

PENGEMBANGAN PETA PENGETAHUAN (MENTAL MAP) MELALUI PENDEKATAN KONSTRUKTIVISME PADA MATAKULIAH PENDIDIKAN BIOLOGI

Oleh: Slamet Suyanto

Abstrak

Penelitian Tindakan Kelas (PTK) ini bertujuan untuk mengembangkan kemampuan mahasiswa menstrukturisasi pengetahuan hasil belajarnya dengan cara menggambarkan peta pengetahuannya. Untuk memacu kemampuan mahasiswa tersebut digunakan pendekatan konstruktivisme melalui tiga tahap sebagaimana yang dikembangkan di Jepang.

Sebanyak 55 mahasiswa yang mengambil matakuliah Pendidikan Biologi terlibat sebagai subjek dalam penelitian ini. Penelitian menggunakan dua siklus. Siklus 1 mengambil topik Biologi dalam Pendidikan Biologi, siklus kedua mengambil topik Siswa sebagai Subjek Belajar.

Hasil penelitian menunjukkan perubahan yang tajam kemampuan mahasiswa menggambarkan peta pengetahuan, sebelum dan sesudah kegiatan pembelajaran. Kemampuan tersebut meningkat sedikit dari siklus I pada siklus II.

Kata kunci: peta pengetahuan, peta konsep, konstruktivisme

Abstract

This classroom action research was conducted to develop the ability of undergraduate students in constructing knowledge and understanding from their learning activities by formulating a mental map. To promote the ability, a constructivist learning approach with the three steps as it was developed in Japan was applied.

As many 55 undergraduate students administered in Biology Education Course were involved as subjects in this study. The study used two cycles. The first cycle discussed the topic on the roles of biology in biology education. The second topic was the students as learners.

The results of the study indicated that there was a great improvement on students' ability in structuring their knowledge and understanding of the topics. This ability increased slightly in the second cycle.

Key words: mental map, concept map, constructivism

PENDAHULUAN

Perkuliahan Pendidikan Biologi membahas konsep-konsep esensial tentang Pendidikan Biologi melalui berbagai persoalan seperti: Apakah Pendidikan Biologi sekedar gabungan antara ilmu Pendidikan dan ilmu Biologi? Bagaimana kedudukan biologi dalam Pendidikan Biologi? Bagaimana posisi siswa dalam belajar biologi? Bagaimana posisi guru biologi dalam pembelajaran biologi? Bagaimana kedudukan metode, media, dan kurikulum biologi? Serta persoalan-persoalan lain yang terkait dengan persoalan-persoalan tersebut di atas.

Persoalan-persoalan tersebut hanya dapat dijawab melalui kajian terhadap berbagai teori pendidikan, pembelajaran, dan perkembangan subjek didik dalam belajar biologi, serta kajian langsung terhadap proses belajar mengajar biologi di sekolah. Selama ini banyak mahasiswa gagal memperoleh pemahaman tentang pendidikan biologi secara menyeluruh. Pada umumnya mahasiswa memahami pendidikan biologi secara parsial, misalnya dari segi biologinya, dari segi siswa, atau dari segi teknologi pembelajarannya. Amat sedikit mahasiswa yang mampu merangkainya menjadi satu kesatuan.

Untuk memacu kemampuan mahasiswa mengkonstruksi pengetahuan atau pengertian atas konsep-konsep dasar Pendidikan Biologi secara komprehensif berdasarkan pengetahuan awal yang telah dimilikinya dicoba digunakan pendekatan konstruktivisme melalui kegiatan kuliah, praktikum di laboratorium, dan sosialisasi di sekolah secara terpadu.

Kegiatan perkuliahan membahas berbagai teori yang terkait dengan persoalan-persoalan pendidikan biologi. Mahasiswa bekerja dalam kelompok kecil membahas berbagai teori dan kemungkinan aplikasinya dalam pembelajaran biologi berdasarkan pengetahuan yang telah dimilikinya. Selanjutnya di dalam kegiatan praktikum mahasiswa merancang kegiatan untuk terjun di lapangan untuk melihat kenyataan di lapangan dan menghubungkannya dengan teori yang telah dipelajarinya. Dengan cara tersebut diharapkan mahasiswa mengenal sekolah dengan segenap persoalannya, serta mampu menghubungkan persoalan nyata di sekolah dengan berbagai teori yang dipelajari di kampus dalam rangka membangun konsep Pendidikan Biologi dalam dirinya.

