

THE POTENTIAL OF FOOD WASTE AS AN ENERGY SOURCE

THYE MEI CHIN A/P THYE AH CHAI

Thesis is submitted in partial fulfilment of the requirements
for the award of the degree of
Bachelor of Chemical Engineering

Faculty of Chemical & Natural Resources Engineering
UNIVERSITI MALAYSIA PAHANG

MAY 2017

ABSTRACT

Malaysia is overdependence on fossil fuels as the primary source of energy. The issues related to environmental effects and energy security has driven the nation towards renewable energy, specifically biomass. In this case, food waste (FW) represents a significant and largely underutilized fraction of municipal solid waste (MSW) in Malaysia. MSW generated daily in Malaysia range from 0.8 to 0.9 kg per household in general and about 1.62 kg per household in densely populated cities such as Kuala Lumpur with FW constituting approximately 60 % of the total solid waste (Saeed et al., 2009; Kathrivale et al., 2003). Improper management of these MSWs can cause large scale contamination of soil, water and air, contributes to greenhouse gas emissions and allow huge potential economic values uncaptured. Therefore, this work is trying its best to evaluate the feasibility of food waste as a potential source of energy through torrefaction process by manipulating temperature, residence time and particle size. This process is carried out at temperatures ranging from 280°C to 320°C, under an inert atmosphere (Deng et al., 2009). In this study, torrefaction of FW was conducted in a tubular vertical reactor by flowing the nitrogen gas through the reactor to ensure an inert atmosphere. The effects of various torrefaction temperature (280°C, 300°C and 320°C), residence time (15 mins, 30 mins and 60 mins) as well as particle size distribution (0.5 mm, 1 mm and >1 mm) on the proximate analysis, ultimate analysis, calorific value, mass yield and higher heating value of raw FW and torrefied FW were investigated. From the results obtain, it is found out that temperature shows the most significant effect on the treated sample. Therefore, the optimum condition for torrefaction of FW is 320 °C, 60 minutes and 0.5 mm that yield the best performance by having highest fixed carbon content of 20.46 wt %, lowest hydrogen and oxygen content of 6.29 wt % and 19.13 wt % respectively. In term of calorific value, torrefied FW possess 6252.82 kJ/kg with the lowest mass yield. The energy resulted from higher heating value is 24.45 MJ/kg. As a conclusion, a dry and blackened solid product known as biochar is obtained, which has comparable fuel properties like coal and able to be used as a fuel for co-firing applications.

ABSTRAK

Malaysia merupakan sebuah negara yang bergantung kepada bahan api fosil sebagai sumber utama tenaga. Isu-isu yang berkaitan dengan kesan alam sekitar dan keselamatan tenaga telah mendorong negara ke arah tenaga boleh diperbaharui, khususnya biomas. Dalam kes ini, sisa makanan mewakili bahagian yang ketara dan sebahagian besarnya tidak digunakan sepenuhnya di Malaysia. Di Malaysia, sisa-sisa perbandaran yang dihasilkan setiap hari berjumlah 0.8 kg ke 0.9 kg bagi setiap isi rumah secara umum dan kira-kira 1.62 kg bagi setiap isi rumah di bandar-bandar yang padat dengan penduduk seperti Kuala Lumpur dengan sisa makanan yang membentuk kira-kira 60 % daripada jumlah sisa pepejal (Saeed et al, 2009; Kathrivale et al., 2003). Pengurusan yang tidak sistematik terhadap sisa-sisa perbandaran ini boleh menyebabkan pencemaran berskala besar tanah, air dan udara, sejurus menyumbang kepada pelepasan gas rumah hijau sekali gus menyumbang kepada kerugian nilai-nilai ekonomi yang berpotensi besar. Oleh itu, kerja ini mencuba sedaya upaya untuk menukarkan sisa makanan ke biomas yang melalui proses pra-rawatan dan dipanggil sebagai "torrefaction". Proses ini dijalankan pada suhu antara 280°C hingga 320°C, di bawah suasana yang lengai (Deng et al., 2009). Dalam kerja ini, torrefaction sisa makanan telah dijalankan dalam reaktor menegak berbentuk tiub dengan mengalirkan gas nitrogen melalui reaktor untuk memastikan suasana yang lengai. Kesan pelbagai suhu torrefaction (280 °C, 300 °C dan 320 °C), masa tinggal (15 minit, 30 minit dan 60 minit) dan juga taburan saiz zarah (0.5 mm, 1 mm dan >1 mm) kepada analisis proksimat, analisis muktamad, nilai kalori, hasil massa dan nilai pemanasan yang lebih tinggi daripada sisa makanan mentah dan sisa makanan torrefied telah diuji. Kondisi yg memberi keputusan yang paling optimum ialah pada 320 °C , 60 minit dan 0.5 mm dengan mencapai kandungan karbon tetap sebanyak 20.46 % berat manakala mengurangkan kandungan hidrogen dan oksigen sehingga tinggal sebanyak 6.29 % berat dan 19.13 % berat masing-masing. Selain itu, kondisi optimum menghasilkan nilai kalori setinggi 6252.82 kJ/kg dengan memiliki hasil massa yang paling minimum. Tenaga yang terhasil pula setinggi 24.45 MJ/kg. Akhirnya, proses ini mencapai produk pepejal yang kering dan hitam dikenali sebagai biochar, yang mempunyai nilai sama seperti arang dan dapat digunakan sebagai bahan api bagi menggantikan penggunaan arang.