

Implimentasi Pendidikan Pembangunan Lestari Melalui *Kimia Hijau* Secara Informal – Cabaran dan Peluang

Kartini Abdull Patah

kaf_1001@yahoo.com

Jabatan Pendidikan Sains, Matematik dan Multimedia Kreatif, Fakulti Pendidikan , Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia

Mohammad Yusof Arshad

p-yusof@utm.my

Jabatan Pendidikan Sains, Matematik dan Multimedia Kreatif, Fakulti Pendidikan , Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia

Mohd Shafie Rosli

shafierosli@utm.my

Jabatan Pendidikan Sains, Matematik dan Multimedia Kreatif, Fakulti Pendidikan , Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia

Nurbiha A. Shukor

nurbiha@utm.my

Jabatan Pendidikan Sains, Matematik dan Multimedia Kreatif, Fakulti Pendidikan , Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia

Abstrak

Kimia hijau merupakan pendekatan ke arah pendidikan berteraskan pembangunan lestari, PPL yang mampu mendidik para pelajar ke arah penekanan konsep menuju kepada kehidupan yang lestari. Kimia hijau menyediakan satu platform pendidikan kepada pelajar ke arah penyelesaian secara saintifik, bagi menangani punca-punca utama pencemaran alam sekitar bertujuan untuk menghasilkan para pelajar yang berpengetahuan, berkemahiran, mempunyai sikap dan nilai yang dapat membentuk masyarakat yang bersifat prihatin terhadap kelestarian alam sekitar. Kebanyakan pelaksanaan pendidikan kimia hijau dilaksanakan ke atas pelajar di institusi pendidikan tinggi dan guru pelatih. Ia dilaksanakan secara pendidikan formal yang menyebabkan pelajar tidak dapat menghubungkan kepentingan kimia hijau dengan kehidupan sebenar. Pendidikan kimia hijau secara informal merupakan satu bentuk penglibatan pelajar di luar bilik darjah dan di luar skop pembelajaran secara rasmi yang dapat menarik minat pelajar untuk mempelajari kimia dan membolehkan pelajar membuat perkaitan isi kandungan pelajaran dengan konteks kehidupan sebenar. Kertas konsep ini akan menghuraikan peluang dan cabaran yang ada dalam mengimplimentasi pendidikan pembangunan kelestarian, PPL melalui kimia hijau secara informal ke atas para pelajar di Malaysia.

Keywords: Pembangunan Lestari, PL, Pendidikan Untuk Pembangunan Lestari, PPL, Kimia Hijau, Pembelajaran Informal, Penyelesaian Masalah

1.0 Pengenalan

Matlamat utama Pembangunan Lestari, PL ialah memastikan setiap manusia mendapat kualiti hidup yang lebih baik dan masa depan yang lestari (Jumbam, 2015; Agbayewa, Oloruntegbe dan Alake, 2013; UNESCO, 2005-2014). Bagi memastikan kesinambungan kelestarian untuk generasi masa hadapan, setiap individu perlu didedahkan dengan pengetahuan, kemahiran dan nilai-nilai yang bersesuaian dan hanya dapat dilaksanakan melalui pendidikan (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011; Burmeister & Eilks, 2013). Pembangunan lestari telah berkembang menjadi 'Pendidikan untuk pembangunan lestari', PPL. Ia bertujuan untuk meningkatkan kesedaran masyarakat awam termasuk golongan profesional di institusi pengajian tinggi terhadap kepentingan mengubah tingkahlaku ke arah mementingkan kelestarian (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2009). Pencemaran dan kerosakan alam sekitar pada hari ini banyak berkait rapat dengan aktiviti kimia yang membebaskan bahan berbahaya. Maka, mata pelajaran kimia melalui pendidikan *kimia hijau* merupakan salah satu bentuk pendidikan ke arah untuk pembangunan lestari, PPL yang sesuai diaplikasikan bagi menangani isu-isu berkaitan alam sekitar (Yakob, Ismail & Razak, 2012 ; Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2009). Ini kerana ianya adalah satu pendekatan yang diintegrasikan daripada konsep pendidikan lestari, PL. Bagi mencapai tujuan ini, *kimia hijau* berperanan melalui pendekatan penghasilan rekabentuk produk kimia dan proses untuk menyingkirkan dan mengurangkan penghasilan bahan berbahaya sebagai satu cara untuk menangani masalah berkaitan isu alam sekitar yang dialami di dunia sejagat perlu dilaksanakan (Karpudewan *et al.*, 2011; Agbayewa *et al.*, 2013).

Pendidikan informal dilihat sebagai satu medium pendidikan yang mampu mengetengahkan *kimia hijau* memandangkan ianya berkait rapat dengan fenomena kimia yang seringkali berlaku dalam kehidupan manusia secara langsung. Pembelajaran secara informal dapat mendorong pelajar ke arah keseronokan, bersifat inkuiri dan mempunyai kaitan dengan kehidupan seharian (Bell, 2009). Pelajar diberikan autonomi mengawal pembelajaran mereka sendiri tanpa menunggu input daripada guru (Santos & Ali, 2012).

Walau bagaimana pun, terdapat beberapa halangan dan cabaran dalam pelaksanaan PPL dan *kimia hijau* di Malaysia. Namun, masih terdapat peluang untuk meningkatkan pelaksanaan PPL dan *kimia hijau* yang akan dibicangkan seperti di bawah.