Untuk itu kegiatan perkuliahan diorganisasi dalam bentuk kelompok kecil 3-4 orang dan memiliki minimal 1 sekolah afiliasi sebagai tempat kegiatannya. Di sekolah mahasiswa berinteraksi dengan guru (khususnya guru biologi), dengan lingkungan sekolah, fasilitas, dan dengan siswa. Di sekolah mahasiswa berinteraksi dengan siswa, dengan guru, dengan kurikulum, metode, media, dan laboratorium biologi dalam rangka memahami komponen-komponen Pendidikan Biologi dan segenap persoalannya.

Peta pengetahuan atau mental map mahasiswa terhadap setiap komponen biologi sebelum dan sesudah melakukan kegiatan kuliah, praktikum, dan sosialisasi dikaji dan selanjutnya digunakan sebagai indikator belajar. Kompleksitas peta pengetahuan dan hubungan antar komponen dalam peta pengetahuan menggambarkan pemahaman mahasiswa terhadap persoalan yang dipelajari.

Melalui pendekatan konstruktivisme melalui tiga tahap sebagaimana yang telah dikembangkan di Jepang diharapkan dapat:

1. Meningkatkan kualitas pembelajaran Pendidikan Biologi melalui penerapan pendekatan pembelajaran konstruktivisme.
2. Memacu kemampuan mahasiswa mengkonstruksi pengetahuan baru berdasarkan asimilasi pengetahuan yang telah dimilikinya melalui pengembangan peta pengetahuan (mental map).
3. Menciptakan metode pembelajaran yang baik yang terbukti memiliki keunggulan untuk pembelajaran Pendidikan Biologi.

PENDEKATAN KONSTRUKTIVISME

Pendekatan belajar konstruktivisme baru-baru ini sangat populer dan mendapat perhatian yang besar dari para pendidik, guru, dan para pengambil kebijakan di bidang pendidikan meskipun sebenarnya teorinya telah dibangun bertahun-tahun lampau. Konstruktivisme dianggap cocok dengan hakekat belajar yang telah dijelaskan oleh berbagai teori belajar dan pembelajaran. Pendekatan konstruktivisme menerangkan bagaimana manusia belajar. Menurut pendekatan ini belajar ialah proses membangun suatu pemahaman atau struktur pengetahuan melalui proses pengorganisasian dan penyesuaian antara fenomena baru dengan pengetahuan yang telah dimilikinya (Canella & Reiff, 1994; D.Jong & Grooms, 1996; Kaufman, 1996; Richardson, 1997; Wolfe &

McMullen, 1996). Dengan demikian kata kunci dalam konstruktivisme adalah “mengkonstruksi”. Dengan demikian di dalam proses pembelajaran siswa didorong untuk dapat mengkonstruksi pemahaman atau pengetahuan ketimbang menghafal dan memori pengetahuan.

Teori Piaget tentang perkembangan kognitif (1972) menyatakan bahwa anak mengkonstruksi pengetahuan lewat interaksinya dengan objek dan masyarakat. Menurutnya belajar merupakan proses dialektik antara individual dengan fenomena baru yang memungkinkan terjadinya kebimbangan (*disequilibrium*) pemikiran yang menimbulkan rasa ingin tahu dan mendorongnya belajar sampai terjadi asimilasi antara apa yang ia pelajari dengan struktur pengetahuan yang telah dimilikinya. Teori Piaget tersebut melandasi teori konstruktivisme.

Konstruktivisme beranggapan bahwa siswa datang ke kelas sudah memiliki pengetahuan, ide, atau kepercayaan (Richardson, 1997). Siswa kemudian dapat merevisi, menambah, atau mensintesis pengetahuan baru melalui proses pembelajaran. Untuk memacu proses tersebut guru dapat merangsang proses berpikir dan bereksplorasi dengan mengemukakan persoalan yang menarik, mengembangkan kegiatan inkuiri dan penemuan, tukar pikiran, komunikasi, dan dengan menyediakan berbagai sumber belajar yang diperlukan. Kegiatan pembelajaran melalui pendekatan konstruktivisme tidak berhenti pada proses sains, tetapi dilanjutkan dengan proses konstruktif-verifikatif dimana siswa didorong lebih jauh untuk merefleksikan seluruh hasil belajarnya untuk mensintesis sesuatu yang baru.

