

HOW INTERACTIVE MULTI MEDIA AFFECTED STUDENTS' COGNITION IN LEARNING BIOLOGY AT THE MIDDLE AND THE HIGHER EDUCATION LEVEL?

Fransisca S. Tapilouw*, Enjang A. Juanda,
Herlinawati Hutagalung, Salmiyati, Mestika Sekarwinahyu,

Abstract. The aim of this research was to analyze the using of interactive multi media (IMM) on learning biology towards generic skills, concept attainment, and students' retention at the middle and higher education level by using descriptive analyses comparative methods. The result at junior high school showed that IMM can raise concept attainment of "Diversity at Organisms Level" ($\alpha=0.05$) and developed generic skill as well between individual IMM and conventional class. The result at senior high school showed that IMM can raise concept attainment of "Nervous System" at "fair" category level by using objective test, although there was significant difference ($\alpha=0.05$) between individual IMM and classical IMM class. Concept mapping test showed that concept attainment raise at "fair" level but there was no significant difference between those classes. Students' retention at both classes was quite high: 109.1 % for individual IMM class and 105.65 % for classical IMM class, different significantly ($\alpha=0.05$). The using of IMM at university level on concept "Genetics substance and Protein Syntheses" showed concept attainment was raising at "fair" level, but "low" level on concept mapping. Both tests couldn't reach the mastery learning level. Students' retention was quite "high" for objective test and concept mapping.

Key words: interactive Multi media, concept attainment, generic skills, concept mapping, students' retention

*) **Presenter.** Lecturer at Biology Department UPI

PENDAHULUAN

Perkembangan sains dan teknologi yang semakin pesat perlu disikapi secara arif oleh para pendidik terutama karena semakin meluasnya pemanfaatan multimedia dalam pembelajaran, khususnya dalam pembelajaran IPA. Kurikulum yang berlaku saat ini di jenjang pendidikan menengah menghendaki pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, yang menuntut kreativitas guru dalam pengelolaan pembelajaran. Pada berbagai jenjang pendidikan mulai dari jenjang pendidikan menengah (SMP, SMA), hingga jenjang pendidikan tinggi terdapat konsep-konsep biologi yang bersifat abstrak dan sulit dipahami oleh pembelajar. Agar konsep-konsep yang bersifat abstrak ini dapat dipahami oleh pembelajar, maka diperlukan kreativitas guru maupun dosen untuk menyajikan pembelajaran yang lebih mudah dipahami oleh pembelajar. Salah satu diantaranya adalah dengan memanfaatkan multimedia interaktif.

Pada jenjang SMP kelas VII, konsep “Keragaman tingkat organisasi kehidupan” merupakan salah satu konsep yang abstrak, yang tidak semuanya dapat dijelaskan melalui praktikum dan metode konvensional di kelas. Multi media interaktif dipilih untuk meningkatkan pemahaman konsep abstrak tersebut dan keterampilan generik siswa. Keterampilan generik yang akan dikaji meliputi (1) pemahaman tentang hukum sebab akibat, (2) kesadaran tentang skala besaran, (3) inferensi logis, dan (4) membangun konsep yang kesemuanya itu diukur melalui tes tertulis dan observasi kinerja siswa. Model pembelajaran yang digunakan adalah model siklus belajar yang terdiri atas 3 fase yaitu : fase eksplorasi, fase pengenalan konsep, dan fase aplikasi konsep (Carin, Arthur, 1997:72).

Pada jenjang SMA, multi media interaktif diimplementasikan pada pembelajaran konsep “Sistem saraf” yang merupakan konsep abstrak untuk kelas XI. Dalam pembelajaran system saraf multi media interaktif digunakan untuk meningkatkan pemahaman dan retensi siswa. Pemahaman siswa dijangkau melalui tes tertulis dan tes peta konsep. Retensi dilakukan tiga minggu setelah tes tertulis.

Pada jenjang pendidikan tinggi multi media interaktif diimplementasikan di Universitas Terbuka (UT) yang menggunakan Sistem Pendidikan Jarak Jauh (SPJJ) dan perkuliahan yang bersifat mandiri melalui sistem modul di mana proses pembelajaran yang bersifat interaktif tidak mudah untuk dilakukan. Oleh karena itu, bahan ajar merupakan komponen utama dan penentu dalam penyelenggaraan pendidikan pada SPJJ. Untuk mengatasi kesulitan mahasiswa dalam memahami bahan ajar, UT telah menyiapkan berbagai bantuan belajar salah satunya berupa program Pembelajaran Berbantuan Komputer Interaktif (PBK), sehingga peserta didik dimungkinkan untuk memberikan respon, menerima umpan balik, mempelajari materi yang lebih disukai lebih dahulu, menerima koreksi, mempunyai kesempatan untuk melakukan perbaikan, dan memperoleh penguatan. Konsep yang dipilih adalah konsep „Substansi genetik dan sintesis protein“ yang merupakan konsep abstrak dengan proses yang rumit. Konsep-konsep tersebut dapat divisualisasikan dalam bentuk gambar, bagan, maupun dalam bentuk animasi, serta dapat disimulasikan melalui program komputer. Dalam kajian ini multi media interaktif digunakan untuk meningkatkan pemahaman dan retensi mahasiswa pada konsep substansi hereditas dan sintesis protein, serta untuk menghasilkan program PBK interaktif yang sesuai dengan karakteristik SPJJ dan memudahkan mahasiswa mempelajari konsep substansi hereditas dan sintesis protein. Pemahaman konsep dijangkau

