

MODEL PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI CALON GURU SEBAGAI KECENDERUNGAN BARU PADA ERA GLOBALISASI

Oleh:

Liliasari

FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia

ABSTRACT

Indonesian people as human resources should be prepared to globalization era in the 21st century, therefore they have to develop their higher order thinking skill rapidly, to improve their quality. Science education has an important role to develop young generation thinking skill, that makes science teachers training needs to be improved. Three science teaching models have been developed to increase science teacher candidates high order thinking skill, consist of Chemical Bond Model of Teaching (MPIK), Thermodynamics Model of Teaching (MPTD) and Anatomy and Physiology of Human Body Model of Teaching (MPAF). Each of the models consists of concept analysis and concept map, learning activities, teaching materials, test item. These studies show the dependency of the higher order thinking aspects and the characteristics of the subject matter in the models, including kind of concepts, width and depth of the subject matter areas. The models have been implemented and evaluated in three institutes of teacher training in Java. The findings show that the models had successfully increased the science teacher candidates way of thinking, on the whole stages of critical thinking skills, that have raised their propositional and combinatorial thinking. The impact shows that science models of learning (MIPA) are available as new trend of science teacher training for the globalization era.

Kata kunci : model pembelajaran, berpikir tingkat tinggi, calon guru IPA

PENDAHULUAN

Untuk memenangkan persaingan bebas pada era globalisasi di abad ke 21 ini, manusia Indonesia perlu meningkatkan keterampilan berpikirnya; terutama keterampilan berpikir tingkat tinggi. Adanya perkembangan pesat iptek menjadikan pendidikan IPA sangat penting bagi semua orang. Berdasarkan hal itu pendidikan IPA dapat dijadikan wahana sentral untuk mengembangkan baik pengetahuan IPA, maupun keterampilan berpikir tingkat tinggi. Guru IPA sebagai ujung tombak pendidikan perlu dibekali dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi, agar dapat mengembangkan pola berpikir siswanya

*) Reviewer: Nuryani Rustaman,
Jurusan Pendidikan Biologi
FPMIPA UPI

dan mampu memecahkan berbagai permasalahan yang dihadapinya di lapangan. Untuk memiliki keterampilan tersebut, calon guru IPA perlu mempelajarinya melalui perkuliahan-perkuliahan yang ditempuhnya di LPTK.

Agar mahasiswa dapat secara aktif mencapai kedua tujuan tersebut, maka perlu disusun suatu *model pembelajaran IPA* yang mengintegrasikan pemahaman pengetahuan IPA dengan pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Berpikir tingkat tinggi yang merupakan proses berpikir kompleks (Presseisen dalam Costa, 1985), dapat dikelompokkan dalam 4 kategori yaitu pemecahan masalah, pembuatan keputusan, berpikir kreatif dan berpikir kritis. Berpikir kritis dapat digunakan untuk menganalisis argumen dan memunculkan wawasan terhadap tiap-tiap makna dan interpretasi; mengembangkan pola penalaran yang kohesif dan logis; memahami asumsi dan bias yang mendasari tiap-tiap posisi; memberikan model presentasi yang dapat dipercaya, ringkas dan meyakinkan (Ennis, 1991). Pola berpikir ini menekankan aspek pemahaman, analisis (Schlect, 1989), dan evaluasi (Gerhard, 1971; Schlect, 1989; Ennis, 1991).

Ilmu kimia, fisika dan biologi sebagai disiplin-disiplin IPA mengandung unsur pengetahuan deklaratif dan prosedural. Dengan demikian mempelajari IPA sebagai pengetahuan deklaratif menghasilkan *perubahan sistem konseptual* individu, melalui *pembentukan konsep* dan *asimilasi konsep* (Ausubel,1968) dalam *proses berpikir konseptual* (Lawson,1979),sedangkan sifat *prosedural* IPA mengembangkan keterampilan proses sains individu melalui praktikum.

