

PENERAPAN PENDIDIKAN BIOTEKNOLOGI DALAM KALANGAN GURU BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH: KAJIAN KEBOLEHLAKSANAAN

Rashidah Begum Gelamdin
rashidahgelamdin68@yahoo.com
Jabatan Sains dan Matematik
Fakulti Pendidikan, Universiti Malaya

Norlidah Alias*
drnorlidah@um.edu.my

Dorothy Dewitt*
dorothy@um.edu.my

*Jabatan Kurikulum dan Teknologi Pengajaran
Fakulti Pendidikan, Universiti Malaya
50603 Kuala Lumpur, Malaysia

Abstract: Biotechnology is an area in science which involves the use of technology to manipulate organisms to improve products in agriculture, environmental conservation and healthcare. This field is useful to ensure the well-being, survival and preservation of life. In the context of education, the biotechnology component is part of the science curriculum; especially in Biology but it is still less effectively implemented. The purpose of this study is to gather insights into the problems that hamper the efforts of successful implementation of biotechnology education in schools. This study involves three experienced teachers from three schools in the Klang Valley. They were interviewed using a semi-structured interview protocol. Several factors related to this phenomenon have been identified. Among the factors were the lack of knowledge in Biotechnology among teachers, the lack of appropriate pedagogy, and the insufficient teaching aids for delivering concepts in Biotechnology.

Keywords: Biotechnology, education, feasibility studies.

PENDAHULUAN

Bioteknologi adalah satu daripada bidang sains yang telah menjalani perkembangan yang besar dalam abad ke 21 (Dawson et al., 2006; Usak et al., 2009). Bioteknologi telah lama digunakan dalam bidang pertanian melalui proses pembiak baka haiwan dan tanaman dengan ciri-ciri yang terpilih. Penghasilan keju, dadih, tempe dan pembuatan roti juga merupakan beberapa bentuk asal penghasilan makanan menggunakan teknik bioteknologi dan ia boleh dikesan sejak bermulanya era klasik beribu tahun dahulu.

Proses-proses bioteknologi sehingga kini telah memberi impak yang besar dalam kehidupan individu dan masyarakat umumnya, khususnya dalam bidang pemeliharaan kesihatan, pertanian, industri makanan dan perubatan (Dawson, 2007). Sebagai contoh, dalam industri pemeliharaan kesihatan, mikroorganismes terjurutera kandungan genetik seperti bakteria telah digunakan untuk menguraikan sisa buangan manusia. Dalam bidang pertanian pula, tumbuhan terjurutera kandungan genetik telah dihasilkan bagi membolehkannya tahan terhadap rintangan kemarau dan serangga perosak. Manakala dalam industri penghasilan makanan, makanan yang dihasilkan secara terjurutera kandungan genetik mempunyai rasa yang lebih sedap atau mempunyai jangka hayat yang lebih panjang. Dalam bidang perubatan pula, bioteknologi telah berkembang di mana ia digunakan bagi tujuan mengenal pasti individu yang terdedah kepada penyakit atau mengubati sesuatu penyakit (Chabalengula et al., 2011). Seterusnya dalam sektor pekerjaan, bioteknologi sarat dengan peluang pekerjaan profesional, menjadikannya suatu bidang yang penting dalam kemajuan saintifik dan mampu menjana ekonomi sesebuah negara (Steele & Aubusson, 2004).

Merujuk kepada pelbagai kepentingan bioteknologi yang telah digariskan, adalah menjadi satu keperluan kepada pelajar, guru dan warganegara secara umumnya mempunyai literasi saintifik supaya mereka akan menghargai bagaimana bidang bioteknologi ini memberi kesan kepada diri mereka dan masyarakat. Seiring dengan kemajuan yang dicapai dalam kajian bidang bioteknologi ini, suatu dorongan kuat dari pelbagai pihak mula dirasakan bagi

membawa bidang bioteknologi dan aplikasinya di dalam kehidupan seharian ke dalam kancah pendidikan sesebuah negara (Campbell, 2007).