melalui tes tertulis dan tes peta konsep. Retensi mahasiswa dijangar melalui tes tertulis tiga minggu setelah tes pertama.

Secara umum masalah yang akan dikaji adalah: ‘Bagaimanakah peranan MMI terhadap pemahaman konsep dan peningkatan kemampuan generik siswa (jenjang SMP), pemahaman konsep dan retensi siswa (SMA) dan pemahaman konsep dan retensi mahasiswa (Universitas)?’ Kajian ini bertujuan untuk menganalisis peranan multi media interaktif dalam pembelajaran biologi pada jenjang pendidikan SMP, SMA dan universitas.

Berdasarkan kajian yang dilakukan pada masing-masing jenjang pendidikan, terdapat beberapa perbedaan dalam sistem pemanfaatan multi media. Pada jenjang SMP dan SMA peran guru masih dominan untuk membimbing siswa melalui pembelajaran tatap muka. Dalam pembelajaran tatap muka, proses merekonstruksi pengetahuan dibantu oleh guru melalui berbagai teknik dan strategi pembelajaran sehingga terjadi interaksi di kelas. Multi media interaktif baik yang bersifat individual maupun klasikal dilakukan di kelas di bawah bimbingan dan pengawasan guru. Pada saat ini multi media interaktif merupakan hal yang baru di sekolah yang memerlukan pemahaman dan keterampilan siswa maupun guru dalam menggunakan komputer. Oleh karena itu pemanfaatannya dalam pembelajaran sangat menarik bagi siswa, namun memerlukan waktu yang lebih lama bagi guru dalam mempersiapkan pembelajaran. Berbeda halnya dengan pembelajaran mandiri dengan sistem pendidikan jarak jauh (SPJJ) dengan bantuan modul yang dilakukan di Universitas terbuka (UT). Kedudukan multimedia interaktif dalam hal ini lebih mengarah pada perintisan Pembelajaran Berbantuan Komputer (PBK)

Bentuk interaksi antara peserta didik dengan bahan ajar yang dapat dihadirkan dalam proses pembelajaran pada SPJJ adalah menggunakan media yang memang memiliki kemampuan interaktif. Bahan ajar berbantuan komputer sangat potensial untuk menciptakan teraksi. Heinich, *et al.* (1996) mengemukakan sejumlah bentuk interaksi yang dapat dimunculkan melalui media komputer seperti penyajian praktik dan latihan, tutorial, permainan, simulasi, penemuan dan pemecahan masalah. Kedudukan PBK dalam SPJJ di UT, adalah sebagai bahan ajar suplemen yang berfungsi untuk menambah wawasan dan pemahaman mahasiswa dalam mempelajari materi yang terdapat dalam bahan ajar utama (modul), terutama untuk membantu mahasiswa memahami konsep-konsep yang sulit dan abstrak.

Proses belajar mengajar yang bersifat interaktif, yang dipercaya mampu memberikan nilai tambah pada kualitas pendidikan jarak jauh, semakin dituntut dan menjadi prasyarat. Moore dalam Padmo (1999:172) mendiskusikan tiga jenis interaksi yang sangat esensial yaitu interaksi antara peserta didik – pengajar, peserta didik – bahan ajar, dan peserta didik – peserta didik. Sementara itu, Bates dalam Padmo (1999:172) mengemukakan dua jenis interaksi yang dapat diwujudkan dalam kegiatan pembelajaran jarak jauh yaitu, interaksi yang bersifat individual atau *isolated activity* (interaksi antara peserta didik dengan bahan ajar) dan interaksi sosial atau *social activity* (interaksi yang terjadi antara dua orang atau lebih mengenai bahan ajar yang tengah dipelajari). Jenis interaksi yang dikemukakan oleh Bates dan Moore ini merupakan sebuah konsep yang cukup mendasar yang bila dikaitkan dengan pemanfaatan media dapat diterjemahkan ke dalam sejumlah pemikiran yang mungkin dapat diterapkan dalam SPJJ.

