

## REVIEW: POTENSI TANAMAN MARIGOLD (*Tagetes erecta*) SEBAGAI FITOREMEDIATOR

E. Sahara\*

*Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Udayana, Kabupaten Badung, Bali, Indonesia*

*\*Email: emmy\_sahara@unud.ac.id*

---

### ABSTRAK

Fitoremediasi adalah salah satu tehnik alternatif dalam usaha pemulihan lingkungan tanah, air maupun udara yang telah tercemar oleh berbagai macam polutan menggunakan tanaman hijau dalam keadaan hidup. Tujuan dari penulisan paper ini adalah untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pemanfaatan tanaman *marigold* spesies *Tagetes erecta* sebagai suatu fitoremediator. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan dan menelaah bahan review adalah studi literatur yang sistematis dari berbagai sumber, diantaranya *researchgate*, *google scholar*, *sciencedirect* serta sumber lainnya. Dari telaah yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa tanaman *Tagetes erecta* dapat digunakan sebagai fitoremediator lingkungan yang tercemar berbagai macam polutan.

**Kata kunci:** fitoremediator, *marigold*, *Tagetes erecta*.

### ABSTRACT

Phytoremediation is an alternative technique which is used to restore the soil, water as well as the air contaminated by heavy metals and other pollutants using live green plants. The purpose of the writing of this paper is to provide a comprehensive picture of the use of marigold plant species of *Tagetes erecta* as a phytoremediator. The method applied to collect and review the materials was a systematic literature study using various sources, including *researchgate*, *google scholar*, *sciencedirect* and other sources. From the study carried out, it can be seen that *Tagetes erecta* can be used as a phytoremediator in an environment contaminated with various pollutants.

**Keywords:** marigold, phytoremediator, *Tagetes erecta*.

### PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan, baik udara, air maupun tanah/sedimen adalah masalah yang terjadi di berbagai belahan dunia. Lingkungan yang tercemar dapat dipulihkan kembali melalui suatu proses yang disebut dengan remediasi. Remediasi tanah, sedimen dan air yang tercemar bertujuan untuk memulihkan ekosistem yang terganggu dan memulihkan fungsinya. Fitoremediasi adalah teknologi remediasi hijau berkelanjutan yang menggunakan tanaman dan mikroorganisme terkait untuk memulihkan tanah, air tanah atau sedimen yang terkontaminasi, melalui degradasi, ekstraksi, stabilisasi, transformasi, atau volatilisasi. Fitoremediasi merupakan alternatif remediasi yang inovatif,

berkelanjutan, dan berbiaya lebih rendah dibandingkan dengan teknik remediasi tradisional. Logam berat adalah polutan yang penanggulangannya sangat susah, dikarenakan logam berat tidak dapat mengalami proses biodegradasi. Pembersihan polutan logam dari tanah maupun sedimen dapat dilakukan melalui teknik fitoremediasi menggunakan tanaman sebagai fitoremediator. Tanaman yang baik digunakan sebagai fitoremeditor harus merupakan suatu biomassa dan mempunyai kapasitas akumulasi konsentrasi tinggi terhadap kontaminan (Vangronsveld *et al.*, 2019). Biomassa atau fitomassa dan seringkali disebut sebagai *bioresource* adalah keseluruhan materi yang berasal dari makhluk hidup, termasuk bahan organik baik yang hidup maupun yang mati, baik yang ada di

atas permukaan tanah maupun yang ada di bawah permukaan tanah, misalnya pohon, hasil panen, rumput, serasah, akar, hewan dan sisa/kotoran hewan (Yokoyama *et al.*, 2008). Berbagai tanaman baik yang ber kayu ataupun tidak dapat digunakan sebagai fitoremediator dari polutan logam dan senyawa organik. Salah satu tanaman yang memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai fitoremediator adalah tanaman *marigold* (Capuana, 2020). Berbagai penelitian yang telah dilakukan untuk mempelajari potensi tanaman ini sebagai fitoremediator untuk berbagai macam polutan akan dibahas dalam paper ini.

