



KOVALEN: Jurnal Riset Kimia

<https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/kovalen>



Adsorpsi Logam Merkuri (Hg) dari Limbah Tanah Tercemar Menggunakan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L) pada Berbagai Waktu Tanam

[Adsorption of Mercury (Hg) from Contaminated Soil Waste Using Sawi Plants (*Brassica juncea* L) in Various Planting Times]

Khairuddin*, Wiranto Wengkau, Dwi Juli Puspitasari, Husain Sosidi, Nov Irmawati Inda

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

Abstract. Mercury (Hg) as a gold extractor can cause environmental pollution, therefore, hyperaccumulator plants are needed, such as mustard greens (*Brassica juncea* L). Research on the effect of planting time of mustard greens on the adsorption of mercury (Hg) metal ion on contaminated soil waste has been carried out. The purpose of this research was to determine the concentration and adsorption mechanism of Hg metal ion from contaminated soil at roots and canopy of mustard plants at various planting times. Amount of Hg metal ion adsorbed on the roots and canopy of mustard greens at 2, 4, and 6 weeks of planting times were analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The results showed that the average levels of Hg metal ion adsorption at various planting time of 2, 4 and 6 weeks at roots were 156.611 $\mu\text{g/g}$, 810.256 $\mu\text{g/g}$, and 888.711 $\mu\text{g/g}$, respectively, and at the canopy were 69.486 $\mu\text{g/g}$, 134.580 $\mu\text{g/g}$, and 60.416 $\mu\text{g/g}$, respectively. The planting time of 6 weeks resulted in the highest adsorption ability of Hg at the roots. The results of the bioconcentration factor (BCF) test showed that the adsorption of Hg in the roots and canopy of the mustard plant took place using a phytoextraction mechanism (BCF < 1).

Keywords: Adsorption, mercury metal, mustard greens, planting time

Abstrak. Merkuri (Hg) sebagai pengekstrak emas dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, sehingga diperlukan tanaman hiperakumulator, seperti tanaman sawi (*Brassica Juncea* L). Penelitian tentang pengaruh waktu tanam tanaman sawi terhadap adsorpsi ion logam merkuri (Hg) pada limbah tanah tercemar telah dilaksanakan. Tujuan dari penelitian yang dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dan mekanisme adsorpsi ion logam Hg dari tanah tercemar pada bagian akar dan tajuk tanaman sawi pada berbagai waktu tanam. Analisis Hg yang teradsorpsi pada bagian akar dan tajuk tanaman sawi pada waktu tanam 2, 4, dan 6 minggu menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan kadar rata-rata ion logam Hg dengan variasi umur panen 2, 4 dan 6 minggu berturut-turut pada akar adalah 156,611 $\mu\text{g/g}$, 810,256 $\mu\text{g/g}$, dan 888,711 $\mu\text{g/g}$ serta pada tajuk adalah 69,486 $\mu\text{g/g}$, 134,580 $\mu\text{g/g}$, dan 60,416 $\mu\text{g/g}$. Waktu tanam atau panen 6 minggu menghasilkan kemampuan adsorpsi Hg tertinggi pada bagian akar. Hasil uji faktor biokonsentrasi (BCF) menunjukkan bahwa adsorpsi logam Hg pada akar dan tajuk tanaman sawi berlangsung dengan mekanisme fitoekstraksi (BCF < 1).

Kata Kunci: Adsorpsi, logam merkuri, tanaman sawi, waktu tanam.

Diterima: 25 September 2019, Disetujui: 16 April 2021

Sitasi: Khairuddin., Wengkau, W., Puspitasari, D.J., Sosidi, H., & Inda, N.I. (2021). Adsorpsi Logam Merkuri (Hg) dari Limbah Tanah Tercemar Menggunakan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L) pada Berbagai Waktu Tanam. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 7(1): 65-71.

* Corresponding author

E-mail: heru_jns@yahoo.co.id

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2021.v7.i1.13666>



2477-5398/ © 2021 Khairuddin et al.
This is an open-access article under the CC BY-SA license.

