

BAB II

PEMBEKALAN *PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE* (*PCK*) BIOTEKNOLOGI MELALUI PERKULIAHAN KAPITA SELEKTA BIOLOGI SMA

A. Paedagogical Content Knowledge (PCK)

Sebagai seseorang yang selalu belajar untuk mengajar, guru haruslah secara terus menerus mengintegrasikan pengalamannya dengan segala hal yang mereka pahami, termasuk pemahaman tentang mengajar. Hal ini berarti bahwa apapun yang diketahui seorang guru tentang mengajar adalah suatu kelengkapan penting dan akan memberikan pengalaman baru dan berpengaruh pada seluruh pemahamannya (Cochran, *et al.*, 1993).

Mengajar merupakan suatu proses yang kompleks. Mengajar tidak hanya sekedar proses menyampaikan informasi dari guru ke siswa, melainkan meliputi banyak kegiatan dan tindakan yang harus dilakukan (Hermawan, dkk., 2007). Bagi kaum *konstruktivis*, mengajar merupakan suatu kegiatan yang memungkinkan siswa membangun sendiri pengetahuannya, bahkan mengajar berarti berpartisipasi dengan pelajar dalam membentuk pengetahuan, melakukan pemaknaan, mencari kejelasan, bersikap kritis dan mengadakan justifikasi. Jadi mengajar mencakup bentuk belajar itu sendiri (Bettencourt, 1989; Suparno, 1997). Mengajar dalam konteks ini berarti membantu seseorang berpikir secara benar dengan membiarkannya berpikir sendiri (von Glasersfeld, 1995).

Atas dasar pemahaman inilah, seharusnya seorang guru mempunyai suatu pengetahuan tentang bagaimana mengajarkan suatu bahan ajar kepada siswanya. Guru yang ingin mengajar sains secara efektif harus lebih dari sekedar mengetahui tentang isi (konten) yang akan diajarkan dan beberapa cara pembelajarannya. Guru tersebut juga harus memahami dan mampu mengintegrasikan pengetahuan konten ke dalam

pengetahuan tentang kurikulum, pembelajaran, dan karakteristik siswa. Pengetahuan-pengetahuan tersebut akhirnya dapat menuntun guru untuk merangkai situasi pembelajaran pada kebutuhan individual dan kelompok siswa. Pengetahuan seperti ini dinyatakan sebagai pengetahuan konten pedagogi atau *pedagogical content knowledge (PCK)*. (NRC,1996).

Menurut Loughran, *et al.* (2006), *PCK* merupakan suatu konstruksi akademik yang menggambarkan suatu ide yang dapat membangkitkan minat untuk mempelajari sesuatu. *PCK* dikembangkan oleh guru dari waktu ke waktu dan melalui pengalaman tentang bagaimana mengajarkan konten tertentu dengan cara tertentu untuk meningkatkan pemahaman siswa. Secara sederhana *PCK* dapat diartikan sebagai gambaran tentang bagaimana seorang guru mengajarkan suatu subjek dengan mengakses apa yang dia ketahui tentang subjek tersebut, apa yang dia ketahui tentang pebelajar yang diajarnya, apa yang dia ketahui tentang kurikulum terkait dengan subjek tersebut dan apa yang dia yakini sebagai cara mengajar yang baik pada konteks tersebut (Rollnick, *et al.* 2008). Pengertian lain menunjukkan bahwa *PCK* merupakan suatu cara untuk memahami hubungan yang kompleks antara mengajar dan konten yang diajarkan melalui penggunaan pendekatan mengajar yang spesifik dan hal tersebut dikembangkan melalui proses yang berlandaskan praktek di kelas. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa *PCK* juga merupakan suatu integrasi antara pengetahuan materi subjek (*subject matter knowledge/SMK*) dengan *pedagogical knowledge (PK)* yang dimiliki guru sebagai cara meningkatkan pembelajaran siswa (Loughran, *et al.*, 1998). Dengan demikian dalam *PCK* akan terkandung pengetahuan tentang pengetahuan awal siswa, penyajian materi subjek/ *subject matter*, strategi pembelajaran, materi kurikulum dan fokus kurikulum. *PCK* juga berarti representasi seluruh pengetahuan yaitu hasil amalgamasi dari pengetahuan materi subjek

dengan pengetahuan pedagogi (Geddis & Wood, 1997 dalam Rollnick, *et al.* 2008). Gess-Newsome (1999) dalam studinya menyatakan bahwa ada tiga pengetahuan dasar yang harus dikuasai guru yaitu pengetahuan konseptual, pengetahuan tentang struktur materi dan pengetahuan tentang orientasi konten-spesifik dalam mengajar.

Gess-Newsome (1999) dan Rollnick, *et al.*, (2008) menyatakan terdapat dua model berkaitan dengan pengetahuan guru. Model pertama adalah *integrative model* dan yang kedua adalah *transformative model*. Pada *integrative model*, *PCK* belum terstruktur dalam pengetahuan guru dan pengetahuan guru dijelaskan sebagai suatu interseksi dari materi subjek, pedagogi dan konteks. Ketika guru mengajar di kelas, ketiga domain pengetahuan tersebut baru diintegrasikan karena adanya kebutuhan untuk menciptakan pembelajaran yang efektif di kelas. Kelebihan model ini adalah ketiga domain pengetahuan dapat berkembang secara independen dan dapat diintegrasikan pada tahap berikutnya. Akan tetapi kelemahan model ini, adalah bahwa guru mungkin tidak pernah melihat pentingnya suatu integrasi dari pengetahuan-pengetahuan tersebut dan kurang menyiapkan cara mengintegrasikan pengetahuan-pengetahuan ini dalam bentuk perencanaan yang matang sebelum melakukan pembelajaran.

Transformative model merupakan gambaran dari suatu sintesis seluruh pengetahuan yang dibutuhkan untuk menjadi guru yang efektif. Pengetahuan tentang materi subjek, pedagogi dan konteks yang berkembang secara terpisah atau terintegrasi, akan ditransformasikan kedalam suatu bentuk pengetahuan baru yang lebih 'powerful' daripada gabungan antara pengetahuan-pengetahuan tersebut tanpa integrasi. Jadi dengan cara semacam ini, ketiga pengetahuan dasar di atas menjadi lebih berguna ketika ditransformasikan dalam bentuk *PCK*. Kelemahan model ini adalah pengembangan dari

kemampuan guru dalam keterampilan mengambil keputusan, kemampuan personal dan kreativitas guru, mungkin terabaikan.

PCK dari seorang guru bisa sama dengan guru lain, tetapi juga bisa berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh konteks mengajar, penguasaan konten dan pengalaman guru. Untuk mengenali dan menilai perkembangan *PCK*nya, seorang guru membutuhkan pemahaman konseptual yang kaya dari konten subjek tertentu yang mereka ajarkan. Pemahaman konseptual yang kaya yang dipadukan dengan keahlian dalam menggunakan prosedur pembelajaran, strategi dan pendekatan untuk digunakan di dalam kelas, menciptakan suatu pencampuran dari pengetahuan konten dan pengetahuan pedagogi yang oleh Shulman (1986 & 1987 dalam Loghran, *et al.*, 2006) disebut *PCK*.

Seorang guru yang baik harus menguasai konten (bahan pelajaran/*materi* subjek) dan menguasai ilmu mengajar (pedagogi). Konten merupakan pengetahuan sains yang semestinya dikuasai oleh pengajar mencakup fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori (Dahar & Siregar, 2000). Pedagogi berarti cara-cara yang dapat dilakukan untuk membantu siswa belajar dan memecahkan problem-problem dalam sains (Enfield, 2007).

Hubungan antara konten dan pedagogi dapat dijelaskan sebagai berikut : pengetahuan konten membekali untuk guru dapat menghubungkan dan melihat hubungan antara konsep-konsep, sedangkan pengetahuan pedagogi membekali guru untuk menguasai cara-cara yang dapat membantu siswa belajar tentang problem-problem sains. Pada aspek pengetahuan konten diharapkan guru dapat belajar dan mengajar tentang proses inkuiri, sedangkan pada aspek pedagogi diharapkan guru dapat memberi pengalaman pada siswa untuk membuat atau melakukan proses inkuiri. Pernyataan-pernyataan di atas menunjukkan bahwa ada interseksi atau irisan antara konten dengan pedagogi. Irisan inilah

yang kemudian dikenal dengan pengetahuan konten pedagogi atau *pedagogical content knowledge/PCK* (Enfield, 2007).

Pengetahuan Konten Pedagogi atau *PCK* yang diusulkan Shulman, oleh banyak peneliti dianggap sebagai jawaban yang memuaskan terhadap transformasi konten/*materi subjek* menjadi suatu bentuk penyajian di dalam kelas (Dahar & Siregar, 2000). Cochran, *et al.* (1993) merumuskan *pedagogical content knowledge (PCK)* sebagai: *concern the manner in which teachers relate their subject matter knowledge (what they know about what they teach) to their pedagogical knowledge (what they know about teaching) and how subject matter knowledge is a part of the process of pedagogical reasoning.* *PCK* dalam hal ini ditekankan pada aspek konten yang berhubungan erat dengan bagaimana cara mengajarkan agar mencapai *teachability*. *PCK* ini juga meliputi bentuk-bentuk terbaik yang digunakan untuk merepresentasikan suatu ide, usaha terbaik untuk melakukan analogi, mengilustrasi, mengeksplanasi, dan mendemonstrasikan atau dengan kata lain membuat suatu cara terbaik merepresentasikan dan memformulasi suatu subjek sehingga membuatnya menjadi sesuatu yang dapat difahami secara menyeluruh (*comprehensive*). *PCK* juga meliputi pemahaman tentang apa yang dapat dilakukan dalam pembelajaran suatu konsep spesifik yang mudah maupun sulit terhadap para siswa (dengan berbagai umur dan latarbelakang) yang mempunyai konsepsi dan miskonsepsi agar mereka belajar (Shulman, 1997 dalam Cochran, *et al.*, 1993).

