

Kertas Asli/Original Articles

Latar Pendidikan dan Konsep Amalan Sains Bioperubatan di Malaysia
(The Conceptual Education and Practice of Biomedical Sciences in Malaysia)

MUHAMMAD HAMDI MAHMOOD & JAMALUDIN MOHAMED

ABSTRAK

Program Sarjanamuda Sains Bioperubatan telah diwujudkan sebagai pelantar untuk melatih Ahli Sains Bioperubatan di institusi pengajian tinggi di negara ini. Program tersebut telah menyediakan ahli profesional dalam disiplin Sains Bioperubatan serta melengkapkan sistem kesihatan di negara ini dengan perkhidmatan mereka dalam makmal perubatan. Selain daripada ceruk klinikal dan kesihatan, mereka juga turut menyumbang dalam kepakaran dalam ceruk akademik dan industri mengikut minat masing-masing. Ini seterusnya memberikan sokongan untuk graduan bioperubatan mempelbagaikan atau mengembangkan ceruk kepakaran serta pengkhususan mereka.

Kata kunci: Pendidikan, Amalan, Ceruk, Sains Bioperubatan

ABSTRACT

The higher education provider in this country has established a platform for training of biomedical scientist at the undergraduate level. The program provides a sound foundation to explore the science of biomedicine and complement the healthcare system by preparing medical laboratory professionals as a platform to apply their knowledge. Apart from medical laboratory and healthcare service, graduates of the program can also explore and adapt in regard to employment in other interesting niche areas of academic and industry. This effort can further culminate into greater support and further strengthening of the discipline.

Keywords: Education, Practice, Niche areas, Biomedical Science

PENDAHULUAN

Secara umumnya di Malaysia, lepasan institusi pengajian tinggi awam/swasta (IPTA/IPTS) dalam bidang sains kesihatan boleh dibahagikan kepada kumpulan Klinikal dan Sains Biologi (Challenger Concept 2013). Walau bagaimanapun, dengan perkembangan sains dan teknologi, Kumpulan Klinikal dan Kumpulan Ahli Sains Biologi turut berkembang serta mengkhusus kepada pelbagai bidang seperti Doktor Perubatan, Doktor Pergigian, Jururawat, Ahli Biokimia, Ahli Kaji Kuman dan beberapa bidang pengkhususan lagi (Frenk et al. 2010). Perkembangan dan pengkhususan kedua-dua kumpulan besar yang telah disebutkan tadi membolehkan masyarakat mengenal pasti lepasan IPTA/IPTS tersebut mengikut latar pengkhususan serta amalan profesion masing-masing.

Walaupun bagaimanapun, pada sudut yang lain pula perbezaan pengkhususan dan amalan mewujudkan jurang (Pendidikan dan Amalan) di antara Kumpulan Klinikal dan Ahli Sains Biologi tersebut. Untuk memahami kewujudan jurang tersebut latar pendidikan setiap kumpulan perlu dipertimbangkan. Kumpulan Klinikal dilatih dengan ilmu Sains Bioperubatan seperti Anatomi, Fisiologi, Patologi dan Mikrobiologi sebagai teras utama untuk amalan klinikal mereka (Diemers et al. 2011). Manakala kumpulan Ahli Sains Biologi diterapkan dengan ilmu sains tulen,

sains gunaan dan kaedah saintifik untuk memahami proses fisiologi suatu sistem tubuh secara khusus, contohnya bagaimanakah tekanan oksidaan boleh menyebabkan kerosakan tisu tubuh yang akhirnya mengakibatkan penyakit seperti Diabetes mellitus. Pendekatan Sains Kesihatan tersebut telah melengkapkan pendekatan klinikal seperti mencadangkan pemakanan sihat (Pei-Hsuan et al. 2012) dan senaman bagi meningkatkan sensitiviti tisu tubuh terhadap insulin (Kourtoglou 2011) serta penggunaan antioksidan untuk melawan kerosakan akibat tekanan oksidaan yang boleh menyebabkan pelbagai penyakit serius dan kronik (Small et al. 2012).

Jelas menunjukkan walaupun kedua-dua kumpulan melihat suatu perkara yang sama seperti Diabetes mellitus, satu kumpulan akan terarah untuk pendekatan rawatan klinikal manakala kumpulan Ahli Sains Biologi dengan input Bioperubatan sebagai pelengkap. Menyedari tentang kewujudan jurang tersebut, diseluruh dunia, peranan aktif institusi akademik termasuk di Malaysia telah bermula semenjak 1992, dengan mewujudkan program seperti Sains Bioperubatan sebagai pelantar untuk melatih dan menyediakan kumpulan Ahli Sains Biologi yang mengkhusus (kemudian dikenali sebagai Ahli Sains Bioperubatan, Rajah 1 (i)) serta mampu melengkapkan kumpulan klinikal seterusnya merapatkan jurang yang wujud diantara dan kedua-dua kumpulan besar tersebut.

