PENGEMBANGAN TES PENGUKUR KETERAMPILAN PROSES SAINS POLA DIVERGEN MATA PELAJARAN BIOLOGI SMA

Bambang Subali
Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tes pengukur kemampuan berpikir divergen keterampilan proses sains mata pelajaran Biologi SMA, meliputi keterampilan dasar, keterampilan mengolah/memroses, dan keteramplan melakukan ivestigasi.

Pengembangan instrumen diawali dengan mengembangkan *learning continuum* sebagai rujukan penyusunan kisi-kisi, penulisan item, dilanjutkan dengan kegiatan uji coba dengan sampel minimum sebanyak 250. Karena tidak mungkin testi mengerjakan seluruh item untuk keterampilan dasar, keterampilan mengolah/memroses, dan keterampilan melakukan investigasi, maka seorang testi hanya mengerjakan satu perangkat tes tetapi tetap memuat item pengukur ketiga tingkat keterampilan proses sains, disertai *anchor/common item*. Penskoran menggunakan skala politomus dan dikotomus. Data politomus dianalisis menggunakan model *Partial Credit* 1-PL dan data dikotomus dianalisis menggunakan model model Rasch. Analisis data menggunakan program QUEST.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan kriteria mean INFIT MNSQ sebesar 1,0 dan simpangan bakunya 0,0 terbukti tes *fit* dengan model. Dengan menggunakan kriteria kisaran batas terendah INFIT MNSQ sebesar 0,77 dan batas tertinggi 1,30 ternyata hanya tiga dari 126 item tes pengukur keterampilan proses sains pola divergen yang tidak *fit* dengan model. Reliabilitas berdasakan *item separation* sebesar 0,93 dan berdasarkan *case/person separation* sebesar 0,71.

Kata kunci: keterampilan proses sains, berpikir divergen, rasch model

PENDAHULUAN

Salah satu tujuan pembelajaran adalah melatih atau membangun kemampuan berpikir kritis dan kreatif pada diri peserta didik. Hal itu akan terbangun manakala peserta didik dibiasakan untuk berpikir divergen (Carin & Sund, 1989: 155-159). Demikian pula kemampuan dalam hal berpikir kreatifnya, menurut Gorman (Moh Amien, 1980: 7). Kemampuan berpikir divergen dapat didefinisikan sebagai ketrampilan peserta didik dalam pengembangan gagasan kreatif yang ditimbulkan karena adanya suatu stimulus (Atherton, 2005: 1).

Proses berpikir melibatkan beberapa tahap dan dalam pola yang saling berganti atau saling melengkapi. Proses berpikir dapat dipisahkan antara proses deduktif dan proses induktif, antara produk-asosiasi, berpikir konvergen, dan berpikir divergen (Garry, 1970: 473-475). Kemampuan berpikir kritis dan kreatif ibarat dua sisi mata uang. Puncak berpikir kritis maupun kreatif adalah kemampuan untuk mengambil keputusan dimana yang bekerja dalam otak adalah kemampuan berpikir konvergen, dan sebelum mengambil keputusan harus dapat mengembangkan berbagai alternatif melalui kemampuan berpikir divergen (Johnson, 2002: 122; Torrance, 1979: 244).

Kemampuan berpikir kritis mencakup tiga aspek, yakni: (a) menemukenali hal penting yang sedang dibahas, (b) merekonstruksi argumen, dan (c) mengevaluasi argumen yang sudah direkonstruksi (Bowell & Kemp, 2002 : 6). Dalam mengambil keputusan yang kritis, seseorang akan berangkat dari proses berpikir divergen merupakan proses berpikir mencari yang berlanjut

dengan proses berpikir analitis kritis sebagai proses yang konvergen (Cony R. Semiawan, 1997: 55).

Sesuai dengan hakekat biologi sebagai bagian dari sains, menurut dalam proses pembelajaran biologi harus bertumpu pada proses ilmiah. Proses ilmiah tersebut melibatkan berbagai keterampilan proses sains (Towle, 1989: 16-31). Jika dilihat dari penjenjangannya, maka posisi mengamati/mencandra merupakan posisi awal dalam melakukan proses sains. Kemudian diikuti dengan proses yang lebih tinggi seperti mengukur, mengklasifikasi, dan keterampilan tertinggi yaitu keterampilan bereksperimen (Rezba et al., 1995: 1). Jika digradasikan maka akan terbentuk tiga dimensi keterampilan yakni, dalam dimensi, yakni keterampilan dasar, kemudian diikuti dengan keterampilan mengolah/memroses, dan yang tertinggi yaitu keterampilan melakukan investigasi (Bryce et al., 1990: 2).

Ada beberapa model pembelajaran yang memiliki peluang yang baik untuk mengembangkan kemampuan berpikir divergen untuk membangun kemampuan berpikir kritis dan kreatif, seperti curah pendapat (*brainstorming*) (Artherton, 2005: 1; Hurt, 1994: 57; Hurt, 1994: 57-59), pemberian pertanyaan yang terbuka (*open ended question*) (Collette & Chiappetta, 1994: 142-150) yang disertai dengan pemberian waktu yang cukup bagi peserta didik berkesempatan untuk berpikir (Croom & Stair, 2005: 12-14), teknik menulis bebas (Artherton, 2005: 1-2), *mind maping* (Artherton, 2005: 1-2), model proyek penelitian dan model penyusunan portofolio (Gronlund, 1998: 149-160), langkah menuju kreativitas (Michalko, 2000: 18-21), model *service learning* (Dominguez & McDonald, 2005: 13-17), *role playing* (Hull, 2000: 22-27), *seemingly simple* (Karlan, 2000: 13-18), dan *problem solving* (Lumsdaine & Lumsdaine, 1995).