Proses berpikir kritis dapat mempersiapkan pembelajar berpikir pada berbagai disiplin ilmu, menuju pemenuhan sendiri kebutuhan intelektualnya dan mengembangkannya sebagai individu berpotensi, karena dalam proses pembelajaran lebih melibatkan pembelajar sebagai pemikir daripada pengumpul pengetahuan (Splitter,1991). Bertolak dari hal tersebut, maka pola berpikir konseptual tingkat tinggi pada penelitian ini mengacu pada pola berpikir kritis. Pola ini mengandung 5 kelompok keterampilan berpikir, yaitu memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan, memberikan penjelasan lanjut, serta mengatur strategi dan taktik. Setiap kelompok berpikir dibagi menjadi 2 sampai 3 subkelompok yang jumlahnya secara keseluruhan menjadi 12 subkelompok. Setiap subkelompok dijabarkan pula menjadi 113 indikator keterampilan berpikir (Ennis dalam Costa, 1985).

Dalam rangka meningkatkan keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi mahasiswa calon guru kimia, fisika dan biologi, perlu disusun model pembelajaran yang dapat mengembangkan kerangka konseptual IPA-nya sekaligus mengembangkan ketreampilan berpikir konseptual tingkat tingginya. Bertolak dari hal tersebut, maka masalah dalam penelitian ini adalah :

“Bagaimana bentuk model pembelajaran IPA yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi mahasiswa calon guru IPA (Kimia, Fisika, Biologi) ?”

Untuk menentukan langkah-langkah penelitian secara lebih operasional, maka masalah tersebut dijabarkan dalam beberapa submasalah sebagai berikut :

- 1) Apa karakteristik materi subyek IPA yang digunakan dalam model pembelajaran IPA ?
- 2) Jenis keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi mana yang dikembangkan dalam model pembelajaran IPA ?
- 3) Apa karakteristik metode, pendekatan, serta alat evaluasi yang digunakan dalam model pembelajaran IPA ?
- 4) Bahan ajar dan sarana penunjang apa yang diperlukan untuk mengoperasikan model pembelajaran IPA ?
- 5) Bagaimana efektivitas dan efisiensi model pembelajaran IPA ?

Model pembelajaran IPA yang disusun diharapkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi mahasiswa calon guru kimia, fisika dan biologi, sehingga mutu lulusan FPMIPA UPI dapat ditingkatkan. Model ini juga diharapkan dapat menjadi percontohan untuk dikembangkan pada berbagai bidang studi lain, baik kependidikan maupun non kependidikan dengan beberapa penyesuaian. Dengan meningkatnya keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi mahasiswa calon guru, diharapkan yang bersangkutan mampu mengembangkan keterampilan tersebut pada para siswanya, serta meningkat pula kemampuannya dalam memecahkan permasalahan dalam pendidikan IPA yang dihadapinya kelak di lapangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode dan Subyek Penelitian

Pada penyusunan model pembelajaran IPA digunakan metode studi dokumen, studi deskriptif teoritis, studi deskriptif naturalistik eksploratif dan studi kuasi eksperimen dengan kajian yang bersifat teoritis dan empiris secara bergantian.

Studi dokumen dilakukan dengan menganalisis silabi materi subyek mata kuliah bidang studi (MKBS) di FPMIPA Jurusan Pendidikan Kimia, Fisika dan Biologi pada Kurikulum FPMIPA 1993 UPI. Studi ini dilakukan untuk menentukan mata kuliah yang materi subyeknya bersifat sebagai dasar untuk mempelajari pengetahuan kimia, fisika dan biologi lebih lanjut, banyak berhubungan langsung dengan materi yang diajarkan di SMU, tetapi sifat bahasannya mendalam; sehingga dapat mengembangkan keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi mahasiswa. Studi deskriptif naturalistik eksploratif dilakukan untuk mempelajari kondisi lapangan mengenai pelaksanaan MKBS yang terpilih pada srudi dokumen, melalui observasi berpartisipasi wawancara dan tes penalaran. Studi deskriptif teoritis untuk menentukan jenis keterampilan berpikir tingkat tinggi dan model pembelajaran yang dipilih, sebagai acuan penyusunan model pembelajaran kimia, fisika dan biologi. Studi kuasi eksperimen dilakukan untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi model pembelajaran IPA yang dikembangkan. Secara lengkap desain studi dapat dilihat pada gambar 1.