Menurut Richardson (1997), paling tidak ada empat ciri kelas yang mengembangkan konstruktivisme. Pertama problematik, dimana kegiatan pembelajaran memiliki persoalan yang dibahas atau dipecahkan oleh siswa. Persoalan tersebut sebaiknya variatif sesuai dengan *interes* dari masing-masing atau sekelompok siswa. Kedua bersifat dikoveri dan inkuiri, dimana siswa didorong untuk dapat mengkaji dan menemukan hal-hal baru. Ketiga memungkinkan *sharing* antar individu atau grup baik dalam rencana pemecahan masalah maupun hasil kegiatan pemecahan masalah tersebut. Keempat ialah memacu kegiatan refleksi dan revisi, dimana siswa berlatih untuk mensintesis pengetahuan baru hasil silang antara apa yang dipelajari dengan pengetahuan yang telah dimilikinya.

Brook and Brook (1993)¹ membedakan pembelajaran yang bersifat tradisional dengan pembelajaran yang konstruktif dalam lingkup sekolah. Perbedaan tersebut dapat dijabarkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Pembelajaran tradisional dan konstruktif.

Traditional Classrooms	Constructivist Classrooms
Kurikulum diajarkan secara parsial ke global.	Kurikulum diajarkan secara keseluruhan ke arah bagian-bagiannya
Pembelajaran yang terpaku dengan materi dan alokasi waktu dalam kurikulum dipandang baik	Pembelajaran sangat mengacu dan menghargai pertanyaan-pertanyaan/rasa ingin tahu siswa
Kegiatan pembelajaran sangat mengacu pada buku teks dan buku LKS	Kegiatan kurikuler/pembelajaran sangat mengacu pada data primer perolehan belajar siswa dan manipulatifnya
Anak dipandang sebagai kertas putih dimana guru dapat menuliskan informasi kepadanya	Siswa dipandang sebagai pemikir yang memiliki teori tentang dunia/fenomena
Peran Guru umumnya sebagai pengajar yaitu memberi informasi kepada siswa	Guru berperan interaktif sebagai partner belajar dan menyediakan lingkungan belajar yang baik.
Guru senantiasa mengharapkan jawaban “benar” sebagai tolok ukur bahwa anak belajar	Guru lebih melihat pada pemikiran siswa dalam memecahkan dan memahamai persoalan
Evaluasi hasil belajar dipandang sebagai bagian terpisah dan dilakukan secara terpisah dari kegiatan pembelajaran dan hanya mengandalkan tes	Asesmen kemajuan belajar siswa dilakukan sejalan dengan proses pembelajaran melalui observasi langsung, karya siswa, dan portfolio
Siswa pada dasarnya belajar sendiri-sendiri.	Siswa belajar secara kooperative dalam kelompok

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas model Kemmis dan Taggart (1982). Penelitian terdiri dari dua siklus, dimana setiap siklus terdiri atas tiga kegiatan: 1) Perencanaan (Planning), 2) Tindakan dan Monitor (Implementing dan

¹ Sumber: Brooks, J. G. & Brooks, M. G., (1993). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development. (p. 17) in Henrique, L. (1997) <http://www.educ.uvic.ca/depts./snsc>.

Monitoring), dan 3) Refleksi (Reflecting). Pada siklus I mahasiswa mempelajari Komponen PB 1 yaitu kedudukan Biologi dalam Pendidikan Biologi. Siklus II mahasiswa mempelajari komponen PB 2 yaitu Siswa sebagai Subyek yang belajar biologi. Siklus III mahasiswa mempelajari Teknologi Pembelajaran Biologi.

