

ISSN: 2598-7291



PROSIDING
SEMINAR NASIONAL dan RAPAT TAHUNAN
MIPAnet 2017
“SAINS UNTUK KEHIDUPAN”



FMIPA Universitas Sam Ratulangi
Manado, 24 - 26 Agustus 2017



PENGANGGUNG JAWAB

Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc (Sekretaris Jenderal MIPAnet)
Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc (Dekan FMIPA UNSRAT)

EDITOR:

1. Feky R. Mantiri, M.Sc, P.h.D
2. Djoni Hatidja, M.Si
3. Dr. Nelson Nainggolan, M.Si
4. Dr. Henry Aritonang, M.Si
5. Christie Montolalu, M.Sc

DESAIN COVER: Parluhutan Siahaan, M.Si.

TIM PENILAI MAKALAH (*REVIEWER*)

1. Prof. Dr. Win Darmanto, M.Si., Ph.D
Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga
Surabaya
2. Prof. Dr. Ir. Hery Simbala, M.Si
Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
3. Prof. Warsito, S.Si, DEA, Ph.D
Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Lampung
4. Dr. Hanny Sangian, M.Si
Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
5. Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc
Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
6. Prof. Dr. John S. Kekenusa, MS
Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
7. Prof. Dr. Julius Lolombulan, MS
Jurusan Matematika, Universitas Negeri Manado
8. Prof. Dr. Zulkarnain Chaidir, MS
Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Andalas Padang
9. Prof. Dr. Ir. Julius Pontoh, M.Sc
Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
10. Dr. Teti Sutriyati Tuloli, M.Si., Apt
Jurusan Farmasi Universitas Negeri Gorontalo
11. Prof. Dr. Fatimawali, M.Si, Apt
Program Studi Farmasi, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur panitia panjatkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat dan berkat-Nya sehingga kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan *MIPAnet* 2017 ini dapat terlaksana.

Seminar dan Rapat Tahunan atau Semirata *MIPAnet* 2017 ini bertujuan untuk mewadahi penemuan-penemuan terkini dalam bidang Sains dan yang terkait sehingga terjadi pertukaran informasi di antara para peneliti dan juga sebagai wadah konsolidasi bagi para pimpinan atau dekan-dekan bidang MIPA di berbagai perguruan tinggi se-Indonesia untuk kemajuan pendidikan dan penelitian Sains dan bidang terkait lainnya. Semirata tahun ini diberi thema: “Sains untuk Kehidupan” dengan harapan sains yang ada saat ini akan dapat meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup manusia.

Terselenggaranya Semirata ini adalah berkat kerjasama dan dukungan berbagai pihak, dan oleh karena itu kami panitia berterimakasih setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Ellen Joan Kumaat, M.Sc.,DEA selaku Rektor Universitas Sam Ratulangi Manado,
2. Ibu Dr. Ir. Sri Nurdyati, M.Sc. selaku Sekretasi Jenderal *MIPAnet*, dan
3. Bapak Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc. selaku Dekan Fakultas MIPA Unsrat, yang telah memberi dukungan yang maksimal baik secara moril maupun materil agar kegiatan ini terlaksana dengan baik.

Kami sampaikan juga terimakasih banyak atas kesediaan para *keynote speaker* dan *invited speaker* untuk memberikan pencerahan dan membagi ilmu dan pengalamannya di bidangnya masing-masing, dan diantaranya:

1. Bapak Olly Dondokambey, S.E. (Gubernur Sulawesi Utara)
2. Dr. Muhammad Dimyatin (Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristekdikti)
3. Prof. dr. Amin Subandrio W. Kusumo, Ph.D.,Sp.MK(K) (Direktur Lembaga Molekuler Eijkman)
4. Dr. Ariel Liebman, (Deputy Director Energy Materials and System Institute, Monash University, Australia)
5. Prof. Dr. Ken Seng Tan, (READI Project, University of Waterloo, Canada)
6. Dr. Laksana Tri Handoko (Deputi Bidang Ilmu Pengetahuan Teknik, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, LIPI)
7. Prof. Dr. Wolfgang Nellen, (Universität Kassel, Germany)
8. Prof. Dr. Andreas Ernst (Deputy Director of MAXIMA, Monash University, Australia)

Kepada semua Dekan-dekan anggota *MIPAnet* dan juga kepada kontributor atau pemakalah yang mempresentasikan makalahnya, para peserta yang mengikuti, sponsor maupun donator serta kepada PBI (Persatuan Biologi Indonesia) yang telah bekerjasama dan membantu terlaksananya kegiatan ini, kami atas nama seluruh panitia mengucapkan terimakasih.

Akhir kata, semoga seminar ilmiah di Manado ini membawa manfaat sebesar-besarnya bagi kehidupan bangsa dan negara Indonesia.

Manado, 24 Agustus 2017
Ketua Panitia

Ir. Feky Mantiri, M.Sc., Ph.D

Kata Sambutan Sekjen MIPAnet

MIPAnet (www.mipanet.or.id) yang dibentuk pada awal tahun 1999 di ITB Bandung adalah sebuah Jaringan Kerjasama Nasional Lembaga Pendidikan Tinggi Bidang MIPA yang beranggotakan Dekan FMIPA, Dekan FPMIPA, Dekan FST, dan Dekan FBIO. Pendirian MIPAnet bertujuan untuk meningkatkan kualitas sumberdaya keilmuan dan pendidikan bidang MIPA, memperjuangkan kepentingan seluruh anggota serta meningkatkan peran bidang MIPA dan Pendidikan MIPA bagi pembangunan Indonesia.

Setiap tahun MIPAnet menyelenggarakan seminar ilmiah yang dimaksudkan sebagai wadah untuk diseminasi hasil penelitian terbaru dari para pakar maupun peneliti bidang sains di Indonesia. Seminar yang diselenggarakan di Manado ini mengusung tema Sains untuk Kehidupan, yang menyajikan hasil penelitian di bidang Statistika, Matematika, Aktuaria, Biologi, Kimia, Farmasi, Pendidikan MIPA dan bidang terkait lainnya. Narasumber dari kegiatan ini adalah para pakar di berbagai bidang ilmu yang datang dari beberapa Negara, antara lain Kanada, Australia, Jerman dan Indonesia.

Kami berharap agar para pakar dan pembicara dalam seminar ini bisa sharing hasil penelitiannya, sehingga seluruh peserta seminar mendapatkan manfaat yang sebesar-besarnya dari kegiatan ilmiah ini. Kami juga berharap agar hasil diskusi dari pertemuan ilmiah ini dapat menjadi inspirasi, khususnya bagi para peneliti muda agar mereka dapat berkarya lebih produktif lagi di waktu-waktu mendatang.

Atas nama Pimpinan MIPAnet, kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Gubernur Sulawesi Utara, Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan - Kemenristekdikti, Rektor Universitas Sam Ratulangi, para narasumber, Pimpinan FMIPA Universitas Sam Ratulangi, para sponsor, panitia serta semua pihak yang telah mendukung suksesnya acara ini serta semua pihak yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk hadir dan berpartisipasi dalam kegiatan ini. Semoga semua jerih payahnya dicatat Allah dan dibalasNya dengan pahala tanpa batas. Amin.

Akhir kata, semoga seminar ilmiah di Manado ini berjalan lancar dan membawa manfaat sebesar-besarnya bagi kehidupan bangsa dan negara Indonesia.

Manado, 24 Agustus 2017
Sekretaris Jenderal MIPAnet

Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc

Keynote Speaker

INFORMATION TECHNOLOGY AND MATHEMATICS IS USED TO ADDRESS INDONESIA'S AND AUSTRALIA'S ENERGY CHALLENGES

Dr. Ariel Liebman

Deputy Director Energy Materials and System Institute
Monash University, Australia

Abstract

For the 150 years or more since the end of the industrial revolution in Europe, the fate of society, industry and national and global economies has been intimately tied with the energy sector. This is true whether we are talking about electricity, coal, oil or natural gas whose use has underpinned the massive technological changes that began in Europe and have swept over the world leading to economic growth and unprecedented material prosperity. While this has been largely regarded as desirable it has led to both rising CO₂ levels in the atmosphere and their associated climate crisis as well as depletion of fossil fuels reserves leading to cost increases and economic challenges for many developing countries.

In order to continue serving the needs of human social and community development, especially in developing countries such as Indonesia, a different approach to energy supply is required. Fortunately great progress has been made in the development of cheap renewable energy resource such as wind farms, solar photovoltaic (PV) panels as well as information technology enabled smart grid infrastructure. These technologies are being combined to provide cheap sustainable energy in countries around the world including Australia which has reached 10% solar PV penetration in the last 10 years.

These technologies can provide affordable energy solutions for both centralised energy production in areas well served by large scale electricity transmission grids in areas around the island of Java in Indonesia as well as in remote areas such as Indonesia's many islands and remote communities on large islands such as Kalimantan. This is equally relevant to remote communities in Australia that are separated from the larger population centres by vast deserts and other large developing regions such as India and Africa.

However, in order to efficiently and rapidly integrate these new technologies on a large scale several technical challenges need to be addressed. Most of these lie at the interface of the disciplines of Mathematics, Engineering, Information Technology and Economics. This talk will cover how these challenges are being tackled through the cross disciplinary approach taken within Monash University and the Australia Indonesia Centre energy cluster in a collaboration between Australian and Indonesian Universities. In particular this talk will focus on the application of the fields of optimisation, data science and machine learning to the solution of these problems.