Tanaman *marigold*, dalam Bahasa Balinya disebut sebagai gumitir atau dalam Bahasa Indonesia disebut kenikir adalah salah satu tanaman yang termasuk sebagai tanaman serbaguna. Tanaman ini banyak dimanfaatkan di bidang kesehatan, pertanian, lingkungan, upacara keagamaan, pariwisata dan sebagainya. Di bidang kesehatan, tanaman gumitir mempunyai khasiat diantaranya sebagai anti nyamuk, anti bakteri, anti nematoda, anti mikroba, sebagai sumber  $\beta$ -karoten, dan lain sebagainya. Kandungan kimia dalam tanaman *marigold* diantaranya adalah senyawa turunan fenolik, fenil propanoid, turunan tiopen, turuna benzofuran, terpenoid, alkaloid, flavonoid, minyak atsiri, tagetiin, terthienyl, protein, dan lain sebagainya (Li-wei *et al.*, 2012; Gupta and Vasudeva, 2012).

Sistem botani tanaman gumitir adalah sebagai berikut: Kingdom *Plantae*, Ordo *Asterales*, Family *Asteraceae*, Genus *Tagetes* L. Terdapat berbagai spesies tagetes diantaranya *Tagetes erecta*, *Tagetes patula*, *Tagetes signata*, *Tagetes minuta* dan lain sebagainya (Priyanka *et al.*, 2013). Spesies dari tagetes dapat berkembang di seluruh dunia. Tanaman ini merupakan tanaman yang kokoh serta bercabang dan tingginya bervariasi dari 75-100 cm. Spesies dari tagetes memiliki daun yang tersegmentasi, menyirip, berwarna hijau gelap dan beraroma khas menyengat, serta bunganya memiliki warna yang bervariasi dari kuning, jingga, hingga kemerahan. Tanaman *marigold* merupakan tanaman perdu dengan ciri-ciri memiliki batang berongga dengan jaringan gabus. Tanaman gumitir varietas *Tagetes patula* yang tumbuh di daerah dengan suhu 20° – 30°C mengandung berbagai mineral diantaranya N, P, K, Ca, Mg, S, Al, B,

Cu Fe, Mn, Mo, Na, Zn dan C. Di antara mineral-mineral tersebut karbon merupakan unsur yang paling tinggi kadarnya yaitu sebesar 42 – 44 % (Lersel, 2006). Oleh karena kandungan karbon yang tinggi ini, tanaman *marigold*, terutama batangnya dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif untuk penyerapan logam berat dan zat warna sintesis dari dalam larutan (Siaka, 2016).

Dari pembahasan di atas maka dalam paper ini akan dibahas potensi tanaman *marigold* dalam pemulihan lahan yang tercemar berbagai polutan, terutama logam berat, dan juga polutan lainnya seperti zat warna dan ozon. Metode yang digunakan adalah fitoremediasi, dimana *marigold* sebagai fitoremediatornya.

## MATERI DAN METODE

Review ini disusun menggunakan studi literatur yang dilakukan secara sistematis. Sumber literatur yang digunakan meliputi jurnal-jurnal nasional dan internasional yang bersumber dari *researchgate*, *google scholar*, *sciencedirect* serta beberapa sumber lainnya. Untuk memperoleh jurnal yang relevan, maka saat melakukan penelusuran digunakan kata kunci: *marigold* (*Tagetes* L.) dan *phytoremediation*. Dari berbagai jurnal yang diperoleh dilakukan review dan penelaahan untuk selanjutnya dipilih jurnal yang benar-benar relevan yang membahas mengenai pemanfaatan tanaman *marigold* sebagai fitoremediator.

### Materi

Berbagai jurnal ilmiah yang membahas mengenai fitoremediasi menggunakan tanaman *marigold* yang diperoleh melalui jaringan internet.

### Metode

Tahapan kerja dalam penyusunan paper ini adalah: *browsing*/penelusuran berbagai jurnal dengan kata kunci *marigold*, *Tagetes erecta*, *remediation*, dan *phytoremediation*, selanjutnya meninjau dan menelaah isi jurnal-jurnal tersebut sehingga diperoleh jurnal-jurnal yang relevan untuk penyusunan review ini.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi tanaman *marigold* spesies *Tagetes erecta* sebagai fitoremediator telah