Setting Penelitian

Kegiatan perkuliahan didesain menggunakan tiga tahap konstruktivisme yaitu 1) apersepsi dan memahami persoalan, 2) proses sains (ikuri-diskoveri), 3) refleksi, sharing dan penulisan jurnal harian.. Pada tahap pertama dosen memaparkan persoalan dan tujuan yang akan dicapai dari proses pemecahan persoalan. Mahasiswa mencoba memahami persoalan tersebut dan menghubungkannya dengan pengetahuan yang telah dimilikinya. Mahasiswa menggambarkan peta pengetahuannya terkait dengan persoalan tersebut. Peta pengetahuan tersebut dipandang sebagai pengetahuan awal mahasiswa terhadap persoalan Pendidikan Biologi yang sedang dipelajarinya.

Tahap kedua ialah proses diskaveri-inkuri. Mahasiswa mengkaji hubungan antar komponen dalam peta pengetahuan yang telah digambarnya. Mereka bekerja dalam kelompok kecil 3-4 orang, merencanakan kegiatan praktik di sekolah, dan membuat instrumen untuk mengetahui lebih jauh persoalan yang dikajinya. Mereka juga mencari referensi untuk memperoleh teori-teori yang terkait dengan persoalan tersebut.

Tahap ketiga ialah refleksi. Mahasiswa secara kelompok merefleksikan apa yang telah dipelajari. Mereka melakukan diskusi kelas, mempresentasikan apa yang telah diperoleh dalam kegiatan perkuliahan, praktikum, dan di lapangan. Mereka mengkaji kembali peta pengetahuan awal yang telah dibuatnya dan merevisinya menjadi peta pengetahuan baru. Secara keseluruhan tiga tahapan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Instrumen penelitian

Pada penelitian ini lembar kerja mahasiswa dan hasil kerjanya digunakan sebagai instrumen penelitian. Hasil kerja mahasiswa yaitu berupa peta pengetahuan (mental map) yang dituliskan dalam lembar kerja mahasiswa dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui kemampuan mahasiswa membuat struktur pengetahuan tentang topik yang dipelajari. Peta pengetahuan yang dibuat mahasiswa sebelum proses pembelajaran

dibandingkan dengan peta pengetahuan baru yang diperoleh setelah proses pembelajaran. Perbedaan peta pengetahuan dari segi kompleksitas, hubungan antar komponen, dan tersebut dibandingk

Tabel 2: Tiga Tahap Konstruktivisme

TAHAP I	TAHAP II	TAHAP III
<p>DOSEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menyampaikan topik atau pokok bahasan - Menyampaikan konsep dasar PB tersebut - Menjelaskan persoalan utama yang dikaji - Menjelaskan tugas siswa <hr/> <p>MAHASISWA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menghubungkan PB dengan pengetahuan yang telah dimilikinya dengan mengidentifikasi factor-faktor yang terkait dengan persoalan tersebut - Membuat peta konsep yang menunjukkan keterkaitan factor-faktor tersebut 	<p>MAHASISWA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan persoalan yang dikaji - Menentukan hipotesis - Menentukan cara menguji hipotesis - Melakukan observasi atau percobaan - Mengontrol variable - Melakukan pengukuran - Mengorganisasi data - Mendiskusikan data dan membuat kesimpulan <hr/> <p>sedang melakukan observasi atau percobaan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Membetulkan kesalahan proses IPA - Memotivasi siswa dengan memberi pertanyaan yang menantang - Menjaga siswa agar tetap on task 	<p>MAHASISWA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sharing hasil antar siswa dan antar grup - Presentasi hasil kelompok dan tanggapan kelas - Revisi hasil dalam kelompok - Revisi kembali peta konsep yang telah dibuat - Penulisan hasil <hr/> <p>DOSEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menghidupkan diskusi kelas - Melakukan klarifikasi terhadap kesalahan siswa - Memberi tambahan informasi - Memberi tugas lanjut -