2.0 Ulasan Literatur

Ulasan artikel akan menghuraikan tentang pendidikan untuk pembangunan lestari, PPL dan *kimia hijau* dalam konteks pendidikan.

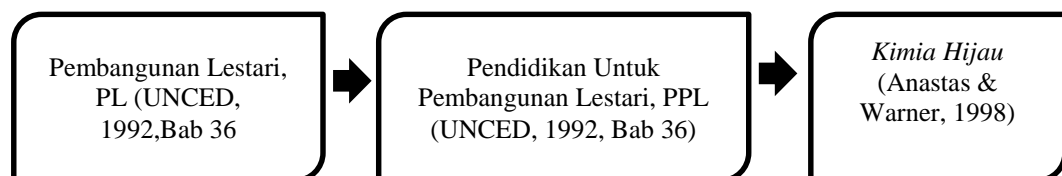
2.1 Pendidikan Untuk Pembangunan Lestari, PPL

Konsep Pembangunan lestari, PL telah mula diperkenalkan sejak tahun 1970an dan 1980an (World Commission on Environment and Development, WCED). Pembangunan lestari, PL berteraskan kepada 3 elemen yang utama iaitu alam sekitar, ekonomi dan masyarakat di mana ketiga-tiganya adalah saling berkaitan dan bergantung antara satu sama lain (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2009). Konsep ini seterusnya berkembang kepada pendidikan untuk pembangunan lestari, PPL dan mulai diketengahkan dalam Agenda ke-21 Persidangan Pembangunan Alam Sekitar, (Conference on the Environment and Development, UNCED) yang juga dikenali sebagai Sidang Kemuncak Rio pada tahun 1992 dalam usaha menangani isu berkaitan alam sekitar. Tujuan utama PPL adalah untuk membangunkan keprihatinan, kemampuan, sikap dan nilai-nilai yang ada pada para pelajar untuk memastikan kelestarian dicapai dan terus dinikmati oleh generasi akan datang (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011a; Mahat *et al.*, 2014). Ini kerana generasi muda perlu menjadi warganegara yang bertanggungjawab dalam pembentukan masa depan yang lebih lestari (Affeldt *et al.*, 2015). Walau bagaimanapun, bagaimanakah matlamat ini

dapat dicapai? Pendidikan merupakan tunjang utama dalam mencapai matlamat pembangunan lestari, PL dan pendidikan untuk pembangunan lestari, PPL. Oleh itu, PL dan PPL adalah medium terbaik untuk merealisasikan. Pada peringkat awal, PPL berkembang daripada pendidikan alam sekitar (Berglund, Gericke & Rundgren, 2014). Maka, PPL dan pendidikan alam sekitar adalah saling berkaitan dan melengkapi antara satu sama lain. Sebagai contoh, di Sweden, konsep PPL merupakan isu yang penting di mana setiap sekolah mempunyai polisi alam sekitar yang mengintegrasikan konsep PL di dalamnya. Di Malaysia, konsep kelestarian dan *kimia hijau* bukanlah sesuatu yang baru. Pendidikan untuk pembangunan lestari, PPL telah mendapat perhatian dan diserapkan dalam pendidikan di mana ia terkandung dalam Polisi Kebangsaan berkenaan alam sekitar (2002). Kementerian Pendidikan Malaysia, KPM telah membangunkan kurikulum untuk pendidikan berteraskan alam sekitar seawal tahun 1990-an dan bersifat merentas kurikulum di peringkat sekolah rendah dan menengah. Selain daripada pendidikan alam sekitar, pelaksanaan PPL dan *kimia hijau* dapat dilaksanakan melalui mata pelajaran kimia di sekolah. Ini kerana pembangunan sesebuah negara berkait rapat dengan kepesatan industri yang sebahagian besarnya berasaskan kimia dan isu-isu pencemaran yang diakibatkan olehnya. Oleh itu, pendidikan kimia merupakan satu cabang pendidikan yang paling sesuai dalam menegenahkan isu-isu berkenaan PPL (Sjostrom, Rauch, & Eilks, 2015) disebabkan peranannya yang besar dalam pembangunan ekonomi sesebuah negara (Jumbam, 2015).

2.2 Kimia Hijau

Kimia hijau dikenali sebagai *sustainable chemistry* (Roon, Goovers & Weenen, 2001; Rosalinda & Shousuke, 2011; Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011) dan *environmental chemistry* (Cummin, Green & Elliott, 2004; Woodhouse, 2005). Idea pembentukan *kimia hijau* berkembang daripada konsep pembangunan lestari, PL dan pendidikan untuk pembangunan lestari, PPL seperti di dalam Rajah 1.



Rajah 1 Perkembangan Kimia Hijau

Kimia hijau merupakan pendekatan pembelajaran yang berteraskan kepada pencegahan kepada sebarang bentuk pencemaran dan penggunaan produk yang tidak mencemarkan alam sekitar dikenali sebagai "*green consumerism*" (Hjeresen, Schutt & Boese, 2000; Mohamad Fazli Sabri & Teoh Yong Yong, 2006; Andraos & Dicks, 2012). Matlamat utama *kimia hijau* adalah untuk menghasilkan produk yang lebih selamat, tidak membahayakan alam sekitar, menjimatkan tenaga dan air yang akhirnya akan membawa kepada pembangunan yang lestari.

