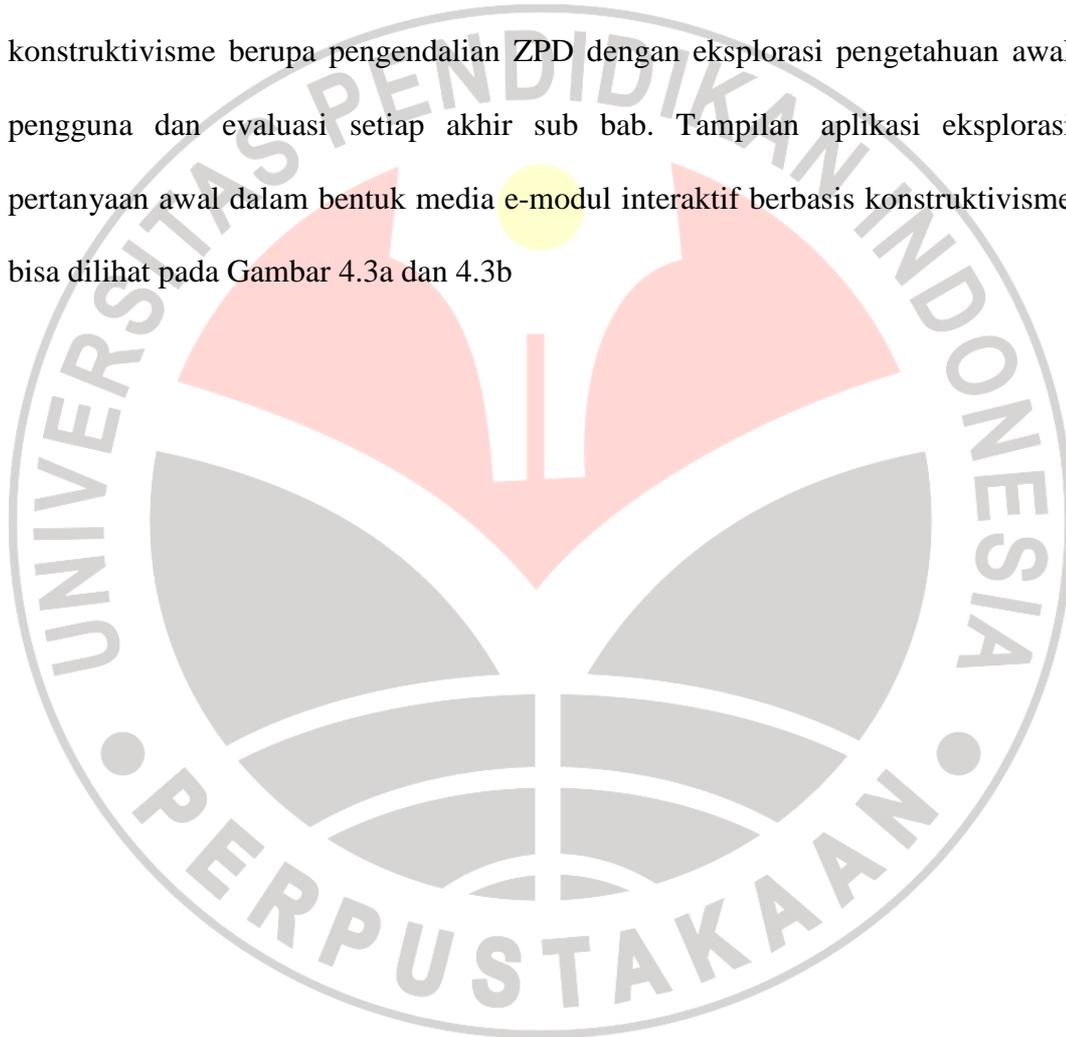


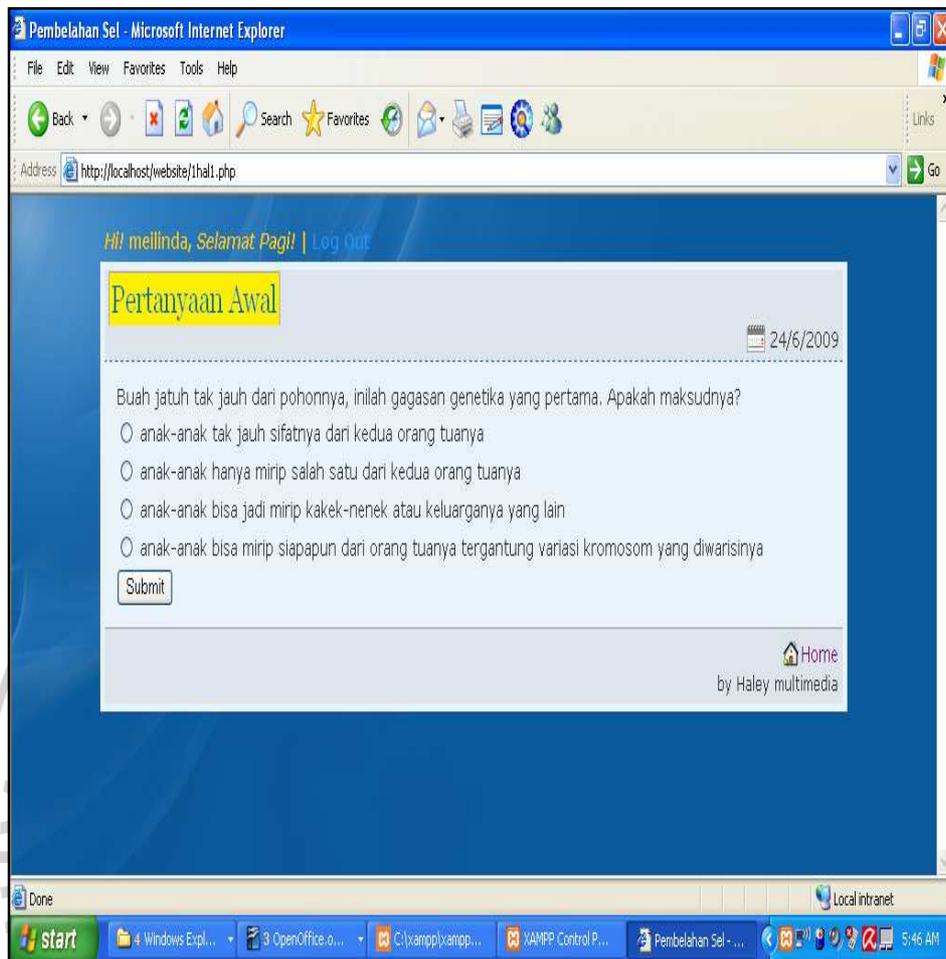
BAB V

PEMBAHASAN

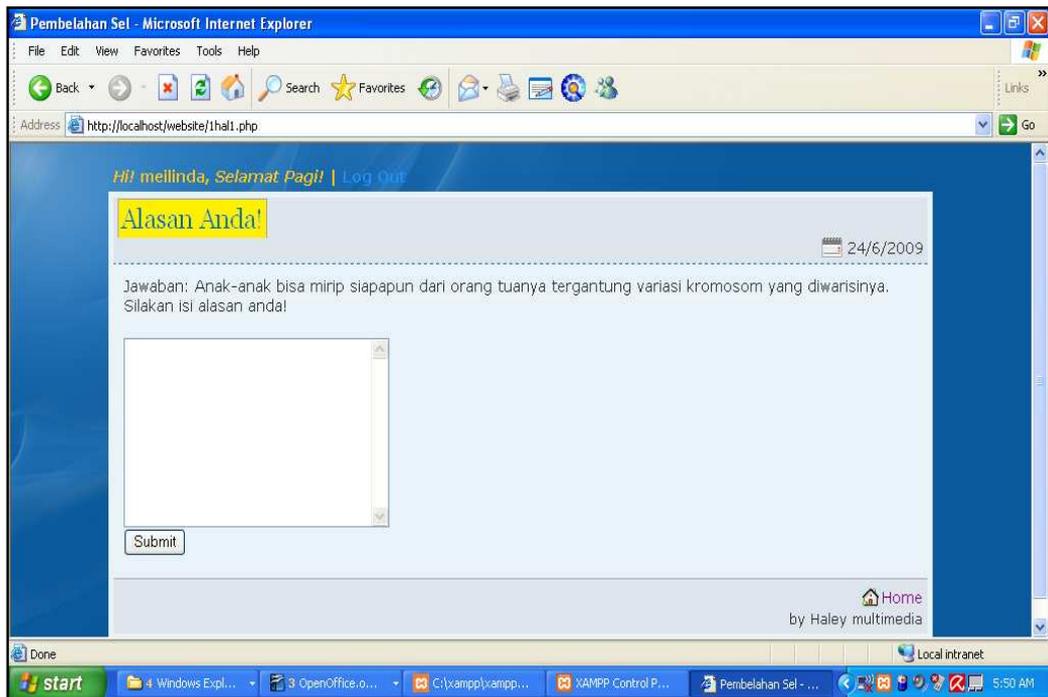
1. Struktur Materi dan Aplikasinya pada Media E-Modul Interaktif Berbasis Konstruktivisme

Aplikasi teori konstruktivisme pada media e-modul interaktif berbasis konstruktivisme berupa pengendalian ZPD dengan eksplorasi pengetahuan awal pengguna dan evaluasi setiap akhir sub bab. Tampilan aplikasi eksplorasi pertanyaan awal dalam bentuk media e-modul interaktif berbasis konstruktivisme bisa dilihat pada Gambar 4.3a dan 4.3b





Gambar 4.3.a. Tampilan aplikasi eksplorasi pertanyaan awal



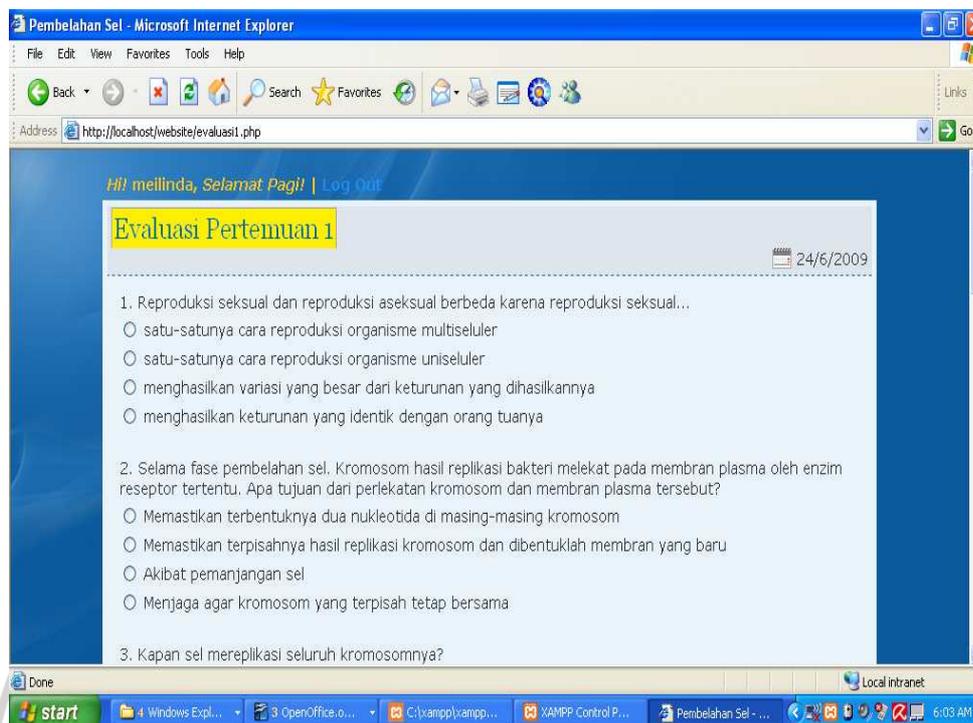
Gambar 4.3.b. Tampilan aplikasi eksplorasi pertanyaan awal

Eksplorasi pengetahuan awal bertujuan mengidentifikasi pengetahuan awal guru, dalam mengidentifikasi pengetahuan awal guru dibuat pertanyaan berbentuk pilihan ganda beralasan. Pertanyaan yang dibuat merupakan konsep yang terdapat dalam pokok bahasan yang diperkirakan rentan terhadap terjadinya miskonsepsi atau ketidakpahaman guru atas konsep konsep tersebut. Konsep adalah kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis, atau gagasan yang bermakna dan disepakati diantara para ilmuwan. Konsepsi sering dianggap sebagai “cara menerima” yang bersifat subyektif (Rustaman & Widodo, 2001), sedangkan miskonsepsi dinyatakan dalam Hasan *et al.* (1999) berbeda dengan kurang atau tidak memahami konsep. Jika kurang atau tidak memahami konsep dapat diperbaiki dengan pengajaran dan pengetahuan sesudahnya, maka miskonsepsi bersifat tahan lama dan sulit diubah serta cenderung menghalangi penerimaan atau bergabungnya suatu pengetahuan baru. Kesalahan konsep

