoro, 1992.
- Silberman, Melvin L. 2004. *Active Learning*. Bandung : Nusa Media.
- Sindhunata (ed.). 2000. *Membuka Masa Depan Anak-Anak Kita, Mencari Kurikulum Pendidikan Abad XXI*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suyatno dan Subandiyah, Heny. 2002. *Metode Pembelajaran*. Jakarta: Modul Pelatihan Guru Terintegrasi Berbasis Kompetensi. <http://edweb.sdu.edu/clrit/learningtree/PBL>. What Is PBL? (diakses 14 Mei 2008)

PENGARUH AGREGASI PADA SPEKTRA EKSTRAK KASAR PIGMEN DAUN ALFALFA (*Medicago sativa L.*) DALAM PELARUT ASETON DAN METANOL

Saptono Nugrohadhi^{1,*}, Lia Kusmita², Leenawaty Limantara^{2,3}

¹SMA Negeri 3 Salatiga Jalan Kartini Nomor 34 Salatiga (0298) 323300

²Program Pascasarjana Magister Biologi, UKSW

Jl. Diponegoro No. 52-60 Salatiga 50711

³Ma Chung Research centre, Universitas Ma Chung, Malang 65151

* saptono_2000@yahoo.com

ABSTRAK

Daun alfafa (*Medicago sativa L.*) salah satu daun yang kaya akan kandungan pigmen klorofil. Ekstrak kasar pigmen daun alfafa yang kaya klorofil sering digunakan untuk membuat produk suplemen cair. Realita yang ada menunjukkan bahwa ekstrak kasar tersebut tidak dapat larut dalam air. Kehadiran air menyebabkan klorofil yang dominan dalam ekstrak tersebut mengalami proses agregasi. Proses agregasi tersebut menyebabkan pusat logam magnesium yang bersifat nukleofilik dapat berikatan hidrogen dengan air yang bersifat elektrofilik. Kemudian satu atom hidrogen yang lain pada air akan mengikat monomerik klorofil lain atau senyawa lain seperti: protein atau pigmen lain, sehingga akan membentuk agregat. Jika kehadiran air banyak, maka ikatan tersebut akan terjadi terus-menerus dan akan membentuk agregat yang besar. Proses agregasi secara *in vitro* dipengaruhi oleh pelarut. Penelitian terhadap pengaruh agregasi ekstrak kasar daun alfafa yang kaya kandungan klorofil dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kestabilan ekstrak kasar daun tersebut dengan penambahan air dalam pelarut metanol dan aseton yang bersifat heksa dan penta koordinat. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer CARY 50 pada panjang gelombang 350-1100 nm

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses agregasi menyebabkan spektrum pigmen yang dihasilkan mengalami pergeseran batokromik pada semua pita. Selain itu kepolaran pelarut juga mempengaruhi proses agregasi klorofil yang akan berikatan dengan pusat logam magnesium untuk membentuk koordinasi penta dan heksa koordinat. Keberadaan pelarut tersebut mempengaruhi panjang gelombang pita Qx dan bentuk dari pita solet.

Kata kunci: agregasi, ekstrak kasar pigmen, alfalfa tropis

PENDAHULUAN

Kecenderungan kembali ke alam mengingatkan kembali kesadaran akan pentingnya asupan makanan yang sehat. Kebutuhan tanaman sebagai sumber bahan makanan organik kini kembali dilirik oleh banyak orang karena dikatakan lebih sehat. Penanaman alfalfa (*Medicago sativa L.*) memberikan titik cerah pada hal ini. Alfalfa (*Medicago sativa L.*) merupakan tanaman yang dahulu sering digunakan sebagai tanaman hias dan pakan ternak. Tanaman tersebut termasuk golongan kacang-kacangan yang tumbuh subur di daerah subtropis (Foster, 2004). Alfalfa kaya akan senyawa yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Zat-zat yang terkandung di dalamnya antara lain vitamin A, B1, B2, B3, B6, B12, C, D, E, K; mineral seperti kalsium, besi, mangan, magnesium, tembaga, seng; asam amino; klorofil; dan karotenoid (Foster, 2004; Rahmayanti dan Sitanggang, 2006). Alfalfa dapat dimanfaatkan secara langsung maupun tidak langsung. Seluruh

bagian tanaman Alfalfa dapat dimanfaatkan, tetapi yang biasa digunakan adalah daunnya.