LATAR BELAKANG

Material residu dari proses produksi (tailing) pertambangan yang menggunakan merkuri (Hg) sebagai senyawa pengekstrak emas dapat memberi dampak kerusakan terhadap lingkungan hidup (Ruslan & Khairuddin, 2010). Hg dalam air limbah tambang emas dapat terbawa hingga ke perairan dalam bentuk organologam, sehingga dapat menyebabkan akumulasi ion logam Hg dalam ikan laut dan dapat masuk dalam rantai makanan (Ali *et al.*, 2019; Ashraf *et al.*, 2019; Varjani *et al.*, 2020). Pencemaran tanah akibat adanya logam berat seperti merkuri (Hg) bersifat karsinogenik. Logam dapat masuk ke dalam tubuh manusia baik melalui rantai pangan pendek (hewan-manusia) maupun rantai pangan panjang (tanaman-hewan-manusia) (Hardiani, 2008). Penambangan emas menggunakan Hg banyak dijumpai di beberapa lokasi penambangan, khususnya Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI).

Desa Builli. Kecamatan Lore Selatan, Kabupaten Poso, Sulawesi Tengah adalah salah satu desa yang menjadi tempat PETI. Desa Bulili pada awalnya merupakan kawasan pertanian yang kini sudah mulai dipenuhi dengan mesin-mesin tromol pengolah emas dan lubang-lubang bekas galian pada tanah lokasi sekitar yang tidak sesuai peruntukannya. Tailing mungkin sudah tidak mengandung emas namun patut diduga masih mengandung merkuri. Kenyataan ini dapat membuat tanah lokasi sekitar tercemar logam merkuri.

Penanggulangan tanah tercemar logam berat dapat dilakukan dengan berbagai metode baik secara fisik ataupun kimia, seperti penguapan, pengendapan, osmosis balik, reduksi kimiawi, dan pertukaran ion. Kelemahan dari metode tersebut ialah biaya

operasional yang mahal, kurang efektif dan tentunya berdampak negatif terhadap tumbuhan. Metode lain yang dapat dipakai dalam menanggulangi hal tersebut yaitu fitoremediasi dengan menggunakan tanaman hiperakumulator untuk menyerap dan memindahkan senyawa logam berat toksik dari dalam tanah (Hidayanti, 2016).

Fitoremediasi menggunakan tanaman hiperakumulator dan bagian-bagiannya untuk dekontaminasi logam toksik baik secara *in-situ* ataupun secara langsung pada lahan yang terkontaminasi. Junyo & Handayanto (2017) melaporkan bahwa tanaman marga *Brassica*, seperti sawi hijau, pakcoy, dan kubis memiliki potensi sebagai tanaman akumulator logam berat Hg. Mekanisme adsorpsi dari tanaman-tanaman tersebut tergolong sebagai fitostabilisator atau menyerap logam Hg dalam jumlah yang lebih banyak dan mentranslokasikannya ke jaringan akar dibandingkan pada jaringan tajuk.

Tindaon *et al.* (2013) melaporkan mengenai penelitian yang dilakukan terhadap tanaman sawi ditemukan logam berat Cu dengan konsentrasi 64,8 ppm, kandungan Cd dan Cr lebih besar daripada bagian daun. Sedangkan kandungan Pb lebih besar pada bagian akar sawi hijau. Jenis tanaman sawi hijau termasuk akumulator logam Cd dan Cr, namun belum dapat dikatakan sebagai akumulator logam Pb.

Pemilihan tanaman sawi pada penelitian ini sebagai tanaman akumulator logam Hg dikarenakan kemampuan akumulasi tanaman sawi yang cukup tinggi. Perlu kajian terbaru untuk mengetahui kemampuan tanaman sawi sebagai akumulator logam Hg pada tanah tercemar di lahan penambangan emas.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Tanah tailing limbah dari lahan yang diduga tercemar akibat penambangan tradisional sebagai media penanaman yang diperoleh dari tambang emas di Desa Bulili, Bibit tanaman sawi (*Brassica Juncea L*), Pupuk (NPK), HNO₃ 65%, Larutan baku merkuri (Hg) 1000 ppm, H₂SO₄ 10 N, SnCl₂, Aluminium foil dan akuades.