B. Pembekalan *PCK* bagi Calon Guru

Para pengajar calon guru (*teacher educators*) seringkali menghadapi kesulitan dalam mempersiapkan calon guru untuk menjadi guru yang baik. Mereka harus dapat

melihat apa-apa yang dibutuhkan calon guru dalam belajar tentang mengajar. Para *teacher educators* juga harus dapat membekalkan keterampilan mengelola kelas, aktivitas dalam mentransformasi informasi dan bagaimana merencanakan langkah-langkah pembelajaran serta hal-hal lain yang berkaitan dengan pengelolaan kelas yang mereka ajar. Bagi para calon guru, sering dirasakan adanya kesenjangan yang besar antara praktek mengajar dan teori yang mereka peroleh (Holt-Reynolds, 2000). Salah satu kendala yang dihadapi para pengajar calon guru adalah calon guru cenderung bersikap *underestimate* terhadap aspek kognitif dari mengajar (Munby, Russell, & Martin, 2001). Problem lain adalah kesulitan tentang bagaimana mengajarkan calon guru untuk dapat mengintegrasikan *pedagogical knowledge (PK)* dengan pengetahuan materi subjek. Beberapa studi menunjukkan bahwa calon guru seringkali sangat kurang dalam pemahaman konseptual dari konten yang akan mereka ajarkan. Para calon guru seringkali memahami *subjek matter knowledge (SMK)* secara terpisah-pisah dan sangat tak terorganisasi sehingga mengakibatkan kesulitan untuk mengakses pengetahuan tersebut ketika mereka harus mengajarkannya (Gess-Newsome, 1999). Banyak calon guru yang berpandangan bahwa mengajar hanyalah menyampaikan informasi, sehingga sangat penting untuk memberikan pembekalan pada calon guru tentang bagaimana mengajarkan suatu materi subjek dengan menciptakan kesadaran bahwa mereka membutuhkan hal-hal yang berkaitan dengan belajar mengajar dan implikasi hal tersebut pada proses belajar untuk mengajar. Disamping itu calon guru juga harus diberi pemahaman bahwa mereka juga harus mengembangkan wawasan yang lebih mendalam tentang bagaimana belajar mengajar sains (Nilsson, 2008).

Problem lain yang sering dihadapi guru pemula atau calon guru adalah kurangnya kemampuan mereka dalam membuat rencana pembelajaran yang berdampak timbulnya kesulitan dalam praktek mengajar di kelas. Disamping itu, mereka juga mengalami

kesulitan dalam mengidentifikasi kemampuan siswa terhadap suatu materi tertentu, padahal hal ini sangat dibutuhkan sebagai penuntun dalam memilih dan menentukan konsep-konsep penting yang harus diberikan dalam pembelajaran yang akan dilakukannya (Kapyla, *et al.*, 2009).

Menurut Nilsson (2008) struktur pendidikan calon guru diharapkan juga tidak hanya menyiapkan kesempatan bagi calon guru untuk mentransformasi pengetahuan yang mereka dapatkan selama pendidikan tetapi juga harus membekalkan pengetahuan-pengetahuan dasar lainnya seperti pengetahuan materi subjek (*Subject Matter Knowledge/SMK*), pengetahuan pedagogi (*PK*), dan *Contextual Knowledge (CK)*, yang seringkali dianggap sebagai sesuatu yang terpisah. SMK, menunjukkan kuantitas, kualitas dan kemampuan seorang guru dalam pengorganisasian informasi, konseptualisasi dan kemampuan mengkonstruksi sains (Zeidler, 2002). Gess-Newsome (1999) menambahkan bahwa SMK juga meliputi *scientific literacy*, partisipasi dalam dunia ilmiah dan pemahaman tentang struktur dan hakekat sains.

Penelitian menunjukkan bahwa guru dengan penguasaan SMK yang baik, akan mempunyai pengetahuan yang lebih tentang hubungan antar konsep dan metode-metode menghubungkan suatu konsep dengan konsep lainnya (Gess-Newsome, & Lederman, 1999). Disamping itu, Kapyla, *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa penguasaan konten yang kuat memberi dampak positif pada penguasaan PCK calon guru. Dengan penguasaan konten yang baik, guru juga dapat mengetahui atau mengenali miskonsepsi yang terjadi pada siswa, dapat memilih konten-konten mana saja yang paling penting diajarkan dan tak akan mentransfer miskonsepsinya pada siswa. Dengan demikian, keterbatasan kemampuan SMK seorang guru dapat berakibat pada rendahnya kepercayaan diri dalam mengajar sains (Appleton, 2006; Harlen, 1997; Harlen & Holryod, 1997). Jadi tingkat kemampuan

seseorang dalam menguasai kompleksitas struktur SMK merupakan suatu faktor kritis yang berpengaruh dalam mempermudah penjelasan struktur pengetahuan dalam praktek di kelas dan pembentukan dasar konten dalam pengembangan *PCK* (Nilsson, 2008).

PK mengandung elemen-elemen umum yang terkait dengan mengajar, pengorganisasian kelas, strategi dan model-model pembelajaran, serta komunikasi kelas. Morine-Deshimer & Kent (1999) beranggapan bahwa *PK* harus diadaptasi sesuai konteks mengajar di kelas dan kemampuan mengadaptasinya dapat menunjukkan adanya pemahaman mengenai kemampuan mengaplikasikan strategi di dalam situasi kelas yang nyata. *CK*, sangat berkaitan erat dengan *PK* dan menggambarkan pengetahuan tentang sekolah, karakter atau kebiasaan siswa, iklim kelas dan hubungan antar individu dalam kelas serta konteks yang terjadi dalam mengajar.

Penguatan pengetahuan-pengetahuan dasar yang telah dijelaskan di atas diharapkan akan memicu kreativitas untuk menemukan suatu cara mentransformasi berbagai pengetahuan yang guru/calon guru miliki dalam bentuk yang lebih berguna dan bermakna dalam konteks mengajar mereka. Dengan demikian diharapkan calon guru dapat mengenali dan memahami kompleksitas dalam mengajar dan melihat pentingnya mentransformasi pengetahuan mereka ke dalam suatu bentuk yang lebih berguna dan membantu didalam mempertajam pengajaran sains mereka di kelas.

Calon guru dengan pengalaman mengajar di kelas yang kurang, tak pelak lagi akan mempengaruhi dalam pengetahuan *pedagogical content knowledge* mereka dibandingkan guru berpengalaman. Akan tetapi untuk dapat mengkatalisis pengembangan *PCK* mereka, dapat dilakukan pembekalan untuk mengenali bagian-bagian dari *PCK* yang pada akhirnya dapat menguatkan kemampuan *PCK* mereka secara menyeluruh. Hal ini dilakukan karena pada dasarnya *PCK* merupakan hubungan dinamis antara bagian-bagian tersebut dan

sangat berkaitan dengan segi praktek (Nilsson, 2008). Dengan demikian kemampuan *PCK* paling baik dibekalkan dengan strategi mengkombinasikan analisis teori dengan praktek yang diwujudkan dalam praktek di kelas (Marks, 1990).

Magnusson, *et al.* (1999) menekankan bahwa perkembangan *PCK* dapat dideterminasi dengan melihat konten apa yang akan dibahas, konteks yang terkait dengan konten yang akan dibahas dan cara guru merefleksikan pengalaman mengajarnya. Dalam hal ini refleksi menjadi salah satu elemen penting bagi calon guru untuk mengembangkan keahlian mereka dalam hal praktek dan merupakan bentuk pertanggungjawaban mereka dalam melakukan tindakan mengajarnya (Nilsson, 2008).

Pada awalnya pendidikan guru lebih banyak menekankan pada pengetahuan guru tentang *materi subjek* (Shulman, 1997 dalam Cochran, *et al.*, 1993). Namun melihat betapa pentingnya *PCK* sebagai alat utama guru dalam mengajarkan suatu subjek seperti diuraikan di atas, maka pada dekade belakangan ini, *PCK* dapat dijadikan sebagai salah satu target area yang harus dikembangkan dalam pendidikan guru (Rollnick, *et al.* 2008). Saat ini pendidikan guru mulai menekankan pada efektivitas metode pedagogi secara umum yang meliputi penggunaan pertanyaan, desain suatu penugasan dan kurikulum serta asesmen performa independen siswa pada tiap materi subjek (Ball & McDiarmid, 1990). Para ahli kini menyadari bahwa baik pengetahuan tentang *materi subjek* maupun pengetahuan pedagogi merupakan hal yang krusial dalam suatu pengajaran yang baik dan dalam meningkatkan pemahaman siswa (Cochran, *et al.*, 1993), sehingga hal tersebut sangat perlu dibekalkan kepada calon guru yang sedang menempuh pendidikan guru di universitas atau LPTK.

