

RESUME
**THE SELF-REGULATION OF LEARNING AND CONCEPTUAL
CHANGE IN SCIENCE RESEARCH, THEORY, AND EDUCATIONAL
APPLICATIONS**

Gale M. Sinatra and Gita Taasoobshirazi



**Disusun Guna Memenuhi Tugas Mata Kuliah
Implementasi & Pengembangan Belajar Mandiri**

Disusun oleh:

Aldino Hartan Putra S811908001

Asrori S811908003

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENDIDIKAN
PASCASARJANA FAKULTAS KEGURUAN & ILMU PENDIDIKAN
UIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2020**

1. Pengantar

Kita mulai dengan membahas komponen-komponen utama *Self Regulated Learning*, termasuk kognisi, metakognisi, kognisi epistemik, emosi, dan motivasi. Tugas ilmiah seperti penyelidikan, pemecahan masalah, dan penalaran membutuhkan pengaturan sendiri komponen-komponen ini. Kemudian kami mengeksplorasi bagaimana perubahan konseptual yang termotivasi dan disengaja berkontribusi untuk mengembangkan peserta didik mandiri. Kami berpendapat bahwa perubahan pengetahuan sering diperlukan untuk mengembangkan pemahaman ilmiah dan bahwa penelitian perubahan konseptual menyediakan kerangka kerja yang berguna untuk mengeksplorasi pembelajaran yang diatur sendiri. Kami meninjau bukti penelitian tentang pembelajaran yang diatur sendiri di tiga bidang dari penelitian kami sendiri: perubahan iklim, evolusi, dan fisika. Kami membahas langkah-langkah pengaturan diri saat ini dalam sains dan kemudian ditutup dengan arahan untuk penelitian masa depan dan untuk mendukung pembelajaran mandiri dalam sains.

2. Gagasan Teoritis yang Relevan

Pembelajaran mandiri telah digambarkan sebagai terdiri dari tiga komponen utama termasuk metakognisi, kognisi, dan motivasi. Komponen metakognitif mencakup pengetahuan dan regulasi yang diperlukan untuk memahami dan mengendalikan kognisi seseorang. Komponen kognitif meliputi pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan untuk pemecahan masalah ilmiah, penyelidikan, dan pemikiran kritis. Komponen motivasi termasuk keyakinan dan sikap yang mempengaruhi penggunaan dan pengembangan kognisi dan metakognisi seseorang. Ketiga komponen regulasi diri ini berinteraksi untuk berkontribusi pada keberhasilan regulasi diri dalam sains. Baru-baru ini, sebuah kebingungan penelitian telah menggambarkan bagaimana kognisi epistemik kunci (yaitu, berpikir tentang sifat pengetahuan dan pengetahuan) adalah regulasi pembelajaran dalam sains. Selain itu, telah ada perluasan penelitian tentang perlunya regulasi emosi ketika belajar sains. Pada bagian selanjutnya, kami menggunakan berbagai

perspektif untuk menggambarkan lima komponen ini (mis., Metakognisi, kognisi, motivasi, kognisi epistemik, dan emosi) dari pengaturan diri.

3. Metakognisi

Komponen metakognitif dari pengaturan diri melibatkan kesadaran dan kontrol pengetahuan konseptual dan keterampilan pemecahan masalah yang diperlukan untuk kemahiran ilmiah. Pengaturan diri tidak boleh disamakan dengan metakognisi karena pengaturan diri adalah istilah yang lebih luas yang mencakup komponen pembelajaran dan pemecahan masalah lainnya, seperti motivasi. Istilah ini kadang-kadang digunakan secara bergantian dalam literatur, mengaburkan perbedaan penting. Metakognisi secara tradisional dipahami memiliki dua komponen: pengetahuan kognisi dan regulasi kognisi. Pengetahuan kognisi adalah sejauh mana peserta didik memahami pengetahuan dan keterampilan konseptual mereka, sedangkan regulasi kognisi mengacu pada manajemen pengetahuan dan keterampilan.

