



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

PENCIRIAN FILEM NIPIS KALIKSARINA DIDOP DENGAN NANOTIUB
KARBON UNTUK PENGESANAN ION Cd^{2+}

AMIRA SHAKILA BINTI RAZALI



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

TESIS DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA SAINS (FIZIK BAHAN)
(MOD PENYELIDIKAN)

FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2016



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my



Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah



PustakaTBainun



ptbupsi

ABSTRAK

Tujuan utama kajian ini adalah mengkaji kesan pengaruh pendopan nanotub karbon (NTK) ke atas struktur dua jenis kaliks[8]arina dengan menggunakan kaedah salutan berputar. Sampel kaliks[8]arina + NTK dalam bentuk filem nipis disediakan melalui pencampuran kaliks[8]arina dengan NTK di mana kaliks[8]arina dilarutkan dalam kloroform terlebih dahulu dan memberi kepekatan 0.2 mg/ml. Pada permulaan kajian, sifat-sifat molekul kaliks[8]arina melalui penghasilan filem Langmuir telah dikaji dan dibincangkan dari segi tekanan permukaan-kawasan (Π -A) isoterma tanpa NTK. Seterusnya, filem nipis yang dihasilkan melalui kaliks[8]arina didopkan dengan NTK telah dianalisis dengan menggunakan mikroskop elektron pengimbas pancaran medan (FESEM), mikroskop elektron penghantar (STEM), spektroskopi Raman dan penduga empat titik dalam menentukan ciri-ciri arus-voltan dan kekonduksian sampel. Keupayaan permukaan (ΔV) juga turut dilakukan untuk menentukan keupayaan sampel dalam pengaliran elektron. Hasil kajian FESEM dan STEM menunjukkan kaliks[8]arina yang dikompositkan bersama NTK telah menambahkan diameter NTK dengan nilai 41.6 nm bagi kaliks[8]arina I dan 45.3 nm bagi kaliks[8]arina II. Hasil dapatan daripada analisis Raman juga menunjukkan nisbah keamatan semakin meningkat dengan sampel yang telah dikompositkan iaitu 0.93 (kaliks[8]arina I) dan 1.01 (kaliks[8]arina II) bagi sampel yang dihasilkan pada nisbah 2:1. Seterusnya, dengan pertambahan nisbah pendopan NTK pada kaliks[8]arina ini, keupayaan permukaan (ΔV) juga semakin bertambah. Justeru, kekonduksian sampel nanokomposit turut bertambah dengan bacaan $3.0116 \times 10^{-4} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ (kaliks[8]arina I) dan $9.3322 \times 10^{-4} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ (kaliks[8]arina II) berbanding sampel tanpa NTK. Sampel nanokomposit kaliks[8]arina + NTK juga telah diuji keupayaannya dalam larutan ion Cd^{2+} . Berdasarkan pengujian ini, pendopan NTK ke atas kaliks[8]arina telah meningkatkan kadar pengesanan ion Cd^{2+} di mana kaliks[8]arina yang dikompositkan bersama NTK telah membuka lebih besar kawasan kaviti yang mendorong lebih banyak ion Cd^{2+} dikesan. Kesimpulannya, pengesanan terhadap ion Cd^{2+} oleh sampel nanokomposit ini memberi hasil kajian yang baik dan implikasi daripada kajian ini memberi peluang yang cerah dalam pembangunan penderia yang berkebolehan mengesan pencemaran logam berat dalam air.



