

**PENYINGKIRAN AMMONIA, COD, FERUM DAN ZINK DENGAN
MENGUNAKAN KOMBINASI ZEOLIT DAN KARBON TERAKTIF**

Oleh

Terry Solle Sudar

Disertai ini dikemukakan kepada

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat
keperluan untuk ijazah dengan kepujian

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN AWAM)

Pusat Pengajian Kejuruteraan Awam
Universiti Sains Malaysia

ABSTRAK

Larut lesapan merupakan air yang mengalir keluar melepasi sisa pepejal di tapak pelupusan sisa pepejal. Ia mengandungi beberapa komposisi bahan pencemar yang agak tinggi seperti ammonia, klorida, sulfat, ferum, kadmium, zink, plumbum dan nilai BOD serta COD yang agak tinggi. Maka satu kaedah rawatan yang berkesan perlu diperkenalkan untuk memastikan pencemaran air berada pada tahap yang minimum. Kajian ini membincangkan hasil eksperimen tentang penyingkiran ammonia, COD, ferum dan zink dengan menggunakan kombinasi zeolit dan karbon teraktif'. Kajian ini amat penting dilakukan untuk mengkaji bahan-bahan baru yang sesuai untuk menyingkirkan bahan pencemar di dalam larut lesapan. Objektif utama kajian ini adalah untuk mengetahui tahap keberkesanan dan kombinasi terbaik bagi zeolit dan karbon teraktif dalam proses rawatan larut lesapan di samping menentukan saiz dan kuantiti optimum bagi kombinasi kedua-dua bahan tersebut untuk mencapai tahap keberkesanan yang paling tinggi berdasarkan penghasilan isotherm penjerapan Freundlinch dan Langmuir. Seterusnya menentukan peratus penyingkiran COD, ammonia, ferum dan zink yang mana di perolehi, kombinasi 0.3g zeolit dan 0.1g karbon teraktif adalah kombinasi terbaik untuk menyingkirkan ammonia, COD dan zink iaitu masing-masing sebanyak 60%, 57% dan 55%. Manakala kombinasi 0.1g zeolit dan 0.3g karbon teraktif adalah kombinasi terbaik untuk menyingkirkan ferum iaitu sebanyak 70%. Hasil daripada kajian ini boleh digunakan untuk rawatan yang lebih komersial pada masa akan datang kerana ia mampu untuk menjimatkan kos serta lebih efisien.

ABSTRACT

Leachate is the waste water that discharged through the solid waste of the landfill. The leachates have a high composition of pollutants such as ammonium, chloride, sulphate, ferrum, cadmium, zinc, lead and also the high level of BOD and COD. Thus, the effective treatment procedure is being introduced to ensure the minimum effect of water pollution. This research discusses the results of removal of ammonium, COD, iron and zinc by using the combination of zeolite and activated carbon as the removal. The research is important to identify the suitable substances for pollutant removal of leachate. The main objective of this research is to obtain the level of effectiveness and the best combination for zeolite and activated carbon in the leachate treatment process. Meanwhile, this research also use to identify the size and the optimum quantity of both combination of these two substances in order to achieve the high level of effectiveness by referred to the producing adsorption isotherm of Freundlinch and Langmuir. Beside that, the result also showed the percentage of removal for COD, ammonium, ferum and zinc which is the combination of 0.3g zeolite and 0.1g activated carbon are the best combination to remove ammonia, COD and zinc with 60%, 57% and 55% of total percentage respectively. While the combination of 0.1g zeolite and 0.3g activated carbon is the best combination to remove iron with 70% of total percentage. The outcomes of this research are suitable for more commercial way of leachate treatment in the future because of it efficiency and the reduction of costs.

PENGHARGAAN

Saya ingin mengambil kesempatan ini untuk mengucapkan rasa syukur saya kepada Tuhan kerana atas berkat limpah dan kurniaNya, saya telah berjaya menyiapkan Projek Tahun Akhir ini. Walaupun terdapat banyak rintangan dan dugaan semasa dalam proses mendapatkan data dan menyiapkan laporan Projek Tahun Akhir ini, namun akhirnya saya dapat juga menyiapkannya dengan sebaik yang mungkin.

Terlebih dahulu, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya, Prof. Madya Dr. Faridah Ashaari kerana sudi meluangkan masa dan memberi bimbingan serta tunjuk ajar kepada saya berkenaan dengan Projek Tahun Akhir saya ini. Tanpa dorongan, semangat dan bantuan daripada beliau, saya mungkin tidak dapat menyiapkan laporan Projek Tahun Akhir ini. Jutaan terima kasih sekali lagi saya ucapkan.

Saya juga ingin merakamkan setinggi-tinggi ucapan terima kasih kepada semua juruteknik di makmal persekitaran kerana telah banyak memberikan tunjuk ajar berkaitan dengan langkah-langkah menjalankan eksperimen serta penggunaan alat-alat di makmal persekitaran dari peringkat awal hinggalah ke peringkat akhir eksperimen. Tanpa bantuan mereka saya mungkin akan melakukan banyak kesilapan semasa eksperimen.

Akhir kata, saya juga ingin mengucapkan setinggi penghargaan kepada kedua ibu bapa saya yang banyak mengambil berat tentang saya, bakal tunang saya yang banyak memberikan kata-kata peransang serta rakan-rakan seperjuangan saya yang banyak memberikan nasihat kepada saya. Jasa kalian semua akan tetap saya kenang sehingga ke akhir hayat.

KANDUNGAN

Kandungan	Muka	
Surat		
ABSTRAK	ii	
ABSTRACT	iii	
PENGHARGAAN	iv	
KANDUNGAN	v	
SENARAI JADUAL	ix	
SENARAI RAJAH	xi	
SENARAI PLAT	xv	
BAB 1	PENGENALAN	
1.1	Latar Belakang Kajian	1
1.2	Objektif Kajian	3
1.3	Skop Kajian	3
1.4	Kepentingan Kajian	4
BAB 2	PENCEMARAN AIR YANG DISEBABKAN OLEH KEHADIRAN LARUT LESAPAN	
2.1	Pengenalan	5
2.2	Larut Lesapan	5
2.3	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualiti Larut Lesapan	7
2.3.1	Suhu Ambien	7
2.3.2	Masa	7
2.3.3	Variasi Komposisi Pepejal	7
2.3.4	Kelembapan	8
2.3.5	Oksigen	8
2.4	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kuantiti Penghasilan Larut Lesapan	8
2.4.1	Kadar Hujan	8
2.4.2	Topografi	8

