



**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
BANDUNG**
Islamic Technopreneur University

JSTE

Journal of Science, Technology,
and Entrepreneurship

Struktur Daun Tumbuhan Fitoremediasi Hanjuang (*Cordyline fruticosa*) yang Terpapar Logam Berat Timbal (Pb II)

Haryanto Haryanto¹, Ima Mukaromah², Nelis Hernahadini³, Farhan Dzulfikri Firdaus⁴

Bioteknologi, Universitas Muhammadiyah Bandung

Jl. Soekarno Hatta No.752, Cipadung Kidul, Kec. Panyileukan, Kota Bandung, Jawa Barat 40614

¹haryantoharyanto2@gmail.com ²ima.mukaromah19@gmail.com , ³nelis.hernahadini@gmail.com ,

⁴firdausfarhandzulfikri@gmail.com

Abstrak

Hanjuang (*Cordyline fruticosa*) merupakan tumbuhan monokotil yang sering dijadikan tumbuhan hias. Selain itu, tumbuhan ini dapat dijadikan tumbuhan fitoremediasi yang mampu menyerap logam berat. Timbal merupakan logam berat yang menjadi momok pencemaran tanah di Indonesia, Timbal (Pb) sering dijumpai di lingkungan karena polusi dan logam ini memiliki dampak negatif terhadap organisme pada tingkatan tropik. Daun merupakan organ yang paling peka terhadap pencemaran, oleh karena itu daun merupakan organ yang dapat dijadikan indikator dari pengaruh pencemaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi daun Hanjuang (*C. fruticosa*) yang terpapar timbal (Pb II), mengetahui jumlah stomata hanjuang (*C. fruticosa*) yang terpapar timbal (Pb II) dan untuk mengetahui dimensi sitomorfometri stomata hanjuang (*C. fruticosa*) yang terpapar timbal (Pb II). Sampel hanjuang berasal dari Hernahadini et al., 2020. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Adapun perlakuan yang diujicobakan adalah Pb II dengan konsentrasi 0 ppm (T1), 50 ppm (T2) dan 100 ppm (T3) dan diulang 3 tumbuhan pada setiap taraf perlakuan. Pada setiap harinya tumbuhan disiram sebanyak 40 mL pada setiap konsentrasi selama 8 minggu, serta didiamkan sampai minggu 12. Pada minggu 13, sampel diamati morfologi daun, jumlah stomata perlapang pandang dan sitomorfometrik stomata. Stomata diperoleh dari hasil sayatan membujur dan diamati dibawah mikroskop pada perbesaran 400x. Data morfologi dianalisis secara deskripsi dan ditampilkan dalam bentuk gambar. Jumlah stomata perlapang pandang dan dimensi sitomorfometrik dianalisis menggunakan ANOVA satu arah. Hasil penelitian menunjukkan morfologi hanjuang (*C. fruticosa*) pada permukaan atas lamina daun ditemukan spot warna coklat dan kering pada T2 dan T3. Jumlah stomata perlapang pandang dan dimensi sitomorfometrik menunjukkan relatif sama pada antar taraf perlakuan ($p > 0,05$).

Kata kunci: *Cordyline fruticosa*, timbal, morfologi, stomata, sitomorfometrik

Abstract

Hanjuang (*Cordyline fruticosa*) is a monocot that is often used as a decorative plant. *C. fruticosa* is used as a phytoremediation to absorb heavy metals. Lead is a heavy metal that causes soil contamination in Indonesia. Leaves are organs that become bioindicators of pollution. This Research was conducted to evaluate morphological feature of *C. fruticosa* leaf, to examine the effect short term lead exposure to their stomata number and stomata cytomorphometric. In total 9 plant collected from Hernahadini et al., 2020 research. This research experimental with Completely Randomized Design. *C. fruticosa* was exposed lead (0 ppm, 50 ppm and 100 ppm) for 8 weeks. In the week 13, samples were processed for stomata number and cytomorphometric examination. The leaf were evaluated morphological and anatomical structure. The leaf cut transversally with cutter and then evaluated under a light microscope at magnification of 100-400. Data of morphological leaf is described and displayed in the form of photographs. Stomata number and stomata cytomorphometric were analyzed using one way ANOVA. The results showed that the necrosis was detected in the *C. fruticosa* leaf (brown spot in leaf surface). There was no significant different in stomata number and stomata cytomorphometric ($p > 0,05$).