Bagi memastikan guru dan pelajar sedia maklum akan kemajuan yang dicapai dalam bidang bioteknologi ini, beberapa negara telah mengambil inisiatif memasukkan komponen ini ke dalam kerangka kurikulum kebangsaan masing-masing; umpamanya negara Korea Selatan, Amerika Syarikat, New Zealand dan Australia. Pendidikan ini membolehkan individu tertentu bersama-sama membuat keputusan berdasarkan pengetahuannya mengenai sains dan teknologi (Rothhaar, Pittendrigh, & Orvis, 2006).

Dalam konteks sistem pendidikan di Malaysia, seperti mana yang dilihat di negara lain, komponen bioteknologi telah dimuatkan ke dalam kurikulum mata pelajaran tertentu; seperti Sains dan Biologi. Komponen bioteknologi ini diketengahkan sebagai subtopik kepada topik yang lebih luas dan ianya membincangkan aspek aplikasi bioteknologi dalam bidang pertanian, perubatan dan pembuatan makanan.

Namun demikian, keghairahan membawa bioteknologi ke dalam sistem pendidikan dan kurikulum sesuatu mata pelajaran telah mengakibatkan timbulnya beberapa isu yang tidak diduga. Kajian yang telah dijalankan di negara Korea Selatan, Portugal, Scotland, Sepanyol dan New Zealand menunjukkan bahawa guru-guru di negara berkenaan mengelak dan tidak mahu mengajar topik-topik yang berkaitan dengan bioteknologi. Mereka memberi alasan mereka tidak dibekalkan dengan latihan akademik yang mencukupi, kekurangan sumber bahan bantu mengajar untuk melaksanakan aktiviti eksperimen, faktor kekurangan masa dan kurangnya bantuan kewangan yang disalurkan ke sekolah membantutkan usaha guru-guru mengajar konsep bioteknologi ini (Bryce & Gray, 2004; Hanegan & Bigler, 2009; Kwon & Chang, 2009; Steele & Aubusson, 2004).

Justeru itu, artikel ini akan cuba melihat pelaksanaan pendidikan bioteknologi yang telah dimuatkan ke dalam kurikulum mata pelajaran Biologi sekolah menengah. Sehubungan itu juga, artikel ini akan mengupas isu yang mungkin timbul dalam kalangan guru-guru yang mengajar Biologi di sekolah menengah terpilih.

Persoalan kajian yang telah dikenal pasti dan akan ditentukan jawapannya dalam artikel ini adalah:

1. Apakah pandangan guru-guru tentang pengajaran bioteknologi bagi mata pelajaran Biologi sekolah menengah?
2. Apakah masalah yang dihadapi oleh guru-guru Biologi apabila mengajar komponen Bioteknologi di dalam mata pelajaran Biologi sekolah menengah?
3. Apakah cadangan penambahbaikan yang diutarakan oleh guru-guru Biologi sekolah menengah?

Bagi tujuan mendapatkan jawapan kepada persoalan kajian yang telah dinyatakan, suatu kajian kebolehlaksanaan (*feasibility study*) bagi mengetahui secara lebih mendalam bagaimana guru-guru Biologi mengajar aspek bioteknologi yang terdapat dalam sukatan mata pelajaran Biologi sekolah menengah dan masalah yang mungkin di hadapi oleh guru-guru ini. Kajian kebolehlaksanaan bertujuan untuk menentukan kekuatan dan kelemahan sesuatu kajian yang dicadangkan untuk dijalankan secara rasional dan objektif. Ia juga menitikberatkan peluang dan ancaman yang mungkin wujud dalam sesuatu keadaan, sumber yang diperlukan dan prospek kejayaan kajian yang akan dijalankan pada skala yang lebih besar (Georgakellos & Marcis, 2009).

Justeru itu, kajian ini merupakan langkah awal yang dilakukan sebelum pengkaji menjalankan kajian lebih mendalam berhubung perkara ini. Dapatan kajian ini akan memberikan maklum balas sejauh mana kajian ini membolehkan kajian lebih lanjut dijalankan berkaitan komponen bioteknologi ini. Selain itu, dapatan kajian ini juga akan menentukan dan mengesahkan jika wujud suatu lompong dalam konteks pendidikan di Malaysia; khususnya dalam mata pelajaran Biologi sekolah menengah.

