

Kebutuhan Air dalam Perkecambahan



Zuhdan K Prasetyo

Pascasarjana UNY

Program Studi Sains

PENGANTAR

Laporan investigasi ini merupakan salah satu tugas dalam mata kuliah (BIO 649) Praktikum Biologi. Tugas ini merupakan kelanjutan tugas sebelumnya, yaitu presentasi proposal investigasi, investigasi dan draft laporan investigasi yang masing-masing telah dilakukan.

Laporan investigasi ini disusun berdasarkan pedoman penulisan karya ilmiah yang diterbitkan UPI, 2000. Dalam pedoman tersebut, untuk makalah posisi mahasiswa S2/S3, termasuk laporan investigasi ini, sistematikanya berisi pendahuluan, isi: kajian pustaka dan metode investigasi, dan penutup: kesimpulan, keterbatasan investigasi, dan saran-saran.

Investigasi ini sesuai yang dibebankan isinya bebas, namun tentu saja, temanya berkisar pada penguasaan pemahaman tentang praktikum biologi dalam aspek yang berkaitan dengan konsentrasi tugas akhir kelak, desertasi, yaitu program persiapan calon guru sekolah dasar dalam belajar dan mengajar IPA (Sains).

Oleh karena itu, investigasi ini dilaksanakan dengan berorientasi pada salah satu topik dalam matapelajaran IPA SD, khususnya dalam aspek biologi. Melalui investigasi ini diharapkan memperoleh manfaat sebesar-besarnya terutama dalam rangka lebih memahami proses investigasi, tidak sekedar praktikum untuk membuktikan konsep yang telah dibahas di kelas. Tetapi lebih daripada itu, sejatinya investigasi yang dilakukan untuk membantu mahasiswa memperluas wawasan pemahaman mereka tentang hakikat sains. Sebab, sains, sesuai dengan salah satu hakekatnya yang masih terus dapat dikembangkan melalui olah pikir yang rasional, dalam mengajarkan dan mempelajari memerlukan aktivitas mental (*cognition*) yang unik dan rumit sesuai dengan perkembangan kognitif orang yang berada di balik itu.

Mengajar IPA (sains) merupakan tanggungjawab yang mengagumkan. Tanpa mengabaikan bagaimana pandangan pribadi masing-masing orang tentang sains, siswa yang diajar bergantung pada orang-orang tersebut memodelkan dan mengajarkan sains dengan baik pada mereka. Untuk itulah, dalam pembelajaran sains memerlukan keterampilan dan pengetahuan yang dapat membantu tugas guru dalam memodelkan dan mengajarkan sains kepada para siswa. Keterampilan dan pengetahuan tersebut dapat diperoleh dalam keterampilan proses sains melalui investigasi ini.

Keterampilan proses sains adalah sesuatu yang digunakan para ilmuwan ketika mereka melakukan investigasi (Rezba, 1995: 253). Keterampilan tersebut diantaranya observasi, sebagai keterampilan proses sains yang paling fundamental, hingga investigasi itu sendiri, sebagai keterampilan proses sains yang paling canggih. Keterampilan tersebut memenuhi sifat hierarchical, artinya bahwa keterampilan-keterampilan di bawahnya (desain investigasi, definisi variabel secara operasional, ..., prediksi, inferensi, pengukuran, klasifikasi, komunikasi, dan observasi) dikuasai sebelumnya.

Untuk itulah, dalam investigasi ini akan dikemukakan suatu contoh kegiatan yang harus dan dapat dengan tepat dilakukan oleh para siswa sekolah dasar dalam belajar sains. Melalui contoh investigasi ini, diharapkan semua keterampilan proses yang seharusnya dimiliki ilmuwan dalam memahami fenomena alam ini dapat dimodelkan guru sehingga siswa memperoleh manfaatnya berupa contoh yang factual. Misalnya, bagaimana mengobservasi, mengklasifikasi, ..., sampai bagaimana mereka dapat membuat generalisasi temuan-temuan dari investigasi yang mereka lakukan.

Akhirnya, tidak lupa diucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada Ibu Dr. Sri Rejeki dan Dr. Ama Rustama sebagai dosen pengampu mata kuliah Praktikum Biologi yang telah memberi kesempatan dan

kepercayaan untuk mendemonstrasikan kemampuan kami masing-masing dalam rangka lebih memahami makna investigasi dalam sains, yang kelak akan ditularkan kepada mereka mahasiswa calon guru SD. Diharapkan pula melalui pengalaman investigasi ini menjadi input yang berharga bagi calon guru SD yang kelak akan membentuk output yang dapat menghasilkan outcome siswa-siswa SD yang akan menjadi tidak asing dengan aktivitas investigasi, walaupun dalam format yang lebih sederhana. Demikian pula kepada rekan-rekan sekelas (Senin, 08.30 - 10.10), yang berkenan menyisihkan waktu masing-masing untuk selalu mendiskusikan materi yang kita peroleh dari kuliah ini, diucapkan terima kasih dan selamat bekerja.

DAFTAR ISI

| | |
|---|----|
| PENGANTAR..... | ii |
| DAFTAR ISI..... | v |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| KAJIAN PUSTAKA DAN METODE INVESTIGASI | 5 |
| Sains dan Investigasi | 5 |
| Mengajar Sains kepada Anak..... | 8 |
| Belajar Sains bagi Anak | 10 |
| Air dan Sifat-sifatnya..... | 12 |
| Biji-bijian | 14 |
| Metode Investigasi..... | 16 |
| PENUTUP..... | 18 |
| Hasil Investigasi..... | 18 |
| Kesimpulan | 21 |
| Keterbatasan investigasi | 22 |
| Saran-saran | 22 |
| RUJUKAN..... | 24 |

PENDAHULUAN

Guru sekolah dasar (SD), pada umumnya, adalah guru kelas, yaitu mengajar hampir semua mata pelajaran. Mata pelajaran yang menjadi tanggung jawab guru kelas terutama bidang yang di-EBTANAS-kan, yaitu Bahasa Indonesia, PPKn., IPS, Matematika, dan IPA (sains). Disamping itu, kadangkala, guru kelas juga disertai tanggung jawab untuk bidang lain, misalnya penjaskes, kesenian, kerajinan, atau bahkan agama.

Sebagai guru kelas regular, mengajar mata pelajaran yang di-EBTANAS-kan, mereka betul-betul luar biasa berat tanggungjawabnya. Bagaimana tidak, mereka harus selalu menyiapkan diri untuk mata pelajaran sebanyak itu hampir setiap hari. Dari sisi jumlah mata pelajaran yang menjadi tanggung jawab guru kelas telah cukup banyak, belum lagi perhatian yang harus diberikan kepada para siswa yang lebih unik lagi, yaitu berbeda-beda latar belakang ekonomi social, usia, jenis kelamin, dan lain-lain. Pendek kata dari sisi siswa maka guru kelas menghadapi siswa yang lebih beragam daripada ragam matapelajaran yang menjadi tanggung jawab mereka.