Di Malaysia, isu kitar semula, fenomena banjir, pembuangan sisa pepejal dan pencemaran sungai berkait rapat dengan isu pencemaran alam sekitar. Tahap kesedaran masyarakat yang rendah terhadap kepentingan menjaga alam sekitar adalah antara faktor wujudnya permasalahan ini (Aini *et al.*, 2003; Jamilah, 2011; Jamilah *et al.*, 2011). Sebagai contoh, aktiviti kitar semula adalah antara contoh aktiviti yang tidak digemari yang oleh masyarakat Malaysia (Jamilah & Imran, 2012).

Seiring dengan arus pemodenan, didapati tahap kesedaran, pengetahuan dan sikap para pelajar sekolah menengah di Malaysia terhadap isu berkaitan pencemaran alam sekitar didapati semakin meningkat (Zarrintaj *et al.*, 2013) tetapi ia tidak di terjemahkan dalam bentuk tindakan (Rahman, 2011). Ini mungkin disebabkan individu itu tidak terdedah dengan pengalaman sendiri dalam menangani isu pencemaran. Maka wajarlah pendekatan *kimia hijau* digunapakai kerana ia mampu membuat perkaitan antara apa yang dipelajari di dalam kelas dengan persekitaran harian yang dilalui oleh pelajar (Braun *et al.*, 2006) dan pendidikan kimia merupakan bidang paling sesuai untuk mempraktikkan dan mempromosikan PPL (Sjostrom, Rauch & Eilks, 2015). Ini kerana peranan besar yang dimainkan oleh kimia dalam sektor perindustrian dan kelestarian memandangkan kebanyakan produk kegunaan harian dan sektor perindustrian adalah berasaskan kimia (Jegstad & Sinnes, 2015)

Justeru, ini membuka peluang kepada implimentasi *kimia hijau* di kalangan pelajar sekolah kerana *kimia hijau* dapat membantu perkembangan kemahiran kognitif aras tinggi pelajar contohnya komunikasi, penyelesaian masalah dan kebolehan membuat keputusan (Anne, 2007) selain merupakan medium terbaik untuk membincangkan ketiga-tiga elemen yang terkandung di dalam pembangunan kelestarian, PL (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2009).

Walau bagaimanapun, terdapat beberapa cabaran untuk mengimplimentasikan pendidikan kimia hijau seperti kurangnya penekanan kepada pendidikan kimia hijau di sekolah, tahap pengetahuan pelajar dan guru yang rendah, kajian yang hanya bertumpu untuk melihat aspek tertentu sahaja, kekurangan kajian terhadap pelajar sekolah serta pendidikan yang berbentuk formal semata-mata. Maka artikel ini akan mengetengahkan implimentasi dan juga peluang-peluang untuk pelaksanaan *kimia hijau* di Malaysia.

3.0 Objektif

Objektif kertas kerja ini adalah :

- 3.1** Mengenalpasti cabaran pelaksanaan pendidikan untuk pembangunan lestari, PPL dan kimia hijau di Malaysia.
- 3.2** Mengenalpasti peluang-peluang untuk pelaksanaan *kimia hijau* di Malaysia melalui pembelajaran informal.

4.0 Implimentasi PPL Dan Kimia Hijau

Di kebanyakan negara seperti di Sweden, panduan yang dikeluarkan oleh UNESCO (2006) dijadikan garis panduan untuk menggubal dan membangunkan kurikulum sekolah dan organisasi yang terlibat dengan PL dan PPL. Sekolah *eco-school* diwujudkan bertujuan untuk menimbulkan kesedaran mengenai isu-isu berkaitan pembangunan lestari, (Olsson, Gericke & Rundgren, 2015). Sekolah yang mengamalkan pematuhan konsep *eco-school* akan diberikan pengiktirafan dalam bentuk penganugerahan *green flag*. Tiada sebarang penggubalan kurikulum khusus dibuat. Terdapat sesetengah negara seperti di Nigeria, kurikulum kimia diintegrasikan dengan memasukkan elemen kelestarian, dengan menambahkan objektif pembelajaran yang mengandungi 12 prinsip asas *kimia hijau* ke dalam 3 tema pembelajaran sedia ada dengan tujuan utama untuk menjadikan Nigeria ke arah sebuah negara yang lebih maju dan kurang mengalami pencemaran alam sekitar (Agbayewa, Oloruntegbe & Alake, 2013).

Program penerapan pendidikan untuk pembangunan lestari, PPL telah mula dilaksanakan di Malaysia pada tahun 2005 melalui pembentukan sekolah lestari yang dinamakan sebagai Program Sekolah Lestari Anugerah Alam Sekitar (SLAAS) (Jabatan Alam Sekitar *et al.*, 2012). Namun demikian, kurikulumnya lebih kepada pro-alam sekitar dan

merentas kurikulum iaitu mencakupi pelbagai matapelajaran seperti sains, geografi, pendidikan sivik dan bahasa Melayu selain mata pelajaran berteraskan sains seperti fizik, kimia dan biologi. Melalui pendidikan alam sekitar, pelbagai strategi pengajaran dan pembelajaran (PdP) turut dicadangkan dalam Huraian Sukatan Pelajaran, (HSP) bertujuan untuk meningkatkan kepentingan penjagaan alam sekitar (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011a) namun ianya tidak di ajar sebagai suatu subjek yang khusus. Elemen alam sekitar hanya diterapkan di dalam sukatan pelajaran misalnya dalam mata pelajaran kimia di akhir bab-bab tertentu.

