

PYROLYSIS OF FRUIT PEELS WASTES TO BIOCHAR
AS POTENTIAL CATALYST SUPPORT

LIEW ROCK KEEY

MASTER OF SCIENCE
UNIVERSITI MALAYSIA TERENGGANU

2016

**PYROLYSIS OF FRUIT PEELS WASTES TO
BIOCHAR AS POTENTIAL CATALYST
SUPPORT MATERIAL**



LIEW ROCK KEEY

**Thesis Submitted in Fulfilment of the Requirement
for the Degree of Master of Science in the School of
Ocean Engineering
Universiti Malaysia Terengganu**

August 2016

DEDICATION

For my dearest parents

I DID IT!

For my most respected teacher / supervisor

Thank you, Thank you, and THANK YOU!

For my beloved fiancée

I love you!

Abstract of thesis presented to the Senate of University Malaysia Terengganu in fulfilment of the requirement for the degree of Master of Science

PYROLYSIS OF FRUIT PEELS WASTES TO BIOCHAR AS POTENTIAL CATALYST SUPPORT MATERIAL

LIEW ROCK KEEY

AUGUST 2016

Main Supervisor : Dr. Lam Su Shiung, Ph.D.

Co-Supervisor : Professor Ir. Dr. Ahmad bin Jusoh, Ph.D.
Associate Professor Dr. Cheng Chin Kui, Ph.D.

School : Ocean Engineering

Large amounts of fruit peel wastes have increasingly been generated from fruit processing industries. The fruit peels from banana, orange, and watermelon represent renewable and sustainable biomass resources that could be transformed into value-added materials instead of being disposed by increasingly impractical methods such as landfilling and composting. In this thesis, Pyrolysis, a thermo-chemical decomposition process performed under an inert condition, was investigated for its potential to transform the fruit peel wastes into a biochar for potential use as a catalyst support material. Study was first conducted to examine the chemical composition of the fruit peel wastes in order to evaluate their suitability as feedstock for biochar recovery by pyrolysis. This was followed by pyrolysis of the banana and orange peels to produce biochar as the main pyrolysis product, and the effects of temperature on the product yield and char composition was investigated. The biochar produced from orange peel was then utilized as catalyst support and made into a metallic catalyst followed by an investigation into their porous characteristics. The fruit peels were detected to have considerable amounts of carbon (34 – 48 wt%) and fixed carbon (22 – 24 wt%), thus showing potential to be pyrolysed to produce a carbon-rich biochar for potential use as catalyst support. Pyrolysis of fruit peel waste produced an up to 48 wt% yield of biochar. It was found that the biochar produced at 500 °C (OP 500 and BP 500) showed highest contents of carbon (up to 70.5 wt%) and fixed carbon (up to 71.7 wt%), showing a characteristic of high resistivity to chemical reactions. The biochar was also detected to have a porous structure containing mesopores in addition to a high BET surface area (up to 105 m²/g) that could provide many spots for metal ions to be impregnated onto for further upgrading into metallic catalyst. The biochar (OP 500) was then used as a catalyst support from which metallic catalyst were synthesized. The synthesized metallic catalysts (5Cu/Char, 5Ni/Char, 5Zn/Char) were detected to maintain a high BET surface area ranging from 89 – 97 m²/g, representing a favourable feature in providing reaction sites for catalytic reactions to occur.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Sarjana Teknologi Kimia

PIROLISIS KULIT BUAH-BUAHAN MENJADI BIOCHAR SEBAGAI PEMANGKIN SOKONGAN

LIEW ROCK KEEY

OGOS 2016

Penyelia Utama : Dr. Lam Su Shiung, Ph.D.

**Penyelia Bersama : Profesor Ir. Dr. Ahmad bin Jusoh, Ph.D.
Profesor Madya Dr. Cheng Chin Kui, Ph.D.**

Pusat Pengajian : Kejuruteraan Kelautan

Kuantiti sisa kulit buah bersaiz besar telah semakin banyak dihasilkan daripada industri pemprosesan buah-buahan. Kulit buah-buahan seperti pisang, oren, dan tembikai merupakan sumber biomas yang mampan dan boleh diperbaharui harus ditukar menjadi bahan yang lebih bernilai dan bukannya dilupuskan dengan kaedah yang tidak praktikal seperti penimbunan dan pengkomposan. Dalam tesis ini, pirolisis, merupakan sebuah proses penguraian termo-kimia yang berlaku dalam keadaan lengai, telah disiasat sebagai kaedah yang berpotensi untuk mengubah sisa kulit buah ke biochar untuk kegunaan sebagai bahan pemangkin sokongan yang berpotensi. Kajian bermula dengan analisis komposisi kimia sisa kulit buah-buahan untuk menilai kesesuaiannya sebagai bahan mentah dalam pemulihan biochar menggunakan proses pirolisis. Seterusnya, kajian ini diikuti oleh penghasilan biochar daripada sisa kulit pisang dan oren sebagai produk pirolisis utama, dan kesan suhu pirolisis pada hasil produk dan komposisi biochar telah disiasat. Biochar yang dihasilkan daripada kulit oren telah digunakan sebagai pemangkin sokongan dan dijadikan pemangkin logam diikuti dengan siasatan terhadap ciri-ciri berliangnya. Komposisi sisa kulit buah-buahan telah dikesan mempunyai kandungan karbon (34 – 48 wt%) dan karbon tetap (22 – 24 wt%) yang agak banyak, oleh itu ia menunjukkan potensi menjadi sebagai biochar yang kaya dengan karbon untuk kegunaan pemangkin sokongan. Sebanyak 48 % berat hasil biochar telah dihasilkan daripada pirolisis sisa kulit buah. Dengan ini, biochar dihasilkan pada suhu 500 °C (OP 500 dan BP 500) mempunyai kandungan karbon yang tertinggi (70.5 wt%) dan karbon tetap (71.7 wt%). Ia juga menunjukkan ciri kerintangan tinggi terhadap tindak balas kimia. Biochar tersebut (OP 500) juga dikesan mempunyai struktur berliang yang mengandungi mesopor dengan luas permukaan BET yang tinggi (105 m²/g). Ia boleh menyediakan banyak ruang untuk ion logam dan dinaik taraf sebagai pemangkin logam. Biochar tersebut (OP 500) telah digunakan sebagai pemangkin sokongan dan juga sebagai pemangkin logam. Pemangkin logam yang dihasilkan (5Cu/Char, 5Ni/Char, 5Zn/Char) telah dikesan mempunyai luas permukaan BET yang tinggi di antara 89 – 97 m²/g. Ia merupakan ciri-ciri yang baik dalam menyediakan ruang bagi berlakunya tindak balas pemangkin.