Pengukuran kemampuan proses berpikir konvergen baik penguasaan produks maupun keterampilan proses sains sudah banyak dikembangkan, namun tidak untuk pengukuran berpikir pola divergen. Oleh karena itu diperlukan adanya penelitian untuk mengembangkan instrumen pengukur kemampuan divergen yang dalam penelitian ini difokuskan kepada kemampuan berpikir divergen.

Tahapan pengembangan instrumen pengukur umum mengacu kepada prosedur pengembangan tes menurut Oriondo & Dallo-Antonio (1984: 34). Menurut Oriondo & Dallo-Antonio tahapan dalam pengembangan tes mencakup: (1) perancangan tes, (2) ujicoba tes, (3) penetapan validitas, dan (4) penetapan reliabilitas. Tujuan menyusunan intsrumen pengukur keterampilan proses sains yang dihasilkan adalah untuk mengukur kompetensi peserta didik di SMA dalam menguasai keteramnpilan berpikir pola divergen berkait dengan penguasaan keterampilan proses sains untuk mata pelajaran Biologi. Oleh karena itu, untuk diperlukan rujukan untuk penyusunan kisi-kisi berupa *learning continuum* yang fungsional sebagai target pembelajaran.

Setelah item-item instrumen pengukur keterampilan proses sains pola divergen disusun kemudian diujicobakan. Karena demikian banyaknya indikator keterampilan dasar, keterampilan mengolah, dan keterampilan melakukan investigasi, maka disusun beberapa perangkat tes yang memuat ketiga aspek tersebut, disertai dengan pemakaian *anchor/common* item sebanyak 20%, sesuai pendapat Kelen (1999: 168).

Item tes terdiri atas pertanyaan/soal, kunci/pedoman penskoran/rubrik, dan pedoman penskorannya. Dalam hal ini, penskalaan yang digunakan yaitu modifikasi penskalaan dari Diakidoy & Constantinou (Kind & Kind, 2007). Penskalaan politomus menggunakan skala 0-2 atau 3 kategori. Adapun pengkategoriannya sebagai berikut. Kategori 1: jika banyaknya jawaban benar tidak mencapai batas minimal yang ditetapkan. Kategori 2: jika banyaknya jawaban benar mencapai batas minimal yang ditetapkan. Kategori 3: jika banyaknya jawaban benar melebihi batas minimal yang ditetapkan.

Sebelum perangkat tes diujicobakan terlebih dahulu ditelaah melalui *focus group discussion* (FGD). Uji coba dilakukan di tiga SMAN yang ada di DIY dan dua SMA di Kabupaten Klaten dengan mempertimbangkan tingkat kevaforitan atas dasar banyaknya lulusan yang diterima di perguruan tinggi dan persebaran lokasi. Tiap perangkat tes diujikan kepada minimum 250 orang (mengikuti pedoman dari Muraki & Bock, R.D., 1998).

Analisis data menggunakan model *Partial Credit* 1-PL menggunakan program QUEST.

Bila besarnya nilai rata-rata INFIT MNSQ mendekati 1,0 dan simpangan baku mendekati 0,0 maka keseluruhan item tes *fit* dengan model. suatu item dinyatakan *fit* dengan model bila besarnya nilai INFIT MNSQ berada pada kisaran 0,77 sampai 1,30 (Adam & Khoo, 1996: 30 & 90).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Learning contonuum keterampila proses sains yang disusun diharapkan dapat mencerminkan konstruk keilmuan dari segi keterampilan proses sains itu sendiri. Oleh karena itu, yang menjadi dasar dalam merumuskan *learning continuum* adalah cakupan keterampilan proses sains yang dirumuskan oleh para ahli dan kajian terhadap SK dan KD dalam SI Lampiran Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 khususnya yang berkait dengan mata pelajaran Biologi. Rumusan keterampilan proses sain dari para ahli diambil dari Bryce *et. al.* (1990), Rezba *et.al.* (1995), Brum & McKane (1989), Hibbard (t.t.), Cox (1958), dan Steel & Torrie (1980).

Kisi-kisi yang disiapkan berdasarkan leraning continuum sebagai rijukan adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Kisi-Kisi Soal Keterampilan Proses Sains Pola Divergen Dengan Model Item yang Disertai ataupun Tanpa Contoh Jawaban