2.4.3 Bahan Penutup Akhir	9
2.4.4 Penutup Tumbuhan	9
2.4.5 Jenis Sisa Pepejal	9
2.5 Kesan Pencemaran Larut Lesapan Ke Atas Alam Sekitar	10
2.5.1 BOD	10
2.5.2 COD	11
2.5.3 Ammonia	11
2.5.3.1 Kesan Ke Atas Manusia	11
2.5.3.2 Kesan Ke Atas Hidupan Akuatik	12
2.5.4 Sisa Logam Berat	12
2.6 Kaedah-Kaedah Merawat Larut Lespan	13
2.6.1 Rawatan Biologi	14
2.6.1.1 Rawatan Aerobik	14
2.6.1.2 Rawatan Anaerobik	15
2.6.2 Rawatan Fizikal Dan Kimia	15
2.6.2.1 Penapisan Butiran	15
2.6.2.2 Penjerapan Karbon	16
2.6.2.3 Penjerapan Oleh Zeolit	16
2.6.3 Kitar Semula	16
2.6.4 Rawatan Di Luar Tapak	16
2.7 Penjerapan Menggunakan Zeolit dan Karbon Teraktif	17
2.7.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penjerapan	17
2.7.1.1 Ciri-Ciri Media Penjerap	18
2.7.1.2 Saiz Molekul Bahan Pencemar	18
2.7.1.3 Kebolehlarutan Bahan Pencemar	19
2.7.1.4 Kadar Penggoncangan	19
2.7.1.5 Nilai pH	19
2.7.1.6 Suhu	19
2.7.2 Definisi Zeolit	20
2.7.3 Definisi Karbon Teraktif	21
2.7.4 Proses Pertukaran Ion	22
2.7.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertukaran Ion	22

	2.7.5.1 Nilai pH	23
	2.7.5.2 Suhu	23
	2.7.5.3 Penjanaan	23
	2.7.5.4 Kehadiran Kation Lain Dan Kepekatan Larut Lesapan	24
BAB 3	METODOLOGI	25
	3.1 Pengenalan	26
	3.2 Ujian Penentuan COD	26
	3.3 Ujian Penentuan Logam	27
	3.4 Ujian Penentuan Ammonia	29
	3.5 Pemilihan dan Penyediaan Zeolit	30
	3.6 Batch Studies	31
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
	4.1 Pengenalan	36
	4.2 Keputusan Penjerapan Menggunakan Zeolit Dan Karbon Teraktif Untuk Ammonia	37
	4.3 Keputusan Penjerapan Menggunakan Zeolit Dan Karbon Teraktif Untuk COD	38
	4.4 Keputusan Penjerapan Menggunakan Zeolit Dan Karbon Teraktif Untuk Ferum	39
	4.5 Keputusan Penjerapan Menggunakan Zeolit Dan Karbon Teraktif Untuk Zink	40
	4.6 Analisis Keputusan Berdasarkan Perbezaan Kepekatan Awal Dan Akhir	41
	4.7 Perbincangan	44
	4.8 Analisis Keputusan Berdasarkan Persamaan Freundlinch	46
	4.9 Analisis Keputusan Berdasarkan Persamaan Langmuir	62
	4.10 Perbandingan Antara Persamaan Freundlinch Dan Persamaan Langmuir	76

BAB 5 KESIMPULAN	78
5.1 Kesimpulan	78
RUJUKAN	80

SENARAI JADUAL

	Muka Surat
Jadual 2.1	Komposisi Larut Resapan dari Sisa Pepejal 6
Jadual 2.2	Ciri-ciri kimia zeolit 21
Jadual 4.1	Bacaan kepekatan ion ammonium yang diperolehi bagi setiap kombinasi jisim zeolit dan karbon teraktif yang berbeza pada setiap 10 minit 36
Jadual 4.2	Bacaan kepekatan COD yang diperolehi bagi setiap kombinasi jisim zeolit dan karbon teraktif yang berbeza pada setiap 10 minit 37
Jadual 4.3	Bacaan kepekatan ion ferum yang diperolehi bagi setiap kombinasi jisim zeolit dan karbon teraktif yang berbeza pada setiap 10 minit 38
Jadual 4.4	Bacaan kepekatan ion zink yang diperolehi bagi setiap kombinasi jisim zeolit dan karbon teraktif yang berbeza pada setiap 10 minit 39
Jadual 4.5	Parameter Freundlinch yang diperolehi melalui persamaan Freundlinch (ammonia) 59
Jadual 4.6	Parameter Freundlinch yang diperolehi melalui persamaan Freundlinch (COD) 59
Jadual 4.7	Parameter Freundlinch yang diperolehi melalui persamaan Freundlinch (ferum) 60
Jadual 4.8	Parameter Freundlinch yang diperolehi melalui persamaan Freundlinch (zink) 60

Jadual 4.9	Formula empirik Freundlinch bagi Ammonia dan COD	61
Jadual 4.10	Formula empirik Freundlinch bagi Ferum dan Zink	61
Jadual 4.11	Parameter Langmuir yang diperolehi melalui persamaan Langmuir (Ammonia)	73
Jadual 4.12	Parameter Langmuir yang diperolehi melalui persamaan Langmuir (COD)	73
Jadual 4.13	Parameter Langmuir yang diperolehi melalui persamaan Langmuir (Ferum)	74
Jadual 4.14	Parameter Langmuir yang diperolehi melalui persamaan Langmuir (Zink)	74
Jadual 4.15	Formula empirik Langmuir bagi Ammonia dan COD	75
Jadual 4.16	Formula empirik Langmuir bagi Ferum dan Zink	75

SENARAI RAJAH

		Muka Surat
Rajah 4.1	Carta alir kajian yang dijalankan	35
Rajah 4.2	Graf kuantiti ammonia yang disingkirkan (Q, g/g) melawan masa goncangan (t, minit)	41
Rajah 4.3	Graf kuantiti COD yang disingkirkan (Q, g/g) melawan masa goncangan (t, minit)	41
Rajah 4.4	Graf kuantiti ferum yang disingkirkan (Q, mg/g) melawan masa goncangan (t, minit)	42
Rajah 4.5	Graf kuantiti zink yang disingkirkan (Q, mg/g) melawan masa goncangan (t, minit)	42
Rajah 4.6	Isoterm penjerapan Freundlich bagi penyingkiran ammonia menggunakan kombinasi A	46
Rajah 4.7	Isoterm penjerapan Freundlich bagi penyingkiran ammonia menggunakan kombinasi B	46
Rajah 4.8	Isoterm penjerapan Freundlich bagi penyingkiran ammonia menggunakan kombinasi C	47
Rajah 4.9	Isoterm penjerapan Freundlich bagi penyingkiran ammonia menggunakan kombinasi D	47
Rajah 4.10	Isoterm penjerapan Freundlich bagi penyingkiran ammonia menggunakan kombinasi E	48
Rajah 4.11	Isoterm penjerapan Freundlich bagi penyingkiran COD menggunakan kombinasi A	48

