

**PEMBANGUNAN DAN PENILAIAN  
KEBERKESANAN MODUL INOVASI *CHEMICAL  
ENTREPRENEURSHIP* TERHADAP  
KEMAHIRAN BERFIKIR ARAS TINGGI,  
KREATIVITI SAINTIFIK, DAN MOTIVASI  
BELAJAR PELAJAR PRA UNIVERSITI DALAM  
KIMIA**

**SITI NOR FAZILA BINTI RAMLY**

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**2023**

**PEMBANGUNAN DAN PENILAIAN  
KEBERKESANAN MODUL INOVASI *CHEMICAL  
ENTREPRENEURSHIP* TERHADAP  
KEMAHIRAN BERFIKIR ARAS TINGGI,  
KREATIVITI SAINTIFIK, DAN MOTIVASI  
BELAJAR PELAJAR PRA UNIVERSITI DALAM  
KIMIA**

**oleh**

**SITI NOR FAZILA BINTI RAMLY**

**Tesis yang diserahkan untuk  
memenuhi keperluan bagi  
Ijazah Doktor Falsafah**

**Mei 2023**

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah, syukur ke hadrat Allah atas izinNya saya telah berjaya sampai ke tahap ini. Saya ingin mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia saya, Dr. Nur Jahan binti Ahmad yang telah mendidik, menyokong, dan membimbing saya sepanjang tiga tahun tempoh pengajian. Tidak dilupakan, penyelia bersama, Dr. Nooraida binti Yakub yang sama-sama membantu dalam memudahkan perjalanan pengajian saya. Tanpa bimbingan dan maklum balas mereka berdua yang berterusan, PhD ini tidak akan dapat dicapai. Jutaan terima kasih juga diucapkan kepada jawatankuasa penyeliaan saya, Professor Dr. Lilia binti Halim, Professor Madya Dr. Mohd Ali bin Samsudin, dan Dr. Mohd Norawi bin Ali atas penyeliaan membina mereka dan secara konsisten memberikan saya maklum balas yang konstruktif dalam menambah baik tesis sehingga ke peringkat akhir.

Di samping itu, saya turut menghargai pembiayaan yang diterima untuk pengajian PhD saya, iaitu daripada Bahagian Tajaan Kementerian Pendidikan Malaysia (BTKPM) melalui Program Hadiah Latihan Persekutuan (HLP). Ucapan terima kasih juga saya tujukan kepada Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (BPPDP), Bahagian Matrikulasi Kementerian Pendidikan Malaysia (BMKPM), Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan (PPIP), Universiti Sains Malaysia (USM), dan Jawatankuasa Etika Penyelidikan Manusia (JEPeM) USM, atas kelulusan mereka untuk saya menjalankan kajian, dan mempermudah urusan saya dalam menyelesaikan kajian.

Tidak dilupakan juga, terima kasih kepada semua pensyarah Kimia dan pelajar di tempat saya menjalankan kajian, yang sentiasa membantu dan memberikan bantuan mereka sepanjang saya menjalankan intervensi kajian. Setinggi-tinggi penghargaan saya tujukan kepada semua pakar yang terlibat dalam kajian saya kerana memberikan maklum balas yang sangat baik dan nasihat berharga dalam pembangunan modul, terutama sekali kepada Professor Kehormat Dr. Haslan bin Abu Hassan, Professor Dr. Razamin binti Ramli, Dr. Salwati binti Yaakub, Dr. Nor Tutaiini binti Ab. Wahid, Dr. Nurul Fadly bin Habidin, Ts. Dr. Noor Iswadi bin Ismail, dan ramai lagi yang telah banyak membantu sepanjang proses pembangunan modul.

Saya juga amat berterima kasih kepada sahabat saya, Ahmad Adnan bin Mohd Shukri, yang banyak membantu saya dalam pelbagai peringkat PhD saya. Saya juga ingin mengucapkan setinggi-tinggi terima kasih kepada ibu dan bapa saya, Hj. Ramly bin Md Zait, dan Hjh. Meriyah binti Hj. Awang kerana sentiasa mendoakan saya dan mendorong saya untuk mengejar impian saya. Akhirnya, buat suami, Mohd Izlin bin Ramli dan anak-anak tersayang, Muhammad Danish Irfan, dan Dhiya Zarra Irdina yang sentiasa memahami, menyokong dan memberikan kerjasama yang baik sepanjang pengajian PhD. Tanpa sokongan semua, saya tidak mungkin menamatkan perjalanan ini dengan lancar. Terima kasih sekali lagi dan semoga apa yang dikongsikan dapat memberi manfaat yang besar untuk semua.

## SENARAI KANDUNGAN

<b>PENGHARGAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>SENARAI KANDUNGAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>SENARAI JADUAL</b> .....	<b>xii</b>
<b>SENARAI RAJAH</b> .....	<b>xvi</b>
<b>SENARAI SIMBOL</b> .....	<b>xviii</b>
<b>SENARAI SINGKATAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>SENARAI LAMPIRAN</b> .....	<b>xxii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxv</b>
<b>BAB 1 PENGENALAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Pendahuluan .....	1
1.2 Latar Belakang Kajian .....	5
1.3 Penyataan Masalah.....	18
1.4 Objektif Kajian.....	25
1.4.1 Objektif Pertama .....	25
1.4.2 Objektif Kedua .....	25
1.5 Persoalan Kajian .....	26
1.6 Hipotesis Kajian.....	27
1.7 Kepentingan Kajian .....	28
1.7.1 Teori dan Konsep .....	29
1.7.2 Metodologi .....	32
1.7.3 Kajian Empirikal .....	33
1.7.4 Sumbangan Praktikal .....	34
1.8 Skop dan Limitasi Kajian.....	35
1.9 Definisi Operasional .....	38

1.9.1	Pendidikan Kimia.....	38
1.9.2	Integrasi STEM.....	39
1.9.3	Pendekatan STEM.....	39
1.9.4	Inovasi.....	40
1.9.5	<i>Chemical Entrepreneurship</i> .....	40
1.9.6	Modul inovasi- <i>Chemical Entrepreneurship</i> (Modul i-CEP).....	41
1.9.7	Kemahiran Berfikir Aras Tinggi.....	42
1.9.8	Kreativiti Saintifik.....	42
1.9.9	Motivasi Belajar.....	43
1.9.10	Prauniversiti.....	43
1.10	Rumusan.....	44
<b>BAB 2 KAJIAN LITERATUR.....</b>		<b>45</b>
2.1	Pendahuluan.....	45
2.2	Pendidikan Kimia.....	46
2.3	Integrasi dan Pendekatan STEM.....	52
2.3.1	Pendidikan STEM di Peringkat Prauniversiti.....	62
2.4	Elemen Inovasi dalam Pengajaran dan Pembelajaran.....	66
2.5	Elemen CEP dalam Pengajaran dan Pembelajaran.....	72
2.6	Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT).....	78
2.6.1	Kajian Lepas Mengenai KBAT dalam Pengajaran dan Pembelajaran.....	82
2.7	Kreativiti Saintifik.....	87
2.7.1	Kajian Lepas Mengenai Kreativiti Saintifik dalam Pengajaran dan Pembelajaran.....	91
2.8	Motivasi Belajar.....	96
2.8.1	Kajian Lepas Mengenai Motivasi Belajar dalam Pengajaran dan Pembelajaran.....	98
2.9	Model Pembangunan Instruksional.....	101
2.9.1	Model Kemp.....	103

2.9.2	Model ASSURE.....	105
2.9.3	Model Dick dan Carey.....	107
2.9.4	Model ADDIE.....	109
2.10	Kerangka Teori Kajian.....	112
2.10.1	Model Pemikiran Reka Bentuk (DT).....	114
2.10.2	Teori Penyelesaian Masalah Inventif (TRIZ).....	119
2.10.3	Pemodelan Elemen <i>Chemical Entrepreneurship</i> (CEP).....	123
2.10.4	<i>Revised Bloom Taxonomy</i> .....	125
2.10.5	<i>Scientific Structure Creativity Model (SSCM)</i> .....	128
2.10.6	Teori Determinasi Kendiri.....	131
2.10.7	Teori Konstruktivisme Sosial.....	134
2.10.8	Strategi Pembelajaran Koperatif.....	138
2.11	Kerangka Konsep Kajian.....	144
2.12	Rumusan.....	148
<b>BAB 3 METODOLOGI.....</b>		<b>149</b>
3.1	Pendahuluan.....	149
3.2	Reka Bentuk Kajian.....	149
3.3	Populasi dan Persampelan Kajian.....	157
3.4	Instrumen Kajian.....	161
3.4.1	Soalan Temu Bual Analisis Kesesuaian Pembangunan Modul.....	162
3.4.2	Soal Selidik Analisis Keperluan Modul.....	163
3.4.3	Soal Selidik Analisis Keperluan Pelajar.....	164
3.4.4	Soal Selidik Kesahan Modul.....	165
3.4.5	Soal Selidik Kebolehpercayaan Modul.....	166
3.4.6	Ujian Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) Kimia.....	167
3.4.7	Ujian Kreativiti Sainifik Kimia.....	168
3.4.8	Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia.....	172

3.5	Kajian Rintis .....	173
3.5.1	Ancaman Terhadap Kesahan Kajian Kuasi-Eksperimen.....	174
3.5.1(a)	Ancaman Terhadap Kesahan Luaran.....	175
3.5.1(b)	Ancaman Terhadap Kesahan Dalaman.....	177
3.5.2	Kesahan Instrumen Kajian.....	180
3.5.2(a)	Kesahan Instrumen Soalan Temu Bual Analisis Kesesuaian Pembangunan Modul.....	181
3.5.2(b)	Kesahan Instrumen Soal Selidik Analisis Keperluan Modul dan Kesahan Instrumen Soal Selidik Analisis Keperluan Pelajar .....	182
3.5.2(c)	Kesahan Instrumen Soal Selidik Kesahan Modul dan Instrumen Kebolehpercayaan Modul.....	183
3.5.2(d)	Kesahan Instrumen Ujian KBAT Kimia.....	184
3.5.2(e)	Kesahan Instrumen Ujian Kreativiti Sainifik Kimia .....	185
3.5.2(f)	Kesahan Instrumen Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia .....	185
3.5.3	Kebolehpercayaan Instrumen Kajian.....	186
3.5.3(a)	Kebolehpercayaan Instrumen Soalan Temu Bual Analisis Kesesuaian Pembangunan Modul.....	186
3.5.3(b)	Kebolehpercayaan Instrumen Soal Selidik Analisis Keperluan Modul.....	187
3.5.3(c)	Kebolehpercayaan Instrumen Soal Selidik Analisis Keperluan Pelajar.....	188
3.5.3(d)	Kebolehpercayaan Instrumen Soal Selidik Kesahan Modul.....	188
3.5.3(e)	Kebolehpercayaan Instrumen Soal Selidik Kebolehpercayaan Modul.....	189
3.5.3(f)	Kebolehpercayaan Instrumen Ujian KBAT Kimia .....	190
3.5.3(g)	Kebolehpercayaan Instrumen Ujian Kreativiti Sainifik Kimia.....	191
3.5.3(h)	Kebolehpercayaan Instrumen Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia.....	191