Masih tiada satu kurikulum spesifik yang dibangunkan untuk pelajar sekolah, dengan memberikan tumpuan kepada pendidikan berasaskan PPL atau *kimia hijau*. Terdapat tindakan proaktif telah dilakukan dengan merekabentuk satu kurikulum *kimia hijau* yang dapat berdiri sendiri melalui pengintegrasian konsep PPL sebagai satu kursus (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011b) namun ianya diaplikasikan dalam pengajaran guru-guru pelatih kimia untuk mendidik para guru ke arah mempunyai tingkah laku yang bertanggungjawab kepada kelestarian alam sekitar.

Di Malaysia juga, pengaplikasian pengajaran kimia hijau hanya tertumpu kepada aktiviti *hands-on* seperti eksperimen (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011a; Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011b; Karpudewan, Ismail & Roth, 2012). Ini kerana pendekatan *kimia hijau* dilihat sangat mudah untuk dilaksanakan aktiviti secara pedagogi berasaskan makmal iaitu melalui eksperimen (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2009;) kerana kimia merupakan satu mata pelajaran yang merentas disiplin (Jumbam, 2015; Agbayewa, 2013; Burmeister dan Eilks, 2013). Ini merupakan satu bentuk integrasi *kimia hijau* dalam kurikulum namun ianya adalah kurikulum bagi guru-guru sains pelatih dan bukan daripada kurikulum kimia yang terkandung dalam HSP yang diterbitkan oleh Pusat Pembangunan Kurikulum, PPK KPM. Maka pengaplikasiannya hanya terhad kepada guru pelatih sahaja. Jadual 1 menunjukkan kajian pelaksanaan PPL dan kimia hijau di beberapa buah negara.

Jadual 1 Kajian Pelaksanaan PPL Dan *Kimia Hijau* Di Beberapa Buah Negara

Bil	Pengarang	Negara	PPL/ Kimia Hijau	Persekitaran Pembelajaran	Domain Pembelajaran	Disiplin	Aras
1	Garner, Siol & Eilks (2015)	Jerman	PPL	Formal & Tak Formal	Afektif – sikap Psikomotor - Kemahiran	Kimia	Menengah
2	Olsson, Gericke & Rundgren (2015)	Sweden	PPL	Formal	Afektif – Kesedaran (<i>consciousness</i>)	Umum	Menengah
4	Burmeister dan Eilks (2013)	Jerman	PPL	Formal	Kognitif-Kefahaman	Kimia	Universiti
5	Juntunen & Aksela (2013)	Helsinki, Finland	PPL & alam sekitar	Formal	Afektif-Kesedaran, Literasi	Kimia	Universiti
6	Karpudewan, Ismail dan Mohamed (2011)	Malaysia	Kimia Hijau	Formal	Afektif-motivasi, nilai-nilai alam sekitar	Kimia	Universiti
7	Ithnin, Shousuke & Shizuo (2011)	Malaysia	Kimia Hijau	Formal	Afektif - pendapat	Kimia	Kolej

8	Karpudewan, Ismail & Mohamed (2009)	Malaysia	Kimia Hijau	Formal	Affektif - Keberkesanan	Kimia	Universiti
9	Karpudewan, Ismail & Roth (2012)	Malaysia	Kimia Hijau	Formal	Afektif - Nilai	Kimia	Universiti

Kajian terhadap pelaksanaan PPL dan *kimia hijau* di dalam dan luar negara banyak menjurus kepada kajian domain afektif. Antara aspek yang dilihat ialah kepekaan, sikap dan motivasi serta nilai yang dimiliki oleh guru-guru pelatih sekolah rendah dan menengah ke atas pelaksanaan *kimia hijau* dan kelestarian alam sekitar dalam kurikulum pendidikan (Burmeister & Eilks, 2013; Andraos & Dicks, 2012; Cannon & Warner, 2011). Walau bagaimanapun, Burmeister & Eilks (2013) turut mengkaji aspek kefahaman guru pelatih terhadap konsep PPL. Guru-guru sekolah menengah di Jerman turut didapati mempunyai sikap dan tahap pengetahuan yang rendah berkenaan *kimia hijau* (Burmeister dan Eilks, 2013).

Selain itu, kebanyakan kajian yang dijalankan di beberapa buah negara misalnya di Jerman, Finland dan Malaysia hanya memfokuskan kepada guru pelatih semata-mata. Ini disebabkan guru merupakan golongan profesional yang bertanggungjawab merangka pedagogi yang sesuai untuk pengajaran dan pembelajaran PPL (Burmeister & Eilks, 2012) serta perubahan sosial pelajar (Karpudewan, Ismail & Roth, 2012). Namun demikian, pelajar juga perlu didedahkan dengan konsep *kimia hijau* ini kerana mereka merupakan generasi muda yang akan dipertanggungjawabkan untuk melindungi alam sekitar di masa hadapan (Karpudewan & Keong, 2013).

Kebanyakan pelaksanaan pembelajaran *kimia hijau* dijalankan secara formal di beberapa buah negara contohnya seperti di Jerman, Sweden, Finland dan Malaysia. Namun begitu, tidak semua pendekatan pengajaran secara formal adalah sesuai kerana *kimia hijau* merupakan satu konsep yang lebih dekat aktiviti sebenar dalam kehidupan, dan ianya memenuhi prinsip asas yang terkandung dalam PPL iaitu alam sekitar, ekonomi dan sosial. (Kasimov, Malkhasova & Romanova, 2015). Maka PPL dan kimia hijau juga sesuai diajar melalui pendidikan informal.