4. Kognisi

Komponen kognitif pengaturan diri mencakup pengetahuan konseptual dan keterampilan pemecahan masalah yang diperlukan untuk keberhasilan tugas-tugas ilmiah. Pengetahuan konseptual sangat penting untuk keberhasilan dalam sains. Dalam fisika, misalnya, pengetahuan konseptual telah terbukti memiliki dampak positif pada penggunaan strategi dan akurasi penyelesaian masalah. Selain itu, basis pengetahuan yang memadai diperlukan untuk partisipasi yang sukses dalam argumentasi, penyelidikan ilmiah, pemecahan masalah, pemikiran kritis, dan penalaran.

5. Motivasi

Komponen motivasi pengaturan diri mencakup regulasi motivasi yang diperlukan untuk mempertahankan keterlibatan dan praktik yang disengaja yang diperlukan untuk pemikiran dan penalaran ilmiah. Mencapai kecakapan ilmiah dalam domain seperti biologi, kimia, atau fisika membutuhkan banyak praktik.

Selama latihan yang disengaja, siswa menetapkan tujuan, bertindak atas tujuan itu, menilai hasilnya, dan menyesuaikan perilaku mereka untuk mencapai tujuan, proses yang memerlukan regulasi motivasi yang signifikan. Ini sangat penting ketika latihan menjadi melelahkan, membuat frustrasi, atau membosankan.

6. Kognisi Epistemik

Aspek kunci dari kognisi yang relevan dengan regulasi diri tercermin dalam bidang yang muncul dari kognisi epistemik atau “bagaimana orang memperoleh, memahami, membenarkan, mengubah, dan menggunakan pengetahuan dalam konteks formal dan informal”. Evaluasi pengetahuan yang efektif membutuhkan pengaturan diri yang tinggi dari keterampilan dan strategi kognitif dan metakognitif yang baru saja dijelaskan. Pembenaran pengetahuan, khususnya, tergantung pada regulasi strategi untuk mengevaluasi sumber dan bukti dengan cara yang disengaja dan bijaksana. "Saya melihatnya di Facebook" tidak memberikan tingkat pembenaran informasi yang diperlukan untuk secara efektif memutuskan apakah akan memberikan vaksin pada anak, mencari terapi sel induk untuk Penyakit Parkinson, atau bahkan mengonsumsi kangkung, yang merupakan makanan yang dimodifikasi secara genetik.

7. Emosi

Baru-baru ini, penelitian tentang emosi dalam pembelajaran sains secara umum, dan pembelajaran perubahan konseptual khususnya, telah berkembang pesat. Dalam ulasan mereka, rangkaian penuh emosi manusia mulai dari kegembiraan, kejutan, kebingungan, hingga kecemasan dan frustrasi semuanya lahir di ruang kelas sains. Penelitian tentang emosi akademik telah menunjukkan bahwa emosi berdampak pada pembelajaran menjadi lebih baik dan lebih buruk. Siswa dapat menahan emosi yang kuat, seperti yang ditunjukkan Broughton, Sinatra, dan Nussbaum (2011) dalam studi mereka tentang reaksi negatif siswa sekolah dasar terhadap pembelajaran bahwa Pluto telah diturunkan statusnya menjadi planet yang kerdil. Studi ini menggambarkan bahwa emosi positif lebih mungkin untuk mendukung perubahan sikap dan konseptual ketika belajar tentang

topik sains yang kontroversial. Taasoobshirazi, Heddy, Bailey, dan Farley (2016) menemukan bahwa emosi positif seperti kenikmatan ketika belajar fisika dikaitkan dengan motivasi yang lebih tinggi, nilai kursus, keterlibatan, dan perubahan konseptual. Studi-studi ini adalah berita yang menjanjikan untuk emosi positif; Namun, beberapa penelitian menunjukkan pengurangan emosi negatif bahkan mungkin lebih penting untuk pembelajaran sains.

8. Self-Regulated Theories of Conceptual Change in Science

Pada bagian sebelumnya, kami menyoroti komponen dan peran pengaturan diri dalam pembelajaran sains. Kami juga menekankan bahwa pengaturan diri diperlukan untuk mengatasi kesalahpahaman ilmiah dan mencapai perubahan konseptual (Lombardi & Sinatra, 2013). Pada bagian berikutnya, kami menjelaskan perubahan konseptual yang diatur sendiri dan Rekonstruksi Kognitif Pengetahuan Model (CRKM). Kemudian kita ikuti dengan diskusi tentang perubahan konseptual yang disengaja, yang mengambil perspektif pengaturan diri yang lebih eksplisit tentang perubahan konseptual.