CHARACTERISATION OF CALIXARENE THIN FILMS DOPED WITH CARBON NANOTUBES FOR DETECTION OF Cd^{2+} IONS

ABSTRACT

The main objective of this study is to examine the influence of doping carbon nanotubes (CNTs) on two types of calix[8]arene using spin coating method. Samples of calix[8]arene + CNTs in the form of thin films were prepared from a mix of calix[8]arene with CNTs which the calix[8]arene has been dissolved in chloroform to give a concentration of 0.2 mg/ml. At the beginning of the study, the properties of calix[8]arene molecules have been studied and discussed in terms of surface pressure-area (Π -A) isotherm without CNTs through the production of Langmuir Films. Then, the thin film that developed from calix[8]arene that doped with CNTs were analyzed using field emission scanning electron microscope (FESEM), scanning transmission electron microscope (STEM), Raman spectroscopy and four point probe for current-voltage IV measurements. Besides that, the surface potential (ΔV) was also being determined to study the ability of these samples in their electric current flow property. The FESEM and STEM results indicated that the composite of both calix[8]arene with CNTs has increased the diameters of CNTs with a value of 41.6 nm for calix[8]arene I and 45.3 nm for calix[8]arene II. From the Raman analyze also showed that the ratio intensity increased with the sample that have been composited, 0.93 (calix[8]arene I) and 1.01 (calix[8]arene II) in the ratio 2:1. The addition of CNTs in the sample of calix[8]arene has improved the surface potential property. It is also found that the electrical conductivity has been increased to $3.0116 \times 10^{-4} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ for calix[8]arene I and $9.3322 \times 10^{-4} \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ for calix[8]arene II as compared with their respective original compounds without CNTs. Calix[8]arene + CNTs sample were tested in the presence of Cd^{2+} ions. Based on this test, doping of CNTs on calix[8]arene showed well-defined response towards the Cd^{2+} ions. This is due to the cavity of calix[8]arene that opens up as more functionalities are attached to its lower rims, resulting in a large cavity that can accommodate more Cd^{2+} ions. As a conclusion, the detections of Cd^{2+} from calix[8]arene + CNTs gave good reviews and the implications of this study allows the development of the sensor for detections of heavy metal pollution in water.





KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KANDUNGAN	vi
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI SIMBOL	xvii
SENARAI SINGKATAN	xviii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Pengenalan	1
1.2	Pernyataan Masalah	3
1.3	Kepentingan Kajian	7
1.4	Objektif Kajian	9
1.5	Skop Kajian	10
1.6	Organisasi Penulisan	11



BAB 2 TINJAUAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	12
2.2	Kimia Supramolekul	13
2.3	Bahan Organik Kaliksarina	15
2.3.1	Struktur Kaliksarina	16
2.3.2	Sifat Fizikal Kaliksarina	18
2.3.3	Pengkompleksan Perumah-Tetamu Kaliksarina	19
2.3.4	Aplikasi Kaliksarina sebagai Penderia	22
2.4	Penderia	24
2.4.1	Sistem Penderia	26
2.4.2	Ciri-Ciri Penderia	27
2.5	Penderia Berasaskan Bahan Nanokomposit	29
2.6	Nanokomposit Kaliksarina-NTK	30
2.7	Nanotiub Karbon	32
2.8	Teknik Pencirian	35
2.8.1	Kaedah Filem Langmuir	35
2.8.1.1	Sejarah Filem Langmuir	36
2.8.1.2	Konsep Asas Kaedah Filem Langmuir	38
2.8.1.3	Tekanan Permukaan-Kawasan (Π -A)	40
	Isoterma	
2.8.2	Kaedah Mikroskop Elektron Pengimbas Pancaran Medan	42
2.8.3	Kaedah Analisis Sebaran Tenaga Sinar-X	43

2.8.4	Kaedah Spektroskopi Raman	44
2.9	Penutup	46

BAB 3 METODOLOGI

3.1	Pengenalan	48
3.2	Bahan	48
3.2.1	Kaliksarina	49
3.2.2	Kloroform	50
3.2.3	Nanotiub Karbon	51
3.2.4	Kadmium	51
3.3	Penyediaan Sampel	52
3.3.1	Penyediaan Substrat	54
3.3.2	Penyediaan Filem Nipis	55
3.4	Carta Alir Penyediaan dan Pencirian Sampel	57
3.5	Kaedah Pencirian	59
3.5.1	Tekanan Permukaan-Kawasan (II-A) Isoterma	60
3.5.2	Keupayaan Permukaan, ΔV	65
3.5.3	Mikroskop Elektron Pengimbas Pancaran Medan Dan Sebaran Tenaga Sinar-X (EDX)	66
3.5.4	Mikroskop Elektron Penghantar (STEM)	68
3.5.5	Analisa Spektroskopi Raman	68
3.5.6	Pencirian Arus-Voltan (I-V)	70
3.5.7	Pencirian Kekonduksian Elektrik	73

3.6	Ujian Pengesanan Ion Cd^{2+}	75
3.6.1	Penyediaan Larutan dan Sampel Kaliks[8]arina dalam Larutan Ion Cd^{2+}	76
3.7	Penutup	77