Rajah 4.12	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi penyingkiran COD menggunakan kombinasi B	49
Rajah 4.13	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi penyingkiran COD menggunakan kombinasi C	49
Rajah 4.14	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi penyingkiran COD menggunakan kombinasi D	50
Rajah 4.15	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi penyingkiran COD menggunakan kombinasi E	50
Rajah 4.16	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi penyingkiran ferum menggunakan kombinasi A	51
Rajah 4.17	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi menyingkirkan ferum menggunakan kombinasi B	52
Rajah 4.18	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi menyingkirkan ferum menggunakan kombinasi C	53
Rajah 4.19	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi menyingkirkan ferum menggunakan kombinasi D	54
Rajah 4.20	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi menyingkirkan ferum menggunakan kombinasi E	55
Rajah 4.21	Isoterm penyingkiran Freundlinch bagi menyingkirkan zink menggunakan kombinasi A	56
Rajah 4.22	Isoterm penyingkiran Freundlinch bagi menyingkirkan zink menggunakan kombinasi B	56
Rajah 4.23	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi penyingkiran zink menggunakan kombinasi C	57

Rajah 4.24	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi penyingkiran zink menggunakan kombinasi D	57
Rajah 4.25	Isoterm penjerapan Freundlinch bagi penyingkiran zink menggunakan kombinasi E	58
Rajah 4.26	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran ammonia menggunakan kombinasi A	63
Rajah 4.27	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran ammonia menggunakan kombinasi B	63
Rajah 4.28	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran ammonia menggunakan kombinasi C	64
Rajah 4.29	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran ammonia menggunakan kombinasi D	64
Rajah 4.30	Isoterm penyingkiran Langmuir bagi penyingkiran ammonia menggunakan kombinasi E	65
Rajah 4.31	Isoterm penyingkiran Langmuir bagi penyingkiran COD menggunakan kombinasi A	65
Rajah 4.32	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran COD menggunakan kombinasi B	66
Rajah 4.33	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran COD menggunakan kombinasi C	66
Rajah 4.34	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran COD menggunakan kombinasi D	67
Rajah 4.35	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran COD menggunakan kombinasi E	67

Rajah 4.36	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran ferum menggunakan kombinasi A	68
Rajah 4.37	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran ferum menggunakan kombinasi B	68
Rajah 4.38	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran ferum menggunakan kombinasi C	69
Rajah 4.39	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran ferum menggunakan kombinasi D	69
Rajah 4.40	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran ferum menggunakan kombinasi E	70
Rajah 4.41	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran zink menggunakan kombinasi A	70
Rajah 4.42	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran zink menggunakan kombinasi B	71
Rajah 4.43	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran zink menggunakan kombinasi C	71
Rajah 4.44	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran zink menggunakan kombinasi D	72
Rajah 4.45	Isoterm penjerapan Langmuir bagi penyingkiran zink menggunakan kombinasi E	72

SENARAI PLAT

		Muka Surat
Plat 3.1	Zeolit yang telah dipecah-pecahkan dan diayak	33
Plat 3.2	<i>Desicator</i> yang terdapat di dalam makmal	33
Plat 3.3	<i>Orbital Shaker</i> yang digunakan bagi menggoncang kelalang-kelalang	34
Plat 3.4	<i>DR 2000</i> yang digunakan bagi menguji kandungan ammonia dan COD	34
Plat 3.5	<i>Nessler Reagent</i> , <i>Mineral Stabilizer</i> dan <i>Polyvinyl Alcohol</i> <i>Dispersing Agent</i> yang diperlukan dalam menentukan kepekatan Ammonia menggunakan <i>DR2000</i>	35

BAB 1

PENGENALAN

1.1 LATAR BELAKANG KAJIAN

Air merupakan salah satu daripada unsur penting yang terdapat di bumi yang mana ianya meliputi hampir 70 % daripada keseluruhan muka bumi. Air juga merupakan salah satu keperluan asas yang kepada semua hidupan di muka bumi termasuk manusia. Oleh itu, air yang bersih dan terjamin keselamatannya amat diperlukan dalam kehidupan seharian kita dan ini merupakan prasyarat kepada pembangunan sejagat pada hari ini. Sumber air yang terdapat di negara kita termasuklah daripada sungai, tasik dan laut harus dipastikan berada pada tahap yang selamat untuk digunakan bagi memastikan tidak wujud berbagai-bagai masalah kesihatan pada masa akan datang.

Sungguhpun begitu, jika kita melihat dunia kita pada hari ini, terutama sekali di negara kita, bermacam-macam pencemaran yang telah dilakukan ke atas sumber air kita terutama sekali sungai dan laut. Ini tidak dapat dielakkan kerana dalam usaha kerajaan untuk membawa negara ke arah kemajuan dan pembangunan sejajar dengan wawasan 2020, kita terpaksa melakukan berbagai-bagai jenis pencemaran terhadap sumber air yang kita ada. Pencemaran air yang berlaku ini adalah berpunca daripada sektor perindustrian, sektor pertanian dan penternakan, sektor pembinaan dan berbagai-bagai lagi kegiatan manusia yang lain. Disebabkan ini, pelbagai kajian dan penyelidikan telah dijalankan bagi mengawal pencemaran yang berlaku serta mengenal pasti kaedah dan proses rawatan yang paling sesuai, efektif dan ekonomik agar air yang dibekalkan kepada pengguna terjamin kebersihan dan kualitinya. Dalam

kajian ini, saya lebih menumpukan kepada kaedah rawatan bagi larut lesapan, yang terhasil daripada sisa pepejal di tapak pelupusan sisa pepejal. Tahap pencemaran air dapat ditentukan berdasarkan kepada nilai-nilai parameter penunjuk pencemaran yang terdiri daripada pH, ion logam seperti ferum, kalsium, zink dan plumbum, BOD, COD, bendasing dan ammonia yang mana nilai-nilai ini akan dirujuk dan dibandingkan dengan nilai standard yang telah ditetapkan iaitu Standard A dan Standard B. Tetapi dalam kajian ini, saya hanya akan menggunakan Standard A. Jika nilai parameter bagi sampel air yang diuji tersebut tidak memenuhi nilai standard yang telah ditetapkan bermakna air tersebut telah tercemar dan memerlukan proses rawatan yang sesuai. Dalam kajian ini, saya hanya akan mempertimbangkan beberapa parameter penting iaitu COD, ammonia, ferum, dan zink.

Oleh itu, dalam kajian ini zeolit dan karbon teraktif telah dipilih sebagai bahan yang sesuai untuk dibuat kajian dan berpotensi untuk dimajukan. Ini disebabkan sifat-sifat fizikalnya yang sesuai untuk dijadikan sebagai bahan penjerap bagi menyingkirkan ammonia, COD, ferum dan zink disebabkan ianya lebih efektif dan ekonomik. Oleh itu pada masa hadapan, kaedah ini boleh dikomersialkan untuk merawat larut lesapan dengan peratus penyingkiran yang lebih tinggi tetapi menggunakan kos yang lebih rendah dan seterusnya dapat mengurangkan dan mencegah pencemaran air permukaan dan bawah tanah serta alam sekitar.