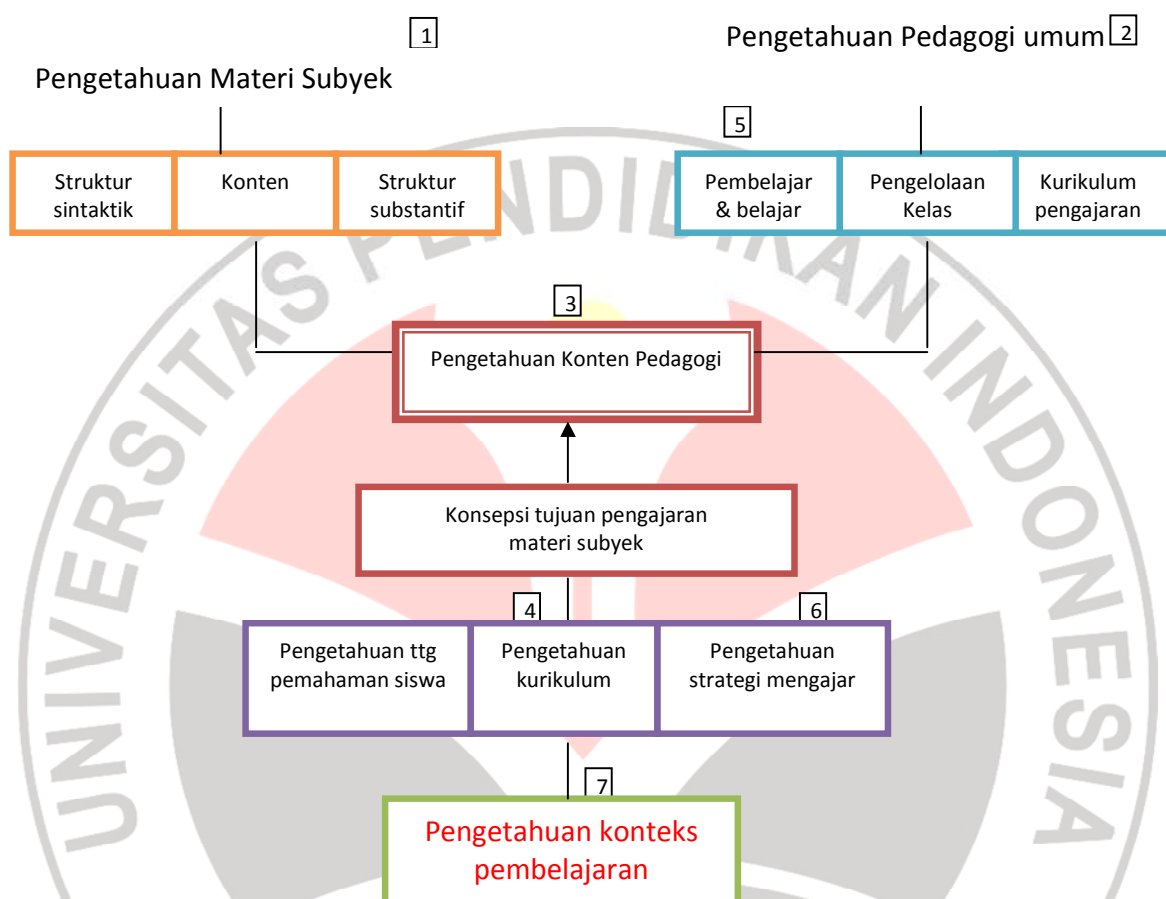
C. Hubungan Pengetahuan Konten Pedagogi dengan Pengetahuan Dasar Mengajar

Transformasi suatu konten (*materi subjek*) selama mengajar dapat terjadi sebagai suatu refleksi yang kritis dan sebagai interpretasi suatu *materi subjek* yang meliputi penemuan berbagai cara untuk merepresentasikan informasi dalam bentuk analogi, metafora, contoh, problem, demonstrasi dan berbagai aktivitas kelas. Selain itu juga terjadi adaptasi materi yang diberikan dengan aspek-aspek kemampuan (*ability*), *gender*, pengetahuan awal dan preconsepsi dan pada akhirnya meramu materi yang diberikan dalam bentuk suatu bahan yang siap disajikan pada siswa (Cochran, *et al.*, 1993). Gudmundsdottir (1987) menggambarkan bahwa proses transformasi merupakan suatu restrukturisasi terus menerus terhadap pengetahuan *materi subjek* untuk tujuan mengajar.

Seorang pendidik yang konstruktivis akan berpandangan pengetahuan sebagai sesuatu yang dikreasi (*created*) dan bukan sesuatu yang diberikan atau ditransformasikan, dan guru harus memahami bagaimana siswa mengkonstruksi dan menggunakan pemahamannya (Cochran, *et al.*, 1993). Tugas guru adalah membantu agar siswa mampu mengkonstruksi pengetahuannya sesuai dengan situasi konkret. Oleh karenanya strategi mengajar seorang guru juga harus disesuaikan dengan kebutuhan dan situasi siswa (Suparno, 2000).

Shulman (Dahar & Siregar, 2000) memetakan komponen pengetahuan dasar dari tugas mengajar seperti tertera pada gambar 2.1. Gambar 2.1 tersebut mengidentifikasi tujuh pengetahuan dasar tugas mengajar yang diperlukan untuk meningkatkan pemahaman pengajar terhadap *materi subjek*. Pengetahuan dasar ini mencakup: pengetahuan materi subjek, pengetahuan pedagogi umum, pengetahuan konten pedagogi, pengetahuan kurikulum, pengetahuan pembelajar dan karakteristiknya, pengetahuan strategi mengajar

dan pengetahuan konteks pembelajaran. Berikut ini diuraikan secara ringkas ke tujuh pengetahuan dasar mengajar tersebut.



Gambar 2.1 Totalitas Pengetahuan Guru (Shulman, 1997; Dahar & Siregar, 2000)

1. Pengetahuan *materi subjek*

Pengetahuan materi subjek merujuk pada organisasi pengetahuan guru yang terdiri dari: *pengetahuan konten*, mencakup fakta dan konsep dalam suatu disiplin; *struktur sintaktikal*, mencakup merumuskan dan cara validasi pengetahuan; *struktur substantif* mencakup organisasi konten ilmu.

2. Pengetahuan pedagogi umum

Pengetahuan pedagogi umum merujuk pada prinsip-prinsip dan strategi pengelolaan dan organisasi kelas yang menyangkut pengetahuan umum. Prinsip dan strategi mengajar juga dikendalikan oleh keyakinan, dan pengetahuan praktis guru.

3. Pengetahuan konten pedagogi

Pengetahuan konten pedagogi merupakan pengetahuan dalam mengorganisasikan konten, yang cocok untuk tugas mengajar. Ini mencakup representasinya dalam bentuk yang bermanfaat untuk meningkatkan pemahaman pembelajar.

4. Pengetahuan kurikulum

Pengetahuan kurikulum merujuk pada materi dan program yang berfungsi sebagai alat khusus bagi guru dalam menentukan tujuan pengajaran pada berbagai jenjang kelas.

5. Pengetahuan pebelajar dan karakteristiknya

Pengetahuan ini digunakan untuk mengembangkan pengajaran.

6. Pengetahuan strategi mengajar

Pengetahuan ini berkaitan dengan cara bekerjanya kelompok kecil di sekolah hingga pada bagaimana organisasi sekolah dan pembiayaan sekolah.

7. Pengetahuan konteks pembelajaran

Pengetahuan ini berhubungan dengan konteks yang mengendalikan bentuk-bentuk interaksi kelas.

Gambar 2.1 memperlihatkan bahwa pengetahuan konten pedagogi merupakan bagian dari pengetahuan dasar mengajar dan menduduki peran sentral. Terlihat bahwa semua aspek yang terkait dengan mengajar seperti pengetahuan materi subjek,

pengetahuan pedagogi umum dan pengetahuan konteks pembelajaran, semua diarahkan untuk membentuk pengetahuan konten pedagogi.

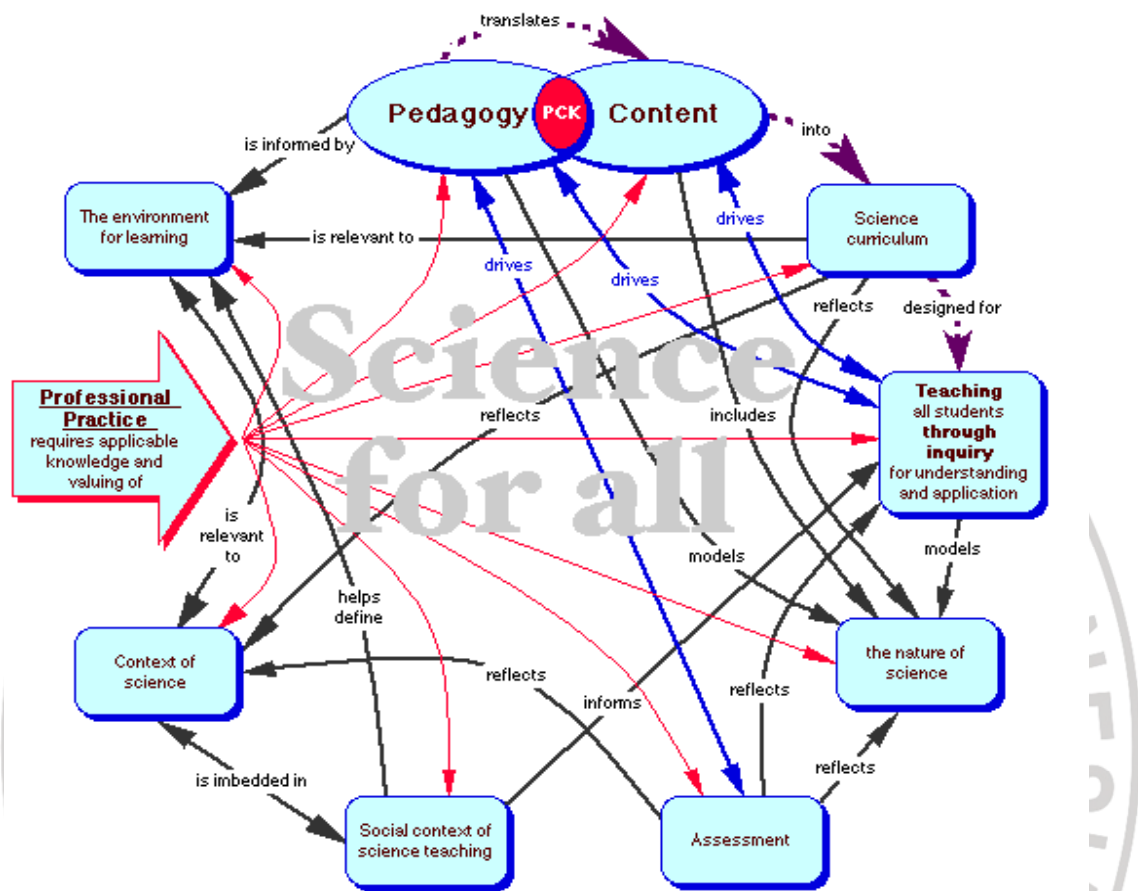
Secara lebih menyeluruh bila pengetahuan konten pedagogi dikaitkan dengan komponen-komponen yang harus dimiliki guru sebagai pendidik, digambarkan oleh Enfield (2007), pada Gambar 2.2. Gambar 2.2 merangkum tentang hal-hal yang perlu/seyogyanya dimiliki seorang guru profesional dan hubungan antara komponen-komponennya. Bila diperhatikan letak *PCK* berada pada irisan antara aspek konten dan aspek pedagogi. Dari gambar anak panah yang menghubungkan komponen pedagogi dan konten, dapat diartikan bahwa komponen pedagogi harus dapat menterjemahkan konten melalui *PCK*. Selain itu *PCK* dibutuhkan bila guru akan mengajar seluruh siswa dengan menerapkan inkuiri agar memperoleh pemahaman dan dapat mengaplikasikannya. Sebaliknya dalam menerapkan *PCK*nya, guru seyogyanya memperhatikan komponen pengajaran melalui inkuiri pada seluruh siswanya.