BAB 4 HASIL DAN PERBINCANGAN

4.1	Pengenalan	78
4.2	Ringkasan hasil kajian	78
4.3	Pencirian Molekul Kaliks[8]arina	81
4.3.1	Tekanan Permukaan-Kawasan Isoterma	82
4.3.2	Perbandingan Saiz Molekul Kaliks[8]arina	85
4.4	Pencirian Filem Nipis Nanokomposit Kaliks[8]arina + NTK	90
4.4.1	Keupayaan Permukaan, ΔV	90
4.4.2	Analisis Mikroskop Elektron Pengimbas Pancaran Medan (FESEM)	94
4.4.3	Analisis Mikroskop Elektron Penghantar (STEM)	98
4.4.4	Analisis Spektroskopi Raman	100
4.4.5	Analisis Arus-Voltan (I-V)	104
4.4.6	Analisis Kekonduksian Elektrik	107
4.5	Ujian Pengesanan Ion Cd^{2+}	110
4.5.1	Keupayaan Permukaan, ΔV	112
4.5.2	Morfologi Sampel	116



4.5.3	Analisis Sebaran Tenaga Sinar-X (EDX)	118
-------	---------------------------------------	-----

4.6	Penutup	120
-----	---------	-----

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Pengenalan	121
-----	------------	-----

5.2	Kesimpulan	121
-----	------------	-----

5.3	Cadangan	126
-----	----------	-----

RUJUKAN	130
---------	-----

LAMPIRAN	141
----------	-----



SENARAI JADUAL

No Jadual		Muka surat
1.1	Bilangan batang sungai yang diawasi Jabatan Alam Sekitar	4
2.1	Pengkelasan Penderia	25
3.1	Struktur molekul, jisim molekul dan penamaan IUPAC bagi kaliks[8]arina I dan kaliks[8]arina II	50
3.2	Ringkasan penyediaan dan pencirian sampel kaliks[8]arina, kaliks[8]arina + NTK dan kaliks[8]arina +NTK + Cd ²⁺	53
3.3	Pembolehkan ujikaji pencirian I-V pada suhu bilik	72
4.1	Nilai luas permukaan dan jejari molekul kaliks[8]arina I	86
4.2	Nilai luas permukaan dan jejari molekul kaliks[8]arina II	86
4.3	Nilai ΔV dan bilangan lapisan sampel kaliks[8]arina I + NTK	91
4.4	Nilai ΔV dan bilangan lapisan sampel kaliks[8]arina II + NTK	91
4.5	Ringkasan diameter bagi nanotiub karbon dan kaliks[8]arina	96
4.6	Nilai puncak D, nilai puncak G dan nilai nisbah keamatan bagi sampel kaliks[8]arina I + NTK	102
4.7	Nilai puncak D, nilai puncak G dan nilai nisbah keamatan bagi sampel kaliks[8]arina II + NTK	103
4.8	Nilai kerintangan, kekonduksian dan ketebalan sampel kaliks[8]arina I + NTK	108
4.9	Nilai kerintangan, kekonduksian dan ketebalan sampel kaliks[8]arina II + NTK	108
4.10	Nilai ΔV sebelum dan selepas diuji dengan ion Cd ²⁺ bagi sampel kaliks[8]arina I + NTK	113



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my

Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah

PustakaTBainun



ptbupsi

- | | | |
|------|--|-----|
| 4.11 | Nilai ΔV sebelum dan selepas diuji dengan ion Cd^{2+} bagi sampel kaliks[8]arina II + NTK | 113 |
| 4.12 | Peratusan berat unsur dalam sampel kaliks[8]arina + NTK dari analisis EDX | 118 |



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my

Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah

PustakaTBainun



ptbupsi



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my

Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah

PustakaTBainun



ptbupsi

SENARAI RAJAH

No Rajah		Muka surat
1.1	Antara masalah kesihatan yang akan dihadapi sekiranya minum air tercemar	6
2.1	Lakaran pembentukan pengkompleksan perumah-tetamu	14
2.2	Struktur molekul eter mahkota, siklodekterins dan kalikсарina	15
2.3	Struktur asas molekul kalikсарina	17
2.4	Pengkompleksan bersangkar antara p-tertbutilkaliks[4]arina dan n-butilamine	21
2.5	Carta alir sistem penderia	26
2.6	Interaksi antara sebatian kalikсарina dan NTK	31
2.7	Penghibridan ikatan sp^3 pada karbon	32
2.8	Struktur NTK (a) NTK dinding tunggal (b) NTK multi-dinding	34
2.9	Bahagian kepala dan bahagian ekor pada struktur sebuah molekul yang bersifat amfifilik	36
2.10	Lakaran kaedah Langmuir-Blodgett filem	38
2.11	Contoh molekul bahan yang disebarkan di atas subfasa air	39
2.12	Lakaran graf Π -A isoterma	41
2.13	Prinsip kerja FESEM berfungsi	43
2.14	Teknik Spektroskopi Raman	45
3.1	Struktur kimia kloroform, $CHCl_3$	51
3.2	Mesin gelombang ultrasonik yang digunakan untuk mencuci substrat	54