1.2 OBJEKTIF KAJIAN

Tujuan utama kajian ini adalah untuk mengetahui tahap keberkesanan zeolit dan karbon teraktif dalam proses rawatan air di samping menentukan masa tahanan, saiz dan kuantiti optimum bagi kedua-dua bahan tersebut untuk mencapai tahap keberkesanan yang paling tinggi. Ini disebabkan sumber air yang diperolehi oleh loji rawatan air datangnya daripada sumber air seperti sungai dan tasik yang mana kebanyakannya telah pun tercemar disebabkan oleh agen-agen pencemar seperti bendasing, ion-ion logam dan ammonia. Di samping itu, kajian ini juga bertujuan untuk mencari nisbah yang paling sesuai bagi penggunaan kedua-dua bahan ini untuk mencapai tahap yang paling optimum dalam proses penyingkiran bahan pencemar iaitu dengan berdasarkan persamaan Freundlich dan Langmuir.

1.3 SKOP KAJIAN

1. Kajian ini melibatkan penggunaan dua jenis bahan yang berbeza iaitu zeolit semulajadi dan juga karbon teraktif dengan menggunakan kaedah batch study.
2. Kajian ini juga melibatkan pengenalpastian saiz, kuantiti dan kombinasi zeolit dan karbon teraktif yang terbaik untuk menyingkirkan ammonia, COD, ferum dan zink.
3. Seterusnya melalui kajian ini, isotherm penjerapan Freundlich dan Langmuir bagi kedua-dua jenis bahan dapat dihasilkan untuk mengetahui kadar keberkesanan bagi kedua-dua jenis bahan ini.
4. Seterusnya berdasarkan isotherm penjerapan Freundlich dan Langmuir yang dihasilkan, peratus penyingkiran dan kombinasi zeolit serta karbon teraktif dapat ditentukan untuk menyingkirkan ammonia, COD, ferum dan zink.

1.4 KEPENTINGAN KAJIAN

Kajian ini penting kepada pihak operator loji dan tapak pelupusan sampah kerana melalui projek ini mereka dapat mengetahui dengan lebih lanjut berkenaan penggunaan zeolit dan karbon teraktif dalam proses penyingkiran ammonia, COD, dan sisa-sisa logam seperti ferum, dan zink. Melalui proses penyingkiran ini, pihak operator loji dapat memastikan efluen akhir yang dialirkan ke persekitaran mematuhi standard dan piawaian yang telah ditetapkan dalam Standard A. Ini penting bagi mengelakkan masalah pencemaran air permukaan dan bawah tanah bagi memastikan sumber air selamat digunakan tanpa membahayakan para pengguna serta dapat mengelakkan pencemaran kepada alam sekitar amnya.

BAB 2

PENCEMARAN AIR YANG DISEBABKAN OLEH KEHADIRAN

LARUT LESAPAN

2.1 PENGENALAN

Larut lesapan terhasil daripada sumber sisa pepejal di tapak pelupusan sisa pepejal. Manakala sisa pepejal atau lebih dikenali sebagai sampah sarap ini bolehlah didefinisikan sebagai sebarang bahan pejal iaitu tidak bersifat cecair dan dibuang oleh masyarakat kerana tidak berguna lagi. Suatu masa dahulu, pembuangan sampah sarap dianggap remeh sahaja tetapi kini ia merupakan satu masalah besar yang dihadapi pihak majlis perbandaran untuk menghapuskan / melenyapkan sisa pepejal untuk jangka masa yang panjang. Ini disebabkan kadar penghasilan sisa pepejal yang semakin meningkat dan tanah yang diperuntukkan untuk dijadikan tapak pelupusan sampah pula semakin terhad kerana sisa pepejal ini mengambil masa yang agak panjang untuk dilupuskan. Situasi ini akan menyebabkan penghasilan larut lesapan juga turut meningkat. Oleh itu, kaedah rawatan yang cepat, efektif dan ekonomik amat diperlukan untuk merawat larut lesapan ini supaya ia mematuhi Standard A sebelum ianya dilepaskan ke sungai atau sebarang jasad air.

2.2 LARUT LESAPAN

Menurut glosari Alam Sekitar (1995), larut lesapan merupakan air yang mengalir keluar melepasi sisa pepejal di tapak pelupusan sisa pepejal. Larut lesapan merupakan cecair tercemar yang mengandungi berbagai jenis bahan organik dan inorganik serta pepejal terlarut dan koloid serta berpotensi untuk mencemarkan air permukaan dan

bawah tanah. Jadual 2.1 di bawah menunjukkan komposisi larut lesapan dari sisa pepejal.

Jadual 2.1 : Komposisi Larut Lesapan dari Sisa Pepejal

Parameter	Julat Sisa Pepejal Domestik	Permatang Pauh (Malaysia) (Domestik & Industri)	Permatang Pauh (Maaysia) (Domestik)	Pitsey (U.K) (Domestik & Industri)
pH	5.8 – 7.5	7.6 – 8.2	7.2 – 7.5	6.9 – 80
COD (mg/L)	100 – 62,400	950 - 2800	4,000 – 20,000	-
BOD (mg/L)	2 – 38,000	91 - 217	1,500 – 8,500	-
Ammonia(mg/L)	5 – 1,000	-	-	90 – 1,700
Klorida (mg/L)	100 – 3,000	1,950 – 4,000	2,900 – 3,900	400 – 1,300
Sulfat (mg/L)	60 - 460	-	-	150 – 1,100
Ferum (mg/L)	0.1 – 2,050	4.49	3.5	0.6 – 1,000
Kalsium (mg/L)	1.0 - 165	67.7	472	-
Nikel (mg/L)	0.05 – 1.70	0.42	0.38	0.5
Kadmium(mg/L)	0.005 – 0.01	0.009	0.023	-
Zink (mg/L)	0.05 – 130	0.58	0.64	1.0 – 10
Plumbum(mg/L)	0.05 – 0.60	Tidak dapat dikesan	Tidak dapat dikesan	0.5
Kromium(mg/L)	0.05 – 1.0	Tidak dapat dikesan	Tidak dapat dikesan	0.5
Magnesium (mg/L)	10 - 480	2.15	2.21	-

Dapat diperhatikan daripada jadual di atas yang julat komposisi larut resapan untuk setiap parameter adalah besar. Ini adalah kerana komposisinya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, masa, komposisi sisa pepejal, kelembapan dan oksigen.

2.3 FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KUALITI LARUT LESAPAN

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kualiti larut lesapan yang terjana, di antaranya ialah seperti suhu ambien, masa, komposisi sisa pepejal, kelembapan dan oksigen.

2.3.1 Suhu ambien

Suhu persekitaran tapak banyak mempengaruhi kualiti larut lesapan yang terjana. Ini disebabkan parameter suhu sangat mempengaruhi pertumbuhan bakteria dan tindak balas yang merupakan elemen yang menentukan kualiti larut resapan.

2.3.2 Masa

Kualiti larut lesapan berubah dengan masa. Secara amnya, kualiti keseluruhan larut lesapan yang terjana pada tahun pertama adalah lebih 'lemah' berbanding dengan larut lesapan yang terjana pada tahun ke-lima. Secara amnya, kualiti larut lesapan mencapai satu nilai optimum selepas beberapa tahun dan kemudiannya akan menurun secara perlahan-lahan.