Peralatan yang digunakan meliputi *Polybag*, timbangan, neraca analitik, oven, *hotplate*, desikator, cawan petri, lumpang alu, gegep dan Spektrofotometri Serapan Atom.

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel tanah tercemar merkuri (Hg) sampai kedalaman 20 cm di ambil langsung di lokasi pembuangan limbah tailing pengolahan bijih emas yang berlokasi di Desa Bulili Kecamatan Lore Selatan Kabupaten Poso Provinsi Sulawesi Tengah.

Penanaman, pemanenan dan pengeringan tanaman sawi.

a. Pembuatan media tanam

Penyiapan plastik *polybag* sebanyak 6 buah dan diisi tanah tercemar logam berat Hg sebanyak 3 kg kemudian diaduk dan didiamkan selama 1 hari agar tanahnya dalam kondisi homogen. Untuk kontrol disiapkan plastik koker sebanyak 1 buah dan diisi tanah subur. Selanjutnya disiram dengan air secukupnya. Setelah selesai proses penghomogenan, tanah-tanah tersebut ditaburi pupuk NPK sebanyak 0,3 g/kg tanah dan dibiarkan 1 minggu sebelum penanaman.

b. Pembuatan Bibit Tanaman Sawi

Benih tanaman sawi direndam dengan air selama empat jam kemudian ditanam dalam wadah pembibitan. Benih disiram setiap hari hingga bibit tanaman sawi tumbuh dengan tinggi kira-kira 3-4 cm selama 12 hari. Bibit tanaman sawi lalu dipindahkan ke media tanam (*polybag*).

c. Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman Sawi

Penanaman dilakukan dengan cara bibit tanaman sawi (*Brassica Juncea L*) diletakan ke dalam lubang yang telah disediakan di dalam masing-masing *polybag* perlakuan. Selanjutnya tanaman sawi dipelihara dengan cara menyiram tanaman setiap hari.

d. Pemanenan dan Pengeringan

Tanaman dipanen pada minggu ke-2 (U2), minggu ke-4 (U4) dan minggu ke-6 (U6) sampai tanaman berumur 6 minggu setelah disemaikan (untuk pengaruh umur panen). Tanaman hasil panen dicuci dengan air dan pada bilasan terakhir menggunakan akuades. Akar dan tajuk dipisahkan dan ditimbang, selanjutnya diangin-anginkan dan dikeringkan dalam oven selama semalam pada suhu 60⁰C. Hasil pengeringan didinginkan dalam desikator dan ditimbang kembali.

Analisis Hg dengan Spektrofotometri Serapan Atom (Darmono, 1995)

a. Dekstruksi

Sampel akar dan tajuk tanaman sawi hijau ditimbang dan dihaluskan, kemudian ditambahkan asam nitrat 65% sebanyak 3 mL. Campuran dipanaskan dalam lemari asam pada suhu 95°C hingga agak kering. Campuran yang dingin, ditambahkan akuades dan disaring dengan kertas saring

Whatman. Filtrat ditepatkan dengan akuades hingga 100 mL.

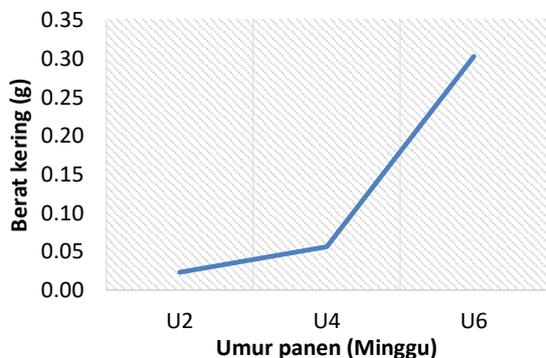
b. Pengukuran logam Hg dengan SSA

Penentuan konsentrasi ion logam Hg dalam sampel dilakukan dengan menggunakan kurva kalibrasi dari larutan standar Hg. Larutan standar sebanyak 100 mL pada konsentrasi 0, 10, 15, 20, 30, 40, dan 50 ppb ditambahkan 10 mL larutan H₂SO₄ 10 N dan 5 mL larutan SnCl₂. Kadar Hg ditentukan dengan SSA pada panjang gelombang 253,7 nm tanpa nyala (*flameless*) menggunakan *hybrid vapour generator*. Perlakuan yang sama dilakukan pada sampel dan diukur dengan AAS.