AHLI SAINS BIOPERUBATAN

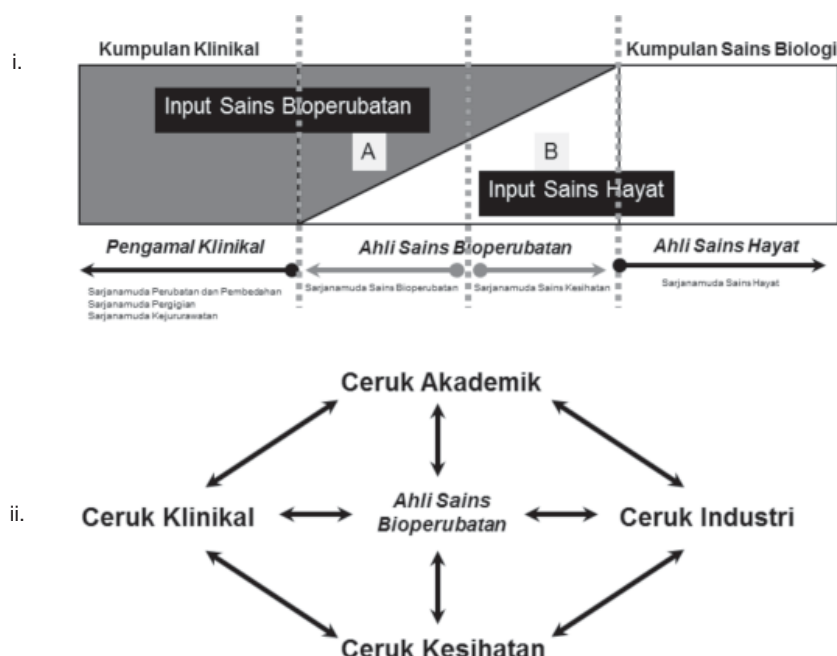
Selain daripada memahami suatu sistem fisiologi, ilmu Sains Bioperubatan boleh dikhususkan dan dikembangkan untuk perkhidmatan makmal perubatan, contohnya untuk Diabetes mellitus, aras glukosa darah rawak boleh digunakan sebagai saringan (Price 2003), ujian toleransi glukosa oral (OGTT) untuk diagnosis manakala rawatan susulan kronik memerlukan pemantauan penentuan aras hemoglobin terglukasi, HbA1c (Lyons & Basu 2012). Di sini, aplikasi ilmu Sains Bioperubatan memberikan bukti bahawa wujud keadaan sakit pada seseorang individu sebagai asas kepada pelbagai intervensi klinikal yang sesuai untuk individu yang disahkan menghidapi penyakit tersebut (Sarah & Cunningham 2009).

Dengan perkembangan teknologi dan perkhidmatan perubatan moden, tugas analisa saintifik oleh seorang Ahli Sains Bioperubatan bukan sahaja terhad kepada sampel biologi seperti tisu tubuh, tetapi juga terhadap data yang dijana daripada model komputer atau model matematik untuk penjagaan kesihatan yang lebih menyeluruh (Viangteeravat et al. 2009; Nistico et al. 2012). Jelas di sini apabila diamati, tugas Ahli Sains Bioperubatan menjadi semakin luas dan boleh dibahagikan kepada dua sub-kumpulan yang saling melengkapi iaitu kumpulan proksimal klinikal yang membantu pengurusan pesakit secara langsung, dan kumpulan distal klinikal yang membantu pengurusan pesakit secara tidak langsung (Wood et al. 2002; Sarah & Cunningham 2009). Kumpulan proksimal klinikal dilatih dengan memberi penekanan

kepada patofisiologi manakala kumpulan distal klinikal, lebih berfokus kepada ilmu aplikasi biologi, pengurusan dan lain-lain yang relevan mengikut sub-kumpulan masing-masing (Rajah 1(i)).

KEPENTINGAN KURIKULUM AHLI SAINS BIOPERUBATAN

Di Malaysia, penubuhan program Sarjanamuda Sains Bioperubatan adalah untuk meningkatkan bilangan akademia, serta sumber manusia berkelayakan selari dengan perkembangan semasa dalam perkhidmatan sains kesihatan dan sains perubatan (Universiti Kebangsaan Malaysia 2004; Universiti Malaya 2010; Universiti Sains Malaysia 2010; International Medical University 2011). Bagi melahirkan sumber manusia yang memenuhi aspirasi tersebut, setakat ini sejumlah lima IPTA dan enam IPTS termasuk universiti luar negara, dengan kampus cawangan di Malaysia telah menyediakan program pengajian Sains Bioperubatan di tahap Sarjanamuda yang memakan masa selama tiga hingga empat tahun pengajian (Challenger Concept 2013). Walaupun nama program-program tersebut adalah Sarjanamuda Sains Bioperubatan, namun input akademik program tersebut adalah berbeza mengikut IPTA/IPTS yang menawarkan program tersebut masing-masing. Sebagai contoh program Sarjanamuda Sains Bioperubatan yang diakreditasi oleh Institut Sains Bioperubatan (IBMS), United Kingdom (UK) seperti di UKM, UM dan UPM (Insitute of Biomedical Science 2005); terdapat juga program yang mengguna pakai penanda aras program Sains Bioperubatan dari universiti-



RAJAH 1. Latar Pendidikan dan Konsep Amalan Sains bioperubatan di Malaysia. Mengikut input akademik yang relevan (berkadar langsung dengan luas segitiga yang diwarnai kelabu dan putih masing-masing) Ahli Sains Bioperubatan boleh dibahagikan kepada kumpulan proksimal klinikal (A) yang menjalankan tugas rutin makmal perubatan manakala kumpulan distal klinikal (B) lebih menekankan aspek sains kesihatan serta pemahaman penyakit untuk tujuan penyelidikan (i). Kedua-dua kumpulan tersebut boleh berkhidmat sama ada di dalam ceruk-ceruk klinikal, kesihatan, akademik atau indsutri (ii).

universiti di Amerika, Eropah dan Australasia sebagai contoh program Sarjanamuda Sains Bioperubatan di USM serta di beberapa IPTS (Universiti Sains Malaysia 2010; International Medical University 2011; The University of Nottingham Malaysia Campus 2013). Sebagai tambahan, terdapat juga program Sarjanamuda Sains Bioperubatan tersebut diketengahkan sama ada sebagai kursus perantara untuk memasuki program Sarjanamuda Perubatan dan Pembedahan (Newcastle University Medicine Malaysia 2013; The University of Nottingham Malaysia Campus 2013) atau sebagai kursus asas untuk menjadi penyelidik Sains Bioperubatan (International Islamic University Malaysia 2010; Universiti Sains Malaysia 2010; Newcastle University Medicine Malaysia 2013; The University of Nottingham Malaysia Campus 2013). Di sini, kesemua kepelbagaian program Sarjanamuda Sains Bioperubatan yang disebutkan tadi perlu dilihat sebagai saling melengkapi bergantung kepada hala tuju yang dipilih oleh bakal pelajar masing-masing.