Keywords: *Cordyline fruticosa*, lead, morphology, stomata, cytomorphometric

1. PENDAHULUAN

Tumbuhan fitoremediasi merupakan tumbuhan-tumbuhan yang mampu mengurai zat beracun. Tumbuhan ini memiliki ciri-ciri tumbuhan sintas pada kondisi tidak menguntungkan, mudah dan relatif didapat [1][2][3]. Syarat tumbuhan yang digunakan untuk fitoremediasi antara lain: tumbuhan yang biasa ditanam di daerah tersebut / tumbuhan asli daerah tersebut, tumbuhan yang mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan yang tercemar, tumbuhan dengan jenis yang sukses untuk dilakukan monokultur, tumbuhan yang memiliki umur panjang, dan tumbuhan non pangan [4]. Salah satu tumbuhan yang sudah diuji kehandalannya adalah hanjuang (*Cordyline fruticosa*) [5][6].

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang sering dijumpai di lingkungan karena polusi dan logam ini memiliki dampak negatif terhadap organisme pada tingkatan tropik [7]. Pb yang berasal dari emisi kendaraan bermotor akan mencemari, udara, tumbuhan, hewan, dan manusia dengan berbagai cara seperti sedimentasi, presipitasi dan inhalasi [8].

Tumbuhan yang tercemar polutan awalnya diserap pada akar dan disalurkan ke organ batang dan daun. Polutan Pb juga dapat diserap oleh stomata jika tumbuhan tersebut berada dalam udara yang tercemar Pb. Pb yang masuk ke dalam tumbuhan akan diikat oleh membran sel, mitokondria dan kloroplas, sehingga menyebabkan kerusakan fisik. Kerusakan tersembunyi dapat berupa penurunan penyerapan air, pertumbuhan yang lambat, atau pembukaan stomata yang tidak sempurna. Faktor yang dapat mempengaruhi kadar Pb dalam tumbuhan yaitu jangka waktu kontak tumbuhan dengan Pb, kadar Pb dalam perairan, morfologi dan fisiologi serta jenis tumbuhan. Faktor yang dapat mempengaruhi kadar Pb dalam tumbuhan yaitu jangka waktu kontak tumbuhan dengan Pb, kadar Pb dalam perairan, morfologi dan fisiologi serta jenis tumbuhan [9].

Kemampuan masing-masing tumbuhan terhadap pencemaran dan adaptif berbeda sehingga adanya tingkat kepekaan terhadap pencemaran. Tingkat kepekaan meliputi sangat peka, peka, dan kurang peka dalam mengakumulasi logam berat. Daun merupakan organ yang paling peka terhadap pencemaran. Oleh karena itu daun merupakan bioindikator penting dari tumbuhan fitoremediasi [10].

Hanjuang (*C. fruticosa*) memiliki potensi dan kemampuan yang baik dalam meremediasi Pb dalam tanah. Hanjuang (*C. fruticosa*) diketahui dapat menyerap logam timbal sebesar 141,56 mg/kg dengan efisiensi penyerapan logam timbal sebesar 44,28 % [5]. Analisis kadar Pb pada akar, batang dan daun hanjuang (*C. fruticosa*) yang dipaparkan 50 mg/kg timbal selama 12 hari menunjukkan laju penyerapan timbal organ daun menempati kedua setelah organ akar [6]. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk: mengetahui morfologi daun hanjuang (*C. fruticosa*) yang terpapar timbal (Pb II), mengetahui jumlah stomata hanjuang (*C. fruticosa*) yang terpapar timbal (Pb II) dan untuk mengetahui dimensi sitomorfometri stomata hanjuang (*C. fruticosa*) yang terpapar timbal (Pb II).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yg diujicobakan berupa Pb II dengan tiga taraf pengulangan yaitu dosis 0 ppm (T1), dosis 50 ppm (T2) dan dosis 100 ppm (T3). Pada setiap taraf perlakuan masing-masing terdapat 3 Hanjuang (*C. fruticosa*).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi polibag dimensi 25X30cm, timbangan analitik dengan ketelitian 0,01 g, tube 1,5 mL, spatula, botol semprot, tabung konikel 50 mL, gelas ukur, tissue, penggaris, mikroskop, *eye piece* mikrometer, aluminium foil dan kamera digital. Bahan yang digunakan dalam media tanam (Campuran tanah dan sekam gabah dengan perbandingan 1:1), Pb II, akudes, air ledeng, dan Hanjuang (*C. fruticosa*). Sampel hanjuang berasal dari penelitian Hernahadini *et al.*, 2020 [6]. Sampel hanjuang sebelumnya sudah ditanaman pada media yang tidak mengandung Pb II (T1) dan media tanah (50 mg Pb II dalam 5 kg tanah) selama 12 minggu (T2 dan T3).

