

REKAM MEDIS DAN PATOLOGI  
REKAM MEDIS DAN PATOLOGI  
REKAM MEDIS DAN PATOLOGI

REKAM MEDIS DAN PATOLOGI

REKAM MEDIS DAN PATOLOGI  
REKAM MEDIS DAN PATOLOGI



PENYINGKIRAN FOSFORUS DARIPADA AIR SISA AKUAKULTUR  
MENGUNAKAN BATU KAPUR SEBAGAI BAHAN PENJERAP MELALUI  
KAJIAN KELOMPOK

Oleh

Rozmawani binti Abdullah

Laporan Penyelidikan ini diserahkan untuk memenuhi  
sebahagian keperluan bagi  
Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar)

Jabatan Sains Kejuruteraan  
Fakulti Sains dan Teknologi  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU  
2007

1100051105



**JABATAN SAINS KEJURUTERAAN  
FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU**

**PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN  
PROJEK PENYELIDIKAN I DAN II**

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan bertajuk:

**Penyingkiran Fosforus daripada Air Sisa Akuakultur Menggunakan Batu Kapur  
sebagai Bahan Penjerap melalui Kajian Kelompok**

oleh Rozmawani binti Abdullah. No. Matrik UK 8381 telah diperiksa dan semua pembetulan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Sains Kejuruteraan sebagai mematuhi sebahagian daripada keperluan memperoleh Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar), Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Terengganu.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama: Mohamed Shahrir B. Mohamed Zahari

Cop Rasmi:

**MOHAMED SHAHRIR BIN MOHAMED ZAHARI**  
**MOHAMED SHAHRIR BIN MOHAMED ZAHARI**  
Pensyarah  
Jabatan Sains Kejuruteraan  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Malaysia Terengganu  
21030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 27/5/07

Penyelia Kedua

Nama: Cik Izan Bt. Jaafar

Cop Rasmi:

**IZAN BINTI JAAFAR**  
Pensyarah  
Jabatan Sains Kejuruteraan  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Malaysia Terengganu  
21030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 27/5/07



Penyelia Ketiga

Nama: PM. Ir Ahmad bin Jusoh

Cop Rasmi: **PROF. MADYA IR. AHMAD JUSOH**  
Dekan  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Malaysia Terengganu  
21030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 24/5/07



Ketua Jabatan Sains Kejuruteraan

Nama: Dr. Nuraini Binti Ali

Cop Rasmi: **DR. NURAINI BINTI ALI**  
Ketua  
Jabatan Sains Kejuruteraan  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Malaysia Terengganu  
21030 Kuala Terengganu

Tarikh: 24/5/07

## PENGHARGAAN

Bismillahirrahmaanirrahim.....

Assalamualaikum w.r.t

Alhamdulillah, puji dan syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan limpah rahmat dan izinNya saya dapat menyiapkan projek penyelidikan ini dengan jayanya. Pertama sekali saya ingin merakamkan jutaan terima kasih kepada Encik Mohamed Shahrir bin Mohamed Zahari selaku penyelia projek yang banyak memberi bimbingan dan dorongan yang berterusan sepanjang saya menyiapkan projek penyelidikan ini.

Tidak dilupakan kepada Jabatan Perikanan, Fakulti Agrotek dan Sains Makanan (FASM), Universiti Malaysia Terengganu kerana telah mengizinkan saya mengambil sampel air untuk diselidik, syarikat ARACHEM (M) yang membekalkan reagen untuk melancarkan proses penyelidikan ini dan kepada seluruh warga Jabatan Sains Kejuruteraan di bawah Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Terengganu yang banyak memberi sokongan dalam bentuk rujukan dan pengetahuan kepada saya.

Akhir sekali buat ibu bapa tercinta dan rakan-rakan seperjuangan yang sama-sama bertungkus lumus membantu saya memberi dorongan, semangat dan input yang berguna sama ada yang terlibat secara langsung atau tidak, jasa dan pengorbanan akan sentiasa dikenang.