3.6	Prosedur Kajian.....	193
3.7	Pengumpulan dan Penganalisaan Data Kajian.....	196
3.8	Rumusan .....	205
<b>BAB 4 PEMBANGUNAN MODUL .....</b>		<b>206</b>
4.1	Pendahuluan.....	206
4.2	Pembangunan Modul i-CEP .....	206
4.2.1	Kerangka Pembangunan Modul.....	207
4.2.2	Model Reka Bentuk Pembangunan Modul .....	209
4.2.2(a)	Fasa Analisis .....	211
4.2.2(a)(i)	Temu Bual Analisis Kesesuaian Pembangunan Modul .....	213
4.2.2(a)(ii)	Soal Selidik Analisis Keperluan Modul .....	233
4.2.2(a)(iii)	Soal Selidik Analisis Keperluan Pelajar.....	237
4.2.2(b)	Fasa Reka Bentuk .....	242
4.2.2(c)	Fasa Pembangunan .....	244
4.2.2(c)(i)	Kandungan, Strategi dan Pendekatan di dalam Modul i-CEP .....	247
4.2.2(c)(ii)	Penghasilan Prototaip dan Modul i- CEP .....	254
4.2.2(c)(iii)	Kesahan Modul i-CEP.....	256
4.2.2(c)(iv)	Kebolehpercayaan Modul i-CEP.....	260
4.2.2(d)	Fasa Pelaksanaan .....	265
4.2.2(e)	Fasa Penilaian .....	275
4.3	Rumusan .....	279
<b>BAB 5 DAPATAN KAJIAN .....</b>		<b>280</b>
5.1	Pendahuluan.....	280
5.2	Penilaian Keberkesanan Modul Inovasi dan <i>Chemical Entrepreneurship</i> .....	280

5.2.1	Bahagian I: Analisis Awal .....	281
5.2.1(a)	Analisis Kehilangan Data .....	281
5.2.1(b)	Analisis Pengiraan Data.....	282
5.2.2	Bahagian II: Analisis Deskriptif .....	282
5.2.2(a)	Analisis Deskriptif Ujian KBAT Kimia Kumpulan Rawatan dan Kumpulan Kawalan.....	283
5.2.2(b)	Analisis Deskriptif Ujian Kreativiti Sainifik Kimia Kumpulan Rawatan dan Kumpulan Kawalan .....	284
5.2.2(c)	Analisis Deskriptif Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia Kumpulan Rawatan dan Kumpulan Kawalan .....	285
5.2.3	Bahagian III: Analisis Inferensi .....	286
5.2.3(a)	Pematuhan Andaian MANOVA Sehala .....	287
5.2.3(a)(i)	Kenormalan Data .....	288
5.2.3(a)(ii)	Analisis Data Terpencil.....	293
5.2.3(a)(iii)	Kelinearan Data.....	294
5.2.3(a)(iv)	Multikolineariti .....	294
5.2.3(a)(v)	Keseragaman varians .....	295
5.2.4	Perbandingan Praujian Kumpulan Rawatan dan Kumpulan Kawalan .....	296
5.2.4(a)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Praujian Antara Kumpulan (Rawatan dan Kawalan) Bagi Ujian KBAT Kimia.....	298
5.2.4(b)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Praujian Antara Kumpulan (Rawatan dan Kawalan) Bagi Ujian Kreativiti Sainifik Kimia .....	298
5.2.4(c)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Praujian Antara Kumpulan (Rawatan dan Kawalan) Bagi Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia .....	299
5.2.5	Pengujian Hipotesis Kajian.....	300
5.2.5(a)	Pengujian Hipotesis Pertama .....	301

5.2.5(a)(i)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Pascaujian Antara Kumpulan (Rawatan dan Kawalan) Bagi Ujian KBAT Kimia.....	305
5.2.5(a)(ii)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Pascaujian Antara Kumpulan (Rawatan dan Kawalan) Bagi Ujian Kreativiti Sainifik Kimia.....	306
5.2.5(a)(iii)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Pascaujian Antara Kumpulan (Rawatan dan Kawalan) Bagi Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia.....	307
5.2.5(b)	Pengujian Hipotesis Kedua.....	308
5.2.5(b)(i)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Ujian KBAT Kimia (Prajian dan Pascaujian) Bagi Kumpulan Rawatan.....	311
5.2.5(b)(ii)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Ujian Kreativiti Sainifik Kimia (Prajian dan Pascaujian) Bagi Kumpulan Rawatan.....	312
5.2.5(b)(iii)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia (Prajian dan Pascaujian) Bagi Kumpulan Rawatan.....	313
5.2.5(c)	Pengujian Hipotesis Ketiga.....	314
5.2.5(c)(i)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Ujian KBAT Kimia (Prajian dan Pascaujian) Bagi Kumpulan Kawalan.....	317
5.2.5(c)(ii)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Ujian Kreativiti Sainifik Kimia (Prajian dan Pascaujian) Bagi Kumpulan Kawalan.....	318

5.2.5(c)(iii)	Analisis ANOVA Sehala Bagi Melihat Perbezaan Min Skor Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia (Praujian dan Pascaujian) Bagi Kumpulan Kawalan.....	319
5.3	Rumusan .....	321
<b>BAB 6</b>	<b>RUMUSAN, KESIMPULAN, DAN CADANGAN KAJIAN LANJUTAN.....</b>	<b>323</b>
6.1	Pendahuluan.....	323
6.2	Ringkasan Kajian .....	323
6.3	Perbincangan Dapatan Kajian.....	324
6.3.1	Pembangunan Modul i-CEP .....	324
6.3.2	Penilaian Keberkesanan Modul i-CEP.....	330
6.3.2(a)	Keberkesanan Modul i-CEP Terhadap KBAT Kimia .....	331
6.3.2(b)	Keberkesanan Modul i-CEP Terhadap Kreativiti Saintifik Kimia.....	334
6.3.2(c)	Keberkesanan Modul i-CEP Terhadap Motivasi Belajar Kimia.....	338
6.4	Rumusan Dapatan Kajian .....	340
6.5	Implikasi Kajian.....	347
6.5.1	Implikasi Terhadap Teori dan Konsep.....	348
6.5.2	Implikasi Terhadap Metodologi.....	352
6.5.3	Implikasi Terhadap Kajian Empirikal.....	353
6.5.4	Implikasi Terhadap Sumbangan Praktikal .....	354
6.6	Cadangan Kajian Lanjutan.....	358
6.7	Rumusan .....	361
	<b>RUJUKAN.....</b>	<b>363</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	

## SENARAI JADUAL

	<b>Halaman</b>
Jadual 2.1	Penerangan Penetapan Kebolehpasaran dalam Elemen CEP ..... 77
Jadual 2.2	Perbandingan antara Malaysia dan Singapura dalam Purata Skor Pencapaian TIMSS dan PISA bagi mata pelajaran Sains (TIMSS) dan Literasi Sainifik (PISA) ..... 80
Jadual 2.3	Indikator Kreativiti Sainifik dan Item FSCT ..... 94
Jadual 2.4	Indikator dan Item Ujian Kreativiti Sainifik Sekolah Menengah ..... 95
Jadual 2.5	Penerangan Fasa dan Langkah di dalam DT ..... 116
Jadual 2.6	Penerapan KBAT dalam Kajian ..... 126
Jadual 2.7	Penerangan Tahap Pemikiran RBT Anderson ..... 127
Jadual 2.8	Dimensi dan Indikator berkaitan Item Ujian Kreativiti Sainifik Hu dan Adey (2002) ..... 129
Jadual 3.1	Jenis Reka Bentuk Kajian Pembangunan ..... 150
Jadual 3.2	Hubungan antara fasa dalam Model ADDIE dan Reka Bentuk Kajian Pembangunan Jenis I ..... 151
Jadual 3.3	Ringkasan Perbandingan Intervensi Rawatan dan Kawalan ..... 155
Jadual 3.4	Instrumen Kajian ..... 162
Jadual 3.5	Penerangan Pemarkahan Indikator Ujian Kreativiti Sainifik Kimia ..... 170
Jadual 3.6	Penerangan Ancaman Kesahan Luaran dan Kaedah Meminimumkan Ancaman ..... 176
Jadual 3.7	Penerangan Ancaman Kesahan Dalaman dan Kaedah Meminimumkan Ancaman ..... 177
Jadual 3.8	Ringkasan Analisis Data Kebolehpercayaan Instrumen Kajian ..... 192
Jadual 3.9	Ringkasan Pengumpulan dan Penganalisan Data ..... 197

Jadual 4.1	Kerangka Pembangunan Modul .....	207
Jadual 4.2	Penerangan Tindakan dan Hasil Jangkaan Fasa ADDIE .....	210
Jadual 4.3	Kerangka Fasa Analisis .....	212
Jadual 4.4	Dapatan Item Keperluan Elemen Pembinaan Modul (Data Pensyarah).....	234
Jadual 4.5	Dapatan Item Keperluan Kandungan Utama Modul (Data Pensyarah).....	236
Jadual 4.6	Dapatan Item Keperluan Elemen Pembinaan Modul (Data Pelajar).....	239
Jadual 4.7	Dapatan Item Keperluan Kandungan Utama Modul (Data Pelajar).....	240
Jadual 4.8	Kerangka Fasa Reka Bentuk.....	242
Jadual 4.9	Kerangka Fasa Pembangunan.....	245
Jadual 4.10	Perkembangan Penghasilan Modul i-CEP.....	254
Jadual 4.11	Analisis Soal Selidik Kesahan Modul: Item Bahagian Kesahan Kandungan .....	258
Jadual 4.12	Analisis Soal Selidik Kesahan Modul: Item Bahagian Kesahan Bahasa dan Muka.....	259
Jadual 4.13	Analisis Soal Selidik Kebolehpercayaan Modul .....	261
Jadual 4.14	Ringkasan Pelaksanaan Intervensi Rawatan Menggunakan Modul i-CEP .....	266
Jadual 4.15	Pelan Penilaian bagi Fasa Penilaian Model ADDIE .....	276
Jadual 4.16	Penilaian Formatif bagi Setiap Fasa Model ADDIE .....	277
Jadual 5.1	Analisis Kehilangan Data .....	281
Jadual 5.2	Analisis Pengiraan Data.....	282
Jadual 5.3	Analisis Deskriptif Ujian KBAT Kimia .....	283
Jadual 5.4	Analisis Deskriptif Ujian Kreativiti Sainifik Kimia.....	284
Jadual 5.5	Analisis Deskriptif Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia .....	285
Jadual 5.6	Analisis Numerikal Kenormalan Data Ujian KBAT Kimia .....	290