2.3.3 Variasi komposisi sisa pepejal

Komposisi larut lesapan juga dipengaruhi oleh jenis sisa pepejal yang diletakkan di dalam tapak. Sebagai contoh sekiranya sisa pepejal yang diletakkan di dalam tapak mengandungi banyak sisa-sisa logam maka komposisi logam di larut lesapan juga akan meningkat.

2.3.4 Kelembapan

Air memainkan peranan yang penting dalam mengeluarkan unsur kimia dari sisa pepejal. Maka kualiti larut lesapan di kawasan yang basah dijangka berlainan dengan yang terjana di kawasan yang kering untuk sisa yang serupa.

2.3.5 Oksigen

Sebatian kimia yang terhasil akibat pereputan sisa secara aerobik adalah berlainan dengan yang terhasil akibat pereputan anaerobik. Di tapak pelupusan sampah, pereputan secara anaerobik akan berlaku akibat penutupan sisa pepejal yang kerap dengan tanah ataupun sisa yang baru. Bekalan oksigen akan mula kehabisan sebaik sahaja penutupan ini berlaku.

2.4 FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KUANTITI

PENGHASILAN LARUT LESAPAN

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kuantiti penghasilan larut lesapan iaitu seperti berikut :

2.4.1 Kadar Hujan

Cuaca di tapak banyak mempengaruhi kadar penghasilan larut lesapan. Jika faktor-faktor yang lain dianggap malar, tapak yang berada di kawasan yang mempunyai kadar hujan yang tinggi akan menghasilkan larut lesapan yang lebih banyak.

2.4.2 Topografi

Topografi akan mempengaruhi corak air larian tapak dan jumlah air yang memasuki dan meninggalkan tapak. Tapak pelupusan perlulah direkabentuk bagi menghadkan

penghasilan larut lesapan dari tapak dengan mengalihkan air larian dari tapak. Tapak juga perlu ditutup dengan penutup yang mengurangkan penyusupan air hujan dalam tapak.

2.4.3 Bahan Penutup Akhir

Jenis tanah di tapak memberi kesan terhadap jumlah air yang akan menelus ke dalam tanah dan melepasi dasar tanah di tapak. Dengan bertambahnya sifat kebolehtelapan tanah penutup, maka bertambahlah juga kadar penghasilan larut lesapan.

2.4.4 Penutup Tumbuhan

Penutup tumbuhan terakhir memainkan peranan penting dalam kawalan penghasilan larut lesapan. Fungsi utamanya adalah untuk menghadkan penyusupan dengan memintas hujanan secara langsung, dan dengan itu meningkatkan penyejatan dari permukaan. Ia juga merendahkan penelusan melalui bahan penutup dengan menyerap lembapan tanah dan membalikkannya ke atmosfera secara transpirasi. Suatu tapak yang tidak mempunyai penutup tumbuhan yang sempurna akan mengalami hakisan yang menyebabkan pembentukan gegeluk melalui tanah penutup. Ini akan membenarkan hujanan mengalir terus ke dalam sisa.

2.4.5 Jenis Sisa Pepejal

Walaupun larut lesapan biasanya dihasilkan oleh penelusan air melalui lapisan sisa pepejal dalam tapak, ia juga dihasilkan dari air yang dilepaskan oleh sisa berkandungan air yang tinggi. Penerimaan sisa berkandungan air atau cecair tidak digalakkan kecuali rancangan pengurusan spesifik telah dimasukkan dalam rekabentuk dan operasi tapak. Sisa pepejal yang kering boleh mengurangkan

penghasilan larut lesapan dengan menyerap air penelusan sehingga ia mencapai kapasitas lembapannya.

2.5 KESAN PENCEMARAN LARUT LESAPAN KE ATAS ALAM SEKITAR

Kesan pencemaran larut lesapan terhadap alam sekitar adalah berkait rapat dengan komposisi yang terdapat di dalam larut lesapan itu sendiri. Berdasarkan Jadual 2.1, dapat diperhatikan bahawa komposisi larut lesapan mengandungi kandungan BOD, COD, ammonia, sulfat, klorida dan sisa logam berat (ferum, kadmium, plumbum, dan kromium) yang agak tinggi. Setiap komposisi ini mengandungi kesannya yang tersendiri terhadap alam sekitar.

2.5.1 BOD

BOD merupakan kuantiti oksigen yang diperlukan oleh bakteria untuk mengoksidakan bahan organik biorosot di dalam keadaan berudara. Ujian BOD melibatkan penyukatan oksigen yang digunakan oleh mikorganisma, terutama bakteria untuk mereputkan bahan organik yang terdapat di dalam sesuatu sampel. BOD merupakan parameter yang sangat penting dalam menentukan tahap pencemaran sesuatu sumber air. Dengan menggunakan parameter ini, kita boleh mengetahui jumlah bahan organik yang hadir dalam sesuatu sampel air. Oleh itu, sekiranya nilai BOD di sesuatu kawasan sungai adalah tinggi maka ini menunjukkan bahawa sungai tersebut mengalami pencemaran yang tinggi. Nilai BOD yang tinggi akan menyebabkan air sungai kekurangan oksigen dan ini akan menyebabkan ekosistem hidupan akuatik terganggu.

2.5.2 COD

COD merupakan kuantiti oksigen yang diperlukan oleh agen pengoksida untuk pengoksidaan semua bahan organik menjadi karbon dioksida, air dan ammonia. Ujian ini mengandaikan semua bahan organik dapat dioksidakan dengan penggunaan agen pengoksidaan yang kuat seperti kalium permanganat di dalam keadaan berasid. Oleh sebab itu, nilai COD biasanya lebih tinggi berbanding nilai BOD. Ia biasanya digunakan untuk menentukan kandungan organik yang sukar untuk reput secara biologi. COD yang tinggi akan menyebabkan ketidakseimbangan terhadap ekosistem hidupan akuatik dan boleh membahayakan keselamatan pengguna.

2.5.3 Ammonia

Ammonia merupakan sejenis gas yang wujud di atmosfera bukan secara semulajadi tetapi akibat daripada aktiviti manusia. Ammonia bersifat boleh larut di dalam air dan akan menghasilkan ion ammonium, yang mana ion ini akan mengakibatkan pencemaran ke atas sumber air seperti sungai, laut, tasik, air sisa dan air bawah tanah.

2.5.3.1 Kesan ke atas manusia

Kehadiran ammonia yang terlalu tinggi di dalam bekalan air mentah akan menjejaskan kesihatan manusia. Mengikut peraturan Garis Panduan Kebangsaan Mutu Air Minuman yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesihatan, kandungan ammonia di dalam air minuman tidak boleh melebihi 0.5 bahagian per juta (ppm). Manakala bagi air mentah atau air yang belum dirawat, kandungan ammonia tidak boleh melebihi 0.5 ppm kerana bahan ini boleh menjadi racun jika melampaui paras 220 ppm untuk 1 kg berat badan manusia. Kebiasaannya ammonia yang ditelan bersama makanan atau minuman akan meresap ke seluruh badan manusia dalam

tempoh beberapa minit sahaja mengikut pengaliran darah. Jika seseorang itu terdedah kepada ammonia pada paras yang melebihi paras normal (0.5 ppm), ia boleh terkumpul di dalam badan dan menjadi toksin.