HASIL PENELITIAN

Siklus I

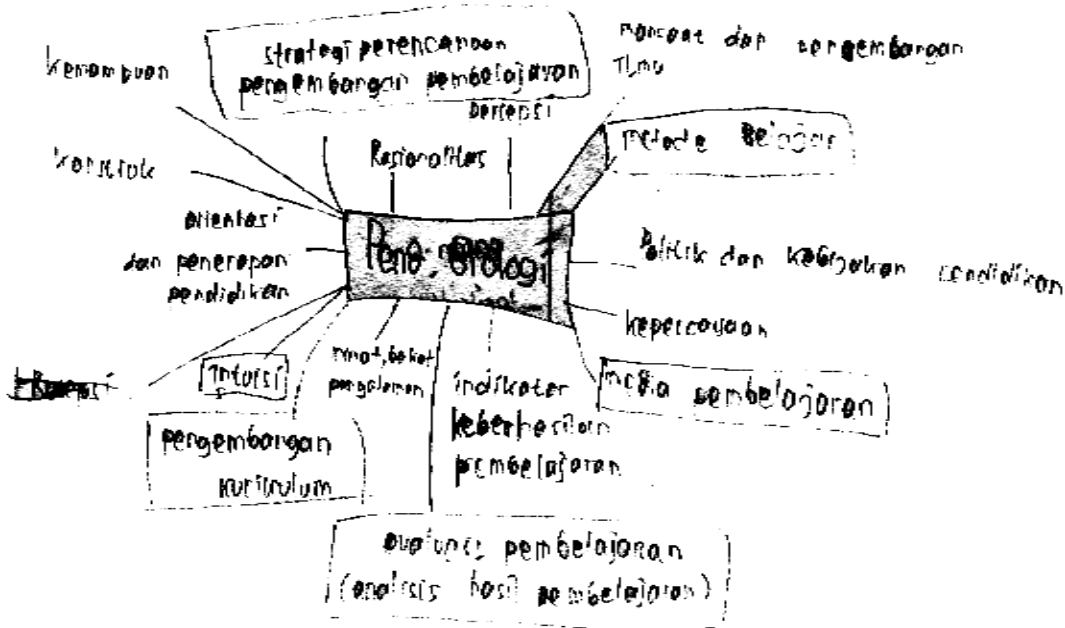
Pendekatan konstruktivisme melalui tiga tahapan seperti yang telah dijelaskan di atas meningkatkan kemampuan mahasiswa mengembangkan peta pengetahuan (mental map), meningkatkan kompleksitas peta pengetahuan, dan hubungan antar komponen dalam peta pengetahuan.

Peta pengetahuan mahasiswa semakin kompleks setelah proses pembelajaran. Pada topik Konsep Dasar Pendidikan Biologi mahasiswa diminta membuat peta pengetahuan yang membedakan Biologi dan Pendidikan Biologi berdasarkan pengetahuan yang dimiliki. Hasilnya mahasiswa semester 5 ada yang sudah cukup memahami perbedaan Biologi dan Pendidikan Biologi (Gambar 1-a dan 1-b) dan ada yang belum.

Setelah proses pembelajaran berlangsung, mahasiswa diminta kembali membuat peta pengetahuan yang menggambarkan pemahamannya akan konsep Pendidikan Biologi. Hasilnya manakjubkan, dimana mahasiswa dapat menggambarkan peta yang jauh lebih kompleks, lebih detail, dengan mengidentifikasi persoalan-persoalan Pendidikan Biologi yang terkait (Gambar 2).



Gambar 1a dan 1b. Contoh peta pengetahuan mahasiswa tentang Biologi dan Pendidikan Biologi sebelum kegiatan pembelajaran.



Gambar 2. Contoh Peta pengetahuan mahasiswa tentang Pendidikan Biologi setelah kegiatan pembelajaran

Pemahaman mahasiswa akan PB dituliskan pula dalam kata-kata sebagai berikut:

“Menurut pendapat saya, pendidikan biologi merupakan ilmu yang bersifat multi dan interdisipliner; bukan hanya sekedar gabungan antara ilmu pendidikan dan ilmu biologi. Artinya banyak aspek-aspek atau komponen-komponen yang membentuk suatu pendidikan bidang studi yaitu pendidikan biologi. Komponen-komponen yang dimaksud adalah subyek belajar, ilmu pendidikan, dan ilmu biologi itu sendiri. Ketiga komponen tersebut memiliki karakteristik sendiri-sendiri ... (namun) saling terkait satu sama lain, membentuk suatu interaksi dalam bidang studi, dalam hal ini Pendidikan Biologi” (Silawati, NIM 993424007)

Siklus II

Kelemahan utama pada siklus I ialah mahasiswa belum begitu mahir menggambarkan peta pengetahuannya. Untuk mengatasi hal itu, peta pengetahuan yang digambar oleh mahasiswa secara baik ditampilkan di awal siklus 2. Mahasiswa yang

bersangkutan menerangkan apa makna peta pengetahuannya tersebut. Hal itu dimaksudkan untuk memacu dan menambah pengetahuan bagi mahasiswa yang belum dapat menggambarkan peta pengetahuan dengan baik.