Umumnya Alfalfa diproduksi dalam bentuk ekstrak atau serbuk kering yang dikapsulkan, tablet, dan ekstrak cair (Rahmayanti dan Sitanggang, 2006). Selain itu terdapat produk-produk yang hanya mengandung zat tertentu saja dari tanaman tersebut, sebagai contoh klorofil cair Alfalfa. Produk-produk dari Alfalfa ini diyakini memiliki banyak manfaat antara lain: melancarkan sistem pencernaan, antiskorbut, antianemia, antiinflamasi, sebagai stimulan, mengobati radang dinding lambung, arthritis, meningkatkan sel darah merah, mengobati sakit sendi, meningkatkan kesehatan jantung, antioksidan dan lain-lain (Duke, 1983; Rahmayanti dan Sitanggang, 2006). Kehebatan Alfalfa terletak pada kandungan klorofilnya yang tinggi dibandingkan dengan tanaman yang lain (Rahmayanti dan Sitanggang, 2006).

Penggunaan ekstrak kasar daun alfafa sebagai suplemen cair menyebabkan ekstrak tersebut harus dilarutkan dalam pelarut yang aman

dikonsumsi, yaitu air. Kenyataan yang ada menunjukkan bahwa ekstrak kasar daun alfalfa yang kaya klorofil cenderung bersifat non polar, sehingga tidak dapat larut dalam air. Kehadiran air menyebabkan pigmen klorofil yang ada didalamnya mengalami proses agregasi. Proses agregasi tersebut menyebabkan pusat logam magnesium yang berifat nukleofilik dapat berikatan hidrogen dengan air yang bersifat elektrofilik. Kemudian satu atom hidrogen yang lain pada air akan mengikat monomerik klorofil lain atau senyawa lain seperti: protein atau pigmen lain, sehingga akan membentuk agregat. Jika kehadiran air banyak, maka ikatan tersebut akan terjadi terus menerus dan akan membentuk agregat yang besar.

Proses agregasi dipengaruhi oleh pelarut. Berdasarkan Koyama dkk (1995) dan Vladkova (2000) menemukan bahwa pigmen klorofil yang dominan dalam daun seringkali ditemukan dalam keadaan teragregasi dan proses agregasi tersebut secara *in vitro* dapat dipengaruhi oleh pelarut. Sifat heksa dan penta koordinasi dari pelarut akan mempengaruhi proses agregasi yang terjadi, karena pada koordinasi penta, axial dipol terbentuk di antara atom pusat dan nitrogen atau oksigen pada pelarut. Sedang koordinasi heksa pasangan aksial dipol dengan jarak yang sama akan berlawanan arah. Penta koordinasi mempunyai karakteristik dengan aksial polarisasi yang kuat, sedangkan heksa koordinasi aksial polarisasinya nol (Koyama dkk., 1995).

Penelitian mengenai agregasi klorofil telah banyak dilakukan. Namun, penelitian mengenai ekstrak kasar daun alfalfa yang kaya kandungan klorofil terhadap pengaruh agregasi dalam pelarut yang bersifat heksa dan penta koordinasi belum dilakukan, padahal sangat penting diketahui untuk diaplikasikan dalam bidang kesehatan. Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan air pada proses agregasi ekstrak kasar daun alfalfa yang kaya klorofil dalam pelarut metanol dan aseton yang bersifat heksa dan penta koordinasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah daun alfalfa (*Medicago sativa L.*), diperoleh dari alfalfa center di Tlatar Boyolali Jawa Tengah. Sedang bahan kimia yang digunakan adalah aseton, metanol, heksana, dietil eter, Na₂SO₄ anhidrat, silika gel, akuades dan plat KLT.