3.3	Penghasilan filem nipis kaliks[8]arina+NTK menggunakan teknik salutan berputar	56
3.4	Carta alir penyediaan filem nipis nanokomposit kaliks[8]arina + NTK	58
3.5	Senarai teknik pencirian filem nipis kaliks[8]arina, kaliks[8]arina+NTK dan kaliks[8]arina+NTK+Cd ²⁺	59
3.6	LB <i>trough</i> yang digunakan dalam pencirian isoterma Γ -A kaliks[8]arina	60
3.7	Proses pemampatan molekul kaliks[8]arina pada permukaan air	63
3.8	Graf isoterma Γ -A kaliks[8]arina yang telah diekstrapolasikan bagi menentukan tekanan permukaan per luas molekul, A_0	64
3.9	KSV <i>Surface Potential Sensor</i> dalam pengukuran keupayaan permukaan	66
3.10	Mikroskop elektron pengimbas pancaran medan (FESEM)	67
3.11	Renishaw InVia Raman Spektroskopi Raman	69
3.12	<i>Thermal Evaporator</i> yang digunakan untuk pemendapan emas pada sampel kaliks[8]arina + NTK	70
3.13	Lakaran penyediaan sampel kaliks[8]arina + NTK untuk pencirian I-V	71
3.14	Sistem pencirian I-V yang digunakan untuk sampel kaliks[8]arina + NTK	73
3.15	Lakaran pengaliran arus dalam sampel kaliks[8]arina + NTK	74
3.16	Carta alir penyediaan sampel kaliks[8]arina + NTK dalam ujian pengesanan ion Cd ²⁺	77
4.1	Ringkasan hasil kajian	80
4.2	Lakaran pembentukan satu lapisan filem molekul kaliks[8]arina menggunakan kaedah filem Langmuir	81



4.3	Graf isoterma Γ -A bagi kaliks[8]arina I	83
4.4	Graf isoterma Γ -A bagi kaliks[8]arina II	83
4.5	Perbezaan isoterma Γ -A kaliks[8]arina I dan II	88
4.6	Graf ΔV melawan nisbah sampel kaliks[8]arina + NTK bagi ketebalan 10 dan 20 lapisan mendapan bagi kaliks[8]arina I	93
4.7	Graf ΔV melawan nisbah sampel kaliks[8]arina + NTK bagi ketebalan 10 dan 20 lapisan mendapan bagi kaliks[8]arina II	94
4.8	Gambar mikrograf FESEM bagi sampel (a) kaliks[8]arina I (b) kaliks[8]arina II (c) NTK (d) kaliks[8]arina I + NTK (e) kaliks[8]arina II + NTK	97
4.9	Imej STEM bagi sampel (a) kaliks[8]arina I (b) kaliks[8]arina II (c) NTK (d) kaliks[8]arina I + NTK (e) kaliks[8]arina II + CNT	99
4.10	Spektrum Raman bagi sampel kaliks[8]arina I + NTK	100
4.11	Spektrum Raman bagi sampel kaliks[8]arina II + NTK	101
4.12	Graf I-V sampel nanokomposit kaliks[8]arina I, kaliks[8]arina I + NTK dan NTK	105
4.13	Graf I-V sampel nanokomposit kaliks[8]arina II, kaliks[8]arina II + NTK dan NTK	106
4.14	Graf kekonduksian elektrik sampel kaliks[8]arina + NTK pada nisbah tertentu	110
4.15	Mekanisma tindak balas kimia sampel kaliks[8]arina + NTK dengan ion Cd^{2+}	111
4.16	Graf peratusan peningkatan ΔV melawan nisbah kaliks[8]arina I	115
4.17	Graf peratusan peningkatan ΔV melawan nisbah kaliks[8]arina II	116
4.18	Gambar mikrograf FESEM bagi sampel (a) kaliks[8]arina I + NTK (b) kaliks[8]arina I + NTK dengan ion Cd^{2+}	117