pengetahuan awal yang muncul secara terus menerus dapat mengganggu pembentukan konsepsi ilmiah. Sehingga Howe (1996) Menyatakan pembelajaran yang tidak memperhatikan konsepsi awal dapat menyebabkan pembelajar mengalami kesulitan dan akan bermuara pada rendahnya prestasi belajar mereka.

Ausabel menyatakan konsepsi awal merupakan sesuatu yang tertanam kuat dan tidak mudah dihilangkan. Oleh karena itu Ausabel (Driver, 1986) menegaskan bahwa dalam menerapkan setiap kegiatan pembelajaran, harus selalu diawali dari hal-hal yang telah diketahui pelajar, karena menurut Rustaman & Widodo (2001) konsepsi awal pelajar merupakan modal untuk mengembangkan konsepsinya. Proses pembelajaran yang memperhatikan konsepsi awal pengguna memiliki keunggulan komparatif terhadap model belajar konvensional dan tidak ada efek interaksi yang signifikan antara intelegensi dengan model belajar. Hal ini terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Sadia (1996) pada pembelajaran fisika konsep energi, usaha, dan suhu. Penempatan pertanyaan awal pada setiap konsep yang berkaitan berguna untuk mendeteksi pengetahuan awal guru dan pembatas materi. Pembatas materi artinya jika guru dapat memilih jawaban yang tepat dari pertanyaan pilihan ganda yang diajukan, maka guru tidak mesti masuk dalam materi itu karena guru dianggap telah menguasai materi tersebut. Strategi penyusunan seperti ini membuat media e-modul interaktif berbasis konstruktivisme bersifat individual dan tidak membosankan. Hal ini sesuai dengan karakteristik modul yang menurut Munawar (2000) merupakan salah satu bentuk media bahan ajar yang dibuat dengan tujuan memudahkan orang untuk belajar sesuai dengan kecepatan belajarnya tanpa tergantung pada orang lain.