Oleh karena itu, ketika seorang guru kelas sedang mengajar salah satu matapelajaran, sains misalnya, maka guru tersebut dihadapkan pada keberagaman siswa yang diajarnya. Siswa dalam satu kelas yang berjumlah dua puluh anak, misalnya, ketika diajar sains bias memiliki perbedaan dari bermacam-macam aspek. Contoh, beberapa di antaranya memiliki kesulitan belajar sampai mereka dapat dikelompokkan dalam siswa cerdas. Dengan kata lain dari sisi kesiapan belajar siswa di kelas itu dapat berbeda-beda pula.

Perbedaan matapelajaran yang harus disampaikan hingga perbedaan kesiapan siswa dalam belajar membawa konsekuensi yang berat bagi guru dalam tugasnya. Sebab, dengan menganggap bahwa yang diajarkan sama, sains, tetapi diberikan di kelas dengan latar belakang siswa yang berbeda-beda maka

wajarlah jika muncul berbagai permasalahan yang dihadapi guru di kelas. Permasalahan-permasalahan tersebut, antara lain, adalah:

1. Apa yang diharapkan dari pendidikan sains di SD, sesuai dengan hakekat sains yang ditanamkan pada mereka?
2. Apa tujuan pengajaran sains di SD, dan langkah-langkah apa yang harus dilakukan guru?
3. Apa yang harus dilakukan guru untuk membelajarkan anak tentang sains di SD?

Permasalahan tersebut wajar mengemuka sebab, justru dari pemecahan masalah tersebut beberapa pernyataan miring tentang pelaksanaan pembelajaran sains di kelas dapat diluruskan. Sering dikemukakan tentang sinyalemen yang “miring” dalam pelaksanaan proses belajar dan mengajar sains di sekolah, termasuk di SD. Sinyalemen tersebut diantaranya dikemukakan dalam *slips-term* berupa “IPA sastra” (istilah di Bandung) atau “sejarah IPA” (istilah di Yogyakarta). Istilah tersebut digunakan untuk menunjukkan betapa konyolnya proses PBM IPA tersebut. Tidak dapat dipungkiri bahwa memang penyelenggaraan PBM IPA selama itu atau bahkan sampai saat ini lebih cenderung meninggalkan hakikat sains itu sendiri.

Sains, bagi siswa pada hakekatnya suatu usaha manusia untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan fenomena alam. Dalam usahanya, manusia tersebut (yang kemudian disebut ilmuwan) selain menggunakan keterampilan proses sains melalui olah tangan (*hands-on*) tetapi juga menggunakan kreativitas berfikirnya untuk berbicara melalui olah piker (*minds-on*). Dengan demikian, untuk mencontoh mereka sebagai seorang ilmuwan, maka dalam belajar dan mengajar sains seharusnya tidak hanya menggunakan pendekatan NATO, *not action talk only*. Akan tetapi harus

melalui perpaduan action and talk, bekerja menggunakan hands-on serta berbicara dan berfikir menggunakan minds-on.

Namun demikian, meskipun telah ada fasilitas yang dapat digunakan untuk melaksanakan hands-on dalam PBM sains di SD, tetapi frekuensi penggunaannya masih rendah, yaitu 1 x atau 2 x dalam satu tahun bahkan ada sekolah yang belum pernah sama sekali menggunakannya dalam pembelajaran di kelas (Zuhdan, 1994: 9). Pun demikian, upaya yang hendaknya dilakukan para guru SD, untuk melaksanakan pembelajaran sains menggunakan strategi terpadu antara minds-on dan hands-on dengan merancang sendiri model-model aktivitasnya melalui optimalisasi penggunaan KIT IPA SD, misalnya, melalui pendekatan konstruktif belum maksimal (Zuhdan, 1997: 16). Minimnya usaha tersebut, karena mereka mengeluh bahwa dengan cara itu pembelajaran sains buang-buang waktu sehingga target kurikulum dalam GBPP tidak akan tercapai. Kontras dengan pendapat para guru tersebut seorang konsultan pendidikan sains, Michael B. Leiden (dalam Teaching K-8: 26) membantah keluhan tersebut dengan menyatakan bahwa "Many teachers complain they don't have time for science, but with this activity: exploration, concept introduction and concept application, that argument fails". Alasan yang dikemukakan Leiden di atas merupakan tahap-tahap dalam pelaksanaan kegiatan investigasi yang oleh Ramsey (1994) diterapkan melalui strategi do-talk-do, yaitu tahap eksplorasi dalam do-1, tahap pengenalan konsep dalam talk, dan tahap penerapan konsep dalam do-2.

Demikianlah melalui aktivitas investigasi ini yang didasari oleh tuntutan kurikulum 1994 dalam Kompetensi standar Sekolah Dasar untuk Sains (Depdiknas, 2010) siswa diharapkan "Mampu memahami proses pembentukan ilmu dan melakukan inkuiri ilmiah, melalui pengamatan dan sesekali melakukan penelitian sederhana dalam lingkup pengalamannya". Investigasi ini disusun untuk memahami target dalam:

| | | |
|---------------------|---|---|
| Lingkup Ajar | : | Kelangsungan makhluk hidup |
| Kelas | : | IV |
| Kemampuan Dasar | : | Mengidentifikasi kebutuhan makhluk hidup |
| Indikator Penilaian | : | Mengidentifikasi kebutuhan tanaman akan air, cahaya, dan makanan. |

Berdasarkan identifikasi tersebut maka judul investigasi yang dapat diajukan untuk dapat memberi bekal mereka dalam melakukan penelitian sederhana ini adalah: "Kebutuhan Air dalam Perkecambahan".

Investigasi dengan judul Kebutuhan Air dalam Perkecambahan dilakukan berdasarkan fakta bahwa di beberapa tempat memiliki banyak kelebihan air, tetapi sebaliknya di tempat lain mengalami kekurangan air. Berbagai macam tanaman tumbuh di alam ini, tetapi tidak semuanya hidup di tempat dengan jumlah air yang sama. Sehingga berkaitan dengan jumlah air inilah ingin diketahui seberapa banyak air paling sedikit diperlukan oleh tanaman agar tetap masih dapat hidup di alam ini.