5.0 Cabaran Dan Peluang Implimentasi PPK dan Kimia Hijau Secara Informal di Malaysia

Cabaran

Terdapat beberapa halangan dan kekangan dalam melaksanakan *kimia hijau dalam pendidikan*. Pertama, tahap pengetahuan yang rendah dalam isu kelestarian bagi pelajar (Roslinda, Shousuke & Shizuo, 2011). Kajian yang dijalankan oleh Ithnin, Shousuke dan Shizuo (2011) menunjukkan bahawa hampir 100% pelajar matrikulasi langsung tidak mempunyai pengetahuan tentang konsep pembangunan lestari, PL dan *kimia hijau*. Pengetahuan yang rendah mempunyai kaitan dengan minat dan kebolehan pelajar untuk mengaplikasi apa yang dipelajari dalam konteks kehidupan sebenar. Kenyataan ini disokong oleh Khan dan Ali (2012) mendapati bahawa 65% responden menyatakan bahawa mereka tidak meminati mata pelajaran kimia. Ini mungkin disebabkan oleh penekanan terhadap kurikulum matapelajaran itu sendiri tanpa penekanan terhadap aplikasi terhadap apa yang dipelajari (Holbrook, 2005). Maka pelajar bersetuju bahawa pendidikan *kimia hijau* wajar dimasukkan atau diserapkan di dalam sukatan mata pelajaran kimia samaada di sekolah atau pun di kolej matrikulasi (Roslinda, Shousuke & Shizuo, 2011).

Seterusnya kajian terhadap pelaksanaan PPL dan *kimia hijau* kurang memberi tumpuan terhadap para pelajar. Pelajar memainkan peranan penting sebagai agen sosial

perubahan yang mampu menyebarkan pengetahuan berkenaan PPL dan *kimia hijau* dalam masyarakat (Mahat *et al.*, 2014).

Cabaran seterusnya ialah pelaksanaan pembelajaran berasaskan PPL dan *kimia hijau* secara formal. Kebanyakan proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) bagi PPL dan *kimia hijau* diterapkan ke atas pelajar di dalam makmal atau di bilik darjah samaada di Malaysia (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011a, Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011b) dan di luar negara (Garner, Siol & Eilks, 2015; Bodlalo, & Jome, 2013). Akan tetapi, pendidikan kimia di dalam makmal atau kelas hanya menekankan kepada *rote learning* dan berorientasikan proses semata-mata (Habibi & Sabbaghan, 2013). Oleh itu, satu pendekatan pembelajaran di luar pembelajaran formal perlu dicadangkan untuk meningkatkan tahap pengetahuan pelajar berkenaan PPL dan kimia hijau.

Peluang

Kimia hijau dilihat sebagai satu matapelajaran yang dapat menarik minat pelajar untuk mempelajari kimia kerana ianya dapat memberi pendedahan kepada pelajar tentang pengaplikasian konsep kimia dalam kehidupan harian (Braun *et al.*, 2006). Ia merupakan satu pendekatan positif pengajaran kimia yang bersifat menyeluruh. Ini dibuktikan dalam satu kajian terhadap guru-guru pelatih mendapati bahawa *kimia hijau* tidak hanya tertumpu kepada mempelajari konsep kimia bahkan mereka dapat mempelajari perkaitan konsep kimia dengan persekitaran, ekonomi dan masyarakat (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2009).

Di Malaysia, kebanyakan kajian berkenaan PPL dan pendidikan *kimia hijau* dijalankan di institusi pengajian tinggi dan kolej matrikulasi ke atas guru pelatih kimia (Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2011a; Karpudewan, Ismail & Roth, 2012) dan pelajar kolej (Ithnin, Shousuke & Shizuo, 2011). Memandangkan pelajar merupakan generasi muda yang memainkan peranan besar dalam kemajuan sesebuah negara (Karpudewan & Keong, 2013) maka wajarlah pendidikan *kimia hijau* ini dilaksanakan di sekolah ke atas para pelajar untuk melahirkan saintis-saintis muda yang dapat membina masyarakat yang lestari (Habibi dan Sabbaghan, 2013; Karpudewan, Ismail & Mohamed, 2009).

Selain itu juga, didapati kurang kajian dijalankan di Malaysia untuk melihat kesan penglibatan pelajar dalam aktiviti bersifat inkuiri dan mengkaji tahap pengetahuan berasaskan 12 prinsip dalam *kimia hijau* yang dijalankan ke atas para pelajar sekolah. Kepentingannya dapat dilihat daripada kajian oleh Madhuri, Kantamreddi dan Goteti (2012) yang mendapati proses pembelajaran kimia yang bermakna dapat dicapai melalui pembelajaran berasaskan inkuiri kerana pelajar memperoleh kemahiran dan pengetahuan melalui penyelesaian masalah dalam situasi sebenar (*real life situation*).