Jadual 5.7	Analisis Numerikal Kenormalan Data Ujian Kreativiti Sainifik Kimia .....	291
Jadual 5.8	Analisis Numerikal Kenormalan Data Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia .....	293
Jadual 5.9	Analisis MANOVA Sehala Praujian Antara Kumpulan (Rawatan-Kawalan).....	297
Jadual 5.10	Analisis ANOVA Sehala Praujian Ujian KBAT Kimia Antara Kumpulan (Rawatan-Kawalan).....	298
Jadual 5.11	Analisis ANOVA Sehala Praujian Ujian Kreativiti Sainifik Kimia Antara Kumpulan (Rawatan-Kawalan) .....	299
Jadual 5.12	Analisis ANOVA Sehala Praujian Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia Antara Kumpulan (Rawatan-Kawalan).....	299
Jadual 5.13	Analisis MANOVA Sehala Pascaujian Antara Kumpulan (Rawatan-Kawalan).....	302
Jadual 5.14	Ujian Kesan Antara Subjek .....	303
Jadual 5.15	Analisis ANOVA Sehala Pascaujian Ujian KBAT Kimia Antara Kumpulan (Rawatan-Kawalan) .....	305
Jadual 5.16	Analisis ANOVA Sehala Pascaujian Ujian Kreativiti Sainifik Kimia Antara Kumpulan (Rawatan-Kawalan) .....	306
Jadual 5.17	Analisis ANOVA Sehala Pascaujian Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia Antara Kumpulan (Rawatan-Kawalan).....	307
Jadual 5.18	Analisis MANOVA Sehala Kumpulan Rawatan Antara Ujian (Pra-Pasca).....	308
Jadual 5.19	Ujian Kesan Antara Subjek .....	309
Jadual 5.20	Analisis ANOVA Sehala Ujian KBAT Kimia Kumpulan Rawatan (Pra-Pasca).....	311
Jadual 5.21	Analisis ANOVA Sehala Ujian Kreativiti Sainifik Kimia Kumpulan Rawatan (Pra-Pasca).....	312
Jadual 5.22	Analisis ANOVA Sehala Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia Kumpulan Rawatan (Pra-Pasca).....	313
Jadual 5.23	Analisis MANOVA Sehala Kumpulan Kawalan Antara Ujian (Pra-Pasca).....	314

Jadual 5.24	Ujian Kesan Antara Subjek .....	315
Jadual 5.25	Analisis ANOVA Sehala Ujian KBAT Kimia Kumpulan Kawalan (Pra-Pasca).....	317
Jadual 5.26	Analisis ANOVA Sehala Ujian Kreativiti Sainifik Kimia Kumpulan Kawalan (Pra-Pasca).....	318
Jadual 5.27	Analisis ANOVA Sehala Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia Kumpulan Kawalan (Pra-Pasca).....	319
Jadual 5.28	Ringkasan Dapatan Pengujian Hipotesis.....	320



## SENARAI RAJAH

	<b>Halaman</b>
Rajah 2.1	Pembelajaran Bercirikan Pendidikan 4.0..... 49
Rajah 2.2	Kemahiran Abad ke-21 ..... 59
Rajah 2.3	Perubahan Arah Aliran (Trend) Pendidikan ..... 67
Rajah 2.4	Model Kemp ..... 104
Rajah 2.5	Model ASSURE ..... 106
Rajah 2.6	Model Dick dan Carey..... 108
Rajah 2.7	Model ADDIE ..... 110
Rajah 2.8	Proses dalam Fasa Model ADDIE..... 111
Rajah 2.9	Kerangka Teori Kajian ..... 113
Rajah 2.10	Model Pemikiran Reka Bentuk (DT)..... 115
Rajah 2.11	Penyelesaian Masalah Secara Inventif TRIZ..... 121
Rajah 2.12	Pemodelan Elemen CEP ..... 124
Rajah 2.13	Hierarki Aras Berfikir..... 126
Rajah 2.14	Scientific Creativity Structure Model (SSCM) oleh Hu dan Adey (2002) ..... 128
Rajah 2.15	Tiga Keperluan Asas Manusia..... 132
Rajah 2.16	Ciri Pembelajaran Konstruktivisme Sosial..... 135
Rajah 2.17	Kerangka Konsep Kajian..... 144
Rajah 3.1	Reka Bentuk Kajian Kuasi-Eksperimen ..... 152
Rajah 3.2	Carta Alir Teknik Persampelan Kajian..... 160
Rajah 3.3	Ulasan Pakar Kesahan Instrumen Ujian KBAT Kimia dan Penambahbaikan ..... 184
Rajah 3.4	Carta Alir Prosedur Kajian ..... 193
Rajah 4.1	Peta Kod Kesesuaian Pendekatan STEM dalam Pendidikan Kimia ..... 218

Rajah 4.2	Peta Kod Kesesuaian Elemen Inovasi untuk Meningkatkan KBAT Pelajar .....	221
Rajah 4.3	Peta Kod Kesesuaian Elemen Inovasi untuk Meningkatkan Kreativiti Saintifik .....	224
Rajah 4.4	Peta Kod Kesesuaian Elemen Inovasi untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Pelajar .....	227
Rajah 4.5	Peta Kod Kesesuaian Gabungan Elemen Inovasi dan CEP .....	230
Rajah 4.6	Carta Alir Pelan Tindakan i-CEP .....	250
Rajah 4.7	Templat Pelan Tindakan i-CEP .....	251
Rajah 4.8	Contoh Tugas Inovasi (Tugas i-CEP) .....	253
Rajah 4.9	Sesi Ice-Breaking Pembentukan Kumpulan Menggunakan Aplikasi Kumospace .....	269
Rajah 4.10	Paparan Aplikasi Padlet .....	270
Rajah 4.11	Paparan Sesi Intervensi Menggunakan Aplikasi Webex .....	271
Rajah 4.12	Paparan Whatsapp Perbincangan Pelajar dan Pensyarah di dalam Kumpulan .....	272
Rajah 4.13	Paparan Imej Contoh Hasil Aktiviti Pengukuhan dan Lakaran Prototaip Pelajar .....	273
Rajah 4.14	Paparan Imej Pembentangan Pelajar .....	274

## SENARAI SIMBOL

$\Sigma$	Jumlah
$H_0$	Hipotesis nul
$k$	Jumlah Item Ujian
$N$	Bilangan
$O_1$	Pengukuran Pra
$O_2$	Pengukuran Pasca
$P$	Peratus
$p$	Kadar Pelajar Menjawab Betul (Indeks Kesukaran Item)
$q$	Kadar Pelajar Menjawab Salah ( $q=1-p$ )
$r_{KR20}$	Formula KR-20
$X_1$	Intervensi Rawatan
$X_2$	Intervensi Kawalan
$\alpha$	Alfa ( <i>Alpha</i> )
$\sigma$	Varians Skor Keseluruhan Item

## SENARAI SINGKATAN

ABM	Alat Bantu Mengajar
ADDIE	<i>Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation</i>
ANOVA	Analisis Varians
ASSURE	<i>Analyse learners, State objectives, Select methods, media and materials, Utilise methods, media, and materials, Require learner participations, Evaluate and revise</i>
ATLAS.ti	<i>Archive for Technology, Lifeworld and Everyday Language Software</i>
BBM	Bahan Bantu Mengajar
BMKPM	Bahagian Matrikulasi Kementerian Pendidikan Malaysia
BPK	Bahagian Pembangunan Kurikulum
BPPDP	Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan
CEP	<i>Chemical Entrepreneurship</i>
COVID-19	<i>Coronavirus diseases 2019</i>
CPD	Pembangunan Profesionalisme Berterusan
DT	Model Pemikiran Reka Bentuk
DSTIN	Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara
ICA	<i>Inter-Coder Agreement Analysis</i>
i-CEP	Inovasi dan <i>Chemical Entrepreneurship</i>
IPT	Institut Pengajian Tinggi
IPTA	Institut Pengajian Tinggi Awam
JU	Jurulatih Utama
KBAT	Kemahiran Berfikir Aras Tinggi
KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
KPT	Kementerian Pengajian Tinggi
LDP	Latihan dalam Perkhidmatan

MAMPU	Unit Pemodenan Tadbiran dan Perancangan Pengurusan Malaysia
MANOVA	Analisis Varians Pelbagai
MPM	Majlis Peperiksaan Malaysia
NGO	<i>Non-governmental Organisation</i>
NSF	<i>National Science Foundation</i>
OECD	<i>The Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
PB	Penilaian Berterusan
PCM	<i>Percentage Calculation Method</i>
PdP	Pengajaran dan Pembelajaran
PdPr	Pengajaran dan Pembelajaran di Rumah
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i>
PPIP	Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan
PPPM	Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia
RBT	Reka Bentuk Teknologi
RBT	<i>Revised Bloom Taxonomy</i>
R&D	Penyelidikan dan Pembangunan
SDT	<i>Self Determination Theory</i>
SISC+	<i>School Improvement Specialist Coach</i>
SME	<i>Subject Matter Expert</i>
SMET	Sains, Matematik, Kejuruteraan, dan Teknologi
SPM	Sijil Pelajaran Malaysia
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
STEM	Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik
STEAM	Sains, Teknologi, Kejuruteraan, Kesenian/Kemanusiaan, dan Matematik
STREAM	Sains, Teknologi, Kejuruteraan, Membaca/Menulis, Kesenian/Kemanusiaan, dan Matematik
STPM	Sijil Tinggi Persekolahan Malaysia

TIMMS	<i>Trends in International Mathematics and Science Study</i>
TRIZ	<i>Theory of Inventive Problem-Solving</i>
UA	Universiti Awam
UNESCO	<i>The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation</i>
USM	Universiti Sains Malaysia
W2020	Wawasan 2020

## SENARAI LAMPIRAN

Lampiran A	Surat Kebenaran Menjalankan Kajian BPPDP
Lampiran B	Surat Kebenaran Menjalankan Kajian BMKPM
Lampiran C	Surat Kelulusan JEPEM USM
Lampiran D	Surat Lantikan Pakar
Lampiran E	Instrumen Soalan Temu Bual Analisis Kesesuaian Pembangunan Modul
Lampiran F	Instrumen Soal Selidik Analisis Keperluan Modul
Lampiran G	Instrumen Soal Selidik Analisis Keperluan Pelajar
Lampiran H	Instrumen Soal Selidik Kesahan Modul
Lampiran I	Instrumen Soal Selidik Kebolehpercayaan Modul
Lampiran J	Instrumen Ujian KBAT Kimia
Lampiran K	Jadual Spesifikasi Ujian KBAT Kimia
Lampiran L	Instrumen Ujian Kreativiti Sainifik Kimia
Lampiran M	Instrumen Soal Selidik Motivasi Belajar Kimia
Lampiran N	Modul i-CEP
Lampiran O	Analisis Pematuhan MANOVA
Lampiran P	Analisis MANOVA
Lampiran Q	Analisis ANOVA
Lampiran R	Analisis Kebolehpercayaan
Lampiran S	Perbandingan Pelaksanaan Intervensi Rawatan dan Kawalan
Lampiran T	Contoh Paparan Hasil Aktiviti Pengukuhan dan Tugas Inovasi Sampel Kajian
Lampiran U	Kursus Peningkatan Kepakaran, Seminar Berkaitan Kajian dan Sumbangan dalam Pendidikan STEM
Lampiran V	Pendaftaran Harta Intelek Modul i-CEP

**PEMBANGUNAN DAN PENILAIAN KEBERKESANAN MODUL INOVASI  
*CHEMICAL ENTREPRENEURSHIP* TERHADAP KEMAHIRAN BERFIKIR  
ARAS TINGGI, KREATIVITI SAINTIFIK, DAN MOTIVASI BELAJAR  
PELAJAR PRAUNIVERSITI DALAM KIMIA**