Berdasarkan analisis isi perkuliahan dan memperhatikan kesulitan yang dialami mahasiswa, serta keterkaitannya dengan materi subyek yang diajarkan di SMTA; maka mata kuliah yang dipilih untuk dikembangkan model pembelajarannya adalah :

Ikatan Kimia di Jurusan Pendidikan Kimia yang membentuk Model Pembelajaran Ikatan Kimia (MPIK); Termodinamika di Jurusan Pendidikan Fisika yang membentuk Model Pembelajaran Termodinamika (MPTD); Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia di Jurusan Pendidikan Biologi yang membentuk Model Pembelajaran Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia (MPAF). Ketiga mata kuliah tersebut masing-masing berbobot 3 SKS.

Sebagai subyek penelitian yaitu mahasiswa dan dosen pengajar perkuliahan yang sesuai dengan model pembelajaran IPA yang disusun, yaitu 80 mahasiswa semester VI Jurusan Pendidikan Kimia (MPIK), 62 mahasiswa semester IV Jurusan Pendidikan Fisika (MPTD) dan 57 mahasiswa semester VII Jurusan Pendidikan Biologi (MPAF); pada tahun ajaran 1998/1999 dan 1999/2000, beserta para dosen yang bersangkutan. Pada tahun ajaran 1999/2000 sebagai subyek penelitian juga diikutsertakan 6 dosen dan 83 mahasiswa UNES dan 94 mahasiswa UM untuk matakuliah-matakuliah yang sama.

Untuk mengetahui dampak penggunaan model-model pembelajaran IPA yang disusun terhadap pola penalaran mahasiswa, maka digunakan tes kemampuan penalaran model Longeot (1964) yang mengukur kemampuan logika proporsional, proposisional, kombinatorial dan inklusi kelompok.

Instrumen dan Teknik Analisis Data

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah model pembelajaran IPA yang dikembangkan. Model ini terdiri atas 4 komponen yaitu *analisis konsep*, *kegiatan belajar mengajar*, *bahan ajar*, dan *evaluasi*.

Analisis konsep sebagai hasil studi dokumen dan studi deskriptif teoritis. Analisis ini menggunakan model analisis konsep (Herron, 1977) dan model peta konsep (Novak and Gowin, 1985). Kegiatan belajar mengajar disusun sebagai modifikasi dari model perolehan konsep dari kelompok model pemrosesan informasi (Joyce, Weil and Showers, 1992) dengan didasari pembentukan konsep dan asimilasi konsep (Ausubel, 1968) dan keterampilan berpikir kritis (Ennis, 1985), dengan susunan kegiatan belajar yang menganut model belajar Konstruktivis. Bahan ajar disusun sesuai dengan tuntunan kegiatan belajar mengajar yang dirancang dan mengacu pada model penulisan buku teks MIPA (Siregar, dkk., 1994) dengan model eksplanasi guru (Dagher and Cossman, 1992). Alat evaluasi pembelajaran dirumuskan berdasarkan peta konsep materi subyek yang dikembangkan (Krishnan and Howe, 1994) dan keterampilan berpikir konseptual (Lawson, 1979).

Instrumen pendukung penelitian ini berupa tes kemampuan penalaran model Longeot (1970) yang telah diadaptasi ke dalam bahasa Indonesia dengan $r = 0,55$ (terhadap tes Inhelder dan Piaget) dan koefisien reliabilitas 0,88 berdasarkan metode split-half (Firman, 1988). Tes ini berfungsi menggambarkan dampak pengembangan keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi terhadap pola penalaran siswa. Selanjutnya *format judgment*

digunakan untuk mengetahui ketepatan setiap komponen model pembelajaran dan *pedoman wawancara* untuk menjangkau informasi mengenai implementasi model pembelajaran.

Pada penelitian ini ada 2 kelompok data, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif berupa jenis dan atribut-atribut konsep, keterampilan berpikir dan jenis kegiatan pembelajaran, dikuantifikasikan dengan persentase dengan menghitung jumlah kemunculan kelompok-kelompok data yang sejenis. Selanjutnya analisis data kuantitatif dilakukan melalui statistika deskriptif yaitu dengan teknik rata-rata, simpangan baku atau kecenderungan memusat.