Keynote Speaker

**AGRICULTURAL INSURANCE RATEMAKING: DEVELOPMENT OF
A NEW PREMIUM PRINCIPLE**

Ken Seng Tan

Sun Life Fellow in International Actuarial Science

University of Waterloo, Canada

Abstract

Determining the appropriate premium to charge for the underlying risk is central to delivering a sustainable agricultural insurance program. While this is fundamental to all types of insurance, in agriculture this is a particularly challenging task given systemic risk, information asymmetry, and a number of multifaceted factors pertaining to the loss experience data, including scarcity and credibility. The objective of this paper is to formally introduce premium principles to the agricultural insurance literature, with a focus on a new premium principle approach based on the multivariate weighted distribution. The multivariate weighted premium principle (MWPP) formalizes the reweighting of historical loss experience using external factors in order to refine the agricultural insurance pricing. These external factors may reflect systemic risk and include material information, such as economic and market conditions, weather, soil, etc. In the empirical study, a unique reinsurance data set from the province of Manitoba, Canada, is used to evaluate a number of potential premium principles. With the flexibility of the MWPP, the empirical results indicate that the MWPP approach can be a viable premium principle for pricing agricultural insurance. Furthermore, the MWPP redistributes premium rates and assigns increased loadings to higher risk layers, helping reinsurers manage their reserves and achieve improved sustainability in the long term.

Joint work with Wenjun Zhu and Lysa Porth.

Keynote Speaker

CRISPR/Cas9: BASICS AND APPLICATIONS IN "GENE SURGERY"

Prof. Dr. Wolfgang Nellen

Genetika Biologi - Universität Kassel, Germany

Abstract

The new gene editing tool CRISPR/Cas9 is derived from a defence system found in many archaea and eubacteria. In function it is similar to the adaptive immune system in higher animals but has an entirely different biochemical basis. Basic research and profound understanding of CRISPR/Cas has led to the development of an easy and efficient molecular tool to target specific regions in genomes of microbes, plants and animals including humans and to precisely introduce mutations in defined genes. In addition, complete genes or gene domains can be removed or foreign genes can be inserted. Further modifications of the system even allow for targeted epigenetic modifications. After a brief presentation of the origins and biochemistry of bacterial CRISPR/Cas systems, I will give examples for applications in biotechnology, animal and plant breeding and in medicine. With the recent advancements in modifying human embryos, ethical questions become highly relevant and will be discussed. Especially in Europe, legal issues have a substantial impact on applications and may prevent applications. A careful case by case evaluation of risks and benefits has to be done to avoid misuse and to still profit from the immense potential of the technology. As documented by China, there are great chances for Asian countries to go their own way beyond the dominance of the western world.

Keynote Speaker

PERAN BIOLOGI MOLEKULER DALAM PEMETAAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

Amin Soebandrio^{1,*}

¹ Lembaga Biologi Molekuler Eijkman, Jl. Diponegoro 69 Jakarta 10430.

*Email: www.eijkman.go.id

Abstrak

Indonesia dikenal sebagai negara dengan keanekaragaman hayati terbesar kedua di dunia, bahkan mungkin nomor satu jika keanekaragaman hayati laut diperhitungkan. Perlu dipahami bahwa Keanekaragaman hayati tidak hanya terbatas pada flora, fauna, tetapi juga termasuk keragaman mikroba dan manusia. Saat ini sebagian besar pemetaan keanekaragaman hayati di Indonesia dilakukan dengan mempelajari keragaman fenotip atau bentuk (morfologi), dan proses metabolisme/biokimia dan metabolit yang dihasilkannya. Teknologi biologi molekuler memungkinkan analisis lebih dalam dan rinci dalam membedakan suatu makhluk dari makhluk lainnya. Pendekatan ini telah memungkinkan dilakukannya pemetaan sebaran tipe-tipe virus Dengue dan virus Hepatitis B diseluruh Indonesia, yang dapat memberikan informasi dasar bagi strategi pengembangan diagnostik dan vaksin. Kombinasi teknologi *polymerase chain reaction* (PCR), *sequencing*, dan bioinformatika telah membantu memastikan ada/tidaknya ketrekaitan patogen yang diisolasi di Indonesia dengan patogen serupa yang telah menyebabkan endemi dan/atau merupakan ancaman pandemi. Melalui pendekatan ini pula dapat dipelajari latar belakang genetik populasi Indonesia, yang sangat bermanfaat dalam mengetahui asal-usul manusia Indonesia, kerentantannya terhadap berbagai penyakit, serta dikemudian hari dapat mendukung penerapan *precision medicine* atau *personalized medicine* yang menjadi *trend* pengobatan dimasa depan. Melalui teknologi *DNA-finger printing*, pemetaan keragaman hayati berbasis biologi molekuler sangat berperan dalam mendukung kegiatan forensik, seperti paternitas serta berbagai tindakan kriminal seperti pemerkosaan, pembunuhan, perdagangan wanita dan anak, penyelundupan satwa liar langka/yang dilindungi maupun penyelundupan kayu, serta identifikasi korban bencana/perang. Teknologi *DNA-barcoding* memungkinkan untuk memastikan asal suatu tanaman atau hewan yang diselundupkan.

Kata Kunci: Biologi molekuler, PCR, diagnostik, sekuensing, bioinformatika

SEMINAR NASIONAL DAN RAPAT TAHUNAN MIPAnet TAHUN 2017

DAFTAR ISI PROSIDING

KEYNOTE SPEAKERS:

- 1 Information Technology and Mathematics is Used to Address Indonesia's and Australia's Energy Challenges
Ariel Liebman iv
- 2 Agricultural Insurance Ratemaking: Development of a New Premium Principle
Ken Seng Tan v
- 3 Crispr/Ca9: Basics and Applications ini "Gene Surgery"
Wolfgang Nellen vi
- 4 Peran Biologi Molekuler dalam Pemetaan Keanekaragaman Hayati
Amin Soebandrio vii

BIDANG MATEMATIKA:

- 1 Sistem Antrian Pasien Pada Dokter Berbasis Web Menggunakan Sms Gateway
Angel Corputty,
Thomas Ch. Suwanto, dan
Rinaldi Munir 1 – 10
- 2 Aplikasi Analisis Sentimen Cuitan di Twitter Menggunakan Algoritma Boyer Moore
Angreanus Lukas,
Rinaldi Munir, dan
Debby Paseru 11 – 20
- 3 Magnetohidrodinamika Fluida Mikroktub Yang Mengalir Melalui Bola Pejal di Bawah Pengaruh Medan Magnet
Basuki Widodo,
Dieky Adzkiya, dan
Rizky Verdyanto Pratomo 21 – 26
- 4 Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Pinjaman Menggunakan Fuzzy Simple Additive Weighting
Dony M. Sihotang,
Lorenzo B. Kanuru 27 – 34

- 5 Aplikasi Fuzzy C-Means Sebagai Tool Pengambil Kebijakan dalam Upaya Menurunkan Tingkat Pengangguran di Provinsi Maluku
Dorteus L. Rahakbauw, dan Mozart W. Talakua 35 – 44
- 6 Model Trinomial pada Penentuan Harga Opsi Saham Karyawan
Emli Rahmi 45 - 52
- 7 Pemodelan Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Bengkulu Menggunakan Small Area Estimation dengan Pendekatan Regresi Penalized Spline
Idhia Sriliana, Etis Sunandi, dan Ulfasari Rafflesia 53 – 60
- 8 Perbandingan Penggunaan Jeffrey's Prior dan Cauchy Prior untuk Mengatasi Pemisahan dalam Model Regresi Logistik Biner pada Kasus Pemberian Bantuan Kredit Petani Rumput Laut di Kabupaten Kupang
Evellin Dewi Lusiana 61 – 66
- 9 Hubungan Pengalaman Mengajar dan Partisipasi Guru dalam MGMP dengan Kompetensi Profesional Guru Matematika SMP Provinsi Maluku Utara
Evi Hulukati, Bakri La Hasan, dan Siti Zakiyah 67 – 76
- 10 Analisis Kemampuan Representasi Matematis dan Self Efficacy Siswa SMP Dalam Penerapan Open-Ended
Hanifah Nurus Sopiany, dan Shelvy Vidia Puspa Dewi 77 – 86
- 11 Modifikasi Sistem Predator-Prey: Dinamika Model Leslie-Gower Dengan Daya Dukung Yang Tumbuh Logistik
Hasan S. Panigoro, dan Emli Rahmi 87 – 96
- 12 Pengaruh Pemanenan Terhadap Model Verhulst Dengan Efek Allee
Emli Rahmi, dan Hasan S. Panigoro 97 – 104
- 13 Rekonstruksi Struktur Penalaran Matematis Mahasiswa Melalui Pemecahan Masalah Matematika
Hery Suharna, In Hi. Abdullah, dan Ardiana 105 – 116
- 14 Pemahaman Literasi Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Yang Berkaitan Dengan Materi Bangun Ruang
Indrie Noor Aini 117 – 122