Dengan pemerhatian yang disebutkan tadi serta potensi Malaysia sebagai penyedia sumber manusia untuk bidang Sains Bioperubatan, IPTA/IPTS perlu memberikan garis panduan yang lebih jelas mengenai apakah input akademik sebenar dan pemberat bagi program Sarjanamuda Sains Bioperubatan yang mereka tawarkan. Garis panduan yang lebih jelas tersebut, boleh diambil kira sebagai pengukur kepada suatu program sarjanamuda dengan hala tuju yang tetap sekaligus turut membantu bakal pelajar dan pelajar program Sarjanamuda Sains Bioperubatan untuk merancang kerjaya mereka (Insitute of Biomedical Science 2005; International Islamic University Malaysia 2010; Universiti Sains Malaysia 2010; The University of Nottingham Malaysia Campus 2013).

Rajah 1 (i) boleh dirujuk untuk memberikan gambaran mengenai pemberat input akademik bagi program Sains Bioperubatan. Jika diamati pada rajah tersebut terdapat suatu garisan cerun atau *slope* yang memisahkan kumpulan proksimal klinikal dan kumpulan distal klinikal masing-masing. Di sini, kedalaman atau *depth* diwujudkan dengan menuruni cerun atau menaiki cerun dan menghampiri kumpulan klinikal atau kumpulan sains biologi masing-masing. Selain daripada itu, dari segi input akademik, dengan bergerak di sepanjang garisan cerun tersebut, pada suatu titik tertentu, program Sains Bioperubatan yang mempunyai lebih pemberat klinikal boleh dikatakan mempunyai lebih input berkaitan sains perubatan berbanding program yang kurang pemberat klinikal semasa menjalani latihan di peringkat sarjanamuda masing-masing (Insitute of Biomedical Science 2005; Universiti Sains Malaysia 2010; International Medical University 2011; The University of Nottingham Malaysia Campus 2013).

Sebagai contoh daripada segi perundangan Program Sarjanamuda Sains Bioperubatan yang telah diakreditasi oleh Institut Sains Bioperubatan, United Kingdom (UK) termasuk program yang dijalankan di Malaysia, harus memenuhi piawai latihan mengikut keperluan majlis profesion-profesion kesihatan di United Kingdom atau

Health Professions Council, UK (Health Professions Council 2003; Health and Care Professions Council 2012). Walau bagaimanapun, keperluan tersebut kurang diutamakan untuk program Sarjanamuda Sains Bioperubatan tanpa akreditasi oleh Institut Sains Bioperubatan, United Kingdom (UK).

Selain daripada itu juga, para pelajar yang mengikuti program Sarjanamuda Sains Bioperubatan dengan input pemberat akademik sains perubatan turut didedahkan dengan asas biokimia dan biokimia metabolisme pada tahun pertama dan diikuti oleh biokimia klinikal dan kultur tisu pada tahun kedua (Insitute of Biomedical Science 2005; Glencross et al. 2011). Input pemberat ini menjurus kepada melahirkan sumber manusia yang bukan sahaja boleh berfungsi dalam bidang makmal perubatan malah mampu mengembangkan makmal perubatan ke tahap tertinggi atau sebagai calon yang terlatih untuk program pascasiswazah (Diamandis 2002; Plebani 2006; Sarah & Cunningham 2009; Glencross et al. 2011).

Manakala dengan pemberat kepada input Sains Hayat, pelajar Sarjanamuda Sains Bioperubatan tersebut didedahkan dengan kimia bukan-organik, kimia organik dan biokimia makromolekul pada tahun pertama seterusnya toksikologi, farmakologi dan reka bentuk ubat pada tahun kedua. Pendekatan ini menjurus kepada melahirkan sumber manusia dalam bidang sains forensik, industri kesihatan dan industri farmaseutikal. Selain dari itu mereka juga boleh meneruskan pengajian ke peringkat pascasiswazah untuk memacu industri kesihatan ke tahap seterusnya seperti membangunkan produk farmaseutikal yang lebih tinggi nilai komersial (Gaynor 2002; Nor Hayati 2004).

Sebagai perbandingan, bagi program Sarjanamuda Perubatan dan Pembedahan pemberat untuk elemen klinikal adalah meningkat secara berterusan dari tahun pertama hingga ke tahun akhir. Kaedah pendedahan ilmu klinikal secara spiral ini sesuai untuk persediaan pengamal klinikal (Harden & Stamper 1999). Mereka seterusnya membuat sub-kepakaran klinikal seperti pembedahan plastik serta sub-kepakaran lain yang tidak dapat dinafikan memerlukan sokongan kumpulan Ahli Sains Bioperubatan bagi menyediakan khidmat klinikal terbaik contohnya bank tisu dalam bidang plastik surgery dan rekonstruktif (Herndon 2007).