PERKAEDAHAN

Memandangkan kajian ini merupakan kajian kebolehlaksanaan (*feasibility study*), pengkaji tidak melibatkan bilangan responden yang ramai. Seramai tiga orang guru Biologi yang mengajar mata pelajaran ini di tiga buah sekolah menengah yang berbeza di sekitar Lembah Klang terlibat dalam kajian ini. Guru-guru yang dipilih adalah mereka yang sedang dan mempunyai pengalaman mengajar mata pelajaran Biologi Tingkatan 4 dan 5.

Protokol temu bual telah disediakan dan sesi temu bual berstruktur secara mendalam dijalankan dengan harapan untuk menyingkap dan memahami secara lebih jelas perasaan dan pandangan guru-guru mengenai pengajaran komponen bioteknologi ini. Setiap sesi temu bual mengambil masa selama 45 minit, seperti mana yang telah disarankan oleh Merriam (1998). Menurutny, temu bual adalah suatu kaedah yang sesuai dan perlu dilakukan bagi mengetahui kelakuan, perasaan, dan bagaimana seseorang menginterpretasikan segala yang terdapat di dunia

sekeliling mereka. Temu bual juga merupakan satu keadah berkesan untuk mengetahui pengalaman lepas seseorang yang mana ianya sukar diperoleh jika menggunakan kaedah yang selainnya.

Temu bual yang dilakukan adalah berpandukan satu senarai soalan atau isu yang ingin dicungkil oleh pengkaji dan ia bertindak sebagai garis panduan semasa sesi temu bual dijalankan. Kadangkala pengkaji membuat pengubahsuaian: penambahan soalan dan tidak terlalu terikat dengan soalan yang telah disediakan; mengikut keadaan dan respons dari guru yang di temu bual.

Langkah pertama yang dilakukan setelah sesi temu bual dengan responden adalah dengan menyediakan transkrip data yang telah diperoleh (Corbin & Strauss, 2008). Pengkaji melantik seorang guru Biologi untuk menyemak kesamaan antara perbualan sebenar dan transkrip yang telah disediakan oleh pengkaji. Pengkaji menghasilkan indeks untuk tema dan subtema, seterusnya menghasilkan matriks untuk memudahkan penjelasan dan pelaporan data-data yang dikumpul.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Tiga guru yang terlibat dalam kajian ini dikenali sebagai Guru 1, Guru 2 dan Guru 3; maka pengkaji akan merujuk kepada pengenalan diri ini semasa perbincangan dilakukan. Dapatan kajian ini akan dibincangkan mengikut tema-tema yang telah di kenal pasti.

Komponen bioteknologi dalam sukatan pelajaran biologi

Guru 1, Guru 2 dan Guru 3 telah berkhidmat selama 10 tahun, 16 tahun dan 5 tahun. Dalam perbincangan ini, ketiga-tiga guru diwakili oleh simbol G1 (Guru 1), G2 (Guru 2) dan G3(Guru 3). Berdasarkan kepada temu bual dan soalan yang telah diutarakan kepada ketiga-tiga guru berkaitan dengan tajuk-tajuk yang membincangkan elemen bioteknologi, di dapati G2 dan G3 mempunyai pengetahuan yang jelas dan berasa yakin mengenai beberapa tajuk-tajuk dalam sukatan Biologi Tingkatan Empat dan Lima yang membincangkan elemen bioteknologi ini seperti mana di tunjukkan dalam petikan perbualan berikut:

“tingkatan 4 ...dalam topik *Cell Division*...ada cerita sikit pasal application bioteknologi...tingkatan 5 pula ada pada chapter *Inheritance*....dia ada pengenalan tentang DNA fingerprinting” (G2)

“..kalau topik tingkatan 4, tajuk tu ada dalam pembahagian sel yang ada pasal mitosis dan meiosis. ..ada juga sikit pasal pengklonan....tingkatan 5 pulak ada dalam tajuk kedua terakhir iaitu *Inheritance* iaitu kromosom dengan DNA..” (G3)