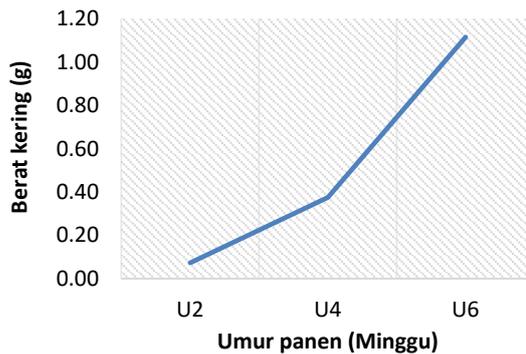
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Waktu Tanam

Hasil penentuan konsentrasi Hg dalam sampel tanah tercemar dari Desa Bulili dengan AAS menunjukkan konsentrasi logam Hg sebelum adanya perlakuan sebesar 1010,5 µg/g. Menurut Kadar normal logam Hg berada pada kisaran 0,01 – 0,3 ppm dan kisaran konsentrasi kritis yaitu 0,3 - 0,5 ppm (Alloway & Ayres, 1995). Hasil pengukuran berat kering tanaman sawi berdasarkan umur panen ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



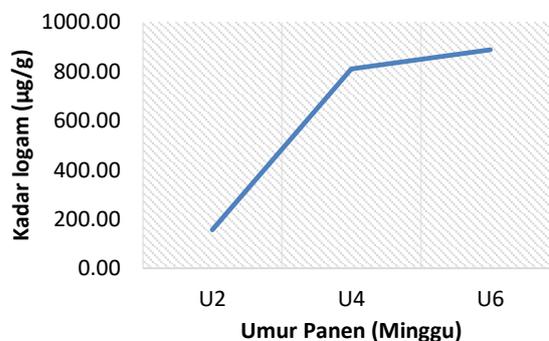
Gambar 1. Berat kering akar tanaman sawi berdasarkan umur panen



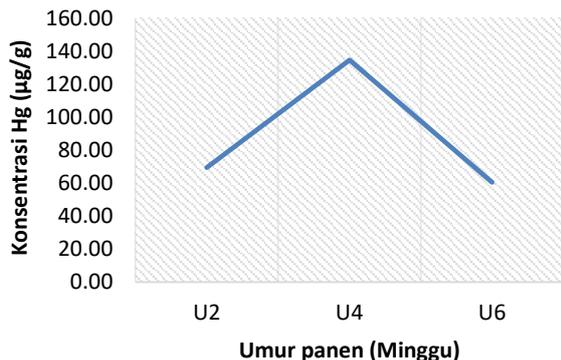
Gambar 2. Berat kering tajuk tanaman sawi berdasarkan umur panen.

Berat kering akar (Gambar 1) dan tajuk sawi (Gambar 2) bertambah berdasarkan umur panen. Dengan demikian ada pengaruh antara berat kering akar dan berat kering tajuk terhadap umur panen tanaman sawi.

Akar dan tajuk tanaman sawi hasil panen dianalisis untuk menentukan konsentrasi logam merkuri (Hg). Hasil yang diperoleh dari analisis konsentrasi merkuri (Hg) pada akar dan tajuk tanaman sawi pada tanah tercemar dengan variasi waktu panen 2 minggu, 4 minggu dan 6 minggu berturut-turut, pada akar adalah 156,611 µg/g, 810,256 µg/g, 888,711 µg/g dan pada tajuk adalah 69,486 µg/g, 134,580 µg/g dan 60,416 µg/g. Data konsentrasi logam Hg pada akar dan tajuk tanaman sawi memiliki jumlah yang cukup tinggi, tetapi masih lebih kecil daripada total konsentrasi Hg pada media tanam.



Gambar 3. Konsentrasi logam Hg pada akar tanaman sawi berdasarkan umur panen.