Metode

Ekstraksi Pigmen

Daun yang telah dihaluskan ditambah CaCO₃ sebagai penetral kemudian diekstraksi menggunakan pelarut metanol:aseton (7:3 v/v). Selanjutnya, ekstrak disaring dan residu diekstrak kembali sampai semua pigmen terangkat. Filtrat yang diperoleh kemudian dipartisi dengan dietil

eter. Lapisan dietil eter diambil, kemudian ditambah Na₂SO₄ anhidrat yang berfungsi untuk mengikat H₂O. Larutan disaring dan dikeringkan menggunakan *rotary evaporator*.

Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

KLT dilakukan dengan melarutkan klorofil dalam aseton. Sebanyak 10 µl larutan tersebut ditotolkan pada pelat silika gel 60 F254 (Merck) kemudian dielusi menggunakan fase gerak aseton : eter : heksana dengan perbandingan 2 : 3 : 6 (v/v). Pola pemisahan pigmen yang terbentuk diamati, digambar dan dihitung Rf-nya.

Pengukuran spektra pigmen dalam larutan induk

Ekstrak pigmen masing-masing dilarutkan dalam aseton atau metanol 100%, dipakai sebagai larutan induk. 3 ml larutan ini diukur pola spektranya dengan spektrofotometer UV-tampak Varian Cary 50 pada panjang gelombang 350-1000 nm. Larutan induk dibuat dengan OD ~ 1 (0,95-1) pada panjang gelombang maksimum (Qy).

Pola Agregasi ekstrak pigmen dengan penambahan volume air

Dari larutan induk dengan Qy maksimum ≈ 1, diambil dalam volume tertentu, dimasukkan ke dalam kuvet quartz dengan volume maksimum 3 ml. kemudian dilakukan beberapa variasi konsentrasi dengan penambahan air 0,25 ml, 0,50 ml, 0,75 ml, dan 1,00 ml. Pengamatan dilakukan dengan mengukur pola spektrum pada panjang gelombang 350 – 1100 nm.

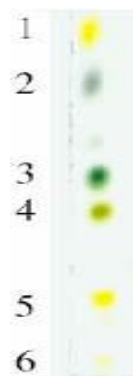
Analisa Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisa menggunakan program Matlab 6.5 dan Origin 6.1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

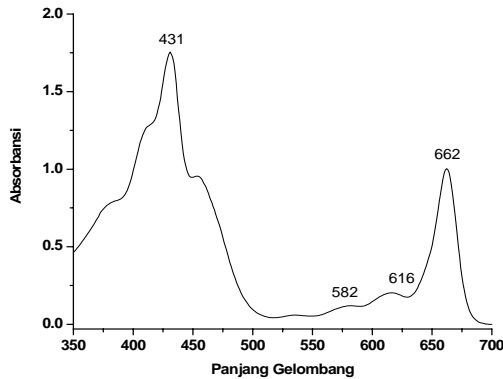
Identifikasi Pigmen

Identifikasi pigmen klorofil dilakukan dengan kromatografi lapis tipis (Gambar 1). Hasil tersebut menunjukkan bahwa klorofil *a* dan *b* alfalfa mempunyai Rf 0,40 dan 0,38. Hasil tersebut didukung penelitian Wang dkk., (1995) yang menyatakan bahwa klorofil *a* memiliki Rf 0,40 dan klorofil *b* memiliki Rf 0,38.



Gambar 1. Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Kasar Alfalfa; karoten (1), feofitin (2), klorofil a (3), klorofil (b) (4), xantofil (5,6)

Daun alfafa merupakan salah satu tanaman yang sering digunakan sebagai bahan baku menyebabkan daun alfafa tersebut sebagai bahan baku karena daun tersebut kaya akan pigmen klorofil. Realita yang ada ditunjukkan dari hasil pengukuran spektra ekstrak kasar dari alfafa (Gambar 2.)