## JADUAL KANDUNGAN

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| <b>MUKA SURAT JUDUL</b>                        | i              |
| <b>PENGESAHAN DAN KELULUSAN LAPORAN</b>        | ii             |
| <b>PENGHARGAAN</b>                             | iv             |
| <b>JADUAL KANDUNGAN</b>                        | v              |
| <b>SENARAI JADUAL</b>                          | ix             |
| <b>SENARAI RAJAH</b>                           | x              |
| <b>SENARAI SINGKATAN</b>                       | xii            |
| <b>SENARAI LAMPIRAN</b>                        | xiii           |
| <b>ABTRAK</b>                                  | xiv            |
| <b>ABSTRACT</b>                                | xv             |
| <br>   |                |
| <b>BAB 1      PENGENALAN</b>                   |                |
| 1.1      Pengenalan kepada Air Sisa Akuakultur | 1              |
| 1.2      Definisi Penjerapan                   | 2              |
| 1.3      Pernyataan Masalah                    | 3              |
| 1.4      Objektif Kajian                       | 4              |
| 1.5      Skop Kajian                           | 5              |

## **BAB 2                   ULASAN BAHAN RUJUKAN**

|     |  |  |    |
|-----|--|--|----|
| 2.1 | Fosforus                                   | 6  |    |
|     | 2.1.1                                      | <i>Kitar Fosforus</i>                                    | 7  |
|     | 2.1.2                                      | <i>Kelas-Kelas Fosforus</i>                              | 8  |
|     | 2.1.3                                      | <i>Kesan Fosforus kepada Air Semulajadi</i>              | 8  |
| 2.2 | Batu Kapur                                 | 9  |    |
|     | 2.2.1                                      | <i>Sifat-sifat Fizik Batu Kapur</i>                      | 9  |
| 2.3 | Karbon Teraktif                            | 10   |    |
|     | 2.3.1                                      | <i>Sifat-sifat Fizik Karbon Teraktif</i>                 | 10 |
| 2.4 | Proses Penjerapan dan Mekanisma Penjerapan | 11   |    |
|     | 2.4.1                                      | <i>Proses Pertukaran Ion</i>                             | 13 |
|     | 2.4.2                                      | <i>Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Penjerapan</i> | 14 |
|     | 2.4.3                                      | <i>Isoterma Penjerapan</i>                               | 16 |
| 2.5 | Kinetik Penjerapan                         | 20   |    |

## **BAB 3                   METODOLOGI**

|     |  |                        |    |
|-----|--|------------------------|----|
| 3.1 | Bahan-bahan  | 22                     |    |
|     | 3.1.1  | <i>Batu Kapur</i>      | 23 |
|     | 3.1.2  | <i>Karbon Teraktif</i> | 23 |
|     | 3.1.3  | <i>Bahan Kimia</i>     | 23 |
| 3.2 | Pengambilan Sampel   | 23                     |    |
| 3.3 | Penentuan Saiz dan Kandungan Bahan Kimia di dalam Bahan Penjerap | 25                     |    |
|     | 3.3.1  | <i>Saiz Batu Kapur</i> | 25 |



|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.3.2 | <i>Saiz Karbon Teraktif</i>                               | 26 |
| 3.3.3 | <i>Kandungan Bahan Kimia di dalam Batu Kapur</i>          | 26 |
| 3.3.4 | <i>Kandungan Bahan Kimia di dalam Karbon Teraktif</i>     | 27 |
| 3.4   | Penentuan Fosforus di dalam Sampel                        | 28 |
| 3.4.1 | <i>Ortofosfat</i>   | 28 |
| 3.4.2 | <i>Fosforus Jumlah</i>                                    | 30 |
| 3.5   | Kajian Kelompok   | 33 |
| 3.5.1 | <i>Menggunakan Batu Kapur sebagai Bahan Penjerap</i>      | 33 |
| 3.5.2 | <i>Menggunakan Karbon Teraktif sebagai Bahan Penjerap</i> | 36 |
| 3.6   | Kajian Kinetik Penjerapan                                 | 37 |