D. Pentingnya Pengetahuan Konten Pedagogi (*PCK*) dalam Pendidikan Guru Sains

Mengapa kita menyatakan bahwa *PCK* memiliki arti penting dalam pendidikan guru khususnya guru sains? Penjelasannya akan dikemukakan dalam uraian di bawah ini.

Shulman (1997 dalam Enfield, 2007) mengembangkan *PCK* sebagai konstruksi, untuk merespons beberapa masalah yang ditemukan dalam proses mengajar dan pendidikan guru. Standar –standar guru yang selama ini dikemukakan dalam NSTA, menunjukkan bahwa hubungan antara pengetahuan konten dan pengetahuan pedagogi hanya terlihat secara implisit. Apabila dibaca lebih hati-hati tampak bahwa hubungan antara kedua domain tersebut sedikit diabaikan. Sebagai contoh standar pedagogi dalam NSTA mengusulkan bahwa guru harus punya pengalaman mengorganisasi

kelas/*organization of classroom experiences* (National Science Teacher Association,1998). Akan tetapi untuk mendisain '*organization*' tersebut dibutuhkan suatu pemahaman mendalam tentang konten. Hal inilah yang menurut Shulman (1997, dalam Enfield,2007) harus ada suatu kunci yang dapat merinci dengan jelas pengetahuan konten pedagogi (*PCK*) yang diletakkan sebagai irisan antara pengetahuan konten dan pengetahuan pedagogi. Persiapan tentang pemahaman aspek konten secara lebih mendalam, yang dibutuhkan untuk mengorganisasi kelas tersebut, seringkali tidak dapat dilakukan seorang calon guru hanya di kampus tempat ia belajar ilmu pendidikan (di LPTK atau universitas penyedia calon guru). Selama ini seringkali guru mempunyai pengalaman belajar kedua domain tersebut secara terpisah-pisah. Untuk belajar konten atau materi subjek secara lebih mendalam dia belajar dalam konteks materi subjek, untuk belajar cara mengajar dia belajar dalam konteks metodologi. Akibat dari hal tersebut, hanya sedikit kecocokan yang terjadi antara kebutuhan pembelajar dengan metode mengajar. Seharusnya seorang guru sains memiliki pendekatan yang berbeda dengan seorang ilmuwan dalam mempelajari suatu materi subyek. Seorang guru sains tidak boleh hanya mengerti tentang materi subyek tetapi juga harus mengetahui bagaimana implikasi pedagoginya dalam pembelajaran sains. Pengetahuan konten pedagogi mengintegrasikan kedua domain tersebut dengan memberi penekanan bahwa ia mempelajari suatu materi subyek sekaligus memikirkan bagaimana cara mengajarkannya. Pernyataan-pernyataan di atas menunjukkan bahwa untuk membelajarkan suatu konten dengan baik, bukanlah pekerjaan yang mudah. Dibutuhkan koordinasi yang lebih mendalam antara ahli konten atau saintis dengan ahli pedagogi atau pendidik. Namun hal ini dapat menghasilkan keuntungan yang banyak yaitu menjadikan guru lebih '*knowledgeable*', fleksibel dan '*capable*'(Enfield, 2007).



Gambar 2.2. Pengetahuan Konten Pedagogi dikaitkan dengan Komponen-komponen yang harus dimiliki Guru (Enfield, 2007).

Sering muncul pertanyaan tentang, mengapa calon guru masih banyak menghadapi masalah terkait pengajaran ketika mereka sudah menjadi guru, padahal pembekalan *subject matter knowledge (SMK)*, sudah cukup banyak mereka peroleh di bangku kuliah? Menurut Nilsson (2008), permasalahan ini kemungkinan terjadi karena calon guru belum menerima pengetahuan dalam suatu unit transformasi, yaitu pengetahuan yang dapat mentransformasikan suatu konten ke dalam bentuk pembelajaran yang dapat memberikan

pemahaman kepada siswa. Penyebab lain adalah kesulitan dalam melakukan verbalisasi pengetahuan konten yang diperoleh, menghubungkan pengetahuan ke dalam kehidupan sehari-hari, menghubungkan teori ke dalam kehidupan sehari-hari dan ketidakmampuan dalam memberi jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan siswa (Appleton, 2006; Harlen, 1997 & Harlen & Holroyd, 1997).

Alasan lain adalah bahwa, *subject matter knowledge* (SMK) merupakan sesuatu yang bersifat eksplisit sehingga mudah dibelajarkan, sementara PCK relatif bersifat abstrak dan sulit untuk dieksplisitkan. Hal ini berarti sangat sulit bagi guru mengeksplisitkan kedalaman PCKnya tanpa menunjukkannya dalam bentuk aktivitas mengajar (Loughran, *et al.*, 2001). Dengan demikian, dibutuhkan beberapa kombinasi metode dalam pembekalan PCK, yang dapat menjawab permasalahan tersebut, misalnya dengan mengukur kemampuan guru atau calon guru dalam praktek mengajar di kelas.

Pembekalan PCK bagi calon guru menghasilkan beberapa keuntungan diantaranya, calon guru menjadi lebih mampu menyiapkan suatu kerangka kerja yang jelas selama mereka menyiapkan pembelajaran. Selain itu calon guru menjadi lebih mampu mengenali dan meningkatkan rasa percaya diri dalam mengajar. Hal lain yang menguntungkan adalah dengan cara-cara pembekalan PCK yang tepat, PCK bukan lagi dianggap sekedar teori pendidikan melainkan menjadi suatu bentuk representasi tentang bagaimana mereka dapat mengembangkan pengetahuan profesional dalam praktek mengajar mereka (Loughran, *et al.*, 2008). Johnston & Ahtee (2006) menyatakan bahwa pembekalan PCK yang kuat pada calon guru akan menyebabkan calon guru untuk terus menerus berupaya meluruskan, memperbaiki atau memahami lebih baik tentang suatu materi subjek yang akan diajarkan, sehingga materi atau konten tersebut menjadi lebih mudah dipahami oleh siswa, sehingga pembelajaran yang mereka berikan menjadi lebih bermakna.

Namun upaya pembekalan PCK juga bukan berarti tanpa kendala. Penguatan PCK dalam pendidikan guru merupakan bagian dari tradisi mempelajari keterampilan dan pengetahuan guru secara menyeluruh (Loughran, *et al.*, 2001). PCK merupakan sesuatu yang sangat potensial dibekalkan dalam pendidikan guru, akan tetapi analisis dan cara pengukuran yang sederhana tentang sejauh mana pengetahuan tersebut telah dicapai, masih sulit ditemukan (Kapyla, *et al.*, 2009). Oleh karena itu masih perlu dicari cara-cara praktis dan sederhana untuk melakukannya.

PCK juga penting dalam proses pengembangan '*scientific literacy*' dan kemampuan mentransformasi pengetahuan guru ke dalam proses pembelajaran. Untuk kepentingan ini, guru membutuhkan pengetahuan konten, pengetahuan pedagogi, dan juga pemahaman tentang interseksi antara keduanya, yaitu pengetahuan konten pedagogi (PCK).

Adanya variasi di antara siswa, menyebabkan perlu dipikirkan tentang bagaimana konten dan pedagogi secara bersama-sama memberikan pengalaman belajar yang cocok dengan kebutuhan siswa. Selain itu pedagogi yang tepat pada konten dapat membantu menunjukkan masalah-masalah dalam kelompok siswa, mendorong kelompok untuk berpartisipasi, membawa fleksibilitas yang lebih baik dalam kelas atas dasar kemampuan dan interes dari masing-masing siswa (Enfield, 2007). Dalam NSES (1996) dinyatakan bahwa guru sains juga harus memahami tentang bagaimana perbedaan latar belakang siswanya/konteks sosial dalam hal pengalaman, motivasi, gaya belajar, kemampuan dan interesnya terhadap pembelajaran sains. Guru harus menggunakan semua pengetahuannya untuk membuat keputusan yang efektif tentang *learning objective*, *teaching strategy*, *assessment task* dan materi kurikulum. Sebagai contoh : pada pembelajaran sains bagi

warga negara asing di Amerika yang berasal dari belahan dunia, guru dapat memodifikasi pembelajarannya berdasarkan sudut pandang siswa yang berbeda-beda latar belakangnya tersebut. Hal ini adalah contoh hasil seorang guru dalam menerapkan *PCK* (Kawagley, *et al.*, 2000)

Pengetahuan konten pedagogi dalam pembelajaran sains sangat penting ditinjau dari konteks awal wacana para saintis hingga menjadi eksplanasi pedagogik. Wacana yang merupakan hasil kegiatan ilmiah para saintis yang ditransformasikan ke model teoritis atau matematik hanya dapat dengan mudah dimengerti oleh rekan sejawat para ahli sains. Model ini sangat sulit dipahami oleh siswa tanpa ada keterlibatan aspek psikologi dan pedagogi (Dahar & Siregar, 2000). Dengan demikian berarti bahwa guru harus menerapkan *PCK*nya. Salah satu contoh dalam biologi tentang bagaimana mengeksplanasi suatu materi pembelajaran menjadi sesuatu yang lebih mudah dipahami adalah tentang penggambaran struktur *lipid bilayer* dari membran sel dan komponen-komponen penyusunnya sekaligus proses keluar masuknya oksigen. Pada Gambar 2.3, akan lebih mudah dipahami oleh siswa dan lebih bermanfaat untuk digunakan guru dalam merepresentasikan materi terkait yaitu tentang membran sel, dibanding dengan menggambarkan struktur protein integral secara narasi dan penggambaran tanpa modifikasi.