Uraian	**Jenis Item**	
	Disertai Contoh Jawaban	**Tanpa Contoh Jawaban**
1. Aspek Keterampilan Dasar		
a. Subaspek Ketrampilan mengamati		
1) Mengidentifikasi jenis data yang dapat dihimpun dalam melakukan pengamatan dengan atau tanpa alat ukur	**V**	**V**
2) Mengidentifikasi jenis data yang dapat dihimpun dalam melakukan pengamatan sesuai dengan alat indera yang digunakan		**V**
3) Mengidentifikasi objek berdasarkan deskripsinya		**V**
4) Mengidentifikasi objek untuk dicocokkan dengan rujukan tertentu (warna/ bentuk /tingkatan)	**V**	**V**
5) Mengidentifikasi persamaa/perbedaan antar objek		**V**
6) Mencocokkan suatu objek dengan dengan beragam representasi visualnya		**V**
7) Mengidentifikasi situasi berpotensi penuh resiko saat bekerja di sekolah/laboratorium dengan yang ada di dalam kehidupan sehari-hari		**V**
8) Mengidentifikasi peninggalan kuno/kawasan khusus yang memiliki nilai ilmiah		**V**
9) Mengidentifikasi peninggalan kuno/kawasan khusus yang bebas dari dampak teknologi di alam		**V**
10) Mengidentifikasi gejala berdasarkan suara yang didengar		**V**
b. Subaspek keterampilan mencatat/ merekam data dan informasi		
1) Merekam informasi sederhana dengan mempresentasikannya dalam bermacam bentuk		**V**
2) Membuat suatu ringkasan	**V**	**V**
3) Memberi label suatu bagan/diagram	**V**	
4) Menggambar bentuk sederhana		**V**
5) Menyusun informasi dalam bentuk tabel lengkap dengan judul		**V**

table		
6) Menghasilkan tema yang tepat berserta informasi yang ada di dalamnya	**V**	
7) Melengkapi suatu bagan/carta, grafik, atau histogram		**V**
c. Subapek keterampilan mengikuti perintah/instruksi		
1) Menyelesaikan suatu prosedur (dengan/tanpa alat) setelah guru mendemonstrasikannya		**V**
2) Menyelesaikan suatu prosedur (dengan/tanpa alat) menurut perintah yang disampaikan secara lisan		**V**
3) Menyelesaikan suatu prosedur (dengan/tanpa alat) berdasarkan kartu petunjuk kerja yang seluruhnya/sebagian besar berisi informasi dalam bentuk gambar		**V**
4) Menyelesaikan suatu prosedur (dengan/tanpa alat) berdasarkan menggunakan kartu petunjuk kerja yang berisi informasi berupa tulisan		**V**
d. Subaspek keterampilan melakukan pengukuran		
1) Menyediakan unit/alat pengukur untuk melakukan pengukuran		**V**
2) Melakukan pengukuran menggunakan alat ukur yang skalanya dibaca dengan posisi horizontal		**V V V V**
3) Melakukan pengukuran dengan alat yang skalanya dibaca dengan posisi naik-turun/vertikal		**V**
4) Melakukan pengukuran dengan alat yang skalanya yang pemunculannya diperoleh dengan cara ditekan (*dial scale*)		**V**
5) Mengestimasi secara kasar berat relatif, volume, dan interval waktu jangka pendek		**V**
6) Menggunakan kertas grafik (*grid*) untuk mengestimasi luas suatu area/permukaan benda		**V**
e. Subaspek keterampilan melakukan manipulasi gerakan		
1) Endemonstrasikan kendali **motor kasar** dalam berbagai cara (misalnya menjalankan mesin/motor)		**V**
2) Mendemonstrasikan kendali **motor halus** dalam berbagai cara (mengatur/melengkapi bagan/ memotong/ menggunting/ merakit/membentuk/memasang)	**V**	**V**
f. Subaspek keterampilan mengimplemetasikan prosedur, teknik atau penggunaan peralatan		
1) Mengidentifikasi peralatan laboratorium yang biasa digunakan		**V**
2) Memilih peralatan laboratorium yang sesuai dengan tugas yang dikerjakan		**V**
3) Mengadopsi prosedur laboratorium dengan memperkecil/meminimalkan resiko/kesalahan	**V**	
4) Memindahkan suatu material padat		**V**
5) Memindahkan suatu material cair		**V**
6) Memisahkan material padat atau cair dengan menggunakan cara tertentu		**V**
7) Memisahkan benda menurut ukurannya		**V**
8) Menggunakan alat ukur untuk menghasilkan suatu volume tertentu yang ditetapkan		**V**
9) Mencampur sejumlah kecil bahan untuk menghasilkan campuran/ramuan sesuai dengan standar yang ditetapkan		**V**
10) Menghancurkan material padat menggunakan prosedur/metode		**V**