Umumnya, penerangan dan contoh-contoh yang telah diketengahkan tadi menunjukkan bagaimana perbezaan elemen pemberat dalam kurikulum Sains Bioperubatan boleh melahirkan pengamal yang luwes, iaitu bersifat fleksibel; sekaligus memenuhi aspirasi negara. Perlu juga diingat bahawa kepelbagaian elemen pemberat ini perlu dilihat sebagai ruang untuk melahirkan varian Ahli Sains Bioperubatan dari yang berstruktur dan sesuai untuk ceruk klinikal serta ceruk akademik yang melatih pengamal klinikal sehingga ke multidisiplin sesuai untuk ceruk yang luwes (Gaynor 2002; Nor Hayati 2004; Sarah & Cunningham 2009; Glencross et al. 2011).

Selain daripada pelbagai jenis latihan yang disediakan oleh IPTA/IPTS yang menjurus kepada sub-kumpulan Ahli Sains Bioperubatan yang telah dinyatakan, lepasan IPTA/

IPTS daripada program Sains Bioperubatan di Malaysia boleh dikumpulkan berdasarkan ceruk amalan masing-masing iaitu klinikal seperti Pegawai Sains Bioperubatan di makmal hospital; akademik, seperti pensyarah/penyelidik; kesihatan seperti Pegawai Pembangunan Produk Kosmetiseutikal, ahli biomedikal informatik dan industri seperti pegawai pemasaran syarikat farmaseutikal. Kesemua lepasan IPTA/IPTS program Sains Bioperubatan tersebut mempunyai adaptasi dan kekuatan untuk berfungsi dalam ceruk mereka tersendiri (Rajah 1(ii)).

AHLI SAINS BIOPERUBATAN SEBAGAI SUMBER MANUSIA UNTUK MELATIH PENGAMAL KLINIKAL DAN PEMBANGUNAN MAKMAL PERUBATAN

Keperluan sumber manusia untuk ceruk akademik seperti contoh tenaga akademik di institusi pendidikan termasuk di fakulti perubatan, pergigian, kejururawatan dan sains kesihatan; serta aktiviti penyelidikan dan pembangunan dan sebagainya boleh dipenuhi oleh lepasan IPTA/IPTS daripada program Sains Bioperubatan (Universiti Kebangsaan Malaysia 2004; Institute of Biomedical Science 2005; Universiti Malaya 2010; Universiti Sains Malaysia 2010). Begitu juga dengan sumber manusia untuk ceruk industri serta kesihatan, umumnya pengetahuan asas untuk berfungsi dalam ketiga-tiga ceruk akademik, industri dan kesihatan tersebut boleh diperolehi melalui program Sarjanamuda Sains Bioperubatan di IPTA/IPTS (Universiti Kebangsaan Malaysia 2004; Institute of Biomedical Science 2005; Universiti Malaya 2010; Universiti Sains Malaysia 2010; International Islamic University 2010; International Medical University 2011; The University of Nottingham Malaysia Campus 2013) (Rajah 1(ii)). Walau bagaimanapun, keperluan sumber manusia untuk ceruk klinikal serta ceruk akademik yang melibatkan fakulti yang melatih pengamal klinikal serta ahli makmal perubatan adalah berbeza. Keperluan tersebut paling sesuai dipenuhi oleh kumpulan Ahli Sains Bioperubatan proksimal klinikal memandangkan struktur latihan mereka yang sebahagiannya melibatkan pesakit serta makmal perubatan (Rajah 1).

Bagi memahami keperluan sumber manusia Ahli Sains Bioperubatan, kita perlu melihat perkembangan makmal perubatan di negara ini. Di Malaysia, perkhidmatan makmal perubatan sebenarnya telah mula berfungsi sejak zaman kolonial untuk menjaga keperluan pekerja-pekerja imigran (Singh 1982). Pada tahun 1900, perkhidmatan makmal perubatan ini berkembang dengan penubuhan Institut penyelidikan perubatan (IMR) selaras dengan peningkatan penduduk dan keperluan kesihatan (Singh 1982). Ujian makmal perubatan pada masa itu juga, menyokong program kawalan penyakit tropika seperti pengesanan parasit malaria yang dilaksanakan oleh IMR, manakala klinik pesakit luar dan poliklinik pula menjalankan ujian tahap 1 atau *first schedule test* iaitu ujian diagnostik mudah yang boleh dibuat di klinik. Selain dari itu, IMR, turut melatih sumber tenaga manusia untuk berkhidmat di makmal perubatan melalui program enam bulan, diploma

parasitologi dan entomologi gunaan (DAP & E) di bawah South East Asia Ministers of Education Organization-Regional Network in Tropical Medicine and Public Health (SEAMEO-TROPMED), kini juga ditawarkan sebagai diploma pascasiswazah (Singh 1982; Ministry of Health Malaysia 2009). Sekitar 1970-an, perkhidmatan makmal perubatan menjadi semakin maju dengan wujudnya program diploma juruteknologi makmal perubatan dan pada masa yang sama, perkhidmatan makmal perkhidmatan patologi semakin berkembang (Chandrasekharan 1982).

Perkembangan semasa juga telah mendorong kemajuan subset kepada makmal perubatan iaitu makmal perkhidmatan patologi yang dirujuk sebagai perkhidmatan yang melibatkan analisis dan pemeriksaan sampel tisu manusia untuk menilai sama ada berlaku perubahan keadaan fisiologi dengan tujuan preventif, diagnosis atau merawat penyakit (Looi 2008; Ministry of Health Malaysia 2010). Turut termasuk dalam perkhidmatan tersebut adalah, ujian pemantauan terpeutik dadah (TDM) dan ujian disisi-pesakit (POCT), manakala makmal forensik, makmal penyelidikan dan kesuburan, makmal pengujian produk, serta ujian tahap 1, 2 dan 3 iaitu melibatkan ujian yang boleh dibuat di rumah menggunakan kit tidak termasuk dalam perkhidmatan makmal patologi (Looi 2008).