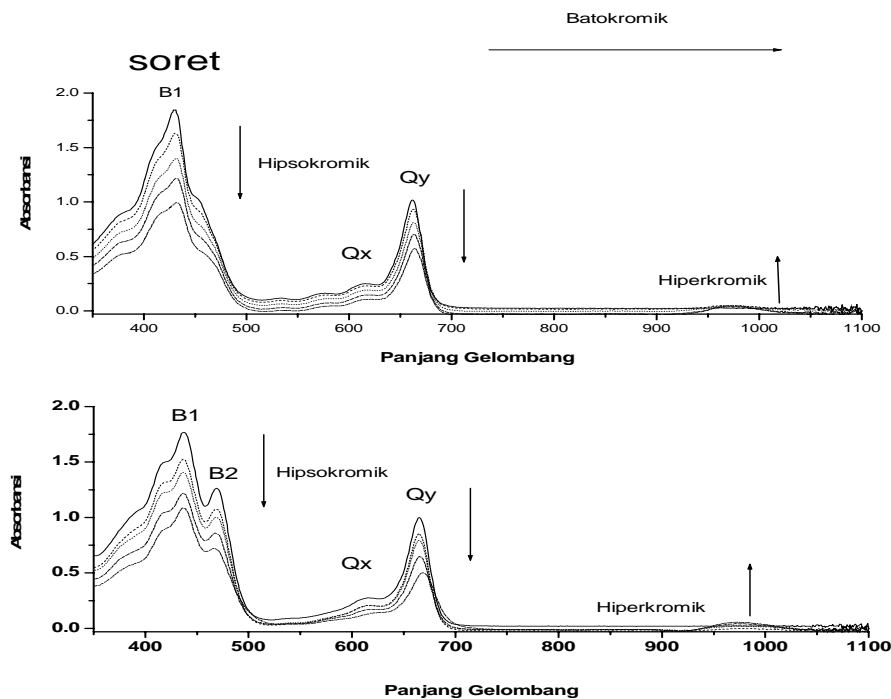
Gambar 2. Spektra ekstrak kasar daun alfafa

Berdasarkan Gambar 2, dapat terlihat bahwa ekstrak kasar daun alfafa mengandung klorofil sebagai pigmen yang dominan. Realita tersebut nampak dari spektranya yang mirip spektra klorofil, bahkan serapan pigmen lain seperti karotenoid yang umumnya berada sekitar 400-450 nm tidak begitu kelihatan. Serapan dari ekstrak kasar tersebut berada pada 431 nm untuk daerah

pembuatan produk klorofilin. Alasan yang sore, 581 nm pada Qx dan 662 nm pada Qy. Serapan maksimum tersebut hampir sama dengan serapan dari klorofil. Literatur Jeffry, 1997 menyebutkan bahwa klorofil *a* mempunyai serapan pada panjang gelombang 430, 580 dan 662 nm serta klorofil *b* 457, 597 dan 645. Gross (1991) menyatakan bahwa klorofil *a* mempunyai serapan maksimum pada daerah biru sorel 400-450 dan daerah merah Qy pada 650-700 sedangkan klorofil *b* mempunyai serapan sorel pada 450-455 nm dan Qy pada 640-645 nm dari spektrum tampak. Berdasarkan panjang gelombang yang dihasilkan menunjukkan bahwa pigmen yang paling dominan terkandung dalam alfafa adalah klorofil *a*.

Aggregasi ekstrak kasar daun alfafa

Penambahan air menyebabkan ekstrak kasar pigmen daun alfafa mengalami proses agregasi. Proses tersebut terjadi karena air bersifat sebagai donor elektron sehingga dapat berikatan dengan pusat logam klorofil. Beberapa penelitian mengenai agregasi yang telah dilakukan untuk menganalisis secara spesifik pita Q_y dan Q_x (de Paula *dkk*, 1995; Cotton dan Van Duyne, 1979). Absorpsi Q_y secara prinsip adalah transisi elektronik terendah dari makrosiklis. Baik Q_x maupun Q_y merupakan pita serapan yang menunjukkan hubungan dengan sentral logam pada makrosiklis.



Gambar 3. Pola spektra agregasi ekstrak kasar daun alfafa dalam pelarut aseton (atas) dan metanol (bawah) dengan penambahan (—) 0 ml; (- - -) 0,25 ml; (.....) 0,5 ml; (- · - ·) 0,75 ml; (- · - ·) 1 ml akuades.