Langkah pertama dalam pengolahan data adalah menghitung persentase kemunculan data kualitatif sejenis dan ditabulasikan menurut komponen pembentuk model pembelajaran. Selanjutnya persentase ini ditafsirkan secara kualitatif.

Berikutnya data kuantitatif yang berupa skor hasil tes, baik tes keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dikaitkan dengan pemahaman konsep yang bersangkutan, maupun skor tes Longeot diolah dengan menghitung rata-rata dan signifikansi perbedaan dua rata-rata. Data kualitatif lain mengenai *judgment* model dan implementasi model dikategorisasi dan digunakan untuk perbaikan model pembelajaran IPA.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perkuliahan Ikatan Kimia, Termodinamika dan Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia dipilih untuk mengembangkan MPIK, MPTD dan MPAF; karena merupakan kajian kimia, fisika dan biologi, teoritis yang konsep-konsepnya abstrak. Dengan demikian perkuliahan-perkuliahan ini dapat mengembangkan berpikir formal mahasiswa calon guru IPA. Perkuliahan-perkuliahan ini tanpa kegiatan laboratorium.

Peta Konsep dan Analisis

Pada MPIK dikembangkan 20 konsep. Konsep-konsep tersebut 83,35 % merupakan konsep abstrak, masing-masing 5,55% konsep konkrit, konsep abstrak yang contohnya konkrit dan konsep berdasarkan prinsip. Peta konsepnya mengandung 10 jalur percabangan konsep dengan hierarki konsep 0 sampai 7. Rata-rata konsep-konsep tersebut mempunyai 4 atribut kritis dan 2 atribut variabel.

Pada MPTD dikembangkan 11 konsep. Konsep-konsep tersebut 68,42% konsep yang berdasarkan prinsip, 21,05% konsep yang menunjukkan ukuran, dan 10,53% konsep abstrak dengan contoh konkrit. Peta konsepnya mengandung 3 jalur percabangan konsep dengan hierarki konsep 0 sampai 4. Rata-rata konsep tersebut mempunyai 4 atribut kritis dan 3 atribut variabel.

Pada MPAF dikembangkan 15 konsep. Konsep-konsep tersebut 46,5% terdiri atas konsep abstrak, 26,92% konsep konkrit, 11,54% konsep abstrak dengan contoh konkrit, 7,69% konsep berdasarkan prinsip, serta masing-masing 3,85% konsep yang menyatakan sifat dan menunjukkan ukuran. Peta konsepnya mengandung 6 jalur percabangan konsep

dengan hierarki konsep 0 sampai 4. Rata-rata konsep tersebut mempunyai 4 atribut kritis dan 3 atribut variabel.

Konsep-konsep pada Model Pembelajaran IPA sebagian besar merupakan campuran konsep-konsep abstrak dan konsep-konsep yang berdasarkan prinsip. Sifat kajiannya makin mendalam dari MPAF, MPIK menuju MPTD; sedangkan luasnya bahasan sebaliknya.

Kegiatan Belajar Mengajar

Keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi yang dikembangkan pada MPIK meliputi aspek:

- 1) memberikan penjelasan sederhana, dengan *indikator*: mengidentifikasi alasan yang telah dikemukakan, serta menemukan persamaan dan perbedaan.
- 2) Membangun keterampilan dasar, dengan *indikator*: memberikan alasan.
- 3) Menyimpulkan, dengan *indikator*: menginterpretasikan pernyataan, menggeneralisasi, merumuskan kesimpulan.
- 4) Memberikan penjelasan lanjut dengan *indikator*: menentukan strategi terdefinisi.

Kegiatan ini menggunakan *pendekatan konsep* yang dikembangkan melalui metode *ceramah, pemecahan masalah* dan *penemuan*.

MPIK memerlukan 3 x 3 jam kuliah

Keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi yang dikembangkan pada MPTD meliputi aspek:

- 1) memberikan penjelasan sederhana dengan *indikator*: mengidentifikasi/merumuskan pertanyaan dan mengidentifikasi kesimpulan.
- 2) membangun keterampilan dasar, dengan *indikator*: memberikan alasan.
- 3) menyimpulkan, dengan *indikator* mengidentifikasi pernyataan, menggeneralisasi dan merumuskan kesimpulan.
- 4) memberikan penjelasan lanjut, dengan *indikator*: menentukan strategi terdefinisi.
- 5) mengatur strategi dan taktik, dengan *indikator*: memilih kriteria untuk mempertimbangan penyelesaian.