Selari dengan perkembangan perkhidmatan makmal patologi yang disebutkan tadi, maka beberapa program kualiti untuk memenuhi piawai amalan perkhidmatan, termasuk skim jaminan kualiti makmal atau 'Laboratory Quality Assurance Scheme' (LABQAS) yang telah diusahakan oleh Kolej Patologis-Akademi Perubatan Malaysia (CPath-AMM) dan Institut Makmal Sains Perubatan Malaysia (MIMLS); serta piawai akreditasi berdasarkan ISO 15189 turut diguna pakai dalam perkhidmatan tersebut (Looi 2008; Ministry of Health Malaysia 2010). Manakala untuk menjaga dan mengambil kira kepentingan masyarakat awam, Akta Makmal Patologi 2007 telah diluluskan di Parlimen Malaysia pada pertengahan 2007 (Kementerian Kesihatan Malaysia 2007; Looi 2008).

Sesuai juga dengan Akta Makmal Patologi 2007 tersebut, CPath-AMM, telah mengeluarkan garis panduan kakitangan perkhidmatan makmal patologi (College of Pathologists Academy of Medicine of Malaysia 2005). Dalam garis panduan tersebut, Ahli Sains Bioperubatan dengan kelayakan Sarjanamuda dan mempunyai sekurang-kurangnya enam bulan penyeliaan di makmal relevan adalah kakitangan teknikal yang paling sesuai untuk perkhidmatan makmal patologi berlesen yang diuruskan oleh doktor perubatan yang berkelayakan (Looi 2008).

KELEMAHAN SISTEM MAKMAL PERUBATAN DAN PENJAGAAN KESIHATAN TANPA SOKONGAN AHLI SAINS BIOPERUBATAN SERTA PENYELESAIANNYA

Kualiti adalah perkara paling utama yang ditagih oleh pelanggan iaitu doktor dan pesakit bagi suatu perkhidmatan perubatan dan makmal perkhidmatan patologi. Ini kerana lebih 70% daripada pertimbangan klinikal diambil berdasarkan laporan makmal (Kanagasabapathy 2010).

Dengan beban tugas yang meningkat dari tahun 2007 (jumlah 31,407,210 ujian makmal ke tahun 2009 (jumlah 138,472,116 ujian makmal), Ahli Sains Bioperubatan perlu melengkapkan kemahiran yang ada dengan ilmu relevan dan terkini (Kementerian Kesihatan Malaysia 2007; Ministry of Health Malaysia 2009). Kualiti ini boleh dicapai dengan mengawal dan mengurangkan kesalahan pada 3 tahap analisis iaitu pra-analisis yang melibatkan proses mulai dari pelanggan sebelum sampai ke makmal; analisis iaitu yang melibatkan proses semasa di dalam makmal seperti pelaksanaan sebenar ujian makmal serta keputusan analisa makmal dan pasca-analisis iaitu melibatkan proses selepas analisa makmal sehingga kembali kepada pelanggan (Ministry of Health Malaysia 2010). Di dalam suatu makmal perkhidmatan patologi, pegawai teknikal yang terlibat adalah Pegawai Sains serta Juruteknologi Makmal Perubatan (JTMP), manakala Ahli Patologi adalah kakitangan klinikal yang turut sama terlibat dalam kesemua tiga tahap analisis tersebut (College of Pathologists Academy of Medicine of Malaysia 2005). Terdapat sejumlah 3,684 orang JTMP pada 2007 (dengan nisbah JTMP: populasi penduduk Malaysia adalah 1:11,220) berbanding dengan 5,310 orang JTMP pada 2012 (dengan nisbah JTMP: populasi penduduk Malaysia adalah 1:5,455) di seluruh hospital kerajaan (Kementerian Kesihatan Malaysia 2007; Ministry of Health Malaysia 2009; Kementerian Kesihatan Malaysia 2012). Seperti yang telah diuraikan, program kualiti dan garis panduan telah diwujudkan untuk mencapai amalan terbaik bagi perkhidmatan makmal. Walau bagaimanapun, masih terdapat ruang yang boleh diperbaiki. Sebagai contoh pada tahap pra-analisis, pensampelan baru boleh dipohon oleh pegawai teknikal yang menerima sampel di kaunter penerimaan spesimen jika berlaku kesilapan pensampelan. Manakala pada proses analisis, dengan penggunaan teknologi dan peralatan yang lebih baik serta kaedah kawalan mutu dalaman dan luaran dapat memberikan keyakinan kepada perkhidmatan makmal patologi. Sebagai tambahan, pada tahap pasca-analisis, kecekapan perkhidmatan makmal patologi boleh di nilai dengan masa-keputusan-makmal-dikeluarkan atau *turn-around-time* yang mematuhi piawaian. Kesemua contoh-contoh tersebut membabitkan tugas rutin pegawai teknikal di makmal perkhidmatan patologi. Jelas menunjukkan tanpa sokongan Ahli Sains Bioperubatan yang bekerja sepasukan dengan Ahli Patologi maka kehendak pelanggan sukar dapat dipenuhi dengan sempurna (Ministry of Health Malaysia 2010; Glencross et al. 2011).

Sepertimana yang telah dinyatakan, garis panduan seperti kelayakan minima kakitangan teknikal telah pun dikeluarkan (College of Pathologists Academy of Medicine of Malaysia 2005). Bagi JTMP tempoh minima enam bulan perkhidmatan dengan seliaan tidaklah sukar kerana program yang mereka lalui adalah latihan dalam tugas atau *on-the-job training*. Walau bagaimanapun, bagi memenuhi tempoh minima enam bulan yang digariskan oleh panduan tersebut, lulusan program

Sarjanamuda Sains Bioperubatan yang diakreditasi oleh Institut Sains Bioperubatan, United Kingdom (UK), memerlukan suatu sistem pra-pendaftaran untuk amalan makmal perkhidmatan patologi yang masih belum jelas mekanisme amalannya di Malaysia tetapi telah dipraktik di negara maju (Continuous Professional Development Unit, Ministry of Health Malaysia 2010; Health and Care Professions Council 2012).