15	Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Tongkol (<i>Auxis Rochei</i>) di Perairan Manado - Sulawesi Utara	<u>John S. Kekenusa,</u> <u>Sendy B. Rondonuwu,</u> dan <u>Marline S. Paendong</u>	123 – 136
16	Analisis Deskripsi Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk pada Balita di Sumba Timur NTT	<u>Keristina Br. Ginting,</u> <u>Rapmaida M. Pangaribuan,</u> dan <u>Meksianis Z. Ndi</u>	137 – 150
17	Pemahaman Matematis Siswa dalam Penyelesaian Masalah yang Berkaitan dengan Konsep Kecepatan	<u>Kiki Nia Sania Effendi</u>	151 – 158
18	Teori Himpunan Lunak dan Beberapa Operasinya	<u>Muhammad Abdy</u>	159 – 164
19	Aplikasi Bursa Rental Lapangan Futsal Berbasis Android	<u>Michael George</u> <u>Sumampouw</u>	165 – 172
20	Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pada Hewan Ternak Menggunakan Certainty Factor Berbasis Web	<u>Ni Made Herlinawati,</u> <u>Immanuela P. Saputro,</u> <u>Rinaldo Turang</u>	173 – 180
21	Aplikasi Analisis Gerombol dan Visualisasi Multidimensional Gempa Bumi Provinsi Bengkulu dan Sekitarnya	<u>Fachri Faisal,</u> <u>Pepi Novianti,</u> <u>Jose Rizal</u>	181 – 190
22	Pendekatan Creative Problem Solving (CPS) Problem Solving (PS) dan Direct Instruction (DI) Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Mahasiswa Calon Guru	<u>Rika Mulyati Mustika</u> <u>Sari</u>	191 – 200
23	Pengaruh Strategi Vaksinasi Kontinu pada Model Epidemik SVRIS	<u>Tonaas Kabul Wangkok</u> <u>Yohanis Marentek</u>	201 – 210
24	Model Means-Ends-Analysis yang Dimodifikasi dengan Disertai Didactical Enginnering untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP	<u>Wahid Umar</u>	211 – 224
25	Identification of Manado's Pilwako as The Candidate Mayor Territory Political Power In 2015 Using EM Algorithm With Model Based Selection	<u>Winsy Weku,</u> <u>Altien Rindengan</u>	225 – 234

- 26 Kajian Penerapan Model Pembelajaran Student Facilitator And Explaining Dan Group Investigation Dalam Pembelajaran Matematika Sistim Persamaan Linear Dua Peubah(Suatu Penelitian di SMP Negeri 4 Tondano)
Vivian Eleonora Regar 235 – 240

BIDANG FISIKA:

- 27 Dinamika Glukosa Dan Insulin Pada Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Oral Minimal Model Termodifikasi
Agus Kartono,
Rakhmat Febriana,
Ardian Arif Setiawan,
Heriyanto Syafutra,
Setyanto Tri Wahyudi 241 – 248
- 28 Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Suseptibilitas Magnetik Dan Perubahan Fasa Barium Ferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) Pasir Besi Batang Sukam Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat
Arif Budiman,
Dwi Puryanti,
Muhammad Rizki,
Helfi Syukriani 249 – 254
- 29 Rancang Buat Lampu Hemat Energi Berbasis Led Dan Sel Surya Sebagai Alat Penerangan
Arifin,
Juritno,
Dahlang Tahir,
Syamsir Dewang 255 – 258
- 30 Dinamika Medan Skalar Dalam Kosmologi
Bansawang Bj,
Tasrief Surungan,
Azwar Sutiono 259 - 264
- 31 Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Listrik Pada Rumah Tambak
Bidayatul Armynah,
Syahir Mahmud 265 – 272
- 32 Kemampuan Mahasiswa Mendeskripsikan Dan Mengasosiasi Hubungan Antar Komponen Fisis Tanah Longsor
Djeli Tulandi 273 – 280
- 33 Pengaruh Penambahan Polyethylene Glycol (PEG) Terhadap Sifat Magnetik Dan Sifat Listrik Maghemit ($\Gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) Yang Disintesis Dari Magnetit Batuan Besi
Dwi Puryanti,
Muhammad Ikhsan,
Arif Budiman 281 – 286

34	Penerapan Sistem Sensor Serat Optik Untuk Pengukuran Frekuensi Getaran Mesin Sepeda Motor	<u>Harmadi,</u> <u>Nadia Yudia Putri,</u> <u>Wildian</u>	287 – 292
35	Desain Dan Fabrikasi Sistem Akuisisi Data Untuk Mengukur Kadar Karbon Dioksida, Kelembaban Dan Temperatur Di Lahan Gambut	<u>Iwan sugriwan,</u> <u>Fajar sukarno,</u> <u>Arfan eko fahrudin</u>	293 – 302
36	Aplikasi Metode Geolistrik, Geomagnet Dan Citra Satelit Untuk Mengetahui Potensi Air Tanah Di Pulau Pura, Alor	<u>Jehunias L. Tanesib,</u> <u>Johnson Tarigan,</u> <u>Fidelis Sun Dawi,</u> <u>Felix K. A. Durto</u>	303 – 318
37	Penyelidikan Geokimia Panas Bumi Lau Sidebuk-Debuk Kabupaten Karo Sumatera Utara	<u>Juliper Nainggolan,</u> <u>Cristin Sitepu</u>	319 – 324
38	Deposisi Lapisan Tipis Opal Menggunakan Capillary Deposition Method	<u>Muldarisnur,</u> <u>Frank Marlow</u>	325 – 330
39	Analisis Kapasitas Bencana Gempabumi Di Kota Palu	<u>Rusydi H. Rustan</u> <u>Effendi,</u> <u>Muhammad Basir Cyio,</u> <u>Rahmawati</u>	331 – 340
40	Pengaruh Aspek Meteorologi Terhadap Produksi Garam Air Payau Di Desa Losarang, Kabupaten Indramayu	<u>Sandy H.S. Herho,</u> <u>Gisma A. Firdaus,</u> <u>Plato M. Siregar</u>	341 – 352
41	Rancang Bangun Sistem Telemetry Pendeteksian Dini Tsunami Berdasarkan Laju Surut Air Laut	<u>Wildian,</u> <u>Nini Firmawati,</u> <u>Tania Mayang Sari</u>	353 – 362
42	Ekstrak Kulit Buah Kakao Sebagai Aditif Pada Sintesis Lapisan Kuprum (Cu)	<u>Dahyunir Dahlan,</u> <u>Nurry Putri Tissos,</u> <u>Yuli Yetri</u>	363 – 368

- 43 Comparison Of Two Models Peak Ground Acceleration (PGA) On Maluku North Area
Tati Zera,
M. Nafian,
Ilman Luthfi H,
Lusty Nur A 369 – 376
- 44 Struktur Mikro Endapan Sinter Sekitar Mata Air Panas di Solok dan Solok Selatan, Sumatera Barat(PGA) On Maluku North Area
Ardian Putra,
Darma Yulia Inanda,
Afdal Fajri Salim,
Fani Buspa 377 – 382
- 45 Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Sifat Mekanik Bata Ringan Berbahan Pasir Limbah Tambang Intan dan Abu Terbang Batubara
Ninis Hadi Haryanti dan
Henry Wardhana 383 – 390
- BIDANG KIMIA:**
- 46 Asam Protokatekuat Dari Ekstrak Etil Asetat Biji Honje (*Etilingera elatior*) Dan Aktivitas Antioksidannya
Dede Sukandar,
Siti Nurbayti,
Tarso Rudiana,
Ibnu Umarudin Umedi 391 – 396
- 47 Bioethanol Production From Hydrolyzed Corn cob By Cellulase Enzyme Of *Bacillus cereus*
Elida Mardiah,
Rico Saputra,
Armaini 397 – 402
- 48 Optimasi Ekstraksi Antioksidan Dalam Tumbuhan Meniran (*Phyllanthus niruri*) Menggunakan Ultrasonik Dan Penentuan Kadar Dengan Metode DPPH
Indrawati,
Refilda,
Muhammad Arif 403 – 410
- 49 Analisa Kandungan Klorofil A Pada Beberapa Posisi Anak Daun Pada Daun Tanaman Aren
Julius Pontoh,
Lydia Priskila Kamagi 411 – 416

- 50 Uji Toksisitas Dan Aktifitas Antioksidan Pada Berbagai Ekstrak Rumput Laut *Eucheuma spinosum* Dari Perairan Sulawesi Utara
Lena Damongilala,
Fitje Losung,
Defni Wewengkang 417 – 426
- 51 Spons (Porifera) Sebagai Bioakumulator Logam Berat Timbal (Pb)
Lydia Melawaty,
Akbar Tahir 427 – 432
- 52 Senyawa Metabolit Sekunder Dan Aktivitas Antioksidan Fraksi Etil Asetat Umbi Suweg (*Amorphophallus Paeoniifolius*)
Nanik S. Aminah,
Elma Fitriana,
Alfinda N. Kristanti 433 – 440
- 53 Performance Elektroda Kapasitor Elektrokimia Berbahan Dasar Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit Dengan Asam Pospat (H₃PO₄) Sebagai Elektrolit
Olly Norita Tetra,
Hermansyah Aziz,
Admin Alif,
Ridy Elpika 441 – 448
- 54 Kajian Pengaruh Rasio Atom Ce/Ni Prekursor Terhadap Karakter Katalis Ni-Ce/ZAAEF
Theo Da Cunha,
Kasimir Sarifudin,
Yantus A.B. Neolaka 449 – 460
- 55 Optimalisasi Alkali Dalam Proses Swelling Selulosa Dari Limbah Tongkol Jagung
Wiwin Rewini Kunusa,
Hendrik Iyabu,
Lukman Laliyo,
Deasy Natalia Botutihe 461 – 468
- 56 Uji Senyawa Antimikroba Dari Asam Lemak Dan Fatty Acid Methyl Ester (FAME) Mikroalga *Nannochloropsis oculata*
Zulkarnain Chaidir,
Sari Rahmi,
Marniati Salim 469 – 478

