

ABSTRACT

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science

MICROWAVE PYROLYSIS CONVERSION OF WASTE FURNITURE BOARDS INTO VALUE-ADDED PRODUCTS**FOONG SHIN YING****2021**

Main Supervisor : Professor Ts. Lam Su Shiung, Ph.D

School/Institute : Institute of Tropical Aquaculture and Fisheries

Waste furniture boards (WFBs) contain hazardous formaldehyde and volatile organic compounds when left unmanaged or improperly disposed through landfilling and open burning. In this study, pyrolysis was examined as a disposal and recovery approach to convert three types of WFBs (i.e., particleboard, plywood, and fibreboard) into value-added pyrolytic products. The WFBs are detected with high content of carbon and oxygen due to the presence of lignocellulosic components, which is suitable to be used as feedstock for pyrolysis. Study was first conducted using thermogravimetric analysis coupled with Fourier-transform infrared spectrometry (TG-FTIR) and pyrolysis coupled with gas chromatography/mass spectrometry (Py-GC/MS) to identify the volatile products released during pyrolysis. This was followed by microwave pyrolysis (MP) of WFBs to produce biochar. The effect of microwave power on the yield and properties of biochar was investigated. TG-FTIR analysis shows that pyrolysis produced volatile products mainly consisting of carbon dioxide, carbon monoxide, and light hydrocarbons, such as methane. Py-GC/MS shows that pyrolysis at different final temperatures and heating rates recovered mainly phenols (25.9% – 54.7%) for potential use as additives in gasoline and colorants. Up to 42.3 wt.% of biochar was produced via MP with high content of C (64.5 – 76.1 wt.%) and fixed carbon (53.1 – 78.4 wt.%). The calorific value of WFBs ranged from 16 – 18 MJ/kg with high molar ratio of H/C (1.7 – 1.8) and O/C (0.8 – 1.0), thus providing low chemical energy during combustion. The WFBs-derived biochar possessed high calorific value (23 – 28 MJ/kg) with low molar ratio of H/C (0.4 – 1.4) and O/C (0.2 – 0.3), suggesting that

biochar is more suitable for fuel application compared to raw WFBs. The biochar produced has a high BET specific surface area (up to 189.5 m²/g), showing potential to be used as bio-fertilizer or bio-sorbent for ammonium in aquaculture wastewater. Hazardous components, such as cyclopropylmethanol, were removed and converted into value-added compounds, such as 1,4,3,6-dianhydroglucopyranose, for use in pharmaceuticals. These results show that the pyrolysis of WFBs at high temperature and low heating rate is a promising feature to convert harmful chemical species into value-added chemicals, while MP of WFBs at high microwave power can produce biochar for fuel and bio-adsorbent application. Thus, the release of hazardous formaldehyde and greenhouse gases into the environment is avoided.

ABSTRAK

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Sarjana Sains

PIROLISIS GELOMBANG MIKRO BAGI PENUKARAN SISA PAPAN PERABOT KEPADA PRODUK BERNILAI TAMBAH

FOONG SHIN YING

2021

Penyelia utama : Profesor Ts. Lam Su Shiung, Ph.D

Pusat Pengajian/Institut : Institut Akuakultur Tropika dan Perikanan

Sisa papan perabot (WFBs) mengandungi formaldehid dan sebatian organik meruap (*volatile*) yang berbahaya apabila dibiarkan tidak terurus atau dibuang dengan cara yang tidak betul seperti pelupusan sampah dan pembakaran terbuka. Dalam kajian ini, pirolisis dikaji sebagai pendekatan dalam proses pelupusan dan pemulihan bagi menukarkan tiga jenis WFBs (iaitu papan partikel, papan lapis, dan papan gentian) kepada produk pirolitik yang mempunyai nilai tambah. WFBs mengandungi karbon dan oksigen yang tinggi disebabkan oleh komponen lignoselulosik. Ianya sangat sesuai untuk digunakan sebagai stok/bahan mentah pirolisis. Kajian bermula dengan menggunakan analisis termogravimetrik yang digabungkan dengan spektrometri inframerah transformasi Fourier (TG-FTIR) dan pirolisis ditambah dengan kromatografi gas / spektrometri jisim (Py-GC/MS) untuk mengenalpasti bahan ruapan yang dilepaskan semasa pirolisis. Seterusnya, pirolisis gelombang mikro (MP) bagi WFBs dilakukan untuk menghasilkan biochar. Kajian tersebut dilakukan untuk mengkaji pengaruh daya gelombang mikro terhadap hasil dan sifat biochar. Analisis TG-FTIR menunjukkan bahawa pirolisis dilakukan menghasil produk ruapan yang terdiri daripada karbon dioksida, karbon monoksida, dan hidrokarbon ringan, seperti metana. Py-GC/MS menunjukkan bahawa pirolisis pada suhu akhir dan kadar pemanasan yang berbeza menghasilkan kebanyakan fenol (25.9%–54.7%) yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan tambahan dalam petrol dan pewarna. Sebanyak 42.3 wt.% biochar dihasilkan melalui MP dan biochar tersebut mengandungi

karbon (64.5–76.1 wt.%) dan karbon tetap (53.1–78.4 wt.%) yang tinggi. Nilai kalori WFBs berkisar antara 16–18 MJ/kg dan mengandung nisbah hidrogen/karbon (1.7–1.8) dan oksigen/karbon (0.8–1.0) yang tinggi, menyebabkan WFBs memberikan tenaga kimia yang rendah semasa pembakaran berlaku. Biochar-WFBs mempunyai nilai kalori yang tinggi (23–28 MJ/ kg) dengan nisbah hidrogen/karbon (0.4–1.4) dan oksigen/karbon (0.2–0.3) yang rendah, menunjukkan ianya lebih sesuai untuk digunakan sebagai bahan mentah berbanding dengan WFBs. Biochar yang telah dihasilkan juga mempunyai potensi untuk digunakan sebagai baja atau penyerap-bio untuk amonium dalam air sisa akuakultur kerana mempunyai kawasan permukaan BET yang luas (sebanyak 189.5 m²/g). Komponen berbahaya seperti siklopropilmetanol dapat disingkirkan dan ditukarkan kepada sebatian yang mempunyai nilai tambahan melalui pirolisis seperti 1,4,3,6-dianhidroglukopirosa untuk digunakan dalam bidang farmaseutikal. Hasil kajian menunjukkan bahawa pirolisis WFBs pada suhu yang tinggi dan tahap pemanasan yang rendah dapat menukar spesies kimia berbahaya menjadi bahan kimia yang mempunyai nilai tambah manakala pirolisis pada gelombang mikro yang tinggi dapat menghasilkan biochar untuk aplikasi bahan bakar dan bio-penyerap. Oleh itu, pelepasan gas formaldehid dan gas rumah hijau berbahaya ke alam sekitar telah dielakkan.