Secara kuantitatif, perubahan pemahaman dan perbaikan penyusunan peta mental (Mental Map) mahasiswa terhadap topik Pendidikan biologi dan Siswa sebagai subjek belajar ditampilkan pada Tabel 3 berikut ini.

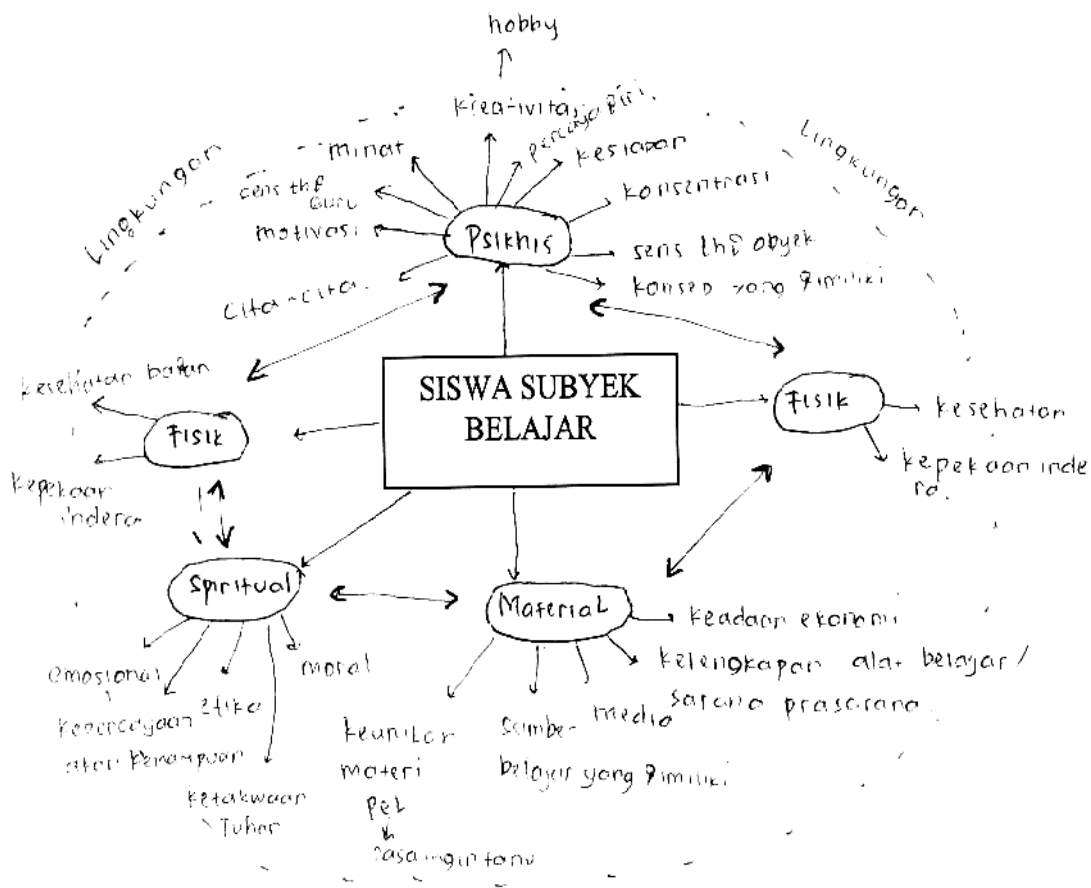
Tabel 3. Perubahan kuantitatif kelengkapan dan kesesuaian hubungan komponen peta konsep dengan konsep yang dipelajari

Kelengkapan komponen Peta mental dan hubungannya	Persentase
Siklus I	
Lengkap sekali	70
Lengkap	20
Kurang lengkap	10
Siklus II	
Lengkap Sekali	80
Lengkap	20

Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa komponen peta pengetahuan yang digambarkan oleh mahasiswa berubah dari siklus I ke siklus II. Pada siklus I masih ada 10% mahasiswa yang menggambarkan peta konsep kurang lengkap. Hal ini diperbaiki pada siklus II. Peta konsep yang baik yang digambarkan mahasiswa pada siklus I Topik pada awal siklus II dipresentasikan kepada kelas agar semua mahasiswa memahami bagaimana cara menggambarkan peta konsep atau peta pengetahuan yang baik.