9. Cognitive Reconstruction of Knowledge Model (CRKM)

CRKM, yang dikembangkan oleh Dole dan Sinatra (1998), adalah model interaktif di mana pelajar dan karakteristik konten berinteraksi untuk menentukan tingkat keterlibatan. Tingkat keterlibatan ini pada gilirannya, berdampak pada kemungkinan perubahan konseptual. Pada intinya, CRKM secara inheren mengatur diri sendiri dalam struktur dan prosesnya.

CRKM menjelaskan bagaimana karakteristik pengetahuan latar belakang pelajar, motivasi, dan karakteristik konten berinteraksi untuk menghasilkan tingkat keterlibatan dengan konsep-konsep baru dan kemungkinan perubahan konseptual. Kekuatan, koherensi, dan relevansi pribadi dari konten, serta ketidakpuasan peserta didik dengan dan komitmen terhadap konsepsi mereka yang ada, berinteraksi dengan disposisi mereka terhadap informasi, motivasi untuk belajar, dan sosial. konteks lingkungan belajar. Mereka lebih lanjut mengusulkan

bahwa interaksi ini berdampak pada keterlibatan, yang pada gilirannya memprediksi kemungkinan perubahan konseptual.

10. Perubahan Konseptual yang Disengaja

Ketika tren pemanasan dimulai oleh Pintrich, Marx, dan Boyle (1993) "memanas," menjadi jelas bahwa perubahan konseptual tidak hanya bersifat afektif dan motivasi; itu juga bisa dikontrol pelajar atau diatur sendiri. Sinatra dan Pintrich (2003) membedakan perubahan konseptual yang muncul dengan sedikit usaha dari perubahan konseptual yang dikendalikan oleh peserta didik yang secara eksplisit diatur sendiri. Penelitian tentang arsitektur kognisi manusia menunjukkan bahwa sistem pemikiran disusun untuk memungkinkan pemrosesan yang cepat, heuristik (yaitu, Sistem I) dan pemrosesan yang lebih reflektif, metakognitif, dan diatur sendiri (yaitu, Sistem II).

Sehubungan dengan perubahan konseptual, peserta didik tidak perlu merencanakan untuk mengubah pengetahuan mereka dengan cara tertentu. Memang, proses konstruksi pengetahuan bahkan dapat terjadi tanpa kesadaran pelajar. Contoh perubahan konseptual yang tidak disengaja adalah pembangunan model sintetis. Ketika pelajar muda datang ke instruksi dengan konsep Bumi datar dan mendengar bahwa bumi itu bulat, mereka dapat menyimpulkan itu bulat seperti pancake. Tidak mungkin bahwa konstruksi model sintetis, memadukan Bumi yang datar dan pandangan berbentuk bola, merupakan proses deliberatif rekonstruksi pengetahuan menuju konsepsi tertentu.

11. Bukti riset

Banyak topik dalam sains membutuhkan perubahan konseptual yang diatur sendiri dan disengaja untuk keberhasilan pembelajaran. Tiga dari topik ini telah kami pilih untuk disoroti adalah perubahan iklim, evolusi, dan fisika. Untuk masing-masing topik ini, kesalahpahaman, bias, dan pengalaman hidup sehari-hari sering bertentangan dengan fakta ilmiah. Dengan demikian, perubahan konseptual yang diatur sendiri diperlukan untuk mengatasi bias dan kesalahpahaman ini, dan

mempromosikan penalaran ilmiah. Kami juga membahas instrumen yang digunakan untuk mengukur perubahan konseptual dalam sains.