Proses agregasi menyebabkan terjadinya pergeseran spektra ke arah merah (batokromik) yang terjadi pada semua pita ditunjukkan pada Tabel 1. Selain terjadi pergeseran batokromik proses agregasi juga menyebabkan terjadinya penurunan absorbansi (hipokromik) pada pita Qx,

Qy dan solet, yang terjadi setelah penambahan air. Sedangkan pada pita tambahan akan terjadi kenaikan absorbansi (hiperkromik). Absorbansi asimetrik Qy yang ditunjukkan dengan pergeseran puncak ke daerah sinar merah mengindikasikan adanya sejumlah kecil spesies agregat.

Tabel 1. Panjang gelombang (nm) Qy, Qx dan solet dalam pelarut aseton dan metanol setelah penambahan air

Penambahan Air (ml)	Klorofil						
	Aseton			Metanol			
	Qy	Qx	Solet	Qy	Qx	Solet	
						B1	B2
0	662	533	431	665	616	438	469
0.25	663	534	430	665	618	437	469
0.5	663	535	431	665	618	436	469
0.75	663	535	431	665	619	436	465
1	664	537	432	668		437	467

Realita yang terjadi ketika sejumlah tertentu air dimasukkan ke dalam sistem ekstrak pigmen adalah adanya kompetisi antara molekul air dan pelarut untuk berkoordinasi dengan pigmen. Air adalah nukleofil yang sangat unik bagi pigmen karena tidak hanya dapat berfungsi sebagai donor elektron, tapi juga menghasilkan ikatan hidrogen (Katz dkk, 1968). Molekul H₂O bersifat polar dan merupakan pelarut yang sangat baik untuk molekul polar. Kenyataan tersebut dapat terjadi karena H₂O memiliki kemampuan untuk menurunkan gaya elektrostatik dan melemahkan ikatan hidrogen

antara molekul-molekul polar. Dalam kondisi ini air berperan sebagai donor hidrogen dan molekul lain sebagai akseptor (Stryer, 1988). Katz dan Evans (1975) mengajukan model agregat klorofil-air sebagai ikatan C=O... H₂O...Mg, dimana gugus C=O pada cincin ke V suatu molekul klorofil membentuk ikatan koordinasi dengan Mg pada klorofil molekul lain dengan adanya ligan H₂O. Persentase penurunan absorbansi terbesar terjadi pada pita Qy disajikan pada Tabel 2. Penurunan tersebut disebabkan karena pita Qy sangat peka terhadap proses agregasi.

Tabel 2. Pesentase penurunan absorbansi pita solet, Qx dan Qy dalam metanol dan aseton

Penambahan Air (ml)	Klorofil						
	Aseton			Metanol			
	Qy	Qx	Solet	Qy	Qx	Solet	
						B1	B2
0	0	0	0	0	0	0	0
0.25	91,39	75,17	88,05	90,04	90,96	88,69	88,59
0.5	81,17	65,05	76,71	80,41	84,45	81,79	81,12
0.75	73,07	57,35	68,02	67,98	73,25	70,48	70,46
1	61,33	46,17	56,57	53,04	-	59,42	63,11

Berdasarkan data tabel yang dihasilkan menunjukkan bahwa penurunan pada pita Qy lebih besar terjadi dalam pelarut metanol dibandingkan aseton pada setiap penambahan konsentrasi air. Penambahan air sebanyak 1/3 dari total larutan pigmen juga dapat menyebabkan penurunan absorbansi lebih dari 50 % pada pita Qx dalam aseton sedangkan dalam pelarut metanol pita Qx tidak terlihat lagi (hilang). Kenyataan tersebut disebabkan momen dipol metanol ($\mu = 1,69 D$) < momen dipol air ($\mu = 1,84D$) sehingga air lebih berpengaruh.

Pengaruh Pelarut terhadap agregasi

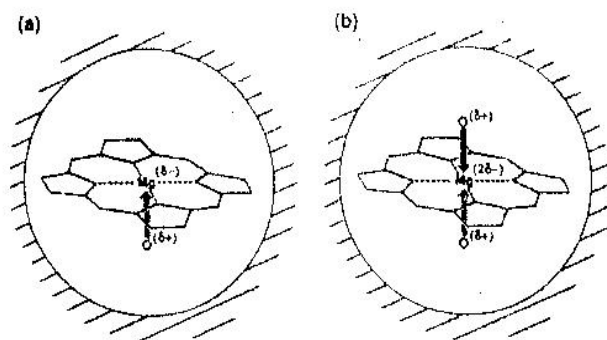
Salah satu pita spektra yang sangat dipengaruhi oleh pelarut adalah pita Qx. Koordinasi heksa dan penta dapat dilihat dari pola spektra pada