BIDANG BIOLOGI:

- 57 Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berupa Magic Disc Mata Kuliah Taksonomi Hewan Pada Materi Vertebrata Untuk Mahasiswa Biologi
Afreni Hamidah,
Andreo Satria,
Upik Yelianti 479 – 486

- 58 Penggunaan Pestisida Nabati Terhadap Hama Penting Tanaman Cabai Di Kabupaten Minahasa Utara
Christina Salaki,
Jantje Pelealu 487 – 492
- 59 Elemen Biomineral Biang Mutiara Kerang *Sinanodonta Woodiana* (Lea, 1834) Yang Dikultur Dalam Kolam Berbeda
Cyska Lumenta,
Ockstan Kalesaran 493 – 498
- 60 Otolit Ikan Layang, *Decapterus Muroadsi* Dari Teluk Kema, Sulawesi Utara
Fransine B. Manginsela,
Gybert E. Mamuaya,
Cornelis F.T. Mandey 499 – 504
- 61 Struktur Mikro Batu Telinga Ikan Cakalang *Katswonus pelamis*
Gybert E. Mamuaya,
Cornelis F.T. Mandey,
Fransine B. Manginsela 505 – 510
- 62 Analisis Karakteristik Tanah Dengan Perlakuan Pupuk Organik Dari Perairan Danau Tondano
Karamoy Lientje TH,
Wiesje Kumolontang 511 – 516
- 63 Sumber-Sumber Belajar Sains Masyarakat Pesisir Dan Terisolir Di Desa Luluu Biluhu Gorontalo
Masri Kudrat Umar,
Yuniarti Koniyo,
Sukarman Kamuli,
Nelson Pomalingo 517 – 524
- 64 Struktur Anatomi Daun Dan Batang Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica*) Yang Terpapar Logam Berat Merkuri (Hg)
Novri Youla Kandowangko
Jusna Ahmad
Soyan Estela Makalalag 525 – 536
- 65 Karakteristik Vegetasi Riparian Daerah Aliran Sungai Ranoyapo, Provinsi Sulawesi Utara
Ratna Siahaan,
Parluhutan Siahaan 537 – 540
- 66 Aktivitas Harian Tikus Ekor Putih (*Maxomys Hellwaldii* Jentink, 1878) Di Kandang
Saroyo,
Trina E. Tallei,
Fernandes T. Upa 541 – 546

- 67 Profil Keragaman Dan Kelimpahan Echinodermata Di Zona Intertidal Pantai Banyo Sabu Rajjua Nusa Tenggara Timur
Frederikus D. H. Manlea,
Vinsensius M. ATI,
Fransiskus Kia Duan,
Ike Septa F. Muktiawati 547 – 554
- 68 Potensi Polisakarida Krestin Dalam Menurunkan Kadar Glukosa Darah Dan Nitrit Pada Mencit Akibat Induksi 2-Methoxyethanol
Win Darmanto,
Sri Puji Astuti Wahyuningsih,
Elma Sakinatus Sajidah,
Maliya Izzatin,
Firas Khaleyla 555 – 562
- 69 Kandungan Tanin Sebagai Resistensi Antibiosis Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*) Yang Diinduksi Elisitor Ekstrak *Sida rhombifolia L.* Dan *Plantago mayor L*
Henny L. Rampe,
Stella D. Umboh,
Marhaenus J. Rumondor 563 – 570
- 70 Toksisitas Jamur Tanah Famili Trichocomaceae Terhadap Fungisida Antracol Di Pertanaman Sayuran Kubis
Stella D. Umboh,
Henny L. Rampe 571 – 578

BIDANG FARMASI:

- 71 Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Sukun (*Artocarpus Altilis (Parkinson Ex F.A.Zorn) Fosberg*) Terhadap Kadar Ureum Dan Kreatinin Dan Gambaran Histopatologi Ginjal Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*)
Joni Tandi 579 – 588
- 72 Skrining Fitokimia Ekstrak N-Heksan Batang Kayu Kuning (*Arcangelisia flava (L.) Merr*)
Madania,
Hamsidar Hasan 589 – 596
- 73 Pengaruh Pva (Polivinil Alkohol) Dalam Pembentukan Film Primer Dari Ekstrak Gel Rumput Laut
Nur Ain Thomas,
Sudirman Ota 597 – 600
- 74 Terapi Antibiotik Pada Demam Tifoid Anak Di RSUD DR M.M. Dunda Tahun 2016
Teti Sutriyati Tuloli 601 – 606

75 Hepatoprotektor Teripang Laut (*Holothuria Scabra*) Secara In Vivo Dengan Parameter SGPT

Widy Susanti Abdulkadir 607 – 612

STRUKTUR ANATOMI DAUN DAN BATANG TUMBUHAN KANGKUNG AIR (*Ipomea aquatica*) YANG TERPAPAR LOGAM BERAT MERKURI (Hg)

NOVRI YOULA KANDOWANGKO¹, JUSNA AHMAD¹,
SOYAN ESTELA MAKALALAG¹

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo
Jln Jenderal Sudirman No. 6, Kota Gorontalo 96128
Email : novrikandowangko@ung.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan struktur anatomi daun dan batang tumbuhan kangkung air (*Ipomea aquatica*) yang terpapar logam berat merkuri (Hg). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan paparan waktu yang berbeda. Variabel yang diamati bagian struktur anatomi daun yaitu jumlah stomata pada anatomi batang kangkung air pada bagian epidermis, jaringan pengangkut dan korteks yang terpapar akibat pengaruh logam berat merkuri (Hg). Data dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan pada struktur anatomi daun tumbuhan yang terpapar logam Hg terjadi penurunan jumlah stomata. Jumlah stomatanya berkurang dari 20 ke 14 stomata, sedangkan pada tanaman yang tidak terpapar jumlah stomata mengalami peningkatan dari 23 ke 25 untuk satu bidang pandang. Selanjutnya pada struktur anatomi batang tanaman kangkung air (*Ipomea aquatica*) yang terpapar logam berat merkuri (Hg) terjadi kerusakan pada sel-sel epidermis, korteks dan jaringan pengangkut (xilem dan floem) serta robeknya dinding sel yang menyebabkan ruang antar sel menjadi berukuran besar sedangkan pada struktur anatomi batang yang tidak terpapar, sel-selnya tidak mengalami kerusakan.

Kata-kata Kunci: Kangkung Air (Ipomea aquatica), Logam Merkuri (Hg), Struktur Tanaman

1. PENDAHULUAN

Kangkung air atau *Ipomea aquatica* merupakan tumbuhan yang kebanyakan tumbuh di daerah tropis dan subtropis, Tanaman ini tumbuh dengan cara merambat dan dapat mengapung di atas air dan sering dijumpai di Indonesia. Kangkung air termasuk tumbuhan yang mampu melakukan adaptasi dengan baik pada kondisi lingkungan dengan kisaran toleransi yang luas terhadap berbagai cekaman dan merupakan jenis tanaman hiperakumulator yang mampu menyerap logam pada konsentrasi tertentu.[1]

Air merupakan salah satu sumber kehidupan bagi setiap organisme sedangkan sungai merupakan salah satu sumber air yang digunakan oleh organisme hidup. Seiring perkembangan zaman air sungai telah banyak tercemar akibat adanya bahan buangan limbah dari penambangan emas. Meningkatnya aktivitas manusia baik industri, pertambangan maupun rumah tangga menyebabkan semakin besarnya volume limbah yang dihasilkan dari waktu ke waktu. Masuknya bahan pencemar dalam perairan dapat mempengaruhi kualitas dan laju pertumbuhan organisme air. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ MENKES/PER/IV/2010 kandungan maksimal logam berat (Hg) dalam air minum adalah 0,001 MI/L. Jika jumlah Hg dalam air sudah melebihi jumlah batas yang telah ditentukan maka air tersebut dinyatakan tercemar.

Pada usaha tambang emas di wilayah pesisir sungai di areal tambang Kecamatan Bulawa Desa Dunggilata telah tercemar dengan kandungan merkuri dan sianida. Berdasarkan hasil uji Balai Pembinaan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan Di Gorontalo air limbah yang diambil dari Desa Dunggilata telah tercemar Hg sebesar 0,0014 ppm.

