

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in fulfilment of the requirement for the degree of Master of Science

ADSORPTION–DESORPTION AND BIOAVAILABILITY OF SELECTED MICRONUTRIENTS IN TROPICAL PEAT SOIL IN SARAWAK, MALAYSIA

By

MOHD. ZULHILMY ABDULLAH

August 2019

Chair : Professor Mohamed Hanafi Musa, PhD
Faculty : Agriculture

Tropical peatland has a distinctive bio-sequence of concentric forest zones with different forest types. Mature peat swamps in Sarawak comprised of mixed peat swamp forest (MPS), Alan Batu forest (A.Bt), and Alan Bunga forest (A.Bg). These forest types may differ in their decomposition of soil organic matter (SOM) contents, thus affect the availability of micronutrients, since peat soils are generally oligotrophic. This study investigated the availability of copper (Cu), zinc (Zn) and boron (B) to the plants under different forest types. The adsorption and desorption batch experiment were performed using soil samples collected from MPS, A.Bt and A. Bg forests. Further relationship between adsorption and desorption with Cu, Zn and B availability in highly decomposed peat soil type (MPS) were examined in a polybag experiment using Napier grass (*Pennisetum purpureum*) as the test crop. The adsorption data of Cu were fitted better on the Langmuir's model while Zn adsorption data were comparable between the model used and B adsorption data was fitted better in the Freundlich's model. Generally, the K_f and b values were observed in order of $Cu > Zn > B$. This shows that Cu has a high affinity towards the peat soils surface compare to Zn and B. The MPS forest soils were observed to have slightly high adsorption capacity for Cu, Zn and B. This could emphasize that more decomposed peat materials would influence the affinity of Cu, Zn and B towards peat soil surface. Release of Cu, Zn and B was evaluated with different extractants to determine the available, exchangeable and complex form of micronutrients. The complex form of Cu and Zn is significantly different for MPS soil compare to exchangeable and available form. Copper and Zn were observed to highly bind to the surface of peat soils and the stronger chelating agent needed to desorb them into the soil solution. Release of B has shown no significant differences among extractants used, since B has low affinity towards the soil surface and easily leach out from the soil system. The application of Cu, Zn and B solution with different concentration (0, 1, 3, 5, 10, 20, 30 mg L⁻¹) to the Napier grass planted in peat soils showed that mean dry matter yield has no significant difference among the treatment. The polynomial plot showed the optimum uptake of Cu and Zn (in range of 10 – 20 mg L⁻¹) and B (up to 5 mg L⁻¹). The mean uptake of Zn (0.52 mg plant⁻¹) was higher than Cu (0.11 mg plant⁻¹) and B (0.064 mg plant⁻¹) because Cu has a high affinity towards the soil surface, while B easily leaches out to the soil solution system. Therefore, considering 4R (right source, right rate, right time and right place) nutrient stewardship is important to the improved nutrient use efficiency of the plant.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains

PENJERAPAN-PENYAHJERAPAN DAN KETERBIOSEDIAAN MIKRO NUTRISI TERPILIH DALAM TANAH GAMBUT TROPIKA DI SARAWAK, MALAYSIA

Oleh

MOHD. ZULHILMY ABDULLAH

Ogos 2019

Pengerusi : Profesor Mohamed Hanafi Musa, PhD
Fakulti : Pertanian

Tanah gambut tropika mempunyai rangkaian urutan-bio hutan berpusat yang tersendiri dengan jenis hutan yang berlainan. Tanah gambut berpaya yang matang di Sarawak terdiri daripada hutan gambut campuran (MPS), hutan Alan Batu (A.Bt) dan hutan Alan Bunga (A.Bg). Jenis-jenis hutan ini mempunyai perbezaan tahap penguraian dalam kandungan bahan organik tanah, lalu mempengaruhi keterbiosediaan mikro nutrisi memandangkan tanah gambut kebiasaannya oligotropik (nutrisi yang rendah). Penyelidikan ini mengkaji keterbiosediaan unsur Kuprum (Cu), Zink (Zn) dan Boron (B) terhadap tumbuh-tumbuhan di bawah jenis hutan yang berlainan. Eksperimen penjerapan dan penyahjerapan telah dilakukan menggunakan sampel tanah yang diambil dari hutan MPS, A.Bt dan A.Bg. Hubungan proses penjerapan dan penyahjerapan dengan keterbiosediaan unsur Cu, Zn dan B dalam tanah gambut yang mempunyai kadar penguraian tertinggi iaitu tanah MPS ditentukan dengan penanaman *Napier grass* (*Pennisetum purpureum*) sebagai tumbuhan ujian. Data penjerapan untuk Cu lebih sesuai dalam model Langmuir manakala data penjerapan Zn sebanding di antara model yang digunakan dan data penjerapan B lebih sesuai dalam model Freundlich. Secara umum, nilai K_f dan b dilihat dalam urutan $Cu > Zn > B$. Ini menunjukkan Cu mempunyai pertalian yang tinggi terhadap permukaan tanah berbanding dengan Zn dan B. Tanah hutan MPS dilihat mempunyai kapasiti penjerapan yang agak tinggi untuk Cu, Zn dan B. Ini boleh ditekankan bahawa bahan gambut yang lebih terurai akan mempengaruhi pertalian Cu, Zn dan B terhadap permukaan tanah gambut. Pelepasan unsur Cu, Zn dan B telah diuji dengan larutan ekstrak yang berlainan untuk menentukan mikro nutrisi dalam bentuk ketersediaan, kebolehtukaran dan kompleks. Bentuk kompleks Cu dan Zn mempunyai perbezaan ketara dalam tanah MPS berbanding dengan bentuk kebolehtukaran dan ketersediaan. Kuprum (Cu) dan Zn telah diperhatikan mempunyai ikatan yang kuat terhadap permukaan tanah gambut dan memerlukan ejen pengikat yang kuat untuk dilepaskan dari permukaan tanah ke dalam larutan tanah. Pelepasan unsur B telah menunjukkan tiada perbezaan ketara di antara larutan ekstrak yang digunakan memandangkan ikatan terhadap permukaan tanah sangat lemah dan mudah larut ke dalam larutan tanah. Purata jirim kering *Napier grass* menunjukkan tiada perbezaan ketara antara rawatan unsur Cu, Zn dan B (0, 1, 3, 5, 10, 20, 30 mg L⁻¹) yang ditambah ke dalam tanah gambut dalam penanaman *Napier grass*. Plot polynomial menunjukkan pengambilan optimum untuk Cu dan Zn dalam 10 – 20 mg L⁻¹ dan B sampai 5 mg L⁻¹. Purata pengambilan Zn (0.52 mg plant⁻¹) adalah tertinggi berbanding Cu (0.11 mg plant⁻¹) dan B (0.064 mg plant⁻¹) kerana Cu mempunyai ikatan yang tinggi terhadap permukaan tanah, manakala B mudah larut ke dalam system larutan tanah. Oleh itu, mengambilkira pengawasan prinsip 4R (Kesesuaian punca, kadar, masa dan tempat) sangat penting untuk meningkatkan keberkesanan penggunaan nutrisi oleh tumbuhan.