Kegiatan ini menggunakan *pendekatan konsep* yang dikembangkan melalui metode *ceramah, diskusi* dan *pemecahan masalah*.

MPTD memerlukan 3 x 3 jam kuliah.

Keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi yang dikembangkan pada MPAF meliputi aspek:

- 1) memberikan penjelasan sederhana dengan *indikator*: mengidentifikasi alasan yang telah dikemukakan, bertanya dan menjawab pertanyaan tentang penyebab.
- 2) membangun keterampilan dasar, dengan *indikator*: kebiasaan berhati-hati.
- 3) menyimpulkan, dengan *indikator*: menginterpretasikan pernyataan, merumuskan kesimpulan
- 4) memberikan penjelasan lanjut, dengan *indikator* menentukan definisi materi subyek, merumuskan kembali pernyataan.
- 5) Mengatur strategi dan taktik, dengan *indikator* : merumuskan masalah, menentukan hal yang dilakukan secara tentatif, merangkum dengan mempertimbangkan situasi lalu memutuskan.

Kegiatan ini menggunakan *pendekatan konsep*, yang dikembangkan melalui *metode ceramah, pemecahan masalah, dan penemuan*.

MPAF memerlukan waktu 1 x 2 jam kuliah

MPTD dan *MPAF* menitikberatkan pada pengembangan keterampilan berpikir pada aspek *menyimpulkan*, sedangkan *MPIK* pada aspek *memberikan penjelasan sederhana*. Aspek *mengatur strategi dan taktik* tidak dikembangkan pada *MPIK*.

Bahan Pembelajaran

Bahan pembelajaran *MPIK* terdiri atas uraian materi untuk mahasiswa dan rambu-rambu untuk dosen. Uraian materi untuk mahasiswa meliputi ikatan kovalen koordinasi, teori ikatan valensi, teori medan kristal teori orbital molekul.

Bahan pembelajaran *MPTD* terdiri atas uraian materi untuk mahasiswa dan rambu-rambu untuk dosen. Uraian materi untuk mahasiswa meliputi kalor, perpindahan kalor secara kuasistatik, usaha, hukum I termodinamika, kapasitas kalor, persamaan keadaan gas, percobaan ekspansi bebas dari Joule, tinjauan energi dalam molekul gas, mesin kalor dan efisiensi mesin.

Bahan pembelajaran *MPAF* terdiri atas uraian materi untuk mahasiswa dan rambu-rambu untuk dosen. Uraian materi untuk mahasiswa meliputi mekanisme bernafas, volum udara paru-paru, struktur halus paru-paru, difusi gas, respirasi eksternal dan internal, pengendalian bernapas, respirasi sel, mekanisme pengadaan glukosa oleh sel.

Pada bagian uraian materi untuk mahasiswa dilengkapi dengan pertanyaan-pertanyaan yang membimbing mengembangkan keterampilan berpikir yang diinginkan pada *MPIPA* yang bersangkutan. Rambu-rambu untuk dosen berfungsi mempermudah dosen mengimplementasikan *MPIPA* tersebut. Sebagai sarana penunjang digunakan transparansi.

Alat Evaluasi Pembelajaran

Alat evaluasi MPIK terdiri atas 20 soal tes pilihan berganda dengan waktu 60 menit. Koefisien reliabilitas soal 0,71. Alat evaluasi MPTD terdiri atas 15 soal tes pilihan berganda, dengan waktu 45 menit. Koefisien reliabilitas soal 0,80. Alat evaluasi MPAF terdiri atas 20 soal tes pilihan berganda dengan waktu 60 menit. Koefisien reliabilitas soal 0,87.