Upaya untuk mengurangi konsentrasi merkuri akibat penambangan tradisional di sungai salah satunya adalah dengan fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral, dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi (Irhamni dkk, 2009). Tommy (2009) menyatakan tanaman *I. aquatica* Forssk. dapat menyerap logam Hg pada limbah tambang emas sebesar 54,525 ppm setelah 30 hari perlakuan pada media tanam yaitu air limbah tambang emas. Contoh tanaman ini dapat mengakumulasi logam Cd sebesar 0,00928 mg/L dan logam Pb sebesar 0,00553 mg/L yang dominan pada bagian akar dan sedikit ditemukan pada daun maupun batang (Widowati, 2011).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Widowati (2011), adanya logam berat yang terkandung dalam air yang tercemar dapat mempengaruhi bentuk morfologi dan anatomi kangkung. Hal ini terlihat dengan penurunan warna hijau pada batang dan daun tanaman yang akhirnya menguning dan mengalami klorosis, serta nekrosis pada ujung dan sisi daun sehingga dapat mengalami perubahan penurunan warna hijau, karena logam dapat menggantikan unsur Mg dalam klorofil, suatu senyawa yang menyebabkan batang dan daun berwarna hijau. Penurunan kandungan klorofil yang terjadi dikarenakan kerusakan struktur kloroplas yang disebabkan konsentrasi logam dalam media pertumbuhan serta lamanya waktu pemaparan logam.

Berdasarkan hasil penelitian (Rane *et al*, 2016) bahwa batang tanaman kangkung air yang terpapar Brown 5R selama 12 jam terlihat sel-sel epidermis batang dan pemaparan pada 24 jam terjadi kerusakan pada bagian korteks dan disekitar lapisan epidermis mengalami degradasi sel sedangkan pada batang tanaman kangkung air yang tidak terpapar sel-selnya masih kelihatan normal atau tidak mengalami kerusakan. Selanjutnya pada organ akar kangkung air setelah pemaparan 72 jam menyatakan bahwa sel-sel pada korteks yang terakumulasi Brown 5R ukurannya sangat kecil jika dibandingkan dengan akar tanaman yang normal, serta terjadi kerusakan pada xilem dan floem. Menurut De Silva *et al.*, (2012), tanaman maple merah yang tumbuh di daerah yang tercemar logam berat mengalami penurunan jumlah stomata dan kadar klorofil. Logam Pb mampu mereduksi ukuran jaringan mesofil pada daun sehingga daun yang terkontaminasi Pb menjadi lebih tipis. Tebal mesofil mempengaruhi massa sel yang ada pada organ tanaman.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur anatomi daun dan batang tumbuhan kangkung air (*Ipomea aquatica*) yang terpapar dan tidak terpapar dengan logam berat merkuri (Hg).

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian menggunakan metode deskriptif dengan waktu pengamatan yang berbeda. Data yang diperoleh berupa perubahan jumlah stomata dan struktur batang disajikan dalam bentuk gambar dan disertai penjelasan secara deskriptif tentang perubahan struktur tersebut menurut periode pengamatan. Data yang diperoleh dianalisis dengan cara mendeskripsikan gambar anatomi daun yaitu jumlah stomata dan batang kangkung air pada bagian epidermis, jaringan pengangkut dan korteks yang terpapar akibat pengaruh logam berat merkuri (Hg). Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah mengamati anatomi daun dan anatomi batang kangkung air yang terpapar logam berat yang berasal dari limbah hasil emas. Pada anatomi daun hanya menghitung jumlah stomata per bidang pandang sedangkan pada anatomi batang melihat bagian epidermis, korteks dan jaringan pengangkut (xilem dan floem). Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah terpal untuk tempat pembuatan kolam untuk aklimatisasi, ember untuk tempat pertumbuhan tumbuhan kangkung air, kantong plastik, plastik transparan, gelas kimia, timbangan analitik, pipet, kamara digital, mikroskop cahaya, silet, cutter, kaca objek, kaca penutup, mistar dan alat tulis menulis. Bahan yang digunakan yaitu tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang digunakan diperoleh dari danau Limboto, Gorontalo. air limbah yang berasal dari penambangan emas di Desa Dunggilata, Kec. Bulawa Kab. Bone Pante, Gorontalo, aquades dan safranin.

3. HASIL

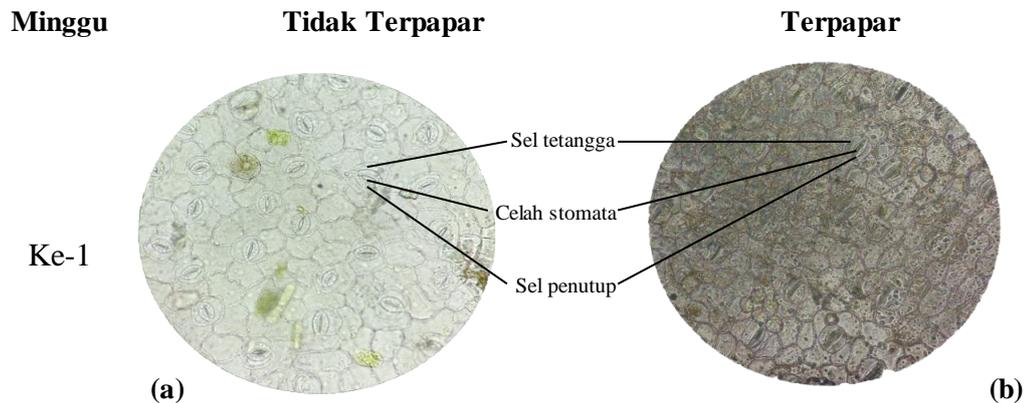
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kerusakan morfologi dan anatomi batang dan daun kangkung air (*Ipomoea aquatica*). Kerusakan yang terjadi sesuai dengan lamanya paparan logam berat merkuri (Hg).

Dilihat dari hasil pengamatan morfologi tanaman kangkung air mampu bertahan hidup pada media tanam yang mengandung logam merkuri (Hg). Namun pertumbuhan kangkung air mengalami penurunan dari bentuk morfologi seperti bentuk daunnya kecil-kecil yang telah mengalami nekrosis, klorosis serta batang tanaman berwarna hijau tua dan akar berwarna kecoklatan hal ini terjadi karena kemampuan tanaman kangkung air dalam menyerap logam merkuri (Hg).

Hasil pengamatan anatomi daun dan batang tanaman kangkung air pada setiap minggu setelah tanam, menunjukkan bahwa tanaman yang tidak terpapar logam berat merkuri pada anatomi sayatan transversal daun kangkung air memiliki jumlah stomata yang relatif sama yaitu 23-25 sedangkan pada tanaman yang terpapar memiliki jumlah stomata 20-14 stomata per bidang pandang. Penurunan jumlah stomata pada daun kangkung air sebanding dengan lamanya paparan logam berat merkuri pada tanaman. Anatomi batang kangkung air yang tidak terpapar logam berat merkuri (Hg) menunjukkan bahwa tidak terjadi kerusakan pada epidermis, endodermis, jaringan pengangkut dan parenkim, sedangkan pada tanaman yang terpapar terjadi kerusakan pada bagian endodermis warnanya lebih hitam, rusaknya jaringan pengangkut (xilem dan floem), bentuk korteks berukuran lebih besar dan sobeknya ruang antar sel. Lamanya paparan pada tanaman sebanding dengan rusaknya endodermis, jaringan pengangkut, dan korteks pada batang kangkung air.

4. GAMBAR DAN TABEL

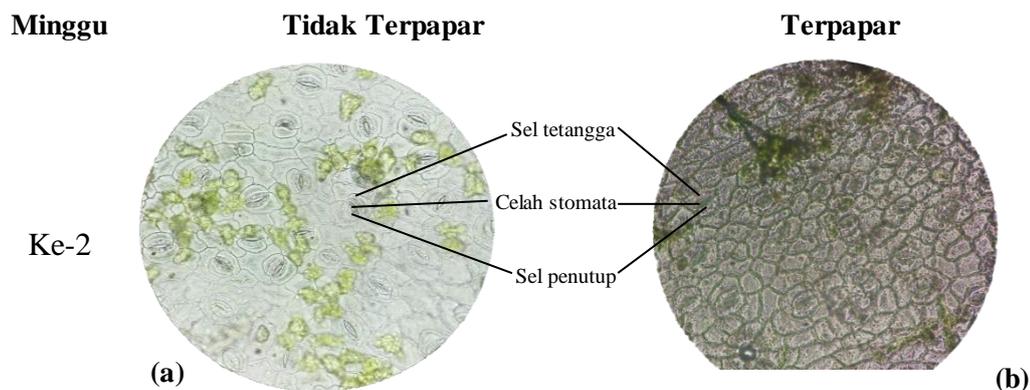
A. Anatomi Daun *Ipomea aquatica*



Jumlah stomata kangkung air pada minggu pertama sebanyak 24 stomata per bidang pandang, bisa terlihat sel tetangga, sel penutup dan celah stomatanya dan tipe parasitik terlihat jelas.

Jumlah stomata kangkung air pada minggu pertama sebanyak 20 stomata per bidang pandang, terjadi kerusakan pada celah stomata, sel penutup dan sel tetangga dan tidak bisa kelihatan tipe stomatanya.