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my

Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah

PustakaTBainun



ptbupsi

- | | | |
|------|--|-----|
| 4.19 | Gambar mikrograf FESEM bagi sampel (a) kaliks[8]arina II + NTK (b) kaliks[8]arina II + NTK dengan ion Cd^{2+} | 117 |
| 4.20 | Corak sebaran tenaga sinar-X (EDX) bagi sampel kaliks[8]arina I | 119 |
| 4.21 | Corak sebaran tenaga sinar-X (EDX) bagi sampel kaliks[8]arina II | 119 |



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my

Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah

PustakaTBainun



ptbupsi



05-4506832



pustaka.upsi.edu.my

Perpustakaan Tuanku Bainun
Kampus Sultan Abdul Jalil Shah

PustakaTBainun



ptbupsi

SENARAI SIMBOL

Π	Tekanan Permukaan
A	Luas Molekul
A_0	Optimum luas per molekul
γ	Tekanan permukaan air dengan kehadiran sampel
γ_0	Tekanan permukaan air tanpa kehadiran sampel
$\text{\AA}$	Amstrong
D	Puncak kerosakan (<i>Defects</i>)
G	Puncak Grafit (<i>Graphite</i>)
I_D	Keamatan pada puncak D
I_G	Keamatan pada puncak G
ΔV	Keupayaan permukaan
V	Voltan
I	Arus
σ	Kekonduksian
ρ	Kerintangan
μ	Mikro
Cd	Kadmium
Pb	Plumbum
Cu	Kuprum
Zn	Zink
Cr	Kromium
As	Arsenik



SENARAI SINGKATAN

ALD	Pemendapan Lapisan Atom
CCD	Pembawa Cas Pengesan
CNT	Nanotiub Karbon
CSD	Pemendapan Larutan Kimia
CVD	Pemendapan Wap Kimia Haba
EDX	Sebaran Tenaga Sinar-X
FESEM	Mikroskop Elektron Pengimbas Pancaran Medan
ITO	Timah Oksida Terdop Indium
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
JAS	Jabatan Alam Sekitar
LB	<i>Langmuir Blodgett</i>
NMR	Resonans Magnetik Nuklear
STEM	Mikroskop Elektron Penghantar
XRD	Pembelauan Sinar-X





BAB 1

PENDAHULUAN



1.1 Pengenalan

Air merupakan satu keperluan asas yang sangat penting dalam kehidupan manusia serta semua makhluk di muka bumi ini, termasuk haiwan dan tumbuh-tumbuhan. Tanpa air, manusia tidak dapat untuk meneruskan kehidupan dan menjalankan aktiviti harian seperti penyediaan makanan, tujuan pembersihan, pertanian, kegunaan industri dan sebagainya. Air merupakan unsur kimia yang terdiri daripada gabungan dua unsur hidrogen dan satu unsur oksigen (Azan, 2005). Namun, sejak akhir-akhir ini air semakin hari semakin tercemar dan diragui tentang keselamatan penggunaannya. Hal ini berlaku mungkin disebabkan keghairahan manusia untuk mengejar sebuah negara maju yang berteraskan perindustrian dan pembangunan sehingga secara langsung atau tidak langsung telah menyebabkan berlakunya pencemaran alam sekitar terutama pencemaran air (Nor Azman, 2006).



Secara amnya, sumber utama untuk mendapat bekalan air bersih adalah daripada sungai. Namun, sejak akhir-akhir ini kualiti air sungai amat membimbangkan. Menurut Jabatan Alam Sekitar (JAS), sumber air bersih yang dikatakan telah tercemar apabila berlakunya sebarang perubahan sifat fizikalnya seperti bau, rasa dan kandungan air (Hasan & Ismail, 1997). Selain itu, sekiranya terdapat bahan-bahan kimia seperti kadmium, plumbum, arsenik dan zink dalam kandungan air ini, kualiti air tersebut boleh terjejas dan bahaya penggunaannya (Musharafi et al., 2014).