**ABSTRAK**

Kajian ini bertujuan membangunkan modul pembelajaran inovasi dan *Chemical Entrepreneurship* (CEP) (Modul i-CEP), seterusnya menilai keberkesanannya dalam meningkatkan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT), kreativiti saintifik, dan motivasi belajar pelajar prauniversiti dalam Pendidikan Kimia. Dua reka bentuk kajian digunakan iaitu reka bentuk kajian pembangunan berpandukan Model ADDIE (Analisis, Reka Bentuk, Pembangunan, Pelaksanaan, dan Penilaian) dan reka bentuk kuasi-eksperimen. Tiga subpersoalan kajian digubal bagi mewakili objektif pembangunan Modul i-CEP dari aspek kesesuaian elemen, keperluan komponen, serta kesahan dan kebolehpercayaan. Tiga lagi subpersoalan kajian mewakili objektif menilai keberkesanan Modul i-CEP iaitu perbandingan: pascaujian sampel rawatan dan kawalan, praujian dan pascaujian sampel rawatan, serta praujian dan pascaujian sampel kawalan. Data kualitatif terkumpul dianalisis secara tematik dan kandungan, manakala data kuantitatif dianalisis secara deskriptif dan inferensi. Pengujian hipotesis secara inferensi menggunakan analisis varians pelbagai (MANOVA) sehala dan analisis pelbagai (ANOVA) sehala. Dua kumpulan pelajar dari sebuah institusi pendidikan prauniversiti iaitu kumpulan rawatan (N=40) dan kumpulan kawalan (N=40), dipilih secara bertujuan dan rawak berkelompok (*intact group*). Pencapaian pelajar dianalisis menggunakan skor praujian dan pascaujian bagi



tiga pemboleh ubah bersandar kajian. Keputusan MANOVA sehala menunjukkan perbezaan yang signifikan pada gabungan tiga pemboleh ubah bersandar, iaitu melibatkan pascaujian bagi kumpulan rawatan dan kawalan ( $F(3,76) = 309.402, p < .050; Wilks' Lambda = .076; partial eta squared = .924$ ); praujian dan pascaujian kumpulan rawatan ( $F(3,76) = 418.189, p < .050; Wilks' Lambda = .076; partial eta squared = .943$ ); serta praujian dan pascaujian bagi kumpulan kawalan ( $F(3,76) = 44.993, p < .050; Wilks' Lambda = .360; partial eta squared = .640$ ). Keputusan susulan ANOVA sehala bagi setiap pemboleh ubah secara berasingan pada aras signifikan  $p = .017$  juga menunjukkan dapatan yang signifikan kecuali bagi pemboleh ubah Ujian KBAT Kimia melibatkan perbandingan praujian dan pascaujian bagi sampel kawalan ( $F(1,78) = 5.517, p = .021 (p > .017)$ ). Dapatan secara keseluruhannya menunjukkan Modul i-CEP berupaya meningkatkan KBAT, kreativiti saintifik, dan motivasi belajar kumpulan rawatan. Implikasi positif kajian ini dapat dilihat dari segi teori dan konsep, metodologi, kajian empirikal, serta sumbangan praktikal dalam konteks Kimia dan Pendidikan STEM.

**THE DEVELOPMENT AND EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS  
OF INNOVATION CHEMICAL ENTREPRENEURSHIP MODULE ON THE  
HIGHER ORDER THINKING SKILLS, SCIENTIFIC CREATIVITY, AND  
LEARNING MOTIVATION AMONG PRE UNIVERSITY STUDENTS IN  
CHEMISTRY**

**ABSTRACT**

This study aims to develop a learning module for innovation and Chemical Entrepreneurship (CEP) (i-CEP Module) and further evaluate its effectiveness in improving Higher Order Thinking Skills (HOTS), scientific creativity, and learning motivation of pre university students in Chemistry Education. Two research designs were used; developmental research design based on the ADDIE Model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) and a quasi-experimental design. Three research sub-questions were formulated to represent the development objective of the i-CEP Module from the aspects of element compatibility, component requirements, as well as validity and reliability. Three more sub-questions of the study represent the objective of evaluating the effectiveness of the i-CEP Module, which is a comparison: post-test of treatment and control samples; pre-test and post-test of treatment samples; and pre-test and post-test of control samples. The collected qualitative data was analysed thematically and content-wise, while the quantitative data was analysed descriptively and inferentially. Inferential hypothesis testing is performed using one-way multiple analysis of variance (MANOVA) and one-way multiple analysis (ANOVA). Two groups of students from a pre university study centre, namely the treatment group (N=40) and the control group (N=40), were

selected purposefully and randomly grouped (intact group). Student achievement was analysed using pre-test and post-test scores for three dependent variables of the study. The results of one-way MANOVA show a significant difference in the combination of three dependent variables, which involves the post-test for the treatment and control groups ( $F(3,76) = 309.402, p < .050$ ; Wilks' Lambda = .076; partial eta squared = .924); pre-test and post-test of the treatment group ( $F(3,76) = 418.189, p < .050$ ; Wilks' Lambda = .076; partial eta squared = .943); as well as pre-test and post-test for the control group ( $F(3,76) = 44.993, p < .050$ ; Wilks' Lambda = .360; partial eta squared = .640). The follow-up results of one-way ANOVA for each variable separately at a significant level of  $p = .017$  also show significant findings except for the variable of the Chemistry HOTS Test involving the comparison of pre-test and post-test for the control sample ( $F(1,78) = 5.517, p = .021 (p > .017)$ ). The overall findings show that the i-CEP Module is able to increase HOTS, scientific creativity, and learning motivation of the treatment group. The positive implications of this study can be seen in terms of theory and concepts, methodology, empirical studies, as well as practical contributions in the context of Chemistry and STEM Education.

# **BAB 1**

## **PENGENALAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Sains merupakan satu bidang ilmu merangkumi pengetahuan, kemahiran, sikap saintifik, dan nilai-nilai murni (Ziman, 2001; Kementerian Pendidikan Malaysia [KPM], 2016). Ia merupakan kajian terhadap fenomena alam dan kehidupan yang melibatkan proses pemerhatian dan pengukuran (Firman, 2016; Hofmann & Holm, 2015). Ilmu sains terbahagi kepada dua (2) bidang utama, iaitu sains tulen dan sains sosial. Sains tulen melibatkan penggunaan kaedah saintifik dalam mengkaji bidang nyata di bumi seperti astronomi, biologi, perubatan, kimia, fizik, sains bumi (geologi) dan sains komputer, manakala bidang sains sosial melibatkan penggunaan kaedah saintifik dalam mengkaji bidang kemanusiaan yang juga dikenali sebagai kajian sosial. Bidang ini merangkumi bidang antropologi, ekonomi, ekologi, epistemologi, komunikasi, linguistik, psikologi, sosiologi dan pendidikan (Yaghmaie, 2017; Williams, 2012).

Di dalam pengajian melibatkan cabang sains tulen, mata pelajaran Kimia merupakan cabang ilmu terpenting selain mata pelajaran Fizik dan Biologi kerana kandungan cabang sains tulen ini berkait rapat dalam kehidupan seharian manusia (Brown et al., 2010; Firman, 2019). Justeru, mata pelajaran Kimia yang diajar di peringkat sekolah menengah mahupun di institusi pengajian tinggi dirancang bagi membolehkan pelajar memahaminya dengan lebih mendalam dalam aspek teori, konsep serta aplikasinya dalam kehidupan harian (Kassim, 2003; Avalos, 2011; Othman et al., 2017; Firman, 2019; KPM, 2016c).

Ilmu Kimia juga perlu dikuasai pelajar supaya mereka dapat menangani perubahan yang berlaku dalam kehidupan dan meningkatkan mutu kehidupan yang semakin berteraskan kepada kemajuan sains dan teknologi (Bahagian Pembangunan Kurikulum [BPK], 2016; Firman, 2019; Redhana, 2019). Namun, pemerolehan pengetahuan Kimia melalui pencapaian dalam peperiksaan mata pelajaran tersebut tidak cukup menggambarkan sifat celik sains dalam kalangan pelajar, tetapi kemahiran memperoleh pengetahuan tersebut melalui Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT), kemahiran penyelesaian masalah, mencipta, kreativiti atau menjana idea baru seperti ditekankan di dalam kemahiran kreativiti saintifik, merupakan kayu ukur sejauh mana pelajar itu menguasai ilmu tersebut (Ah-Nam & Osman, 2017; BPK, 2016). Hal ini bukan sahaja bergantung kepada pihak KPM dan Kementerian Pengajian Tinggi (KPT), malahan sekolah dan institusi pengajian seharusnya bersama-sama mengambil tindakan tuntas bagi memastikan Kimia dan mata pelajaran sains yang lain relevan dan seiring kemajuan negara (Alang & Basar, 2016; Turiman et al., 2012).

Oleh itu, pada dasarnya pendidik yang merupakan agen penyampai pendidikan secara langsung kepada pelajar, perlu menggunakan pendekatan pengajaran dan pembelajaran (PdP) yang memberi peluang kepada pelajar untuk menguasai KBAT, dan kreativiti saintifik yang berkaitan dalam proses penyelesaian masalah dan aktiviti penyiasatan sains (Brown, et al., 2010; Mahadzir & Mahadi, 2017; Khalil & Osman, 2017). Kemajuan dalam pendidikan seterusnya menyumbang kepada pembangunan sosioekonomi masyarakat (Fakayode et al., 2019; Thomas & Watters, 2015). Bagi meningkatkan kualiti pendidikan yang diterima pelajar, pendidikan itu seharusnya tidak hanya berorientasikan pembelajaran berasaskan fenomena dan situasi masa lepas, tetapi juga perlu menyediakan satu (1) pengalaman pembelajaran dengan melibatkan perbincangan pembelajaran pada masa kini dan keperluan masa hadapan

(Schleicher, 2018; Permanasari, 2016). Ini juga dikenali sebagai transformasi dalam pendidikan, dan kini transformasi ini semakin ketara apabila dunia mula memasuki arus gelombang Revolusi Industri 4.0 (RI 4.0) (Hero & Lindfors, 2019; Low et al., 2017; Situmorang et al., 2018).

Permulaan RI 4.0 berlaku pada tahun 2016 telah melibatkan suatu peningkatan sistem automasi dan siber-fizikal dalam industri. Antara penemuan RI 4.0 adalah penggunaan meluas sistem automasi, analisis data yang besar, simulasi, integrasi sistem, dan penggunaan robotik (Lase, 2019; Shahroom & Hussin, 2018). Ini telah memberi cabaran baharu bukan sahaja kepada sektor industri, malahan juga sektor pendidikan. Hal ini demikian kerana, sektor pendidikan merupakan penyumbang terbesar pekerja yang berkemahiran dalam industri negara (Firman, 2019; Lase, 2019; Ishak et al., 2018). Situasi RI 4.0 menuntut sistem pendidikan yang boleh menyokong perkembangan industri yang semakin maju (Wallner et al., 2016). Justeru, dunia memerlukan model pendidikan yang baharu dalam menyahut RI 4.0 yang dipanggil *Education 4.0* atau dalam bahasa Melayu, Pendidikan 4.0 (Shahroom & Hussin, 2018; Zulfabli et al., 2019).