12. Self-Regulation and Learning Tentang Climate Change

Pertanyaan tentang peran yang dimainkan manusia dalam perubahan iklim telah menjadi yang terdepan dalam wacana media dan politik. Kesalahpahaman dan informasi yang salah tentang perubahan iklim dalam sumber media cetak, online, dan televisi, menimbulkan tantangan ketika mengajar atau berkomunikasi tentang isu-isu tersebut (Stoknes, 2015). Sebagai contoh, siswa memiliki kecenderungan untuk berpendapat bahwa perubahan cuaca jangka pendek adalah bukti untuk mendukung atau menyangkal tren perubahan iklim jangka panjang (Lombardi & Sinatra, 2012), atau mereka berpendapat bahwa perubahan iklim disebabkan oleh debu atau peningkatan radiasi matahari (Lombardi et al., 2013), ketika penelitian menunjukkan bahwa aktivitas manusia yang mengarah ke konsentrasi gas rumah kaca yang lebih besar adalah penyebab utama kenaikan suhu global. Siswa dihadapkan dengan informasi yang saling bertentangan tentang peran yang dimainkan manusia dalam perubahan iklim harus menyelesaikan perbedaan ini, sambil mengelola emosi mereka (Muis et al., 2015).

Agar perubahan konseptual terjadi ketika mengajar individu tentang perubahan iklim, komponen CRKM, termasuk latar belakang pengetahuan individu (mis. Kesalahpahaman dan komitmen terhadap pengetahuan sebelumnya) dan pesan yang disajikan (misalnya, apakah itu masuk akal, dapat dipahami, dan menarik), sangat penting. Sebagai contoh, pesan untuk mempromosikan perubahan konseptual di area subjek seperti perubahan iklim harus masuk akal. Lombardi et al. (2016) menjelaskan bagaimana ketika siswa diminta melalui instruksi untuk menilai kembali penilaian mereka tentang masuk akal model, mereka lebih cenderung mengalami perubahan konseptual. Proses penilaian ulang semacam itu harus dilakukan, agar efektif, melibatkan koordinasi yang disengaja dari berbagai sumber informasi dan perubahan diri. Perubahan konseptual yang termotivasi dan diatur sendiri diperlukan untuk mengevaluasi sumber, menimbang bukti, dan mengatasi kesalahpahaman tentang topik seperti perubahan iklim.

13. Self-Regulation and Learning Tentang Evolusi

Perubahan/Evolusi adalah domain lain di mana siswa sering menemukan informasi yang mungkin bertentangan dengan pengetahuan dan kepercayaan mereka sebelumnya. Tantangan mengajar dan belajar tentang evolusi biologis (mis., Kesalahpahaman, ketidaktertarikan, pengaruh negatif) telah banyak didokumentasikan (Rosengren, Evans, Brem, & Sinatra, 2012). Pendekatan instruksional yang efektif adalah yang membutuhkan tingkat pembelajaran mandiri. Misalnya, Mengajar untuk Pengalaman Transformatif dalam Sains (TTES) adalah model instruksi yang bertujuan untuk mempromosikan keterlibatan dengan konten sains di luar kelas (Heddy & Pugh, 2015) yang telah berhasil digunakan untuk mengajarkan evolusi (Heddy & Sinatra, 2013). TTES dirancang dengan cara yang secara efektif menghadapi tantangan belajar tentang evolusi dengan mempromosikan penggunaan aktif konsep-konsep yang dipelajari di kelas dalam pengaturan di luar kelas. Penggunaan aktif terjadi ketika siswa menerapkan apa yang telah mereka pelajari tentang evolusi pada situasi kehidupan nyata (mis., Memikirkan konsep kepunahan ketika melihat beruang kutub di kebun binatang). Selanjutnya, siswa didorong untuk mempertimbangkan bagaimana hal itu memperluas pandangan mereka tentang fenomena tersebut. Sebagai contoh, mereka dapat menyadari bahwa perubahan iklim dapat berkontribusi pada kepunahan beruang kutub. Akhirnya, siswa diminta untuk mempertimbangkan nilai dari apa yang telah mereka pelajari mengingat apa yang mereka alami di luar kelas, seperti menilai konsep kepunahan untuk kegunaannya dalam memahami keadaan beruang kutub. Ketiga komponen TTES ini memerlukan tingkat pengaturan diri yang cukup besar bagi peserta didik untuk menemukan konsep di luar kelas mereka sendiri, memperluas konsepsi mereka di luar apa yang dipelajari di kelas, dan kemudian untuk menemukan nilai mereka sendiri di dalamnya. Contoh kedua dari pendekatan yang efektif untuk instruksi evolusi dapat dilihat dalam penggunaan strategi argumentasi dialogis (Asterhan & Schwarz, 2007; 2016). Dalam argumentasi dialogis, siswa “dihadapkan pada beragam ide dan didorong untuk mengeksplorasi validitas ide satu sama lain” (Asterhan &