dipelajari oleh Bardiya-Bhurat *et al.* (2017) melalui tehnik *hydroponics essays*. Kapasitas toleransi tanaman ini telah dievaluasi pada tanah yang tercemar  $\text{Cr}^{6+}$  dan  $\text{Pb}^{2+}$ . Melalui evaluasi ini dapat diketahui apakah suatu tanaman dapat digunakan sebagai fitoremediator. Hasil uji menunjukkan bahwa *Tagetes erecta* dapat mentoleransi konsentrasi kedua ion logam di dalam tanah sebesar 200 mmol. Toleransi ini berkaitan dengan antioksidan yang terbentuk secara alami dalam tanaman yang berperan untuk menahan stress karena adanya logam. Studi ini menunjukkan bahwa tanaman *Tagetes erecta* mempunyai mekanisme pertahanan terhadap tekanan logam berat sehingga dapat digunakan sebagai fitoremediator. Studi mengenai fitoekstraksi logam Pb dan Cd oleh tanaman *Tagetes erecta* dilakukan oleh Bosiacki (2009), dimana dilakukan analisis terhadap kedua logam di bagian batang, daun dan bunga. Dilaporkan bahwa tanaman *Tagetes erecta* mampu menyerap kedua logam di semua bagian tanaman, yaitu konsentrasi Cd ditemukan tertinggi di bagian daun, menyusul lebih kecil di bagian batang dan terkecil di bunga, sedangkan logam Pb ditemukan tertinggi di batang menyusul lebih kecil di bagian daun dan terkecil di bunga.

Pengaruh keberadaan asam fulvat terhadap kapasitas remediasi dan hiperakumulator tanaman *Tagetes erecta* dan *Zinnia elegans* pada remediasi tanah tercemar Pb dan Cd telah dilaporkan oleh Esringü *et al.*, 2021. Asam fulvat digunakan dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan logam oleh tanaman. Ditemukan bahwa tanaman *Tagetes erecta* mampu mengakumulasi kedua logam di bagian akar dan pucuk, tetapi tidak menunjukkan sifat hiperakumulasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *Total Bioconcentration Factor* (BCFT) akar untuk Cd dan Pb pada *Tagetes erecta* lebih besar daripada BCFT pucuk, sedangkan pada tanaman *Zinnia elegans* nilai BCFT pucuk untuk Cd dan Pb lebih rendah daripada akar. Dengan aplikasi asam fulvat, nilai *Transfer Factor* (TF) untuk kedua logam menurun yang menunjukkan logam stabil tertahan di area akar, sehingga logam stabil tertahan dalam tanah tidak terjadi peningkatan penyerapan logam. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *Translocation Factor* (TLF) yang kurang dari 1. Suatu tanaman dianggap bersifat

hiperakumulasi bila TLF-nya melebihi 1, artinya tanaman memiliki kapasitas untuk mengangkut logam dari bagian akar ke bagian yang ada di atas permukaan tanah. Sebaliknya, asam humat dapat digunakan untuk meningkatkan availabilitas logam sehingga sangat efektif digunakan untuk bioremediasi karena asam humat dengan logam akan membentuk senyawa kompleks Logam-Humat (Esringü *et al.*, 2021).

Keberhasilan fitoremediasi suatu tanaman tergantung pada kemampuannya dalam mengkonsentrasikan logam berat di bagian yang ada di atas tanah tanpa menunjukkan tanda-tanda keracunan. Oleh karena itu, tanaman harus memiliki serapan efektif dan translokasi logam dari tanah-ke-akar-ke-tunas. Dari penelitian yang dilakukan oleh Chitraprabha dan Sathyavathi (2018) ditemukan bahwa *Tagetes erecta* mampu mentolerir konsentrasi Cr hingga 6 mg/kg tanpa mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Oleh karena tanaman ini merupakan suatu biomassa yang tinggi, maka tanaman ini tumbuh cepat dan bisa dipanen. Dengan demikian penanaman tanaman ini di area yang terkontaminasi logam, tanaman ini tidak akan mati karena konsentrasi logam pada tingkat sub-toksik.

Sebuah studi meneliti efektivitas beberapa tanaman hias seperti *Aztec marigold (Tagetes erecta L.)*, *sunflower (Helianthus annuus L.)* dan *love-lies-bleeding (Amaranthus caudatus L.)* dalam penyerapan logam Ni. Ketiga tanaman ditanam pada lahan yang diberikan nikel sulfat dengan berbagai konsentrasi (25 – 300 mg/L). Ditemukan bahwa tanaman *Tagetes erecta* menunjukkan akumulasi logam Ni paling tinggi yang terjadi pada bagian daunnya (Bosiacki dan Wojciechowska, 2012). Dalam sebuah studi yang menggunakan tanaman akar wangi, *Tagetes erecta* dan tanaman matahari, untuk remediasi tanah tercemar Co, Hg, Ni, Cr dan Pb ditemukan bahwa tanaman pandan wangi merupakan translokator semua logam, *marigold* merupakan translokator semua logam kecuali Co serta tanaman matahari sebagai *fitostabiliser* Pb (Vijayan dan Sushama, 2018).