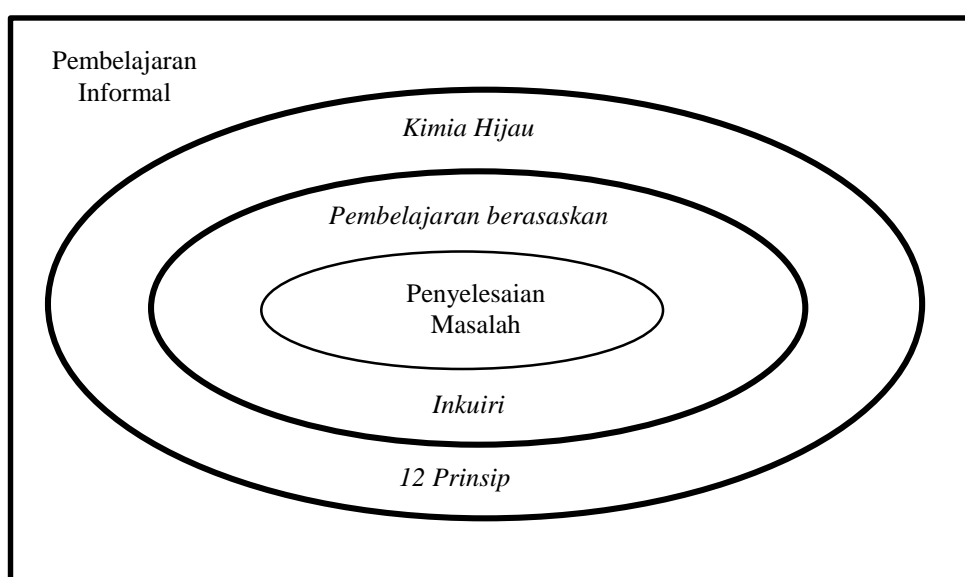
Di Malaysia, kajian sedia ada hanya melihat perubahan tingkah laku pro-alam sekitar dalam kalangan pelajar sekolah (Karpudewan & Keong, 2013). Penyelidik yang sama turut melihat perkaitan hubungan antara sikap pelajar terhadap alam sekitar serta tahap pengetahuan mereka dengan hanya menumpukan kepada salah satu daripada isu-isu utama alam sekitar iatu pemanasan global (Karpudewan, Roth & Abdullah, 2015) dan bukannya berdasarkan 12 Prinsip *Kimia Hijau* (Anastas & Warner, 1998).

Lebih banyak isu-isu yang mengkhusus kepada *kimia hijau* perlu diteroka untuk mengenalpasti tahap pengetahuan pelajar serta sikap mereka terhadap isu berkaitan alam sekitar. Kajian mendapati bahawa melalui kurikulum *kimia hijau* yang diperkenalkan dapat membantu memperbaiki sikap dan pengetahuan (Karpudewan *et al.*, 2012; Karpudewan, Roth, & Ismail, 2012). Kajian seperti ini seharusnya diperluaskan terhadap pelajar sekolah untuk melihat sejauh mana sikap dan pengetahuan pelajar sekolah menengah terhadap isu ini.

Selain pengetahuan, kajian yang telah dijalankan juga masih kurang memberi tumpuan untuk melihat kemahiran-kemahiran yang diperlukan untuk membolehkan implimentasi dan mempromosikan PPL dan *kimia hijau* samaada secara formal dan informal (Rauch & Steiner,

2013). Melalui pendidikan secara informal misalnya di luar bilik darjah, di luar waktu persekolahan rasmi dan tanpa kurikulum yang spesifik, pendidikan *kimia hijau* dapat membantu membimbing pelajar mempelajari kimia berdasarkan konteks kehidupan sebenar (real world context). Selain itu, masalah-masalah yang dihadapi seperti peralatan makmal yang tidak mencukupi dan mahal (Jumbam, 2015; Edijike dan Oyelana, 2015;) dan penggunaan bahan kimia yang merbahaya kepada manusia dan alam sekitar (Agbayewa, Oloruntegbe & Alake, 2013) dapat di atasi dan dikurangkan melalui pendidikan *kimia hijau* secara informal melalui penggunaan dan pendekatan yang lebih mesra alam sekitar. Selain itu, penyelesaian masalah merupakan salah satu kemahiran berfikir aras tinggi yang dapat digilap daripada aktiviti-aktiviti pembelajaran secara informal selain daripada pembelajaran secara formal.

Justeru, model pembelajaran seperti dalam Rajah 2 dicadangkan untuk mengkaji implimentasi pendidikan *kimia hijau* secara informal melalui pendekatan berasaskan inkuiri menggunakan strategi penyelesaian masalah.



Rajah 2 Gambarajah Elips Model Pembelajaran *Kimia Hijau* Secara Informal Melalui Pendekatan Berasaskan Inkuiri

6.0 Kesimpulan

Kimia hijau merupakan satu pendekatan pengajaran mata pelajaran kimia yang lebih bersifat mesra alam sekitar. Ianya mempunyai potensi untuk dilaksanakan di sekolah-sekolah di Malaysia untuk membantu meningkatkan kesedaran dan menambahkan pengetahuan terhadap pendidikan untuk pembangunan lestari, PPL. Namun demikian, terdapat beberapa cabaran dalam pelaksanaannya seperti tahap pengetahuan yang rendah dalam kalangan guru dan pelajar terhadap *kimia hijau*, skop kajian-kajian lepas yang hanya memberi tumpuan kepada guru-guru pelatih sahaja, serta melihat kepada aspek motivasi dan tahap kesedaran sahaja. Pelaksanaan kimia hijau juga dilaksanakan melalui pembelajaran secara formal. Namun demikian, pendidikan kimia hijau mempunyai peluang untuk dilaksanakan secara informal dengan memberi tumpuan kepada aspek pengetahuan terhadap 12 prinsip kimia hijau. Selain itu, kajian tahap pengetahuan perlu dijalankan lebih banyak ke atas para pelajar untuk melihat sejauh manakah tahap pengetahuan mereka agar PPL dan *kimia hijau* dapat diintegrasikan dalam pendidikan kimia dengan memberi kepada penekanan kemahiran penyelesaian masalah melalui pendekatan berasaskan inkuiri.