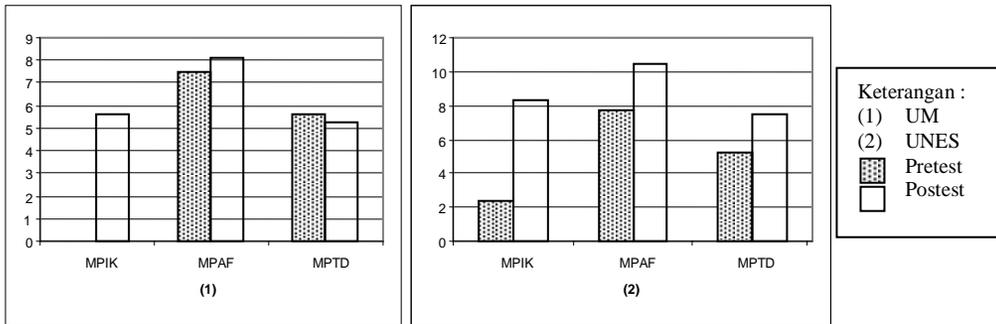
Model evaluasi pilihan berganda dipilih untuk mempermudah analisis perbedaan model pilihan berganda yang digunakan pada MPIPA dengan model PG umumnya adalah pada MPIPA setiap alternatif jawaban (option) benar, namun option yang dipilih dapat langsung menggambarkan aspek keterampilan berpikir konseptual tinggi yang digunakan mahasiswa untuk menentukan pilihannya.

Hasil belajar dan dampak penggunaan MPIK, MPTD dan MPAF terhadap pola penalaran mahasiswa.

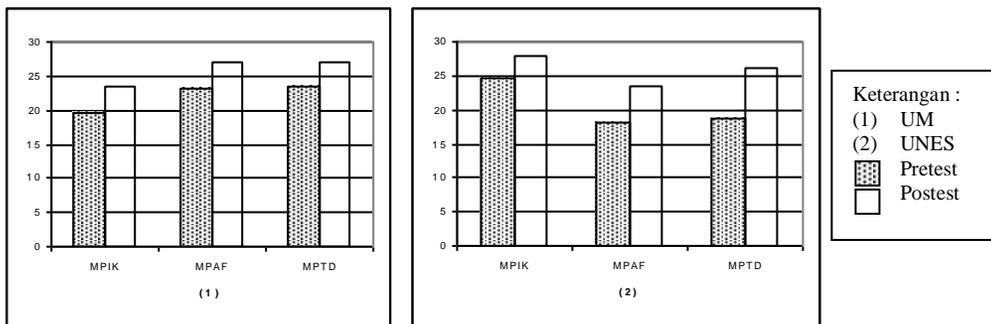
Rata-rata skor tes awal dan tes akhir mahasiswa dengan MPIPA dirangkum pada tabel 1. Dampak penggunaan MPIPA terhadap pola penalaran mahasiswa berdasarkan skor yang diperolehnya melalui tes Longeot dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Hasil Belajar dengan MP IPA di UPI

MPIPA	Tahun	N	Tes Awal		Tes Akhir		T	Signifikansi
			\bar{X}	s	\bar{X}	s		
MPIK	1998/1999	43	3.3721	1.6478	6.0465	1.7989	7,1888	Signifikan
	1999/2000	32	1,1250	0,8382	5,9688	2,1921	11,6848	Signifikan
MPTD	1998/1999	42	4,8571	2,0668	5,8810	2,0506	2,2789	Signifikan
	1999/2000	24	5,0417	2,2742	6,2917	2,0104	2,0174	Signifikan
MPAF	1998/1999	42	8,1905	2,6525	11,0476	2,4190	5,1579	Signifikan
	1999/2000	25	8,5200	2,8740	11,3200	2,5285	3,6573	Signifikan