Pada pertengahan hari kedua pembelajaran, dua orang peserta dari kelompok eksperimen telah selesai melakukan proses belajarnya. Hal ini dikarenakan guru tersebut berhasil melewati pertanyaan awal dengan baik. Berdasarkan hasil angket diketahui bahwa sebagian besar (84%) menyatakan media modul tidak membosankan karena tidak mengulangi materi yang telah diketahui oleh guru. Walaupun demikian berdasarkan hasil observasi dan wawancara, beberapa guru hanya menebak pilihan yang tepat jawaban dari pertanyaan awal, akibatnya mereka tidak mendapatkan penjelasan tentang materi yang sebenarnya tidak mereka ketahui. Hal ini menyebabkan skor hasil tes evaluasi akhir setiap pokok bahasan rendah. Hasil skor evaluasi yang rendah menurut mereka menjadi umpan balik yang cukup positif bagi mereka untuk kembali mempelajari materi tersebut. Evaluasi pada media e-modul interaktif berbasis konstruktivisme dibuat pada setiap akhir pokok bahasan. Tampilan evaluasi setiap akhir pokok bahasan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



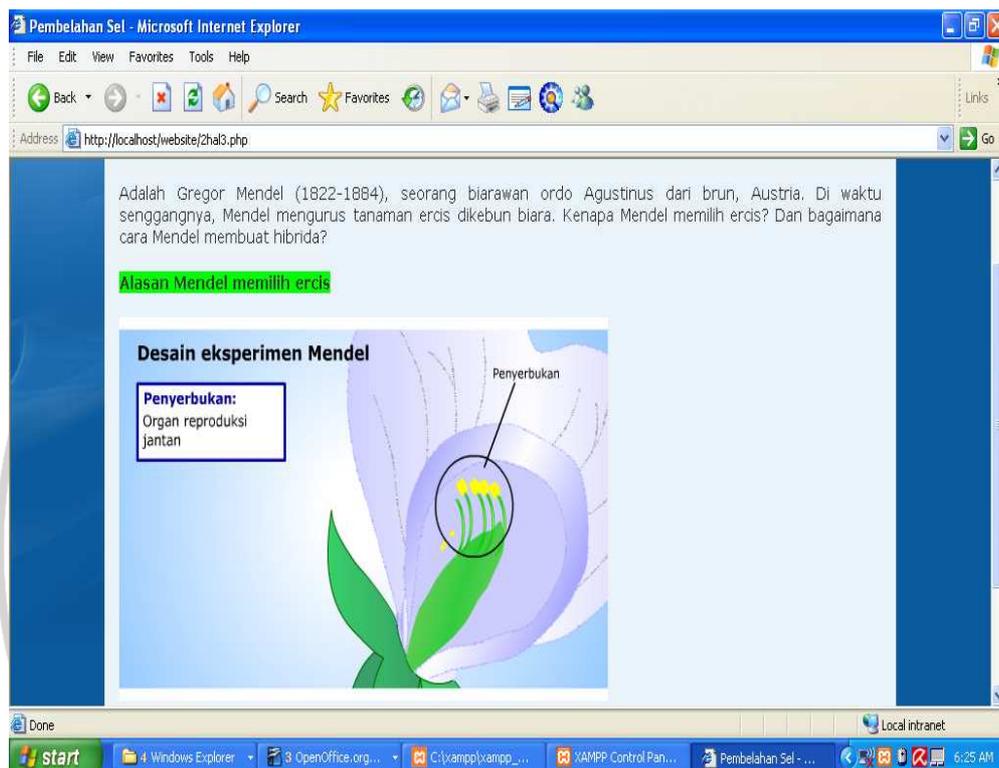
Gambar 4.4. Tampilan evaluasi akhir pokok bahasan

Evaluasi didesain agar dapat menjadi umpan balik secara langsung bagi proses pembelajaran yang dilakukan oleh guru, maksudnya begitu guru selesai menjawab semua soal maka skor dari jawaban guru akan diperoleh saat itu juga. Evaluasi yang demikian dapat menjadi ZPD bagi guru antara nilai yang diperoleh dari konsep yang dipelajarinya saat ini dan nilai ideal. Menurut Ahmadi *et al.* (2003) salah satu tujuan khusus dari evaluasi adalah merangsang kegiatan belajar peserta, menemukan sebab-sebab kemajuan dan kegagalan, dan memberikan bimbingan yang sesuai dengan kebutuhan, perkembangan dan bakat peserta. Pada hasil observasi yang dilakukan peneliti, guru yang mendapat skor kecil pada saat evaluasi cenderung untuk kembali mempelajari kembali konsep sebelumnya dengan lebih teliti dan tanpa paksaan.

Scaffolding

atau pemberian bantuan kepada peserta didik selama tahap-tahap awal

pembelajaran pada media e-modul interaktif berbasis konstruktivisme dilakukan dengan beberapa tahap yaitu: a) restrukturisasi materi, dan b) diskusi. Aplikasi restrukturisasi materi pada media e-modul interaktif berbasis konstruktivisme dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5. Tampilan restrukturisasi materi pada media e-modul

Restrukturisasi materi dalam media e-modul dibuat dengan penambahan ilustrasi gambar, animasi dan video. Vygotsky (1979) menekankan bahwa semua proses mental tingkat tinggi, seperti berpikir dan pemecahan masalah dimediasi dengan alat-alat psikologi seperti bahasa, lambang dan simbol. Penambahan simbol berupa ilustrasi gambar, animasi dan video yang dilakukan bertujuan membantu guru memahami materi. Menurut Lowe (2001) animasi dan video mampu menjelaskan perubahan-perubahan keadaan tiap waktu secara lebih

eksplisit sehingga sangat membantu siswa dalam menjelaskan prosedur urutan kejadian. Animasi cocok untuk menciptakan realitas dari sesuatu yang semu sedangkan video cocok untuk menyajikan realitas (Puspita, 2008). Karena itu peletak animasi dan video pada media ini diupayakan sesuai dengan fungsi tersebut, misalnya untuk menjelaskan tentang kloning, pembelahan sel, dan stem sel digunakan video sedangkan untuk proses transkripsi, translasi dan proses lainnya yang abstrak dalam konsep genetika digunakan animasi. Ilustrasi gambar pada media ini lebih banyak menggunakan ilustrasi gambar yang terdapat pada buku *biology concept and connection* (Campbell, 2006) karena menurut Ginting (2005) penempatan ilustrasi gambar pada buku *Biology: Concept and Connection* karya Campbell *et al.* telah sesuai dengan kaidah pedagogi yang ada.

Diskusi dilakukan setelah guru selesai melakukan proses pembelajaran melalui media e-modul interaktif berbasis konstruktivisme. Materi diskusi hanya dibatasi pada materi-materi yang guru mengalami kesulitan dalam memahami konsep atau konsepsi yang dimiliki guru kurang tepat. Identifikasi miskonsepsi ataupun ketidakpahaman guru terhadap konsep dilihat dari alasan yang diberikan guru dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan awal. Terdapat empat (4) topik yang dijadikan pertanyaan besar untuk didiskusikan. Keempat topik tersebut adalah :1) perbedaan reproduksi seksual dan aseksual secara genetik; 2) proses terjadinya variasi yang melibatkan peristiwa meiosis dan pindah silang; 3) perbedaan gen, DNA dan kromosom; 4) perbedaan proses replikasi transkripsi dan translasi.

Selain kemungkinan terjadinya miskonsepsi, faktor lain yang membuat guru tidak bisa memberikan alasan yang cukup baik mengenai keempat topik

tersebut adalah lupa. Menurut Purwanto (1995) ada beberapa hal yang dapat membuat orang lupa, diantaranya karena apa yang dipelajari tidak pernah dilakukan atau dilatih lagi (1), atau lupa yang disebabkan oleh tekanan berupa kesan atau tanggapan yang kurang menyenangkan (2). Menurut Sitompul (2007) guru yang bertahun-tahun mengajar di kelas X dan XI akan lupa dengan konsep-konsep genetika karena konsep tersebut hanya diajarkan di kelas XII. Proses lupa juga terjadi karena ada kesan bahwa salah satu konsep yang dianggap sulit dalam biologi adalah konsep genetika (Sitompul, 2007; Pridi, 2002; Herlanti, 2005; Tsui & Tregust, 2001).