tertentu		
11) Melakukan teknik penyaringan		**V**
12) Menggunakan kertas uji atau cairan kimia uji		**V**
13) Menjaga keselamatan kerja jika bekerja menggunakan alat yang menggunakan api atau alat/bahan yang mudah terbakar		**V**
14) Menjaga keselamatan kerja jika bekerja menggunakan peralatan yang terbuat dari kaca		**V V V V**
15) Mengeset suatu rangkaian elektrik sederhana sesuai bagan rangkaian yang ditetapkan		**V**
16) Menyiapkan preparat untuk diamati dibawah mikrsokop	**V**	**V**
17) Menggunakan berbagai instrument untuk kerja lapangan (seperti pengukur cahaya, pH-meter, thermometer, dll)		**V**
18) Menggunakan berbagai teknik-teknik kerja di lapangan (seperi bekerja menggunakan kuadran, kerja menggunakan jaring)	**V**	
2. Aspek keterampilan mengolah/memroses (*process skills*)		
a. Subaspek keterampilan membuat memprediksi		
1) Memprediksi perubahan kondisi objek		**V V**
2) Memprediksi perubahan bentuk objek		**V V**
3) Memprediksi perubahan objek dari segi tingkatan/fase	**V**	**V**
b. Subaspek keterampilan menginferensi		
1) Membedakan antara hasil observasi dengan rujukannya	**V**	**V**
2) Membuat generalisasi yang masuk akal berdasar hasil observasi	**V**	**V V**
3) Mengkombinasikan observasi dan informasi yang diberikan untuk merumuskan hipotesis	**V**	
4) Membuat deduksi dari hipotesis	**V**	
5) Menggunakan hasil observasi untuk mengkonfirmasikan atau membuktikan kesalahan/menyangkal hipotesis yang ada		**V**
6) Memodifikasi hipotesis untuk mengakomodasi observasi/penelitian baru		**V V**
c. Aspek keterampilan menyeleksi prosedur		
1) Mengantisipasi resiko dan mengadopsi tindakan pencegahan dan prosedur yang tepat dalam melakukan setiap percobaan laboratorium/ investigasi praktis		**V V**
2) Mengidentifikasi suatu prosedur yang sesuai (pengamatan/pencacahan/pengukuran/pengam-bilan sampel/pemisahan/penghancuran/pema-nasan/penggunaan indikator kimia) **atau** memilih peralatan/aparatus yang tepat sesuai dengan permasalahan praktis yang dihadapi		**V V**
3) Memilih komponen peralatan yang sesuai untuk menghasilkan pengukuran yang teliti/akurat	**V**	**V**
4) Memilih variabel-variabel yang sesuai, mengumpulkan data yang relevan, dan memilih suatu bentuk sajian hasil yang sesuai untuk suatu prosedur investigasi yang telah dipilih	**V V**	
3. Aspek keterampilan menginvestigasi		
a. Subaspek Keterampilan merancang investigasi/penelitian (noneksperimen/ eksperimen)		
1) Menetapkan variabel bebas sebagai faktor perlakuan dalam investigasi/ penelitian	**V**	
2) Mengidentifikasi hubungan antara variable bebas dan variabel tergayut dalam suatu investigasi/ peneitian	**V**	

3) Mengemukakan latar belakang pentingnya dilakukan suatu investigasi/ penelitian		**V**
4) Merumuskan tujuan investigasi/penelitian		**V**
5) Merumuskan manfaat suatu investigasi/ penelitian	**V**	**V**
6) Merancang pengendalian variabel penekan/ pengganggu (*suppressed variable*) sehingga menjadi variabel kendali (*control varieble*) dalam suatu eksperimen	**V V**	
7) Mengidentifikasi variabel random/acak dalam suatu investigasi/ penelitian	**V**	**V**
8) Menetapkan hipotesis penelitian dalam suatu investigasi/ penelitian	**V**	**V**
9) Merancang ukuran sampel yang diperlukan dalam investigasi/ penelitian	**V**	**V V**
10) Menetapkan prosedur pengumpulan data investigasi		**V**
11) Merancang rangkaian peralatan investigasi/ penelitian	**V**	
12) Merancang jenis data yang harus dihimpun dalam investigasi/ penelitian	**V**	
13) Merancang penyajian data hasil investigasi/ penelitian		**V**
14) Merancang teknik analisis data hasil investigasi/ penelitian		**V**
b. Subaspek keterampilan melaksanakan investigasi/penelitian (noneksperimen/ eksperimen)	**V V V V V**	**V V V V V V V V**
c. Subaspek keterampilan melaporkan hasil investigasi (noneksperimen/ eksperimen)		
a) Menyajikan hasil investigasi/ penelitian yang telah dilakukan dalam bentuk diagram, tabel ataupun grafik		**V**
b) Menyajikan kesimpulan data hasil investigasi/ penelitian yang telah dilakukan		**V**
c) Menyajikan pembahasan suatu hasil investigasi/ penelitian	**V**	**V**
d) Menetapkan kebenaran hasil investigasi/ penelitian	**V**	
e) Menarik kesimpulan umum hasil investigasi berdasarkan hasil observasi dan generalisasi data (hasil analisis statistika)		**V**
f) Menuangkan hasil penelitian, pembahasan hasil penelitian, dan kesimpulan penelitian dalam suatu laporan secara tertulis		**V V V**
g) Memaparkan hasil penelitian, pembahasan hasil penelitian, dan kesimpulan penelitian dalam suatu laporan secara lisan dalam suatu seminar/presentasi kelas	**V**	**V**

Keterangan: satu tanda V dibuat satu item

Item dibuat berdasarkan kisi-kisi tersebut di atas. Setelah item dibuat kemudian diujicobakan secara terbatas sebelum dibawah ke forum FGD. Tes yang dibuat dirakit menjadi enam set, yakni set I, II, III, IV, V, dan VI. Dari keenam set tes format tersebut sebanyak enam item didudukkan sebagai *anchor/common item*. Setelah memperhatikan masukan dari forum FGD selanjutnya keenam set tes ersebut diujikan pada lima SMA, yakni SMAN 3 Yogyakarta, SMAN 5 Yogyakarta, SMAN 1 Depok Sleman, SMAN 1 Klaten, dan SMAN Wedi Klaten.

Hasil analisis menggunakan model Credit partial 1-PL melalui program QUEST memberikan estimasi item (*tresholds*) dan testi (*person/case*) sebagai berikut (testi, N, 1659 orang; item, I, 126; level peluang 0,50; penskoran 3 kategori).