Grafik 1. Hasil Implementasi MPIK dan MPAF di UM dan UNES



Grafik 2. Hasil Tes Longeot di UM dan UNES

Tabel 2. Hasil Tes Longeot MPIPA

Aspek	MP IPA	Tahun	N	Tes awal		Tes akhir		Z	Signifikansi
				\bar{X}	s	\bar{X}	s		
Inklusi kelompok	MPIK	1998/1999	48	4,5854	0,7408	4,5854	0,7408	0,000	Tidak signifikan
		1999/2000	32	4,5625	0,8400	4,7813	0,4908	1,2719	Tidak signifikan
	MPTD	1998/1999	38	4,3158	0,8417	4,5526	0,6450	1,3768	Tidak signifikan
		1999/2000	24	4,3333	0,8165	4,5833	0,5836	1,2203	Tidak signifikan
	MPAF	1998/1999	32	4,4062	1,1876	4,6250	0,9755	0,8052	Tidak signifikan
		1999/2000	25	4,5600	0,5821	4,6800	0,5568	0,7442	Tidak signifikan
Logika Proporsional	MPIK	1998/1999	48	2,8293	2,2793	5,1707	2,5681	4,3663	Signifikan
		1999/2000	32	6,5625	2,4222	8,4063	2,0769	3,2688	Signifikan
	MPTD	1998/1999	38	5,1053	2,8168	6,7895	2,7328	2,6454	Signifikan
		1999/2000	24	4,7917	2,8281	6,5000	2,4495	2,2369	Signifikan
	MPAF	1998/1999	32	3,8125	3,0632	6,8125	3,0824	3,9041	Signifikan
		1999/2000	25	5,6400	2,0992	7,1200	2,0772	2,5234	Signifikan
Logika Proporsional	MPIK	1998/1999	48	6,7317	2,0251	7,5610	1,7471	1,9853	Signifikan
		1999/2000	32	8,6563	1,3102	9,1250	1,0999	1,5501	Tidak signifikan
	MPTD	1998/1999	38	7,4737	2,0499	7,9474	1,1843	1,2334	Tidak signifikan
		1999/2000	24	7,3333	1,9708	9,1250	1,0999	1,5501	Tidak signifikan
	MPAF	1998/1999	32	7,1875	2,0547	7,8750	1,9797	1,3630	Signifikan
		1999/2000	25	7,3600	1,7292	7,8800	1,3329	1,1909	Tidak signifikan
Logika kombinatorial	MPIK	1998/1999	48	5,2683	2,5790	6,0732	2,3811	1,4683	Signifikan
		1999/2000	32	5,9063	2,0377	7,2500	2,0791	2,6111	Signifikan
	MPTD	1998/1999	38	6,4211	2,6876	6,9211	2,2467	0,8799	Tidak signifikan
		1999/2000	24	6,7599	2,0904	7,9583	1,6280	2,2342	Signifikan
	MPAF	1998/1999	32	5,0983	2,5572	6,0525	2,6632	1,4842	Signifikan
		1999/2000	25	4,7600	2,4372	6,4400	2,2745	2,5197	Signifikan
Total	MPIK	1998/1999	48	19,4146	4,3068	23,3902	3,3382	4,6717	Signifikan
		1999/2000	32	25,6895	2,9341	29,5625	3,0684	5,1632	Signifikan
	MPTD	1998/1999	38	23,3158	4,8385	26,2105	4,0813	2,8190	Signifikan
		1999/2000	24	23,2083	4,4524	27,1250	2,8485	3,6301	Signifikan
	MPAF	1998/1999	32	20,3000	6,0642	25,7436	4,5115	4,1367	Signifikan
		1999/2000	25	22,3600	2,4617	26,1200	4,5490	2,9505	Signifikan

Hasil implementasi MPIK dan MPAF di UNES dan UM dirangkum pada grafik 1 dan 2.

Skor rata-rata pretest dan posttest menunjukkan perbedaan yang signifikan yang menyatakan MPIK, MPTD dan MPAF efektif. Sebaliknya hasil tes Longeot tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk aspek *inklusi kelompok* serta aspek *logika proporsional* (MPKA) untuk ketiga matakuliah tersebut.

KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan:

- MP IPA (MPIK, MPTD dan MPAF) terutama mengembangkan *konsep abstrak* dengan pembahasan *secara mendalam*.
- MPTD dan MPAF mengembangkan keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi yang menitikberatkan pada aspek *menyimpulkan*, sedangkan MPIK menekankan aspek

memberikan penjelasan sederhana. MPIPA dapat meningkatkan logika proposisional dan logika kombinatorial.