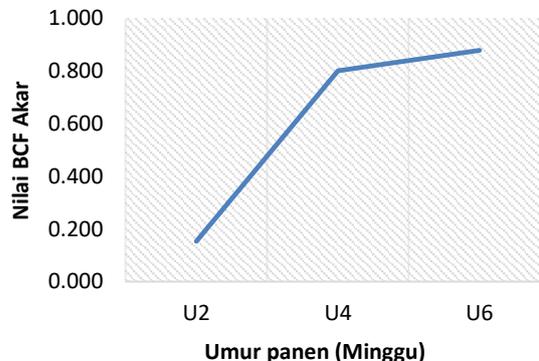
Gambar 4. Konsentrasi merkuri (Hg) pada tajuk tanaman sawi berdasarkan umur panen.

Hasil yang diperoleh pada Gambar 3 menunjukkan semakin lama waktu panen, maka semakin tinggi konsentrasi logam Hg yang diserap oleh bagian akar, sedangkan pada Gambar 4 menunjukkan penurunan konsentrasi logam merkuri pada umur 6 minggu tanam. Soemirat (2003) menjelaskan bahwa beberapa bagian tumbuhan dapat mengadsorpsi logam berat, antara lain bagian akar untuk adsorpsi zat anorganik dan hidrofilik dan bagian daun untuk adsorpsi zat hipofilik. Priyanto & Prayitno (2012) menjelaskan bahwa logam dapat terjerap oleh akar tanaman melalui mekanisme translokasi dan lokalisasi pada bagian sel tertentu. Lebih lanjut dijelaskan pula, logam yang telah menembus endodermis akar, selanjutnya menuju bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut floem dan xilem atau mengikuti aliran transpirasi.

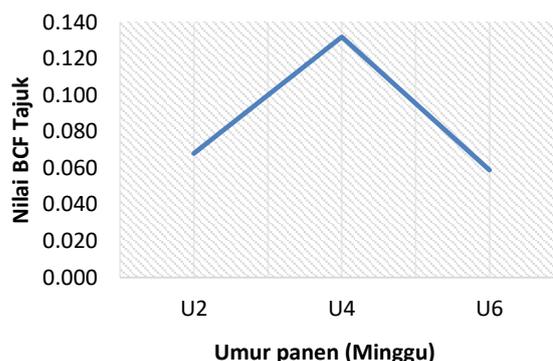
Nilai Faktor Biokonsentrasi Terhadap Pengaruh Umur Tanam

Faktor biokonsentrasi didefinisikan sebagai rasio antara konsentrasi logam berat dalam akar terhadap konsentrasi logam dalam tanah. Faktor biokonsentrasi menjadi indikator penting untuk menentukan mekanisme akumulasi logam berat antara fitoekstraksi dan fitostabilisasi. Nilai biokonsentrasi > 1

akumulasi logam mengikuti mekanisme fitostabilisasi, sedangkan nilai biokonsentrasi < 1 mengikuti mekanisme fitoekstraksi (Liong et al., 2010).



Gambar 5. Nilai BCF akar terhadap umur panen



Gambar 6. Nilai BCF tajuk terhadap umur panen

Nilai BCF pada akar semakin bertambah dengan semakin lamanya umur panen (Gambar 5). Nilai BCF <1, sehingga mekanisme akumulasi logam Hg pada akar sawi mengikuti mekanisme fitoekstraksi. Sementara itu, pada tajuk sawi didapatkan nilai BCF bertambah hingga umur panen 4 minggu, tetapi menurun pada umur panen 6 minggu (Gambar 6). Namun demikian, mekanisme akumulasi logam Hg juga mengikuti mekanisme fitoekstraksi karena memiliki nilai BCF < 1. Nilai BCF pada bagian akar lebih tinggi daripada bagian tajuk, yang

menunjukkan bahwa ion logam Hg lebih banyak terdistribusi pada bagian akar daripada bagian tajuk. Fitoekstraksi menggambarkan bahwa penyerapan logam Hg oleh akar tanaman sawi, selanjutnya dan mengakumulasi logam Hg pada bagian tumbuhan lainnya, seperti akar, daun dan batang (Juhriah & Alam, 2016).