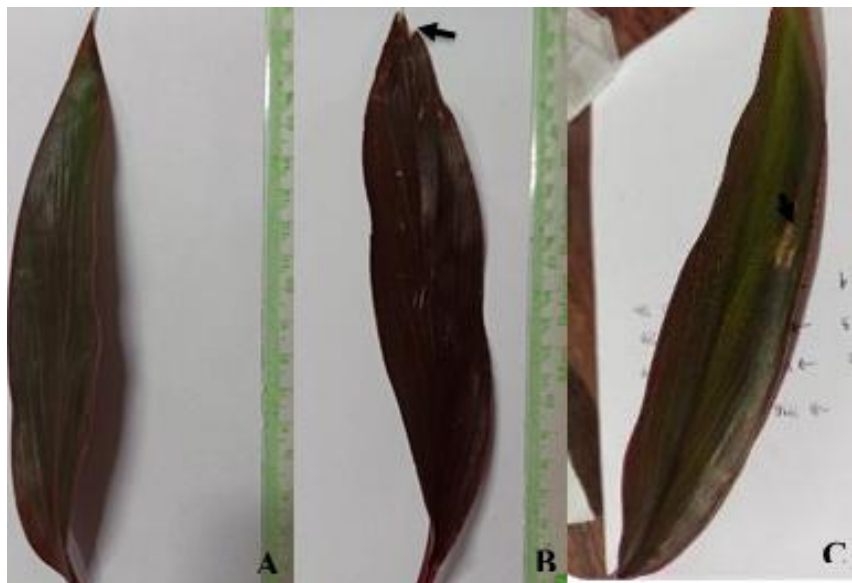
Sebelum pemberian perlakuan adalah batang hanjuang dipotong dengan tinggi 10 cm. Pemberian perlakuan dilaksanakan pada setiap hari dengan volume 40 mL pada setiap tumbuhan dan dilakukan selama 8 minggu. Setelah 8 minggu tumbuhan dibiarkan dan disiram air ledeng setiap minggu (atau jangan sampai tanah mengering dan tumbuhan layu) selama 4 minggu. Pada minggu ke-13 pada masing-masing daun diukur jumlah dan ukuran daun. Pada masing-masing daun diamati morfologinya pada T1, T2 dan T3 serta didokumentasikan dalam bentuk foto. Jumlah stomata dan sitomorfometrik stomata diperoleh dari irisan membujur. Irisan tersebut diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Jumlah stomata diamati pada masing-masing daun yaitu satu irisan. Irisan tersebut diamati 3 lapang pandang yang berbeda. Sitomorfometrik stomata diamati pada setiap daun dengan satu irisan. Pada masing-masing irisan diamati 3 stomata pada 5 lapang pandang berbeda, sehingga terdapat 15 stomata yang diukur. Analisis data dilakukan secara deskriptif pada morfologi hanjuang dan ditampilkan dalam bentuk foto. Data jumlah stomata dan

sitomorfofotrik stomata dianalisis dengan uji ANOVA satu arah pada tingkat α 0,05. Karena hasil uji ANOVA tidak menunjukkan signifikan maka tidak dilanjutkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Morfologi Daun Hanjuang (*C. fruticosa*) yang Terpapar Pb II