2.5.3.2 Kesan ke atas hidupan akuatik

Kehadiran ammonia di dalam air contohnya sungai, laut dan tasik boleh menjadi sumber nutrien kepada pertumbuhan alga dan fungi. Jika kehadiran ammonia berada pada paras yang tinggi di dalam air, ia akan menggalakkan pertumbuhan alga dan fungi yang terlalu banyak akan menyebabkan tumbuhan akuatik seperti plankton menjadi berkurangan. Ini kerana plankton terpaksa bersaing dengan alga dan fungi untuk mendapatkan cahaya matahari dan oksigen untuk melakukan proses fotosintesis. Di samping itu, ammonia juga adalah toksin kepada hidupan akuatik terutamanya ikan sekiranya kandungannya berada pada paras yang tinggi di dalam air. Kepekatan ammonia dalam julat 0.5 ppm sehingga 1 ppm akan menyebabkan keupayaan darah untuk mengangkut oksigen dalam hidupan akuatik seperti ikan akan berkurangan. Jika kepekatan ammonia berada dalam julat 2 ppm sehingga 5 ppm, sistem imun hidupan akuatik akan terganggu dan boleh menyebabkan kematian. Manakala aras kepekatan ammonia dalam 5 ppm atau lebih akan memusnahkan lapisan bendalir hidupan akuatik dan juga menyebabkan kematian. (Coon et al. 1970).

2.5.4 Sisa logam berat

Pada tahun 1970, ahli-ahli sains telah membangkitkan kesedaran tentang masalah pencemaran raksa ke atas tasik, sungai, dan laut. Masalah pembuangan sisa logam berat ini merupakan perkara yang agak serius kerana pencemaran ini melibatkan rantai makanan manusia dan mempunyai kesan jangka panjang ke atas hidupan

akuatik dan juga manusia. Sebagai contoh ialah kes Minamata yang berlaku di Jepun. Kes Minamata yang berlaku pada tahun 1953 di Teluk Minamata, Kyushu, Jepun merupakan akibat pembuangan sisa kilang yang mengandungi raksa dan dikesan enam tahun kemudian. Ini merupakan tragedi pertama yang memberi kesedaran kepada orang ramai tentang kesan pencemaran sisa logam berat. Antara kesannya ialah kematian, kecacatan dan kerencatan otak. Kemasukan raksa ke dalam badan manusia ialah menerusi rantai makanan. Memang telah menjadi kegemaran orang Jepun memakan ikan mentah. Manakala raksa yang berada di dalam air bersama plankton adalah punca makanan ikan. Oleh itu amat mudah bagi raksa memasuki tubuh badan manusia menerusi rantai makanan. Pada tahun 1966, 43 orang telah mati, dan 68 orang mengalami kecacatan yang kekal. Pada tahun 1983, lebih 300 orang telah mati dan lebih kurang 1500 lagi mengakui mengalami penderitaan penyakit akibat raksa dan lebih 6000 orang mendapat kesan sampingan akibat daripada pencemaran itu. (Goldsmith & Hiyyard, 1990).

Berdasarkan contoh di atas, dapatlah dilihat bahawa sisa logam berat seperti merkuri, plumbum, kadmium dan kromium mempunyai kesan yang sangat dahsyat terhadap hidupan akuatik dan manusia sendiri. Ini kerana kesannya yang memakan masa yang agak panjang untuk dipulihkan. Oleh itu wajarlah bagi kita untuk mencari alternatif yang sesuai untuk membuang sisa ini dengan selamat agar ia tidak membahayakan keselamatan hidupan air dan manusia sendiri.

2.6 KAEDAH-KAEDAH MENGOLAH LARUT LESAPAN

Terdapat beberapa kaedah untuk merawat larut lesapan di antaranya adalah seperti kaedah biologi aerobik dan anaerobik, kaedah rawatan fizikal dan kimia, kitar semula,

pengaliran ke dalam loji rawatan kumbahan perbandaran atau kombinasi sebarang kaedah di atas.

2.6.1 Rawatan Biologi

Proses utama dalam rawatan biologi ini adalah penguraian bahan-bahan organik. Bagi larut lesapan yang mempunyai nisbah BOD : COD yang tinggi (>0.4), rawatan biologi merupakan kaedah rawatan yang paling berkesan. Rawatan biologi adalah amat berkesan dalam pengurangan bahan organik biorosot yang digambarkan melalui parameter BOD₅. Di samping pengurangan BOD₅, ia banyak membantu dalam pengurangan pepejal terampai dengan mengendapkannya; NH₃-N dan bukan organik N melalui proses nitrifikasi dan juga pengurangan logam melalui bioserapan dan pemendakan sebagai oksida dan karbonat. Kebanyakan sistem rawatan biologi menggunakan kedua-dua komponen aerobik dan anaerobik sebagai sistem rawatan keseluruhannya.

2.6.1.1 Rawatan Aerobik

Proses-proses rawatan aerobik merangkumi lagun berudara, kemudahan enapcemar teraktif, penyentuh biologi berputar, dan penapis cucur. Kesemua proses-proses aerobik ini mematuhi prinsip yang serupa; mikroorganisma menguraikan jisim organik dengan kehadiran oksigen. Proses-proses ini dibezakan dengan kedudukan mikroorganisma sama ada ia terampai atau pun ia melekat kepada suatu medium. Bagi menetapkan tindakan biologi dalam fasa aerobik, adalah perlu untuk membekalkan kuantiti oksigen yang tinggi, terutamanya bagi merawat larut lesapan yang mempunyai kepekatan organik yang tinggi.

2.6.1.2 Rawatan Anaerobik

Aktiviti biologi anaerobik merupakan proses pemerosotan secara semulajadi yang berlaku di tapak pelupusan. Ia boleh dilanjutkan dengan rawatan anaerobik di dalam satu kemudahan rawatan larut lesapan. Rawatan anaerobik ini adalah amat sesuai untuk larut lesapan yang mempunyai kepekatan BOD₅ yang tinggi. Efluen dari rawatan biologi anaerobik mempunyai nilai COD yang tinggi (1000 – 4000 mg/l) dan nisbah BOD : COD lebih besar daripada 0.3 (Ehrig, 1989). Maka selepas rawatan anaerobik, larut lesapan biasanya dirawat dalam keadaan aerobik sebelum dilepaskan sebagai efluen.

2.6.2 Rawatan fizikal dan kimia

Dengan penstabilan tapak pelupusan, pecahan sebatian organik semakin berkurangan. Maka kesan rawatan biologi semakin berkurangan dengan penstabilan tapak, dan dengan ini kaedah rawatan yang lain diperlukan. Rawatan fizikal dan kimia merupakan alternatif ini kerana ia amat sesuai bagi rawatan larut lesapan ‘tua’. Rawatan jenis ini termasuklah penambahan kimia bagi membantu pemendapan; kogulasi dan pengoksidaan; penjerapan dengan karbon teraktif dan resin penukar ion; dan rawatan melalui teknik penjerapan oleh zeolit.