E. Bioteknologi dan Pembelajarannya

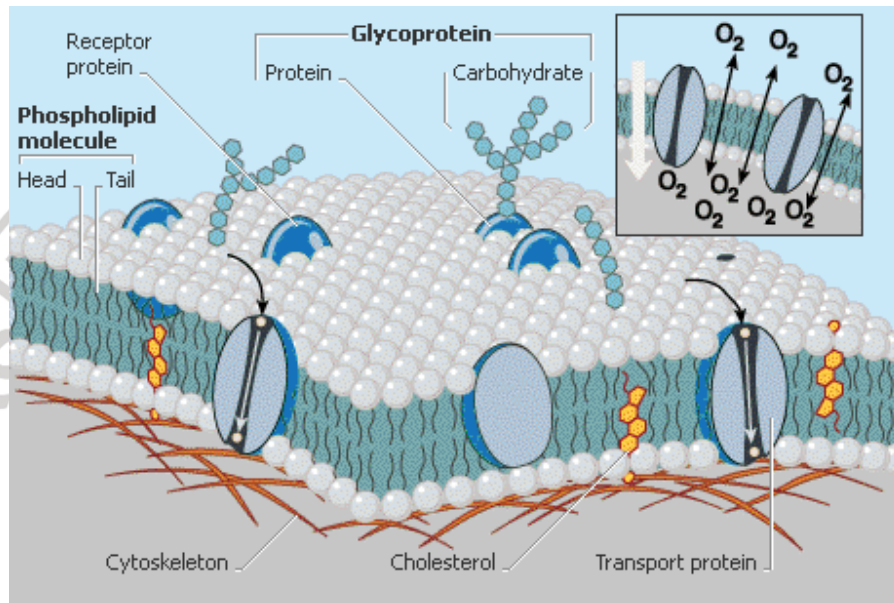
Bioteknologi dalam arti luas adalah beberapa teknik yang menggunakan organisme hidup atau prosesnya untuk membuat atau memodifikasi produk, guna meningkatkan pemanfaatan tumbuhan atau hewan, atau untuk mengembangkan mikroorganisme untuk

tujuan khusus (Acquaah, 2004). Bioteknologi juga berarti penggunaan teknologi atau teknik-teknik yang berbasis pada sistem kehidupan baik tumbuhan, hewan atau mikroba untuk menghasilkan suatu produk atau menghasilkan spesies-spesies lain (Acquaah, 2004).

Bioteknologi sendiri merupakan disiplin atau bidang ilmu yang bukan saja secara teknis relatif sulit, dan juga merupakan bidang yang berkembang sangat pesat dan kompleks serta menimbulkan perdebatan terus menerus di masyarakat baik dari segi komersil, etika dan politis (Polkinghorne, 2000). Kemajuan yang pesat dalam aplikasi biologi molekuler dan bioteknologi (misalnya dalam mengatasi masalah kelaparan dan malnutrisi, termasuk bagaimana meningkatkan nilai tambah suatu produksi makanan), menjadi isu yang masih sering ditanggapi secara skeptis oleh masyarakat. Perdebatan paling banyak berkisar pada penggunaan bioteknologi pada organisme yang dimodifikasi secara genetic (GMOs/"Genetically Modified Organism"). Para peneliti menyimpulkan bahwa kesetujuan konsumen terhadap bioteknologi dapat dihambat karena pemahaman yang terbatas terhadap bidang tersebut (Fritz, *et al.*, 2004). Untuk meluruskan segala permasalahan yang terkait dengan hal tersebut, publik perlu memiliki pemahaman dan pengetahuan yang benar tentang dasar saintifik dan prospek dari aplikasi bioteknologi yang menjadi permasalahan tersebut (Montgomery, 2004). Selain itu peningkatan pemahaman tentang bioteknologi, dapat membantu masyarakat membuat suatu keputusan yang tepat tentang teknologi tersebut (Cavanagh, *et al.*, 2005).

Guna meningkatkan pengetahuan dan pemahaman dalam bidang ini, diperlukan peran saintis dan pengajar sains, dalam hal ini para guru dan dosen dalam membelajarkan masyarakat tentang hal-hal terkait dengan bioteknologi (Montgomery, 2004). Kondisi/sifat bioteknologi yang demikian, tentunya membutuhkan kemampuan untuk memunculkan

pemikiran yang kritis dan penguasaan yang benar dan baik terhadap bidang tersebut, agar pada akhirnya diperoleh kemampuan untuk dapat melakukan pengambilan keputusan yang tepat tentang mana bioteknologi yang baik dan mana yang dapat menghasilkan resiko yang kurang menguntungkan.



Gambar 2.3. Struktur membran sel dan komponen-komponen penyusunnya (Encarta Encyclopedia, Microsoft Corporation, 2008).

Generasi muda saat ini perlu mendapat informasi yang tepat tidak saja tentang aplikasi praktis bioteknologi, tetapi mereka juga membutuhkan apresiasi terhadap implikasi sosial dan etika bioteknologi sehingga diharapkan mereka dapat membuat keputusan yang bijaksana dan berkontribusi dalam perdebatan publik di masa datang. Masih banyak pemahaman yang keliru tentang bioteknologi yang dapat mempengaruhi sikap siswa terhadap topik tersebut (Dawson & Schibeci, 2003). Dari berbagai penelitian ditemukan bahwa masih dibutuhkan secara luas pembelajaran yang lebih baik tentang bioteknologi dan aspek-aspek yang terkait di dalamnya seperti genetika. Pembelajaran

yang baik dalam bidang bioteknologi, dapat meningkatkan minat masyarakat untuk berpartisipasi menambah pengetahuannya di bidang sains dan teknologi. Sayangnya para siswa di sekolah masih banyak yang belum memiliki pemahaman yang benar tentang topik tersebut (Rothhaar, *et al.*, 2006). Banyak siswa sekolah menengah atas (16-19 th) tidak memahami proses pembuatan produk bioteknologi atau implikasi bioteknologi modern (Chen & Raffin, 1999). Lock, *et al.* (1995) menemukan bahwa setelah mendapat pembelajaran tentang bioteknologi dan rekayasa genetik siswa berumur 16 tahun lebih di United Kingdom (UK) dapat ditingkatkan pengetahuannya dan sikapnya menjadi lebih suka dan menurunkan sikap ketidakpastian. Sebaliknya Olsher & Dreyful (1999) melaporkan 105 siswa (15 tahun) yang diberi pertanyaan tentang penggunaan hormon dalam rekayasa genetik, menunjukkan tidak terjadi perbedaan sikap positif yang signifikan antara siswa yang diberi pembelajaran bioteknologi dengan yang tidak. Akan tetapi siswa yang belajar bioteknologi lebih dapat memberikan argumen yang baik dalam Bioteknologi.

Bal, *et al* (2007) dari hasil penelitiannya menyatakan bahwa pembelajaran genetika sebagai salah satu ilmu dasar untuk mempelajari bioteknologi yang selama ini dilakukan, masih kurang fokus pada rekayasa genetik dan implikasinya. Berdasarkan hal tersebut, untuk membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna dan untuk menyediakan pendidikan yang lebih efektif, maka harus lebih sering digunakan metode dan strategi pembelajaran alternatif disamping harus dilakukan pula restrukturisasi kurikulum untuk meningkatkan cakupan prinsip-prinsip dasar dan aplikasi dari rekayasa genetik sebagai bagian dari bioteknologi. Selain itu dinyatakan pula bahwa persepsi tentang resiko dan prasangka negatif terhadap bioteknologi akan menurun seiring dengan peningkatan pengetahuan dan pemahaman mereka tentang bioteknologi. Situasi ini jelas menunjukkan pentingnya pembelajaran yang dapat menyediakan kesadaran sosial. Disamping itu ,karena perlu

disampaikannya dasar-dasar pengetahuan yang kuat untuk mempelajari bioteknologi, kurikulum harus direstrukturisasi untuk lebih banyak mengandung pembahasan mengenai keuntungan, kerugian dan resiko-resiko yang mungkin terjadi akibat aplikasi di bidang ini. Diperlukan pula program-program yang mengandung aktivitas-aktivitas yang dapat meningkatkan kemampuan siswa/mahasiswa untuk membuat suatu keputusan tentang suatu isu terkait etika.

Metode pembelajaran alternatif dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep-konsep sulit pada semua aspek persekolahan, termasuk matematika, sains, genetika dan bioteknologi (Rothhaar, *et al.*, 2006). Beberapa pendekatan yang dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang bioteknologi, meliputi penggunaan studi kasus, yaitu dengan menengahkan suatu kasus bioteknologi untuk dipecahkan (Calavito, 2000 dan Dori, *et al.*, 2003), pendekatan “*service-learning*”, yaitu pembelajaran dengan mengerjakan suatu tugas proyek terkait bioteknologi (Montgomery, 2004) menugaskan proyek penelitian kelompok misalnya dengan pemberian tugas pengamatan tentang pembuatan produk-produk bioteknologi (Thomas, *et al.*, 2001) penggunaan *student debate* (Lindell & Milckzarek 1997), penggunaan *University Masterclasses & School visit*, yaitu dua pendekatan yang bertujuan lebih meningkatkan motivasi dan keaktifan mahasiswa dalam mencari sumber belajar yang bervariasi (Tood & Murphy, 2003) penggunaan model GAME atau Genomic Analogy Model for Educators (Rothaar, *et al.*, 2004) penggunaan metode seminar (yang terdiri dari perkuliahan dari para ahli, membaca artikel terkait dan *hands-on demonstration*) (Diefes-Dux, *et al.*, 2007) dan pendekatan diskusi berbasis skenario (Snyder, *et al.*, 2008).

Melihat pengertian tentang Bioteknologi seperti telah dijelaskan di atas, dapat dikatakan bahwa bidang ilmu ini merupakan bidang ilmu yang lebih bersifat aplikatif.