Pada kelompok T1, morfologi daun memanjang dengan permukaan atas lamina daun yang mengkilap dengan relatif warna yang tegas. Ketebalan lamina daun relatif tipis dengan panjang daun berkisar 10,27-14,43 cm dan lebar daun 2,39-2,90 cm. Rerata ukuran dimensi panjang dan lebar daun pada T1 adalah 12,17 X 2,66 cm (Gambar 1A). Pada kelompok T2 dan T3 menunjukkan permukaan atas lamina daun ditemukan adanya spot kecoklatan dan daun mengering. Ukuran panjang daun pada T2 berkisar 9,99-15,64 cm dan lebar dan berkisar 2,60-3,28 cm dengan rerata panjang dan lebar daun (13,09x2,89 cm). Ukuran panjang daun pada T3 berkisar 11,19-17,77 cm dan lebar dan berkisar 2,21-4,39 cm dengan rerata panjang dan lebar daun (13,09x2,89 cm) (Gambar 1B dan 1C). Gambar 1). A

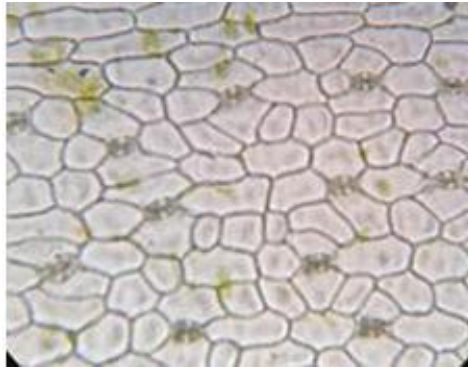


Gambar 1. Morfologi Daun Hanjuang (*C. fruticosa*) pada Penyiraman 0 ppm Pb II (A), T2 pada Penyiraman 50 ppm Pb II (B) dan pada Penyiraman T3 100 ppm Pb II (C).

Pada permukaan atas lamina T2 dan T3 terdapat spot coklat, hal ini dimungkinkan adanya Pb yang terakumulasi di daun dan mengakibatkan daun mengalami kerusakan. Hal ini menunjukkan performa morfologi daun hanjuang yang terpapar timbal mengindikasikan adanya perubahan warna organ daun. Mekanisme dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan terbagi pada 3 tahap, yaitu penyerapan logam berat oleh akar, translokasi logam berat dari akar ke bagian tumbuhan yang lain, dan akumulasi logam berat oleh bagian organ tumbuhan [11]. Pada *Thalassia. hemprichii* yang dipaparkan kadmium 0,1 ppm menunjukkan perubahan warna menguning pada hari ke-5. Daun sedikit menghitam pada paparan hari ke-7 dan bertambah hitam pada paparan kadmium 30 hari [12]. Perubahan warna daun menjadi kuning (gejala klorosis) dijumpai pada tembakau (*nicotiana tabacum* l) yang dipaparkan kadmium [13]. Semakin tinggi konsentrasi paparan logam berat (Zn) menyebabkan nekrosis daun yang ditandai dengan perubahan kuning menjadi coklat pada jarak pagar (*Jatropha curcas*) [14]. Perubahan warna daun disebut dengan klorosis. Klorosis disebabkan berkurangnya mineral yang dibutuhkan untuk produksi klorofil [15].

3.2. Jumlah Stomata Perlapang Pandang Daun Hanjuang (*C. fruticosa*) yang Terpapar Pb II

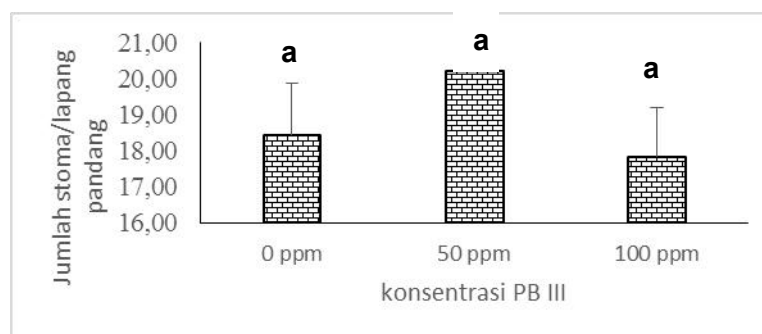
Stomata pada epidermis lamina bawah hanjuang tampak berbentuk celah bulat dan diapit oleh sel tetangga. Stomata terdistribusi cak diantara sel-sel epidermis (Gambar 2). Stomata merupakan derivat dari jaringan epidermis. Stomata dijumpai pada lamina daun permukaan atas dan bawah. Stomata memiliki fungsi dalam fotosintesis, transpirasi dan respirasi [16][17]. Stomata merupakan tempat pertukaran gas CO₂ dari luar ke dalam jaringan tumbuhan dan oksigen dari jaringan tumbuhan ke atmosfer [18][19]. Absorpsi CO₂ ke dalam jaringan daun secara fisiologis berhubungan dengan banyaknya stomata per satuan luas daun [20].