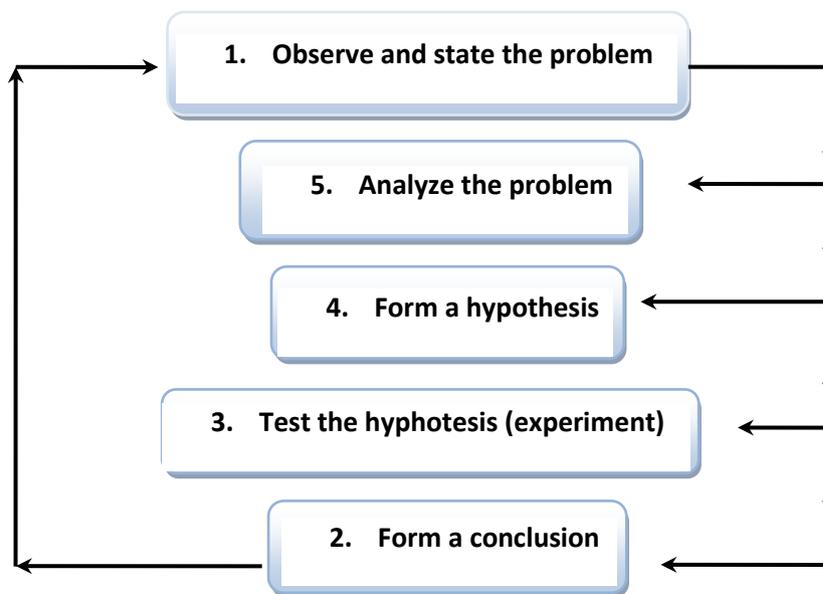
Berdasarkan fakta di atas beberapa permasalahan muncul di antaranya adalah:

1. Dapatkan air diberikan sebanyak-banyaknya atau sebaliknya pada suatu tanaman tertentu?, atau
2. Ada kecenderungan apa pada tumbuhan itu jika diberi catu air yang berbeda-beda?, dan
3. Apakah kecenderungan itu sama pada jenis tanah yang berbeda?.

KAJIAN PUSTAKA DAN METODE INVESTIGASI

Sains dan Investigasi

Beberapa teori saintik, misalnya teori Newton tentang cahaya sebagai korpuskel, teori Huygens tentang cahaya sebagai gelombang, teori evolusi Darwin, dan lain-lain merupakan contoh teori saintifik, yaitu idea tau pengetahuan tentang gejala alam yang disusun melalui cara-cara tertentu. Cara-cara untuk memperoleh sekumpulan pengetahuan tersebut disebut metode saintik (*scientific method*). Lebih jauh tentang *scientific method* ini menurut Nolan (1987) dikatakan bahwa “The orderly way scientific method”; (1) Observe and state the problem, (2) Analyze the problem, (3) Form a hypothesis, (4) Test the hypothesis (experiment), and (5) Form a conclusion.



Gambar 1. Scientists use scientific method to search for answers. Nolan (1987)

Suatu observasi yang dapat diulangi oleh orang lain dengan menggunakan metode yang sama disebut fakta. Hukum yang bersifat saintifik adalah suatu pernyataan tentang fakta-fakta, tentang gejala-gejala yang terjadi di

alam semesta yang telah diketahui. Fakta-fakta dan hukum-hukum merupakan susunan bangunan yang disebut *science* (sains).

Collette dan Chiappetta (1994) mencoba mendefinisikan secara lebih menyeluruh, yaitu menganggap sains sebagai cara berfikir untuk memahami alam semesta, sebagai cara untuk melakukan penyelidikan, dan sebagai kumpulan pengetahuan. Sains sebagai penemuan-penemuan yang merupakan hasil kegiatan kreativitas para ilmuwan selama berabad-abad dikumpulkan dan disusun secara sistematis menjadi *a body of knowledge* (kumpulan pengetahuan) yang kemudian dikelompokkan sesuai dengan bidang kajiannya menjadi, misalnya, fisika, biologi, kimia dan sebagainya. Kumpulan pengetahuan tersebut dapat berupa: *fakta, konsep, prinsip, hukum, teori, maupun model*.

Sains sebagai *a way of thinking*, sains merupakan aktivitas manusia yang ditandai dengan 'proses berfikir' yang berlangsung di dalam, kegiatan mental, 'fikiran' orang yang berkecimpung dalam bidangnya. Kegiatan mental para ilmuwan tersebut memberi gambaran tentang rasa ingin tahu dan keinginan manusia untuk memahami fenomena alam. Para ilmuwan tersebut dimotivasi oleh keingintahuannya, imajinatif, dan alasan yang kuat berusaha menggambarkan dan menjelaskan fenomena alam. Kerja mereka, oleh para filsuf dan ahli psikologi kognitif, dipandang sebagai kegiatan yang kreatif. Kreatifitas ilmuwan menurut mereka adalah pembentukan ide atau gagasan dari fenomena alam di dalam pikirannya, yang kemudian disebut berfikir kritis (*critical thinking*). Berkaitan dengan berfikir kritis ini menurut Siegel (1988) "Sains secara tradisional dipandang sebagai gudang *critical thinking*, dan merupakan puncak rasionalitas berfikir manusia".

Sains sebagai *a way of investigating*, menunjukkan ilustrasi tentang pendekatan-pendekatan yang digunakan dalam menyusun pengetahuan. Di dalam sains, seperti dikemukakan di atas, dikenal banyak metode yang

digunakan untuk menyelesaikan masalah. Paul Feyerabend (1988) memperlihatkan bahwa sains bukan pengetahuan yang memiliki hak istimewa "it is just one way among many to find out about the world". Dalam hal ini, sejumlah metode yang digunakan ilmuwan untuk mendapatkan kebenaran mendasarkan pada hasil observasi, melalui kegiatan laboratorium atau eksperimen dengan memfokuskan pada hubungan sebab akibat. Sehingga, orang yang ingin memahami fenomena alam dan hukum-hukum alam yang berlaku, harus mempelajari objek dan kejadian di alam. Objek dan kejadian alam tersebut harus diinvestigasi melalui eksperimen dan observasi serta dicari penjelasannya melalui proses pemikiran untuk mendapatkan alasannya.

Sains adalah metode eksperimen. Melalui eksperimen ini, sains beda dengan cara memperoleh pengetahuan yang tidak diikuti metode saintifik. Sains memperoleh kebenarannya melalui inferensi logis berdasarkan observasi empiris. Seringkali cara ini disebut induksi. Sains adalah pengetahuan umum yang tujuannya adalah sebuah kesepakatan pendapat yang rasional pada bidang yang mungkin sangat luas. Berdasarkan pada pemikiran yang rasional (*r'*; rational thinking) inilah maka bersama tiga-*r'* lainnya (*writing*, *reading*, dan *arithmetics*) sains terus dikembangkan (Siegel, 1988: 8).

Sains berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis dan bukan hanya kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, prinsip-prinsip tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Pendidikan sains di SD diharapkan dapat menjadi wahana bagi siswa untuk mempelajari dirinya sendiri dan alam sekitar.