Di Malaysia, KPM sentiasa menambah baik sistem pendidikan supaya sentiasa relevan. Antaranya, pelaksanaan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025 secara menyeluruh hasil penyelidikan pelbagai sumber seperti dari *The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation* (UNESCO), Bank Dunia, *The Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), dan Institusi Pengajian Tinggi Awam (IPTA) (Kamsi et al., 2019; KPM, 2015). Salah satu matlamat pelan PPPM 2013-2025 turut menyatakan keperluan menghasilkan generasi kreatif dan inovatif dalam membangunkan ekonomi, serta mempunyai sifat daya saing dalam kerjaya (KPM, 2015).

Selain menyediakan bakal graduan yang mempunyai daya kreativiti dan inovatif, sistem pendidikan kini juga perlu melahirkan generasi yang berdaya saing, di mana mereka bukan sahaja menguasai pencapaian akademik cemerlang dan menguasai kemahiran-kemahiran yang diperlukan dalam era RI 4.0, dan Pendidikan 4.0 ini sahaja, malah mereka juga mampu “mencipta” pekerjaan. Tambahan pula, kesan daripada pandemik koronavirus (COVID-19) yang melanda dunia sejak tahun 2019 telah memberikan impak yang besar bukan sahaja pada sektor ekonomi, malahan juga sektor pendidikan (Ibrahim & Razak, 2021). Ramai pelajar yang tercicir malah memberhentikan pengajian.

Isu pengangguran graduan universiti yang telah wujud sebelum ini juga semakin merisaukan kesan daripada pasca pandemik (Rosli et al., 2021). Justeru, jika pelajar yang dilahirkan daripada sistem pendidikan negara ini mampu “mencipta” peluang pekerjaan melalui saluran keusahawanan, maka sedikit sebanyak isu pengangguran ini dapat dikurangkan (Anuar & Sahid, 2020). Misalnya, graduan Kimia yang tidak mendapat tempat dalam industri Kimia tetapi mempunyai idea yang bagus, berkemungkinan dapat mencipta pekerjaan sendiri (Dewi & Mashami, 2019).

Justeru, pelajar di Malaysia, perlu didedahkan dengan suatu pendekatan PdP bidang sains yang lebih relevan dengan keperluan pekerjaan, strategi pembelajaran yang boleh menyokong keperluan terhadap RI 4.0 dan bercirikan Pendidikan 4.0, serta tidak hanya menguasai literasi dan penguasaan membaca, menulis dan mengira sahaja (Shahroom & Hussin, 2018). Kajian penambahbaikan sistem pendidikan perlu dibuat dalam konteks piawai pendidikan antarabangsa yang kian meningkat, seiring dengan usaha pencapaian aspirasi negara dalam mempersiapkan generasi muda untuk menghadapi keperluan abad ke-21, dan peningkatan harapan ibu bapa serta masyarakat terhadap dasar pendidikan negara.

## 1.2 Latar Belakang Kajian

Sains dan kemajuan sesebuah negara sememangnya tidak dapat dipisahkan (Kaya et al., 2018). Penghasilan tenaga mahir dalam bidang sains dan teknologi semestinya melibatkan berapa ramai graduan yang dihasilkan dalam bidang tersebut. Walau bagaimanapun, berdasarkan kajian Phang et al. (2014), polisi nisbah 60 peratus pelajar aliran sains dan 40 peratus aliran sastera di Malaysia menunjukkan penurunan dan kemerosotan penyertaan pelajar dalam mengekalkan nisbah itu. Antara faktor penyumbang kepada kemerosotan tersebut adalah faktor kurangnya motivasi, persepsi negatif terhadap mata pelajaran Sains dan Matematik, kekangan sumber dalam melaksanakan strategi PdP bersesuaian, serta kekurangan kepakaran dalam kalangan pendidik. Penurunan bilangan kemasukan pelajar dalam aliran sains ini juga merupakan salah satu faktor penyumbang kepada kekurangan bilangan pelajar yang mengambil aliran sains dan major STEM (Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik) di universiti dan ini akan memberi kesan kepada kemajuan industri dan teknologi di negara pada masa hadapan (Chen & Kelly, 2013; Chen, 2015).

Di dalam konteks kajian mata pelajaran Kimia, terdapat beberapa analisis statistik yang menunjukkan pelajar beranggapan Kimia adalah sukar (Tobias, 1991; Wieman, 2014). Bilangan kemasukan pelajar aliran sains ke universiti dalam bidang Kimia sangat rendah berbanding dengan jumlah mereka yang berada di dalam aliran sains pada peringkat prauniversiti (Sachisthal et al., 2020). Antara faktor yang menyumbang kepada situasi ini adalah motivasi pelajar yang rendah terhadap mata pelajaran Kimia itu sendiri (Arieska & Kamaludin, 2018; Zusho et al., 2003). Walaupun mempunyai latar belakang aliran sains yang cemerlang dan sederhana di peringkat menengah, Kimia masih dianggap sukar, dan mereka tidak bermotivasi untuk menyambung pengajian serta kerjaya dalam bidang tersebut (Cheng et al., 2016;



Thompson et al., 2007). Sistem pendidikan prauniversiti di Malaysia telah menetapkan Kimia sebagai mata pelajaran wajib dalam aliran sains. Justeru, pencapaian pelajar dalam mata pelajaran Kimia ini penting bagi memastikan pelajar mampu menempatkan diri dalam aliran sains dan STEM apabila mereka memasuki universiti.

Oleh itu, perubahan dan penambahbaikan dalam perancangan pembangunan kurikulum hendaklah dilaksanakan secara serius tetapi masih mampu mengekalkan motivasi pelajar untuk belajar (Kamarudin et al., 2019). Pelajar hendaklah sentiasa bermotivasi dalam mempelajari Kimia kerana ia merangkumi keseluruhan hidup manusia dan berperanan penting dalam kemajuan sesebuah negara (Kassim, 2003; Situmorang, 2013). Justeru, di Malaysia, KPM telah mewujudkan pelbagai strategi dalam pemantapan kurikulum bidang sains termasuk pembelajaran Kimia yang lebih efektif seperti pemantapan Pendidikan STEM.

Konsep utama STEM merujuk kepada kemahiran atau suatu falsafah dalam bidang pendidikan yang mengintegrasikan atau menyepadukan bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik (KPM, 2016b; Langdon et al., 2011). Pengaplikasian STEM menjadikan sesuatu pembelajaran itu lebih bermakna, dan mencabar (Rahim, 2017; Sari et al., 2017). Hal ini demikian kerana, objektif PdP melibatkan integrasi bidang teknologi dan kejuruteraan adalah berkonteks penyelesaian masalah sebenar dalam kehidupan (Adnan et al., 2016). Selain itu, STEM juga dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang sangat berkesan kepada peningkatan kemahiran penyelesaian masalah pelajar (Ah-Nam & Osman, 2017; Cohen et al., 2013).

Pendidikan STEM di Malaysia telah bermula sejak tahun 1967, dan telah berkembang seiring dengan kemajuan sistem pendidikan negara. Pendidikan STEM

berupaya meningkatkan kefahaman pelajar tentang bagaimana sesuatu aplikasi atau produk berfungsi, menambah baik suatu fungsi teknologi, memperkenalkan lebih banyak kejuruteraan menerusi pendidikan, mengembangkan kemahiran sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik (Kerr, 2013, 2020; Rampersad & Zivotic-Kukolj, 2018). Selain itu, STEM juga memberi pendedahan kemahiran reka bentuk dengan melibatkan pelajar secara langsung dalam aktiviti penyelesaian masalah dan inovasi, di mana dua kemahiran ini merupakan keutamaan tinggi dalam agenda kemajuan setiap negara (Bybee, 2010).

Di Malaysia, STEM dalam konteks PdP merangkumi tiga (3) aspek utama, iaitu STEM sebagai; (i) suatu bidang pembelajaran, (ii) pakej mata pelajaran, dan (iii) pendekatan di dalam PdP (KPM, 2016c; Ramli & Talib, 2017). Aspek STEM sebagai bidang pembelajaran merujuk kepada mata pelajaran dan kursus yang disediakan di institusi pendidikan, sama ada di sekolah, mahupun kolej dan universiti. Sebagai contoh, bidang pembelajaran STEM di peringkat sekolah adalah seperti mata pelajaran Sains, Kimia, Matematik, Asas Kelestarian, Grafik Komunikasi Teknikal, dan Sains Komputer. Manakala beberapa contoh kursus major STEM di peringkat tinggi pula adalah seperti Kejuruteraan Mekanikal, Perubatan, Bio-kimia serta Pengkomputeran dan Sistem Maklumat (KPM, 2016c). Malaysia menyediakan bidang pembelajaran STEM yang meluas dan meliputi hampir kesemua peringkat pengajian dan ini menunjukkan sistem pendidikan Malaysia memandang serius terhadap perkembangan dan kemajuan STEM negara.

Aspek STEM sebagai pakej mata pelajaran pula menyenaraikan kombinasi mata pelajaran teras seperti Bahasa Melayu, Bahasa Inggeris, Matematik, Sains, Sejarah, dengan mata pelajaran elektif seperti Kimia, Fizik, Biologi, Matematik Tambahan, Asas Kelestarian, Syariah, Pendidikan Al-Quran dan Sunnah, Grafik,

Sains Sukan, dan banyak lagi (KPM, 2016c). Menariknya, pakej mata pelajaran ini boleh diakses apabila pelajar menjangkau usia 16 tahun, iaitu seawal Tingkatan Empat di peringkat sekolah menengah.

Aspek terakhir, iaitu STEM sebagai suatu pendekatan PdP pula melibatkan pengaplikasian pengetahuan, kemahiran, dan nilai STEM untuk menyelesaikan masalah dalam konteks kehidupan harian, masyarakat dan alam sekitar. Pendekatan ini menggalakkan pelajar membudayakan amalan STEM melalui aktiviti penerokaan dan menyelesaikan masalah bercorak dunia sebenar (Helmi et al., 2019; KPM, 2016c).

Walaupun ketiga-tiga aspek ini dilaksanakan, namun pendekatan STEM di dalam PdP masih tidak menyeluruh untuk semua peringkat institusi pendidikan. Terdapat pelbagai aktiviti dan amalan pendekatan STEM di peringkat sekolah rendah dan menengah seperti penganjuran bengkel, karnival, pameran, dan pertandingan berkonsepkan STEM. Namun, ini tidak berlaku di peringkat prauniversiti di Malaysia (Sunar & Shaari, 2017). Tambahan pula, sumber dan bahan PdP dengan pendekatan STEM seperti buku rujukan, buku aktiviti, dan modul pembelajaran peringkat prauniversiti juga terhad berbanding institusi pendidikan lain seperti sekolah yang boleh didapati dengan banyak di pasaran.

Pendidikan lepasan menengah atau prauniversiti merupakan asas kepada persediaan pelajar bagi memasuki institusi pendidikan tinggi. Sistem institusi pendidikan tinggi telah dirancang bagi membangunkan kemahiran dan pembangunan sahsiah pelajar, melahirkan pelajar yang berfikiran kritis, kreatif, inovatif, responsif, mahir, dan berdaya saing dalam memenuhi kehendak dan keperluan kerjaya (KPM, 2015; Yulastri et al., 2017). Justeru, pelajar pada peringkat ini seharusnya juga dilengkapi dengan pengetahuan, kemahiran dan nilai STEM supaya mereka boleh

menceburi kerjaya STEM yang kini mengalami kekurangan tenaga mahir (Deming & Noray, 2018; Marzuki et al., 2019).