Menurut Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974, pencemaran air adalah perubahan yang berlaku secara langsung atau tidak langsung terhadap sifat-sifat fizikal, biologi atau kimia pada alam sekitar yang melepaskan atau mengeluarkan bahan buangan atau bahan toksik ini sehingga menjejaskan kegunaannya dan menyebabkan suatu keadaan dalam bahaya serta memudaratkan kesihatan, keselamatan dan kebajikan orang awam atau kehidupan lain seperti burung, kehidupan liar, ikan dan kehidupan akuatik serta tumbuh-tumbuhan dalam air (Shamsuddin, 2003). Pencemaran air juga boleh ditakrifkan sebagai perubahan yang berlaku dari segi kandungan, keadaan dan warna sehingga tidak sesuai dan akan memberi kesan terhadap manusia apabila menggunakannya (Fakroul Ridzuan, 2007).

Lazimnya, pencemaran air ini berlaku disebabkan dari pembuangan sisa kumbahan dan sisa pepejal dari kilang-kilang industri, aktiviti pertanian, najis ternakan dan pembuangan sampah-sarap ke dalam sungai. Kajian melaporkan hampir satu juta kilogram buangan sisa dimasukkan ke dalam sungai setiap hari akibat aktiviti pertanian, perindustrian dan penternakan (Choy et al., 2009). Isu masalah air tercemar

bukanlah satu isu baru untuk diketengahkan malah isu masalah air tercemar ini sudah sampai tahap membimbangkan. Walaupun pelbagai kajian telah dilakukan untuk mengenalpasti punca pencemaran. Namun begitu, kajian mengenai punca pencemaran air dan tahap kualiti air masih giat dijalankan dan diteruskan sehingga sekarang masih belum menemui jalan penyelesaian yang efektif dan berkesan dalam mengkurangkan kadar pencemaran air ini.

Penggunaan penderia dalam mengesan kualiti atau kandungan logam berat dalam sungai yang tercemar merupakan salah satu kaedah penyelesaian dalam menyelesaikan isu masalah pencemaran air ini. Kaliksarina merupakan bahan yang sesuai dalam pembangunan penderia ini di mana struktur molekulnya yang mempunyai kawasan berongga di bahagian tengah berupaya memerangkap unsur kimia lain seperti kadmium, plumbum dan zink (Owens, 2005).

Keunikan sifat kaliksarina yang boleh memerangkap dan melakukan pengkompleksan dengan bahan yang lain telah menyebabkan kaliksarina dijadikan bahan utama dalam kajian ini. Oleh yang demikian, fokus utama dalam kajian ini adalah pencirian filem nipis kaliksarina didop nanotub karbon untuk pengesanan ion Cd^{2+} .

1.2 Pernyataan Masalah

Di Malaysia, sungai merupakan punca utama untuk mendapat bekalan air bersih kepada seluruh penduduk Malaysia untuk menjalankan aktiviti rutin harian mereka.



Hampir 97% sungai di Malaysia dijadikan punca utama untuk mendapat bekalan air bersih (Malaysia Environmental Quality Report, 2014). Tetapi sejak kebelakangan ini, di dapati bekalan sumber air bersih berada dalam tahap membimbangkan.

Berdasarkan laporan JAS pada tahun 2014 ke atas 473 batang sungai di seluruh Malaysia, didapati hanya 244 batang sungai yang dikategorikan bersih, yang selebihnya adalah pada tahap membimbangkan iaitu 186 batang sungai sederhana tercemar dan 43 batang sungai dikategorikan paling teruk atau tercemar (Malaysia Environmental Quality Report, 2014). Jadual 1.1 menunjukkan bilangan batang sungai yang diawasi oleh JAS dari tahun 2011 hingga 2014.

Jadual 1.1



05 *Bilangan batang sungai yang diawasi Jabatan Alam Sekitar dari tahun 2011 hingga 2014. Dipetik daripada Malaysia Environmental Quality Report, 2014*

Kategori	Bil sungai tercemar mengikut tahun			
	2011	2012	2013	2014
Jumlah sungai diawasi	473	473	473	473
Bersih	275	278	275	244
Sederhana tercemar	159	161	173	186
tercemar	39	34	25	43