Pendidikan sains menekankan pada pemberian pengalaman secara langsung. Siswa perlu dibantu mengembangkan sejumlah keterampilan proses ini untuk menjelajahi alam sekitar dan memahaminya. Keterampilan proses ini meliputi keterampilan mengamati dengan indera (*observasi hingga investigasi*),

keterampilan menggunakan alat dan bahan, mengajukan pertanyaan, menggolongkan, menafsirkan data, dan mengkomunikasikan hasil temuan untuk menguji gagasan-gagasan atau memecahkan masalah (Puskur-Balitbang Depdiknas, 2001)

Mengajar Sains kepada Anak

Satu penemuan penting dari hasil penelitian pada *misconceptions* anak-anak tentang sains adalah bahwa anak-anak ternyata hanya memahami sangat sedikit tentang apa yang disampaikan guru pada mereka tentang sains (Howe, 1993: 13). Berkali-kali hasil temuan penelitian menunjukkan bahwa mengajar melalui ceritera tidak akan dapat mencapai pemahaman atau perubahan konseptual bila anak-anak telah memiliki gagasan-gagasan tentang materi yang diajarkan.

Para guru peneliti bekerja sama dengan Rosalind Driver (1989: 86) telah dapat mengidentifikasi cirri-ciri yang muncul ketika sains diajarkan dari perspektif konstruktif. Pikirkan seandainya guru akan mengajar hendaknya termasuk:

1. Identify and build on the knowledge that learners bring to lessons.
2. Allow the learners to develop and restructure this knowledge through experiences, discussions, and the teacher's help.
3. Enable pupil to construct for themselves and to use appropriate science concepts.
4. Encourage pupils to take responsibility for their own learning.
5. Help pupils develop understanding of the nature of scientific knowledge, including how the claims of science are validated and how these may change over time.

Sains di sekolah dasar hendaknya melakukan sejumlah kesempatan khusus dan unik yang merupakan pertukaran baik oleh mata pelajaran lain

maupun oleh pengajaran sains pada kelas lain. Studi di sekolah dasar sering kali dikenal sebagai awal bagi spesialisasi apapun dan semua siswa berada pada belajar tentang hal yang sama (holistic). Sekolah dasar biasanya menyediakan latar belakang umum untuk kehidupan sebagai bentuk tanggungjawab dan keterlibatan penduduk dalam suatu masyarakat demokratis.

Science for All American (AAAS, 1990) melaporkan suatu rekomendasi utama tentang bagaimana hendaknya sains diajarkan:

1. Kurangi jumlah materi yang tercakup sehingga lebih banyak waktu yang dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan berfikir.
2. Lebih menekankan hubungan antara sains, matematika, teknologi, dan bidang lain dalam kurikulum.
3. Mulai mengajar dengan bertanya daripada dengan jawaban. Siswa hendaknya aktif dalam meningkatkan “penggunaan hipotesis, koleksi dan penggunaan fakta, dan desain investigasi dan proses.
4. Meningkatkan kreativitas dan keingintahuan siswa.
5. Tunjukkan pada kebutuhan semua anak-anak.

Berdasarkan kurikulum berbasis kompetensi (Puskur-Balitbang Depdiknas, 2001) pengajaran sains di SD/MI bertujuan agar siswa:

1. Mengembangkan rasa ingin tahu dan suatu sikap positif terhadap sains, teknologi, dan masyarakat.
2. Mengembangkan keterampilan proses untuk menyelidiki alam sekitar, memecahkan masalah, dan membuat keputusan.
3. Mengembangkan pengetahuan dan pemahaman konsep-konsep sains yang akan bermanfaat dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.
4. Mengembangkan kesadaran tentang peran dan pentingnya sains dalam kehidupan sehari-hari.

5. Mengalihkan pengetahuan, keterampilan, dan pemahaman ke bidang pengajaran lainnya.
6. Ikut serta dalam memelihara, menjaga, dan melestarikan lingkungan alam.
7. Menghargai ciptaan Tuhan akan lingkungan alam.

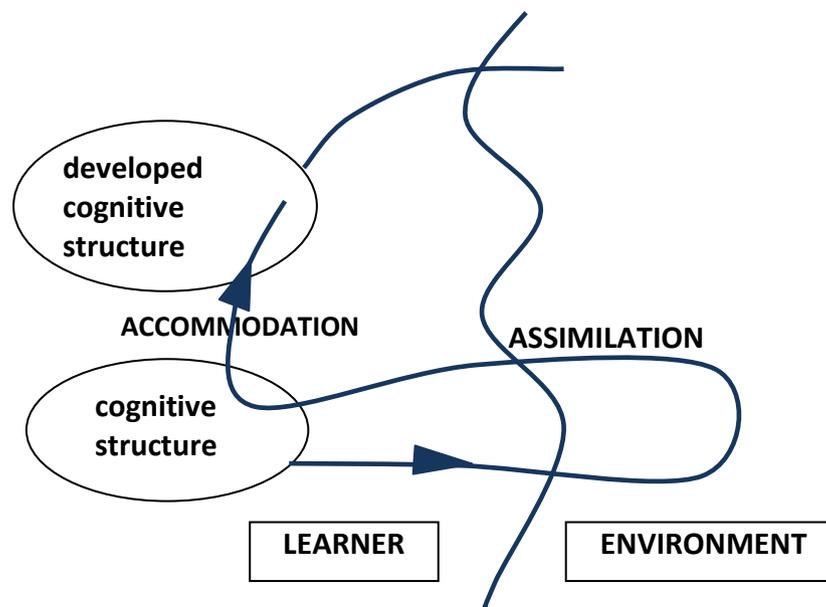
Pada prinsipnya pelajaran sains di SD untuk membekali siswa dengan kemampuan berbagai cara 'mengetahui' dan suatu cara 'mengerjakan' yang dapat membantu siswa untuk memahami alam sekitar secara mendalam.

Belajar Sains bagi Anak

Terdapat suatu pandangan yang mengatakan bahwa teori-teori sains tidak disimpulkan dari data tetapi dibangun dari intelektual manusia. Pendukung penting dari pandangan tersebut adalah orang yang mengemukakan asal usul tentang itu, Jean Piaget. Ia dan sejawatnya di Geneva telah memberi sumbangan penting terhadap pemahaman kita tentang pikiran anak-anak. Usaha mereka berdasarkan pandangan bahwa pengetahuan anak merupakan suatu bentuk yang makin lama makin obyektif yaitu dibangun melalui interaksi dengan lingkungannya (Ginsburg & Opper, 1969; Lovell, 1961).