Suatu tanaman bila terpapar logam berat maka tanaman dapat mengalami perubahan anatomi yang terkait dengan plastisitas anatominya atau tindakan adaptif yang bertujuan untuk mengembangkan

toleransi terhadap tingkat racun logam tersebut dalam jaringan. Suatu studi yang dilakukan pada media terkontrol mengenai paparan Cr(III) kepada tanaman *Tagetes erecta* menunjukkan bahwa pembuluh *xylem* tanaman berkurang seiring dengan penambahan konsentrasi logam (lebih dari 0,16 mmol/L) yang mengakibatkan terjadinya translokasi nutrisi dan keseimbangan zat pengatur tumbuh. Pemeriksaan mikroskopis menunjukkan bahwa paparan logam berat telah terbukti mengubah keseimbangan air pada tanaman sehingga terjadi penebalan epidermis yang mungkin merupakan strategi untuk mengurangi kehilangan air melalui transpirasi. Dalam penelitian ini disimpulkan bahwa *Tagetes erecta* merupakan suatu hiperakumulator yang mampu mengakumulasi konsentrasi Cr(III) di atas yang diusulkan (0,12 mmol/L) sehingga dapat digunakan dalam fitoremediasi tanah terkontaminasi Cr(III). Pada kondisi terpapar logam tersebut, tanaman masih menunjukkan ciri-ciri pertumbuhan dan perkembangan yang cepat dengan sistem perakaran yang baik. Studi ini membutuhkan penelitian lebih lanjut yang dilakukan pada lahan yang terkontaminasi (Coelho, 2017).

Carrera and Tello (2020) membandingkan kapasitas fitoremediasi tanaman *Tagetes erecta* dengan keberadaan EDTA dan *mycorrhizae* pada berbagai konsentrasi terhadap logam Pb. Ditemukan bahwa penggunaan EDTA meningkatkan efisiensi Pb yang terekstraksi sedangkan penggunaan *mycorrhizae* tidak berpengaruh. Selain itu penggunaan EDTA juga mempengaruhi pertumbuhan fisiologi tanaman. Hal ini sama dengan yang ditemukan oleh Esringü *et al.* (2021) bahwa *Tagetes erecta* bukan suatu hiperakumulator karena nilai TLF-nya tidak melebihi nilai 1. Penggunaan EDTA juga dilaporkan mampu meningkatkan fitoekstraksi Pb dan Cd pada air lindi (Ali *et al.*, 2016).

Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) pada remediasi tanah tercemar Pb sangat berpengaruh pada pertumbuhan tanaman *marigold*. Tanaman yang diinokulasi multispecies CMA menunjukkan akumulasi konsentrasi Pb tertinggi dan dan yang tertinggal di dalam tanah terendah (Safitri dkk., 2020). Pada tanah yang tercemar Cu, simbiosis antara tanaman *Tagetes erecta* dengan jamur *G. intraradices* melindungi tanaman dari toksisitas Cu

sekaligus meningkatkan hasil fitoakumulatif. Adanya tanaman yang terkolonisasi menyebabkan Cu lebih banyak terakumulasi di akar dan tanaman keseluruhan (Castillo *et al.*, 2011). Das *et al.* (2013) melaporkan bahwa *Tagetes erecta* dan berbagai tanaman lainnya mampu berfungsi sebagai tanaman terestrial hiperakumulasi terhadap Cu, sementara Kaur *et al.* (2021) melakukan screening terhadap berbagai macam tanaman dan ditemukan bahwa tanaman *Tagetes erecta* mampu menurunkan zat warna metilen biru dan congo red.

Aplikasi bioamandemen mampu meningkatkan bioavailabilitas Ni di dalam tanah yang tercemar. Setelah penambahan tanah percobaan, bioamandemen akan membentuk kompleks dengan asam fulvat dan asam humat. Dengan demikian mobilitas Ni akan bertambah karena adanya asam fulvat tetapi menjadi immobil karena asam humat. Marigold menunjukkan potensi menolerir konsentrasi Ni yang lebih tinggi (Sathya *et al.*, 2019).

