



OPTIMIZATION OF CATALYST ADDITION AND TEMPERATURE ON BIOSURFACTANT FROM OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCHES FOR OILY PRODUCED WATER REMEDIATION

RAHMAH DWI CAHYANI



**DEPARTMENT OF CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF AGRICULTURAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY
IPB UNIVERSITY**

2025



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DECLARATION OF THE UNDERGRADUATE THESIS' INFORMATION SOURCES AND COPYRIGHTS TRANSFER

I hereby declare that the thesis entitled “Optimization of Catalyst Addition and Temperature on Biosurfactant from Oil Palm Empty Fruit Bunches for Oily Produced Water Remediation” is my own work, completed under the guidance of my academic supervisor. This thesis has not been submitted in any form to any other higher education institution. All sources of information, whether published or unpublished, that are used or quoted in this thesis have been properly cited within the text and are listed in the References section at the end of this thesis. Hereby, I assign the copyright of this undergraduate thesis to the IPB University

Bogor, July 2025

Rahmah Dwi Cahyani
F4401211084

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRACT

RAHMAH DWI CAHYANI. Optimization of Catalyst Addition and Temperature on Biosurfactant from Oil Palm Empty Fruit Bunches for Oily Produced Water Remediation. Dibimbing oleh ALLEN KURNIAWAN dan YUDI CHADIRIN.

Oil drilling operations generate water containing hazardous substances, including O&G, COD, and ammonia. Biosurfactants derived from oil palm empty fruit bunches (OPEFB) have been shown to reduce surface tension, facilitate oil-water separation, and enhance the biodegradation of contaminants. Research indicates that the addition of an NaOH catalyst at concentrations ranging from 20% to 30% significantly decreases the O&G, with the most substantial reduction observed at a 20% catalyst concentration. However, increasing the catalyst concentration resulted in increase levels of COD (3%–35%) and ammonia (48%–88%). A temperature of 80°C, in conjunction with a surfactant dose of 6% and NaOH concentrations of 20–30%, yielded the most effective reduction of O&G and COD. Conversely, higher temperatures (100°C) lead to increased COD and ammonia levels owing to biosurfactant degradation. The Freundlich model accurately describes the adsorption of ammonia, O&G, and COD, demonstrating a strong correlation between the predicted and actual data, with no significant differences as per ANOVA testing.

Keywords: Biosurfactants, Catalyst, OPEFB, Produced Water, Temperature

ABSTRAK

RAHMAH DWI CAHYANI. Optimisasi of Catalyst Addition and Temperature on Biosurfaktan dari Minyak Kelapa Sawit Kosong untuk Remediasi Air Terproduksi Berminyak. Disupervisi oleh ALLEN KURNIAWAN dan YUDI CHADIRIN.

Aktivitas pengeboran minyak menghasilkan air terproduksi yang mengandung senyawa berbahaya seperti minyak dan lemak, COD, dan amonia. Biosurfaktan yang diproduksi dari OPEFB dapat mengurangi tegangan permukaan, memfasilitasi pemisahan minyak dan air, serta meningkatkan biodegradasi kontaminan. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan NaOH katalis pada konsentrasi 20%–30% mengurangi minyak secara signifikan, dengan penurunan terbesar pada 20% katalis. Namun, peningkatan katalis meningkatkan COD (3%–35%) dan amonia (48%–88%). Suhu 80°C dengan dosis surfaktan 6% dan NaOH 20%–30% menghasilkan pengurangan minyak dan COD terbaik, meskipun suhu lebih tinggi (100°C) meningkatkan COD dan amonia akibat degradasi biosurfaktan. Model Freundlich terbukti efektif memodelkan adsorpsi amonia, minyak dan lemak, dan COD, dengan korelasi yang kuat antara data prediksi dan aktual, dan tidak ada perbedaan signifikan menurut uji ANOVA.

Kata kunci: Air Terproduksi, Biosurfaktan, Katalis, TKKS, Temperatur



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Copyrighted by IPB University, 2025 Copyright is protected by
Law

It is prohibited to quote parts or all of this paper without acknowledging or citing the source. Citation is only for the purposes of education, research, writing scientific papers, compiling report, writing criticism, or reviewing a problem, and the citation is not detrimental to IPB University interests.

It is prohibited to publish and reproduce parts or all of this paper without IPB University's permission.