2.6.2.1 Penapisan butiran

Penapisan butiran mengeluarkan pepejal terampai dan biasanya digunakan sebelum karbon teraktif bagi mengelakkan tersumbatnya butiran karbon oleh pepejal terampai tersebut.

2.6.2.2 Penjerapan karbon

Penggunaan karbon teraktif berbutiran kasar dan serbuk arang sebagai media penapis adalah amat sesuai bagi rawatan larut lesapan yang mengandungi bahan organik yang sukar dibiorosotkan, pelarut, pestisid dan sebagainya. Maka ia bolehlah digunakan untuk mengurangkan nilai COD dalam larut lesapan 'tua' atau untuk mengeluarkan warna dan bahan organik tahan panas yang menyumbang kepada baki COD.

2.6.2.3 Penjerapan oleh zeolit

Penjerapan menggunakan zeolit adalah sesuai untuk larut lesapan yang mengandungi kandungan ammonia yang tinggi.

2.6.3 Kitar semula

Pengitaran semula larut lesapan dicapai dengan mengumpulkan semula larut lesapan di dasar tapak dan mengalirkannya semula ke atas sisa. Kaedah ini dapat mengurangkan kepekatan kimia larut lesapan, mengurangkan isipadu larut lesapan yang mesti dikeluarkan dari tapak untuk rawatan, dan juga meningkatkan stabiliti tapak.

2.6.4 Rawatan di luar tapak

Kaedah rawatan larut lesapan yang banyak digunakan pada masa kini iaitu dengan menyalurkannya ke loji rawatan kumbahan perbandaran. Pada kebiasaannya, kekuatan larut lesapan adalah lebih tinggi berbanding dengan air buangan perbandaran yang biasa (kumbahan). Kajian menunjukkan bebanan 5% sebuah loji rawatan kumbahan dengan larut lesapan tidak akan mengganggu operasinya, tetapi

bebanan yang lebih dari ini mungkin mempunyai risiko dan boleh mengganggu operasi sesuatu loji rawatan.

Dalam kajian ini, saya hanya akan mengkaji keberkesanan teknik rawatan melalui penjerapan menggunakan zeolit dan karbon teraktif iaitu dengan menggabungkan kedua-dua bahan tersebut secara serentak semasa menjerap dan mengkaji keberkesanannya.

2.7 PENJERAPAN MENGGUNAKAN ZEOLIT DAN KARBON TERAKTIF

Penjerapan ialah satu proses perlekatan bahan pencemar di dalam larutan pada suatu permukaan pepejal. Dalam konteks ini, bahan pencemar ialah larut lesapan manakala pepejal yang digunakan ialah zeolit dan karbon teraktif. Penjerapan dapat dikelaskan kepada dua bahagian iaitu penjerapan fizikal dan penjerapan kimia. Penjerapan fizikal adalah bergantung kepada daya tarikan Van Der Waals. Apabila daya tarikan molekul antara bahan pencemar dengan media penjerap adalah lebih tinggi berbanding daya tarikan molekul antara bahan pencemar dan pelarut, maka bahan pencemar tersebut akan menjerap pada permukaan media penjerap. Kajian ini adalah salah satu contoh penjerapan secara fizikal.

2.7.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi penjerapan

Proses penjerapan adalah proses menyingkirkan bahan pencemar di dalam larutan dengan menggunakan media penjerap. Pertukaran yang berlaku antara bahan pencemar di dalam larutan ke media penjerap adalah berterusan sehingga kepekatan bahan pencemar di dalam larutan tersebut menjadi seimbang dan tepu. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi penjerapan. Antaranya ialah ciri-ciri media

penjerap, saiz molekul bahan pencemar, kebolehlarutan bahan pencemar, kadar penggoncangan, nilai pH dan suhu larutan.

2.7.1.1 Ciri-ciri media penjerap

Saiz partikel dan luas permukaan mempengaruhi kadar penjerapan. Semakin kecil saiz media penjerapa maka semakin tinggilah tahap penjerapan. Contohnya, kadar penjerapan oleh karbon yang berbentuk serbuk adalah lebih tinggi berbanding butiran karbon. Ini bermakna lebih kecil saiz partikel yang digunakan maka lebih tinggi kadar penjerapannya. Di samping itu, jumlah penjerapan juga bergantung kepada luas permukaan media penjerap. Semakin besar luas permukaan media penjerap maka semakin tinggilah kapasiti untuk memegang bahan pencemar.

2.7.1.2 Saiz molekul bahan pencemar

Saiz molekul bahan pencemar juga menentukan kadar penjerapan. Ini kerana molekul bahan pencemar ini akan memasuki liang yang terdapat pada permukaan media penjerap. Keadaan ini berlaku disebabkan oleh daya tarikan molekul antara media penjerap dan bahan pencemar menjadi lebih kuat sekiranya saiz molekul bahan pencemar dan saiz liang pada permukaan media penjerap adalah lebih kurang sama (Culp,1971). Oleh itu penjerapan adalah tinggi sekiranya liang pada permukaan media penjerap lebih besar kerana ini akan membolehkan molekul bahan pencemar memasuki liang tersebut dengan lebih mudah.

2.7.1.3 Kebolehlarutan bahan pencemar

Proses penjerapan berlaku apabila molekul bahan pencemar dapat dipisahkan daripada larutan dan seterusnya melekat pada media penjerap. Ini bermakna kebolehlarutan yang tinggi membolehkan penjerapan berlaku dengan mudah.

2.7.1.4 Kadar penggoncangan

Kadar penjerapan adalah bergantung kepada kadar penggoncangan yang dijalankan. Ini bermakna semakin tinggi kadar penggoncangan maka semakin tinggi kadar penjerapan pada satu jangka masa yang sama. Contohnya kadar penggoncangan 350 rpm akan menjerap lebih banyak bahan pencemar berbanding kadar penggoncangan 150 rpm pada satu jangka masa yang sama. Ini kerana ion bahan pencemar seperti ammonium akan dapat memasuki liang media penjerap seperti zeolit dengan lebih dalam sekiranya larutan digoncang dengan lebih kuat. Sebaliknya, jika larutan digoncang dengan agak perlahan, ion ammonium tidak akan dapat memasuki liang zeolit dengan lebih dalam tetapi hanya menutupi permukaan luar zeolit sahaja.

2.7.1.5 Nilai pH

Nilai pH mempengaruhi penjerapan yang berlaku, misalnya asid organik lebih mudah menjerap pada nilai pH yang lebih rendah. Nilai pH ini ditentukan oleh kebolehan ion hidrogen mengion. Kebiasaannya nilai optimum bagi penjerapan ditentukan melalui ujian di makmal.