Tabel 2. Hasil Estimasi untuk Item/*Thresholds* (I) dan Estimasi untuk Testi/*Person/Case* (N) untuk N = 1659 dengan Level Peluang 0,50

No	Uraian	Sebelum tiga item data dikeluarkan (I =126)		Setelah tiga item data dikeluarkan (I =1243)	
		Estimasi untuk item	Estimasi untuk *case*	Estimasi untuk item	Estimasi untuk *case*
1	Rata-rata dan simpangan baku	0,00 ± 1,09	-0,11 ± 0,57	0,00 ± 1,00	-0,06 ± 0,56
2	Rata-rata dan baku yang sudah disesuaikan	0,00 ± 1,06	-0,11 ± 0,48	0,00 ± 0,97	-0,10 ± 0,48
4	Nilai alpha Cronbach	0,93	0,72	0,92	0,71
5	Rata-rata dan simpangan baku INFIT MNSQ	0,99 ± 0,08	1,00 ± 0,26	0,99 ± 0,07	1,00 ± 0,26
6	Rata-rata dan simpangan baku OUTFIT MNSQ	1,00 ± 0,14	1,01 ± 0,39	1,00 ± 0,13	1,01 ± 0,38
7	Rata-rata dan simpangan baku INFIT t	-0,10 ± 1,19	-0,02 ± 1,07	-0,09 ± 1,15	-0,02 ± 1,07
8	Rata-rata dan simpangan baku OUTFIT t	-0,03 ± 1,07	0,06 ± 0,83	-0,02 ± 1,03	0,06 ± 0,84
9	Item/case skor 0	0	0	0	0
10	Item/case skor *perfect*	0	0	0	0

Tabel 2 menunjukkan,secara keseluruhan item-item yang disusun *fit* dengan model karena memenuhi persyaratan *fit statistics* yang dipersyaratkan dalam program QUEST, yakni *fit* dengan model manakala item-item yang dianalisis memiliki nilai rata-rata INFIT MNSQ dan OUTFIT MNSQ mendekati 1,0 dengan simpangan baku 0,0 atau memiliki nilai rata-rata INFIT t dan OUTFIT t mendekati 0,0 dengan simpangan baku 1,0 (Adam & Khoo, 1996: 30 & 91).

Hasil analisis menemukan 3 item dinnyatakan tidak fit dengan model, yakni item nomor 81, 99, dan 113. Setelah tiga item yang tidak *fit* dengan model dikeluarkan dari data, hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan nilai rata-rata INFIT MNSQ mencapai menurun mencapai titik 0,00 dengan rata-rata simpangan baku 1,00 sesuai harapan. Nilai rata-rata INFIT t tetap 0,99 tetapi simpangan bakunya mengecil menjadi 0,07. Dengan demikian, setelah item yang tidak fit dikeluarkan semakin *fit* dengan model *Partial Credit* 1-PL.

Dari segi keandalan juga menunjukkan indeks alpha Cronbach yang tinggi apabila didasarkan pada analisis item, yakni 0,93 dan setelah 3 item dikeluarkan hampr tidak terjadi perubahan yakni menjadi sebesar 0,92. Jika nilai keandalan didasarkan pada testi (*case*) masih mencapai 0,72 yang berarti secara keseluruhan dapat dipercaya bahwa semaki tinggi kemampuan testi masih dapat mencapai skor yang lebih baik pula. Setelah 3 item dikeluarkan relatif tetap karena hanya turun 0,01.

Di antara tiga item yang tidak *fit* dengan model, dua item, yakni item 81 dan 99, direspons testi hanya sampai kategori-2. Sementara item 113 meskipun direspons sampai kategori 3 tetapi nilai INFIT MNSQ hanya 0,75.

Item 81 menanyakan tentang pertimbangan untuk menentukan ketentuan banyaknya sampel dikaitkan dengan banyaknya faktor-faktor yang dilibatkan di dalamnya. Ternyata pertanyaan ini terlalu sulit bagi testi. Item 99 menanyakan tentang penyusunan hipotesis baru berdasar hasil penelitian yang sudah dilakukan. Pertanyaan ini juga terlalu sulit bagi testi.

Item 113 menanyakan tentang kemungkinan tentang cara pemakaian alat yang dalam hal ini adalah pemakaian termometer. Jika dilihat dari besarnya *threshold* 2 dan 3 berturut-turut sebesar -1,22 dan 0,06. Akan tetapi, banyaknya testi yang masuk kategori-1 21,1%, kategori-2 34%, dan kategori-3 44,1%. Item ini menunjukkan kurang mampu membedakan testi yang kemampuannya rendah dan yang kemampuannya tinggi. Seharusnya, dengan *threshold*-2 sebesar -1,22 dan *threshold*-3 sebesar 0,6 akan memberikan persentase respons testi yang masuk kategori-3 lebih sedikit daripada yang masuk kategori-2, bukan jusru berkebalikan.

Tabel 3 menyajikan nilai rata-rata tingkat kesukaran item (*difficulty*), *tau*, *delta*, dan *threshold* untuk tiap aspek dan subaspek keterampilan proses sains yang diujicobakan.