OPTIMIZATION OF CATALYST ADDITION AND TEMPERATURE ON BIOSURFACTANT FROM OIL PALM EMPTY FRUIT BUNCHES FOR OILY PRODUCED WATER REMEDIATION

@Hak cipta milik IPB University

RAHMAH DWI CAHYANI

Undergraduate thesis as one of the requirement to
obtain Bachelor's Degree in Civil and Environmental
Engineering Department

**DEPARTMENT OF CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF AGRICULTURAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY
IPB UNIVERSITY
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Title

: Optimization of Catalyst Addition and Temperature on
Biosurfactant from Oil Palm Empty Fruit Bunches for Oily

Name

: Rahmah Dwi Cahyani

NIM

: F4401211084

Approved by

Supervisor:

Dr. Eng. Ir. Allen Kurniawan, S.T., M. T.
NIP. 19820729 201012 1 005



Co-Supervisor:

Dr. Ir. Yudi Chadirin S.T.P, M.Agr
NIP. 19740926 199903 1 004



Acknowledged by

Head of the Department of Civil and Environmental Engineering:

Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU.
NIP. 19650106 199002 1 001



Exam Date:
4 July 2025

Graduate Date: 19 JUL 2025

PREFACE

All praise and gratitude the author extends to Allah subhanahu wa ta'ala for His blessings, through which the author was granted health and strength to complete this thesis. The title of the research, which was conducted from February 2025 to June 2025, is 'Optimization of Catalyst Addition and Temperature on Biosurfactant from Oil Palm Empty Fruit Bunches for Oily Produced Water Remediation.

On this occasion, the author would like to thank all associates who gave their support in the undergraduate thesis preparation, particularly to:

1. Dr. Eng. Allen Kurniawan, S.T., M.T., as the first academic supervisor, and Dr. Ir. Yudi Chadirin, S.T.P., M.Agr., as the second academic supervisor, for their guidance and valuable input throughout the research and the writing of this thesis.
2. Dr. Ir. Erizal, M.Agr., IPU., as the Head of the Department of Civil and Environmental Engineering, for his guidance and suggestions during the preparation of this thesis.
3. My father Poniran, my mother Suwarsi, my sister Efri Nitasari, and my brother Rizki Tri Wibowo, for their unwavering support and motivation.
4. My fellow thesis group members Frans Edvan Setiawan, Windyarti Mustika Cakraningtyas, Ranti Teguh Wicaksono, Sylvia Wardani, Dylan Khrisnaya, and Gian Azaria for their constant support, assistance, and encouragement throughout the research and thesis writing process.
5. Muhammad Khairul Aswan, Tarina Fidela, Kartika Maylani, Herlina Aulia Daulay, Thasya Kamila, and Annisa Akhlakul RM for their support and encouragement throughout my college years.
6. To all fellow students of Civil and Environmental Engineering, Class of 58 (Pratistha Rajaluca), for their support during the research and thesis writing process.

The author has prepared this thesis to the best of their ability, but is also aware that there are still many shortcomings. Therefore, the author openly welcomes any suggestions and constructive corrections for improvement. It is hoped that this thesis will be beneficial to those in need and contribute to the advancement of knowledge.

Bogor, July 2025

Rahmah Dwi Cahyani



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



CONTENTS

CONTENTS	13
LIST OF TABLES	15
LIST OF FIGURES	15
LIST OF APPENDIX	15
GLOSSARY	17
I INTRODUCTION	1
1.1 Background	1
1.2 Problems Formulation	3
1.3 Objectives of The Research	3
1.4 Expected Benefits	3
1.5 Scope of Research	4
II METHODOLOGY	5
2.1 Research Site and Timeline	5
2.2 Tools dan Materials	5
2.3 Research Operation Procedure	5
2.3.1 Produced Water Characteristic	6
2.3.2 OPEFB Pulping Process	6
2.3.3 Lignin Isolation Process	7
2.3.4 Sulfonation Process	7
2.3.5 Non-linear isotherm modeling	8
2.3.6 Analysis of Variance (ANOVA)	9
2.3.7 Root Mean Square Error (RMSE)	11
2.3.8 Pearson Correlation	12
2.3.9 Coefficient of Determination (R^2)	12
2.3.10 Sensitivity Analysis	12
2.3.11 The Effect of Isotherm Model Variables on The Final Concentration	13
III RESULT AND DISCUSSION	14
3.1 Produced Water Characteristic Analysis	14
3.2 The effect of NaOH catalyst addition	15
3.2.1 The result in O&G content	15
3.2.2. The effect on COD concentration	16
3.2.3. The Effect on Ammonia Concentration	17
3.3 The Effect of Temperature	18



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

3.3.1 The result in O&G content	18
3.3.2. The effect on COD concentration	19
3.3.3. The Effect on Ammonia Concentration	19
3.4 Multi Parameter Interaction	20
3.5 The effect of catalyst variation, temperature, and surfactant dosage	23
3.6 Non-linear Isotherm Modeling	24
3.7 The Effect of Isotherm Model Variables on the Final Concentration	28
3.8 Sensitivity Analysis	30
3.9 Simple Budget Plan for Biosurfactant Production from OPEFB	31
IV CONCLUSIONS AND RECOMENDATIONS	32
4.1 Conclusions	32
4.2 Recomendations	33
REFERENCESS	34
APPENDIX	38
AUTOBIOGRAPHY	48