Program PBK yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki kemampuan menjelaskan materi secara interaktif yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan

modul, yaitu kemampuannya dalam memvisualisasikan konsep yang abstrak dalam bentuk animasi. Kemampuan komputer yang dapat digunakan untuk mengajarkan konsep-konsep aturan, prinsip, langkah-langkah, proses, dan kalkulasi yang kompleks serta kemampuan komputer dalam menjelaskan konsep tersebut dengan sederhana dengan penggabungan visual dan audio yang dianimasikan, cocok digunakan untuk kegiatan pembelajaran mandiri.

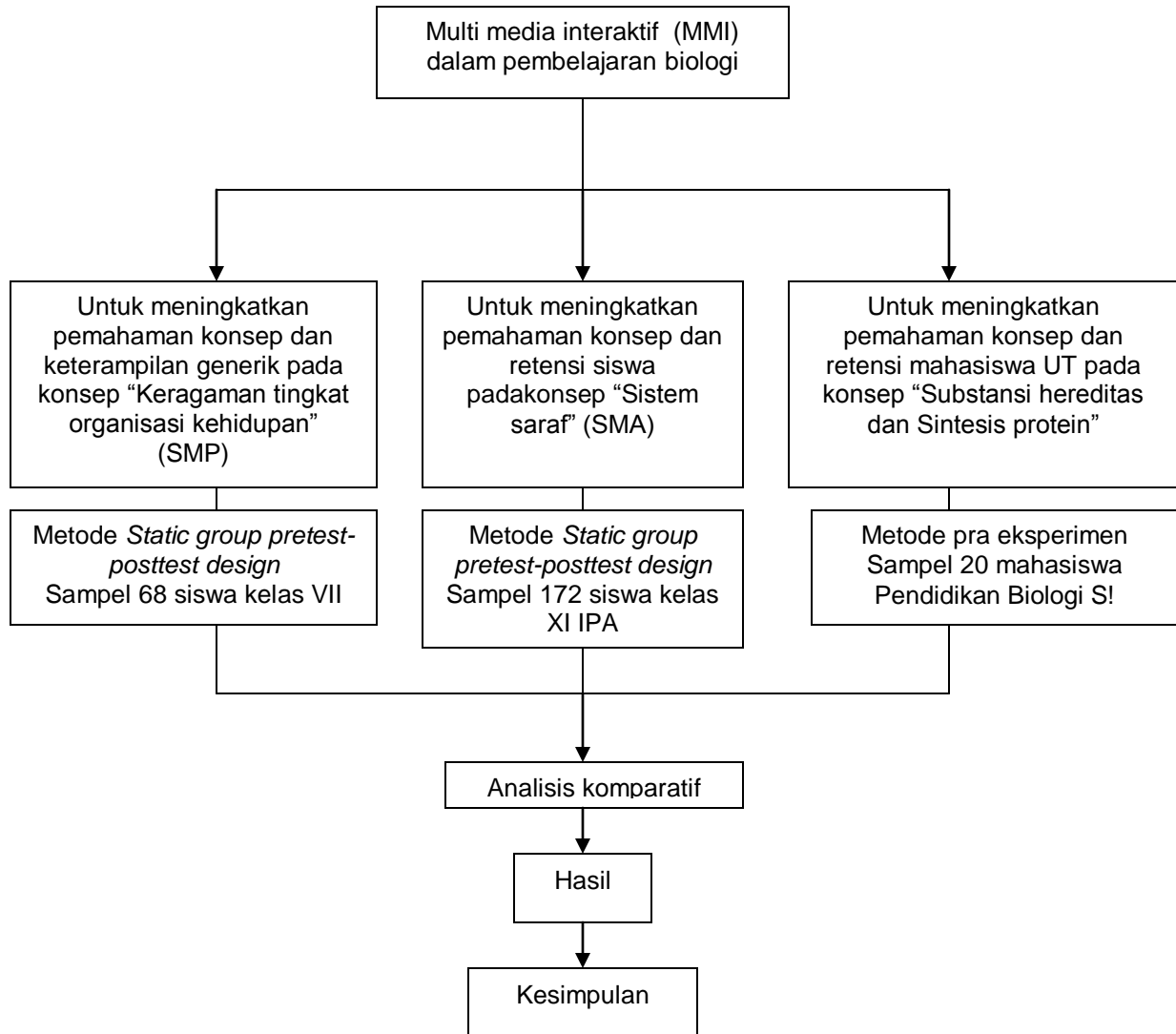
Menurut Dahar (1996:110) belajar bermakna akan terjadi jika peserta didik dapat menghubungkan/mengaitkan konsep lama dengan konsep baru sehingga terbentuk suatu konsep yang mantap. Informasi yang disimpan sebagai konsep dapat digunakan dalam berbagai situasi, termasuk yang sangat berbeda dari yang digunakan dalam proses belajar. Belajar konsep merupakan suatu yang penting bagi manusia terutama dalam bidang pendidikan, karena belajar konsep merupakan hasil utama pendidikan. Konsep-konsep dapat diperoleh dengan dua cara, yaitu formasi konsep (*concept formation*) dan asimilasi konsep (*concept assimilation*) Dahar (1996:79). Purwanto (1990:44) menyatakan bahwa pemahaman konsep merupakan tingkat kemampuan yang mengharapakan peserta didik mampu memahami arti/konsep, situasi serta fakta yang diketahui, serta dapat menjelaskan dengan menggunakan kata-kata sendiri sesuai dengan pengetahuan yang dimilikinya dengan tidak mengubah artinya.