Menurut Vygotsky (Slavin, 1997) perkembangan fungsi mental yang lebih tinggi pada umumnya muncul dalam percakapan atau kerjasama antar individu. Dalam proses diskusi terjadi interaksi, komunikasi, dan pertukaran informasi. Dengan cara diskusi diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengetahuan dan konsep-konsep yang perlu dikuasai. Klicckmann (1969) menyatakan “there is another reason why discussion of a certain kind can be valuable mean to developing understanding of the prosses of biological science. It is that discussion can utilized the “energy of wanting” in the pursuit of educational goals” dalam diskusi akan terungkap konsep-konsep yang akan dipelajari maupun yang telah dipelajari.

2. Penguasaan Konsep Genetika

Berdasarkan uji statistik dengan menggunakan *Mann-Whytney u test* didapat perbedaan signifikan penguasaan konsep pada kelompok eksperimen terhadap pembanding. Taraf signifikasi pada post test didapat 0,011 dan taraf signifikasi pada N-Gain didapat 0,000. Lebih unggulnya penguasaan konsep guru

pada kelompok eksperimen diperkirakan disebabkan beberapa hal diantaranya rancangan media yang memperhatikan pengetahuan awal guru, adanya gabungan animasi dan video bersuara sehingga membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan konkret serta memfasilitasi alat indra guru.

Menurut Lowe (2001), pengetahuan awal (*Prior of Knowledge*) mengenai konsep yang akan dijelaskan mempengaruhi tingkat keefektifan penggunaan media. Pemula yang tidak memiliki pengetahuan tentang sesuatu secara baik akan cenderung untuk lebih memperhatikan media dan animasi di dalamnya dibanding yang telah mengetahui tentang materi tersebut. Menurut Hamalik (2008) jika pelajar sudah merasa tertarik akan sesuatu, maka akan timbul minat untuk mengkaji materi ajar. Pernyataan ketertarikan guru terhadap materi ajar yang mereka tidak ketahui sebelumnya dapat dilihat dari pernyataan guru yang ketika dari penelitian dilihat cukup lama memperhatikan video dan penjelasan tentang stem sel.

“Ternyata ini yang dimaksud sel stem, sebelumnya saya tidak mengerti sama sekali dan ketika ada siswa yang bertanya di kelas tentang sel stem yang dilihatnya dari acara televisi saya tidak bisa menjawabnya” (Wawancara E.1).

Guru lainnya menyatakan:

awalnya berpikir bahwa kloning itu hanya pada hewan tidak pada tumbuhan padahal pada tumbuhan juga bisa dilakukan cuma namanya lebih dikenal dengan kultur jaringan. Ternyata kultur jaringan dan kloning secara prinsip sama” (Wawancara E.4).

“saya

Ausabel menyatakan konsepsi awal merupakan sesuatu yang tertanam kuat dan tidak mudah dihilangkan. Oleh karena itu Ausabel (Driver, 1986)

menegaskan bahwa dalam menerapkan setiap kegiatan pembelajaran, harus selalu mengawali dari hal-hal yang telah diketahui pelajar karena menurut Rustaman (2000) konsepsi awal pelajar merupakan modal untuk mengembangkan konsepsinya

Hal lain yang diperkirakan membuat kelompok eksperimen lebih unggul dari kelompok kontrol adalah peranan adanya animasi dan video yang digabungkan dengan audio. De Porter (2000) mengungkapkan bahwa manusia dapat menyerap materi 10% dari membaca, 20% dari mendengar, 30% dari melihat, dan 50% dari apa yang dilihat dan didengar (audio visual).

Materi genetika merupakan materi abstrak (Herlanti, 2004) keabstrakannya karena meliputi obyek-obyek yang mikroskopis dan proses-proses di luar pengalaman siswa maupun guru. Beberapa konsep genetik yang abstrak menurut beberapa penelitian adalah meiosis dan kaitannya dengan permasalahan genetik (Wynne, 2001) materi genetik meliputi struktur dan letak kromosom, DNA, gen, alel serta karakteristiknya (Banet *et al*, 1998; Treagust *et al*, 1998), sintesis protein (Utami, 2007), pola-pola penurunan sifat dan variasinya (Herlanti, 2004). Sel kanker dan faktor-faktor penyebabnya (Bockholt, 2003), Replikasi DNA (Thacher, 2006). Menurut Redjeki (1997) konsep gen yang abstrak dapat dipahami bila adanya model/alat peraga dapat membantu siswa atau guru memahaminya.

Banyak penelitian (Herlanti, 2004; Hegarty, 2004; Utami, 2007; O'Day, 2006; O'Day, 2007; Mc Clean, 2005; Puspita, 2008) yang menunjukkan bahwa animasi membantu proses pembelajaran yang melibatkan peristiwa kompleks dan abstrak dalam biologi. Menurut beberapa pakar animasi (Puspita,2008) hal ini

disebabkan beberapa hal, pertama animasi dapat membantu siswa yang memiliki pengetahuan awal yang rendah untuk dapat memahami materi yang disampaikan. Kedua, animasi dapat lebih informatif, karena animasi secara sederhana dapat lebih jelas menampilkan materi subjek. Ketiga, animasi dapat lebih dekat dengan karakteristik materi subjek yang sebenarnya karena animasi mengarahkan langsung penggambaran aspek-aspek dinamis. Keempat animasi dapat lebih eksplisit karena setiap aspek dinamik diperjelas secara langsung kepada siswa sehingga lebih sedikit kesalahan pahaman konsep yang dibuat. Kelima, animasi dapat lebih menjelaskan, karena animasi menawarkan kesempatan untuk menyediakan *multiple visual* dan perspektif konseptual terhadap materi subjek. Keenam, animasi dapat lebih jelas karena tidak memerlukan simbol tambahan (seperti anak panah atau garis putus-putus) untuk menggambarkan materi subjek yang dinamis dengan demikian siswa tidak perlu melakukan dekoding untuk menginterpretasikan simbol-simbol agar dapat memahami materi. Ketujuh, animasi mampu menjelaskan perubahan keadaan setiap waktu sehingga membantu dalam menjelaskan prosedur dan urutan kejadian. Kedelapan, animasi menyediakan sejumlah peranan pengajaran yaitu menarik dan mengarahkan perhatian, menggambarkan domain pengetahuan mengenai perpindahan, dan menjelaskan fenomena pengetahuan kompleks. Kesembilan, menurut teori animasi mental, siswa yang secara mental menganimasikan proses dinamis mampu mencapai suatu pemahaman yang kokoh terhadap materi pelajaran. Kesepuluh, animasi dapat membantu siswa yang memiliki pengetahuan awal yang rendah untuk memahami materi yang disampaikan.

Restrukturisasi media dalam bentuk animasi menurut Asni (2006) dalam penelitiannya tentang pembelajaran kimia, dapat membuat siswa lebih mampu berdiskusi tentang pencairan atau pengembunan air dan dapat memberikan penjelasan yang benar dan lengkap tentang proses yang disajikan sehingga akhirnya bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan yang bersifat konseptual. Dengan kata lain pada penelitian ini, restrukturisasi media dalam bentuk animasi bisa membuat guru memahami materi dengan baik dan membantu guru berdiskusi (*scaffolding*) dengan lebih baik. Hal ini diungkapkan oleh guru dengan pernyataan

“Diskusi yang dilakukan di akhir pembelajaran lebih ramai karena hal-hal yang tadinya tidak saya mengerti dengan baik bisa saya jelaskan dengan baik setelah melihat media dan saya juga mendapatkan penjelasan tentang hal lainnya dari sisi berbeda dari teman-teman saya” (Wawancara E.6).