Program prauniversiti di Malaysia ditawarkan menerusi Program Tingkatan Enam, Program Matrikulasi dan Program Asasi. Tingkatan Enam telah mula beroperasi di sekolah-sekolah menengah harian bantuan penuh kerajaan lebih daripada 50 tahun dahulu. Objektif program ini diwujudkan adalah meningkatkan taraf pendidikan ke arah yang lebih tinggi, menyediakan pendidikan berdasarkan sistem penggal dan berdaya saing, memberi pendidikan setara dengan program prauniversiti lain, dan memastikan pelajar lulusan Sijil Tinggi Persekolahan Malaysia (STPM) mempunyai nilai kebolehpasaran yang tinggi. Tiga (3) kemahiran utama yang diterapkan dalam pendidikan Tingkatan Enam ialah kemahiran kognitif, kemahiran manipulatif, dan kemahiran insaniah (*soft skills*) (KPM, 2015).

Manakala Program Matrikulasi pula diwujudkan pada tahun 1998 sebagai program persediaan pelajar Bumiputera untuk melayakkan mereka melanjutkan pelajaran ke peringkat ijazah pertama dalam bidang sains, teknologi dan sastera ikhtisas ke Institusi Pengajian Tinggi (IPT) dalam dan luar negara. Berdasarkan sumber KPM, ia bertujuan menampung pertambahan jumlah pelajar cemerlang sebagai persediaan mengisi kekosongan tempat dalam bidang sains, profesional dan kritikal di IPTA. Program ini adalah di bawah kendalian IPTA lebih 30 tahun lalu, sebelum diambil alih KPM pada awal tahun 1999, dan seterusnya dikendalikan oleh Bahagian Matrikulasi, KPM (BMKPM) pada sesi akademik Jun 1999/2000.

Walau bagaimanapun, program matrikulasi masih berpandukan kepada program sedia ada di Universiti Awam (UA) dengan sedikit pengubahsuaian mengikut keperluan KPM. Kepakaran UA masih digunakan dalam urusan penggubalan,

penaksiran, pemeriksaan, pembangunan kurikulum, serta kursus peningkatan profesionalisme pensyarah. Objektif utama Program Matrikulasi KPM adalah memastikan pembangunan potensi pelajar melalui pendidikan berkualiti untuk melayakkan mereka melanjutkan pelajaran ke peringkat ijazah pertama di IPT di dalam dan di luar negara dalam bidang sains, teknologi dan profesional. Semua lulusan Program Matrikulasi KPM dianugerahkan Sijil Matrikulasi KPM yang diiktiraf ke perkhidmatan awam mulai tahun 2017.

Program Asasi yang ditawarkan oleh UA juga mempunyai ciri yang lebih kurang sama dengan sistem pelaksanaan program matrikulasi. Tempoh pengajian juga sama seperti program matrikulasi, antara satu (1) hingga dua (2) tahun, bergantung kepada jenis kursus yang diambil. Namun, ia merupakan program persediaan (*foundation*) untuk ke peringkat ijazah sarjana muda. Maka kurikulumnya dibentuk khusus untuk persediaan pelajar peringkat ini menghadapi kurikulum di universiti.

Ketiga-tiga kurikulum program prauniversiti aliran sains ini memberi penekanan terhadap bidang sains dan teknologi bagi menampung kekurangan pelajar dalam bidang tersebut di IPTA. Justeru, pelajar ini seharusnya lebih kompeten dan mampu menyumbang kepada peningkatan taraf kemajuan pendidikan dan ekonomi negara. Mereka tidak seharusnya diabaikan dalam konteks STEM malahan lebih sesuai kerana telah dilengkapi dengan asas pembelajaran aliran sains di peringkat menengah. STEM itu sendiri melibatkan integrasi lebih daripada satu mata pelajaran Sains semata, dan melibatkan aplikasi kepada kefahaman konsep sains tulen dan sains sosial (Khalil & Osman, 2017).

Pada peringkat prauniversiti, pembelajaran Kimia masih tertumpu pada pemahaman prinsip dan konsep asas Kimia, seperti struktur atom dan molekul, tindak

balas kimia dan ikatan kimia. Di Malaysia khususnya, amalan integrasi STEM dalam pendidikan Kimia belum dimasukkan secara rasmi dalam kurikulum di peringkat prauniversiti. Ini berbeza dengan perkembangan STEM di negara luar seperti di Finland, Australia, dan Singapura.

Di Finland misalnya, *The Finnish National Curriculum Framework* untuk lepasan menengah menekankan PdP transdisiplin, termasuk integrasi STEM dengan mata pelajaran lain seperti Kimia, Matematik, Bahasa, dan juga bidang kajian sosial. Kurikulum Kimia peringkat lepasan menengah (prauniversiti) ini telah mula memasukkan projek transdisiplin yang memerlukan pelajar menggunakan konsep Kimia dalam konteks dunia sebenar (*Ministry of Education and Culture*, 2019). Di Australia juga kurikulum Kimia untuk pendidikan prauniversiti telah lama menekankan integrasi STEM untuk menyelesaikan masalah. Kurikulum ini juga merangkumi peluang untuk pelajar melibatkan diri dalam penyelidikan saintifik dan pembelajaran berasaskan inkuiri (*Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority*, 2013; Garnett & Blagaich, 2016). Selain itu, sistem pendidikan Singapura juga telah menekankan pendidikan STEM, yang mana integrasi STEM telah diserap di dalam kurikulum bagi mata pelajaran tertentu. Kurikulum Kimia untuk pendidikan prauniversiti di Singapura memfokuskan pada aplikasi konsep kimia ke dalam konteks dunia sebenar dan memerlukan pelajar menggunakan pengetahuan mereka dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan industri kimia, isu alam sekitar, dan sumber tenaga (*Ministry of Education Singapore*, 2018).

Secara keseluruhan, contoh-contoh ini menunjukkan bahawa negara lain telah mengintegrasikan STEM dalam kurikulum Kimia untuk pendidikan prauniversiti dan melaksanakan pendekatan ini untuk menyediakan pelajar dengan pendidikan yang lebih komprehensif dan relevan dalam Kimia. Integrasi STEM dalam pembelajaran

Kimia membolehkan pelajar meneroka aplikasi kimia dalam konteks dunia sebenar dan membangunkan kemahiran pemikiran kritis, kreatif, dan inovatif dalam proses penyelesaian masalah sama ada dalam PdP mahupun dalam kehidupan seharian. Integrasi STEM dalam kurikulum penting bagi menyediakan pengalaman pembelajaran yang lebih holistik dan relevan untuk pelajar.

Integrasi dan pendekatan STEM sangat bersesuaian dengan pelajar prauniversiti aliran sains yang bakal menjadi pakar dan profesional dalam kerjaya STEM. Ini kerana konteks integrasi STEM mendedahkan konsep penyelesaian masalah dengan menggunakan daya pemikiran tahap tinggi dan kritis, kreatif, serta inovatif (Serevina et al., 2018). Ini selari dengan objektif dan matlamat program prauniversiti itu sendiri. Penyelesaian masalah yang dimaksudkan merangkumi produk, bahan, perkhidmatan, panduan atau prosedur. Proses penghasilan penyelesaian kepada isu atau masalah, yang mana penyelesaian itu bukan sahaja melibatkan penghasilan produk, malahan juga dari aspek panduan, perkhidmatan, kaedah dan sebagainya ini juga dinamakan sebagai inovasi (Unit Pemodenan Tadbiran dan Perancangan Pengurusan Malaysia [MAMPU], 2016).

Impak positif daripada penghasilan inovasi bukan sahaja membantu meningkatkan KBAT pelajar, malahan ia juga mengasah dan berupaya meningkatkan kreativiti pelajar (Ah-Nam & Osman, 2017; Jaafar & Ismail, 2011; Daud et al., 2016; Redhana, 2019). Namun, bagi menghasilkan inovasi yang dapat menambah baik produk, bahan, atau sistem sedia ada, ia perlu mempunyai nilai komersial (Drucker & Noel, 1986; Papadopoulos et al., 2016). Nilai komersial merujuk kepada kebolehpasaran sesuatu produk, bahan atau hasil (Aldianto et al., 2018). Bagi memahami bagaimana melengkapkan sesuatu hasil inovasi itu dilengkapi dengan nilai kebolehpasaran, seseorang perlu memahami dan menguasai ilmu asas keusahawanan.

Ilmu keusahawanan memberi pengetahuan bagaimana menganalisis keperluan, peluang dan perancangan komersial, teknik pemasaran dan pembangunan perniagaan ke peringkat lebih maju, serta membantu pelajar memahami penetapan nilai komersial bagi sesuatu idea, produk atau perkhidmatan yang dihasilkan (Ishak et al., 2013; Zenie, 2003). Selain itu, ia juga memupuk semangat keusahawanan kepada pelajar supaya tidak mudah berputus asa dan sentiasa bermotivasi dalam memajukan perniagaan berkaitan produk, perkhidmatan dan sebagainya (Hussain & Norashidah, 2015; Yulastri et al., 2017). Justeru, inovasi dan ilmu keusahawanan adalah seiring dan tidak boleh dipisahkan.

Kombinasi elemen inovasi dan keusahawanan merupakan gabungan yang saling melengkapi dan dapat membantu meningkatkan KBAT, kreativiti saintifik, dan motivasi belajar pelajar. Kedua-dua elemen ini berkait rapat dengan pengalaman pembelajaran secara langsung (*hands-on learning*), serta berkonteks dunia sebenar. Penguasaan KBAT pelajar akan meningkat apabila mereka menggunakan pemikiran tinggi iaitu berfikir secara kritis, kreatif dan inovatif, berfikir di luar kotak dalam penerokaan idea, dan berusaha membangunkan suatu bentuk penyelesaian kepada masalah yang diberikan (Cross, 2023; Liston et al., 2023). Pemikiran aras tinggi ini berlaku apabila mereka berusaha memahami tentang masalah, isu, dan cabaran yang dikemukakan serta memikirkan cadangan penyelesaian. Mereka perlu menganalisis, menilai, dan mengaplikasi maklumat, mengenal pasti andaian dan mencipta kesimpulan yang logik sebagai bentuk penyelesaian.

Penguasaan kemahiran kreativiti saintifik pelajar pula secara tidak langsung ditingkatkan apabila pelajar melalui proses penerokaan idea dan maklumat, serta pengujian idea kreatif sepanjang proses penyelesaian masalah (Baruah & Paulus, 2019). Ini termasuk proses pelajar bertanya soalan dalam mencari jawapan, dan



membuat perkaitan antara konsep saintifik yang terlibat, serta melalui pengujian eksperimen. Selain itu, elemen inovasi dan keusahawanan juga berkait dengan penyelesaian masalah dunia sebenar, yang mana secara tidak langsung dapat membantu pelajar melihat kaitan dan aplikasi sains dalam kehidupan seharian mereka. Ini boleh membantu meningkatkan kreativiti saintifik dengan menggalakkan kefasihan dan kelenturan idea, serta kebolehan menterjemahkan dan mengaplikasikan konsep saintifik kepada masalah dunia sebenar (Sun et al., 2020; Zokowski et al., 2016).