Sebagai suatu ilmu yang bersifat aplikatif, untuk menguasai Bioteknologi, diperlukan pengetahuan dan penguasaan yang kuat tentang konsep-konsep dasar yang menunjang penguasaan di bidang tersebut . Konsep-konsep dasar tersebut diantaranya adalah tentang mikroba seperti virus dan monera, biologi sel, materi genetika, hereditas, dan konsep-konsep dasar yang ada di dalam bioteknologi sendiri. Guna melakukan pembelajaran bioteknologi dengan baik, calon guru harus menguasai dan mampu merekonstruksi pemahamannya tentang konsep-konsep yang ada dalam topik-topik tersebut. Guna mengukur penguasaan konsep-konsep dasar yang menunjang penguasaan bioteknologi, maka dapat diterapkan suatu metode yang dapat melatih mereka dalam memahami secara komprehensif suatu materi tertentu dan salah satu alat yang dapat digunakan adalah peta konsep.

F. Peta Konsep sebagai salah satu Alat Ukur Penguasaan Konsep

Seperti telah dijelaskan di atas, salah satu komponen utama dalam *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*, adalah SMK (*Subject Matter Knowledge*). SMK memegang peranan penting dalam mengembangkan PCK seorang guru atau calon guru. Guna mengetahui seberapa jauh penguasaan SMK calon guru, dapat digunakan adalah Peta Konsep (PtK).

Pemahaman secara utuh terhadap suatu bidang ilmu, salah satu dimulai dengan pemahaman dan penguasaan terhadap konsep-konsep dasar yang membangun keseluruhan ilmu tersebut. Guna membelajarkan suatu konsep dengan baik, tentunya seorang guru atau calon guru pertama-tama harus mampu menguasai konsep yang diajarkan tersebut secara utuh. Konsep yang merupakan abstraksi dari satu kelas objek, kejadian, kegiatan, atau hubungan yang memiliki atribut yang sama dan merupakan abstraksi yang berdasarkan

pengalaman (Rosser & Nicholson, 1984 dalam Dahar, 1996), tidaklah dapat berdiri sendiri. Pemahaman konsep-konsep ini semestinya diwujudkan dalam suatu kerangka konseptual dan konsep-konsep tersebut dapat dimaknai dan dikuasai dalam suatu kerangka yang utuh. Untuk dapat diketahui penguasaan seseorang terhadap suatu konsep, dapat dilihat bagaimana dibuat hubungan antara konsep-konsep tersebut dan bagaimana diterapkannya dengan tepat. Hal ini dapat diperoleh dengan membuat hubungan yang logis antar konsep dengan pengalaman yang terorganisir (Pring, 2000). Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengukur kerangka konseptual yang telah dikuasai seseorang adalah dengan menggunakan peta konsep atau pemetaan konsep.

Peta konsep merupakan gambar dua dimensi yang menggambarkan suatu kumpulan konsep yang saling berhubungan dalam suatu pasangan yang spesifik atau proposisi serta tersusun secara hirarkis (Novak, 1998). Proposisi merupakan dua atau lebih konsep yang dihubungkan oleh kata-kata dalam suatu unit semantik. Dalam suatu peta konsep terdapat pula suatu variasi signifikan dari suatu proposisi yang disebut dengan *cross link* (hubungan silang), yang menggambarkan hubungan antara ide-ide dalam segmen-segmen yang berbeda dalam peta konsep. Keberadaan *cross link* dalam suatu peta konsep dapat menggambarkan keahlian/penguasaan konsep dari pembuatnya, merupakan salah satu tanda bahwa peta konsep tersebut 'bagus' dan dapat dijadikan salah satu parameter dalam penskoran/penilaian peta konsep.

Menurut Hauser, *et al.* (2006) terdapat acuan langkah-langkah utama dalam menyusun suatu peta konsep. Pertama, pembelajar harus terlebih dahulu mengekstrak konsep-konsep penting yang terdapat dalam suatu teks dan melabeli/menandainya. Langkah kedua, pembelajar harus mampu menyusun dan mengelompokkan konsep-konsep yang telah mereka ekstrak sesuai dengan hirarkinya. Konsep yang lebih inklusif akan

membawahi konsep yang lebih eksklusif, atau dengan kata lain hirarki konsep disusun dari atas ke bawah dengan urutan dari umum ke khusus. Langkah ketiga atau terakhir, pembelajar menggambarkan dan melabeli hubungan-hubungan antara konsep-konsep yang telah diekstrak dalam bentuk gambar peta konsep.

Menurut Novak & Gowin (1985) dalam hal penguasaan konsep, seringkali seseorang cukup mudah menguasai konsep-konsep baru yang diajarkan, tetapi belum dapat memaknainya dengan baik karena mereka tak dapat secara aktif mengintegrasikan pengetahuan-pengetahuan baru tersebut ke dalam kerangka konseptual yang telah mereka miliki sebelumnya. Dengan mengkonstruksi suatu peta konsep yang bersifat hirarkis, dapat merupakan sarana mengintegrasikan konsep secara aktif.

Dengan penjelasan di atas, dapat dikatakan bahwa peta konsep dapat digunakan sebagai salah satu alat atau metode untuk menilai kapasitas kognitif seseorang terhadap suatu materi dan hal tersebut berhubungan erat dengan hasil belajarnya. Peta konsep juga dapat digunakan sebagai suatu strategi belajar individual yang menurut hasil penelitian Horton, *et al.*, (1993) secara umum dapat meningkatkan hasil belajar. Churalut dan DeBacker (2004) juga menemukan bahwa para siswa dewasa yang menggunakan peta konsep sebagai sarana belajarnya, mencapai hasil belajar yang lebih baik daripada para siswa yang menggunakan metode diskusi.

G. Perkuliahan Kapita Selekt Biologi SMA

Kapita Selekt Biologi merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa calon guru di Jurusan Pendidikan Biologi UPI yang diberikan pada semester 5 (Kapita Selekt Biologi 1) dan semester 6 (Kapita Selekt Biologi 2). Perkuliahan ini pada awalnya dinamakan Kajian Kurikulum Sekolah, tetapi selanjutnya berkembang selain berisi kajian

kurikulum juga mengkaji tentang materi-materi terpilih (dianggap sulit) yang ada di SMA dan terkadang disertai dengan cara bagaimana membelajarkan materi-materi yang ada dalam kurikulum. Dalam perkuliahan Kapita Selekt Biologi SMA, mahasiswa diberikan pendalaman konsep sekaligus bagaimana kaitan antara konsep-konsep tersebut dalam membangun konsep yang lebih besar, sehingga diharapkan mahasiswa calon guru dapat lebih meningkatkan penguasaan terhadap suatu materi secara lebih komprehensif.

Selama ini program pembelajaran Kapita Selekt Biologi SMA yang dilakukan, tidak secara terstruktur mengajarkan cara pembelajaran suatu materi, meskipun jika diperlukan hal tersebut dapat saja diberikan secara informal berdasarkan pertanyaan dari mahasiswa. Pembelajaran yang dilakukan selama ini lebih banyak ditekankan pada pelurusan dan pendalaman konsep-konsep yang ada di SMA yang selama ini dianggap sulit, baik bagi siswa untuk mempelajari dan menguasainya maupun bagi guru untuk menguasai dan membelajarkannya. Berdasarkan pengalaman pengajaran mata kuliah Kapita Selekt Biologi SMA selama ini, teridentifikasi beberapa topik di SMA yang dianggap sulit, baik bagi guru maupun bagi siswanya. Di antara topik-topik yang dianggap sulit tersebut, beberapa topik sangat terkait dengan penguasaan topik bioteknologi. Dengan karakteristik seperti di atas, maka dapat dikatakan bahwa perkuliahan Kapita Selekt Biologi SMA dapat digunakan sebagai salah satu wahana untuk membekali calon guru dalam tiga dimensi pengetahuan profesional guru yang menurut Shulman (NSTA & AETS, 1998) meliputi pengetahuan konten atau materi subjek (*Content or Subject Matter Knowledge*), pengetahuan konten pedagogi (*Paedagogical Content Knowledge/ PCK*) dan pengetahuan kurikulum (*Curricular Knowledge*). Dalam aspek pengetahuan konten, perkuliahan ini membekali mahasiswa dengan materi-materi tertentu yang diantaranya banyak berkaitan dengan materi-materi yang mendasari bioteknologi, sehingga perkuliahan

ini memungkinkan digunakan sebagai salah satu wahana untuk memperkuat penguasaan materi-materi dasar bioteknologi.

Bioteknologi merupakan ilmu yang untuk mempelajarinya diperlukan pengetahuan/konsep-konsep dasar penunjang tertentu. Konsep-konsep dasar/ilmu-ilmu penunjang tersebut juga dapat dipelajari, dikaji dan direkonstruksi dalam mata kuliah Kapita Selekt Biologi SMA melalui topik-topik tertentu yang terkait yaitu topik: virus dan monera, sel, materi genetika, hereditas, dan bioteknologi sendiri.

Guna melakukan pembelajaran bioteknologi dengan baik, calon guru seyogyanya menguasai dan mampu merekonstruksi pemahamannya tentang konsep-konsep yang ada dalam topik-topik tersebut. Merekonstruksi yang dimaksud disini adalah: menata dan menghubungkan-hubungkan kembali konsep-konsep dasar penunjang bioteknologi, baik yang telah mereka pelajari dalam perkuliahan (Biologi Umum, Biokimia, Biologi Sel) maupun yang sedang mereka pelajari (Mikrobiologi dan Genetika) serta yang akan dipelajari (Bioteknologi). Penguasaan dan kemampuan rekonstruksi yang baik tentang konsep-konsep dasar tersebut, diharapkan dapat digunakan untuk mengembangkan dan menunjang kemampuan mahasiswa guna menguasai *Pedagogical Content Knowledge* atau *PCK* nya. Kapita Selekt Biologi 1 mengkaji materi-materi yang ada di kelas 1 & 2 SMA (materi yang terkait bioteknologi: virus & Monera dan biologi sel). Kapita Selekt Biologi 2 mengkaji materi yang ada di kelas 3 SMA (materi yang terkait bioteknologi: genetika, hereditas, dan bioteknologi sendiri sebagai materi terakhir). Oleh karena materi yang terkait dengan Bioteknologi ada pada Kapita Selekt Biologi 1 dan Kapita Selekt Biologi 2, maka untuk mengukur kemampuan *PCK* Bioteknologi mahasiswa calon guru, penelitian ini dilakukan pada perkuliahan Kapita Selekt Biologi 1 dan Kapita Selekt Biologi 2.

