THE EFFECT OF PALM KERNEL SHELL HYBRIDIZATION AND SURFACE TREATMENTS ON PROPERTIES OF NATURAL RUBBER COMPOSITES

by

SHUHAIRIAH BINTI DAUD

Thesis submitted in fulfilment of the

requirements for the degree

of Master of Science

February 2017

ACKNOWLEDGEMENTS

In the name of Allah, the Most Gracious and Merciful

First of all, I would like to express my deepest gratitude to Allah for His blessings, guidance and ease my journey to complete my thesis. My gratitude goes to my supervisor, Prof Hanafi Ismail, for his endless supervision, and also to my co-supervisor Assoc. Prof. Dr. Azhar Abu Bakar for his patience. Special thanks to Professor Prof Zuhailawati Hussain, Dean of School of Materials and Mineral Resources Engineering. Not forgotten, many thanks to all academic, administrative and technical staffs of School of Materials and Mineral Resources Engineering for their contribution and assistance. Many thanks to lab's technicians Mr. Shahril Amir, Mr. Suharuddin, Mr.Mohammad Hasan, Mr.Rashid and Mr.Khairi. Above all, my special thanks to my beloved husband, Dr. Mohd Azmi Ismail for his understanding and never-ending financial and moral support during my years in postgraduate studying. Thank you so much. My lovely thanks to my dear friends, Nor Fasiha Zaaba, Teo Pao Ter, Andre Ningkan, Zoya Sakina Gesina, Komethi Muniandy, Faiezah Hashim and Dalina Samsudin for helping me out and be my best tutor. And special acknowledgement to Universiti Sains Malaysia (USM) for giving me chance to further my study here. Last but not least, I would like to thank all who has been directly or indirectly involved in completion of my master project.

TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

LIST OF ABBREVIATIONS

NR	Natural rubber
SMR L	Standard Malaysian Rubber L
CB	Carbon black
HNT	Halloysite nanotube
$CaCO_3$	Calcium carbonate
FTIR	Fourier Transfrom Infra- Red
SEM	Scanning Electron Microscopy
PKS	Palm kernel shell
NR/PKS	Palm kernel shell-filled-natural rubber
ASTM	American Standard of Testing and Materials
Phr	part per hundred rubber
AMEO	3-aminopropyltrimethoxysilane
M_H	Maximum torque
t_{90}	Cure time
t_{s2}	Scorch time
M100	Modulus at 100% elongation
M300	Modulus at 300% elongation
TGA	Thermo Gravimetric Analysis

DTG	Derivative- Thermo Gravimetric
E_B	Elongation at break

KESAN PENGHIBRIDAN DAN PERAWATAN PERMUKAAN TEMPURUNG ISIRUNG KELAPA SAWIT KEATAS SIFAT-SIFAT KOMPOSIT GETAH ASLI

ABSTRAK

Dalam kajian ini, ciri-ciri pematangan, sifat mekanik, sifat terma, keboleh-biodegrasi komposit telah dikaji. Pertama, kesan muatan tempurung isirung kelapa sawit kepada sifat-sifat komposit getah asli (NR) telah dikaji. Komposit getah asli/ tempurung isirung kelapa sawit telah disediakan dengan menyebatikan tempurung isirung kelapas sawit dari muatan pengisi 0 hingga 20 phr ke dalam matrik getah asli menggunakan mesin penggiling bergulung dua bersaiz makmal. Keputusan menunjukkan bahawa masa skorj (t_{s2}), masa pematangan (t_{90}), kekuatan tensil, pemanjangan pada takat putus, hayat fatig, kestabilan terma menurun dengan peningkatan muatan pengisi tempurung isirung kelapa sawit, manakala tork maksimum (M_H), dan modulus pada 100% (M100) dan 300% (M300) pemanjangan menunjukkan trend meningkat dengan peningkatan muatan pengisi. Pengimbas mikroskopi elektron (SEM) menunjukkan bahawa peningkatan muatan PKS melemahkan interaksi antara pengisi dan getah matrik. Kedua, kesan agen gandingan silana (3-aminopropiltrimetiloksilana) kepada sifat-sifat komposit NR/PKS telah dikaji. Keputusan menunjukkan berlaku peningkatan dalam sifat-sifat yang dikaji disebabkan oleh peningkatan interaksi getah -pengisi di dalam komposit NR, yang telah terbukti dalam pengkajian SEM dan FTIR. Ketiga, kesan pra-perawatan permukaan menggunakan natrium hidroksida telah dikaji. Tork maksimum, masa skorj, dan masa pematangan menunjukkan trend penurunan pada PKS yang telah dirawat dalam komposit getah asli. Kekuatan tensil, pemanjangan pada takat putus, modulus pada 100% (M100) dan 300% (M300) pemanjangan, hayat fatig, dan

interaksi getah-pengisi semua menunjukkan trend penurunan. Kestabilan terma bagi komposit juga berkurangan. Walau bagaimanapun, sifat-sifat mekanikal pengisi PKS yang telah dirawat dalam komposit NR telah meningkat berbanding PKS tanpa dirawat di dalam komposit NR. Kemudian, kesan penggantian sebahagian PKS oleh pengisi komersial juga telah dikaji. Nisbah PKS/pengisi komersial telah dihadkan kepada 20 phr. Penggantian pengisi komersial telah memberi penguatan yang lebih baik kepada komposit getah asli. Akhir sekali, kesan cuaca dan penanaman telah dikaji. Ujian pencuacaan semulajadi dan penanaman didalam tanah telah dijalankan selama enam bulan. Dari keputusan yang diperolehi, kemerosotan dalam sifat-sifat komposit NR/PKS diperhatikan untuk kedua-dua ujian yang telah dijalankan. Tahap kemerosotan dalam sifat-sifat tensil komposit NR/PKS menunjukkan kesan pendedahan foto-oksidasi dan biodegradasi terhadap komposit. Spektra FTIR selanjutnya mengesahkan berlakunya foto-oksidasi dan biodegradasi.