

**EFEK PENGGUNAAN MEDIA TANAM RESIDU PUPUK HAYATI VP3
DAN *Trichoderma viride* FRP3 DI TANAH BERPASIR SISA BUDIDAYA
KEDELAI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL SERTA
KANDUNGAN LOGAM PADA DAUN SAWI HIJAU (*Brassica juncea* L.)**

***THE EFFECTS OF USING PLANTING MEDIA RESIDUE OF VP3
BIODIVE FERTILIZER AND *Trichoderma viride* FRP3 IN SANDY SOIL
REMAINS FROM SOYBEAN CULTIVATION ON GROWTH AND YIELD
AND METAL CONTENT IN GREEN LOOFER LEAVES (*Brassica juncea* L.)***

Trias Saifulloh Asidiq¹, Djuhari¹ dan Novi arfarita^{1*}

Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang Jl. MT.
Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia.

*koresponden: arfarita@unisma.ac.id

Abstract

*In Indonesia, marginal land is found in both wetlands and drylands. The prospects for this marginal land are large enough for agricultural development but have not been managed well. Brassica genus plants have potential as heavy metal accumulator plants. The aim of this research is to determine the effect of using planting media from VP3 biofertilizer pellet residue and Trichoderma viride FRP3 in sandy soil left over from soybean cultivation on the growth, yield of mustard greens (*Brassica juncea* L.) and levels of metal content (Fe, Zn and Cu.) on green mustard leaves (*Brassica juncea* L.) in the green house. The design used was a simple randomized block design (RAK) consisting of 6 treatments with 4 replications. Parameters observed included plant height, plant fresh weight, and metal content of green mustard leaves. The use of residual planting media from VP3 biofertilizer pellets and Trichoderma viride FRP3 in sandy soil left over from soybean cultivation showed the best results on the growth variables (height and leaf area) of green mustard plants (*Brassica juncea* L.) but on the variables of number of leaves, total fresh weight of the plant and heavy consumption has not yet achieved maximum results. Meanwhile, the metal content (Fe, Zn and Cu) in green mustard leaves (*Brassica juncea* L.) had a positive influence with the lowest metal content results compared to other treatments.*

Keywords: *Marginal Soil, Microorganisms, VP3 biological pellet fertilizer, Metals.*

Abstrak

Di Indonesia lahan marginal dijumpai baik pada lahan basah maupun lahan kering. Prospek lahan marginal ini cukup besar untuk pengembangan pertanian namun belum dikelola dengan baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Bagaimana pengaruh penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma viride* FRP3 di tanah berpasir sisa budidaya kedelai terhadap pertumbuhan, hasil tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) dan tingkat kandungan logam (Fe, Zn dan Cu) pada daun sawi hijau (*Brassica juncea* L.) di green house. Rancangan yang di gunakan adalah rancangan acak kelompok

(RAK) sederhana yang terdiri dari 6 perlakuan dengan 4 kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, berat segar tanaman, dan kandungan logam daun sawi hijau. Penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma viride FRP3* di tanah berpasir sisa budidaya kedelai menunjukkan hasil paling baik pada variabel pertumbuhan tinggi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea L.*) namun pada variabel berat segar tanaman belum mendapatkan hasil maksimal. Sedangkan pada kandungan logam (Fe, Zn dan Cu) pada daun sawi hijau (*Brassica juncea L.*) mendapatkan pengaruh positif dengan hasil kandungan logam terendah dari perlakuan lain.

Kata kunci : Tanah Marginal, Mikroorganisme, Pupuk pelet hayati VP3, Logam.

PENDAHULUAN

Lahan marginal adalah lahan yang rendah potensi dan produktivitasnya. Dari sisi kesuburan tanahnya, baik kesuburan kimia, fisik maupun biologinya. Disamping itu tanah marginal juga memiliki ketersediaan air yang rendah. Lahan marginal dicirikan oleh penggunaan lahan yang mempunyai kelayakan ekonomi yang kurang menguntungkan (Strijke, 2005). Akan tetapi lahan marginal juga memiliki potensi dan prospek yang bagus apabila dilakukan pemanfaatan dengan cara yang tepat.