H. Hasil-hasil Penelitian yang Relevan

Hasil-hasil penelitian yang terkait dengan pembekalan PCK secara umum maupun pembekalan PCK dalam bioteknologi, telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Nilsson (2008) meneliti tentang hakekat kompleks PCK pada pendidikan *pre-service*. Ia meneliti kemampuan PCK mahasiswa calon guru fisika, dengan menugaskan beberapa calon guru secara berpasangan melakukan perencanaan dan pembelajaran dari suatu topik dalam fisika yang dipilih secara bebas oleh calon guru. Dengan cara berpasangan, memungkinkan calon guru untuk berkolaborasi dan *sharing idea* dan saling memberi penguatan dalam mengajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan metode di atas, akan terjadi penguatan kemampuan dalam merencanakan pembelajaran, kemampuan dalam tampilan mengajar dan peningkatan dalam kemampuan melakukan evaluasi. Selain itu peserta menganggap bahwa PK (*Pedagogical Knowledge*), merupakan salah satu aspek penting yang harus mereka kuasai sebagai calon guru. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa untuk memberi bekal yang cukup bagi calon guru dalam belajar mengajar diantaranya dapat dilakukan dengan pengembangan pengetahuan yang tepat dalam praktek yaitu melalui PCK dengan cara membangun hubungan yang dinamis paling tidak antara SMK (*subject matter knowledge*), PK (*pedagogical knowledge*) dan CK (*contextual knowledge*) yang dituangkan dalam praktek mengajar mereka. Belajar mengajar melalui pengalaman mengajar adalah penting, tetapi refleksi dari pengalaman-pengalaman tersebut sangatlah krusial.

Penelitian tentang eksplorasi *Pedagogical Content Knowledge* pada pendidikan calon guru telah dilakukan oleh Loughran, Mulhall dan Berry (2008). Studi ini mengeksplorasi tentang bagaimana dengan pembekalan PCK pada program pendidikan guru sains (*pre-service science teacher programe*), dapat diketahui pemikiran-pemikiran

calon guru tentang mengajar dan tentang perkembangan sebagai seorang guru sains dapat dibentuk. Studi ini menggunakan Co-Res (*Content Representation*) dan PaP-eRs (*Pedagogical and Professional-experience Repertoires Representations*) sebagai metode PCK yang digunakan. Kedua metode tersebut diharapkan dapat membantu calon guru untuk memperoleh wawasan mengenai hakekat belajar untuk mengajar melalui akses pemikiran guru-guru sains berpengalaman. Penggunaan PCK ini merupakan tantangan agar calon guru merasakan pentingnya mengetahui tips dan trik tentang bagaimana mengajarkan suatu konten, dari guru professional. Jadi fokus studi ini adalah mengeksplorasi tentang bagaimana penggunaan PCK sebagai kerangka kerja konseptual, calon guru mempunyai kemampuan struktural yang lebih baik dan memahami pentingnya belajar untuk mengajar sains dan bagaimana dengan mempelajarinya dapat mempengaruhi pemahaman mereka tentang pengetahuan professional seorang guru sains. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan pembekalan PCK melalui Co-Res dan PaP-eRs, calon guru menjadi mampu menyiapkan suatu kerangka kerja yang lebih jelas ketika menyiapkan suatu pembelajaran. Dengan demikian mereka menjadi lebih mampu mengenali dan meningkatkan kepercayaan diri tentang bagaimana mengajar. Dengan pembekalan ini, calon guru akan lebih berupaya meluruskan atau memperbaiki pemahaman mereka tentang materi subjek yang akan diberikan melalui kemampuan pedagoginya, sehingga materi/konten tersebut mudah dipahami oleh siswa mereka, sehingga pembelajaran yang diberikan menjadi lebih bermakna. Selain itu dengan pembekalan PCK melalui Co-Res dan PaP-eRs, PCK tidak lagi dianggap sekedar teori pendidikan tetapi menjadi suatu cara pandang tentang bagaimana mereka dapat mengembangkan pengetahuan professional dalam praktek mereka.

Rollnick, Bennett, Rhemtula, Dharsey & Ndlovu (2008), meneliti tentang bagaimana posisi/peran *subject matter knowledge* (SMK) dalam *pedagogical content knowledge* (PCK). Dalam menentukan dan memotret kemampuan PCK guru yang diteliti, mereka menggunakan instrumen (*methodological tools*) berupa *Pedagogical and Professional-experience Repertoires (PaP-eRs)* dan *Content Representations (CoRes)* yang dikembangkan oleh Loughran, Berry & Mulhall, (2004,2006). CoRes dikembangkan dengan cara : suatu kelompok kecil guru sains melakukan aktivitas-aktivitas yang didesain untuk membantu mereka berartikulasi dan berbagi tentang bagaimana mengajarkan suatu topic dalam sains, melakukan identifikasi tentang ide-ide yang dapat dikembangkan dalam mengajarkan topic-topik tersebut dan mengembangkan kerangka-kerangka pertanyaan. CoRes difokuskan pada pemahaman guru terhadap aspek yang mempresentasikan dan membentuk konten dan berkontribusi terhadap *content-specific nature* dari PCK, sedangkan PaP-eRs merupakan catatan naratif dari desain praktek yang digunakan untuk mewujudkan ide-ide yang ada dalam Co-Res. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa Co-Res terbukti merupakan suatu metodologi (*methodological tool*) yang sangat berguna untuk mengkonstruksi PCK guru. Hal tersebut dikarenakan Co-Res dapat digunakan untuk representasi, merupakan salah satu strategi untuk mengajarkan topik spesifik dan merupakan alat yang dapat digunakan untuk menjadikan kurikulum lebih visible. Disamping itu Co-Res memungkinkan untuk digunakan sebagai alat untuk mendeteksi representasi dan strategi pembelajaran yang digunakan guru. Juga dapat disimpulkan bahwa meskipun SMK guru-guru yang diteliti hampir sama, tetapi penerapan dalam konteksnya secara kualitatif berbeda, sehingga perwujudan SMK di kelas dapat berbeda pula.

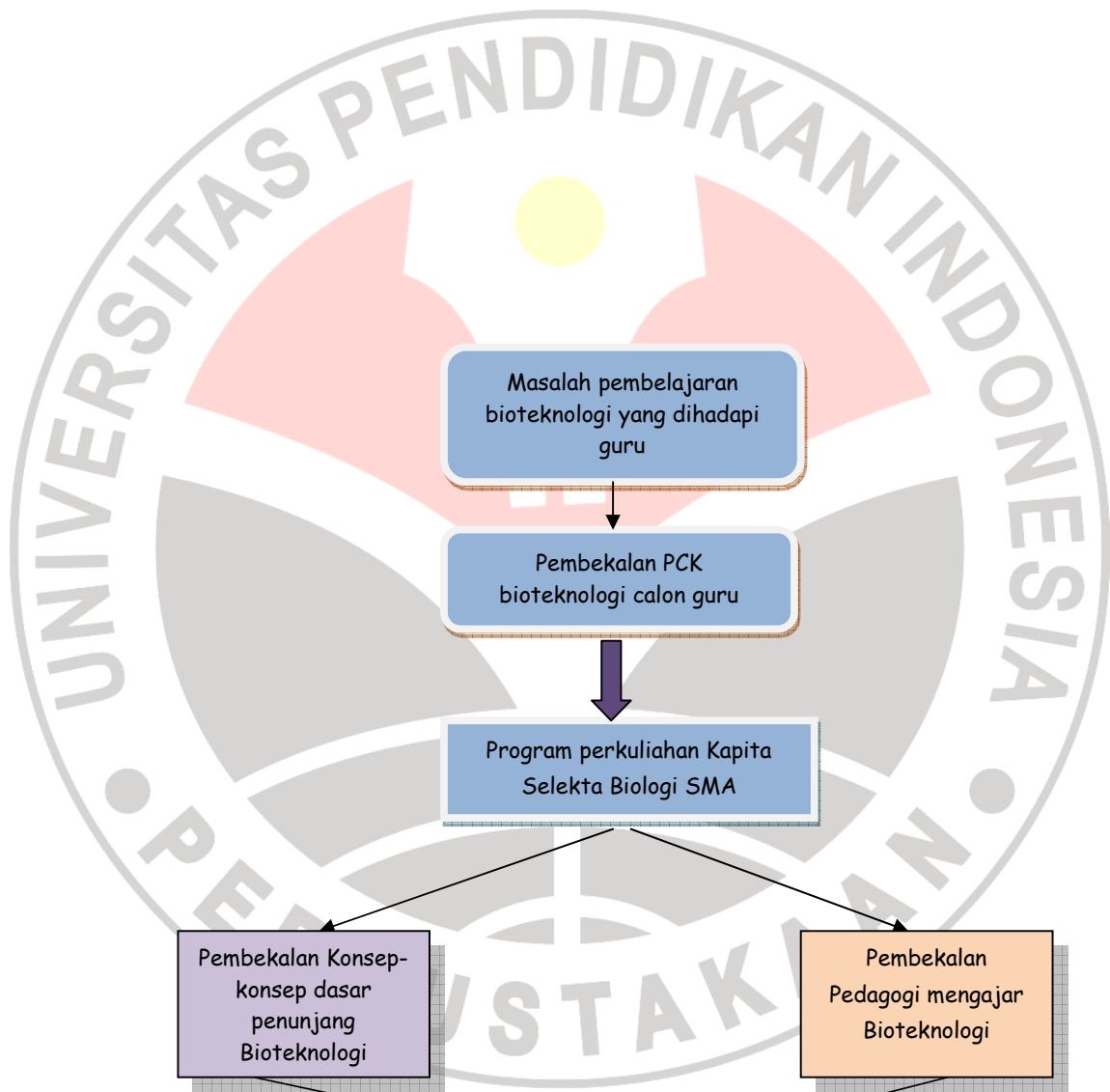
Henze, Driel dan Verloop (2008) melakukan penelitian tentang Perkembangan PCK guru-guru sains berpengalaman melalui *Models of the Solar System and Universe*. Studi ini bertujuan menginvestigasi perkembangan PCK dari sembilan guru sains SMA berpengalaman di Jerman, melalui identifikasi konten dan struktur PCK pada topic spesifik tentang Sistem matahari dan alam semesta. Perkembangan PCK diidentifikasi dalam hubungan antara empat aspek berbeda yaitu : pengetahuan tentang strategi pembelajaran, pengetahuan tentang pemahaman siswa, pengetahuan tentang asesmen, dan pengetahuan tentang tujuan dan objektif suatu topic dalam kurikulum. Dilakukan interview bersifat semi-struktur pada guru-guru yang diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat dua variasi/tipe yang berbeda secara kualitatif pada PCK calon guru. Tipe A adalah tipe yang berorientasi pada mengajar sains sebagai suatu *'body of established knowledge'*, sedangkan tipe B lebih berorientasi pada *'the experience of science as a method of generating and validating such knowledge'*. Peneliti menyimpulkan bahwa perkembangan PCK guru tipe A, beberapa elemen PCK (khususnya aspek pengetahuan tentang strategi) menjadi lebih berkembang, tetapi interaksi antarelelemen lainnya relatif statis. Pada perkembangan PCK tipe B, elemen-elemen PCK yang ada berkembang dengan suatu cara bahwa konten dari keempat elemen yang berbeda tersebut secara konsisten dan dinamis saling terkait.