Tabel 3 menunjukkan nilai rata-rata tingkat kesukaran item mulai dari keterampilan dasar, keterampilan mengolah/memroses, dan keterampilan melakukan investigasi menunjukkan ada gradasi yang meningkat dari yang paling mudah ke yang paling sukar. Di antara subaspek dari aspek keterampilan dasar ternyata rata-rata item keterampilan mencatat/merekam data/informasi tersukar, sementara yang termudah dalam hal keterampilan mengamati. Untuk keterampilan mengolah/memroses ternyata keterampilan membuat inferensi menunjukkan rata-rata tingkat kesukaran yang tertinggi. Rata-rata tingkat kesukaran item untuk ketiga subaspek dari aspek keterampilan melakukan investigasi relatif berimbang, meskipun item-item keterampilan merancang investigasi relatif memiliki tingkat kesukaran tertinggi.

Tabel 3. Nilai Tingkat Kesukaran (*Difficulty*), *Tau*, *Delta*, Dan *Threshold* untuk Aspek Dan Subaspek Ketrampilan

No	Aspek dan Subaspek Keterampilan Proses Sains	*Diffi-culty*	*Tau*		*Delta*		*Threshold*	
			1	2	1	2	2	3
1	**Dasar**	**-0,40**	**-0,43**	**0,43**	**-0,83**	**0,02**	**-0,63**	**0,52**
a	Mengamati	-1,04	-0,20	0,20	-1,24	-0,85	-1,39	-0,32
b	Mencatat/merekam data/ informasi	0,59	0,10	-0,10	0,70	0,49	0,13	1,06
c	Mengikuti perintah/instruksi	-0,24	-0,88	0,88	-1,12	0,64	-1,28	0,80
d	Melakukan pengukuran	-0,35	-0,23	0,23	-0,59	-0,13	-1,00	0,29
e	Melakukan manipulasi gerakan	-0,68	-0,49	0,49	-1,18	-0,19	-1,43	0,07
f	Mengimplemetasikan prosedur/teknik/ penggunaan peralatan	-0.43	-0,75	0,75	-1,18	0,32	-1,37	0,52
2	**Mengolah/memroses**	**-0,13**	**-0,27**	**0,27**	**-0.40**	**0,14**	**-0,83**	**0,57**
a	Membuat prediksi	-1,12	-0,65	0,65	-1,77	-0,48	-1,99	-0,26
b	Membuat inferensi	0,60	-0,06	0,06	0,54	0,66	-0,06	1,25
c	menyeleksi prosedur	-0,19	-0,23	0,23	-0,42	0,03	-0,82	0,43
3	**Melakukan investigasi**	**0,45**	**-0.20**	**0,20**	**0,25**	**0,65**	**-0,18**	**1,08**
a	Merancang investigasi	0,48	-0,18	0,18	0,30	0,65	-0,14	1,09
b	Melaksanakan investigasi	0,44	-0,08	0,08	0,35	0,52	-0,11	0,98
c	Melaporkan hasil investigasi	0,43	-0,38	0,38	0,05	0,80	-0,33	1,18

Catatan:
Nilai dalam tabel tidak termasuk nilai tiga item yang tidak fit dengan model, yakni ite nomor 81,99, dan 113
Item nomor 81 salah satu item untuk mengukur subaspek merancang investigasi
Item nomor 99 salah satu item untuk mengukur aspek membuat inferensi,
Item nomor 113 salah satu item untuk mengukur subaspek mengimplemetasikan prosedur/teknik/penggunaan peralatan

Hasil uji coba yang tersaji pada Tabel 3 menunjukkan bahwa meskipun seharusnya siswa SMA sudah menguasai keterampilan dasar dan memroses namun ada item yang tergolong sukar. Mengingat penyusunan item sudah melalui tahapan sampai analisis kualitatif melalui penilaian para ahli, maka item yang sukar dapat dipakai sebagai penanda bahwa siswa belum menguasai keterampilan yang diukur melalui item tersebut. Pertanyaan pola divergen mengenai keterampilan mencatat/merekam data/informasi merupakan keterampilan yang tersukar tersebut menyangkut keterampilan menyajikan data/informasi secara sistematis sehingga mudah dipahami maksudnya oleh pihak yang berkepentingan. Jadi, bukan sekedar menghimpun dan menyajikan data terserak. LKS bentuk tertutup yang banyak dipakai memintab siswa tinggal mengisikan saja hasil-hasil pengamatannya ke dalam tabel. Jadi bukan meminta siswa membuat tabel atau grafik sendiri. Hal tersebut menjadikan siswa sukar berinisiatif mencari cara untuk menyajikan data/informasi secara sistematis.

Pertanyaan pola divergen mengenai subaspek keterampilan membuat inferensi merupakan pertanyaan tersukar 3 subaspek dari aspek keterampilan mengolah/memroses dalam keterampilan proses sains. Tingkat kesukarannya sebesar 0,89. Subaspek keterampilan membuat inferensi termasuk di dalamnya berupa keterampilan: (a) membedakan antara hasil observasi dengan rujukannya, (b) membuat generalisasi yang masuk akal berdasar hasil observasi, (c) mengkombinasikan observasi dan informasi yang diberikan untuk merumuskan hipotesis, (d) membuat deduksi dari hipotesis, (e) menggunakan hasil observasi untuk mengkonfirmasikan atau membuktikan kesalahan/menyangkal hipotesis yang ada, dan (f) memodifikasi hipotesis untuk mengakomodasi observasi/penelitian baru. Semua keterampilan tersebut bukan hanya memerlukan pengetahuan yang cukup. Akan tetapi, testi harus dapat menemukan alternatif karena ditanyakan dengan pola divergen. Penggunaan LKS bentuk tertutup umumnya menggiring siswa tinggal membuktikan hipotesis yang pasti akan terbukti. Hampir tidak ada yang meminta siswa merumuskan hipotesis baru dari hipotesis ya atau hasil penelitin yang sudah ada. Akibatnya siswa mengalami kesulitan menjawab pertanyaan pola divergen dalam hal tersebut.