Piaget bekerja sebagai biologian dalam awal hidupnya dan berkaitan dengan gagasan-gagasan tentang belajar merupakan perhatiannya terhadap adaptasi dalam biologi. Ia berpendapat bahwa ketika anak-anak belajar lebih banyak tentang lingkungannya mereka menjadi lebih baik dalam beradaptasi dengan lingkungan tersebut. Proses adaptasi Piaget ini disebut *equilibration*. Hal ini berlangsung ketika seseorang mengerti (mengasimilasi) suatu pengalaman dan juga mengatur atau menampung (mengakomodasi) struktur pengetahuannya ke dalamnya. Seperti yang dikemukakan Popper (1965), bahwa puzzle dapat dimunculkan dalam sains melalui *discrepant event* (kejadian ganjil),

dalam belajar sains kejadian ganjil yang disajikan dapat menimbulkan *disequilibrium*. Melalui *disequilibrium* inilah belajar sains bagi anak sangat penting untuk mengembangkan intelektual mereka. Akan tetapi, sebaliknya, Lawson (1995: 179) mengingatkan bahwa “Some *desequilibrium* is necessary for intellectual development but too much can lead to frustration, loss of motivation, and giving up”. Dengan demikian, guru harus tepat dalam berusaha memberi siswa dosis gejala-gejala ganjil untuk membangkitkan semangat, motivasi, dan pantang menyerah dalam membangun pengetahuannya, bukan sebaliknya.



Gambar 2. Aspects of this development process in which information from the environment is assimilated by the learner (Driver, 1991: 52)

Disajikan suatu contoh tentang dua gadis kecil bereksperimen dengan gaya yang diperlukan untuk menarik kereta mainan. Mereka menarik kereta itu dengan neraca pegas sepanjang garis lurus dan melihat bahwa dari penunjuk skala neraca pegas itu terbaca nol. Hal tersebut mereka catat: informasi ini diasimilasi. Walaupun, komentar-komentar mereka telah jelas bahwa mereka tidak mengerti bagaimana hal tersebut dapat terjadi. Harapan mereka berbeda. Mereka tidak dapat mengatur kerangka kerja berpikirnya untuk mengakomodasi

informasi. Dalam istilah Piaget, ekuilibrium tidak terjadi. Bagi Piaget belajar merupakan proses aktif yang penting yaitu pembelajar membangun pengetahuannya melalui interaksinya dengan lingkungan dan menerima konflik kognitif yang terjadi antara harapan dan penginderaan.

Air dan Sifat-sifatnya

Sebagian besar jumlah zat (massa) makhluk hidup berupa air. Pada jaringan tubuh manusia persentase jumlah air berkisar dari 20% di tulang sampai 85% di sel-sel otak. Volume air lebih banyak di embrio dan sel-sel muda dan kemudian volume ini berkurang seiring dengan bertambahnya usia. Sekitar 70% total berat manusia berupa air; ubur-ubur atau beberapa tumbuhan berupa 95% air. Air tidak saja sebagai komponen utama makhluk hidup tetapi juga merupakan factor penting yang mempengaruhi lingkungan. Banyak makhluk hidup tinggal di antara laut atau di air tawar, sungai, danau, dan kolam. Sifat fisis dan kimiawi air memungkinkan makhluk hidup tetap ada, *survive*, dan berkembang di planet ini.

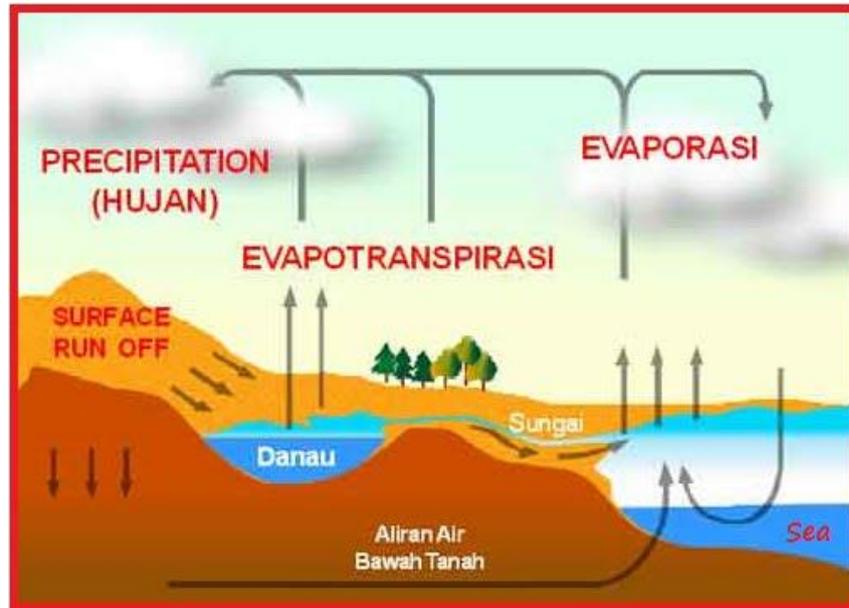
Air melarutkan bermacam-macam dan sebagian besar senyawa. Air berperan penting dalam memfasilitasi reaksi kimia. Air sendiri pelarut atau dihasilkan dari reaksi kimia yang terjadi dalam jaringan makhluk hidup. Air juga merupakan sumber, metabolisme dalam tumbuhan, oksigen di udarayang kita hirup, dan atom hydrogen dari air diikat ke dalam bahan-bahan organik dalam tubuh makhluk hidup. Air juga merupakan pelumas yang penting. Pelumas air terjadi dalam larutan tubuh dimanapun ketika suatu organ bergesekan dengan organ lainnya dan dalam persambungan ketika suatu tulang bergerak terhadap yang lain (Ville, 1989: 41)



Gambar 3. Planet Bumi sering kali disebut planet air karena sebagian besar permukaannya dilingkupi air. Di sini, Bumi dilihat dari Apollo 11, dari sekitar 98 000 mile jauhnya (Villem, 1989: 41).

Sebagai suatu senyawa, air, berupa campuran unsur-unsur hydrogen dan oksigen. Namun demikian, elemen-elemen ini beredar dalam bentuk senyawa, siklusnya digambarkan pada gambar 4 di bawah.

Lapisan udara, hidrosfer, merupakan sumber utama air, yang mencatu kepada penghasil, pemakai dan menjadi pembusuk dalam ekosistem. Tumbuhan hijau dapat menguraikan air menjadi oksigen dalam proses fotosintesis. Kembalinya air ke hidrosfer dengan cara penguapan oleh energy panas matahari, diikuti dengan pengembunan (Kilgour, 1985: 441) dan kembali ke permukaan bumi untuk dimanfaatkan kembali sebagai sumber kehidupan oleh tumbuhan dan lain-lain.