KESIMPULAN

Pengaruh lama waktu tanam maksimum yang berpengaruh terhadap konsentrasi adsorpsi logam Hg pada bagian akar dan tajuk tanaman sawi. Hasil penelitian menunjukkan kadar ion logam Hg yang teradsorpsi pada umur panen 2 minggu, 4 minggu dan 6 minggu berturut-turut pada akar adalah 156,611 µg/g, 810,256 µg/g, 888,711 µg/g dan pada tajuk adalah 69,486 µg/g, 134,580 µg/g dan 60,416 µg/g. Kadar logam Hg yang terserap belum maksimal karena kadar Hg dalam tanaman sawi masih lebih kecil daripada total konsentrasi Hg pada media tanam. Hasil uji BCF menunjukkan bahwa adsorpsi logam Hg pada akar dan tajuk berlangsung dengan mekanisme fitoekstraksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., Guo, D., Arockiam Jeyasundar, P. G. S., Li, Y., Xiao, R., Du, J., Li, R., & Zhang, Z. (2019). Application of wood biochar in polluted soils stabilized the toxic metals and enhanced wheat (*Triticum aestivum*) growth and soil enzymatic activity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 184, 109635. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.10.9635>
- Alloway, B. J., & Ayres, D. C. (1995). *Chemical Principle of Environmental Pollution, 2nd Edition*. Blackie Academic and Professional, Chapman & Hall, London.
- Ashraf, S., Ali, Q., Zahir, Z. A., Ashraf, S., & Asghar, H. N. (2019). Phytoremediation: Environmentally sustainable way for reclamation of heavy metal polluted soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 174, 714–727. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.02.068>
- Darmono. (1995). *Logam Dalam Sistem Makhluk Hidup*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Hardiani, H. (2008). Pemulihan Lahan Terkontaminasi Limbah B3 Dari Proses Deinking Industri Kertas Secara Fitoremediasi. *Journal of Industrial Research (Jurnal Riset Industri)*, 2(2), 64–75.
- Hidayanti, N. (2016). Mekanisme Fisiologis Tumbuhan Hiperakumulator Logam Berat = Heavy Metal Hyperaccumulator Plant Physiology Mechanism. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 14(2), 75. <https://doi.org/10.29122/jtl.v14i2.1424>
- Juhriah, J., & Alam, M. (2016). Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Tanah Dengan Tanaman *Celosia plumosa* (Voss) Burv. *BIOMA: JURNAL BIOLOGI MAKASSAR*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.20956/bioma.v1i1.1349>
- Junyo, G., & Handayanto, E. (2017). Potensi Tiga Varietas Tanaman Sawi Sebagai Akumulator Merkuri Pada Tanah. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 4(1), 421–429.
- Liong, S., Taba, P., Noor, A., & Abdullah, A. (2010). Studi Fitoakumulasi Pb dalam Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir). *Prosiding Seminar Nasional FMIPA-UT*. Seminar Nasional FMIPA-UT, Makassar.
- Priyanto, B., & Prayitno, J. (2012). *Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan*. (<http://lfl.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.htm>, diakses 30 januari 2021).
- Ruslan, R., & Khairuddin, K. (2010). Studi Potensi Pencemaran Lingkungan Dari Kegiatan Pertambangan Emas Rakyat Poboya Kota Palu. *Jurnal Akta Kimia Indonesia (Indonesia Chimica Acta)*, 3(1), 27–31. <https://doi.org/10.20956/ica.v3i1.5972>
- Soemirat. (2003). *Toksikologi Lingkungan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tindaon, F., Sumihar, S. T. T., & Naibaho, B. (2013). Fitoremediasi Logam Berat Menggunakan Berbagai Jenis Tanaman

Sayuran Pada Tanah Mengandung Lumpur Kering Limbah Domestik Kota Medan. *Prosiding Seminar Nasional Dan Rapat Tahunan Dekan Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat*. 19-20 Maret 2013, Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura, Pontianak.

Varjani, S., Upasani, V. N., & Pandey, A. (2020). Bioremediation of oily sludge polluted soil employing a novel strain of *Pseudomonas aeruginosa* and phytotoxicity of petroleum hydrocarbons for seed germination. *Science of The Total Environment*, 737, 139766. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139766>.