pita Qx. Serapan maksimum Qx ekstrak kasar pigmen dalam pelarut aseton adalah sekitar 533-537 nm, sedang dalam metanol 616-619 nm. Nishizawa dkk (1994) menyatakan bahwa apabila serapan maksimum Qx berada pada panjang gelombang dibawah 590 nm, hasil tersebut merupakan salah satu ciri dari koordinasi penta, sedang apabila diatas 590 nm merupakan koordinasi heksa.

Berdasarkan Eichwurzel dkk., 2000 pita Qx sangat bergantung pada keadaan koordinasi dari atom logam pusat. Sedangkan menurut Katz, 1973 pelarut dapat mempengaruhi pusat atom logam magnesium memiliki jumlah koordinasi 5 (penta) atau 6 (heksa). Pusat logam magnesium secara koordinasi bersifat tidak jenuh dengan jumlah

koordinasi 4 (tetra) sehingga sebagai konsekuensinya satu atau dua posisi axial logam

magnesium harus diisi dengan sebuah elektron.



Gambar 4. Ikatan koordinasi antara klorofil dalam pelarut (a) penta-koordinasi (b) heksa-koordinasi (Nishizawa, dkk., 1993)

Koordinasi antara pelarut dengan molekul klorofil akan mempengaruhi ikatan antar atom pada struktur molekulnya, pelarut yang membentuk penta-koordinasi dengan ion logam Mg pada struktur klorofil seperti aseton akan menyebabkan struktur molekul klorofil mengalami penciutan karena ikatan hanya berasal dari salah satu sisi, sedangkan koordinasi heksa yang terbentuk antara ion logam Mg dengan pelarut seperti metanol akan menyebabkan pelonggaran antar ikatan pada struktur klorofil sehingga kemampuan molekul asam untuk melepas ion logam Mg selama feofitinisasi pada klorofil yang membentuk heksa-koordinasi menjadi lebih besar bila dibandingkan dengan klorofil yang membentuk penta – koordinasi (Nishizawa dkk, 1993; Limantara dkk, 1998).

Selain pita Qx pengaruh pelarut juga mempengaruhi pita solet. Pita B₁ dan B₂ pada solet dapat terlihat jelas dalam pelarut metanol, sedangkan dalam aseton pita B₁ tidak tampak jelas. Pembelahan B₁ dan B₂ pada ekstrak kasar disebabkan oleh ikatan hidrogen molekul pelarut pada karbonil oksigen cincin isosiklik menyebabkan perubahan absorpsi spektra yang nyata. Renge dan Avarmaa (1985) juga menyatakan bahwa intensitas pita solet (B₁) berbanding terbalik dengan parameter elektrofilik (E) pelarut, sehingga menyebabkan sedikit perubahan intensitas pita solet (B₂) dalam pelarut yang berbeda. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa rasio dari B₁/B₂ dapat dipertimbangkan sebagai ukuran interaksi ikatan hidrogen pada klorofil dengan molekul elektrofilik pelarut (Vladkova, 2000).

KESIMPULAN

Penambahan air dapat menyebabkan proses agregasi klorofil, sehingga pola spektranya akan mengalami pergeseran batokromik pada semua pita dan penurunan absorbansi (hipokromik) pada pita Qy, Qx dan solet. Kepolaran pelarut juga mempengaruhi proses agregasi klorofil yang akan