Rujukan

- Affeldt, F., Weitz, K., Siol, A., Markic, S., & Eilks, I. (2015). Education Sciences. *Education Science*, 5, 238–254. <http://doi.org/10.3390/educsci5030238>
- Agbayewa, J. O., Oloruntegbe, K. O., & Alake, E. M. (2013). Incorporating Green Chemistry Concepts Into The Senior Secondary School Curriculum. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*, 3(3), 1490–1494.
- Aini, M.S., Fakhrul-Razi, A., Laily, H.J. and Jariah, M. (2003), “Environmental Concerns, Knowledge and Practices Gap Among Malaysian Teachers”, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 4(4), 305-13.
- Anastas, P. T., & Warner, J. C., (1998). Green chemistry: Theory and practice. New York: Oxford University Press.
- Andraos, J., & Dicks, A. P. (2012). Green Chemistry Teaching in Higher Education: A Review of Effective Practices. *Chemistry Education Research And Practice.*, 13(2), 69–79. <http://doi.org/10.1039/c1rp90065j>
- Anne, P. (2007), “Toward The Greening of Our Mind: A New Special Topics Course”, *Journal of Chemical Education*, 84 (2), 245-7.
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W., & Feder, M. a. (2009). Executive Summary. *Learning Science in Inofrmal Environments: People, Places and Pursuits*, 1–21.
- Bodlalo, L.H., Sabbaghan, M. & Jome, S. M. R. E (2013). A Comparative Study in Green Chemistry Education Curriculum in America and China. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 90(InCULT 2012), 288–292. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.093>
- Braun, B., R. Charney, A. Clarens, J. Farrugia, C. Kitchens, C. Lisowski, D. Naistat, & A. O’Neil. 2006. Completing Our Education: Green Chemistry in the Curriculum. *Journal of Chemical Education*, 83 (8), 1126–1129.
- Burmeister, M., & Eilks, I. (2013). An Understanding of Sustainability and Education for Sustainable Development Among German Student Teachers and Trainee Teachers of Chemistry. *Science Education International*, 24(2), 167–194
- Burmeister, M., & Eilks, I. (2012). An Example of Learning About Plastics and Their Evaluation As A Contribution To Education for Sustainable Development in Secondary School Chemistry Teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 93-102.
- Berglund, T., Gericke, N., & Rundgren, S. C. (2014). The Implementation of Education for Sustainable Development in Sweden: Investigating The Sustainability Consciousness Among Upper Secondary Students. *Research in Science & Technological Education*, 32(3), 318–339. <http://doi.org/10.1080/02635143.2014.944493>
- Cummins, R. H., Green, W. J., & Elliott, C. (2004). “Prompted” Inquiry-Based Learning in the Introductory Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 81(2), 239. <http://doi.org/10.1021/ed081p239>
- Ejidike, I. P., & Oyelana, A. A. (2015). Factors Influencing Effective Teaching of Chemistry : A Case Study of Some Selected High Schools in Buffalo City Metropolitan Municipality , Eastern Cape Province , South Africa. *International Journal Education Science*, 8(3), 605–617.
- Hjeresen, D. L., Boese, J. M., & Schutt, D. L. (2000). Green Chemistry and Education. *Journal of Chemical Education*, 77(12), 1543. <http://doi.org/10.1021/ed077p1543>
- Holbrook, J. (2005). Making Chemistry Teaching Relevant. *Chemical Education International*, 6(1), 3–8.