Deese (1959:237), menyatakan bahwa retensi merupakan salah satu aspek utama pembelajaran manusia dan tingkah laku kerja yang dipelajari melalui metode percobaan. Retensi merupakan bagian dari fase-fase yang dapat ditemukan dalam proses belajar di sekolah. Fase-fase tersebut terdiri dari fase motivasi, fase konsentrasi, fase mengolah, fase menyimpan, fase menggali, fase prestasi dan fase umpan balik (Winkel, 1996:451). Winkel (1996:449) mengatakan bahwa fase penyimpanan (retensi) terjadi diantara saat fiksasi dan evokasi. Sesuatu yang disimpan tersebut disebut bekas ingatan. Bekas ingatan tidak diketahui dengan jelas bagaimana wujud seluruhnya dari bekas ingatan itu tetapi hanya terdapat sesuatu yang disimpan untuk digunakan di kemudian hari. Menurut Deese (1959:343) seseorang yang mempunyai banyak konsep yang harus diingat dapat menyebabkan retensinya rendah. Sedangkan seseorang yang mempunyai sedikit konsep yang harus diingat menyebabkan retensinya tinggi.

Menurut Novak dan Gowin (1985:15) peta konsep merupakan suatu alat (dapat berupa skema) yang digunakan untuk menyatakan hubungan yang bermakna antara konsep-konsep dalam bentuk proposisi-proposisi. Proposisi merupakan gabungan dua konsep atau lebih yang dihubungkan oleh kata-kata penghubung. Dalam bentuknya yang paling sederhana, suatu peta konsep terdiri dari dua konsep yang dihubungkan oleh satu kata penghubung untuk membentuk suatu proposisi. Dalam pendidikan, peta konsep dapat diterapkan untuk berbagai tujuan diantaranya: menyelidiki apa yang telah diketahui peserta didik, mempelajari cara belajar peserta didik, mengungkapkan konsepsi yang salah, dan sebagai alat evaluasi. Selama ini alat evaluasi yang digunakan untuk mengetahui pemahaman peserta didik yang dikenal baik oleh pengajar maupun peserta didik adalah tes tertulis dalam bentuk tes objektif maupun tes esai. Peta konsep merupakan salah satu teknik evaluasi untuk mengukur pemahaman peserta didik pada konsep-konsep yang telah dipelajarinya.

METODE

Metode yang digunakan adalah studi deskriptif komparatif (non eksperimental), yaitu kajian untuk menyelidiki hubungan antara suatu variabel terhadap variabel lainnya dengan mengkaji perbedaan peranan variabel bebas terhadap variabel tak bebas pada kelompok yang berbeda (McMillan dan Schumacher, 2001:287). Dalam hal ini dilakukan analisis terhadap peranan MMI terhadap pemahaman konsep, kemampuan generik dan retensi siswa. Untuk jelasnya, alur penelitian digambarkan sebagai berikut:



Gb 1. Alur penelitian

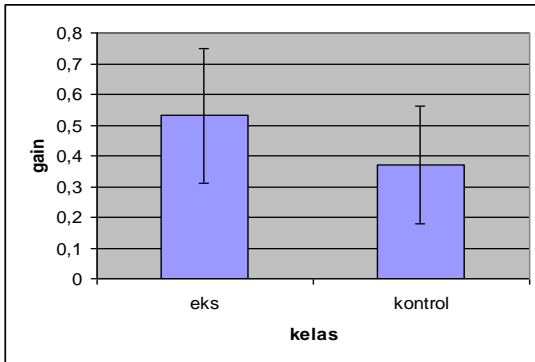
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Analisis