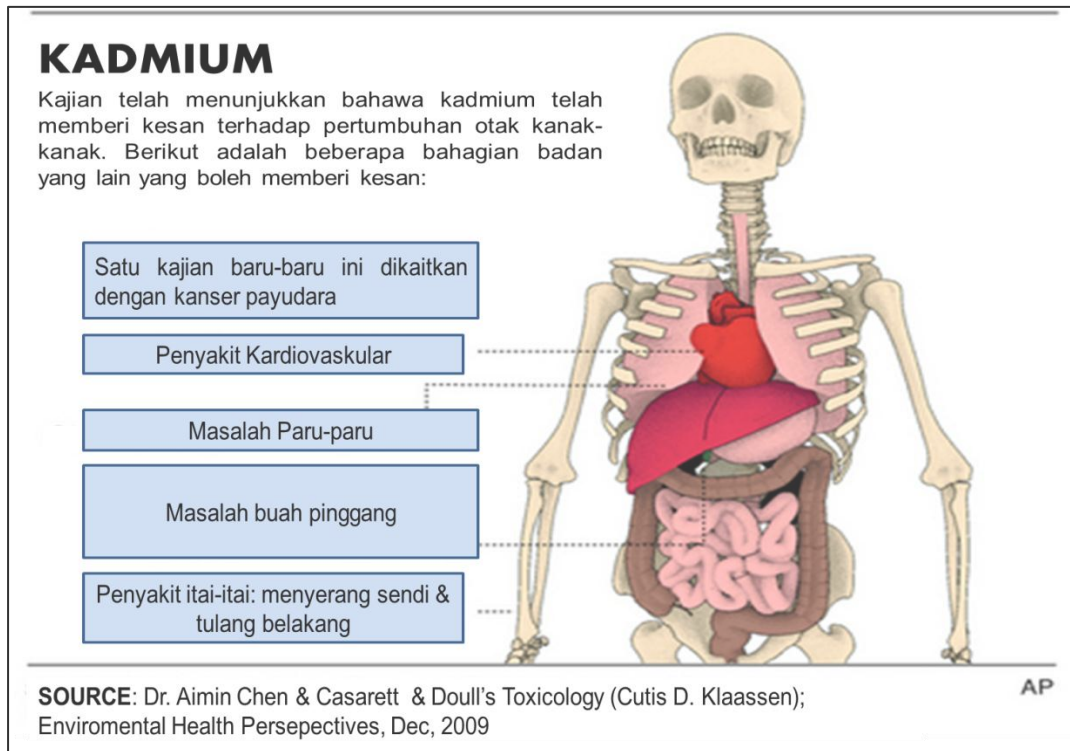
Berdasarkan laporan yang diberikan bahawa kualiti sungai di Malaysia pada 2014 adalah semakin merosot apabila bilangan sungai yang tercemar semakin bertambah iaitu sebanyak 43 batang sungai yang tercemar dan kotor jika dibandingkan tahun 2013 yang hanya 25 batang sungai yang tercemar. Sekiranya



masalah pencemaran air ini tidak di bendung dari sekarang, ini akan menimbulkan lebih banyak masalah terhadap kehidupan di dunia ini termasuklah manusia itu sendiri pada masa kini dan akan datang. Manusia boleh mendapat penyakit atau masalah kesihatan yang teruk sekiranya meminum atau menggunakan air yang tercemar ini yang mengandungi bakteria, virus, parasit dan bahan kimia iaitu logam berat yang berbahaya kepada tubuh badan manusia.

Logam berat adalah merujuk kepada unsur-unsur kimia logam yang secara relatifnya mempunyai ketumpatan yang tinggi. Justeru, pada kepekatan tertentu logam berat tersebut boleh menjadi racun dan sangat bahaya kepada kesihatan manusia. Selain itu, logam berat juga boleh dikategorikan sebagai logam toksik di mana bahan atau sebatian ini boleh memberi kesan yang besar terhadap manusia, hidupan akuatik dan alam sekitar (Aishah et al., 2014). Logam berat seperti plumbum (Pb), kromium (Cr) dan kadmium (Cd) dan unsur separa logam seperti arsenik (As) dan selenium (Se) adalah antara contoh logam berat yang mempunyai peratusan yang tinggi dalam kawasan sungai yang tercemar.

Hal ini menunjukkan bahawa tahap kualiti air di Malaysia sangat merosot. Justeru, pendedahan logam berat ini boleh mengakibatkan perencatan tumbesaran kanak-kanak terbantut, kerosakan buah pinggang dan pada tahap pendedahan logam berat yang tinggi boleh mengakibatkan maut. Rajah 1.1 menunjukkan masalah penyakit yang boleh dihidapi oleh manusia jika meminum air yang mengandungi unsur logam berat yang tinggi terutama kadmium.