Hal ini sesuai dengan pendapat Vygotsky (Slavin, 1997) bahwa perkembangan fungsi mental yang lebih tinggi pada umumnya muncul dalam percakapan atau kerjasama antar individu.

Hal lain yang membuat animasi lebih efektif ialah ketika animasi tersebut memiliki atribut-atribut pedagogis yang lengkap seperti bernarasi verbal dan visual, kombinasi kata-kata dan gambar, dan narasi yang disampaikan dalam bentuk percakapan (O'day, 2006). Karena keterbatasan maka dalam animasi yang dimasukkan dalam media tidak semua narasi verbalnya dialihkan dalam bahasa Indonesia. Dampaknya pada pembahasan tentang konsep materi genetik dan genetik mikroba nilai rata-rata kelompok pembanding (30,00) memiliki berbeda tidak terlalu jauh dengan kelompok eksperimen (33,33) bahkan pada materi genetik mikroba kelompok pembanding memiliki nilai rata-rata yang lebih unggul (40,00) dibanding kelompok eksperimen (00,00). Penyebab lainnya adalah guru tidak

menganggap materi tersebut penting bagi mereka karena tidak diajarkan pada siswa SLTP. sebagaimana yang dikemukakan Thorndike bahwa pada pola berpikir orang dewasa proses belajar akan berlangsung efektif ketika hal tersebut dirasakan berguna baginya (Poejiadi, 1979). Pengaruh

video dalam media sesuai dengan fungsinya lebih pada menampilkan sesuatu yang realitas (Puspita, 2008). Pada media ini video ditempatkan untuk memperjelas tentang peristiwa pembelahan sel, stem sel, dan kloning sedangkan untuk prosesnya sendiri dijelaskan dengan animasi. Dalam hal ini Erna (2006) menyimpulkan bahwa penggunaan berbagai bentuk media dapat memotivasi siswa. Menurut Hamalik (2008) motivasi dapat menentukan keberhasilan atau gagalnya belajar siswa. Penggunaan video secara eksplisit dari hasil observasi mampu membangkitkan rasa ingin tahu guru dan keinginannya untuk melakukan eksplorasi lebih lanjut, penempatan video dalam media salah satu hal yang membuat wawasan guru dalam mempelajari genetika berkembang (91,17%) sehingga guru merasa tidak bosan dalam mengikuti pembelajaran dengan menggunakan media (83,33%).

3. Kemampuan Guru dalam Mengidentifikasi Materi Ajar

Data mengenai kompetensi guru dalam mengidentifikasi materi ajar pada pembelajaran genetika awalnya diharapkan diperoleh dari hasil observasi kinerja guru melalui kemampuan guru dalam merencanakan pembelajaran berdasarkan penyusunan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan kemampuan guru mengidentifikasi materi ajar yang sesuai bagi siswa.

a) Kemampuan guru dalam merencanakan Pembelajaran

Kemampuan ini diukur berdasarkan instrumen lembar penilaian rencana pembelajaran. Instrumen lembar penilaian rencana pembelajaran memuat beberapa aspek yang diamati yaitu: 1) Penulisan kolom identitas, 2) Perumusan tujuan Pembelajaran, 3) Pengidentifikasian materi ajar, 4) Penentuan metode pembelajaran, 5) Perumusan langkah-langkah pembelajaran, 6) Penentuan alat dan bahan serta sumber belajar yang digunakan serta 7) penyusunan kriteria penilaian. Skor untuk masing-masing aspek yang diamati mempunyai skala 1-4 yang diberikan sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan pada instrumen. Hasil dari penilaian kinerja guru dalam merencanakan pembelajaran secara umum sebelum perlakuan memiliki skor yang sama dengan kategori baik. Hal ini dikarenakan hampir dalam setiap pertemuan MGMP yang dilakukan oleh guru selalu dibahas tentang pembuatan RPP.

Dalam penilaian RPP ada kesulitan mengetahui kemampuan guru dalam mengidentifikasi materi ajar dari segi keluasan maupun kedalamannya karena semua guru hanya menulis judul/tema materi pada bagian materi pokok yang diajarkan. Menurut beberapa orang guru yang diwawancarai, penulisan judul/tema materi pada bagian materi pokok yang diajarkan karena mereka mendapati contoh dari hasil pelatihan guru yang diselenggarakan diknas maupun MGMP sama seperti itu. Untuk mengidentifikasi kedalaman dan keluasan materi, guru cenderung melihatnya berdasarkan buku teks pegangan siswa. Padahal menurut penelitian Redjeki (1997), pengembangan materi ajar yang baik adalah materi yang disesuaikan dengan kurikulum, hakekat IPA dan pendidikan IPA, perkembangan siswa dan perkembangan ilmu dan teknologi. Berdasarkan hasil

penelitian Redjeki (1997) sebagian besar buku yang diterbitkan penerbit dari tahun 1945-1994 tidak memperhatikan hal tersebut.

Setelah diberikan pembelajaran genetika dengan media e-modul interaktif berbasis konstruktivisme terlihat bahwa guru mempunyai kecenderungan memilih materi sebagaimana pada Tabel 4.5

Tabel 4.5. Persentase Pilihan Guru pada Proposisi Materi Ajar yang ditawarkan

No	Proposisi Makro	Kelompok	
		Pbdg	Eksp
1	2.1.1. Hubungan antara pembelahan sel dan sel dan reproduksi	47%	86%
2	2.1.2. Siklus sel eukaryot dan mitosis sel	10%	6%
3	2.1.3. Meiosis dan proses pindah silang pada kromosom seks	65%	65%
4	2.1.4. Alterasi jumlah kromosom dan struktur	7%	67%
5	2.2.1. Gagasan mengenai hereditas : sejarah masa lalu hereditas	30%	100%
6	2.2.2. Genetik modern diawali sebagai sebuah sains hereditas dimulai dari penelitian kualitatif Mendel	63%	65%
7	2.2.3. Hereditas menggambarkan aturan-aturan probabilitas	55%	100%
8	2.2.4. Terdapat sejumlah variasi-variasi dari prinsip sederhana Mendel	30%	83%
9	2.2.5. Ahli biologi yang melakukan penelitian dengan bunga-bunga dan lalat buah menemukan bahwa gen-gen tertentu terhubung	20%	0%
10	2.2.6. Sepasang kromosom seks menentukan jenis kelamin pada banyak spesies	40%	83%
11	2.3.1. Struktur dari material genetik pada makhluk hidup	10%	0%
12	2.3.2. Proses replikasi DNA sebagai bagian dari proses pembelahan sel	0%	0%
13	2.3.3. Aliran informasi genetik dari DNA ke RNA menuju protein	0%	0%
14	2.3.4. Genetika pada virus dan bakteri	23%	52%
15	2.4.1. Regulasi gen pada kontrol ekspresi gen	0%	0%
16	2.4.2. Prinsip kloning pada hewan dan tumbuhan	0%	0%
17	2.4.3.kontrol gen pada pertumbuhan embrio	0.00%	0.00%
18	2.4.4. Dasar genetika pada kanker	18%	21%
		22%	43%

Pola pada Tabel 4.5 dianalisis dengan menggunakan prinsip-prinsip pengembangan materi ajar (Depdiknas, 2008). Prinsip yang dijadikan dasar pengembangan materi ajar menurut Depdiknas (2008) adalah *relevansi*, *konsistensi* dan *adequacy*. Artinya kemampuan guru mengidentifikasi materi ajar pada penelitian ini diukur dengan membandingkan proposisi pilihan guru terhadap

a) relevansi atau kesesuaian proposisi materi dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar, b) konsistensi proposisi atau kesesuaian penjabaran jumlah proposisi materi dengan jumlah kompetensi dasar yang muncul, c) *adequacy* atau kecukupan proposisi materi yang dipilih dari sisi keluasan dan kedalamannya berdasarkan kompetensi dasar dasar. Untuk menentukan

keluasan dan kedalaman materi maka akan dilihat perbandingannya berdasarkan SK dan KD pada SD, SLTP dan SMA. perbandingan SK dan KD SD, SMP, dan SMA dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6. Perbandingan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar SD, SLTP dan SMA

