



ANALYSIS OF PM₁₀ DISTRIBUTION AND POTENTIAL SOURCES OF HEAVY METALS (Pb, Cd, Zn, Al, Ni) INTO THE SEA SURFACE MICROLAYER IN JAKARTA BAY

DAPHNE SALSABILE ALINANDITA



**DEPARTMENT OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY
FACULTY OF FISHERIES AND MARINE SCIENCE
BOGOR AGRICULTURAL UNIVERSITY
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

DECLARATION ON THE UNDERGRADUATE THESIS AND COPYRIGHT TRANSFER

I declare that the undergraduate thesis with the title "Analysis of PM_{10} Distribution and Potential Sources of Heavy Metals (Pb, Cd, Zn, Al, Ni) into The Sea Surface Microlayer in Jakarta Bay" is my own work under supervision of Mochamad Tri Hartanto, S.Pi., M.Si. and Riza Aitiando Pasaribu, S.Pi., M.Si. and has not been submitted in any form to any other university. Sources of information derived from or cited from published or unpublished work by other authors have been mentioned in the text and included in the References in the last part of this undergraduate thesis.

I hereby transfer the copyright of my writing to the Bogor Agricultural University

Bogor, August 2024

Daphne Salsabile Alinandita
C5401201801

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

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

ABSTRAK

DAPHNE SALSABILE ALINANDITA. Analisis Distribusi PM_{10} dan Potensi Sumber Logam Berat (Pb, Cd, Zn, Al, Ni) pada Sea Surface Microlayer di Teluk Jakarta. Dibimbing oleh MOCHAMAD TRI HARTANTO dan RIZA AITIANDO PASARIBU.

Pemahaman tentang konsentrasi PM_{10} di udara, khususnya di kota besar seperti Jakarta, masih sangat terbatas terutama dalam hal distribusi spasialnya. Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi konsentrasi PM_{10} menggunakan data lapangan dan pendekatan citra satelit, serta menentukan konsentrasi logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), seng (Zn), aluminium (Al), dan nikel (Ni) di air untuk mengidentifikasi kontribusi sumber logam berat dari udara. Data citra Sentinel-2 diperoleh dari Copernicus, sedangkan data PM_{10} diambil dari stasiun lapang dan satu stasiun WAQI. Konsentrasi PM_{10} yang dihasilkan dari pemrosesan citra Sentinel-2 kemudian dibandingkan dengan data dari stasiun WAQI. Selain itu, data logam berat di *sea surface microlayer* (SML) dikumpulkan di sekitar pelabuhan Jakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran PM_{10} bervariasi sesuai dengan bulan, dengan indikasi adanya pengaruh dari daratan. Terdapat perbedaan antara hasil data lapangan dan citra satelit, dengan kisaran konsentrasi PM_{10} berada pada rentang $9,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga $126,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Perbedaan ini disebabkan oleh kondisi atmosfer, akurasi algoritma pemrosesan data, atau keterbatasan ketersediaan data lapang. Analisis logam berat menunjukkan bahwa konsentrasi lebih tinggi dalam fase tersuspensi di SML dibandingkan dengan fase terlarut, di mana Pb dan Zn lebih dominan dalam fase terlarut, sementara Al lebih banyak terkonsentrasi dalam fase tersuspensi.

Kata kunci: logam berat, PM_{10} , *sea surface microlayer*, Sentinel-2



ABSTRACT

DAPHNE SALSABILE ALINANDITA. Analysis of PM₁₀ Distribution and Potential Sources of Heavy Metals (Pb, Cd, Zn, Al, Ni) into The Sea Surface Microlayer in Jakarta Bay. Supervised by MOCHAMAD TRI HARTANTO and RIZA AITIANDO PASARIBU.

Understanding PM₁₀ concentration in large cities like Jakarta, remains very limited, especially in terms of its spatial distribution. This research aims to validate PM₁₀ concentration using field data and satellite imagery and to determine the concentration of heavy metals such as lead (Pb), cadmium (Cd), zinc (Zn), aluminum (Al), and nickel (Ni) in water to identify the heavy metals contribution. Sentinel-2 imagery data was obtained from Copernicus, while PM₁₀ data was collected from field stations and a WAQI station. The PM₁₀ concentrations derived from Sentinel-2 imagery processing were then compared with data from the WAQI station. Additionally, heavy metal data in the sea surface microlayer (SML) was collected near Jakarta's port. The study indicated that PM₁₀ distribution varies monthly, with indications of influence from the land. There are differences between field data and satellite image results ranging from 9.5 µg/m³ to 126.1 µg/m³. These differences are likely due to atmospheric conditions, the accuracy of data processing algorithms, or the limitations in the availability of field data. Analysis of heavy metals indicates that the concentration is higher in the suspended phase in the SML compared to the dissolved phase, where Pb and Zn are more dominant in the dissolved phase, while Al is more concentrated in the suspended phase.

Keywords: heavy metals, PM₁₀, sea surface microlayer, Sentinel-2



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, 2024
Copyright is protected by Law

It is prohibited to quote part or entire report without mentioning or citing the source. The citation is only for the purposes of education, research, writing scientific papers, compiling reports, writing critiques, reviewing a problem, or public dissemination, and the citation does not inflict harm to IPB.