- Ithnin, R., Shousuke, T & Shizuo, M. (2011). Green and Sustainable Chemistry Through Inquiry: Engaging Students and Creating Awareness In The Quest for Sustainability in Malaysia Via A Lesson From Japan. International Workshop Report
- Jabatan Alam Sekitar, Kementerian Pelajaran Malaysia, Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI) (2012). Asas pembentukan Sekolah Lestari Anugerah Alam Sekitar.(Ed.ke-3). Jabatan Alam Sekitar, Putrajaya.
- Jamilah Hj. Ahmad, Hasrina Mustafa *et al.*(2011) Pengetahuan, Sikap dan Amalan Masyarakat Malaysia Terhadap Isu Alam Sekitar . Universiti Kebangsaan Malaysia
- Jamilah Ahmad., Hasrina Mustafa, Hamidah Abdul Hamid, & Juliana Abdul Wahab.(2011) Pengetahuan, Sikap dan Amalan Masyarakat Malaysia Terhadap Isu Alam Sekitar. *Akademika* 81(3),103-115
- Jegstad, K. M., & Sinnes, A. T. (2015). Chemistry Teaching for the Future: A Model for Secondary Chemistry Education for Sustainable Development. *International Journal of Science Education*, 37(4), 655–683. <http://doi.org/10.1080/09500693.2014.1003988>
- Jumbam, N. D. (2015). Green Chemistry In Africa – Its Inception And Challenges. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 70 (2), 187–190. <http://doi.org/10.1080/0035919X.2015.1019386>
- Karpudewan, M., Ismail, Z. H., & Mohamed, N. (2011a). Green Chemistry: Educating Prospective Science Teachers in Education for Sustainable Development at School of Educational Studies , USM. *Journal of Social Sciences*, 7(1), 42–50.
- Karpudewan, M., Hj Ismail, Z., & Mohamed, N. (2011b). Greening a Chemistry Teaching Methods Course at the School of Educational Studies, Universiti Sains Malaysia. *Journal of Education for Sustainable Development*, 5(2), 197–214. <http://doi.org/10.1177/097340821100500210>
- Karpudewan, M., Ismail, Z. H., & Mohamed, N. (2009). The Integration of Green Chemistry Experiments With Sustainable Development Concepts in Pre-service Teachers' Curriculum: Experiences from Malaysia. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 10(2), 118–135. <http://doi.org/10.1108/14676370910945936>
- Karpudewan, M., & Keong, C. C. (2013). Pro-Environmental Concern Among Primary School Students. *Jurnal Teknologi, Penerbit UTM*, 2, 1–6.
- Karpudewan, M. Ismail, Z. and Roth, W. (2012). The efficacy of a green chemistry laboratory-based pedagogy: changes in environmental values of malaysia pre-service teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(May 2010), 497–529.
- Kasimov, N. S., Malkhazova, S. M., & Romanova, E. P. (2015). Environmental Education for Sustainable Development in Russia Environmental Education for Sustainable Development in Russia. *Journal Geography In Higher Education*, 8265(October). <http://doi.org/10.1080/03098260500030363>
- Mahat, H., Ahmad, S., Suhaily, M., Che, Y., & Ali, N. (2014). Pendidikan Pembangunan Lestari - Hubungan Kesedaran Antara Ibu Bapa dengan Pelajar, *Malaysian Journal of Society and Space*, 5(5), 71–84.
- Mohamad Fazli Sabri & Teoh Yong Yong. (2006). Tahap Keprihatinan Alam Sekitar dan Amalan Kepenggunaan Hijau Pengguna di Petaling. *Pertanika J. Soc. Sci. & Hum.* 14(2), 95-109 (2006), 14(2), 95–109.
- Olsson, D., Gericke, N., & Chang Rundgren, S.-N. (2015). The Effect of Implementation of Education for Sustainable Development in Swedish Compulsory Schools – Assessing Pupils' Sustainability Consciousness. *Environmental Education Research*, 4622(September), 1–27. <http://doi.org/10.1080/13504622.2015.1005057>
- Rahman, H. A. (2011). Public Involvement on Environmental Issues in Malaysia with Refernce to Alor Star , Kedah. *International Conference on Environmental, Biomedical and Biotechnology*, 16, 90–93.

- Roon, A. Van, Govers, H. a. J., R., J., & Weenen, H. Van. (2001). Sustainable Chemistry: An Analysis of The Concept and Its Integration in Education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2(2), 161–180. <http://doi.org/10.1108/14676370110388372>
- Santos, I. M., & Ali, N. (2012). Exploring The Uses of Mobile Phones to Support Informal Learning. *Education and Information Technologies*, 17(2), 187–203. <http://doi.org/10.1007/s10639-011-9151-2>
- Sjostrom, J., Rauch, F., Eilks, I. (2015). Chemistry Education for Sustainability. In Relevant Chemistry Education—From Theory to Practice; Eilks, I., Hofstein, A., Eds.; Sense: Rotterdam, The Netherlands 163–184.
- UNESCO (2009). United Nations Decade of Education for Sustainable Development (DESD, 2005–2014). Review of Contexts and Structures for Education for Sustainable Development Learning for a Sustainable World. Paris: UNESCO.
- UNCED (2012). Sustainable Development in the 21st Century (SD21). Review of Implementation of Agenda 21 and The Rio Principles. Retrieved from: <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/pdf>.(diakses pada 15 Okt 2015)
- Yakob, N., Ismail, Z. H., & Razak, N. A. (2012). Climate Change In The Chemistry Curriculum For Secondary Schools : Malaysian Context. *International Journal of Global Education*, 1(2), 28–35.
- WCED. 1987. Our Common Future. A report from the United Nations World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press
- Woodhouse, E. J. (2005). Green Chemistry as Social Movement? *Science, Technology & Human Values*, 30(2), 199–222. <http://doi.org/10.1177/0162243904271726>
- Zarrintaj Aminraj, Sharifah Zarina Syed Zakariya, Abdul Samad Hadi, M. S. (2013). Relationship Between Awareness, Knowledge and Attitudes Towards Environmental Education Among Secondary School Students in Malaysia. *World Applied Sciences Journal*, 22(9), 1326–1333. <http://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.22.09.275>

Author(s):

Kartini Abdull Patah

kaf_1001@yahoo.com

Jabatan Pendidikan Sains, Matematik dan Multimedia Kreatif, Fakulti Pendidikan , Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia

Mohammad Yusof Arshad

p-yusof@utm.my

Jabatan Pendidikan Sains, Matematik dan Multimedia Kreatif, Fakulti Pendidikan , Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia

Mohd Shafie Rosli

shafierosli@utm.my

Jabatan Pendidikan Sains, Matematik dan Multimedia Kreatif, Fakulti Pendidikan , Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia

Nurbiha A. Shukor

nurbiha@utm.my

Jabatan Pendidikan Sains, Matematik dan Multimedia Kreatif, Fakulti Pendidikan , Universiti Teknologi Malaysia, 81310 Skudai, Johor, Malaysia