Pertanyaan pola divergen mengenai aspek keterampilan melakukan investigasi/penyelidikan, baik melalui kegiatan eksperimen maupun noneksperimen merupakan pertanyaan yang semuanya sukar direspons testi. Tingkat kesukaran subaspek keterampilan (a) merancang investigasi, (b) melaksaakan investigasi, dan (c) melaporkan hasil investigasi berturut-turut sebesar 1,09, kemudian 0,98, da 1,18. Hal ini besar kemungkinan juga erat kaitannya dengan pemakaian LKS bentuk tertutup.

Dilihat dari besarnya nilai rata-rata respons testi terhadap pertanyaan pola divergen berkait dengan aspek keterampilan dasar, keterampilan mengolah/memroses, dan keterampilan melakukan investigasi, berturut-turut adalah -0,40 kemudian -0,13 dan 0,45 maka ha ini menunjukkan bahwa keterampilan melakukan investigasi memang merupakan keterampilan tertinggi. Hal ini sudah sesuai dengan pendapat Rezba *et al*. (1995) maupun Bryce, et al. (1990).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik dua simpulan. Pertama, masih ada item pengukur subaspek dari aspek keterampilan dasar dan keterampilan mengolah/memroses yang direspons sukar oleh testi. Dari aspek keterampilan dasar yaitu keterampilan mencatat/merekam data/informasi, dan dari aspek keterampilan mengolah/memroses yaitu subaspek membuat inferansi. Kedua, dari urutan tingkat kesukaran, item-item yang disusun membuat gradasi kemampuan testi sejalan dengan teori, yakni keterampilan dasar sebagai keterampilan termudah dan keterampilan melakukan investigasi menjadi keterampilan tersukar.

Para praktisi di lapangan dapat mengembangkan item untuk mengukur kemampuan berpikir divergen yang lain dengan mengacu kepada rumusan learing continuum dalam penelitian ini, baik yang menyangkut keterampilan dasar, keterampilan memroses, maupun keterampilan melakukan investigasi. Dengan demikian, dapat dipakai untuk mengevaluasi keberhasilan pelaksanaan pembelajaran sesuai dengan desainnya dan sekaligus menggunakan hasilnya untuk melaksanakan mekanisme *assessment for learning*.

DAFTAR PUSTAKA

Adams, R.J. & Kho, Seik-Tom. (1996). *Acer quest version 2.1*. Camberwell, Victoria: The Australian Council for Educational Research.

Atherton, (2005) diambil pada tanggal 03 Desember 2006 dari http://www.learningandteaching.info/learning/converge.htm.

Bowell, T. & Kemp, G. (2002). *Critical thinking: a Concise guide*. London: Routledge.

Brum & McKane. (1989). *Study guide biology: Exploring life*. New York: John Wiley & Sons.

Bryce, T.G.K., McCall, J., MacGregor, J., Robertson, I.J., dan Weston, R.A.J. 1990. *Techniques for assessing process skills in practical science: Teacher's guide*. Oxford: Heinemann Educational Books.

Carin, A.A. dan Sund, R.B. 1989. *Teaching science through discovery*. Columbus: Merrill Publishing Company.

Collette, A.T. & Chiappetta, E.L. (1994). *Science instruction in the middle and secondary schools*. New York: Macmillan Publishing Company.

Conny R. Semiawan (1997). *Perpektif Pendidikan Anak Berbakat*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.

Cox, D.R. (1958). *Planning of experiment*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Croom, B. & Stair, K. (2005) Getting from Q to A: Effective questioning for effective learning [Versi elektronik]. *The Agricultural Education Magazine*, 78, 1, 12-14.

Dominguez, L. & McDonald, J. (2005). Environmental Service-learning Projects: Developing skills for action [Versi elektronik]. *Green Teacher,* 76; 13-17.

Drake, S.M. (2007). *Creating standards-based integrated curriculum: Aligning curriculum, content, assessment and instruction*. 2^{-nd} ed. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Garry, R. (1970). *The nature and conditions of learning*. 3-rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Gronlund, N.E. (1998). *Assessment of student achievement*, 9^{-th}. Boston: Allyn and Bacon.

Hart, D. (1994). *Authentic assessment: A handbook for educators*. California: Addison-Wiley Publishing Company.

Hibbard, K.M. (t.t.). *Performance assessment in the science classroom*. New York: McGraw-Hill Companies.

Hull, R.W. (2000). From gridlock to global warming [Versi elektronik]. *Green Teacher*, 60, 22-27.

Hurt, F. (1994). Better brainstorming [Versi elektronik]. *Training & Development*, 48, 11, 57-59.

Johnson. E.B. (2002). *Contextual teaching and learning: What it is and why it's here to stay*. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc.

Karlan, J.W. (2000). The biosphere challenge: Developing ecological literacy [Versi elektronik]. *Green Teacher*, 62, 13-18.

Kind, P. M. & Kind, V. (2007). Creativity in science education: Perspectives and challenges for developing school science [Versi elektronik]. *Studies in Science Education*, 43, 1-37.