1.1. Jenjang SMP

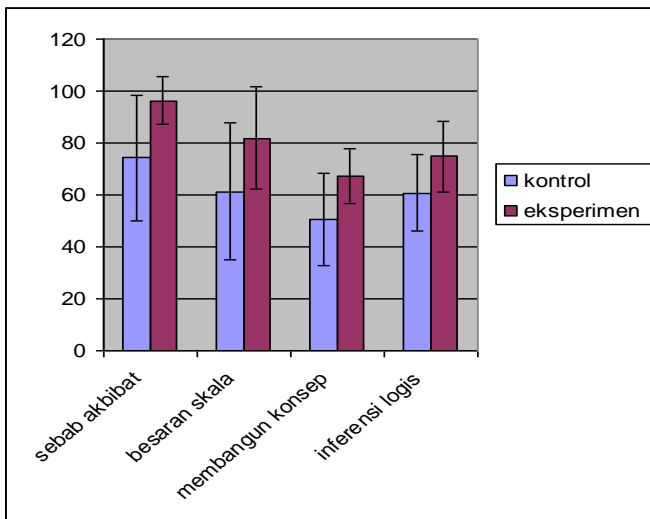
Berdasarkan perhitungan *statistic gain* ternormalisasi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk konsep “keragaman tingkat organisasi kehidupan” siswa pada jenjang

SMP, terdapat perbedaan rerata (\bar{X}) yaitu: \bar{X} kelas eksperimen (pembelajaran dengan MMI) = 0,53(\pm 0,22) dan \bar{X} kelas kontrol (pembelajaran konvensional)= 0,37(\pm 0,19). Hasil uji perbedaan rerata (uji Z) menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konsep setelah pembelajaran berbeda signifikan ($\alpha=0,05$) antara kedua kelompok tersebut. Untuk jelasnya ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini



Gb 2. Skor rerata gain peningkatan pemahaman siswa pada konsep “keragaman tingkat organisasi kehidupan”

Ketrampilan generik yang diukur setelah pembelajaran pada kedua kelas tersebut dibatasi pada (1) sebab akibat (2) besaran skala (3) membangun konsep, dan (4) inferensi logis. Hasil uji perbedaan dengan Uji Mann-Whitney U menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelas tersebut untuk setiap aspek keterampilan generik dengan rerata hasil yang ditunjukkan pada gambar 3 di bawah ini

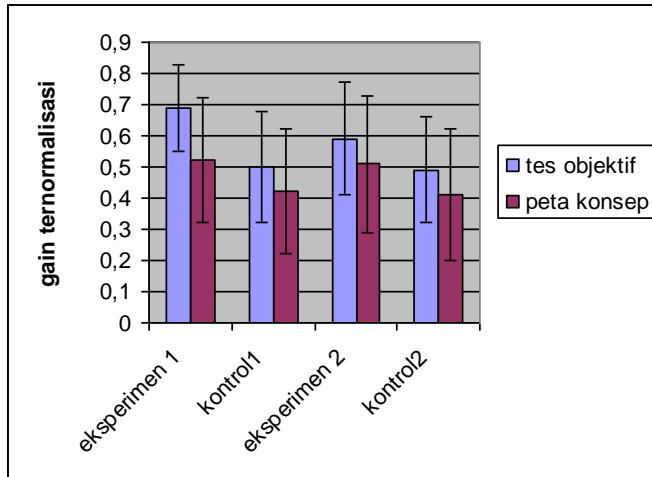


Gb 3. Perbandingan nilai keterampilan generik antara kelas kontrol dengan kelas eksperimen pada konsep “keragaman tingkat organisasi kehidupan”,

Pembelajaran dengan menggunakan MMI sangat disenangi oleh siswa karena siswa merasa lebih terbantu dalam memahami konsep. Penyajian konsep melalui animasi, variasi gambar, teks, warna, juga kuis dan symbol yang ditampilkan dalam program merangsang siswa berpikir dan memotivasi siswa untuk mempelajari konsep tersebut. Namun demikian, pembelajaran dengan menggunakan MMI menuntut keahlian guru dalam menggunakan dan mengoperasikan peralatan teknologi pendidikan. Hal ini merupakan salah satu kendala di lapangan yang perlu segera diatasi.

1.2. Jenjang SMA

Untuk jenjang SMA, pemahaman konsep dijarung melalui tes objektif dan tes peta konsep. Hasil perhitungan *statistic gain* menunjukkan kriteria gain termasuk kategori “sedang” baik untuk tes objektif maupun peta konsep. Capaian hasil tes pemahaman konsep yang dijarung melalui tes objektif dan peta konsep disajikan pada gambar 4 di bawah ini. Peneliti menggunakan 4 kelas yaitu 2 kelas eksperimen (MMI individual dan MMI klasikal) dan 2 kelas kontrol (pembelajaran biasa dengan bantuan media OHT, carta, slide, dengan metode diskusi dan ceramah)