Di bawah Kementerian Kesihatan Malaysia, Ahli Sains Bioperubatan juga dirujuk sebagai pegawai sains (Biomedikal) dan JTMP telah diklasifikasikan sebagai Ahli Sains Kesihatan Bersekutu (ASKB) dalam kumpulan berasaskan makmal yang berjumlah lebih kurang 25,500 orang (Kementerian Kesihatan Malaysia 2007). Dengan mengambil kira Ahli Sains Bioperubatan ceruk akademik, ceruk industri, ceruk kesihatan dan lain-lain, bilangan ASKB adalah berjumlah 40,000 orang (Jadual 1) (Kementerian Kesihatan Malaysia 2007; Ministry of Health Malaysia 2009).

JADUAL 1. Senarai 28 Profesion Ahli Sains Kesihatan Bersekutu. Kedua-dua pegawai sains (Biomedikal) dan juruteknologi makmal perubatan merupakan varian Ahli Sains Bioperubatan dalam kumpulan proksimal klinikal.

Pertimbangkan juga, Ahli Sains Bioperubatan dalam kumpulan distal klinikal boleh menyumbang sebagai pegawai sains mengikut pengkhususan masing-masing (Continuous professional development unit, Ministry of Health Malaysia 2010)

Bil	Jawatan
1	Pegawai Sains (Kaji Kuman)
2	Pegawai Sains (Kimia Hayat)
3	Pegawai Sains (Genetik)
4	Pegawai Sains (Biomedikal)
5	Pegawai Sains (Embriologis)
6	Pegawai Sains (Fizik)
7	Pegawai Sains (Kaji Serangga)
8	Pegawai Sains (Forensik)
9	Pegawai Sains (Zat Makanan)
10	Pegawai Pemulihan Perubatan (Pertuturan)
11	Pegawai Pemulihan Perubatan (Pendengaran)
12	Pegawai Pemulihan Perubatan (Anggota)
13	Jurupulih Perubatan (Anggota)
14	Pegawai Pemulihan Perubatan (Carakerja)
15	Jurupulih Perubatan (Carakerja)
16	Pegawai Psikologi (Kaunseling/Klinikal)
17	Juru X-Ray (Diagnostik)
18	Juru X-Ray (Terapi)
19	Pegawai Teknologi Makanan
20	Penolong Pegawai Teknologi Makanan
21	Pegawai Dietetik
22	Penolong Pegawai Penyediaan Makanan
23	Pegawai Kerja Sosial Perubatan
24	Pegawai Optometri
25	Pegawai Pendidikan Kesihatan
26	Pegawai Kesihatan Persekitaran
27	Penolong Pegawai Kesihatan Persekitaran
28	Juruteknologi Makmal Perubatan

Pada tahun 2012, kerajaan Malaysia telah merangka undang-undang Profesion Kesihatan Bersekutu untuk memperkembangkan dan memajukan perkhidmatan ASKB. Di bawah undang-undang Profesion Kesihatan Bersekutu, ASKB adalah kumpulan profesional yang mempunyai kod amalan serta diselia oleh badan profesional. ASKB juga mempunyai program Pembangunan Profesional Berterusan (CPD) masing-masing (Kementerian Kesihatan Malaysia 2007; Ministry of Health Malaysia 2009; Continuous Professional Development Unit, Ministry of Health Malaysia 2010).

Bagi Ahli Sains Bioperubatan ceruk klinikal, undang-undang Profesion Kesihatan Bersekutu yang dirangka kerajaan Malaysia ini harus dilihat sebagai langkah ke arah mengikuti amalan Sains Bioperubatan di tahap antarabangsa (Sarah & Cunningham 2009; Glencross et al. 2011; Health and Care Professions Council 2012). Walau bagaimanapun, terdapat beberapa perkara yang perlu diberikan perhatian. Pertama, pendaftaran Ahli Sains Bioperubatan dari pelbagai ceruk. Kedua, keperluan mekanisme untuk pra-pendaftaran pegawai sains (Biomedikal) supaya sesuai dengan keperluan Akta Makmal Patologi 2007. Ketiga mekanisme untuk menaik taraf profesionalisme JTMP berkelulusan diploma kepada profesionalisme Ahli Sains Bioperubatan yang bertugas sebagai pegawai sains (Biomedikal).

Untuk pendaftaran Ahli Sains Bioperubatan pelbagai ceruk, tiada jalan singkat iaitu dengan cara mendaftar varian Ahli Sains Bioperubatan di bawah suatu persatuan utama Ahli Sains Bioperubatan yang boleh mewakili mereka. Ini kemudian boleh disusuli dengan membentuk suatu badan profesional Ahli Sains Bioperubatan yang mengikuti serta memenuhi garis panduan undang-undang Profesion Kesihatan Bersekutu (Continuous Professional Development Unit (CPD), Ministry of Health Malaysia 2010). Melalui penyeliaan oleh badan profesional Ahli Sains Bioperubatan dan persatuan utama Ahli Sains Bioperubatan, kesemua lulusan Sains Bioperubatan kemudian boleh menyumbang kepada CPD dalam ceruk masing-masing (Beastall 2008). Sebagai tambahan, pelajar dan bakal pelajar program Sarjanamuda Sains Bioperubatan akan lebih bermotivasi dengan masing-masing mempunyai peranan yang lebih jelas untuk pembangunan profesion ini. Turut penting, interaksi di antara ceruk-ceruk Sains Bioperubatan seperti contoh menetapkan piawai input akademik program Sarjanamuda Sains Bioperubatan mengambil bahagian dalam penyelidikan dan isu-isu Sains Bioperubatan terkini serta keperluan lain-lain dari semasa ke semasa (Sarah & Cunningham 2009; Continuous Professional Development Unit, Ministry of Health Malaysia 2010; Glencross et al. 2011).