Schwarz, 2007, hal. 626). Dengan demikian, ini adalah pendekatan perubahan konseptual yang diatur sendiri yang berpotensi efektif. Dalam sebuah studi dengan mahasiswa Israel, para peserta bekerja dalam diad dan didorong untuk bekerja secara kolaboratif atau menggunakan strategi argumentasi untuk menyelesaikan dua masalah evolusi. Mereka yang terlibat dalam argumentasi didorong untuk secara kritis memeriksa ide satu sama lain dan untuk "mempertimbangkan keberatan terhadap teori dan asumsi mereka, berusaha untuk memahami posisi alternatif, dan merumuskan keberatan dan melawan keberatan" (Asterhan & Schwarz, 2007, p. 626). Mereka yang berada dalam kondisi argumentasi mengungguli mereka yang diminta untuk berkolaborasi, berdasarkan ukuran pemahaman konseptual, mungkin karena mereka memiliki kesempatan lebih besar untuk membandingkan sudut pandang mereka sendiri dengan ide-ide ilmiah. Strategi argumentasi kemungkinan mendorong siswa untuk menjadi sadar dan merefleksikan keyakinan mereka sendiri, yang membutuhkan proses metakognitif dan pengaturan diri. Ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk terlibat dalam rekonstruksi pengetahuan yang disengaja dengan pengaturan sendiri.

14. Self-Regulation and Learning Tentang Kesehatan/Fisik

Karena konsep yang secara fundamental penting diajarkan dalam fisika dan banyak kesalahpahaman tentang konsep-konsep ini, fisika adalah domain di mana pembelajaran yang disengaja dan diatur sendiri sangat penting. Sebagian besar penelitian tentang pengaturan diri dalam fisika berfokus pada komponen metakognitif pengaturan diri (Schraw et al., 2006). Penelitian ini menguji keterampilan metakognitif siswa selama proses pemecahan masalah (Taasobshirazi & Farley, 2013) dan telah menunjukkan bahwa siswa yang maju secara metakognitif memiliki keberhasilan pemecahan masalah yang lebih besar (Rozenchwajg, 2003). Aktivitas metakognitif ini sangat penting ketika memecahkan masalah yang melibatkan pemahaman konseptual tentang prinsip atau hukum daripada penerapan fakta secara hafalan (Shin, Jonassen, & McGee, 2003).

Pemecahan masalah yang sukses juga tergantung pada pengetahuan konseptual yang akurat. Ketika memecahkan masalah, siswa perlu menerapkan pengetahuan mereka agar berhasil memecahkan masalah (Snyder, 2000). Kesalahpahaman dalam pengetahuan itu dapat mengganggu keberhasilan pemecahan masalah. Di bidang fisika mekanik, misalnya, ada kesalahpahaman yang muncul ketika siswa memecahkan masalah yang melibatkan Hukum Kedua Newton. Beberapa siswa secara keliru percaya bahwa gerakan suatu benda menyiratkan kekuatan yang menyertainya (Reiner, Slotta, Chi, & Resnick, 2000). Siswa yang memegang kesalahpahaman ini mengalami kesulitan menyelesaikan masalah yang terkait dengan undang-undang ini karena kekuatan yang salah dimasukkan dalam perhitungan mereka. Untuk merestrukturisasi pengetahuan mereka, perubahan konseptual yang diatur sendiri dan disengaja sangat penting.

15. Instruments for Measuring Self-Regulation in Science

Ada beberapa instrumen yang mengukur belajar mandiri pada umumnya (misalnya, Strategi Termotivasi untuk Belajar Kuisisioner (MSLQ; Pintrich, Smith, García, & McKeachie, 1993) dan metakognisi khususnya seperti Inventarisasi Kesadaran Metakognitif (MAI; Schraw & Dennison, 1994). Baru-baru ini, Taasobshirazi dan Farley (2013) mengembangkan Inventarisasi Metakognisi Fisika (PMI). PMI adalah salah satu instrumen pertama untuk mengukur metakognisi selama penyelesaian masalah sains. Persediaan 26 item menggunakan format skala Likert lima poin untuk mengukur enam komponen metakognisi termasuk: pengetahuan kognisi, perencanaan, pemantauan, evaluasi, manajemen informasi, dan debugging.