Namun demikian, G1 di dapati terkeliru dengan istilah teknologi dan perkaitannya dengan bioteknologi. Contoh aplikasi bioteknologi yang diberikan membayangkan bahawa guru ini tidak pasti akan definisi bioteknologi dan proses yang terlibat dalam penghasilan sesuatu produk berasaskan bioteknologi. Guru tersebut memberikan contoh bioteknologi dengan merujuk kepada contoh berikut:

“...untuk mengelakkan *depletion of ozone layer*, teknologi digunakan dengan memasang *catalytic converter*...dalam *agriculture* sekarang ni, kita lihat macam mana pokok jambu tanpa biji dihasilkan...ini kan bioteknologi” (G1)

Dapatan ini menunjukkan suatu keadaan di mana tidak semua guru mempunyai pendedahan yang sama berkaitan komponen bioteknologi. Pendedahan dan pengetahuan guru-guru ini amat berkait rapat dengan sejauh mana mereka diberi peluang mendapatkan maklumat tersebut semasa pengajian mereka di peringkat ijazah pertama. Faktor ini perlu diselidiki dengan lebih mendalam untuk mendapatkan penjelasan yang lebih bermakna.

Penggunaan buku teks semasa p & p komponen bioteknologi

Merujuk kepada soalan mengenai sejauhmana bahan-bahan dalam buku teks membantu dalam pengajaran tajuk bioteknologi ini, ketiga-tiga guru berpendapat bahawa kandungan komponen ini adalah sedikit, tidak relevan dengan perkembangan pesat bioteknologi yang berlaku sekarang ini. G1 berpendapat:

“....semakin hari semakin banyak penemuan baru tetapi dalam buku teks ni selagi ia tak ubah, kita tak dedahkan benda baru itu kepada pelajar”. (G1)

Selain itu, G1 juga berpendapat bahawa buku teks tidak banyak membantu dalam memberi maklumat berkaitan bioteknologi dan isi kandungannya berhubung dengan komponen bioteknologi juga adalah terlalu umum. Ini disokong oleh G3 yang menyatakan bahawa:

“...kalau nak dibandingkan dengan negara maju, memang tak cukup, kurang pendedahan, kurang contoh dalam buku teks”. (G3)

Fenomena yang dilihat ini menunjukkan bahawa sudah tiba masanya bagi Bahagian Buku Teks dan Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pelajaran Malaysia untuk duduk semeja dan berbincang untuk membuat pemurnian yang difikirkan perlu ke atas buku teks yang masih di guna pakai di sekolah-sekolah pada masa ini.

Persediaan guru untuk mengajar komponen bioteknologi

Seterusnya mengenai persiapan guru untuk mengajar komponen bioteknologi, G1 dan G3 memaklumkan bahawa mereka menggunakan internet untuk memuat turun bahan berkaitan; seperti video, gambar, gambarajah, carta dan artikel manakala G2 hanya menyediakan transperansi, keratan surat khabar dan menggunakan model. Guru 1 dan 3 juga melaporkan bahawa mereka akan membaca dahulu tajuk yang ingin diajar dan merangka bahan pengajaran dengan mencari contoh yang sesuai dari internet.

Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa walaupun bahan bantu mengajar yang digunakan oleh guru-guru ini adalah pelbagai dalam usaha mereka menyampaikan pengetahuan berkaitan bioteknologi, namun mereka berusaha mengambil inisiatif mencari bahan-bahan yang difikirkan baik dan dapat membantu pelajar memahami konsep bioteknologi ini. Selain itu, guru-guru ini juga memperlihatkan yang mereka mempunyai kemahiran asas penggunaan teknologi seperti memilih, mengedit, membuat salinan, memuat turun bahan yang diperolehi dari internet dan tidak semata-mata bergantung kepada kandungan dalam buku teks semasa menjalankan p & p.