SK dan KD SD	SK dan KD SLTP	SK dan KD SMA
<p>Memahami cara perkembangbiakan makhluk hidup:</p> <p>1) Mendeskripsikan perkembangan dan pertumbuhan manusia dari bayi sampai lanjut usia</p> <p>2) Mendeskripsikan ciri-ciri perkembangan fisik anak laki-laki dan perempuan</p> <p>3) Mengidentifikasi cara perkembangbiakan tumbuhan dan hewan</p> <p>4) Mengidentifikasi cara perkembangbiakan manusia</p>	<p>Memahami kelangsungan hidup makhluk hidup dengan kompetensi dasar :</p> <p>1) Mengidentifikasi kelangsungan hidup makhluk hidup melalui adaptasi, seleksi alam, dan perkembangbiakan,</p> <p>2) Mendeskripsikan konsep pewarisan sifat pada makhluk hidup,</p> <p>3) Mendeskripsikan proses pewarisan dan hasil pewarisan sifat dan penerapannya.</p> <p>4) Mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan.</p>	<p>Memahami penerapan konsep dasar dan prinsip-prinsip hereditas serta implikasinya pada Salingtemas:</p> <p>1) Menjelaskan konsep gen, DNA, dan kromosom</p> <p>2) Menjelaskan hubungan gen (DNA)-RNA-polipeptida dan proses sintesis protein</p> <p>3) Menjelaskan keterkaitan antara proses pembelahan mitosis dan meiosis dengan pewarisan sifat</p> <p>4) Menerapkan prinsip hereditas dalam mekanisme pewarisan sifat</p> <p>5) Menjelaskan peristiwa mutasi dan implikasinya dalam Salingtemas</p>

Menurut Depdiknas (1999), *Basic Competencies* yang dikembangkan di Indonesia diperoleh dengan cara membandingkannya dengan kurikulum negara-negara lain. Berdasarkan Tabel 4.6. dapat dilihat bahwa materi genetika pada kurikulum tingkatan SLTP dan SMA mengacu pada standar kompetensi NSTA. Menurut NSTA (1996) materi genetik pada tingkatan 5-8K berada pada hereditas tingkat dasar, dan materi genetik pada tingkat 9-12K, berada pada tingkatan

hereditas molekuler dasar. Berdasarkan hal tersebut, maka KD ke-2 (Mendeskripsikan konsep pewarisan sifat pada makhluk hidup) tidak akan sedalam KD-1 pada tingkatan SMA (Menjelaskan konsep gen, DNA, dan kromosom), sehingga materi tentang kromosom, DNA, dan gen yang bersifat molekuler tidak harus diberikan pada siswa SLTP kecuali konsep-konsep sederhana dan bisa dimodelkan (Redjeki, 1997). Materi tentang struktur genetik menurut struktur keilmuan dalam buku Campbell *et al.*(2006), berada pada proposisi 2.3.1. (Struktur material genetik pada makhluk hidup). Turunan proposisi 2.3.1. yaitu proposisi 2.3.1.1. (Eksperimen menunjukkan bahwa DNA merupakan materi genetik), proposisi 2.3.1.2. (DNA dan RNA merupakan polimer dari nukleotida yang tersusun atas tiga unit asam amino) dan proposisi 2.3.1.3. (DNA berbentuk rantai heliks ganda yang saling berpasangan). Proposisi ini membahas materi genetik sampai pada tahapan molekuler. Hal ini tergambar dari judul awal pokok bahasan yaitu "*Moleculer of the Gen*". Bahasan sederhana tentang kromosom, DNA, dan gen telah terangkum secara umum dalam proposisi 2.1.2, 2.1.3, dan 2.1.4. Proposisi tersebut membahas tentang proses pembelahan sel dan pola-pola hereditas Mendel.

KD 2.3 pada tingkat SLTP (mendeskripsikan proses pewarisan dan hasil pewarisan sifat serta penerapannya), mengalami pendalaman pada KD SMA sehingga menjadi dua KD. kedua KD tersebut adalah, menjelaskan keterkaitan antara proses pembelahan mitosis dan meiosis dengan pewarisan sifat, dan menerapkan prinsip hereditas dalam mekanisme pewarisan sifat. Hal ini mengisyaratkan bahwa pada tingkat SLTP, bahasan meiosis dan mitosis yang

merupakan bagian dari standar kompetensi "memahami kelangsungan hidup makhluk hidup" pada KD 1 berhubungan dengan KD 3 dengan penghubung KD

2. Untuk mengetahui kemampuan guru dalam mengidentifikasi materi ajar berdasarkan prinsip pengembangan bahan ajar dapat dilihat pada Tabel 4.7. Berdasarkan Tabel 4.7, persentase pilihan kelompok pembandingan dan eksperimen pada proposisi pengayaan dari KD SLTP, lebih besar pada kelompok eksperimen daripada kelompok pembandingan. Kecuali pada proposisi 2.2.5. (Ahli-ahli biologi yang melakukan penelitian dengan bunga-bunga dan lalat buah menemukan bahwa gen-gen tertentu terhubung).

Tabel 4.7. Kemampuan Guru dalam Identifikasi Materi ajar Berdasarkan Prinsip Pengembangan Bahan Ajar

No	Proposisi Materi	KD						Kelompok		Ket.
		SLTP			SMA			Pbd	Eks	
		R	K	A	R	K	A			
1	2.1.1. Hubungan antara pembelahan dan reproduksi sel	1	1	1	0	0	0	47%	86%	Sesuai
2	2.1.2. Siklus sel Eukaryot dan mitosis	1	1	1	3	3	3	10%	6%	Sesuai
3	2.1.3. Meiosis dan proses pindah silang pada kromosom seks	2	2	2	3	3	3	65%	65%	Sesuai
4	2.1.4. Alterasi jumlah kromosom dan struktur	2	2	0	5	5	5	7%	67%	Pengayaan
5	2.2.1. Gagasan mengenai hereditas: Sejarah masa lalu hereditas	2	2	2	0	0	0	30%	100%	Sesuai
6	2.2.2. Genetik modern sebagai sebuah sains hereditas dimulai dari penelitian kualitatif Mendel	3	3	3	4	4	4	63%	65%	Sesuai
7	2.2.3. Hereditas menggambarkan aturan-aturan probabilitas	3	3	3	4	4	4	55%	100%	Sesuai

										%	
8	2.2.4. Terdapat sejumlah variasi dari prinsip sederhana Mendel	3	3	3	4	4	4	30%	83%	Sesuai	
9	2.2.5. Ahli Biologi yang melakukan penelitian dengan bunga-bunga dan lalat buah menemukan bahwa gen-gen tertentu terhubung	3	3	0	4	4	4	20%	0%	Pengayaan	
10	2.2.6. Sepasang kromosom seks menentukan jenis kelamin pada banyak spesies	3	3	3	4	4	4	40%	83%	Sesuai	
11	2.3.1. Struktur material genetik pada makhluk hidup	0	0	0	1	1	1	10%	0%	SMA	
12	2.3.2. Proses replikasi DNA sebagai bagian dari proses pembelahan sel	0	0	0	2	2	2	0%	0%	SMA	
13	2.3.3. Aliran informasi genetik dari DNA ke RNA menuju protein	0	0	0	2	2	2	0%	0%	SMA	
14	2.3.4. Genetika pada virus dan bakteri	1	1	0	0	0	0	23%	52%	Pengayaan	
15	2.4.1. Regulasi gen pada kontrol ekspresi gen	0	0	0	*	*	*	0%	0%	SMA	
16	2.4.2. Prinsip kloning pada hewan dan tumbuhan	4	4	4	*	*	*	0%	0%	Materi biotek	
17	2.4.3. Kontrol gen pada pertumbuhan embrio	0	0	0	*	*	*	0%	0%	Tidak sesuai	
18	2.4.4. Dasar genetika pada kanker	0	0	0	5	5	5	18%	21%	SMA	