## **BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 4.1   | Keputusan Kajian Kelompok   | 39 |
| 4.1.2 | <i>Keberkesanan Batu dan Karbon Teraktif Menyingkirkan Fosforus</i> | 40 |
| 4.1.3 | <i>Kesan Dos Bahan Penjerap terhadap pH Sampel</i>                  | 42 |
| 4.1.4 | <i>Kesan Kekeruhan Sampel terhadap Penjerapan</i>                   | 44 |
| 4.1.5 | <i>Isoterma Penjerapan Freundlich dan Langmuir</i>                  | 45 |

|       |                           |    |
|-------|---------------------------|----|
| 4.1.6 | <i>Kinetik Penjerapan</i> | 56 |
|-------|---------------------------|----|

|                 |                                |    |
|-----------------|--------------------------------|----|
| <b>BAB 5</b>    | <b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b> |    |
| 5.1             | Kesimpulan                     | 63 |
| 5.2             | Cadangan                       | 65 |
| <b>RUJUKAN</b>  |                                | 66 |
| <b>LAMPIRAN</b> |                                | 70 |
| <b>VITAE</b>    |                                | 79 |

## SENARAI JADUAL

| <b>No.</b> | <b>Tajuk</b>                           | <b>Halaman</b> |
|------------|--|----------------|
| 3.1        | Kandungan bahan kimia dalam batu kapur | 27             |
| 3.2        | Butir-butir mengenai karbon teraktif   | 27             |
| 3.3        | Jisim batu kapur                       | 34             |
| 3.4        | Jisim karbon teraktif                  | 36             |
| 3.5        | Masa penggoncangan                     | 38             |

## SENARAI RAJAH

| No.  | Tajuk   | Halaman |
|------|---|---------|
| 2.1  | Penukaran ion $\text{PO}_4^{3-}$ dengan $\text{CaCO}_3$ | 14      |
| 2.2  | Kesan pH terhadap penyingkiran bahan                    | 15      |
| 2.3  | Graf bentuk linear daripada persamaan <i>Freundlich</i> | 18      |
| 2.4  | Graf bentuk linear daripada persamaan <i>Langmuir</i>   | 19      |
| 3.1  | Tangki persampelan                                      | 24      |
| 3.2  | <i>Hanna Portable pH meter</i>                          | 24      |
| 3.3  | Batu kapur bersaiz 1.5 mm-10 mm                         | 25      |
| 3.4  | Karbon teraktif bersaiz 1.5 mm-10 mm                    | 26      |
| 3.5  | Carta alir kaedah penentuan ortofosfat                  | 29      |
| 3.6  | <i>Spectrophotometer</i> (Model HACH'S DR2500)          | 30      |
| 3.7  | Carta alir kaedah penentuan fosforus jumlah             | 32      |
| 3.8  | Rektor COD  | 33      |
| 3.9  | Pemendapan sampel untuk batu kapur                      | 34      |
| 3.10 | Penggoncang elektrik (Model Bioscience Agitator 74578)  | 35      |
| 3.11 | Pemendapan sampel untuk karbon teraktif                 | 37      |
| 4.1a | Peratus penyingkiran fosforus oleh batu kapur           | 40      |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1b  | Peratus penyingkiran fosforus oleh karbon teraktif                             | 41 |
| 4.2a  | Kesan jisim batu kapur terhadap pH sampel                                      | 43 |
| 4.2b  | Kesan jisim karbon teraktif terhadap pH sampel                                 | 43 |
| 4.3a  | Kesan kekeruhan sampel terhadap penjerapan fosforus ke atas batu kapur         | 44 |
| 4.3b  | Kesan kekeruhan sampel terhadap penjerapan fosforus ke atas karbon teraktif    | 45 |
| 4.4a  | Graf <i>Freundlich</i> bagi penjerapan ortofosfat ke atas batu kapur           | 46 |
| 4.4b  | Graf <i>Freundlich</i> bagi penjerapan fosforus jumlah ke atas batu kapur      | 46 |
| 4.5a  | Graf <i>Freundlich</i> bagi penjerapan ortofosfat ke atas karbon teraktif      | 48 |
| 4.5b  | Graf <i>Freundlich</i> bagi penjerapan fosforus jumlah ke atas karbon teraktif | 49 |
| 4.6a  | Graf <i>Langmuir</i> bagi penjerapan ortofosfat ke atas batu kapur             | 51 |
| 4.6b  | Graf <i>Langmuir</i> bagi penjerapan fosforus jumlah ke atas batu kapur        | 51 |
| 4.7a  | Graf <i>Langmuir</i> bagi penjerapan ortofosfat ke atas karbon teraktif        | 54 |
| 4.7b  | Graf <i>Langmuir</i> bagi penjerapan fosforus jumlah ke atas karbon teraktif   | 54 |
| 4.8a  | Graf <i>Pseudo First-order</i> bagi ortofosfat                                 | 57 |
| 4.8b  | Graf <i>Pseudo First-order</i> bagi fosforus jumlah                            | 58 |
| 4.9a  | Graf <i>Pseudo Second-order</i> bagi ortofosfat                                | 59 |
| 4.9b  | Graf <i>Pseudo Second-order</i> bagi fosforus jumlah                           | 59 |
| 4.10a | Graf <i>Intra-Particle Diffusion</i> bagi ortofosfat                           | 60 |
| 4.10b | Graf <i>Intra-Particle Diffusion</i> bagi fosforus jumlah                      | 61 |