Gambar 2. Morfologi Stomata Daun Hanjuang (*C. fruticosa*)

Jumlah stomata perlapang pandang pada T1 pada daun tingkat 1-7 berkisar 8-26 stomata (rerata $18,44 \pm 1,43$ stomata/lapang pandang). Jumlah stomata perlapang pandang pada T2 pada daun tingkat 1-8 berkisar 10-37 stomata (rerata $20,21 \pm 0,33$ stomata/lapang pandang). Jumlah stomata perlapang pandang pada T3 pada daun tingkat 1-9 berkisar 8-29 stomata (rerata $17,84 \pm 1,37$ stomata/lapang pandang). Jumlah stomata perlapang pandang terlihat pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil ANOVA satu arah menunjukkan pemberian Pb II relatif sama terhadap jumlah stomata per lapang pandang ($p > 0,05$). Keterangan huruf yang terletak diatas *error bar* sama menunjukkan tidak beda nyata ($\alpha = 5\%$).

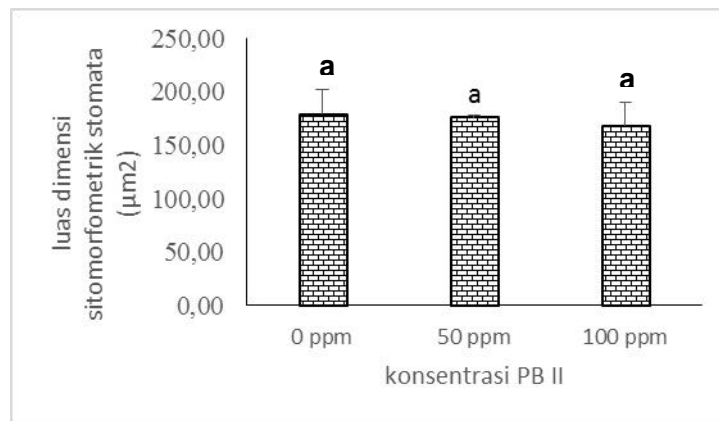


Gambar 3. Jumlah Stomata/Lapang Pandang Mikroskop Perbesaran 100x daun hanjuang (*C. fruticosa*) pada Penyiraman T1 0 ppm Pb II (A), pada Penyiraman T2 50 ppm Pb II (B) dan pada Penyiraman T3 100 ppm Pb II (C).

Pada penelitian ini jumlah stomata perlapang pandang menunjukkan relatif sama. Hal ini menunjukkan keadaan fisiologi respirasi dan transpirasi pada masing masing kelompok perlakuan adalah sama. Pada tumbuhan dalam kondisi tercekam maka untuk bertahan hidup tumbuhan akan melakukan penyesuaian dengan beberapa mekanisme untuk mencegah keluarnya air secara berlebihan pada proses transpirasi yang terjadi melalui stomata, kutikula dan lentisel [21].

3.3. Luas Dimensi Sitomorfometrik Stomata Daun Hanjuang (*C. fruticosa*) yang Terpapar Pb II.

Sitofotometrik merupakan rasio stuktur dari sebuah sel. Sitofotometrik stomata diamati dengan mengukur diameter Panjang dan diameter lebar pada stomata. Sitofotometrik stomata dapat dilihat pada gambar 3. Dimensi sitofotometrik stomata pada T1 $17,5 \times 12,5 \mu\text{m} - 30 \times 25 \mu\text{m}$ (luas rerata $179,11 \pm 23,72 \mu\text{m}^2$). Dimensi sitomorfometrik stomata pada T2 berkisar $20 \times 12,5 \mu\text{m} - 30 \times 22,5 \mu\text{m}$ (luas rerata $176,35 \pm 1,48 \mu\text{m}^2$). Dimensi sitomorfometrik stomata pada T3 berkisar $20 \times 7,5 \mu\text{m} - 29,5 \times 25 \mu\text{m}$ (luas rerata $168,79 \pm 22,12 \mu\text{m}^2$). Luas dimensi sitomorfometrik stomata perlapang pandang dimensi sitomorfometrik stomata hanjuang dapat terlihat pada Gambar 4. Berdasarkan hasil ANOVA satu arah menunjukkan pemberian Pb II relatif sama terhadap dimensi sitomorfometrik stomata hanjuang ($p > 0,05$). Keterangan huruf yang terletak diatas *error bar* sama menunjukkan tidak beda nyata ($\alpha = 5\%$).