ANALYSIS OF PM₁₀ DISTRIBUTION AND POTENTIAL SOURCES OF HEAVY METALS (Pb, Cd, Zn, Al, Ni) INTO THE SEA SURFACE MICROLAYER IN JAKARTA BAY

**DAPHNE SALSABILE ALINANDITA
C5401201801**

Undergraduate thesis submitted to
the Department of Marine Science and Technology
in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Bachelor

**DEPARTMENT OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY
FACULTY OF FISHERIES AND MARINE SCIENCE
BOGOR AGRICULTURAL UNIVERSITY
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan 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.

Examiner's Committee:

- 1 Dr.Ir. Tri Prartono, M.Sc
- 2 Nadya Cakasana, S.Kel., M.Si

Title of Undergraduate Thesis : Analysis of PM₁₀ Distribution and Potential Sources of Heavy Metals (Pb, Cd, Zn, Al, Ni) into The Sea Surface Microlayer in Jakarta Bay

Student Name : Daphne Salsabile Alinandita

Student ID : C5401201801

Approved by

First Supervisor:
Mochamad Tri Hartanto, S.Pi., M.Si



Second Supervisor:
Riza Aitiando Pasaribu, S.Pi., M.Si



Acknowledged by

Head of Marine Science and Technology Department:
Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi., M.Si
NIP 197207262005011002



Exam Date:
August 9, 2024

Completion Date:
()



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

PREFACE

All praise due to Allah, by whose honor and majesty, deeds of virtue are accomplished. This thesis was prepared and submitted as one of the requirements for obtaining a Bachelor's degree at the Department of Marine Science and Technology, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, IPB University.

The preparation and writing of this thesis cannot be separated from the help, support, guidance, suggestions, and prayers that have been given to me from various parties. Therefore, the author would like to gratitude and thank to:

1. Mochamad Tri Hartanto, S.Pi., M.Sc. as the first supervisor who has provided guidance and advice in completing this thesis;
2. Riza Aitiando Pasaribu, S.Pi., M.Si. as the second supervisor and academic supervisor who has guided throughout the author's education in Marine Science and Technology;
3. Dr.Ir. Tri Prarsono, M.Sc as the examiner for evaluating this thesis;
4. Nadya Cakasana, S.Kel., M.Si as the examiner and also GKM quality guarantee for suggestions to improve this thesis;
5. The lecturers and staff at the Department of Marine and Science Technology, for the valuable knowledge that has been given in lectures during the four year study at the IPB University;
6. Father (Moh. Ali Isa Nugroho), Mother (Rr. Finandita Utari) and siblings (Reizo and Isabelle), for the support, motivation, and endless prayers that have been crucial throughout the author's journey;
7. Assistants of Oceanography's laboratory Mba Santi Susanti, Bang Erwin Maulana, Mba Sylvie Siskawati for the suggestions and support;
8. Rifdah Labibah, Tsabita Najla Aulia, and Dwi Ikhsan for the help, feedback, and assistance throughout the author's thesis process;
9. Florencia Dewi Azzahra Fauziah and Sabina Laily Rahma Wagiu who have accompanied and provided support since the first year of college;
10. All members of ITK 57, whom the author may not be able to mention one by one, but this does not reduce the author's respect and appreciate to all of you for the help and prayers that have been given for the author's success in completing the writing of this thesis;
11. The Ministry of Education, Culture, Research and Technology, The Republic of Indonesia for the support through Regular Fundamental Research program 188823/IT3.D10/PT.01.03/P/B/2023.

Hopefully this scientific work is useful for those who need it and for the advancement of science.

Bogor, August 2024

Daphne Salsabile Alinandita



TABLE OF CONTENTS

LIST OF TABLES	xiii
LIST OF FIGURES	xiii
LIST OF APPENDICES	xiii
INTRODUCTION	1
1.1 Background	1
1.2 Objectives	2
II METHODS	3
2.1 Time and Site Selection	3
2.2 Equipments, Data, and Materials	3
2.3 Sample Collection	4
2.4 Data Processing	5
2.5 Data Analysis	8
III RESULTS AND DISSCUSSION	10
3.1 Meteorological Conditions	10
3.2 Comparison of Image Data with In-Situ Data	15
3.3 Potential Sources of Heavy Metals from Aerosols	20
IV CONLUSIONS AND RECOMMENDATION	23
4.1 Conclusions	23
4.2 Recommendation	23
REFERENCES	24
APPENDIX	28
BIOGRAPHY	30

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

LIST OF TABLES

1	Type of data used and their sources	4
2	Sentinel-2 band specifications	6
3	Air quality scale	9
4	Monthly rainfall throughout 2023	13
5	Monthly average relative humidity in Jakarta	14
6	Comparative concentration of PM10 in-situ and Sentinel-2	15
7	Value of in-situ and Sentinel-2 data retrieval in WAQI station	19
8	Results of heavy metals concentration analysis in SML	20
9	Results of heavy metals concentration analysis in the air	21
10	Results of heavy metals ratio in dissolved and suspended phase in August 2023	22

LIST OF FIGURES

1	Data retrieval point location map	3
2	Tools for collecting air sample	4
3	Flow diagram of the research	5
4	Monthly wind rose diagrams from January to June	11
5	Monthly wind rose diagrams from July to December	12
6	PM10 spatial concentration from January to June	17
7	PM10 spatial concentration from July to December	18

LIST OF APPENDICES

1	Beaufort scale	28
2	Distribution frequency of wind throughout 2023 in Jakarta	29

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.