## SENARAI SINGKATAN

|                 |   |
|-----------------|---|
| a               | nilai tetap mewakili muatan penjerapan  |
| b               | nilai tetap mewakili kekuatan penjerapan  |
| $C_e$           | keseimbangan kepekatan bahan dijerap di dalam larutan selepas penjerapan          |
| COD             | permintaan oksigen kimia  |
| $C_o$           | kepekatan awal sampel   |
| FASM            | Fakulti Agrotek dan Sains Makanan   |
| $K_f$           | penjerapan isoterma <i>Freundlich</i> (ditetapkan) mempengaruhi muatan penjerapan |
| $k_{id}$        | kadar tetap <i>Intra-particle Diffusion</i>                                       |
| $k_1$ dan $k_2$ | kadar keseimbangan penjerapan   |
| n               | kekuatan ikatan   |
| NTU             | <i>Nephelometric Turbidity Unit</i>   |
| $q_e$           | jumlah bahan yang dijerap untuk setiap berat bahan penjerap                       |
| $R^2$           | Pekali korelasi   |
| rpm             | <i>revolution per minutes</i>   |
| SEM             | <i>Microscopic Scanner</i>  |
| USEPA           | United State Environmental Protection Agency                                      |
| XRF             | <i>X – Ray Fluorescence</i>   |

## SENARAI LAMPIRAN

| No. | Tajuk  | Halaman |
|-----|--|---------|
| A   | Peratus keberkesanan penyingkiran fosforus ke atas bahan penjerap pada jisim berlainan                         | 70      |
| B   | Nilai-nilai persamaan isoterma <i>Freundlich</i> dan <i>Langmuir</i>   | 72      |
| C   | Ringkasan pekali isoterma <i>Freundlich</i> dan <i>Langmuir</i>  | 74      |
| D   | Nilai-nilai model <i>Pseudo First-order</i> , <i>Pseudo Second-order</i> , dan <i>Intra-Particle Diffusion</i> | 76      |