Gambar 4. Luas Dimensi Sitomorfometrik Daun Hanjuang (*C. fruticosa*) pada Penyiraman T1 0 ppm Pb II (A), pada Penyiraman T2 50 ppm Pb II (B) dan pada Penyiraman T3 100 ppm Pb II (C).

Pada penelitian ini luas dimensi sitomorfometri stomata daun hanjuang adalah relatif sama. Hal ini menunjukkan pembukaan dan penutupan stomata sama. Mengecilnya ukuran stomata pada tumbuhan bertujuan untuk mengurangi transpirasi, terutama pada saat kondisi tercekam. Tumbuhan yang menanggapi cekaman stress menunjukkan indeks stomata berkurang dan peningkatan jumlah trakeid [22]. Membuka dan menutupnya stomata dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu cahaya, konsentrasi CO₂, suhu, kelembaban dan hormon tumbuhan. Cahaya sinar matahari menyebabkan membukanya stomata pada siang hari, dalam hal ini tumbuhan menangkap cahaya menggunakan pigmen yang disebut dengan klorofil. Sedangkan dalam keadaan gelap atau tidak ada cahaya matahari terjadi peningkatan konsentrasi CO₂ dan turunnya kelembaban menyebabkan menutupnya stomata [24]. Dengan transpirasi, penguapan air tetap berlangsung dan turgor yang berlebih dapat dicegah. Transpirasi dapat menurunkan potensial air di dalam sel sehingga turgor menjadi tidak terlalu tinggi, namun penutupan stomata penting untuk mencegah kehilangan air pada waktu persediaan air terbatas sekaligus membatasi pengambilan CO₂ untuk fotosintesis [25].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa morfologi hanjuang (*C. fruticosa*) pada permukaan atas lamina daun ditemukan spot warna coklat dan kering pada T2 dan T3. Jumlah stomata perlapang pandang dan dimensi sitomorfometrik menunjukkan relatif sama pada antar taraf perlakuan.

Daftar Pustaka

- [1]. Syuhaida, A.W.A., S. I. S. Norkhadijah, S. M. Praveena, and A. Suriyani. 2014. The Comparison of Phytoremediation Abilities of Water Mimosa and Water Hyacinth. *ARPN Journal of Science and Technology*. 4(12): 722-731. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Comparison-of-Phytoremediation-Abilities-of-and-Syuhaida-Norkhadijah/6ab8b5e86cae92e4f4e10a6b9699aaa69ecf34c1>
- [2]. Nsanganwimana, F., L. Marchand, F. Douay and M. Mench. 2014. *Arundo donax* L., a Candidate for Phytomanaging Water and Soils Contaminated by Trace Elements and Producing Plant-Based Feedstock. A review. *International Journal of Phytoremediation*. 16-10: 982-1017. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15226514.2013.810580>
- [3]. Hidayati, N. 2005. Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator. *Hayati*. 12 (1): 35-40 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1978301916303217>
- [4]. United Nations Environment Programme (UNEP). 2003. Phytotechnologies: A Technical Approach in Environmental Management. IETC Freshwater Management Series 7. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9159>
- [5]. Haryanti, D., D. Budianta., dan Salni. (2013). Potensi Beberapa Jenis Tanaman Hias sebagai Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) dalam Tanah. *Jurnal Penelitian Sains*. 16 (2): 52 - 58. <http://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/article/view/72>