Pandangan guru mengenai kesesuaian kedudukan komponen bioteknologi dalam sukatan pelajaran biologi

Apabila ditanya pandangan mereka mengenai kesesuaian kedudukan komponen bioteknologi dalam sukatan pelajaran Biologi; G1 dan G2 mencadangkan supaya komponen bioteknologi yang terdapat di beberapa tajuk merentasi tingkatan 4 dan 5 ini digabungkan dan menjadi satu topik khusus. Dalam keadaan sekarang ini, komponen bioteknologi di dapati tersebar secara sedikit-sedikit di beberapa bab menyebabkan sukar untuk guru mengaitkan di antara satu sub komponen bioteknologi dengan dengan subkomponen bioteknologi yang lain. G2 menambah:

“..jika dijadikan satu topik itu saya rasa budakpun lebih berminat....macam sekarang ini benda itu macam sampingan sahaja”. (G2)

Beliau (G2) mencadangkan agar tajuk bioteknologi ini dimuatkan ke dalam sukatan pelajaran biologi di tingkatan 5 kerana pelajar pada peringkat ini telah menguasai kebanyakan komponen asas pengetahuan biologi ini di Tingkatan Empat. Menurut beliau:

“ di Tingkatan Lima kita boleh buat satu *chapter* khusus untuk biotek....*application* dia dan apa perkembangan biotek di Malaysia itu sendiri”.(G2)

Perkara yang disuarakan oleh guru-guru ini perlu diberi pertimbangan yang sewajarnya dan dibuat kajian yang lebih mendalam sama ada idea ini boleh diterima pakai atau keadaan yang sama dikekalkan. Selain itu, penambahbaikan dari segi kandungan, susun atur maklumat dan grafik perlu diberi penekanan yang lebih banyak dan harus diberi perhatian.

Bahan bantu mengajar yang digunakan semasa p & p

Berkaitan dengan usaha mencari bahan bantu mengajar berkaitan bioteknologi, kesemua guru melaporkan bahawa mereka mengalami masalah pada masa awal pengajaran, namun demikian setelah beberapa tahun, mereka telah berjaya mengumpul bahan tersebut dan setiap tahun ditambah dengan bahan yang baru. Namun demikian, bahan bantu mengajar yang digunakan oleh guru-guru ini berbeza mengikut citarasa guru berkenaan dan ianya mungkin dipengaruhi oleh faktor keupayaan dan pengetahuan sedia ada guru mengakses maklumat dari media yang dipilih. G1 dan G3 dilihat mempunyai pengetahuan berkaitan teknologi di mana mereka menggunakan bahan seperti memuat turun video, artikel atau gambar yang boleh digunakan untuk menyampaikan pengajaran secara lebih berkesan. Guru 1 memaklumkan pelajar akan suatu permainan daripada internet melalui laman sosial *facebook* yang dikenali sebagai *Mystery of Nostradamus* yang berkaitan dengan salah satu komponen bioteknologi iaitu *DNA fingerprinting*.

Namun demikian, G2 menyatakan bahawa beliau lebih gemar menggunakan televisyen atau surat khabar sahaja untuk mendapatkan bahan yang berkaitan dan beliau jarang menggunakan bahan yang dimuat turun dari internet atau penggunaan cakera padat yang dibekalkan oleh Kementerian Pendidikan semasa mengajar tajuk berkaitan. G2 menambah:

“...saya kurang menggunakan CD koswer yang dibekalkan semasa p & p sebab wujud masalah teknikal yang memang kadang- kadang melambatkan pengajaran” (G2).

Secara amnya, dapat disimpulkan bahawa kesemua guru ini menggunakan pelbagai perkakasan teknologi dalam menyediakan bahan bantu mengajar yang bersesuaian.

Bahan bantu mengajar yang ada di sekolah

Seterusnya, soalan berkisar mengenai bahan bantu mengajar sedia ada untuk kegunaan semasa mengajar topik berkaitan bioteknologi ini memberikan keputusan yang sama pada ketiga-tiga orang guru tersebut. Mereka bersepakat bahawa tidak terdapat bahan bantu mengajar yang bersesuaian wujud di makmal sekolah; sama ada dari segi peralatan menjalankan ujikaji mahupun model atau gambarajah. Ini juga menyebabkan pelajar tidak dapat didedahkan kepada aktiviti yang bersifat hands-on yang diharap dapat memberikan liputan yang lebih bermakna dan jelas berkenaan prosedur berkaitan dengan bioteknologi. G3 menambah:

“... p & p akan menjadi lebih menarik kalau kita (guru) dibekalkan dengan bahan-bahan yang lebih nampak, lebih menjurus kepada bioteknologi. Sekarang ini pelajar juga tidak ada experience experience sendiri....hands - on tak ada....”(G3)

Di samping itu juga, G1 menyatakan bahawa di samping kekurangan bahan bantu mengajar yang sesuai, guru juga mempunyai pendedahan yang kurang mengenai prosedur menjalankan sesuatu aktiviti bersifat *hands-on*. G1 menyarankan:

“Macam dalam makmal satu peralatan pun tak ada, kita nak tunjuk bagaimanakan....”(G1).