Lumsdaine, E. & Lumsdaine, M. (1995). *Creative problem solving: Thinking skills for a changing world*. New York: McGraw-Hill, Inc.

Michalko, M. (2000). Four steps toward creative thinking [Versi elektronik]. *The Futurist*, 34, 3, 18-21.

Moh Amien (1980). *Peranan kreativitas dalam pendidikan*. Pidato Dies IKIP Yogyakarta, diucapkan di muka sidang senat terbuka IKIP Yogyakarta, tanggal 21 Mei 1980.

Muraki, E. & Bock, R.D. (1998) Parscale: *IRT item analysis and test scoring for rating scale data.* Chicago: Scientific Software Internatinal, Inc.

Norrthwest Evaluation Association. (2003.). *Learning continuum release 1.0*. [Versi elektronik] diambil pada tanggal 29 Agustus 2007.

Oriondo, L.L. & Dallo-Antonio (1998). *Evaluating educational outcomes* (*test, measurement, and evaluation*), 5-th. Quezon City: REX Printing Company, Inc.

Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia (2006). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Repubrik Indonesia Nomor 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi untuk Satuan Pendidikan dasar dan Menengah.*

Rezba, R.J., Sparague, C.S., Fiel, R.L., Funk, H.J., Okey, J.R., & Jaus, H.H. (1995). *Learning and assessing science process skills*. 3rd ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.

Torrance, E.P. (1979). Three stage model for teaching for creative thinking. Dalam: Lawson, A.E. *The psychology of teaching for thinking and creativity*. Columbus: ERIC.

Towle, A. 1989. *Modern biology*. Austin: Holt, Rinehart and Winston.

LAMPIRAN

Contoh item pengukur keterampilan proses sains pola divergen

No	Aspek	Soal, Kunci/rubrik, dan Penskoran
1	Pengamatan	**Soal:** Bila Anda diminta mengamati seekor hewan tanpa menggunakan alat, kemukakan **lebih dari tiga** macam data yang dapat Anda laporkan? **Kunci:** 1. bentuk tubuh hewan secara keseluruhan 2. bentuk tiap bagian tubuh 3. warna kulit tubuh 4. kekasaran kulit tubuh 5. gerakan tubuh/bagian tubuh 6. panjang tubuh secara kualitatif 7. berat tubuh secara kualitatif 8. suara yang dikeluarkannya 9. suhu tubuh secara kualitatif 10. jawaban lain yang benar/memiliki pola seperti jawaban di atas **Pedoman penskoran/rubrik:** Kategori kelancaran: kategori 1: < 3 jawaban benar kategori 2: 3 jawaban benar kategori 3: > 3 jawaban benar
2	Membuat prediksi	**Soal:** Apa yang akan terjadi bila sejumlah ikan yang dipelihara dalam kolam diberi pakan tidak sesuai aturan? **Upayakan Anda tuliskan lebih dari dua jawaban! Jangan lupa berikan alasan untuk tiap jawaban yang Anda tulis!** **Kunci:** **1. Ikan mati/sulit bernafas** bila sisa makanan membusuk/menghasilkan H_2S/oksigen berkurang **2. Ikan akan lapar/kurus/sakit/mati** kurang gizi bila selalu kekurangan pakan **3. Pertumbuhan** tubuh ikan **tidak stabil** bila pakan kadang cukup kadang tidak 4. Ikan yang **kalah bersaing** akan **merana/mati** bila selalu kekurangan pakan **5. Tubuh ikan tidak proporsional/tumbuh lambat** bila selalu kurang makan **6. Air kolam kotor/keruh tercemar bila terlalu** penuh makanan sisa
		7. Makanan banyak tersisa bila ikan yang sudah kenyang tidak nafsu makan 8. Ikan akan **makan apa saja** termasuk makan tanah bila terus kekurangan makan 9. Ikan akan **sakit** bla muncul **jamur/bakter**i patogen yang muncul dari sisa pakan 10. Ikan **tidak mau makan** bila kekenyangan karena makanan berlebihan

		11. Boros/sia-sia/pakan cepat habis bila terus memberi makan berlebih 12. Ikan betina **terlambat bertelur** bila terus kurang pakan **13. Hadir organisme lain** bila terus ada sisa makanan 14. Ikan **gelisah/stress karena terus meneus kurang makan** **15. jumlah ikan berkurang** bila sebagian ikan mati kekurangan pakan 16. Ikan **tidak mau makan/mati** jika **pakan yang diberikan bukan yang biasanya** 17. Ikan **kehilangan ruang gerak** jika terlalu banyak sisa makanan 18. Ikan **terlalu gemuk** bila makanan sering agak berlebih 19. Pemilik akan **merugi** bila ikan banyak yang mati/terhambat tumbuhnya 20. Ikan carivora besar akan **memakan** yang kecil bila terus kelaparan **21. Tidak terjadi apa-apa** bila air selalu mengalir 22. Muncul **bau tak sedap bila sisa pakan membusuk** 23. Air kolam terjcemar bila banyak ikan **mati dan membusuk** **24. kandungan oksigen** dalam air akan menurun bila erjadi pembusukan sisa pakan **Pedoman penskoran/rubrik:** Kategori kelancaran: kategori 1: < 2 jawaban benar kategori 2: 2 jawaban benar kategori 3: > 2 jawaban benar