

Elektrod Superkapasitor berasaskan Karbon Termaju dan Karbon daripada Biojisim

MOHAMAD DERAMAN

PENERBIT UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
BANGI • 2024
www.ukm.my/penerbit

Cetakan Pertama / *First Printing*, 2024
Hak Cipta / *Copyright* Universiti Kebangsaan Malaysia, 2024

Hak cipta terpelihara. Tiada bahagian daripada terbitan ini boleh diterbitkan semula, disimpan untuk pengeluaran atau ditukarkan ke dalam sebarang bentuk atau dengan sebarang alat juga pun, sama ada dengan cara elektronik, gambar serta rakaman dan sebagainya tanpa kebenaran bertulis daripada Penerbit UKM terlebih dahulu.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from Penerbit UKM.

Diterbitkan di Malaysia oleh / *Published in Malaysia by*
PENERBIT UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA
www.ukm.my/penerbit
e-mel: penerbit@ukm.edu.my

Penerbit UKM adalah anggota / *is a member of the*
MAJLIS PENERBITAN ILMIAH MALAYSIA /
MALAYSIAN SCHOLARLY PUBLISHING COUNCIL
PERSATUAN PENERBIT BUKU MALAYSIA /
MALAYSIAN BOOK PUBLISHERS ASSOCIATION
No. Ahli / *Membership No.* 198302

Atur huruf oleh / *Typeset by*
PENERBIT UNIVERSITI KEBANGSAAN MALAYSIA
43600 UKM Bangi, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA

Dicetak di Malaysia oleh / *Printed in Malaysia by*
PEWARIS GEMILANG SDN. BHD.
No. 27G, Jalan Putra 8, Taman Kajang Putra,
43000 Kajang, Selangor Darul Ehsan, MALAYSIA.



Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan
Perpustakaan Negara Malaysia
Rekod katalog untuk buku ini boleh didapati
dari Perpustakaan Negara Malaysia
ISBN 978-629-486-330-9

Kandungan

Senarai Jadual & Rajah ... 7

Prakata ... 9

BAB 1 Karbon dan Superkapasitor ... 11

BAB 2 Karbon Teraktif, Karbon Hitam dan Karbon Glasi ... 35

BAB 3 Grafin ... 42

BAB 4 Karbon Aerogel ... 69

BAB 5 Furelena dan Karbon Nanotiub ... 80

BAB 6 Serabut Karbon dan Komposit Karbon ... 107

BAB 7 Karbon daripada Serabut Tandan Kelapa Sawit sebagai
Elektrod Superkapasitor ... 121

Rujukan ... 149

Indeks ... 183

Prakata

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dengan izin-Nya, buku ini dapat disiapkan sepenuhnya. Penulisan buku ini adalah mengenai elektrod superkapasitor berasaskan karbon termaju dan karbon daripada biojisim. Buku ini mengandungi tujuh bab. Bab pertama memberi pengenalan tentang karbon dan superkapasitor. Karbon dijelaskan daripada segi unsur dan alotropnya serta pengelasan. Superkapasitor dijelaskan mengenai jenisnya, konsep kapasitan dua lapisan dan diikuti dengan perbandingannya dengan bateri. Dijelaskan juga tentang kaedah mengkaji prestasi superkapasitor dan status penyelidikan superkapasitor di Malaysia dan negara ASEAN serta kegunaan superkapasitor. Bab 2 pula mengenai sifat dan kaedah penyediaan karbon teraktif, karbon hitam dan karbon glasi serta kegunaannya untuk superkapasitor. Bab 3 menerangkan kaedah penghasilan grafin dan sifat utamanya serta kegunaannya dalam beberapa bidang.

Manakala, Bab 4 mengenai sintesis dan sifat karbon aerogel serta kegunaannya sebagai elektrod superkapasitor dan lain-lain kegunaan. Bab 5 mengenai sintesis, sifat dan kegunaan fullerena dan karbon nanotub untuk elektrod superkapasitor. Bab 6 mengenai sintesis dan sifat serabut karbon dan komposit karbon dan kegunaannya sebagai elektrod superkapasitor serta lain-lain kegunaan. Bab 7 memberi penjelasan tentang bahawa di negara kita terdapat pelbagai jenis produk sampingan daripada kilang minyak kelapa sawit dan ia termasuklah serabut tandan kelapa sawit dan tentang komposisi kimia dan makromolekul dalam serabut tandan kelapa sawit. Bab ini diakhiri dengan huraian tentang sintesis karbon daripada serabut tandan kelapa sawit dan kegunaan karbon ini sebagai elektrod superkapasitor.

Saya menghargai sumbangan dana untuk penerbitan buku dari Dana Penerbitan Buku Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) (Kod: DPB-2023-036). Saya juga menghargai sumbangan semua pelajar PhD dan MSc saya yang telah menghasilkan tesis dan penerbitan jurnal yang menjadi sumber kepada sebahagian daripada bahan yang ditulis dalam buku ini. Kepada semua penyumbang dana penyelidikan (UKM, KPT, MOSTE dan sebagainya) untuk perlaksanaan semua projek PhD dan MSc itu

saya ucapkan ribuan terima kasih. Di samping itu, saya juga menghargai sumbangan semua kakitangan dan pensyarah makmal superkasitor, Jabatan Fizik Gunaan, Fakulti Sains dan Teknologi, UKM dan lain-lain kakitangan termasuk barisan kepimpinan pada peringkat jabatan, fakulti dan UKM.

Akhir sekali, jutaan terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga kepada isteri tercinta, Puan Rahani Hussin dan putera terkaming saya, Hafidz Hafifi Mohamad, puteri terkaming saya, Dr. Hafeeza Hafni Mohamad yang sentiasa menyokong dan mendoakan untuk kejayaan saya. Tidak ketinggalan ucapan doa dan terhutang budi saya kepada seluruh anggota keluarga saya terutamanya kedua ibu bapa saya yang telah membesarkan dan mendidik saya dengan penuh kasih sayang.

Mohamad Deraman