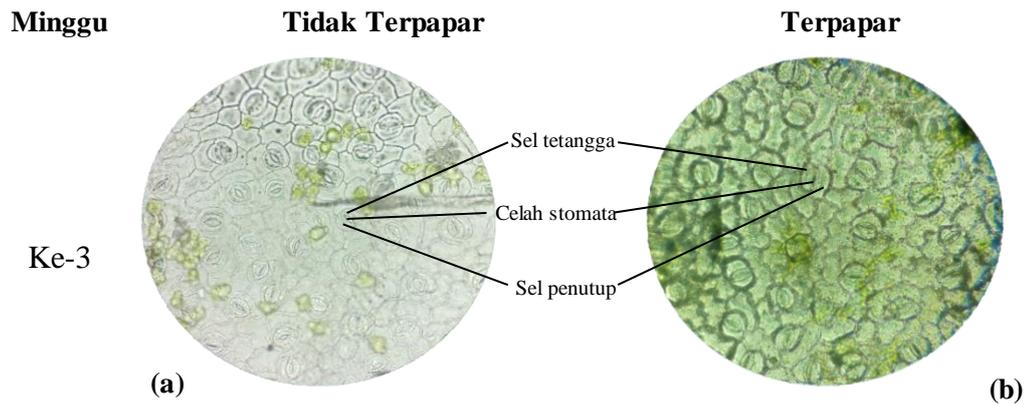
Gambar 1. Sayatan transversal permukaan bawah daun *I. aquatica* (a) tidak terpapar (b) terpapar, minggu ke-1 (10 x 40)



Jumlah stomata kangkung air pada minggu pertama sebanyak 23 stomata per bidang pandang, bisa terlihat sel tetangga, sel penutup dan celah stomatanya dan tipe parasitik terlihat jelas.

Jumlah stomata kangkung air pada minggu pertama sebanyak 19 stomata per bidang pandang, terjadi kerusakan pada celah stomata, sel penutup dan sel tetangga dan tidak bisa kelihatan tipe stomatanya.

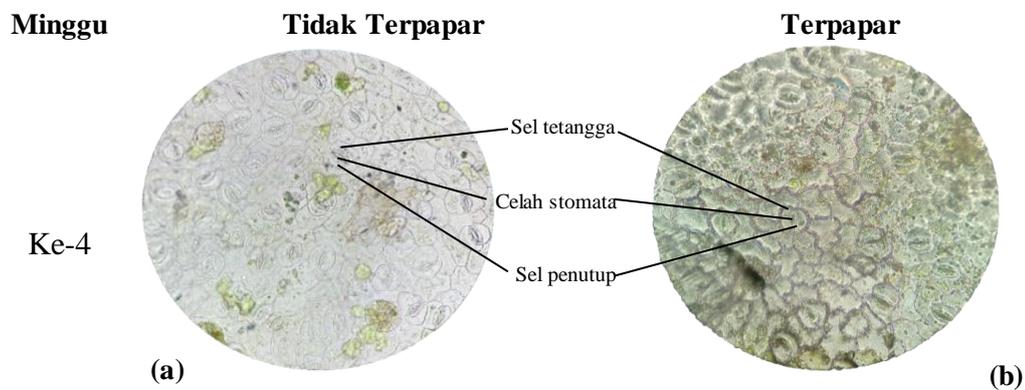
Gambar 2. Sayatan transversal permukaan bawah daun *I. aquatica* (a) tidak terpapar (b) terpapar, minggu ke-2 (10 x 40)



Jumlah stomata kangkung air pada minggu pertama sebanyak 25 stomata per bidang pandang, bisa terlihat sel tetangga, sel penutup dan celah stomatanya dan tipe parasitik terlihat jelas.

Jumlah stomata kangkung air pada minggu pertama sebanyak 18 stomata per bidang pandang, terjadi kerusakan pada celah stomata, sel penutup dan sel tetangga dan dinding selnya rusak

Gambar 3. Sayatan transversal permukaan bawah daun *I. aquatica* (a) tidak terpapar (b) terpapar, minggu ke-3 (10 x 40)



Jumlah stomata kangkung air pada minggu pertama sebanyak 25 stomata per bidang pandang, bisa terlihat sel tetangga, sel penutup dan celah stomatanya dan dinding selnya rusak.

Jumlah stomata kangkung air pada minggu pertama sebanyak 15 stomata per bidang pandang, terjadi kerusakan pada celah stomata, sel penutup dan sel tetangga dan dinding selnya rusak.

Gambar 4. Sayatan transversal permukaan bawah daun *I. aquatica* (a) tidak terpapar (b) terpapar, minggu ke-4 (10 x 40)

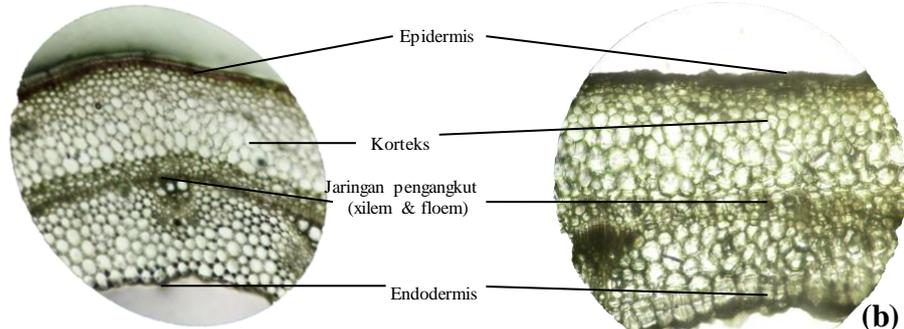
B. Anatomi Batang Melintang *Ipomea aquatica*

Minggu

Tidak Terpapar

Terpapar

Ke-1



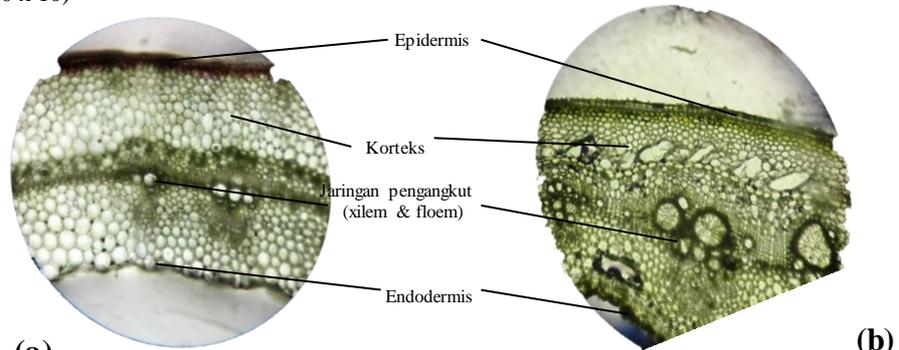
(a)

Bagian epidermis, endodermis, jaringan pengangkut tidak mengalami kerusakan dan bentuk korteks berukuran kecil jika dibandingkan dengan yang terpapar

Terjadi kerusakan pada bagian endodermis, jaringan pengangkut serta ukuran korteks lebih besar

Gambar 7. Sayatan melintang batang *I. aquatica* (a) tanaman yang tidak (b) terpapar minggu ke-1 (10 x 10)

Ke-2

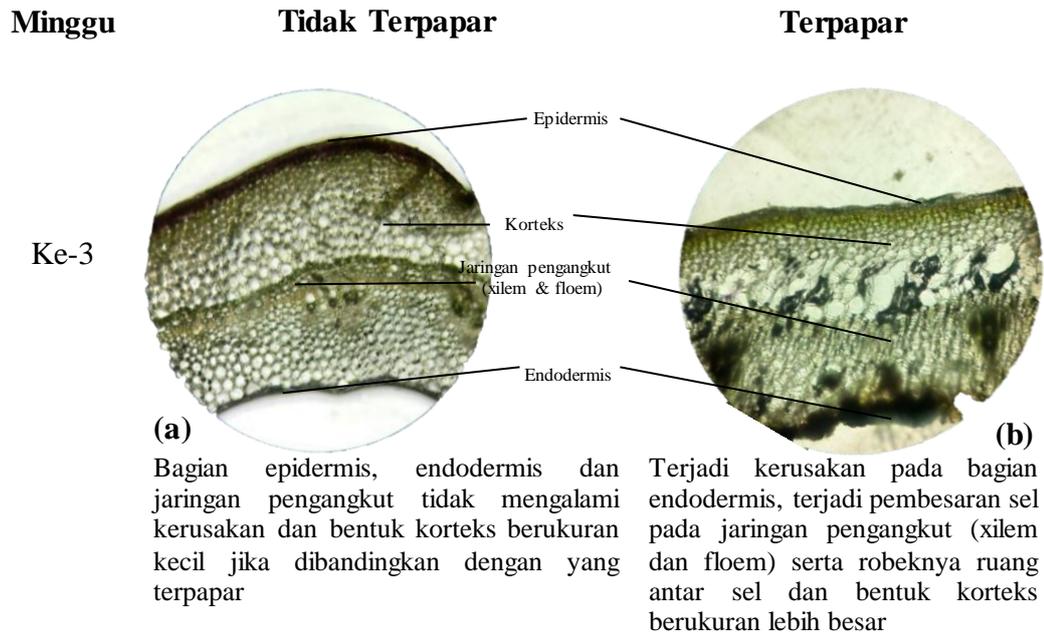


(a)