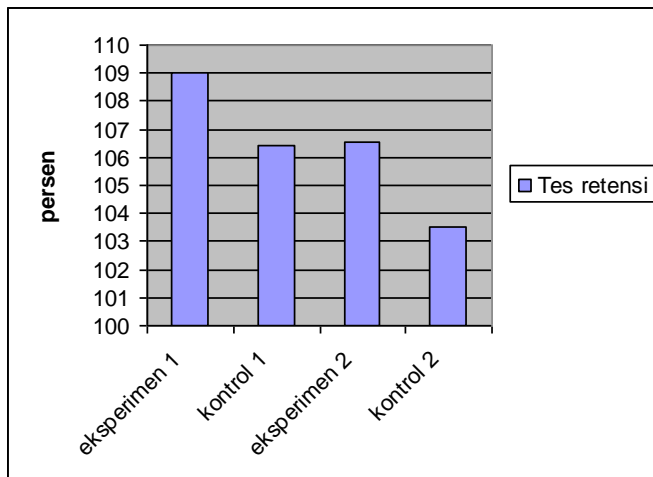


Gb 4. Perbandingan nilai *statistic gain* untuk tes objektif dan peta konsep “system saraf” untuk jenjang SMA.

Berdasarkan hasil uji normalitas data di atas berdistribusi normal, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji Z. Hasilnya adalah untuk peningkatan pemahaman konsep pada masing-masing kelompok yaitu kelas eksperimen 1 dengan kelas kontrol 1 dan kelas eksperimen 2 dengan kelas kontrol 2 menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 0,05$). Akan tetapi tidak ada perbedaan signifikan antara kelas eksperimen 1 (MMI individual) dan eksperimen 2 (MMI klasikal)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa secara umum siswa tidak mengalami kesulitan dalam mempelajari program. Untuk kelas dengan pembelajaran MMI individual para siswa menunjukkan keseriusan dalam mempelajari materi karena mereka menggunakan komputer secara individual dan guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran. Pada kelas MMI klasikal, peran guru sangat menonjol dalam pembelajaran di samping sebagai fasilitator. Untuk kelas kontrol siswa juga menunjukkan keseriusan karena guru membawakan pelajaran secara menarik dengan bantuan media dengan metode diskusi dan ceramah.

Tes retensi (postes 2) yang diberikan tiga minggu setelah postes1 menunjukkan kenaikan yang cukup menonjol pada keempat kelas, yaitu kelas eksperimen 1 (MMI individual) = 109,01%; kelas eksperimen 2 (MMI klasikal) = 106,56%; kelas kontrol 1 = 106,59%; kelas kontrol 2 = 103,54%. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan MMI individual mencapai hasil retensi yang paling tinggi dibandingkan dengan pembelajaran lainnya. Hasil selengkapnya disajikan pada Gambar 5 berikut ini:

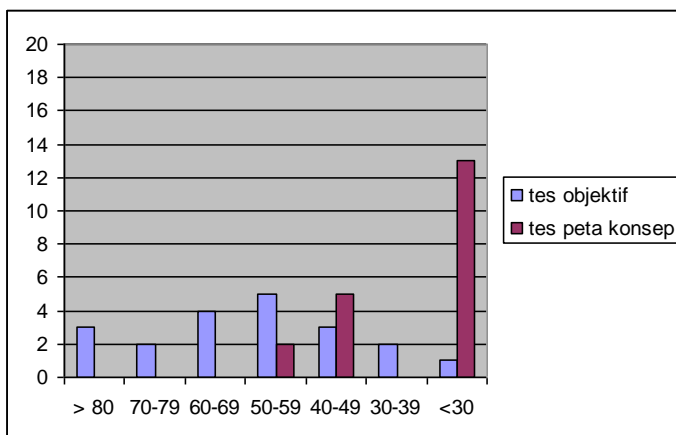


Gb 5. hasil tes retensi konsep “system saraf” yang dilakukan tiga minggu setelah postes

1.3. Jenjang Universitas

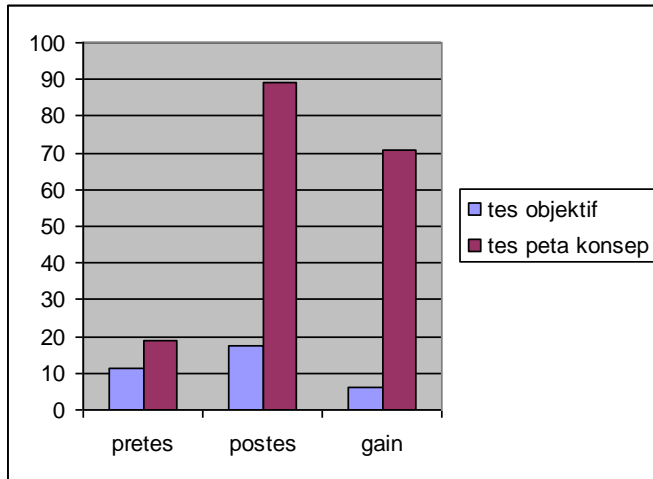
Responden untuk jenjang universitas adalah mahasiswa jurusan Pendidikan Biologi UT. UT menggunakan Sistem Pendidikan Jarak Jauh (SPJJ), dengan bahan ajar dalam bentuk modul. Dalam SPJJ, interaksi pembelajaran terjadi antara mahasiswa dengan modul. Untuk konsep “Substansi Hereditas dan Sintesis Protein” belajar secara mandiri melalui modul dirasakan sulit oleh mahasiswa karena konsep ini bersifat abstrak. Untuk itu dibuatlah suplemen modul dalam bentuk MMI yang dikemas dalam Pembelajaran berbantuan computer interaktif. (PBK). MMI diujicobakan di kampus UT dengan 20 orang mahasiswa yang berhasil terjaring sebagai sampel penelitian dalam ujicoba.