Taasobshirazi, Bailey, dan Farley (2015) merevisi PMI dan menilai sifat psiko-metriknya dengan hasil yang mendukung validitas instrumen. Meskipun instrumen divalidasi dalam domain fisika, PMI dapat digunakan untuk menilai metakognisi siswa untuk pemecahan masalah dalam ilmu lain, seperti kimia, di mana pemecahan masalah juga memainkan peran penting dalam pembelajaran dan prestasi. Dalam kasus seperti itu, kata kimia dapat diganti dengan kata fisika dalam inventaris.

Kami berpendapat bahwa lebih banyak upaya perlu dilakukan untuk memahami dan menilai bagaimana siswa mengatur sendiri motivasi dan emosi mereka ketika belajar sains. Hanya satu inventaris yang mengeksplorasi pengaturan motivasi diri siswa (Wolters, 1999). Penelitian dalam pendidikan sains dan perubahan konseptual sekarang mengakui pentingnya faktor nonkognitif pada keberhasilan siswa dalam sains; Namun, terlalu sedikit penelitian yang berfokus pada peran swadaya mengatur faktor-faktor non-kognitif pada pencapaian sains.

16. Arah Riset Di Kemudian Hari

Dole dan Sinatra (1998) CRKM memberikan kerangka teori untuk mempelajari bagaimana keterlibatan pelajar dengan pesan berdampak pada perubahan konseptual. Model ini mencakup banyak variabel yang telah diuji secara empiris melalui badan penelitian yang berkembang selama 18 tahun terakhir. Yang dibutuhkan adalah penelitian lebih lanjut tentang regulasi diri dari perubahan konseptual. Mungkin, melalui penggunaan instrumen seperti PMI, peneliti dapat memeriksa bagaimana regulasi diri dari metakognisi berdampak pada pemecahan masalah sains di berbagai tingkatan kelas dan titik waktu. Misalnya, model persamaan struktural dapat digunakan untuk menguji bagaimana berbagai komponen metakognisi (mis., Pemantauan, evaluasi) berdampak pada penyelesaian masalah, yang dapat memberikan informasi spesifik tentang kontribusi relatif dari berbagai komponen metakognitif pada keberhasilan penyelesaian masalah.

Juga, kami telah melihat pergeseran yang jelas dari mengandalkan secara eksklusif pada langkah-langkah laporan diri ke arah menangkap strategi pengaturan diri dari perilaku jejak online dan analitik pembelajaran lainnya. Langkah ini telah dipanggil berulang kali sekarang di lapangan (untuk diskusi tren ini, lihat Graesser, 2015; Sinatra, 2016), dan kemajuan telah dibuat (Gobert, Baker, & Wixon, 2015; Roll & Winne, 2015) . Kami mendorong lebih banyak pekerjaan di bidang ini, terutama dalam menghubungkan analitik pembelajaran dengan hasil perubahan konseptual. Dengan kemajuan ini, kemajuan dapat dibuat dalam melacak pemicu potensial dari perubahan konseptual yang disengaja.

Akhirnya, dalam kontribusi awal kami untuk buku pegangan ini, kami menyerukan motif, emosi, dan pengaturan diri untuk lebih menyeluruh dimasukkan ke dalam model perubahan konseptual (Sinatra & Taasoobshirazi, 2011). Sementara pekerjaan tambahan masih diperlukan untuk sepenuhnya mencapai tujuan itu, penilaian masuk akal dan model perubahan konseptual dari Lombardi et al. (2016) jelas merupakan langkah ke arah itu. Model ini menjelaskan bagaimana emosi dan motivasi memengaruhi evaluasi kritis peserta didik terhadap model ilmiah yang mengarah pada perubahan penilaian masuk akal mereka dan, pada akhirnya, perubahan konseptual.