berikatan dengan pusat logam magnesium untuk membentuk koordinasi penta dan heksa koordinat. Keberadaan pelarut tersebut mempengaruhi panjang gelombang pita Qx dan bentuk dari pita solet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh dana yang diperoleh Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga dari Program Beasiswa Unggulan Departemen Pendidikan Nasional Indonesia. Saptono Nugrohadi mengucapkan terima kasih kepada Biro Kerjasama Luar Negeri Depdiknas atas dukungan Beasiswa Unggulan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Coder, K.D. (1997). *Fall Tree Color Pigment*. University of Georgia Cooperative Extension Service Forest Resources publication FOR97-30. Pp. 2.
- Cotton, T.M., and Van Duyne, R.P. 1979. An Electrochemical Investigation of the Redox Properties of Bacteriochlorophyll and Bacteriopheophytin in Aprotic Solvents. *American Chemical Society*. 7605-7612.
- Eichwurzel, I., Stiel, H., Teuchner, K., Leupold, D., Scheer, H., Salomon, Y. and Scherz, A. 2000. Photophysical Consequences of Coupling Bacteriochlorophyll a with Serine and its Resulting Solubility in Water. *Photochemistry and Photobiology* 72(2): 204–209.
- Fessenden, R.J. dan J.S. Fessenden, "Kimia Organik" (terjemahan A. Hadyatma), Jilid I dan II, Erlangga, 1992.
- Foster, S., 2004. *Alfalfa*. <http://www.vitacost.com/science/hn/Herb/Alfalfa.html>, Diakses 5 Mei 2008.
- Jackson, A.H. (1976). Structure, properties and distribution of chlorophyll, dalam *Chemistry and Biochemistry of Plant pigments*, Vol 1. Goodwin, T. W. Ed. Academic Press, London. 1-63.

- Jeffrey, S. W., Mantoura, R. F. C., and Wright, S. W. (1997). *Phytoplankton Pigments in Oceanography: Guidelines to Modern Method*. UNESCO Publishing, Paris.
- Katz, J.J. 1973. in *Bioinorganic Chemistry* (Eichhorn, G.L.,ed.), Vol. II, Chap. 29, pp. 1022-1066, Elsevier, Amsterdam.
- Koyama, Y., Limantara, L., Nishizawa, E., Misono, Y. and Itoh, K. (1995). *Presence of Penta- and Hexa- Coordinated State in T1 and Cation-Radical Bacteriochlorophyll a, and Generation of Cation Radical by Photo-Excitation of the Aggregated Forms As Revealed by Transient Raman and Transient Absorption Spectroscopies*. Seventh International Conference on Time-Resolved Vibrational Spectroscopy. Proc. Conference Santa Fe. Mexico.
- Limantara, L. (2004). Menambang Klorofil, Si Emas Hijau. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Matematika dalam Industri, FSM-UKSW.
- Limantara, L., P. Koehler, B. Wilhelm, R. J. Porra and H. Scheer. 2006. *Photostability of Bacteriochlorophyll a and Derivatives : Potential Sensitizer for Photodynamic Tumor Therapy*. *Photochemistry and Photobiology*. **82**. 770-780.
- Nishizawa, E.-I., Limantara, L., Nanjou, N., Nagae, H., Kakuno, T. and Koyama, Y. 1994. Solvent effects on triplet-state bacteriochlorophyll a as detected by transient Raman spectroscopy and the environment of bacteriochlorophyll a in the light-harvesting complex of Rhodospirillum rubrum R26. *Photochemistry and Photobiology* 59(2): 229-236.
- Paula, J.C., Robblee, J.H., and Fasternack, R.F. 1995. Aggregation of Chlorophyll a Probed by Resonance Light Scattering Spectroscopy. *Biophysical Journal*.68:335-341.
- Rahmayanti, E., dan Sitanggang, M., 2006. *Taklukkan Penyakit dengan Klorofil Alfalfa*. Jakarta : PT Agro Media Pustaka.
- Range, I. V. dan R. Avarmaa (1987) Specific solvation of chlorophyll a: solvent nucleophilicity, hydrogen bonding and steric effects on absorption spectra. *Photochem. Photobiol.* 42, 253-260.
- Stryer, L. 1988. *Biochemistry*. 3rd ed. W.H. Freeman and Company. New York.
- Vladkova Radka. 2000. *Chlorophyll a Self-assembly in Polar Solvent-Water Mixtures*. *Photochemistry and Photobiology*. **71(1)**: 71-83
- Wang, B., Z. Yu and S. L. Hwang, 1995. *Quantitative Analyses of Chlorophylls and Their Derivates by Thin Layer Chromatography*. *Journal of Chinese Agricultural Chemical Society*. **35(5)**. 550-560.