Remediasi elektrokinetik merupakan suatu eksperimen inovasi terkini untuk melihat pengaruh arus listrik dan agent pengkelat EDTA 3 mM pada remediasi tanah yang mengandung logam oleh tanaman *Tagetes erecta* dalam pot. Dengan menggunakan peningkatan tegangan arus, 1 V, 2 V, 2 V dan 4 V selama 15 menit dalam waktu 30 hari, ditemukan bahwa dengan arus listrik pucuk tanaman mengakumulasi logam yang lebih tinggi pada hari ke 30, akan tetapi pada hari ke 45 baik dengan arus listrik maupun EDTA akumulasi logam hampir sama. Cepatnya proses akumulasi logam pada hari ke 30 disebabkan karena adanya *intermediate value* dari arus listrik yang membantu menarik logam untuk terakumulasi. Ini menunjukkan bahwa penggunaan arus listrik menyebabkan remediasi terjadi lebih cepat daripada remediasi kimia dengan EDTA (Babli *et al.*, 2021).

Selain untuk remediasi logam, tanaman *Tagetes erecta* juga dilaporkan dapat digunakan untuk remediasi ozon dalam ruangan. Kecepatan deposisi ozon diperkirakan melalui pengukuran dari luas permukaan daun tanaman yang diekspos secara regular selama 3 hari dengan konsentrasi ozon yang terkontrol untuk 8 jam, selanjutnya 16 jam tanpa ozon (Saxena dan Sonwani, 2020).

## SIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa tanaman *Tagetes erecta* dapat digunakan sebagai suatu fitoremediator untuk berbagai macam polutan diantaranya logam berat, zat warna dan ozon. Selain itu, inokulasi dengan beberapa jenis mikroba dan agent pengkelat EDTA mampu meningkatkan kapasitas fitoekstraksi dari tanaman *Tagetes erecta*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S. Y., Paul, M., and Chaudhury, S. 2016. EDTA-enhanced phytoextraction of Cd and Pb in spiked soil with Marigold and associated potential leaching risk. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*. 2(5): 114-118.
- Bardiya-Bhurat, K., Sharma, S., Mishra, Y., and Patankar, C. 2017. *Tagetes erecta* (marigold), a phyto-remediant for Ni- and Pb-contaminated area: a hydroponic analysis and factors Involved. *Rend. Fis. Acc. Diakses 6 Desember 2021* dari URL: [https://www.researchgate.net/publication/319251839\\_Tagetes\\_erecta\\_marigold\\_a\\_phyto-remediant\\_for\\_Ni-and\\_Pb-contaminated\\_area\\_a\\_hydroponic\\_analysis\\_and\\_factors\\_involved](https://www.researchgate.net/publication/319251839_Tagetes_erecta_marigold_a_phyto-remediant_for_Ni-and_Pb-contaminated_area_a_hydroponic_analysis_and_factors_involved).
- Bosiacki, M. 2009. Phytoextraction of Cadmium and Lead by Selected Cultivars of *Tagetes erecta* L. Part II. Contents of Cd and Pb in Plants. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*. 8 (2): 15-26.
- Babli, Kaur, C., Singh V. P. and Srivastava, A. 2021. Electric Current: A Better Alternate Compared to EDTA in Rapid Accumulation of Heavy Metal in *Tagetes erecta*. *Plant Archives*. 21(1): 2323-2327
- Bosiacki, M. and Wojciechowska, E. 2012. Phytoextraction of Nickel by Selected Ornamental Plants. *Ecol Chem Eng S.*; 19(3): 331-345.
- Capuana, M. 2020. A review of the performance of woody and herbaceous ornamental plants for phytoremediation in urban areas, *IForest*, 13:139-151.
- Carrera, O. and Tello, L. 2020. Lead Phyto extraction in the Huachipa Zoological Park through the use of *Tagetes erecta* associated with a mycorrhiza and EDTA. *Peruvian Journal of Agronomy*. 4(1): 27-34.
- Castillo, O.S., Dasgupta-Schubert, N., Alvarado, C.J., Zaragoza E.M., and Villegas, H.J. 2011. The effect of the symbiosis between *Tagetes erecta* L. (marigold) and *Glomus intraradices* in the uptake of Copper(II). *New Biotechnology*, 1(29): 156-164.
- Chitraprabha, K. and Sathyavathi, S. 2018. Phytoextraction of chromium from electroplating effluent by *Tagetes erecta* (L.). *Sustainable Environment Research*. 28: 128-134.
- Coelho, L. C., Bastos, A. R. R., Pinho, P. J., Souza, G. A., Carvalho, J. G., Coelho, V. A. T., Oliveira, L. C. A., Domingues, R. R., and Faquin, V. 2017. Marigold (*Tagetes erecta*): The Potential Value in the Phytoremediation of Chromium. *Pedosphere* 27(3): 559–568.
- Das, S., Goswami, S., and Talukdar, A. D. 2013. Copper Hyperaccumulating Plants From Barak Valley, South Assam. India For Phytoremediation. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research*. 5(1): 30-32.
- Esringü, A., Turan, M., and Cangönül, A. 2021. Remediation of Pb and Cd Polluted Soils with Fulvic Acid. *Forests*. 12. 1608.
- Gupta, P. and Vasudeva, N. 2012. Marigold A Potential Ornamental Plant Drug. *Hamdard Medicus*. 55(1): 45-59.
- Kaur, N., Kaushal, J., Mahajan, P., Srivastav, A. L. 2021. Screening of Plant Species for Phytoremediation of Synthetic Textile Dye Wastewater, *Research Square*: 1-17; Diakses 6 Desember 2021 dari URL: <https://assets.researchsquare.com/files/rs-61075/v6/8b749820-be85-4179-9cad-6ea9b66eaed0.pdf?c=1631885319>
- Lersel, M. W. van. 2006. Respiratory Q10 of Marigold (*Tagetes patula*) in Response to Long-Term Temperature Differences and Its Relationship to Growth and Maintenance Respiration. *Physiologia Plantarum*. 128: 289-301.