“..kita guru nak mengajar benda tu (bioteknologi), sikit sangat kita didedahkan...bagaimana dia punya prosedur dan hasilnya, tapi prosedur tu tak detail jadi susah nak terangkan, pelajar pun susah nak faham...”. (G1)

Ini menunjukkan bukan sahaja bahan bantu mengajar yang bersesuaian untuk p & p bioteknologi di dapati kurang, malah guru juga mempunyai kepakaran yang kurang dari aspek teknik dan perkaedahan menjalankan aktiviti eksperimen yang mampu dijalankan di dalam makmal. Isu kekurangan pengetahuan guru perlu diberi perhatian yang serius memandangkan gurulah yang akan berdepan dengan pelajar dan menyampaikan isi kandungan komponen Bioteknologi ini. Jika guru itu sendiri tiada atau kurang pengetahuan berkenaan perkara ini, maka ditakuti pelajar akan hilang minat dan tidak memperolehi pengetahuan yang sebenarnya.

Penerimaan pelajar terhadap pengajaran konsep bioteknologi

Seterusnya berkenaan dengan penerimaan pelajar mengenai pengajaran konsep bioteknologi ini, di dapati ketiga-tiga guru bersepakat bahawa pelajar kurang berminat dan tidak begitu berpengetahuan mengenai kepentingan dan peluang yang ada dalam bidang bioteknologi ini. Merujuk kepada guru berikut:

“dia (pelajar) belajar Biologi nak jadi doktor bukan kaji tumbuhan..... jadi bila benda tu (bioteknologi) diajar, dia (pelajar) tak minat”(G1).

“ hari tu saya mengajar inheritance, tanya budak siapa yang berminat tentang bioteknologi, dia orang tu macam kurang minatlah”(G2).

Di samping itu, pelajar juga merasakan konsep ini tidak begitu penting kerana ianya tidak banyak disoal dalam soalan peperiksaan Biologi di peringkat Sijil Pelajaran Malaysia.

Faktor ini disokong lagi dengan alasan bahawa tajuk ini bukanlah satu tajuk yang besar dan sedikit sahaja komponen bioteknologi ini yang disentuh dalam peperiksaan. Ini menyebabkan guru mengambil sikap mengajar setakat yang perlu sahaja kerana kesuntukan masa dan ingin menghabiskan sukatan pelajaran sebelum pelajar menduduki peperiksaan. Fenomena ini disokong oleh G1:

“ oleh kerana tajuk ni (bioteknologi) sikit sahaja keluar dalam peperiksaan dan macam tak begitu penting ...jadi kadang-kadang kita (guru) ter ‘skip’ nak jimat masa kat situ sebab nak habiskan silibus, jadi benda (bioteknologi) tu diajar secara umum sahaja”. (G1)

Keadaan yang dilihat ini perlu dilihat secara lebih teliti dan secara langsung, ia memberikan dua implikasi iaitu:

- i. Adakah susunan tajuk yang terdapat dalam sukatan pelajaran biologi tidak begitu sesuai atau
- ii. Adakah mungkin penekanan yang kurang terhadap komponen bioteknologi ini menyebabkan pelajar dan guru mengambil sikap berhati-hati dan tidak ‘membuang masa’ terlalu banyak terhadap p & p komponen ini?