Lombardi dan Sinatra (in press) baru-baru ini memberikan ikhtisar tentang pekerjaan mereka dalam mengevaluasi potensi kebenaran penjelasan ilmiah dibandingkan dengan penjelasan yang masuk akal tetapi non-ilmiah. Mereka mencatat bahwa "individu biasanya memiliki pemahaman yang buruk tentang perbedaan antara bukti dan penjelasan, dan penilaian epistemik di luar bidang kemungkinan masuk akal mungkin diperlukan untuk memfasilitasi perubahan konseptual epistemik" (Lombardi & Sinatra, dalam pers, hal. 9). Membangun pada karya Chinn, Rinehart, dan Buckland (2014), mereka merekomendasikan penggunaan scaffold instruksional, seperti diagram tautan bukti model, untuk mempromosikan penilaian epistemik bukti. Mereka juga memperingatkan bahwa siswa dapat menilai bukti secara berbeda dari yang mereka nilai masuk akal, yang menekankan pentingnya mempromosikan strategi pengaturan diri untuk evaluasi sumber informasi ilmiah.

17. Implikasi di dalam Praksis Kependidikan

Sejumlah penelitian dan tinjauan literatur telah dipublikasikan tentang cara mempromosikan pelajar yang diatur sendiri dan banyak contoh dapat ditemukan di halaman-halaman buku ini. Kami memiliki lima saran yang kami temukan sangat membantu untuk mempromosikan pelajar mandiri dalam sains. Pertama, kami merekomendasikan penggunaan PMI untuk menilai dan memantau pembelajaran swa-regulasi siswa. Hasil individual siswa pada komponen metakognitif dari PMI dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan, seperti

dengan memberikan intervensi instruksional untuk meningkatkan metakognisi siswa.

Kedua, kami merekomendasikan membangun lingkungan belajar di mana pengetahuan siswa yang ada ditantang dan mereka dipaksa untuk mempertimbangkan teori alternatif (Lombardi et al., 2013). Ini adalah pendekatan pengajaran perubahan konseptual yang mempromosikan pengaturan diri dari komponen yang kami ulas (yaitu, kognisi, metakognisi, motivasi, kognisi epistemik, dan emosi).

Ketiga, kami sarankan untuk memberikan siswa dengan keterampilan dan strategi pengaturan diri yang diperlukan untuk mengevaluasi informasi ilmiah secara kritis. Sekarang, lebih dari sebelumnya, dengan maraknya berita utama yang menyesatkan atau lebih buruk, berita palsu, siswa memerlukan alat untuk mengevaluasi secara kritis temuan ilmiah untuk keaslian dan kebenaran. Sumber daya seperti *Reading Like a Historian* (Wineburg, Martin, & Monte-Sano, 2013), yang memberikan siswa kesempatan untuk mengevaluasi secara kritis peristiwa-peristiwa bersejarah, perlu dikembangkan untuk mencari tahu klaim ilmiah yang tidak berdasar.

Keempat, kami merekomendasikan instruksi yang lebih eksplisit yang dirancang untuk mempromosikan perubahan konseptual epistemik (Sinatra & Chinn, 2012). Ini adalah pendekatan instruksional atau lingkungan belajar yang secara eksplisit menantang siswa untuk mempertanyakan dan menghadapi pandangan pengetahuan mereka sendiri. Dalam keadaan seperti itu, siswa dapat diminta untuk membenarkan apa yang mereka ketahui, dan secara kritis merefleksikan tidak hanya pada apa yang mereka ketahui tetapi bagaimana mereka mengetahuinya (untuk gagasan pembelajaran, lihat Greene et al., 2016).

Dan akhirnya, kami merekomendasikan lebih banyak penggabungan regulasi emosi ke dalam regulasi mandiri pembelajaran sains. Kami memulai bab ini dengan mencatat berapa banyak topik dalam sains dan teknologi saat ini yang kontroversial di benak masyarakat dan siswa dan dapat mengaktifkan emosi negatif yang kuat. Regulasi emosi diperlukan jika siswa akan dapat terlibat secara

produktif dengan topik-topik ini dan dengan orang lain yang mungkin memiliki perspektif yang berbeda.