## ABSTRAK

Aktiviti akuakultur yang berkembang pesat pada masa kini merupakan penyumbang utama kepada peningkatan penghasilan sisa dan toksik dalam industri akuakultur yang akan mengganggu hidupan akuatik. Sistem akuakultur menghasilkan bahan organik dan nutrien seperti nitrogen, fosforus dan elemen lain dalam kuantiti yang banyak yang mana memerlukan rawatan kerana nutrien yang tinggi dalam air sisa menyebabkan toksik. Rawatan air sisa yang digunakan sebelum ini adalah kurang cekap disebabkan oleh masalah mekanikal dan kewangan. Satu kaedah alternatif yang sangat berkesan untuk menyingkirkan fosforus dan menjimatkan kos adalah dengan menggunakan batu kapur sebagai bahan penjerap melalui kajian kelompok. Kajian ini dijalankan adalah untuk menentukan keupayaan batu kapur berbanding karbon teraktif dalam menyingkirkan fosforus dan menentukan mekanisma penjerapan batu kapur dan karbon teraktif. Faktor lain juga dikaji seperti kesan dos bahan penjerap terhadap pH sampel dan kesan kekeruhan sampel terhadap penjerapan. Daripada ujikaji berkelompok, didapati penyingkiran fosforus adalah melebihi 50%. Kajian ini juga telah mendapati bahawa batu kapur lebih berkesan menyingkirkan fosforus berbanding karbon teraktif. Ini dapat dilihat melalui peratus penyingkiran fosforus ke atas batu kapur melebihi karbon teraktif. Untuk batu kapur penyingkiran fosforus adalah sebanyak 62.14 % bagi ortofosfat dan 57.18 % bagi fosforus jumlah. Manakala untuk karbon teraktif sebanyak 52.68 % ortofosfat dan 48.73 % fosforus jumlah telah disingkirkan. Daripada isoterma *Freundlich* yang digunakan didapati ( $R^2$ ) bagi penjerapan ortofosfat dan fosforus jumlah ke atas batu kapur adalah paling tinggi iaitu 0.9911 dan 0.938 masing-masing. Daripada kajian kinetik penjerapan, didapati kinetik penjerapan yang paling baik ditunjukkan oleh model *Pseudo Second-order* ( $R^2 > 0.99$ ) dengan kadar penjerapan adalah di antara 0.0003-0.0004 g/ $\mu$ g min dan jumlah fosforus yang dijerap dari larutan sampel pada keseimbangan di dalam had 35.97-37.04  $\mu$ g/g.



## ABSTRACT

Aquaculture activities are well known to be the major contributor to the increasing level of organic waste and toxic compounds in the aquaculture industry that will disturb the aquatic life. Aquaculture system produces the organic matter and nutrient as nitrogen, phosphorus and other element in great quantity that require to treatment because the higher of nutrient in the wastewater can cause toxic. The wastewater treatment that used before was ineffective because of mechanical and monetary problems. An alternative effective method to remove phosphorus and save the cost was using limestone as adsorbent by batch study. This research was conducted to determine the removal efficiency by limestone compare to activated carbon and to determine the adsorption mechanism of limestone and activated carbon. Other factors being studied were effect of dosage of adsorbent to pH and the effect of turbidity to adsorption. From the batch study it indicated that removal of phosphorus were more than 50%. This research also was indicated that the limestone was more effective to remove phosphorus than activated carbon. This can be seen by the percentage of phosphorus adsorption onto the limestone more than activated carbon. For the limestone, adsorption of phosphorus was 62.14 % for orthophosphate and 57.18 % for total phosphorus. However, for activated carbon 52.68 % orthophosphate and 48.73 % total phosphorus was removed. From the isotherm Freundlich it was indicated that ( $R^2$ ) for adsorption of orthophosphate and total phosphorus onto limestone were highest and they were 0.9911 and 0.938, respectively. From the adsorption kinetic study it was indicated that the adsorption kinetic was complied with the Pseudo Second-order kinetic model ( $R^2 > 0.99$ ) with the adsorption rate of 0.0003-0.0004 g/ $\mu$ g min and the amount of phosphorus adsorbed from the sample solutions at equilibrium was in the range of 35.97-37.04  $\mu$ g/g.