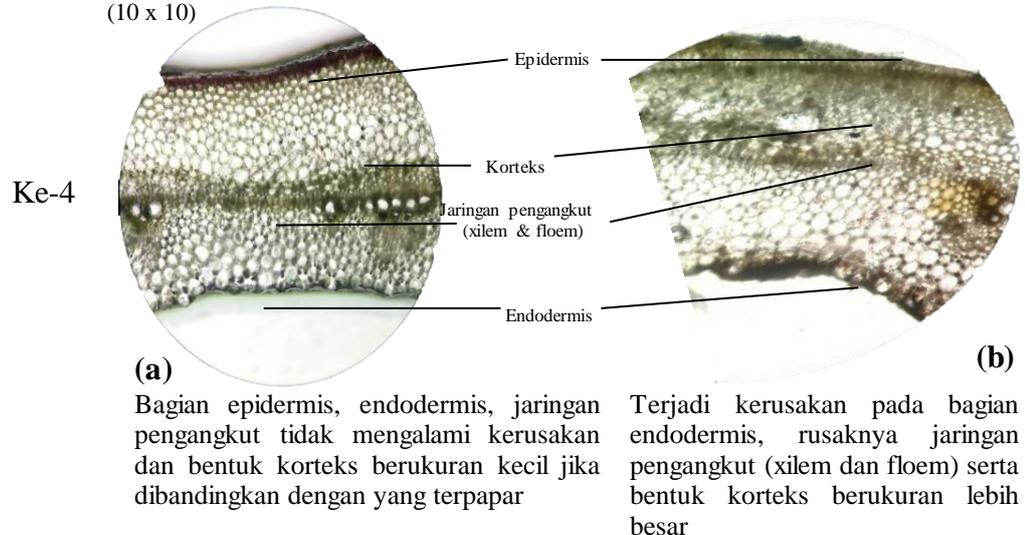
Bagian epidermis, endodermis, jaringan pengangkut tidak mengalami kerusakan dan bentuk korteks berukuran kecil jika dibandingkan dengan yang terpapar

Terjadi kerusakan pada bagian endodermis, terjadi pembesaran sel pada jaringan pengangkut (xilem dan floem) serta korteks dibawah epidermis banyak yang rusak dan terbentuk ruang antar sel

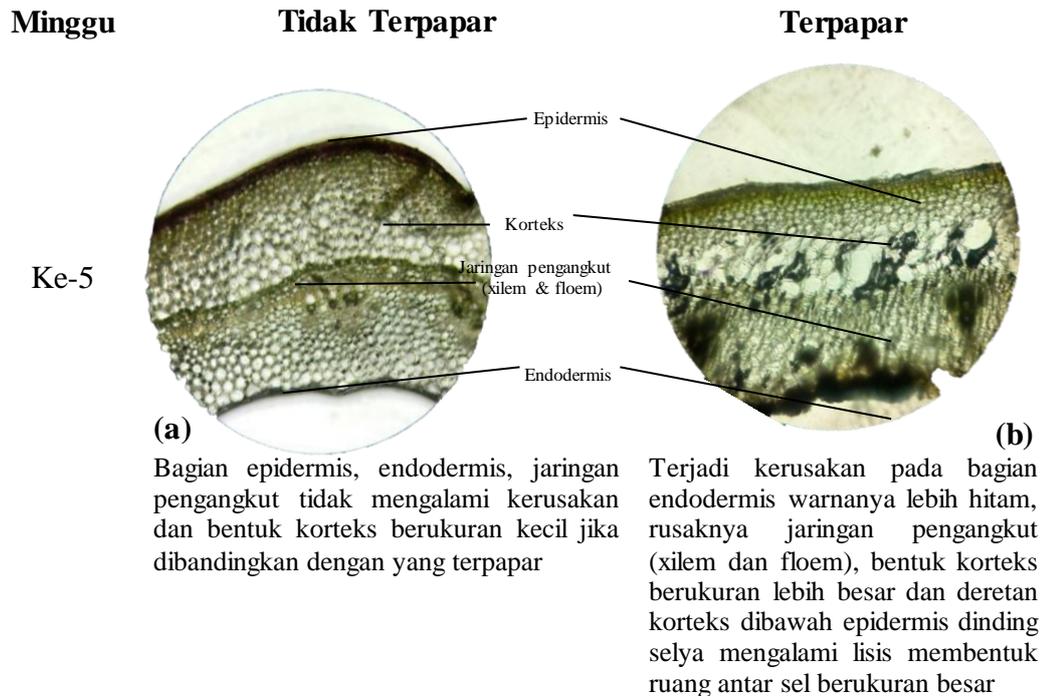
Gambar 8. Sayatan melintang batang *I. aquatica* (a) tanaman yang tidak (b) terpapar minggu ke-2 (10 x 10)



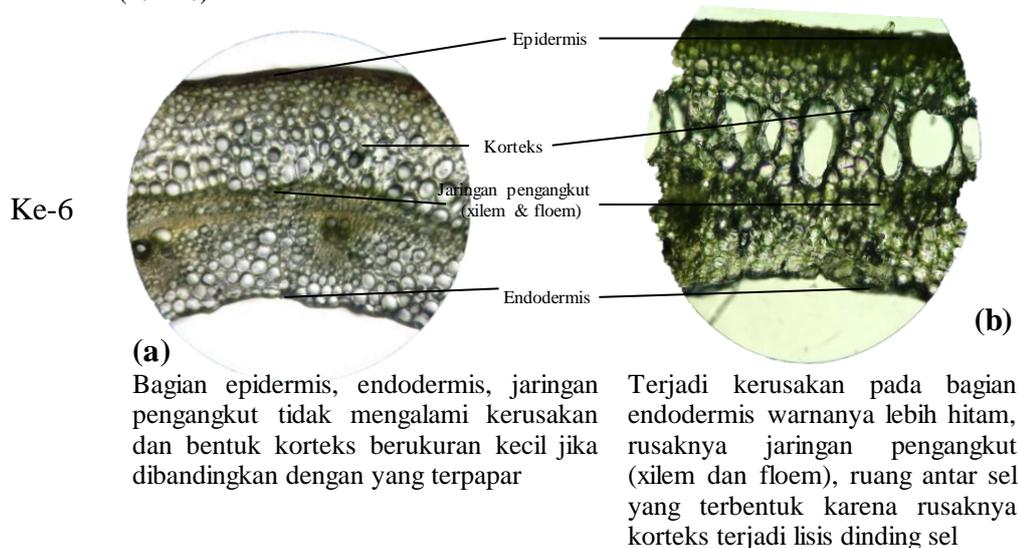
Gambar 9. Sayatan melintang batang *I. aquatica* (a) tanaman yang tidak (b) terpapar minggu ke-3 (10 x 10)



Gambar 10. Sayatan melintang batang *I. aquatica* (a) tanaman yang tidak (b) terpapar minggu ke-4 (10 x 10)



Gambar 11. Sayatan melintang batang *I. aquatica* (a) tanaman yang tidak (b) terpapar minggu ke-5 (10 x 10)



Gambar 12. Sayatan melintang batang *I. aquatica* (a) tanaman yang tidak (b) terpapar minggu ke-6 (10 x 10)

PEMBAHASAN

Hasil pengamatan anatomi daun kangkung air pada yang dilakukan selama enam minggu, terjadi penurunan jumlah stomata per bidang pandang yaitu pada minggu pertama = 20 stomata (Gambar 1), minggu ke dua = 19 stomata (Gambar 2), minggu ke tiga = 18 stomata (Gambar 3), minggu ke empat = 15 stomata (Gambar 4), minggu ke lima = 15 stomata (Gambar 5) dan minggu ke enam = 14 stomata (Gambar 6). Penurunan jumlah stomata terjadi seiring dengan lama paparan serta bagian-bagian stomatanya tidak terlihat jelas dimulai dari sel tetangga sel penutup serta celah stomatnya. Tanaman yang tidak terpapar memiliki jumlah stomata yang relatif sama yaitu 23-25 jumlah stomata per bidang pandang pada setiap minggunya. Menurut (Qaisar dkk, 2005) yang menunjukkan penurunan indeks stomata pada tumbuhan kontrol 33,33 stomata/cm² sedangkan tumbuhan yang terpapar limbah indeks stomata 22, 22 stomata/cm². Penurunan terjadi di

sebabkan karena tumbuhan menyerap limbah beracun sehingga mengakibatkan bagian sel mengalami suatu perubahan. Menurut (Gunarno, 2014) bahwa struktur stomata yang mengecil dibandingkan di tempat yang tidak tercemar dan struktur stomata kelihatan rusak dengan adanya perubahan warna mengarah kehitaman.

Mekanisme masuknya logam berat ke dalam jaringan tumbuhan, logam yang dapat larut dapat masuk ke dalam akar melalui jalur simplast dengan melewati membran plasma dari sel-sel akar endodermal atau logam dapat masuk ke dalam akar melalui jalur apoplast (jaringan jarak antar sel-sel tanaman) melalui jarak antar sel. Jika logam ditranslokasi ke jaringan aerial (antena), kemudian harus masuk ke dalam xylem. Untuk masuk ke dalam xylem, solute (zat yang tidak diurai dalam zat yang lain) harus melewati casparian, suatu lapisan lilin yang tidak dapat ditembus menjadi solute, kecuali melewati sel-sel endodermis yang kemungkinan melalui tindakan pemompaan membran atau saluran. Sesuatu yang bermuatan masuk ke dalam xylem, arus getah xylem akan membawa logam menuju daun, yang mana harus bermuatan masuk ke dalam sel-sel daun, dengan melewati sebuah membran. Suatu kali dalam tunas atau jaringan daun, logam dapat disimpan dalam berbagai jenis sel, tergantung pada spesies dan bentuk logam, karena ini dapat diubah ke dalam bentuk toksik (untuk tanaman) melalui konversi kimia atau kompleksasi. Logam dapat dipisahkan dalam beberapa bagian sub sel (dinding sel. Sitosol, vakuola) atau volatilisasi melalui stomata (Irhamni dkk, 2009).