Manakala untuk ceruk klinikal, sub-persatuan utama Ahli Sains Bioperubatan perlu menggunakan CPD untuk memenuhi keperluan garis panduan kakitangan makmal perkhidmatan patologi yang melibatkan penyeliaan di makmal relevan (College of Pathologists Academy of Medicine of Malaysia 2005; Looi 2008). Dengan mekanisme pra-pendaftaran yang jelas, fungsi lulusan Sains Bioperubatan yang selalu dipersoal serta khilaf bidang tugas pegawai sains (Biomedikal) dan JTMP yang timbul boleh diselesaikan (Sarah & Cunningham 2009; Continuous Professional Development Unit, Ministry of Health Malaysia 2010; Glencross et al. 2011).

Dari segi menaik taraf profesionalisme JTMP berkelulusan diploma kepada profesionalisme pegawai sains (Biomedikal), iktibar perlu diambil dari pembangunan profesion Sains Bioperubatan di negara maju yang bermula sebagai pembantu makmal tanpa latihan formal dari tahap awal semasa perang dunia pertama sehingga ke tahap ahli sains berpiagam atau *chartered scientist* kini bersama-sama dengan Ahli Patologi memajukan perkhidmatan makmal perubatan dan makmal perkhidmatan patologi (Sarah & Cunningham 2009; Glencross et al. 2011). Disini dicadangkan JTMP untuk mengikuti program Sarjanamuda Sains Bioperubatan di Malaysia yang diiktiraf oleh Institut Sains Bioperubatan di United Kingdom (UK). Hanya dengan proses menaik taraf lulusan diploma maka lebih ramai tenaga mahir Sains Bioperubatan peringkat pasca-siswazah dapat disediakan serta pembangunan pengetahuan dengan kaedah CPD akan menjadi lebih bermakna untuk dipertimbangkan ke tahap yang lebih tinggi (Warta Kerajaan 2005).

Kesimpulannya, program Sains Bioperubatan telah diwujudkan di Malaysia untuk menyediakan tenaga profesional untuk saling melengkapi dan merapatkan jurang di antara Kumpulan Klinikal dan Kumpulan Sains Biologi. Hasilnya selepas 20 tahun diwujudkan, program ini juga telah berjaya menyediakan pengamal Sains Bioperubatan dalam sekurang-kurangnya empat ceruk utama. Di sini juga, kajian ini merupakan laporan pertama di Malaysia yang cuba menghuraikan latar pendidikan dan konsep amalan dalam bidang Sains Bioperubatan. Dengan latar pendidikan dan konsep amalan yang telah digariskan tadi pengamal Sains Bioperubatan boleh membuat refleksi serta memberikan identiti mengikut kesesuaian masing-masing. Ini seterusnya akan memudahkan interaksi serta kerjasama diantara ceruk supaya menjadi lebih berkesan.