Keterangan R= Relevansi; K = Konsistensi; A = Adequacy; * = diajarkan pada tingkatan pendidikan tersebut tapi tidak masuk dalam SK yang sama

Dari Tabel 4.7. proposisi yang tidak sesuai KD SLTP ada pada proposisi 2.3.1 (Struktur material genetik), dengan perbandingan persentase pemilih pada kelompok pembanding eksperimen 10% dan 0%. Proposisi 2.4.4 (Dasar genetika pada kanker) pada subkonsep proposisi 2.4.4.4 (menghindar hal-hal penyebab kanker dapat menghindari diri dari penyakit kanker). Subkonsep proposisi 2.4.4.4 lebih banyak dipilih kelompok eksperimen (18 dan 20%) karena dianggap merupakan proposisi lanjutan 2.1.2.7 (Sel tumor yang tumbuh diluar kendali menyebabkan kanker yang berbahaya). Anggapan ini terjadi karena aplikasi proposisi 2.4.4.4 pada media emodul, merupakan animasi lanjutan dari proposisi 2.1.2.7.

Proposisi yang sesuai dengan relevansi, konsistensi dan *adequasi* pada KD SLTP, memiliki persentase pemilih yang lebih besar pada kelompok

eksperimen dibanding kelompok pembanding (74% dan 43%). Hal ini karena pengembangan konsep genetika pada media e-modul berdasarkan tes penguasaan konsep lebih dipahami guru kelompok eksperimen daripada kelompok kontrol, sehingga sejalan dengan hasil penelitian Sitompul (2007) yang menyatakan bahwa para guru cenderung menghindari mengajar konsep-konsep yang dianggap sulit dan menyuruh siswa menghafalkannya saja atau memberikannya pada guru yang lebih kompeten. Sedangkan Shulman (1987) menyatakan bahwa guru yang memahami materi subjek akan lebih mampu mengajarkan materi secara efektif, mengetahui materi apa yang akan lebih mudah atau lebih sukar dipahami siswa, lebih mudah mengorganisir, mengurutkan dan menampilkan materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswanya.

Hal lain yang dapat dianalisis dari kemampuan guru dalam mengidentifikasi materi ajar adalah pola pilihan proposisi guru berdasarkan perlakuan. hal ini bisa dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Pola Pilihan Proposisi pada Kelompok Pembanding dan Kelompok Eksperimen

No	Proposisi makro	Proposisi mikro	Klpk Pembg	Klpk Eksp
1	2.1.1	Hubungan antara pembelahan dan reproduksi sel	3/3	3/3
2	2.1.2.	Siklus sel eukaryot dan mitosis	3/8	6/8
3	2.1.3.	Meiosis dan pindah silang	4/6	6/6
No	Proposisi makro	Proposisi mikro	Klpk Pembg	Klpk Eksp
4	2.1.4.	Alterasi Jumlah kromosom dan struktur	1/3	3/3
5	2.2.1	Gagasan mengenai hereditas di masa lalu	1/1	1/1
6	2.2.2	Genetika modern sebagai sebuah sains hereditas dimulai dari penelitian kuantitatif Mendel	3/3	3/3

7	2.2.3.	Hereditas menggambarkan aturan-aturan probabilitas	2/2	2/2
8	2.2.4.	Terdapat sejumlah variasi-variasi dari prinsip sederhana Mendel	2/2	2/2
9	2.2.5	Ahli-ahli biologi yang melakukan penelitian dengan bunga-bunga dan lalat buah menemukan bahwa gen-gen tertentu terhubung	2/2	0
10	2.2.6	Sepasang kromosom seks menentukan jenis kelamin pada berbagai spesies	2/2	2/2
11	2.3.1	Struktur material genetic	1/3	0
12	2.3.2	Replikasi DNA : Melihat dari dekat replikasi DNAus dan bakteri	0	0
13	2.3.3	Aliran genetik dari DNA ke RNA kemudian protein	0	0
14	2.3.4	Genetik pada virus dan bakteri	3/4	3/4
15	2.4.1.	Regulasi gen pada kontrol ekspresi gen	1/4	0
16	2.4.2	Kloning pada hewan dan tumbuhan	1/2	1/2
17	2.4.3	Kontrol gen pada pertumbuhan embrio	0	0
18	2.4.4	Dasar genetika pada kanker	3/4	1/4
Jumlah Rata-rata			32/62	33/62

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa jumlah proposisi yang dipilih kelompok pembanding dan kelompok eksperimen tidak terlalu berbeda (32 dan 33), tetapi terdapat perbedaan jenis proposisi yang dipilih kelompok pembanding dengan kelompok kontrol. Perbedaan pilihan kelompok pembanding dan kelompok eksperimen berdasarkan Lampiran C.2 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Perbedaan pilihan proposisi mikro pada kelompok pembanding dan kelompok eksperimen.

Kelompok pembanding		Kelompok Eksperimen	
Proposisi	%	Proposisi	%
2.3.1.1. Eksperimen menunjukkan bahwa DNA merupakan material genetic	20	2.1.2.4. Sitokinesis pada sel tumbuhan berbeda dengan sitokinesis sel hewan dalam proses pembentukan dinding atau membrannya	8
2.4.1.4. kromosom mengendalikan regulasi gennya dengan banyak cara	10	2.1.2.8. Tinjau ulang fungsi mitosis sebagai proses pertumbuhan sel, penggantian sel, dan reproduksi aseksual	8

2.4.4.1. Kanker berasal dari mutasi yang terjadi pada gen yang mengendalikan pembelahan	10	2.1.3.4. Orientasi kromosom bebas dalam meiosis dan pembuahan acak menghasilkan keturunan yang bervariasi	50
2.4.4.3. Banyak perubahan dalam sel dan lingkungan yang mendasari pertumbuhan sel	20	2.1.3.5. Kromosom homolog membawa versi gen yang berbeda pada setiap selnya	25
		2.1.4.1. gambaran dari kromosom seseorang dinyatakan dengan karyotipe	58
		2.1.4.3. Sindrom Down merupakan contoh akibat perubahan jumlah dan struktur kromosom seseorang	100

Pilihan proposisi kelompok pembanding pada Tabel 4.9, berdasarkan Tabel 4.7, bukan merupakan bagian dari KD SLTP, kecuali pada proposisi 2.4.4.3 yang merupakan materi pengayaan. Pilihan proposisi ini didominasi oleh guru K3, berdasarkan data pendukung diketahui bahwa K3 merupakan guru dengan pengalaman mengajar 1 tahun, mengajar di kelas VII dan masih honorer sehingga cenderung untuk memilih proposisi yang sesuai dengan pelajaran yang ia dapat dari bangku perkuliahan. Hal ini senada dengan pendapat Hewson & Hewson (1989) yang menyatakan bahwa guru-guru sains memiliki konsep dan pengetahuan sains berdasarkan apa yang mereka dapatkan selama belajar di sekolah atau di universitas sehingga Simmons *et al.* (1999) menyatakan bahwa guru-guru sains cenderung akan memberikan pembelajaran yang sama seperti yang selama ini mereka peroleh di bangku kuliah.