Pada siklus 2 secara umum mahasiswa sudah mampu menggambarkan peta pengetahuan secara lengkap dan sangat lengkap, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3a dan 3b.

Pada siklus II topiknya ialah Siswa sebagai subyek belajar. Mahasiswa diminta mengidentifikasi ha-hal yang terkait dengan keberhasilan belajar siswa sebagai subjek belajar. Setelah kegiatan pembelajaran mahasiswa diminta kembali merevisi, menambah, dan menggambarkan kembali peta pengetahuannya. Hasilnya mahasiswa dapat menggambarkan pengetahuannya jauh lebih kompleks, seperti pada **Gambar 3a dan 3b**.

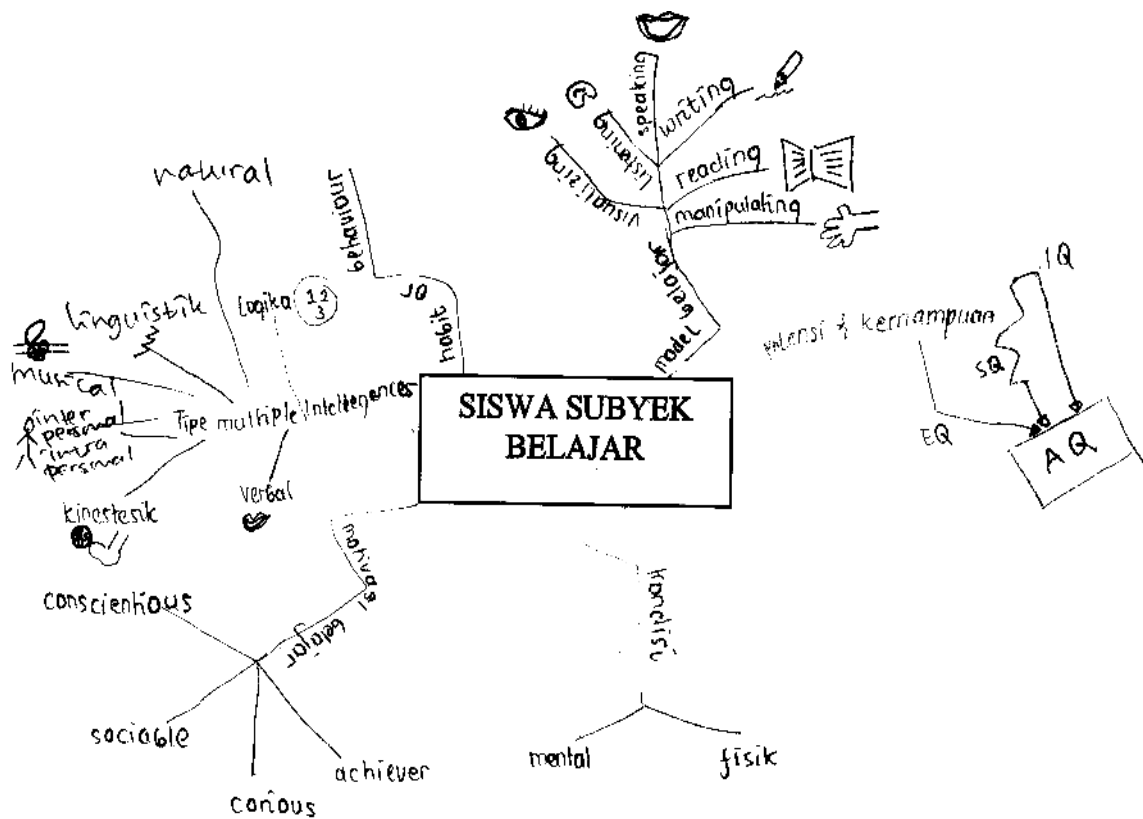


Gambar 3a. Peta pengetahuan mahasiswa tentang siswa sebagai subyek belajar setelah proses pembelajaran pada siklus kedua.