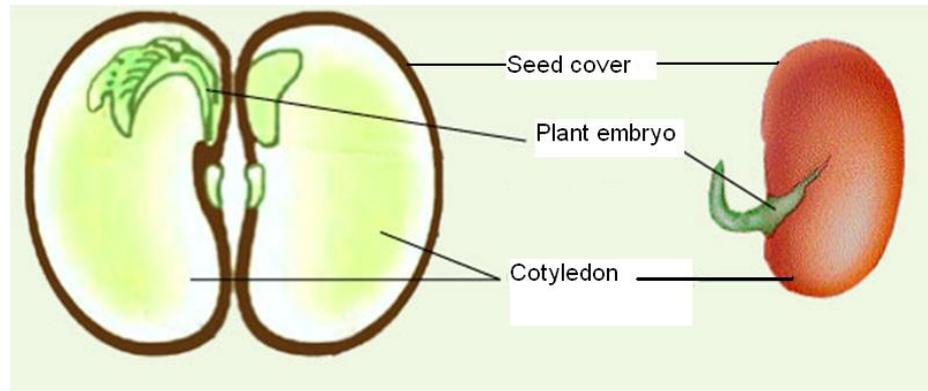
Gambar 4. Siklus Air dalam Kehidupan di Bumi

Biji-bijian

Seperti telah dikemukakan sebelumnya, makhluk hidup tetap ada, hidup lebih lama, dan berkembang di planet ini dimungkinkan oleh karena sifat fisis dan kimiawi air. Demikian pula biji-bijian tetap dapat tumbuh dan berkembang karena dicatu oleh adanya air.

“Berasal darimanakah biji-bijian?” merupakan pertanyaan yang muncul dari keingintahuan anak-anak ketika mereka mempelajari tumbuhan bunga (Gega, 1994: 230). Biji-bijian dihasilkan di bagian pusat bunga yang disebut indung/indung telur. Ketika indung telur telah masak, biji-bijian ini dibungkus baik oleh daging buah, kelopak/kulit, atau tempurung/batok, bergantung pada jenis tumbuhannya.

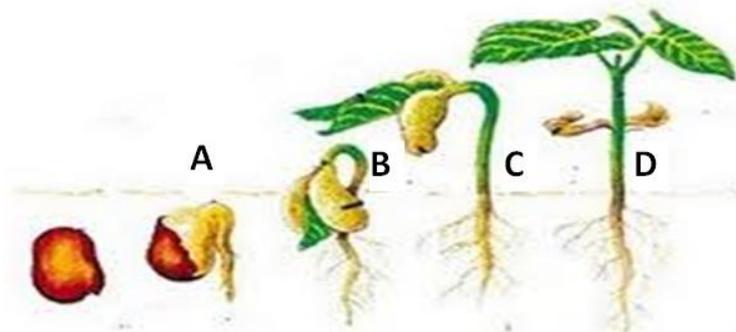
Buah pear, mangga, rambutan adalah buah-buahan yang daging buahnya kita makan. Kacang hijau, kacang tanah, dan kedelai merupakan contoh biji-bijian yang dibungkus oleh kulit. Melinjo, kemiri, dan kelapa memiliki batok keras di bagian luarnya.



Gambar 5. Bagian-bagian biji kecambah

Bagian-bagian biji. Biji-bijian ada dalam beberapa perbedaan bentuk, warna, dan ukuran. Demikian pula, mereka memiliki tiga hal yang sama: tutup pelindung biji, bakal tumbuhan (embrio), dan pencatu makanan yang memberi makanan biji ketika ia dorong melalui tanah dan tumbuh menjadi tumbuhan muda. Pada beberapa tumbuhan, misalnya kecambah, dua makanan ada dalam dua 'daun' biji atau *cotyledons* (gambar 5). Pada biji-bijian yang lain, seperti jagung pada padi, hanya ada satu cotyledon.

Tingkat-tingkat pertumbuhan. Apa yang terjadi ketika biji tumbuh menjadi tumbuhan muda atau persemaian? Sebagai contoh, perhatikan pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 6. Pertumbuhan dari biji sampai semai

Pada A, biji membengkak, bertambah besar, oleh lembab di dalam tanah. Kulit pelindung melunak dan mengelupas. Akar dan batang kecil muncul. Pada B, bagian atas batang menerobos permukaan tanah dan mengangkat kedua cotyledon tertutup keluar dari pelindung biji. Pada C, cotyledon-cotyledon dan daun tumbuhan kecil merekah. Akar-akar semakin menghujam ke dalam dan menyebar. Pada D, akar-akar menjadi semakin banyak yang keluar. Cotyledon-cotyledon mengecil dan menjadi layu. Hampir semua persediaan makanan dikonsumsi. Tumbuhan mulai membuat makanan sendiri melalui fotosintesis ketika dalam pendewasaan daun-daunnya. Sementara itu dalam waktu singkat, cotyledon-cotyledon yang telah layu, kemudian tidak ada manfaatnya lagi, akan dengan segera menumbuhkan tumbuhan. Proses pertumbuhan ini, dari biji ke semaian, disebut perkecambahan. Seluruh waktu yang diperlukan dalam perkecambahan dari A sampai dengan D kira-kira 14 hari untuk pertumbuhan kecambah, *bean*, (Gega, 1994: 231).

Banyaknya para siswa terkejut ketika menjumpai bahwa biji-bijian segera semai tumbuh tinggi lebih cepat ditempatkan di kegelapan daripada ditempatkan di tempat yang terang. Akan tetapi, tumbuhan akan kurus dan pucat. Energi cahaya seakan menjadi bagian yang agak merintanginya daripada mendorong tumbuh lebih sehat beberapa pertumbuhan biji-bijian sampai adanya fotosintesis pada tumbuhan itu sendiri.

Metode Investigasi

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan dalam pendahuluan di atas, maka investigasi ini bertujuan untuk menentukan:

1. Jumlah air yang dapat diberikan pada kecambah agar masih tetap hidup sehat.
2. Kecenderungan yang ada pada kecambah jika diberi catu air yang berbeda-beda.

3. Ada tidaknya kecenderungan yang sama (butir 2) pada kecambah dari jenis tanah yang berbeda.

Untuk menuju tujuan tersebut di atas maka beberapa alat dan bahan berikut diperlukan, yaitu:

1. Beberapa (secukupnya) gelas plastik bekas minuman air mineral,
2. Sendok teh, dan
3. Bakal tanaman (biji kacang hijau) yang mudah diperoleh di pusat bibit tanaman di sekitar.
4. Tanah dari dua sumber yang berbeda, tanah diambil di sekitar kampus di Kodia Yogyakarta dan dari daerah di Kabupaten Sleman.