2.7.1.6 Suhu

Kadar penjerapan semakin tinggi sekiranya suhu larutan semakin tinggi dan akan menurun sekiranya suhu larutan menurun. Walaubagaimanapun, penjerapan

merupakan proses serap haba yang mana darjah penjerapan akan meningkat pada nilai suhu yang rendah.

2.7.2 Definisi zeolit

Zeolit merupakan sejenis mineral yang terdiri dari gabungan 50 jenis mineral. Ia merupakan pasir lembap jenis alumino silikat terhidrat berhablur yang kompleks yang boleh menukarkan satu ion dalam strukturnya kepada yang lain dalam larutan (Mumpton, 1984, Flanigen, 1984 and Gottardi,1978). Struktur fizikal zeolit terdiri daripada laluan-laluan dan liang-liang yang dipenuhi dengan air dan juga kation. Air ini akan tersejat apabila dipanaskan pada suhu 250°C (penyahhidratan) dan kembali kepada bentuk asal pada suhu bilik (penghidratan) (Gottardi, 1978).

Clinoptilolite adalah salah satu contoh zeolit semulajadi yang dapat digunakan bagi menyingkirkan kation seperti logam berat (Ahmad et al., 1998; Ouki and Kavannagh, 1888; Callejas et al., 2001) dan ion ammonium daripada larutan berair (Mercer et al.,1970; Koon and Kaufman, 1975; Jorgensen and Barkacs, 1976; Klieve and Semmens, 1980; Schoeman, 1986).

Oleh itu, clinoptilolite adalah zeolit semulajadi yang sesuai untuk dipilih sebagai salah satu media penjerap untuk menjalankan kajian ini kerana harganya yang lebih murah berbanding media sintetik yang lain dan ia mempunyai ciri-ciri penukar ion yang efektif. Jadual 2.2 di sebelah menyenaraikan ciri-ciri kimia zeolit.

Jadual 2.2: Ciri-ciri kimia zeolit (Sumber:Haralambous A, Maliou E and Malamis M, 1992)

Komponen (%)	Yucel and Culfaz, 1985	Celenil et al., 1994	Sirkecioglu and Senatiar, 1995
SiO ₄	-	67.96	-
SiO ₂	67.6	-	64.99
Al ₂ O ₃	11.3	10.74	9.99
K ₂ O	2.17	3.01	1.95
CaO	3.26	0.74	3.51
Na ₂ O	-	0.81	0.18
MgO	1.18	1.49	1.01
Si	-	15.36	-
Fe ₂ O ₃	0.77	-	3.99
MnO	0.02	-	-
TiO ₂	0.07	-	-
NaO ₂	0.3	-	-
H ₂ O	13.4	-	14.47

2.7.3 Definisi Karbon Teraktif

Karbon teraktif adalah satu lagi bahan penjerap yang sesuai digunakan untuk merawat larut resapan. Karbon teraktif yang biasa digunakan ialah karbon teraktif berbutiran kasar. Kaedah merawat menggunakan karbon teraktif ini telah lama diperkenalkan di Amerika Syarikat dan juga di negara-negara Eropah untuk merawat air yang tercemar disebabkan sisa pepejal, sisa perindustrian dan sisa logam berat. Oleh itu, dalam kajian ini, karbon teraktif berfungsi untuk menarik ion-ion logam yang ingin disingkirkan seperti ion ferum, kadmium dan plumbum dalam proses pertukaran ion.

Manakala zeolit pula lebih berperanan untuk menarik ion ammonium yang terdapat dalam ammonia.

2.7.4 Proses Pertukaran Ion

Pertukaran ion ialah satu proses di mana ion-ion daripada spesis tertentu digantikan dengan bahan penukaran yang tidak terlarut oleh ion-ion daripada spesis yang berlainan di dalam larutan. Ia mungkin dioperasikan sama ada dalam kelompok (batch) atau mod berterusan. Di dalam proses kelompok (batch), resin dikacau dengan air yang merawat dalam satu reaktor sehingga tindak balas adalah kompleks. Resin ini digerakkan oleh pemendapan, kemudian dijanakan dan digunakan semula. Manakala dalam satu proses yang berterusan, bahan penukaran ditempatkan di dasar atau susunan kolum dan air yang dirawat akan mengalir melaluinya. Proses ini melibatkan pertukaran ion antara ion silika atau ion natrium dalam zeolit dengan ion ammonium dalam ammonia dan juga pertukaran ion karbon dalam karbon teraktif dengan ion logam berat yang ingin disingkirkan yang terdapat dalam larut lesapan. Penjanaan semula ialah proses yang menyingkirkan ion ammonium dan ion logam berat yang kumulatif daripada media penukaran ion agar media tersebut boleh digunakan semula.

2.7.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertukaran ion

Ammonia dan logam berat dapat hadir dalam keadaan berion atau tanpa ion dan ini bergantung kepada nilai pH, suhu, penjanaan dan kehadiran ion lain. Antara kedua-dua keadaan ini, hanya ammonia dan logam berat dalam keadaan berion sahaja yang dapat disingkirkan melalui pertukaran ion.

2.7.5.1 Nilai pH

Kadar pertukaran ion akan mencapai tahap optimum apabila larutan mencapai nilai pH 7 atau pun kurang daripada 7. Apabila nilai pH larutan meningkat dan melebihi 7 maka keseimbangan telah pun berlaku dan ini akan menyebabkan kadar pertukaran ion akan menjadi malar.

2.7.5.2 Suhu

Pertukaran ion merupakan proses endodermik iaitu proses serap haba. Ini bermakna suhu larutan adalah berkadar langsung dengan proses pertukaran ion, iaitu semakin tinggi suhu larutan tersebut maka semakin tinggilah kadar pertukaran ion yang akan berlaku.

2.7.5.3 Penjanaan

Kita ambil contoh pertukaran ion ammonium dan ion natrium, ketika proses pertukaran ion, ion ammonium akan menggantikan ion natrium . Ini menyebabkan kepekatan ion natrium meningkat pada fasa cecair. Apabila proses pertukaran ion mencapai keseimbangan yang mana zeolit tidak lagi dapat berfungsi, penjanaan upflow dan downflow akan diaplikasikan pada zeolit tersebut. Zeolit yang terjana ini dapat berfungsi semula sebagai penyingkir ion. Kebiasaannya penjanaan upflow lebih efektif berbanding downflow. (Jorgensen Se and Barkacs,1976). Selain itu, kadar penjerapan ammonia juga bergantung kepada masa tahanan. Masa tahanan adalah tempoh rendaman zeolit semulajadi di dalam larutan garam natrium klorida. Semakin lama masa tahanan semakin tinggi kadar penjerapan ammonia. Ini kerana semakin lama zeolit semulajadi direndam di dalam larutan natrium klorida, semakin tinggi keaktifan zeolit tersebut.

2.7.5.4 Kehadiran kation lain dan kepekatan larut lesapan

Kadar pertukaran ion bergantung kepada kehadiran kation dan juga kepekatan awal larut lesapan. Ini bermakna, semakin tinggi nilai kepekatan larutan tersebut maka semakin tinggilah kadar penyerapan.