Rajah 1.1 Antara masalah kesihatan yang akan dihadapi sekiranya minum air tercemar dengan kadmium di adaptasi dari Kim et. al, 2013

Kadmium merupakan salah satu unsur logam berat yang amat berbahaya pada tubuh badan manusia dan boleh membawa maut apabila sebanyak 100-200 mg kadmium hadir dan berkumpul dalam badan (Lim Boon Tik, 2002). Antara penyakit yang biasa di bawa oleh keracunan kadmium adalah tekanan darah tinggi, kerosakan ginjal, pemusnahan tisu testikular, kanser paru-paru dan payudara dan penyakit itai-itai. Penyakit itai-itai adalah sejenis penyakit yang menyebabkan badan menjadi lemah dan menyerang sendi-sendi dan tulang belakang pesakit (Lim Boon Tik, 2002).

Oleh itu, penggunaan penderia dalam mengesan kualiti atau kandungan logam berat dalam sungai tercemar adalah salah satu cara menyokong misi menyelesaikan masalah pencemaran air ini. Penggunaan penderia kimia adalah sesuai digunakan untuk mengukur tahap kualiti sesuatu kandungan air di Malaysia ini tetapi masih

kurang penggunaannya. Ini adalah kerana penderia kimia yang digunakan terlalu mahal pembuatannya, kurang efektif dalam pengesanan suatu bahan atau unsur logam dalam sungai malah sesetengah penggunaan penderia ini tidak mempunyai sifat kebolehpilihan yang tepat dalam mengesan unsur logam organik dan bukan organik dalam suatu masa yang sama (Makayonke, 2010).

Sebagai contoh kajian yang dijalankan oleh Mohammad Zamir yang mengkaji kepekatan logam berat di dalam sungai dengan menggunakan alat penganalisa kualiti air (*Water Quality Checker*) jenis model Horiba. Horiba terdiri daripada sebuah alat pengukur atau *chamber* yang perlu di rendam ke dalam air yang akan diukur dan perakam. Kelemahan penggunaan Horiba ini tidak dapat memberikan bacaan dengan cepat dan tepat di mana penggunaan penderia ini perlu di ulang beberapa kali sehingga nilai bacaan pada alat Horiba ini stabil (Mohammad Zamir, 2006). Oleh itu, kajian ini lebih tertumpu untuk membangunkan suatu penderia yang murah, efektif dalam pengesanan, boleh bawa ke mana-mana serta menggunakan konsep pakai dan buang untuk pemantauan kualiti air di mana sebelum ini kebanyakan kerja-kerja pengesanan kualiti air menggunakan kaedah konvensional iaitu sampel harus di bawa balik ke makmal untuk uji kaji.

1.3 Kepentingan Kajian

Di Malaysia, penyelidikan dalam bidang pengesanan terutama mengesan ion logam berat terhadap sumber air masih pada tahap kurang memuaskan. Kebanyakan penyelidikan yang dijalankan gagal memberikan keputusan atau hasil kajian yang

bagus. Hal ini berlaku mungkin disebabkan alat pengesan yang tidak efektif dalam mengesan unsur atau kandungan yang terdapat dalam kawasan tercemar. Selain itu, alat pengesan yang digunakan tidak mematuhi ciri-ciri penderia yang bagus. Kebolehpilihan, kepekaan, kebolehulangan dan kestabilan adalah antara ciri-ciri penderia yang penting dalam pembangunan sesuatu alat pengesanan bagi menentukan kualiti air di sungai yang tercemar.

Walaupun pelbagai kaedah telah digunakan seperti kaedah pemendakan, pengekstrakan dan pengasingan (Baysal et al., 2013) dalam misi menyelesaikan masalah pencemaran air ini, namun kaedah ini masih gagal dalam proses pengesanan bahan toksik atau unsur logam dalam sungai dengan efektif. Kaedah penyerapan adalah merupakan salah satu kaedah atau proses yang berpotensi dalam pengesanan unsur logam ini dalam kawasan yang tercemar. Selain itu, proses penyerapan ini merupakan satu proses yang mudah dan murah pemprosesannya tanpa menelan belanja yang banyak.

Kajian dalam pengesanan ion logam berat menggunakan kaliksarina masih kurang diberi perhatian terutama di Malaysia. Kaliksarina merupakan sebatian kimia supramolekul yang berpotensi dalam mengesan ion logam berat seperti kadmium, zink, kuprum dan ferum di mana struktur rongganya berupaya membentuk pengkompleksan dengan tetamunya iaitu ion logam berat. Selain itu, kaliksarina juga berupaya melakukan pengkompleksan intermolekul dengan nanotiub karbon.