Inovasi dan keusahawanan dalam pendidikan turut menyediakan satu bentuk pembelajaran yang bukan sahaja menggalakkan pemikiran kritis, kreatif, dan inovatif serta berkait dengan dunia sebenar, malahan ia juga memupuk kerjasama, dan membina keyakinan diri. Gabungan kedua-dua elemen ini bukan sahaja menunjukkan kepada pelajar, aplikasi konsep yang dipelajari yang boleh dimanfaatkan dalam kehidupan seharian, malahan juga memberi pengalaman penyelesaian unik kepada masalah menerusi proses kreativiti (Ghfar, 2020; Sarooghi et al., 2019). Ini boleh menjadi aktiviti yang menyeronokkan dan menarik untuk pelajar, yang boleh membantu meningkatkan motivasi mereka untuk belajar. Inovasi dan keusahawanan juga memerlukan kerjasama dan kerja berpasukan, yang mana boleh membantu membina semangat berkumpulan dan setiakawan, dan seterusnya dapat meningkatkan motivasi pelajar untuk belajar (Mei et al., 2020; Wardana et al., 2020). Ini dapat membantu meningkatkan motivasi pelajar untuk belajar, kerana mereka berasa lebih yakin dengan kebolehan mereka.

Relevannya kajian ini turut dilihat menerusi perkembangan ekonomi dan pendidikan terkini yang menuntut bakal pekerja berkemahiran tinggi dan bersifat global; yang mana mampu menyelesaikan isu atau permasalahan secara kreatif dan inovatif, seterusnya memberikan impak yang besar kepada kemajuan industri dan

ekonomi negara. Kerjaya STEM kini dilihat merupakan faktor penentu kemajuan sektor industri dan ekonomi sesebuah negara (Andrée & Hansson, 2020; Deming & Noray, 2018; Meléndez-Ackerman & Colón, 2022). Kerjaya STEM juga dijangka meningkat lebih dua kali lebih cepat berbanding semua pekerjaan dalam dekad yang akan datang.

Menurut ramalan kerjaya oleh Biro Statistik Buruh Amerika Syarikat, (BLS) 2019–2029, kerjaya STEM diramal meningkat 8.00 peratus menjelang 2029, berbanding 3.70 peratus bagi semua jenis bidang pekerjaan (Zilberman & Ice, 2021). Perkembangan pesat kerjaya STEM ini adalah disebabkan kemajuan dan arus RI 4.0. Hal ini menyebabkan pekerjaan di dalam bidang STEM ini masih kekurangan pekerja dan memerlukan permintaan yang tinggi. Majikan juga lebih gemar memilih pekerja dengan kepakaran STEM untuk memacu inovasi dan memaksimumkan pelaburan mereka (Smith & White, 2019).

Oleh itu, Malaysia juga memerlukan ramai tenaga mahir yang profesional dalam kerjaya STEM, supaya kita tidak terkecuali dalam menikmati arus kemajuan yang dibawakan oleh RI 4.0 ini. Selain mengutamakan sistem automasi, RI 4.0 turut menekankan aplikasi dalam teknologi. Ini termasuk aplikasi teknologi menerusi inovasi yang dihasilkan, antaranya melibatkan teknologi *Internet of Things*, (IoT), *smart sensor*, *big data*, *Artificial Intelligences (AI)*, percetakan tiga dimensi (3D), *Augmented Reality (AR)*, *Virtual Reality (VR)* yang mana secara keseluruhan, penggunaan teknologi ini telah mengubah proses pembuatan, menjadikannya lebih cekap, kos efektif dan fleksibel. Sebagai contoh, inovasi produk peranti rumah pintar, akan melibatkan teknologi seperti *smart sensor* yang digunakan dalam kunci pintar, dan teknologi *IoT* membolehkan pemilik rumah mengawal rumah mereka dari jauh menggunakan telefon pintar mereka.

Integrasi teknologi memainkan peranan penting dalam inovasi STEM antaranya, inovasi STEM yang melibatkan simulasi dan pemodelan, pengumpulan dan analisis data, menyediakan alat pengiraan yang membolehkan pengiraan dan pemodelan kompleks yang sukar atau mustahil dilakukan secara manual, serta membolehkan komunikasi dan kerjasama tanpa mengira lokasi fizikal. Ini membolehkan inovasi yang lebih pantas dan perkongsian idea dan sumber.

Impak daripada RI 4.0 turut mewujudkan perubahan dalam pendidikan, iaitu Pendidikan 4.0, yang mana ia lebih menumpukan penguasaan kemahiran peringkat global dalam kalangan pelajar, berbanding penguasaan teori dan pengetahuan akademik. Kemahiran global merangkumi kecekapan kognitif, sosial dan emosi yang diperlukan untuk individu berfungsi dengan berkesan dalam masyarakat global (OECD, 2018). Selain itu, *World Economic Forum* (WEF) mentakrifkan kemahiran global sebagai gabungan kemahiran dan insaniah yang penting untuk individu berkembang maju dalam RI 4.0 dengan menekankan kepentingan literasi digital, pemikiran kritis, kreativiti, dan penyelesaian masalah, serta kemahiran interpersonal dan intrapersonal seperti kerjasama, empati dan kecerdasan emosi (WEF, 2020).

Bakal graduan yang mana sebahagian besarnya disumbangkan oleh pelajar prauniversiti perlu dilengkapi dengan kemahiran global dalam dua (2) elemen penting ini, iaitu inovasi dan keusahawanan. Jurang penyertaan pelajar dalam inovasi dan keusahawanan boleh diatasi dengan meningkatkan kesedaran dan pemahaman pelajar tentang inovasi dan keusahawanan, meningkatkan kebolehcapaian kepada sumber inovasi, meningkatkan kerjasama antara pelajar dan profesional inovasi, dan menyediakan program pembangunan kemahiran inovasi dan keusahawanan. Sebagai saluran utama pendidikan, sekolah dan institusi pendidikan seharusnya dapat menyediakan program yang berkaitan dengan inovasi, serta maklumat tentang impak

dan kepentingan penglibatan pelajar dalam inovasi (Gigliotti, 2020). Ini dapat meningkatkan kesedaran pelajar dan menggalakkan mereka menyertai aktiviti inovasi. Sekolah dan institusi pendidikan juga boleh memberi akses kepada sumber inovasi seperti pengetahuan, alatan, teknologi dan sumber manusia dalam bidang inovasi.

Selain itu, melalui bengkel dan seminar, sekolah dan institusi pendidikan boleh meningkatkan kerjasama antara pelajar dan profesional inovasi yang pakar dalam inovasi. Ini membolehkan pelajar memperoleh kepakaran profesional dan mengukuhkan kemahiran mereka dalam menghasilkan inovasi yang mempunyai nilai kebolehpasaran. Sekolah dan institusi pendidikan boleh menyediakan program dan bahan pembelajaran yang dapat membantu pelajar mempelajari dan mengamalkan kemahiran inovatif.

Berdasarkan sumber KPM, walaupun masih belum rancak penerapan inovasi dalam Pendidikan STEM di peringkat prauniversiti, para pendidik telah mula didedahkan dengan seminar dan bengkel untuk menerapkan elemen inovasi menerusi PdP. Misalnya, program pemerkasaan pendidikan STEM Program Matrikulasi yang dinamakan *STEMatric Aspire 2021-2025*. Ia merupakan sebuah inisiatif yang bertujuan memantapkan pendidikan STEM dalam kalangan pelajar matrikulasi iaitu salah satu (1) jenis peringkat prauniversiti di Malaysia. Fokus program ini juga adalah untuk membantu meningkatkan minat pelajar terhadap STEM, serta sebagai persediaan kepada mereka untuk mengambil bidang STEM di universiti, seterusnya menceburi kerjaya STEM.

Selain itu, terdapat juga institusi pendidikan prauniversiti yang telah mula memberikan tugas (*assignment*) berbentuk inovasi, untuk dinilai menerusi sistem Penilaian Berterusan (PB). Ini menunjukkan KPM telah mula memandang serius untuk

menerapkan elemen inovasi dalam Pendidikan STEM pada pelajar peringkat prauniversiti ini, walaupun belum ada pelaksanaan secara rasmi di dalam kurikulum. Justeru, bersesuaian dengan konteks semasa, kajian ini sememangnya relevan, bukan sahaja dalam aspek perkembangan sistem pendidikan negara, malahan juga dalam konteks sasaran pelajar, iaitu pelajar peringkat prauniversiti.

### **1.3 Penyataan Masalah**

Penguasaan ilmu Kimia seharusnya mampu menghasilkan pelajar berkemahiran tinggi bagi keperluan negara dalam abad ke-21 yang kini dilanda arus RI 4.0 (Redhana, 2019). Pelaksanaan PdP Kimia perlu disesuaikan dengan kehendak dan keperluan masyarakat kini, bagi memastikan kelangsungan Pendidikan Kimia. Justeru, PdP Kimia tidak lagi boleh disampaikan dalam satu bentuk mata pelajaran semata, tetapi seharusnya dijalankan secara bersepadu, misalnya melalui pendekatan STEM (Firman, 2019; Siong & Osman, 2018).

STEM merupakan inisiatif utama dalam PPPM 2013-2025, namun hanya 49 peratus pada tahun 2012 dan 47 peratus pelajar mengikuti aliran STEM di negara ini pada tahun 2017. Ini menunjukkan pengurangan purata sebanyak 6 000 pelajar setahun (Kamalanathan, 2017). Walaupun diketahui bahawa Pendidikan STEM sememangnya bagus dan mampu menyediakan pelajar kepada alam kerjaya yang bersifat dunia sebenar, namun penerapan aktiviti berteraskan STEM, adalah sesuatu yang sangat kurang dalam sistem sekolah awam dan institusi pengajian tinggi di dalam negara (Ayub, 2018; Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan [BPPDP], 2019).

Di Malaysia, masih kurang penyelidikan tentang teknik dan kaedah yang tepat dalam pelaksanaan STEM menerusi pendidikan sehingga pembelajaran dilihat masih

kurang berkesan dalam menghasilkan pelajar berkualiti dan berkompetensi mengikut acuan modal insan yang digariskan oleh KPM (Mahadzir & Mahadi, 2017). Justeru, satu inisiatif penghasilan Pelan Tindakan STEM Nasional 2017-2025 telah dibangunkan bagi menyebarkan pelaksanaan STEM di Malaysia melibatkan kerjasama tiga (3) kementerian, iaitu Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi, bersama KPM dan KPT (Kamalanathan, 2017).

Kimia di dalam integrasi STEM merangkumi ketiga-tiga aspek Pendidikan STEM, iaitu Kimia itu sendiri merupakan bidang STEM, Kimia sebagai salah satu mata pelajaran dalam pakej STEM, serta pendekatan STEM juga merangkumi aplikasi dalam Pendidikan Kimia seperti penghasilan bahan kimia dalam industri dan untuk pengguna, serta pengguna teknologi kimia dalam sektor pembuatan, makanan, kesihatan, tenaga dan alam sekitar (Firman, 2019; KPM, 2016c).