Dalam melaksanakan investigasi kemudian melakukan beberapa langkah sebagai berikut:

1. Membagi mahasiswa, sebagai pengindera, ke dalam dua kelompok. Kelompok pertama diikuti oleh 25 orang. Kelompok kedua diikuti 22 orang. Kedua kelompok masing-masing mencatat informasi yang diperoleh dari setiap pengindraanya ke dalam tabel pada lampiran A.
2. Masing-masing pengindera mencatat informasi dan melakukan perlakuan pada masing-masing sampelnya, untuk setiap pengindera melakukannya pada tiga buah sampel dalam perlakuan yang sama selama empat (4) hari, dimulai sejak 24 Oktober 2001. Misalnya, mengindera tiga biji kecambah dalam tiga gelas yang relatif sama, maka seperti yang terekam dari gambar 7 di bawah ini, adalah bahwa seorang pengindera memberi perlakuan yang sama pada tiga baris gelas pertama di sebelah kiri, sedang tiga baris gelas kedua di sebelah kanan dilakukan oleh pengindera lainnya dengan perlakuan yang berbeda.
3. Masing-masing kelompok melakukan langkah yang sama dalam butir 2, kecuali jenis tanah yang digunakan berasal dari daerah yang relative

berbeda, yaitu kelompok I menggunakan tanah dari daerah sekitar kampus di Kodia Yogyakarta dan kelompok II menggunakan tanah dari daerah di sekitar Kabupaten Sleman.

4. Meletakkan masing-masing sampel dari tiap kelompok di tempat yang intensitas pencahayaannya relative sama, yaitu kelompok I sampel ditempatkan pada yang mendapat pencahayaan lebih terang, di dekat jendela. Sebaliknya, kelompok II meletakkan sampel-sampelnya di tempat yang relatif agak gelap, jauh dari jendela.
5. Memasukkan tanah secukupnya ke dalam wadah gelas plastic, setelah itu, masukkan pula biji kecambah kedalamnya, usahakan semua biji berada tipis di bawah tanah, dan sirami setiap wadah dengan aturan tertentu (sesuai dengan desain, lampiran A) dengan air bersih pada ketiga sampel yang sama.

PENUTUP

Hasil Investigasi

Berdasarkan informasi yang dicatat dalam tabulasi data pada lampiran A, masing-masing anggota kelompok pengindera memindahkan data itu ke dalam grafik hasil pengamatan pada lampiran B. Berdasarkan lampiran B data direkapitulasi, sebagai hasil rata-rata, ke dalam tabel pertumbuhan kecambah dari masing-masing pengindera yang disajikan pada lampiran C. Berdasarkan lampiran B dan C inilah akan dilihat kecenderungan pertumbuhan kecambah dari masing-masing jenis tanah dan perlakuan yang diberikannya.

Penginderaan dilakukan dalam tiga sift, karena keterbatasan waktu yang tersedia di kampus yang keseharian hanya operasional pagi (07.00) sampai sore (15.00). Untuk keperluan investigasi ini, selama empat hari, sift pertama dilakukan antara jam 07.00 sampai 09.00. Sift kedua, dilakukan setelah antara

jam 11.00 sampai 14.00. Akhirnya, sift ketiga dilakukan antara setelah jam 15.00 sampai 16.00.

Penginderaan hari pertama. Kedua kelompok belum sempat melihat adanya perubahan pertumbuhan kecambah di siang hari ini, karena sesungguhnya mereka pada saat itu bersama-sama sedang memulai menanam biji kecambah ke dalam tiga gelas mereka masing-masing. Pada hari pertama mereka tidak melakukan pengamatan untuk sore harinya.

Penginderaan hari kedua. Hari kedua penginderaan mereka telah dapat memperoleh informasi lengkap dari sift pertama sampai sift ketiga. Hasil penginderaan sift pertama, pagi hari, mereka umumnya mencatat adanya pertumbuhan kecambah sampai pada tingkat pertumbuhan B, yaitu mulai tumbuh kecambah dengan batang melengkung. Pertumbuhan ini terlihat untuk sampel kelompok II cenderung lebih cepat, hanya dua sampel yang belum tumbuh, dibandingkan dengan kelompok I, terdapat sepuluh sampel yang belum tumbuh.

Sift kedua, sampel kelompok II, dua sampel yang belum tumbuh di sift pertama satu di antaranya mulai menampakkan pertumbuhannya. Adapun sampel di kelompok I, dari sepuluh sampel yang belum tumbuh di sift pertama, tujuh sampel telah mulai menunjukkan pertumbuhannya, dengan sisa tiga sampel yang tetap belum tumbuh.

Sift ketiga, pada saat inilah semua sampel di kelompok II sudah menunjukkan adanya pertumbuhan. Demikian pula untuk sampel di kelompok I, ternyata tiga sampel sisa terakhir juga telah menunjukkan pertumbuhannya.

Penginderaan hari ketiga. Untuk kelompok II, pada sift pertama mereka umumnya mencatat adanya pertumbuhan bakal/kuncup daun kecambah mulai merekah, seperti yang ditunjukkan pada tingkat pertumbuhan biji C sampai

pada sift ketiga. Kelompok I, pada sift pertama hanya sebelas sampel yang mencatat adanya pertumbuhan bakal daun kecambah.

Pertumbuhan pada daun dan batang dari kedua kelompok untuk dua sift terakhir relatif banyak menunjukkan perbedaan perbandingan dengan sift pertama. Pertumbuhan batang kecambah dari kedua kelompok tersebut rata-rata berkisar sampai 3 - 4 cm.

Penginderaan hari keempat. Penginderaan hari keempat hanya dilakukan sampai sift kedua, yaitu pagi dan siang. Sift pertama, pagi, kelompok II, mencatat bahwa kuncup daun semakin merekah dan melebar, dan pada sift kedua terlihat bahwa daun semakin melebar serta batang juga semakin tinggi sampai saat ini rata-rata tinggi batang mencapai antara 7 sampai 9 cm.

Kelompok I, pada sift pertama mencatat bahwa kuncup daun mulai merekah, tumbuh dan melebar, pelebaran daun semakin kentara pada sift kedua, demikian pula batang kecambah semakin tinggi dengan ketinggian rata-rata sampai sift kedua untuk kelompok I ini adalah 6 sampai 9 cm.