RUJUKAN

- Beastall, G.H. 2008. Clinical biochemistry education, training and continuing professional development in the United Kingdom. *Clinica Chimica Acta* 393: 17-21.
- Challenger Concept. 2013. *The Education Guide Malaysia*. Kuala Lumpur: Challenger Concept.
- Chandrasekharan, N. 1982. Health laboratory services in Malaysia. *The Medical Journal of Malaysia* 37: 197-204.
- College of Pathologists Academy of Medicine of Malaysia. 2005. Guidelines on minimum qualification, training and experience of professional personnel working in a pathology laboratory (version 1/2004). *Malaysian Journal of Pathology* 27: 57-62.
- Continuous Professional Development Unit, Ministry of Health Malaysia. 2010. *Guidelines Continuing Professional Development (CPD) Log Book for Allied Health Professional*. Kuala Lumpur: Ministry of Health Malaysia.
- Diamandis, E.P. 2002. Duties and responsibilities of laboratory scientists. *Clinica Chimica Acta* 319: 111-115.
- Diemers, A., van de Wiel, M., Scherpbier, A., Heineman, E. & Dolmans, D. 2011. Pre-clinical patient contacts and the application of biomedical and clinical knowledge. *Medical Education* 45: 280-288.
- Frenk, J., Chen, J., Zulfiqar, B. & Cohen. J. 2010. Health professionals for a new century. *The Lancet* 376: 1923-1958.
- Gaynor, G.H. 2002. *Innovation by Design: What It Takes to Keep Your Company on the Cutting Edge*. New York: American Management Association.
- Glencross, H., Ahmed, N. & Wang, Q. 2011. *Biomedical Science Practice: Experimental and Professional Skills*. Oxford: Oxford University Press.
- Harden, R.M. & Stamper, N. 1999. What is spiral curriculum?. *Medical Teacher* 21: 141-143.
- Health and Care Professions Council. 2012. *Information for Students and Education Providers: Guidance on Conduct and Ethics for Students*. London: Health and Care Professions Council.
- Health Professions Council. 2003. *Standards of Proficiency: Biomedical Scientists*. London: Health Professions Council.
- Herndon, D. 2007. *Total Burn Care*. Saunders Elsevier, Texas.
- Institute of Biomedical Science. 2005. *2004-2005 Guide to IBMS Accredited Honours Degree Level Biomedical Science Courses*. Institute of Biomedical Science London.
- International Islamic University Malaysia. 2010. *Admission and Record Undergraduate Handbook*. Kuala Lumpur: International Islamic University.
- International Medical University. 2011. *Biomedical Science*. Kuala Lumpur: Marketing & Communications, Department IMU.
- Kanagasabapathy, A.S. 2010. Effective laboratory quality management towards preventing medical liability cases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry* 25: 1-3.
- Kementerian Kesihatan Malaysia. 2007. *Laporan Tahunan 2007*. Kuala Lumpur: Kementerian Kesihatan Malaysia.
- Kementerian Kesihatan Malaysia. 2012. *Petunjuk Kesihatan bagi Pemantauan dan Penilaian Strategi 'Health for All'*. Putrajaya: Pusat Informatik Kesihatan, Bahagian Perancangan dan Pembangunan, Kementerian Kesihatan Malaysia.
- Kourtoglou, G.I. 2011. Insulin therapy and exercise. *Diabetes Research and Clinical Practice* 93: S73-S77.
- Looi, L.M. 2008. The pathology laboratory act 2007 explained. *The Malaysian Journal of Pathology* 30: 1-10.
- Lyons, T.J. & Basu, A. 2012. Biomarkers in diabetes: hemoglobin A1c, vascular and tissue markers. *Translational research. The Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 159: 303-312.
- Ministry of Health Malaysia. 2010. *Departmental Policy of Pathology Services*. Putrajaya: Medical Development Division.
- Ministry of Health Malaysia. 2009. *Annual Report 2009*. Kuala Lumpur: Kementerian Kesihatan Malaysia.
- Newcastle University Medicine Malaysia. 2013. *BSc (Honours) Biomedical Sciences 2+1 programme with Newcastle University UK brochure for entry september 2013*. Nusajaya: Newcastle University Medicine Malaysia.
- Nistico, L., Iafusco, D., Galderisi, A., Fagnani, C., Cotichini, R., Toccaceli, V. & Stazi, M.A. 2012. Emerging effects of early environmental factors over genetic background for type 1 diabetes susceptibility: evidence from a nationwide Italian twin study. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* DOI: 10.1210/jc.2011-3457. 8: E1483-E1491.
- Nor Hayati. 2004. Research activities in Malaysia from the perspectives of USM medical school; the reality and the strategy. *Malaysian Journal of Medical Sciences* 11: 1-8.
- Pei-Hsuan Tsai, Jun-Jen Liu, Chui-Li Yeh, Wan-Chun Chiu & Yeh. S-L. 2012. Effects of glutamine supplementation on oxidative stress-related gene expression and antioxidant properties in rats with streptozotocin-induced type 2 diabetes. *British Journal of Nutrition* 107: 1112-1118.
- Plebani, M. 2006. Errors in clinical laboratories or errors in laboratory medicine? *Clinical Chemical Laboratory Medicine* 44: 750-759.
- Price, C.P. 2003. Point-of-care testing in diabetes mellitus. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine* 41: 1213-1219.
- Sarah, J. & Cunningham, J. 2009. *An Introduction to Biomedical Science in Professional and Clinical Practice*. Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- Singh, R.B. 1982. Historical development of the laboratory services in Malaysia. *The Malaysian Journal of Pathology* 5: 23-32.
- Small, D.M., Coombes, J.S., Bennett, N., Johnson, D.W. & Gobe, G.C. 2012. Oxidative stress, anti-oxidant therapies and chronic kidney disease. *Nephrology* 17: 311-321.
- The University of Nottingham Malaysia Campus. 2013. *Undergraduate Prospectus 2012/13*. Kuala Lumpur: The University of Nottingham Malaysia Campus.
- Universiti Kebangsaan Malaysia. 2004. *Panduan Prasiswazah Fakulti Sains Kesihatan Bersekutu Sesi Akademik 2004-2005*. Kuala Lumpur: Pusat Penerbitan dan Percetakan UKM.
- Universiti Malaya. 2010. *Biomedical Science Programme Guidebook*. Kuala Lumpur: Faculty of Medicine, UM.
- Universiti Sains Malaysia. 2010. *Student Guidebook; Bachelor of Health Sciences, Bachelor of Science (Forensic), Diploma in Nursing*. PPSK, USM, Kubang Kerian.
- Viangteeravat, T., Brooks, I.M., Ketcherside, W.J., Houmayouni, R., Furlotte, N., Vuthipadadon, S. & McDonald, C.S. 2009. Biomedical informatics unit (BMIU): slim-prim system

bridges the gap between laboratory discovery and practice. *Clinical and Translational Science* 2: 238-241.
Warta Kerajaan. 2005. *Peraturan-peraturan Pegawai Awam (Pelantikan, Kenaikan Pangkat dan Penamatan Perkhidmatan)*. Perlembagaan Persekutuan, Kuala Lumpur.

Muhammad Hamdi Mahmood
Jabatan Sains Para-Klinikal
Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan
Universiti Malaysia Sarawak
Lot 77, Jalan Tun Ahmad Zaidi Aduce
93150 Kuching, Sarawak

Pengarang untuk dihubungi: Muhammad Hamdi Mahmood
Alamat emel: mmhamdi@fmhs.unimas.my
Tel: 60 82416550; Fax: 60 82422564

Diterima: Ogos 2012
Diterima untuk penerbitan: Mac 2013

Wood, J. 2002. The role, duties and responsibilities of technologists in the clinical laboratory. *Clinica Chimica Acta* 319: 127-132.

Jamaludin Mohamed
Program Sains Bioperubatan
Pusat Pengajian Diagnostik dan Kesihatan Gunaan
Fakulti Sains Kesihatan
Universiti Kebangsaan Malaysia
Jalan Raja Muda Abdul Aziz
50300 Kuala Lumpur.