Pemahaman konsep dijaring melalui tes objektif dan tes peta konsep, sementara tes retensi dilakukan tiga minggu setelah postes. Dalam SPJJ terdapat sistem belajar tuntas dengan kriteria pencapaian skor $\geq 80\%$. Untuk tes objektif, hanya 3 mahasiswa yang mencapai skor 80% pada postes, sedangkan untuk tes peta konsep tidak ada mahasiswa yang mencapai skor tersebut. Untuk jelasnya dipaparkan pada Gambar 6 berikut ini:



Gb 6 Pencapaian kriteria belajar tuntas mahasiswa pada postes yang dijaring melalui tes objektif dan tes peta

Setelah menggunakan PBK terjadi peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap konsep substansi hereditas dan sintesis protein seperti tampak pada gambar 7 berikut ini, namun untuk tes objektif tidak mencapai criteria belajar tuntas baik pada pretes maupun postes.



Gb 7. Peningkatan pemahaman mahasiswa pada konsep "Substansi hereditas dan sintesis protein setelah menggunakan PBK

Hasil tes retensi menunjukkan bahwa tes pemahaman konsep yang dijarang melalui tes objektif adalah 86% (kategori baik), dan retensi yang dijarang melalui tes peta konsep adalah 247% (sangat baik). Kendala yang dihadapi mahasiswa dengan adanya PBK adalah, umumnya belum terbiasa belajar dengan menggunakan komputer (PBK). Hanya 15% mahasiswa yang sudah terbiasa menggunakan komputer di tempat kerjanya; 65% mahasiswa menyatakan bahwa frekuensi penggunaan komputer di tempat kerja tidak menentu, dan 20% mahasiswa menyatakan tidak pernah menggunakan komputer.

2. Pembahasan

Untuk jenjang SMP tampak bahwa pemahaman siswa mengalami peningkatan. Untuk pembelajaran dengan MMI, terjadi peningkatan yang signifikan. Hal ini sejalan dengan pandangan kaum konstruktivis yaitu belajar merupakan proses pengasimilasian dan penghubung pengalaman yaitu antara bahan yang dipelajarinya dengan pemahaman yang telah dimilikinya sehingga pemahamannya berkembang (Suparno,P., 1997). Pembelajaran ini telah membentuk makna yang diciptakan oleh siswa melalui apa yang dilihat, didengar dan dirasakannya.

Penggunaan MMI dalam pembelajaran "keragaman tingkat organisasi kehidupan" juga berdampak positif terhadap perkembangan keterampilan generik, dimana keterampilan generik pada kelas dengan penerapan MMI memperoleh rerata skor keterampilan generik yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Namun nilai keterampilan generik pada kelas eksperimen tidak berdistribusi normal, sementara pada kelas kontrol berdistribusi normal. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan dan pengalaman siswa dalam menggunakan komputer sangat beragam, sehingga siswa yang terampil menggunakan komputer akan lebih baik nilainya daripada yang kurang terampil.

Untuk jenjang SMA, konsep sistem saraf merupakan konsep yang cukup sulit dan abstrak apabila disampaikan melalui metode ceramah. Perolehan nilai gain tes objektif maupun tes peta konsep pada kelas eksperimen 1 lebih tinggi dari pada kelas eksperimen 2, kelas kontrol 1 dan 2 di mana peran guru lebih menonjol. Hal ini menunjukkan pembelajaran MMI individual memberikan peluang lebih besar bagi siswa untuk melakukan eksplorasi dan simulasi untuk mengkonstruksi pemahaman konsepnya. Hal ini tergolong sebagai konstruktivisme endogen. Pembelajaran dengan MMI juga berperan positif pada retensi siswa.

Untuk jenjang universitas (UT) capaian hasil pemahaman konsep yang dijangkau melalui tes objektif tidak menunjukkan hasil yang memuaskan karena berbagai kendala yang dihadapi mahasiswa, diantaranya adalah kurangnya keterampilan dalam menggunakan komputer, jarang menggunakan atau belum dapat menggunakannya. Sebenarnya motivasi dan kemandirian mahasiswa dalam menggunakan PBK cukup tinggi, namun keterbatasan waktu membuat mereka tidak sempat untuk mengulang-ulang materi yang disajikan dalam PBK. Walaupun ada yang mengulang materi, maka mereka tidak sempat mempelajari materi yang lain. Namun demikian program PBK berpengaruh pada tingginya kemandirian belajar mahasiswa baik pada tes objektif maupun tes peta konsep yang ditunjukkan oleh hasil tes retensi.