Pada Gambar 3a, faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan belajar anak meliputi aspek fisik, psikhis, material, dan spiritual. Aspek fisik antara lain meliputi kesehatan anak dan kepekaan indera. Aspek psikhis meliputi cita-cita, motivasi, minat, kesiapan mental, daya konsentrasi, kreativitas, dan kepercayaan terhadap diri sendiri. Sedangkan aspek yang lain ialah aspek fisik yang meliputi sarana dan prasarana belajar, media, dan sumber belajar.

Secara umum mahasiswa telah memahami faktor-faktor dari subjek didik yang mempengaruhi keberhasilan belajarnya. Namun pada Gambar 3a, kelompok mahasiswa

tersebut belum menyinggung modalitas belajar, kecerdasan, dan gaya belajar (**Gambar 3b**). Kelompok lain dengan jelinya menyoroti aspek-aspek yang belum disebutkan di atas. Dengan adanya presentasi dan diskusi kelas, maka terjadi *sharing* ide/gagasan, sehingga hasil akhirnya mahasiswa memperoleh hasil yang lebih kompleks.



Gambar 3b. Peta pengetahuan mahasiswa tentang siswa sebagai subyek belajar setelah kegiatan pembelajaran siklus kedua

Kesimpulan

Hasil penelitian ini secara keseluruhan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Penggunaan pendekatan konstruktivisme secara jelas meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi yang dipelajari yang digambarkan melalui perubahan peta pengetahuan yang lebih kompleks yang berarti meningkatkan kualitas hasil perkuliahan.

2. Pemahaman mahasiswa akan suatu topik secara integral meningkat melalui pemanfaatan peta pengetahuan. Hal ini dapat dimengerti mengingat untuk membuat peta pengetahuan, mahasiswa harus menyusun kembali semua informasi yang terkait menjadi satu bagan yang bermakna. Hal ini berarti bahwa pendekatan tersebut meningkatkan kemampuan mahasiswa mengkonstruksi pengetahuan baru.
3. Adanya diskusi dan sharing hasil baik tingkat kelompok, maupun tingkat kelas (klasikal) membuat kekayaan ide, pengetahuan, dan wacana bertambah sehingga menambah kompleksitas dan kedalaman pengetahuan mahasiswa.
4. Pendekatan ini dapat digunakan sebagai model pembelajaran untuk matakuliah PB dengan tiga tahapan seperti di atas tetapi bisa dimodifikasi secara fleksibel.

Daftar Pustaka

- Airasian, P. W. & Walsh, M. E. Constructivist cautions. *Phi Delta Kappan* 78 (1997), 444-449.
- Appleton, K. Using theory to guide practice: Teaching science from a constructivist perspective. *School Science and Mathematics* 93(1993). 269-274.
- Cannella, G.S. & Reiff, J.C. Individual constructivist teacher education: Teachers as empowered learners. *Teacher Education Quarterly*, 21(3) (1994)., 27-28
- Champagne, A. B. & Hornig, L. E. *Science Teaching: 1985 National Forum for School Science*. Washington, D. C.: American Association for the Advancement of Science (1986).
- DeJong, L., & Grooms, F. A constructivist teacher education program that incorporates community service to prepare students to work with children living in poverty. *Teacher Education* 18(2) (1996), 86-95
- Driver, R. Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher* 23(7) (1994)., 5-12.
- Hooper, C. In Focus: What science is learning about learning science. *The Journal of NIH Research*, Vol. 2, No. 4 (1990), 75-89.
- Jonassen. D.H.. *Evaluating constructivist learning*. *Educational Technology* 31(9) (1992)., 29-33. McNamara, T. P.
- Kemmis, S. & Taggart, R. *The Action Research Planner*. Burwood: Deakin University Press (1998)
- Richardson, V. *Constructivist Teacher Education: Building a World of New Understandings*. Bristol, PA: The Falmer Press (1997).
- Yager, R. E. "The constructivist learning model: Towards real reform in science education" *The Science Teacher*, 58 (6) (1991), 52-57