Pada tanaman, logam berat masuk dalam tanaman menggunakan jalur difusi terfasilitasi. Dalam proses ini mineral dan unsur hara yang masuk mendapat bantuan dari protein yang berada pada membran sel sehingga Pb dapat masuk dan melintasi lapisan lipid bilayer (Salisbury dan Ross, 1992). Logam Pb yang masuk ke dalam daun akan terlibat dalam aktivitas metabolisme sel dan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan. Penyerapan Ca, Mg, atau Fe digantikan oleh Pb dikarenakan memiliki muatan ion yang sama, $x2+$. Keberadaan Pb dalam sitoplasma akan menghambat kinerja dua enzim yaitu Asam Delta Amino Levulenat Dehidratase (ALAD) dan Profobilinogenase yang berfungsi dalam proses biogenesis klorofil (Flanagan et al., 1980).

Berdasarkan hasil penelitian pada penampang melintang batang kangkung air yang terpapar logam berat merkuri menunjukkan bahwa terdapat perubahan struktur anatomi dimulai dari minggu pertama sampai minggu ke enam. Pada pengamatan yang dilakukan selama enam minggu terjadi kerusakan pada bagian endodermis, korteks yang berukuran besar, jaringan pengangkut (xilem dan floem) serta robeknya ruang antar sel sedangkan pada tanaman yang tidak terpapar terlihat sangat jelas sel-sel batangnya.

Pada pengamatan minggu ke pertama (Gambar 7) terlihat kerusakan pada korteks batang jaringan pengangkut (xilem dan floem) serta pada bagian endodermis. Pada minggu ke dua (Gambar 8) kerusakan yang terlihat pada korteks dan endodermis jika dibandingkan dengan tanaman kontrol korteks batang serta jaringan pengangkutnya. Pada pengamatan minggu ke tiga (Gambar 9) korteks batang ukurannya lebih besar jika dibandingkan dengan yang tidak terpapar dan jaringan pengangkutnya mengalami kerusakan. Pada pengamatan anatomi minggu ke empat (Gambar 10) kerusakan jaringan pengangkutnya dan endodermis berwarna hitam seta bentuknya tidak teratur. Pada minggu ke lima (Gambar 11) kerusakan pada bagian korteks dan endodermis yang bentuknya tidak teratur serta berwarna kehitaman. Pada pengamatan minggu ke enam kerusakan yang terlihat dimulai dari endodermis dan epidermis yang bentuknya tidak teratur, korteks batang bentuknya lebih besar jika dibandingkan dengan tanaman yang tidak terpapar serta jaringan pengangkutnya hampir tidak ada dikarenakan robeknya ruang antar sel yang berukuran besar (Gambar 12). Hal tersebut disebabkan karena limbah cair hasil penambangan emas sudah melampaui batas yang ditentukan dan akumulasi logam berat yang dapat merusak struktur anatomi batang kangkung air serta dapat menghambat pertumbuhan pada tanaman.

Hal tersebut sesuai dengan penelitian Rane *et al* (2016) bahwa pada batang tanaman

kangkung air yang terpapar Brown 5R selama 12 jam terjadi kerusakan pada sel-sel epidermis batang sehingga bagian selnya tidak bisa terlihat jelas dan pemaparan Brown 5R pada 24 jam terjadi peningkatan kerusakan anatomi akar yaitu pada bagian korteks serta pada sekitar lapisan epidermis mengalami degradasi sel sedangkan pada batang tanaman kangkung air yang tidak terpapar Brown 5R sel-selnya masih kelihatan normal atau tidak mengalami kerusakan. Berdasarkan penelitian Suszcyn-sky (1995), menyatakan bahwa pada konsentrasi 1,0 µg/mL, Hg dapat menghambat pertumbuhan akar karena adanya penghambatan mitosis, mengurangi sintesis komponen dinding sel. Menurut Qaisar dkk (2005), bahwa penampang melintang tangkai eceng gondok yang terpapar limbah tekstil menunjukkan terjadinya penebalan pada bagian epidermis, ruang udara, sel palisade, sel parenkim dan berkas pengangkut, hal ini disebabkan karena paparan limbah tekstil dalam waktu yang cukup lama.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Struktur anatomi daun yang terpapar logam berat merkuri (Hg) terjadi penurunan jumlah stomata tiap bidang pandang pada setiap minggunya seiring dengan lamanya paparan logam berat sedangkan pada kangkung air yang tidak terpapar memiliki jumlah stomata yang relatif sama.
2. Struktur anatomi batang kangkung air yang terpapar logam berat merkuri (Hg) terjadi kerusakan pada endodermis, korteks batang dan jaringan pengangkut (xilem dan floem) mulai dari minggu ke-1 sampai ke-6 jika dibandingkan dengan tumbuhan yang tidak terpapar logam berat.

Daftar Pustaka

- [1] Wang KS, Huang LC, Lee HS, Chen PY, Chang SH, 2008. Phytoextraction of Cadmium by *Ipomoea aquatica* (Water Spinach) in Hydroponic Solution: Effects of Cadmium Speciation. *Chemosphere*, 72: 666-672.
- [2] De Silva NDG, Cholewa E, Ryser P, 2012. Effects of Combined Drought and Heavy Metal Stresses on Xylem Structure and Hydraulic Conductivity in Red Maple (*Acer rubrum* L.). *Journal of Experimental Botany*. 10: 241: 1-10
- [3] Flanagan JT, Wade KJ, Curie S, Curtis DJ, 1980. The Deposition of Lead and Zinc From Traffic Pollution On two Road Side Shrubs Environment Polluts. *Journal Environmental Science (Series B)*. 1: 71-78.
- [4] Gunarno. 2014. Pengaruh Pencemaran Udara Terhadap Luas Daun Dan Jumlah Stomata Daun *Rhoeo discolor*. Widyaiswara Muda BDK Medan. Medan. Hal 1-10
- [5] Irhamni, Setiaty Pandia, Edison Purba, Wirsal Hasan. 2009. Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air Dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan. Hal. 75-85.
- [6] Palapa. Tommy, M. 2009. Bioremediasi Merkuri (Hg) dengan Tumbuhan Air sebagai Salah Satu Alternatif Penanggulangan Limbah Tambang Emas Rakyat. *AGRITEK* 17: 1-8.
- [7] Qaisar. M, Zheng Ping, Siddiqi M. Rehan, Islam Ejas Ul, Azim M. Rashid, Hayat Yousaf. 2005. Anatomical studies on water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) under the influence of textile wastewater. *Journal of Zhejiang University. SCIENCE*. 10(6): 8-17. ISSN 2338-0950.
- [8] Rane Niraj R., et al. 2016. *Ipomoea hederifolia* rooted soil bed and *Ipomoea aquatica* rhizofiltration coupled phytoreactors for efficient treatment of textile wastewater. Department of Biotechnology, Shivaji University, Kolhapur, India
- [9] Salisbury FB dan Ross C, 1995. Terjemahan Diah R. Lukman dan Sumaryono dari *Plant Physiology* 4th edition (1992). Bandung: ITB.

- [10] Suszcyn-sky, E.M., and Shann, J.R., 1995. Phytotoxicity and Accumulation of Mercury in Tobacco Subjected to Different Exposure Routes. *Environ Toxicol. Chem.* 14 : 61-67.
- [11] Wang KS, Huang LC, Lee HS, Chen PY, Chang SH, 2008. Phytoextraction of Cadmium by *Ipomoea aquatica* (Water Spinach) in Hydroponic Solution: Effects of Cadmium Speciation. *Chemosphere*, 72: 666-672.
- [12] Widowati H, 2011. Pengaruh Logam Berat Kadmium dan Plumbum terhadap Perubahan Warna Batang dan Daun Sayuran. *El-Hayah*. 1(4): 167-173.



Sertifikat

Diberikan kepada :

NOVRI YOULA KANDOWANGKO

sebagai

PEMAKALAH

SEMINAR NASIONAL dan RAPAT TAHUNAN *MIPAnet* 2017

“SAINS UNTUK KEHIDUPAN”

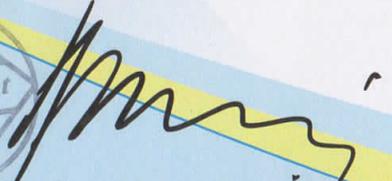
yang dilaksanakan di FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado pada tanggal 24 - 26 Agustus 2017.

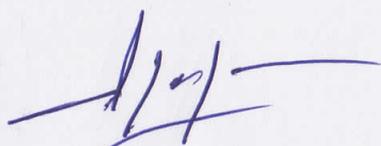
Manado, 26 Agustus 2017

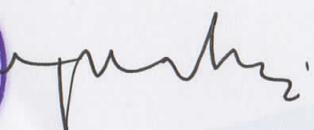
Sekretaris Jenderal *MIPAnet*

Dekan FMIPA Unsrat

Ketua Panitia


Dr. Ir. Sri Nurdiati, M.Sc.


Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc.


Ir. Feky R. Mantiri, M.Sc., Ph.D.