Kimia sebagai salah satu mata pelajaran STEM tidak boleh tertumpu kepada penghafalan teori dan konsep sahaja, malah perlu diaplikasi dalam kehidupan, di mana pelajar berupaya menjalankan perbincangan konkrit dan penyelidikan terhadap sesuatu fenomena atau produk (Firman, 2016, 2019; Situmorang et al., 2018). Pendekatan STEM yang diterapkan di dalam mata pelajaran Kimia melalui rawatan kajian terdahulu misalnya, telah banyak menunjukkan dapatan positif terhadap pemboleh ubah yang dikaji. Pendekatan STEM di dalam PdP adalah menarik kerana melibatkan eksplorasi merentas pelbagai bidang ilmu dan lebih rapat dengan kehidupan seharian.

STEM juga berkait rapat dengan pembudayaan KBAT di sekolah rendah dan menengah mengikut Panduan Pelaksanaan STEM (Bahagian Pembangunan Kurikulum [BPK], 2016). Namun di peringkat prauniversiti, penguasaan KBAT ini

masih tidak dibincangkan dan dilaksanakan secara rasmi. Walaupun mereka berada dalam kalangan umur 18-20 tahun, mereka masih lagi tidak didedahkan dengan pembelajaran melibatkan KBAT secara sepenuhnya. Berdasarkan ke atas dokumen spesifikasi kurikulum piawai mata pelajaran Kimia prauniversiti bermula tahun 2015 hingga 2020, didapati aras taksonomi yang terlibat dalam setiap topik pembelajaran banyak tertumpu pada aras rendah; iaitu domain kognitif mengingat, memahami dan mengaplikasi. Manakala domain kognitif aras tinggi iaitu menganalisis, dan menilai sangat sedikit dimuatkan, manakala aras mencipta langsung tidak dimuatkan dalam PdP.

Ini tidak selari dengan matlamat negara untuk melahirkan generasi dengan kognitif pemikiran tahap tinggi yang berkualiti, kreatif dan inovatif serta kompeten di peringkat global. Justeru, pendekatan STEM yang melibatkan pembelajaran bercorak dunia sebenar perlu diterokai supaya lebih relevan dengan perkembangan pendidikan masa kini. Antara pembelajaran bercorak dunia sebenar yang boleh diterapkan bagi menangani permasalahan ini adalah elemen inovasi. Terdapat beberapa kajian penyelidikan menunjukkan elemen inovasi yang diterapkan di dalam PdP berupaya meningkatkan penggunaan dan penguasaan pemikiran aras tinggi seperti KBAT (Ramos et al., 2013; Yulianti & Lestari, 2018). Hal ini kerana inovasi itu sendiri merupakan hasil keupayaan merealisasikan pemikiran aras tinggi seperti KBAT, iaitu mengaplikasi, menganalisis, menilai dan seterusnya mencipta.

Salah satu alat pemikiran inovasi sistematik yang kerap menjadi panduan dalam menghasilkan inovasi adalah *Design Thinking Model* (DT) atau dalam bahasa melayu dikenali sebagai Model Pemikiran Reka Bentuk. Melalui DT, pelajar perlu menggunakan aras pemikiran menganalisis, iaitu dalam proses mengenal pasti masalah, mengaplikasi konsep dan sumber yang ada, menilai idea-idea yang berkesan

dan tidak berkesan, serta mencipta berdasarkan idea-idea yang berkesan (Leavy, 2010; Wrigley & Straker, 2017).

Selain penguasaan KBAT yang rendah, pelajar di peringkat prauniversiti juga tidak diberi peluang mengasah kreativiti saintifik mereka menerusi PdP. Ini berpotensi menyebabkan mereka tidak berupaya menjana pemikiran kreatif dan “pemikiran di luar kotak” apabila kerjaya menuntut daya kreativiti dan inovatif yang tinggi. Sebaliknya, pelajar sekolah rendah dan menengah yang sememangnya rancak mengamalkan pendekatan STEM, mereka dilihat lebih berupaya menghasilkan idea-idea yang kreatif, inovatif dan di luar jangkaan walaupun inovasi itu dilihat ringkas (Mark et al., 2018; Zahriman & Rasul, 2017).

Menerusi elemen inovasi seseorang atau sesebuah kumpulan perlu merealisasikan idea-idea kreatif mereka secara saintifik. Ini kerana, setiap olahan pada inovasi perlu mempunyai penerangan dan penjelasan secara saintifik dan sistematik supaya inovasi yang dihasilkan itu praktikal bagi tujuan ia dihasilkan. Misalnya, inovasi sabun mesra alam sekitar. Selain ciptaannya yang bertujuan menangani isu pencemaran alam oleh sabun sintetik, ia seharusnya mempunyai keupayaan pencucian yang setanding atau lebih baik berbanding produk sabun sedia ada. Justeru, kreativiti idea ini perlu dibuktikan secara saintifik yang mana, penghasil inovasi berupaya menjalankan ujikaji, menunjukkan keberkesanan pencucian, dan menunjukkan bukti pengukuran kadar pencemaran yang kurang berbanding produk asal. Kreativiti saintifik dalam menghasilkan inovasi, menjadikan proses penjanaan idea bukan sahaja kreatif, malahan perlu berdasarkan logik dan data, serta mempunyai kebolegunaan dalam menyelesaikan isu yang dihadapi (Chang et al., 2016; Vargas Hernandez et al., 2012; Lee, 2018).



Selain isu keciciran penglibatan pelajar prauniversiti secara rasmi dalam penerapan KBAT dan kreativiti saintifik, isu yang turut memberikan kerisauan adalah isu penurunan bilangan pelajar yang mengambil bidang STEM di peringkat universiti. Ini diburukkan lagi dengan situasi keciciran pelajar semasa dalam tempoh belajar dan seterusnya mengganggu penghasilan graduan bidang STEM yang menceburi kerjaya STEM. Terdapat banyak kajian yang membincangkan isu kemerosotan STEM dan keciciran ini, dan antara punca utama yang sering dibangkitkan adalah penurunan motivasi belajar dalam kalangan pelajar.

Antara dapatan kajian berkaitan isu motivasi belajar yang rendah ini adalah pendekatan pengajaran yang sedia ada di peringkat prauniversiti masih lagi tidak dapat mengubah persepsi pelajar dalam memupuk dan mengekalkan minat terhadap mata pelajaran dalam bidang STEM itu sendiri (Chen & Kelly, 2013; Chen, 2015; Sithole et al., 2017). Di peringkat prauniversiti, berdasarkan analisis dokumen sukatan mata pelajaran Kimia, didapati pembelajarannya tertumpu kepada pencapaian akademik cemerlang sahaja bagi membolehkan mereka memasuki universiti dengan bidang yang diingini, tetapi mereka tidak diterapkan dengan kemahiran yang perlu dikuasai melalui pembelajaran berkonteks dunia sebenar.

Hal ini merupakan suatu perkembangan yang menuntut kepada satu keperluan pendekatan PdP dengan suntikan elemen yang dapat menarik minat dan meningkatkan motivasi belajar pelajar terhadap Pendidikan Kimia. Misalnya, terdapat beberapa kajian lepas yang berjaya menunjukkan elemen inovasi di dalam PdP menjadikan pelajar lebih aktif sepanjang proses pembelajaran. Ini kerana aktiviti ini bersifat koperatif dan *hands-on*. Pelajar juga lebih berminat mencuba pelbagai idea apabila diminta menghasilkan produk inovasi sebagai tugas pembentangan. Mereka lebih

bermotivasi menyertai proses pembelajaran dan sentiasa bertanyakan soalan semasa sesi pembentangan (Azainil et al., 2019; Prayitno et al., 2016; Situmorang, 2014).

Walau bagaimanapun, permasalahannya, suntikan elemen inovasi ini tidak diamalkan di dalam PdP peringkat prauniversiti. Tambahan pula, kajian-kajian lepas juga menunjukkan elemen inovasi yang diterapkan adalah hasil inovasi guru atau pensyarah dalam usaha menjadikan PdP itu efektif dan menarik. Namun, tidak banyak kajian yang menerapkan elemen inovasi oleh pelajar (Kasim & Ahmad, 2018; Yasin et al., 2018; Daud, 2017; Mahadzir & Mahadi, 2017; Sunar & Shaari, 2017). Ini menjadikan pelajar sebagai pengguna kepada inovasi guru atau pensyarah, dan bukan sebagai penghasil inovasi. Matlamat KPM adalah melahirkan pelajar yang kreatif dan inovatif, justeru sepatutnya mereka yang sepatutnya menguasai kemahiran tersebut.

Penghasilan inovasi juga tidak bermakna jika inovasi itu tidak mempunyai nilai komersial (Ishak et al., 2017). Inovasi Kimia seharusnya dapat membantu pelajar menterjemahkan pengetahuan Kimia dengan praktikal dan dapat menemukan pengetahuan baru dengan mementingkan kebolegunaan bahan tersebut berdasarkan aspek pengkomersialan (Situmorang et al., 2018). Justeru, inovasi yang baik menuntut pengetahuan dan kemahiran keusahawanan yang baik supaya produk, bahan mahupun kaedah yang dihasilkan menjadi sesuatu yang bermakna (Jaafar & Ismail, 2011). Permasalahan yang timbul adalah, kajian-kajian lepas banyak mengasingkan elemen inovasi dan keusahawanan. Kombinasi antara elemen inovasi dan keusahawanan tidak seharusnya dipisahkan, dan perlulah digabungkan mengikut kesesuaian amalan PdP kerana pengkomersialan produk di dalam kemahiran keusahawanan itu sendiri merupakan pelengkap kepada inovasi yang berkualiti (Ghatora & Strutt, 2017; Mark et al., 2018; Kyrgidou et al., 2016; Spillan et al., 2019; Zokowski et al., 2016).

Walau bagaimanapun, permasalahan dan langkah penyelesaian yang dibahasakan dan dikaji tidak bermakna jika tidak dipraktikkan. Keberhasilan sesuatu idea, konsep dan amalan pendidikan bergantung kepada sejauh mana ia dijalankan (Rahim, 2017). Perlu lebih banyak kajian dan bahan, modul dan panduan PdP melibatkan gabungan elemen inovasi dan keusahawanan diwujudkan (Jaafar & Ismail, 2011; Prayitno et al., 2016). Justeru, kajian ini turut membawa permasalahan penguasaan KBAT, kreativiti saintifik, dan motivasi belajar pelajar prauniversiti dalam Pendidikan Kimia yang rendah sebagai tambahan kepada permasalahan yang melibatkan penurunan peratusan pelajar aliran sains dan kemerosotan Pendidikan STEM. Sebagai salah satu langkah penyelesaian, satu pendekatan PdP yang menyuntik peningkatan kepada penguasaan KBAT, kreativiti saintifik dan motivasi belajar di dalam PdP Kimia prauniversiti perlu diamalkan.

Bagi tujuan tersebut, kajian ini bertujuan membangunkan modul pembelajaran dengan elemen inovasi dan CEP yang khusus untuk Pendidikan Kimia bagi menyumbang usaha mengatasi permasalahan yang dibincangkan, seterusnya menilai keberkesanan penggunaan modul tersebut dalam meningkatkan KBAT, kreativiti saintifik, dan motivasi belajar pelajar prauniversiti terhadap Pendidikan Kimia. Integrasi STEM dengan Kimia menerusi pendekatan elemen inovasi dan CEP juga diharapkan dapat memberi satu alternatif bagi pemantapan Pendidikan STEM amnya dan Pendidikan Kimia khususnya, supaya lebih bercorakkan dunia sebenar, relevan dengan perkembangan RI 4.0, dan Pendidikan 4.0.