

**Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy**

**BIOSORPTION AND BIOACCUMULATION OF RARE EARTH ELEMENTS (LANTHANIDES) USING MACROALGAE**

**SITI MASHITAH BINTI MOHAMMAD**

**FEBRUARY 2020**

**Main Supervisor : Emeritus Professor Noor Azhar Bin Mohamed Shazili, Ph.D**

**Co-Supervisor : Professor Ir. Ahmad Bin Jusoh, Ph.D**

**School/Institute : Institute of Oceanography and Environment**

The potential bioremediation of REEs by macroalgae (*P. boryana* and *G. manilaensis*) in batch and continuous fixed bed column was studied. In live seaweed the order of REEs accumulation was LREE (La) > MREE (Ce) > HREE (Yb). Salinity significantly influenced REEs uptake and growth of *P. boryana* and *G. manilaensis*, where the highest accumulation of REEs occurred at the lowest salinity (20 psu) for all REEs studied. High DGR inhibition was recorded at salinity of 20 psu, followed by 25 psu and 30 psu. Studies on dried biomass showed that removal efficiency was dependant on pH, rpm, biomass dosage and contact time for both seaweeds. The removal efficiency of La, Ce and Yb increased from pH 2 to pH 5 and increased with increasing biomass dosage for both seaweeds. The longer the contact time, the greater the removal efficiency until the equilibrium state was reached. The reaction rate was rather fast at first where 90% of total biosorption of REEs was recorded in the first 30 min and the optimal removal efficiency was reached within about 1 hour. The data were best fit to kinetic model of second order, with coefficients of determination ( $R^2$ ) of unity (1). Equilibrium modelling indicated that both macroalgae were best fit to Langmuir equation due to the high  $R^2$  value and the results agree with experimental results in the literature. *P. boryana* was shown to be

a more efficient biosorbent with 93.38%, 92.32% and 91.40% removal efficiency for La, Ce and Yb in batch studies as compared to *G. manilaensis* which can only remove up to 49%, 49% and 44% respectively. In fixed bed column, higher bed height showed higher removal and longer breakthrough time, while lower bed height showed lower removal efficiency and faster breakthrough time. Both seaweeds studied shows the same trend of removal and through column test, *P. boryana* was also proven to be superior to *G. manilaensis* for the REEs adsorption. The study showed that *P. boryana* have good potential to be used for REEs removal from aqueous solution.

**Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu  
sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah**

**BIOSERAPAN DAN BIOAKUMULASI UNSUR NADIR BUMI (LANTANID)  
MENGUNAKAN MAKROALGA**

**SITI MASHITAH BINTI MOHAMMAD**

**FEBRUARI 2020**

**Main Supervisor : Profesor Emeritus Noor Azhar Bin Mohamed  
Shazili, Ph.D**

**Co-Supervisor : Profesor Ir. Ahmad Bin Jusoh, Ph.D**

**School/Institute : Institut Oseanografi dan Sekitaran**

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji bioremediasi potensi REEs (lantamid) oleh macroalgae (*P. boryana* dan *G. manilaensis*) dalam kelompok dan kolum padatan tetap. Dalam rumpai laut hidup pola pengumpulan REE adalah LREE (La)> MREE (Ce)> HREE (Yb). Saliniti sangat mempengaruhi pengambilan REEs di mana pengumpulan tertinggi REE berlaku pada saliniti terendah (20 psu) diikuti 25 psu dan 30 psu. Kecekapan penyingkiran bergantung kepada pH, rpm, dos biojisim dan tempoh masa hubungan untuk kedua-dua rumpai laut. Kecekapan penyingkiran meningkat dari pH 2 hingga ke pH 5 dan kadar penyingkiran REEs juga meningkat dengan peningkatan dos biojisim untuk kedua-dua rumpai laut. Semakin lama masa sentuhan, semakin tinggi kecekapan penyingkiran sehingga keadaan keseimbangan dicapai. Kadar tindak balas agak cepat pada mulanya di mana 90% daripada jumlah bioserapan REE direkodkan dalam 30 minit pertama dan kecekapan penyingkiran optimum dicapai dalam masa kira-kira 1 jam. Data kajian menepati model kinetik tertib kedua, dimana keputusan yang tinggi untuk koefisien penentuan ( $R^2$ ) dicatatkan iaitu bersamaan 1. Pemodelan keseimbangan menunjukkan bahawa kedua-dua makroalga paling sesuai dengan persamaan Langmuir kerana nilai  $R^2$  yang tinggi dan hasilnya sependapat dengan hasil eksperimen dalam literatur. *P.*

*boryana* ditunjukkan sebagai biosorben yang lebih baik dengan 93.38%, 92.32% dan 91.40% kecekapan penyingkiran untuk La, Ce dan Yb dalam kajian kelompok berbanding dengan *G. manilaensis* yang hanya boleh menyingkir sehingga 49%, 49% dan 44% masing-masing. Dalam kolum padatan tetap, ketinggian kolum menunjukkan kecekapan penyingkiran yang tinggi dan masa masa pemunculan yang lebih panjang sebelum kolum mula menjadi tepu. Panjang kolum padatan tetap yang lebih rendah pula menunjukkan kecekapan penyingkiran yang lebih rendah dan waktu pemunculan yang lebih cepat. Kedua-dua rumpai laut yang dikaji menunjukkan pola penyingkiran yang sama dan melalui ujian kolum, *P. boryana* juga terbukti lebih baik daripada *G. manilaensis* untuk penjerapan REE. Hasil kajian dengan jelas menunjukkan kedua-dua rumpai laut mempunyai potensi yang baik untuk digunakan dalam penyingkiran unsur nadir bumi dari larutan akueus.