Pilihan berbeda kelompok eksperimen pada proposisi 2.1.4.3 dan 2.1.4.1 pada Tabel 4.9 berdasarkan Tabel 4.7 merupakan materi pengayaan, sedangkan proposisi 2.1.3.4 dan 2.1.3.5 pada Tabel 4.9 berdasarkan Tabel 4.7. masih termasuk dalam KD tingkatan SLTP, demikian juga proposisi 2.1.2.8, 2.1.2.3,

dan 2.1.2.4. Pada proposisi 2.1.4.1 dan 2.1.4.3 walaupun merupakan materi pengayaan tetapi dipilih oleh 58% dan 100% kelompok eksperimen. Hal ini karena menurut hasil wawancara, guru menyatakan bahwa proposisi 2.1.4.1 dan 2.1.4.3 yang menjelaskan tentang alterasi kromosom dan sindrom down merupakan materi kontekstual yang ada dalam lingkungan keseharian siswa. Materi tentang proses memperoleh alterasi kromosom menurut para guru dijelaskan dengan cukup baik pada e-modul, sehingga dipahami oleh guru dan dijadikan sebagai bagian dari materi pembelajaran. Dari media e-modul yang dipelajari, para guru juga baru mengetahui bahwa ternyata sindrom down bukan hanya penyakit yang diturunkan tetapi bisa juga disebabkan oleh faktor lingkungan dan usia calon ibu yang menyebabkan terjadinya ekstra kromosom 21. Berikut petikan wawancara dengan guru:

Peneliti : pada Media ini materi apa yang baru ibu ketahui dan menarik untuk disampaikan di kelas?

Guru : Banyak hal yang baru saya ketahui dari e-modul dan menurut saya baik untuk disampaikan pada siswa setingkat SLTP, salah satunya adalah tentang sindrom down, saya baru tahu kalau sindrom down bukan hanya disebabkan oleh faktor keturunan tapi juga oleh lingkungan dan usia calon ibu. Saya tadinya berpikir bahwa faktor satu-satunya penyebab sindrom down adalah keturunan sehingga ketika ada anak teman yang kena sindrom down tanpa adanya faktor keturunan saya cukup bingung dengan fenomena tersebut, sekarang saya mengerti dan menurut saya ini menarik untuk disampaikan pada siswa karena cukup kontekstual. (Wawancara guru E.12)

Hal lain yang dapat dianalisis dari pola guru dalam mengidentifikasi materi ajar adalah latar pendidikan, dan riwayat mengajar guru. Dari lampiran B.3 dapat dilihat bahwa guru yang tidak mengajar di kelas IX ((E5 dan E12)

cenderung memilih proposisi lebih banyak (29 dan 26 proposisi mikro). guru yang latar pendidikannya bukan dari biologi (E7), tetapi masih berhubungan dengan biologi dan mengajar dikelas IX juga cenderung memilih proposisi yang lebih banyak (29 proposisi). Berbeda dengan guru yang memiliki latar belakang bukan biologi (E10 dan E11), dan tidak berhubungan dengan biologi. Pilihan proposisi guru lebih sedikit (15 dan 16) dan dilakukan secara acak tanpa melihat hubungan konsep antar proposisi. Proposisi dipilih karena menurut pengakuan guru penjelasannya dalam media e-modul cukup lengkap dan berhubungan dengan sesuatu yang real dalam kehidupan (proposisi 2.1.2. dan 2.4.4 tentang tumor dan dasar genetika kanker). Hal ini sejalan dengan Bodenhausen (1988) dalam Sitompul (2007) yang menyatakan bahwa latar belakang pendidikan guru yang tidak sesuai dengan bidang yang diajarkan berpengaruh terhadap kemampuan akademis. Seringkali guru dengan tipe ini memiliki materi subyek yang dangkal, tidak lengkap, salah, serta tidak memiliki struktur keilmuan yang baik.

Guru yang memahami materi subjek dan melihat dengan lebih baik hubungan antar proposisi pada materi akan lebih mampu mengajarkan materi secara efektif, mengetahui materi apa yang akan lebih mudah atau lebih sukar dipahami siswa, lebih mudah mengorganisir, mengurutkan dan menampilkan materi sesuai dengan tingkat kemampuan siswanya.

Pemahaman struktur keilmuan yang tidak baik itu pula menyebabkan guru-guru pada kelompok pembanding cenderung memilih proposisi secara acak tanpa melihat keterkaitan antar konsep. Media cetak yang mereka pelajari menurut pengakuan hasil wawancara tidak memperlihatkan dengan jelas hubungan antar

konsep sehingga mereka memilih proposisi berdasarkan pengetahuan mereka saja. Hal ini sejalan dengan pernyataan Simon (1999) yang menyatakan bahwa guru-guru sains cenderung memberikan pembelajaran yang sama seperti apa yang selama ini mereka peroleh dibangku kuliah.

Sayangnya pengetahuan guru tentang hubungan antar proposisi tersebut tidak terlihat dari penjabaran materi RPP yang disusun. RPP yang disusun setelah perlakuan tetap seperti semula. Ketika hal ini dikonfirmasi kepada responden, sebagian guru mengatakan bahwa mereka telah terbiasa menuliskan tema materi saja pada materi pokoknya. Hal ini karena pengembangan materi pada materi pokok tidak dianggap terlalu penting oleh kepala sekolah maupun pengawas.

Hasil wawancara lanjutan terlihat bahwa pembelajaran dengan e-modul berpengaruh terhadap pemahaman guru tentang materi genetika. Guru yang mendapat perlakuan dengan media e-modul cenderung bisa melihat hubungan konsep perkembangbiakan, meiosis dan pola-pola pewarisan sifat. Berbeda dengan kelompok pembanding yang mengatakan bahwa materi genetika hanya pada KD 2.3 tidak berhubungan dengan KD yang lainnya (Lihat Tabel 4.6) sehingga guru pada kelompok pembanding cenderung memilih proposisi dengan tidak melihat hubungan antar konsep (Lampiran C.2).

Selama ini biasanya menurut guru, mereka mengajarkan konsep pola-pola pewarisan sifat seolah-olah terpisah dengan perkembangbiakan dan meiosis. Awalan mengajar genetika langsung pada Mendel dan penelitiannya pada kacang ercis, beberapa guru memulai dengan praktikum menggunakan kacang ercis dan beberapa yang lain memulai dari variasi yang terjadi pada manusia. Konsep

kromosom, DNA dan gen hanya disinggung pada materi tentang meiosis dengan abstrak dan tidak menyentuh pada pola-pola pewarisan sifat. Sejalan hasil penelitian Banet & Ayuso (2000), yang mengatakan bahwa guru sekolah menengah cenderung mengajarkan materi genetika dengan titik awal hukum Mendel dengan penelitian pada kacang ercisnya. Padahal kacang ercis bukanlah sesuatu yang dikenal oleh siswa, sehingga tidak menarik perhatian mereka. Beberapa siswa sekolah menengah tidak mengetahui bahwa kacang ercis adalah tumbuhan yang tersusun atas banyak sel, dan setiap sel itu mengandung kromosom dan gen. Beberapa guru memulai dari meiosis tetapi tidak menghubungkannya dengan konsep pewarisan sifat padahal peristiwa meiosis merupakan pangkal mula terjadinya pewarisan sifat. Kondisi tersebut menurut beberapa tokoh (Banet & Ayuso,1995; Collins & Stewart,1989 dalam Banet & Ayuso, 2000) membuat pengajaran genetika yang dilakukan guru hanya memberikan efek yang sedikit terhadap perubahan konsepsi siswa. Agar terjadi perubahan yang signifikan, Banet & Ayuso(2000) menganjurkan agar pembelajaran genetika diperbaiki dari sisi perencanaan pembelajaran dan strategi pembelajaran. Hal ini sejalan *tesis* yang diajukan oleh Ibadiyati (2002) bahwa peranan struktur substansi fokus dalam PBM menentukan dalam membangun pengetahuan siswa.