Sampai hari keempat pengamatan dari sekian banyak sampel yang digunakan terdapat kasus sampel yang tidak dapat tumbuh (mati, yang diduga sejak biji ditanam; katakanlah biji telah rusak, meskipun dalam investigasi ini telah digunakan biji yang dibeli dari pusat penjualan benih/balai benih) sebanyak dua sampel yaitu nomor 18 dan 20, kelompok I. Juga terdapat dua sampel dari kelompok yang sama mengalami hambatan pertumbuhan, yaitu tumbuh relative sangat lambat daripada sampel yang lain, yaitu sampel 5 dan 11.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas, sesuai dengan permasalahan investigasi yang dimajukan dalam pendahuluan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Belum dapat ditentukan berapa jumlah air yang optimal masih dapat diberikan pada tumbuhan kecambah. Sebab, ternyata, waktu pengamatan yang hanya dilakukan selama empat hari belum dapat dipakai untuk menentukan apakah kecambah masih tetap hidup sehat dengan perlakuan seperti yang direncanakan.
2. Pemberian catu air yang berbeda-beda pada tumbuhan kecambah, baik pada kelompok I maupun kelompok II, ada kecenderungan pada penginderaan sampai hari ke empat bahwa pertumbuhan kecambah dengan jumlah catu air semakin banyak relative lebih cepat. Misalnya, pada kelompok I, Bandingkan sampel nomor 1, 4, dan 7, yaitu dengan perlakuan satu sendok the air di pagi hari; kecenderungan yang sama terjadi pada sampel 2, 5, dan 8, yaitu perlakuan yang diberikan pada siang hari, demikian seterusnya untuk sampel 3, 6, dan 9 di sore hari. Demikian pula, kecenderungan yang sama terjadi antara sampel: nomor 1 yaitu diberi satu sendok air di pagi hari, nomor 10 diberi air pada pagi dan siang, dan nomor 13 diberi air pagi, siang, dan sore; nomor 1, 16, dan 17: nomor 1, 18, dan 21; sebaliknya yang terjadi pada sampel nomor 1 diberi air di pagi hari dan nomor 23 (yang tidak diberi air kapanpun) pertumbuhannya lebih lambat.
3. Walaupun kecenderungan yang ditunjukkan masing-masing sampel pada kedua kelompok itu sama, tetapi kecenderungan antar kelompok ada perbedaan. Pertumbuhan kecambah yang ditunjukkan oleh sampel-sampel pada kelompok II tumbuh lebih cepat daripada yang ditunjukkan oleh sampel-sampel pada kelompok I. Misalnya, pada hari kedua

penginderaan mereka telah dapat memperoleh informasi adanya pertumbuhan kecambah sampai pada tingkat pertumbuhan biji B yaitu mulai tumbuh kecambah dengan batang melengkung. Pertumbuhan ini terlihat untuk sampel kelompok II cenderung lebih cepat, hanya dua sampel yang belum tumbuh, sampel nomor 5 dan 6, dibandingkan dengan kelompok I, terdapat sepuluh sampel yang belum tumbuh 5, 6,7, 10, 11, 12, 21, 23 24,dan 25.

Keterbatasan investigasi

Garus diakui yang menjadi kendala utama dari investigasi adalah waktu pelaksanaannya yang terbatas hanya selama empat hari, padahal menurut kajian pustaka di atas kecambah masih dapat tumbuh optimal sampai hari keempatbelas. Kedua, dalam desain awal terlupakan untuk mengontrol kelembaban tanah, yang juga berdasarkan kajianpustaka di atas, ternyata dengan kelembaban tanah bawaan sudah memungkinkan kecambah tumbuh. Sehingga walaupun tidak diberi perlakuan penyiraman air pada sampel itu, kecambah tetap menunjukkan pertumbuhannya. Misalnya, sampel nomor 23 untuk kelompok I dan nomor 18 untuk kelompok II.

Saran-saran

Berdasarkan keterbatasan investigasi di atas, tentu beberapa saran dapat digunakan di sini, minimal, yaitu:

1. Untuk investigasi yang sama lakukan pengamatan dengan rentang waktu yang lebih panjang. Ingat, untuk setiap jenis biji memiliki rentang waktu tumbuh yang berbeda-beda. Pada kecambah, mungkin memiliki rentang waktu tumbuh yang relative pendek, diperlukan waktu pengamatan minimal 14 hari. Atau jika, waktu investigasi yang tersedia tetap tidak memungkinkan dalam waktu yang lebih lama , maka investigasi dapat

dilakukan dengan menggunakan jenis biji yang lain, yaitu yang cenderung memiliki kulit biji yang lebih keras dan tebal, contoh kedelai.

2. Karena ada kelembaban tanah bawaan yang mempengaruhi pertumbuhan biji maka sifat ini perlu dikontrol lebih dahulu sebelum dipakai untuk menabur biji. Dengan kata lain, untuk menghindari pengaruh kelembaban tanah bawaan, tanah sebelum dipakai perlu dikeringkan terlebih dahulu.

RUJUKAN

- American Assication for Advancement of Science. (1990). "Science for All American". Project 2061, NY: Oxford University Press.
- Collette, L. dan Chiappetta, Eguene L. (1994). *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools*. Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company.
- Departemen Pendidikan Nasional (2000). *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah: Laporan Buku, Makalah, Skripsi, Tesis, Desertasi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2001). *Kurikulum Berbasis Kompetensi, Kompetensi Standar Pendidikan Dasar dan Menengah dalam Sains*, Jakarta: Balitbang, Puskur.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2000). *Standar Nasional Kemampuan Dasar SD MI, SLTP MTs, dan SMU MA*. (Boram 02: Nama dan Jumlah Mata Pelajaran Sesuai Kurikulum 1994). Jakarta: Balitbang.
- Driver, Rosalind. (1989). The Construction of scientific knowledge. In R. Miller (Ed.) *Doing Science: Images of science in science educations* (pp. 83-106). London: Falmer Press.
- Driver, Rosalind. (1991). *The pupil as Scientis?* Milton Keynes, Philadelphia: Open University Press.
- Feyerabend, Paul. (1988). *Against Method*. London: Routledge Chapman & Hall.
- Gega, Peter C. (1994). *Concepts and Experiences in Elementary School Science*, (second ed.). New York: Macmillan Publishing Company.
- Ginsburg, H., dan Opper, S. (1969). *Piaget's Theory of Intelectual Development: An Introduction*. Prentice-Hall.
- Howe, Ann. C, dan Jones, Linda. (1993). *Engaging Children in Science*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Kilgour, O.F.G. (1985). *Mastering Biology*. Houndmills, London: Macmillan Education LTD.

- Lawson, Anton E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
- Leiden, Michael B. "Teaching K-8" *The Professional Magazine for Teachers*. Halaman 26. Februari 1995.
- Lovell, K. (1961). *The growth of Basic Mathematical and Scientific Concepts in Children*. ULP.
- Nolan, Louise Mary. (1987). *Physical Science*. Lexington, MA: D.C. Health and Company.
- Popper, Karl R. 1965. *Conjectures and Refutation*, New York: Harper & Row.
- Puskur-Balitbang. (2001). *Kurikulum Berbasis Kompetensi: Mata Pelajaran SAINS Sekolah Dasar*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Ramsey, John M. (1994). "Floating a Sinker" A Science Unit for Grade 4-9. University of Houston.
- Rezba, Peter J. Sprague, Constance, Fiel, Ronald L., James, H. James (1995). *Assessing Science Process Skill*: Routledge Inc.
- Ville, Claude A. (1989). *Biology, 2nd*. Orlando, Florida: Saunders College Publishing.
- Zuhdan K. Prasetyo. (1994). *Identifikasi Hands-on Science di SD se Kodia Yogyakarta*. LP IKIP Yogyakarta.
- Zuhdan K. Prasetyo. (1997). *Pendekatan Konstruktif untuk Peningkatan Kualitas Pembelajaran IPA di SD*. LP IKIP Yogyakarta.