Penelitian tentang pengembangan PCK Sains guru-guru SD melalui mentoring, telah dilakukan oleh Appleton (2008). Studi ini merupakan studi kasus pada program pengembangan profesi guru SD dengan kegiatan mentoring yang dilakukan oleh seorang profesor dari sebuah universitas. Mentor dalam penelitian ini berperan sebagai partner yang membantu dan mengkritisi guru dalam melakukan perencanaan dan pengajaran sains di kelas. Dalam penelitian ini diuji tentang hakekat hubungan mentoring dan laporan

tentang tipe belajar guru yang berfokus pada pengembangan PCK sains. Penelitian menunjukkan bahwa jika perkembangan profesional sains pada guru terjadi dengan baik, maka akan terjadi perubahan-perubahan yang berarti pada guru, yaitu komponen utama yang dibutuhkan dalam memfokuskan seluruh dukungan yang ada di kelas yang dapat meningkatkan penguatan PCK sains dari seorang guru. Disamping itu ditemukan pula bahwa mentoring dapat dikembangkan sebagai proyek penting dalam pengembangan profesi guru yang menunjang pendidikan sains dan teknologi di masa yang akan datang. Dengan mentoring dapat memfasilitasi perubahan efektif pada pengetahuan-pengetahuan dasar yang dipunyai calon guru SD yang pada gilirannya dapat meningkatkan kualitas praktek mengajar seorang guru.

Penelitian-penelitian terkait pembelajaran Bioteknologi ataupun PCK bioteknologi, telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian tentang PCK bioteknologi diantaranya dilakukan oleh Moreland, Jones dan Cowie (2006). Mereka melakukan penelitian tentang perkembangan PCK guru dalam ilmu-ilmu baru, dan sebagai contohnya diambil tentang bioteknologi. Studi ini merupakan penelitian berbasis kelas untuk menggambarkan tantangan yang dihadapi guru dan keberhasilan yang dapat mereka capai ketika mereka mengajarkan suatu subjek yang bersifat interdisipliner seperti bioteknologi. Dalam penelitian ini digambarkan tentang komponen-komponen PCK yang dibutuhkan calon guru atau guru untuk mengajar bioteknologi dan pokok-pokok strategi pelaksanaan pembelajarannya untuk meningkatkan PCK sekaligus interaksi-interaksi yang terjadi dalam kelas. Studi berbasis kelas ini terdiri dari empat fase yaitu : workshop perencanaan pembelajaran, pengembangan secara kolaboratif tentang material yang dibutuhkan dalam kelas, observasi kelas, interview terhadap guru dan siswa serta pengumpulan material yang digunakan dalam mengajar dan belajar. Dari hasil penelitian ini peneliti berargumentasi

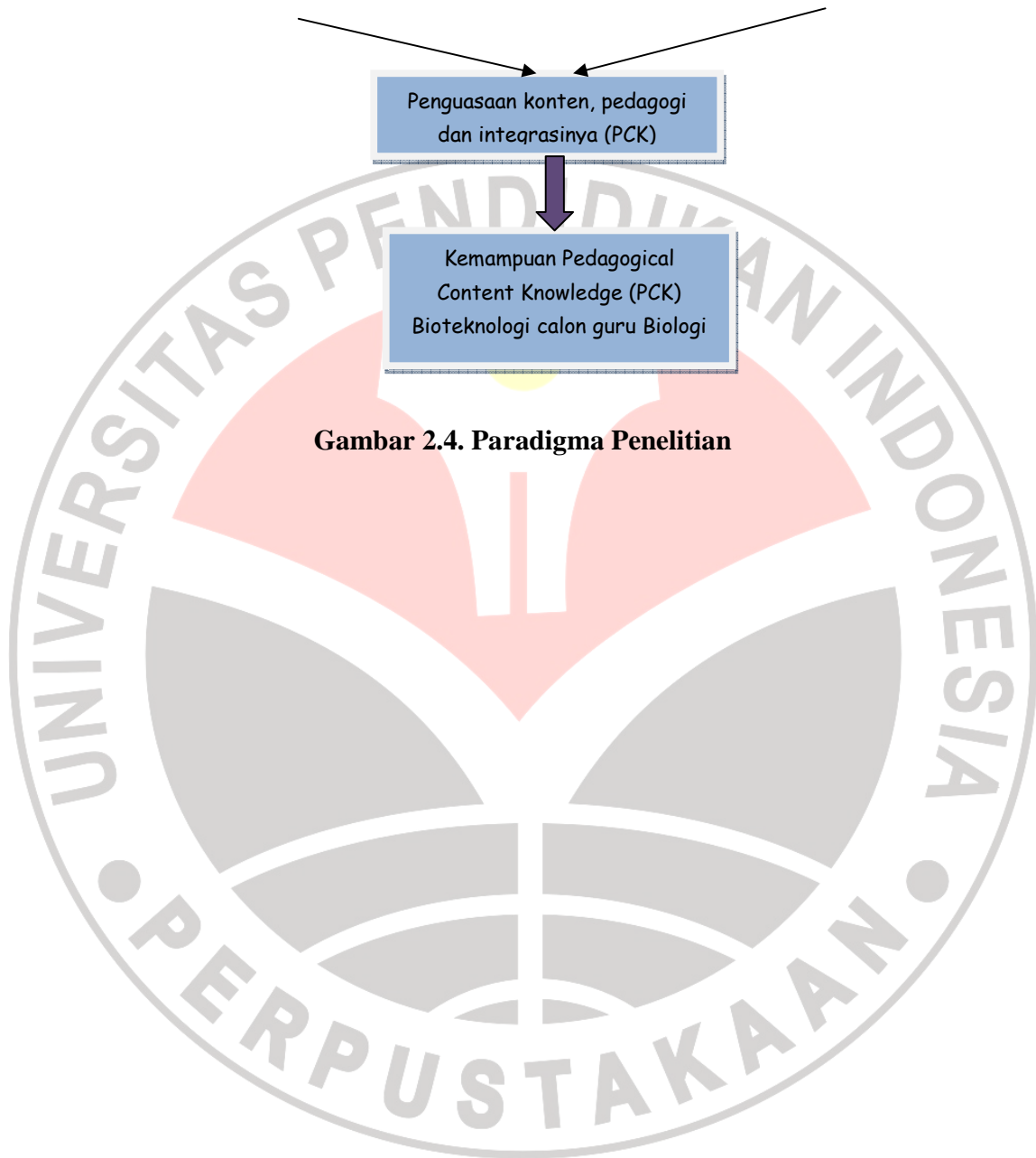
bahwa PCK untuk pengajaran bioteknologi dibangun/dikonstruksi oleh tujuh aspek utama yaitu: hakekat bioteknologi dan karakteristiknya, aspek-aspek konseptual, prosedural, sosial dan teknikal dari subjek tersebut, pengetahuan kurikulum termasuk tujuan dan objektif dalam tiap-tiap topik spesifik, pengetahuan mengenai cara belajar siswa terhadap subjek bioteknologi (termasuk pengetahuan awal, kekuatan, kelemahan dan kemajuan dari belajar siswa), praktek mengajarkan dan mengases dari subjek tersebut, pemahaman mengenai peran dan posisi konteks dan, lingkungan kelas serta manajemen yang berkaitan dengan subjek tersebut (seperti manajemen sumber belajar, peralatan dan manajemen teknis). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketika guru mempunyai suatu pemahaman yang baik tentang karakteristik dari bioteknologi, mereka akan mampu mengembangkan secara lebih teliti dan hati-hati petunjuk/guideline untuk memikirkan tentang apa pentingnya aktivitas belajar yang diberikan. Perkembangan pengetahuan konseptual dan procedural bioteknologi dari guru juga memungkinkan mereka untuk mengidentifikasi tujuan belajar spesifik dari suatu topik sehingga mereka dapat melakukan pembelajaran dengan lebih percaya diri. Temuan lain dari penelitian ini adalah, guru perlu meningkatkan kepeduliannya terhadap kurikulum sekolah dan bagaimana hubungannya dengan bioteknologi. Dalam hal bioteknologi sebagai area yang bersifat interdisipliner, sangat penting pemahaman guru tentang hubungan teknologi, sains dan bioteknologi, dalam hal ini pengetahuan tentang subject matter/SMK memegang peranan sangat penting. Dari hasil penelitian ini, peneliti beranggapan bahwa tantangan bagi pengajar calon guru di perguruan tinggi/LPTK adalah bagaimana menyiapkan pengalaman belajar bioteknologi dan pentingnya menanamkan pemahaman yang kuat pada calon guru tentang hakekat bioteknologi sebagai salah satu ilmu baru.



Konsep : Virus & Monera, Sel, Genetika, Hereditas & Bioteknologi

Pembuatan PtK dan Tes penguasaan konsep

Pembuatan praRPP + argumentasi,, Skenario & Simulasi



Gambar 2.4. Paradigma Penelitian