Pembelajaran dengan MMI secara umum memang lebih menarik tidak membosankan dan dapat diulang kembali untuk dipelajari, namun kendalanya adalah keterbatasan guru dalam memanfaatkan MMI serta keterbatasan dalam pembuatan program MMI.

KESIMPULAN

Pembelajaran dengan MMI ataupun PBK interaktif di satu sisi memang sangat baik untuk diterapkan, namun pemahaman konsep tidak selalu meningkat secara nyata karena terdapat banyak faktor yang mempengaruhi hasil belajar siswa. Pada jenjang universitas, rerata capaian hasil belajar secara mandiri melalui program PBK tidak mencapai ketuntasan belajar.

Hasil tes retensi umumnya tergolong tinggi (>80%) menunjukkan bahwa MMI dapat meningkatkan kemandirian belajar siswa melalui pengulangan dan simulasi proses yang terdapat dalam program MMI maupun PBK interaktif.

Secara umum pembelajaran dengan MMI maupun PBK sangat menarik dan dapat dipelajari secara berulang-ulang, hal ini ditunjukkan oleh tingginya rerata tes retensi pada jenjang SMA dan Universitas, dan perkembangan keterampilan generik di jenjang SMP

REKOMENDASI

Pengembangan MMI dan program PBK perlu terus disempurnakan dan dikembangkan terutama untuk konsep-konsep abstrak di berbagai jenjang pendidikan. Untuk itu para guru harus diberdayakan agar mampu memanfaatkan dan mengembangkan program teknologi multimedia interaktif. Akan tetapi pemanfaatannya juga perlu disikapi secara arif sebab ada konsep yang mungkin lebih baik dipahami melalui kegiatan *hands-on* (praktikum) atau kegiatan lainnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Arikunto, Suharsimi, (1999), *Prosedur Penelitian*, Jakarta: Rineka Cipta
- Boediono, Wayan Koster, (2004), *Teori dan Aplikasi Statistika dan Probabilitas*, Bandung: penerbit Remaja Rosdakarya
- Campbell, A., Neil, Reece, (2002), *Biology*, 6th ed., San Fransisco: Pearson Education Inc., Benyamin Cummings
- Carin, Arthur A, (1997), *Teaching Science Through Discovery*, Columbus, Ohio: Merrill Publishing Co.
- Deese James (1959), *The Psychology of Learning*, London: McGraw Hill Book Company
- Heinich R, Molenda J, Resell, Smaldino S, (1996) *Instructional Media and Technologies for Learning*, New Jersey: Prentice Hall
- Hutagalung Herlinawati, (2007), *Pemanfaatan Multimedia untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Generik Siswa Pada Konsep Keragaman Tingkat Organisasi Kehidupan*, Tesis SPS UPI: tidak diterbitkan
- Lee, A.T., Hairston, R.V., Thames R., Lawrence, T., Herron, Sherry, (2002), Using Computer Simulation to Teach Science Process Skill to College Biology and Elementary Education Majors in *Journal Bioscene*, Volume 28(4) December 2002; page 35-40
- Macmillan James, Schumacher Sally, (2001), *Research in Education*, New York: Addison Wesley Longman
- Mestika Sekarwinahyu, (2006), *Pengaruh Pembelajaran Berbantuan Komputer Interaktif terhadap Pemahaman dan Retensi Siswa*, Tesis SPS UPI: tidak diterbitkan
- Novak D.J., Gowin Bob (1985), *Learning How to Learn*, New York: Cambridge University Press
- O'Day, Danton H., (2007), The Value of Animation in Biology Teaching: A Study of Long-term Memory Retention, Editor: Dennis Liu, in *The American Society for Cell Biology*, Vol. 6, Fall, 2007
- Padmo, Dewi (1999), "Interaktivitas dalam Proses Belajar Mengajar Pada Sistem Pendidikan Jarak Jauh Melalui Media", dalam *Cakrawala Pendidikan*, Jakarta Universitas Terbuka
- Ratna Willis Dahar (1996), *Teori-teori Belajar*, Jakarta: Erlangga
- Salmiyati, Fransisca, Wawan (2007), Implementasi Teknologi Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran Konsep Sistem Saraf untuk Meningkatkan Pemahaman dan Retensi Siswa, dalam *Journal Pendidikan IPA vol 3, 2007*
- Suparno, Paul (1997), *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*, Yogyakarta: Kanisius
- Winkel (1996), *Psikologi Pengajaran*, Jakarta: Gramedia