Cadangan penambahbaikan yang dikemukakan oleh guru

Berkisar mengenai cadangan penambahbaikan yang guru utarakan bagi menjadikan pengajaran lebih berkesan, rata-rata guru memberikan cadangan yang membina. G1 mencadangkan agar diwujudkan satu topik khusus mengenai bioteknologi, guru-guru dibekalkan dengan kepakaran untuk mengajar bioteknologi, lawatan ke makmal bioteknologi atau forensik, mengadakan kerjasama dengan pihak luar dan dibuat penambahan aktiviti di dalam buku teks. G2 pula menambah supaya disediakan koswer atau bahan bantu mengajar yang berkaitan dengan bioteknologi dan diagihkan kepada guru-guru di sekolah. Selain itu juga, G3 mencadangkan agar diperbanyakkan artikel berkaitan bioteknologi dan dihantar ke sekolah melalui bahagian kurikulum ataupun kaunseling bagi rujukan guru dan pelajar. Ini secara tidak langsung dapat menarik minat pelajar kepada bioteknologi dan membolehkan guru menggunakan artikel-artikel dalam proses pengajaran dalam bilik darjah.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI PENDIDIKAN

Secara tuntasnya, dapatan daripada analisis kebolehlaksanaan kajian yang telah dijalankan ini menunjukkan bahawa terdapat beberapa isu yang perlu diteliti dengan lebih mendalam berhubung dengan pelaksanaan komponen Bioteknologi di dalam p & p Biologi sekolah menengah. Faktor- faktor seperti kekurangan pengetahuan guru berhubung komponen bioteknologi, bahan bantu mengajar yang kurang di sekolah, susunan komponen bioteknologi di dalam buku teks yang perlu dikemaskini serta kaedah pedagogi terbaik menyampaikan p & p perlu diberi perhatian yang lebih serius.

Segala masalah yang wujud dalam bidang pendidikan perlu diselesaikan di peringkat dasar di mana semua aspek berhubung dengan latihan dan bimbingan kepada guru-guru serta juga aspek kurikulum perlu diteliti dan dibuat rombakan semula dan dilakukan penambahbaikan (Rashidah & Norlidah, 2012).

Bertitik tolak daripada dapatan kajian ini, suatu kajian susulan yang lebih komprehensif perlu dilakukan dengan melibatkan lebih ramai guru. Ini penting bagi mendapatkan gambaran sebenar sejauh mana permasalahan yang dilihat ini secara lebih jelas sehingga ke peringkat akar umbi.

RUJUKAN

- Bryce, T., & Gray, D. (2004). Tough acts to follow: The challenges to science teachers presented by biotechnological progress. *International Journal of Science Education*, 26(6), 717 – 733.
- Campbell, D. A. (2007). Biotechnology in the middle school curriculum. *Science Scope*, 31(4), 42-46.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dawson, V. (2007). An exploration of High School (12–17 Year Old) students’ understandings of, and attitudes towards Biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37, 59–73.
- Dawson, V., & Soames, C. (2006). The effect of biotechnology education on Australian high school students’ understandings and attitudes about biotechnology processes. *Research in Science & technological Education*, 24(2), 183- 198.
- Georgakellos, D. A., & Marcis, A. M. (2009). Application of the semantic learning approach in the feasibility studies preparation training process. *Information Systems Management*, 26(3), 231-240.

- Hanegan, N., & Bigler, A. (2009). Infusing authentic inquiry into biotechnology, *Journal of Science Education and Technology*, 18(5), 393 – 401.
- Kwon, H., & Chang, M. (2009). Technology teachers beliefs about biotechnology and its instruction in South Korea. *Journal of Technology Studies*, 35(1), 67 – 75.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case studies applications in education*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Rashidah, B. G., & Norlidah, A. (2012). Pendidikan Bioteknologi: Isu dan Cabaran Perlaksanaannya di sekolah. *Jurnal Isu Dalam Pendidikan, Fakulti Pendidikan*, 36, 69 – 82.
- Rothhaar, R., Pittendrigh, B. P., & Orvis, K. S. (2006). The Lego® analogy model for teaching gene sequencing and biotechnology. *Journal of Biological Education*, 40(4), 166 -171.
- Steele, F., & Aubusson, P. (2004). The challenge in teaching biotechnology, *Research in Science Education*, 34, 365 – 387.
- Usak, M., Erdogan, M., Prokop, P., & Ozel, M. (2009). High School and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37(2), 123-130.