

BIOSURFAKTAN

*APLIKASI DALAM
FITOREMEDIASI ENAP CEMAR*

**SITI SHILATUL NAJWA SHARUDDIN
SITI ROZAIMAH SHEIKH ABDULLAH
NUR 'IZZATI ISMAIL**

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 978-629-486-292-0

Kandungan

Senarai Jadual & Rajah ... 7

Senarai Singkatan ... 15

Senarai Simbol ... 19

Prakata ... 21

BAB 1 Industri Petroleum Dunia ... 23

BAB 2 Tumbuhan Tempatan dalam Fitoremediasi ... 33

BAB 3 Prestasi Tumbuhan Sebagai Ejen Pemulihan Enap Cemar
Minyak Mentah ... 62

BAB 4 Peranan Rizobakteria terhadap Penyingkiran Pencemar ... 112

BAB 5 Penghasilan Biosurfaktan ... 165

BAB 6 Teknik Gabungan Fitoremediasi dan Biosurfaktan ... 216

BAB 7 Aplikasi Biosurfaktan Sebagai Ejen Pengemulsi ... 255

BAB 8 Biosurfaktan sebagai Rawatan Alternatif ... 278

Rujukan ... 283

Indeks ... 339

Prakata

Syukur ahamdulillah segala puji hanya bagi Allah S.W.T. yang maha baik memberi kesempatan untuk menyiapkan penulisan buku yang amat bermakna ini. Buku yang bertajuk Biosurfaktan: Aplikasi dalam Fitoremediasi Enap cemar berjaya dihasilkan dengan berkualiti dan bertujuan untuk memberi ilmu baru kepada semua pembaca tentang fungsi dan keunikan bisourfaktan yang dilihat semakin mendapat perhatian dunia tentang keberkesanan dalam merawat pelbagai bahan pencemar. Semoga penyelidikan yang diterjemahkan dalam bentuk sebuah buku ini dapat memberi seberapa banyak manfaat yang boleh kepada semua pihak dan menjadi pemangkin kejayaan untuk teknologi baharu bertapak di masa hadapan.

Melalui ruangan ini, penghargaan terima kasih diucapkan di atas sokongan, dorongan dan kata-kata semangat daripada ahli keluarga serta sahabat seperjuangan yang menjadi pemangkin utama buku ini dapat dihasilkan dengan jayanya. Juga kepada semua pihak di Universiti Kebangsaan Malaysia terutamanya kakitangan di Jabatan Kejuruteraan Kimia dan Proses (JKPP), Rumah Hijau, Makmal FESEM-CRIM Fakulti Sains dan Teknologi (FST) dalam menyediakan pelbagai kemudahan sepanjang kajian ini dijalankan. Setinggi-tinggi penghargaan juga kepada Dr Halim melalui Halim Razali Strategic Theory (HRST) Profesional Expert atas segala ilmu yang diberikan serta dana DIP-2017-022 dan DIP-2023-006 yang telah banyak menyumbang dari segi kewangan sepanjang kajian dan juga penerbitan buku ini. Tidak dilupakan juga pihak Penerbit UKM, kerana telah berjaya menerbitkan buku ini sebagai sebahagian daripada eset ilmuan negara.

Siti Shilatul Najwa Sharuddin
Siti Rozaimah Sheikh Abdullah
Nur 'Izzati Ismail