- [6]. Hernahadini, N., L. H. Muharram, dan N. Arifina. Kemampuan Daya Serap Hanjuang (*Cordyline fruticosa*) Sebagai Agen Fitoremediasi Logam Pb Pada Media Tanah. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*. 7(1): 114-120. <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JBBI/article/view/3859>
- [7]. Tzalev, D.L. and Z.K. Zaprianov. 1995. Atomic Absorption Spectrometry in Occupational and Environmental Health. CRC Press, Inc. Florida.
- [8]. Palar, H. 2004. Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat. PT. Rineka Cipta Jakarta.
- [9]. Larcher, W. 1995. Physiological Plant Ecology. Third Edition. Springer- Verlag Berlin Heidelberg. Germany.
- [10]. Fardiaz, S. 1992. Polusi Air dan Udara. Konisius. Yogyakarta.
- [11]. Moenir, M. (2010). Kajian Fitoremediasi sebagai Alternatif Pemulihan Tanah Tercemar Logam Berat. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan dan Pencemaran Industri*. 1(2): 115 - 123.
- [12]. Noviarini, W. 2015. Analisa Kerusakan Jaringan Akar dan Pertumbuhan Lamun (*Thalassia hemprichii*) yang Terpapar Logam Berat Kadmium (Cd). Program Studi Biologi. Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. http://repository.its.ac.id/72072/1/1511100075-Undergraduate_Theses.pdf
- [13]. Rosidah, S., Y.U. Anggraito dan K.K. Pukan. 2014. Uji Toleransi Tanaman Tembakau (*Nicotiana tabacum* L) terhadap Cekaman Kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Kultur Cair. *Jurnal MIPA*. 37 (1): 7-15. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM/article/view/3140>
- [14]. Rismawati, S.I. 2011. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Zn Menggunakan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). Tugas akhir. Program Studi Biologi. Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-24119-1507100033-Paper.pdf>
- [15]. Nazarr, R., N. Iqbal, A. Masood, M.I.R. Khan, S. Syeed dan N.A. Khan. 2012. Cadmium Toxicity in Plants and Role Of Mineral Nutrients in Its Alleviation. *American journal plant science*. 3: 1476-1489. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=24162>
- [16]. Haryanti, S. 2010. Jumlah dan Distribusi Stomata pada Daun Beberapa Spesies Tanaman Dikotil dan Monokotil. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 18 (2): 21-28. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/janafis/article/view/2600>
- [18]. Tambaru, E., R. Ura' dan M. Tuwo. 2018. Karakterisasi Stomata Daun Tanaman Obat *Androdera cordifolia* (Ten.) Steenis dan *Gratophyllum pictum* (L.) Griff. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 9 (17): 42-47. <https://unhas.academia.edu/RestiUra>
- [19]. Kumenkawa, Y., H. Miyaka, K. Ohga, H. Hayakawa, J. Yokoyama, K. Ito, S. Tebaya, R. Arakawa, and T. Fukuda, 2013. Comparative Analyses of Stomatal Size and Density Among Ecotypes of *Aster hispidus* (Asteraceae). *American Journal of Plant Sciences*. 4,: 524-527. <https://m.scirp.org/papers/abstract/28710>
- [20]. Franks, P., I. J. Leitch, E. M. Ruszala, A.M. Hetherington, and D.J. Beerling, 2012. Physiological Framework for Adaptation of Stomata to CO₂ from Glacial to Future Concentration. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 367: 537-546. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3248712/>
- [21]. Tambaru, E., 2015. Identifikasi Karakteristik Morfologi dan Anatomi *Flacourtia inermis* Roxb. di Kawasan Kampus Unhas Tamalanrea Makassar. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 6 (11): 37-41. <https://core.ac.uk/download/pdf/77622397.pdf>
- [22]. Devlin, R.M. & F.H. Witham. 1983. Plant Physiology. W Grant Press. Boston.
- [23]. Kartikaningtyas, D., O. Quirena, Suharyanto, dan S. Sunarti. 2014. Tanggapan Anatomis dari Beberapa Sumber Benih *Acacia manilum* Willd. Terhadap Kondisi Cekaman Garam. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. 8 (3): 184-197. <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPTH/article/view/1643>
- [24]. Hopkins, W.G. 2004. Introduction to Plant Physiology. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- [25]. Taluta, H.E., H. L. Rampe, dan M. J. Rumondor. 2017. Pengukuran Panjang dan Lebar Pori Stomata Daun Beberapa Varietas Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal MIPA Unsrat Online*. 6 (2): 1-5. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jmuo/article/view/16835>