- Li-wei, X., Juan, C., Huan-yang, Q. I., and Yan-ping, S. H. I. 2012. Phytochemicals and Their Biological Activities of Plants in *Tagetes* L. *Chinese Herbal Medicines*, 4(2): 103-117.
- Priyanka, D., T. Shalini, and V. K. Navneet. 2013. A Brief Study on Marigold (*Tagetes* Species): A Review. *International Research Journal of Pharmacy*. 4(1): 43-48.
- Safitri, F. D., Lukiwati, D.R., dan Mansur I. 2020. Inokulasi berbagai spesies cendawan mikoriza arbuskular (CMA) terhadap pertumbuhan dan kemampuan akumulasi logam Pb pada tanaman marigold (*Tagetes erecta* L.). *J. Agro Complex* 4(1):60-68.
- Sathya, V., Mahimairaja, S., Bharani, A., and Krishnaveni, A. 2019. Influence of Soil Bioamendments on the Availability of Nickel and Phytoextraction Capability of Marigold from the Contaminated Soil. *International Journal of Plant & Soil Science*. 31(5): 1-12.
- Saxena, P. and Sonwani, S. 2020. Remediation of Ozone Pollution by Ornamental Plants in Indoor Environment. *Global J. Environ. Sci. Manage*. 6(4): 497-508.
- Siaka, I M., Febriyanti, N. P. D., Sahara, E., and Negara, I M. S. 2016. Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Guditir (*Tagetes erecta*) pada Berbagai Suhu dan Waktu Pirolisis. *Cakra Kimia (Indonesian EJournal of Applied Chemistry)*. 4(2): 168-177.
- Vijayan, V. D. and Sushama, P. K. 2018. Phytoremediation as an Effective Technology for the Removal of Heavy Metals from Dump Yard Soils. *Nature Environment and Pollution Technology*. 17(4): 1353-1358.
- Vangronsveld, J., Weyens, N., Thijs, S., Dubin, D., Clemmens, M., Van Geert, K., Van Den Eeckhaut, M., Van den Bossche, P, Van Gestel, G., Bruneel, N., Crauwels, L., and Lemmens, C. 2019. Phytoremediation – Code of Good Practice. *Report*. OVAM: 6-14.
- Yokoyama, S. 2008. *Asian Biomass Handbook. A Guide for Biomass Production and Utilization*. Japan: The Japan Institute of Energy.