- c) Untuk mengimplementasikan MPIPA tidak diperlukan sarana tambahan, cukup dengan media transparansi.
- d) MP IPA dikembangkan melalui *pendekatan konsep* dengan *metode ceramah pemecahan masalah* dan penemuan. Alat evaluasi yang digunakan berupa pilihan berganda yang mengintegrasikan keterampilan berpikir tingkat tinggi dengan pemahaman konsep materi subyek.
- e) Bahan ajar dalam MPIPA perlu dilengkapi dengan pertanyaan-pertanyaan yang mendorong mahasiswa meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tingginya.

Luasnya kajian makin menyempit dari MPAF, MPIK menuju MPTD; sedangkan kedalamannya sebaliknya.

Sebagai implikasi dari hasil penelitian ini, maka MPIPA perlu diaplikasikan di LPTK untuk meningkatkan keterampilan berpikir konseptual tingkat tinggi calon guru IPA. Keterampilan berpikir tingkat tinggi calon guru perlu dikembangkan sebagai kecenderungan baru pendidikan guru IPA pada era globalisasi.

Bertolak dari hasil implementasi MP IPA yang hanya meningkatkan logika proposisional dan logika kombinatorial secara signifikan, perlu diadakan penelitian lanjutan untuk menemukan model-model pembelajaran IPA yang juga dapat meningkatkan logika proporsional dan inklusi kelompok. Dengan demikian dapat dibentuk MPIPA yang meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Costa A.L. and Pressceisen, B.Z., (1985). *Glossary of thinking skills*, in A.L. Costa (e) **Developing Minds : A Resource Book for Teaching Thinking**, Alexandria : ASCD, 303-312.
- Dahar, R.W., (1989) *Teori-teori Belajar*: Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dagher, Z. and Cossman, G. (1992) *Verbal explanations given by science teachers: the nature and implications* : **Journal of Research in Science Teaching**, 29(4), 361-374.
- Ennis, R.H., (1991), *An Elaboration of a cardinal goal of science instruction*, **Educational Philosophy and Theory**, 23(1), 31-43.
- Firman, Harry, et.al. (1988). *Studi Tentang Profil Perkembangan Kognitif Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA IKIP Bandung*, **Laporan Penelitian**, Bandung, FPMIPA.
- Herron, J.D. et.al. (1977), *Problems associated with concept analysis*. **Science Education**, 61(2).185-199.

- Joyce, B. et.al. (1992) *Models of Teaching*, London: Prentice Hall International.
- Kogut, L.S. (1996), *Critical Thinking in General Chemistry*, **Journal of Chemical Education**, 73(3), 218-221.
- Krishnan, S.R. and Howe, A.C. (1994), *The mole concept: developing an instrument to asses conceptual understanding*, **Journal of Chemical Education**, 71(8), 653-655.
- Lawson, A.E., (1979), *A Theory of teaching for conceptual understanding, rational thought and creativity*, in A.E. Lawson (e), 1980 **AETS Yearbook : The Psychology of Teaching for Thinking and Creativity**, Ohio: Clearinghouse: 104-149.
- Liliasari, (1997-2000), Pengembangan Model Pembelajaran Materi Subyek Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Konseptual Tingkat Tinggi Mahasiswa Calon Guru IPA, **Laporan Penelitian**, Hibah Bersaing VI, Dikti, Bandung FPMIPA UPI.
- Mc. Donald, J.L. & Sheehan, D.J., (1983) *Use of the Longeot test to assess formal operation: a research summary*. **Paper**. Presented at the thirteenth annual symposium of the Jean Piaget Society, Philadelphia.
- Nakhleh, M.B., (1994), *Chemical education research in the laboratory environment: how can research uncover what student are learning?* **Journal of Chemical Education**, 71(3), 201-205.
- Novak, J.D. and Gowin, D.B. (1985), **Learning How To Learn**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Penner, K. (1995), **Teaching Critical Thinking**, New York: Regent College.
- Siregar, N.P. (1994) **Panduan Penulisan Buku Teks MIPA**, Publikasi Terbatas, Bandung: FPMIPA UPI.
- Splitter, L.J. (1991) *Critical thinking : what, why, when dan how*, **Educational Philosophy and Theory**, 23(1), 89-109.
- Westbrook, S.L. and Rogers, L.N. (1994), *Examining the development of scientific reasoning in ninth-grade physical science student*, **Journal of Research in Science Teaching**, 31(1), 65-76.