Indonesia memiliki lahan marginal yang cukup melimpah, baik pada lahan basah maupun lahan kering. Lahan basah berupa lahan gambut, lahan sulfat masam dan rawa pasang surut seluas 24 juta ha, sementara lahan kering berupa tanah ultisol 47,5 juta ha dan oxisol 18 juta ha (Suprpto, 2002). Salah satu lahan marginal kering yang memiliki prospek cukup tinggi dalam dunia pertanian adalah tanah berpasir. Lahan berpasir memiliki potensi yang cukup tinggi namun juga memiliki masalah yaitu meliputi sulit untuk menjaga ketersediaan hara, suhu dan air. Untuk meningkatkan kualitas dari tanah berpasir perlu adanya inovasi untuk menciptakan suasana ekologis yang seimbang, salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan memberikan penambahan bahan organik. Fungsi bahan organik tanah diantaranya sebagai penyimpan unsur hara yang secara perlahan akan dilepaskan ke dalam larutan air tanah dan disediakan untuk tanaman. Bahan organik di dalam atau di atas tanah juga melindungi dan membantu mengatur suhu dan kelembaban tanah. Bahan organik juga dapat meningkatkan daya sangga tanah (Widowati *et al.*, 2015).

Pada tanah marginal selain permasalahan fisik dan biologi, permasalahan kimia pada tanah marginal juga menjadi perhatian khusus yaitu masalah cemaran logam pada tanah. Permasalahan cemaran logam pada tanah marginal menjadi masalah yang cukup beresiko apabila tidak ditangani terlebih lagi tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah berpasir dari area tambang pasir bekas aktivitas vulkanik gunung berapi yang berpotensi memiliki kandungan logam (Fe, Zn dan Cu) yang cukup tinggi.

Dengan adanya permasalahan terkait dengan kandungan logam pada tanah, bioremediasi adalah salah satu cara yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan tanaman hiperakumulator, dalam hal ini tanaman yang di gunakan adalah tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L) yang mana tanaman ini masuk dalam famili *Brassica* yang dapat mengakumulasi logam berlebih pada tanah. Selain itu cara lain yang dapat mendukung dan mempercepat proses bioremediasi pada tanah adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme. Penambahan pupuk pelet hayati VP3 yang mengandung 3 isolat bakteri yaitu bakteri pengikat Nitrogen (N) (*Bacillus cereus*), bakteri fosfat (P) terlarut (*Pantoea ananatis*) dan Exopolysaccharide (EPS) yang dihasilkan oleh bakteri (*Pseudomonas plecoglossicida*) dan didukung dengan *Trichoderma viride* pada tanah dapat memacu proses bioremediasi dan memperbaiki kesuburan tanah (Arfarita, *et al.* 2017., Arfarita, *et al.* 2018., Arfarita, *et al.* 2019., Arfarita, *et al.* 2020., Arfarita, *et al.* 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penggunaan media tanam yang di perkaya residu pelet pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma viride* pada tanah berpasir sisa budidaya kedelai memiliki potensi dalam bidang pertanian berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 26 September 2023 hingga 18 Desember 2023. Penelitian dilakukan di lahan Perumahan Bukit Hijau dan Permata Hijau, kota Malang. Rancangan yang di gunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) sederhana yang terdiri dari 6 perlakuan dengan 4 kali ulangan dan setiap perlakuan terdapat 3 sampel yang akan diamati. Adapun 6 perlakuan tersebut yaitu K (kontrol), V0 (NPK), V1 (Tanah berpasir, Kompos dan Pupuk Kandang), V2 (Tanah berpasir, Kompos, Pupuk Kandang dan Pelet VP₃), V3

(Tanah berpasir, Pupuk kandang, Kompos, Pelet VP₃ dan *Trichoderma viride* FRP₃), dan V4 (Tanah berpasir, Pupuk kandang, Kompos, Pelet Pupuk Hayati VP₃, *Trichoderma viride* FRP₃ dan 25% NPK dari perlakuan V0).

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: polybag ukuran 40 x 40 cm, penggaris, timbangan analitik, *Atomic Absorption Spectrophotometric* (AAS), cawan porselin, oven dan neraca digital. Benih sawi hijau (*Brassica juncea* L.) Varietas Shinta dengan merk dagang “Cap Panah Merah”, media tanam residu pupuk pelet hayati VP₃ dan *T. viride* FRP₃ di tanah berpasir sisa budidaya tanaman kedelai (Khakim *et al.*, 2023), air, aquades, HCl, HNO₃, Larutan standar (baku) 100 ppm.

Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi: Persipan Green House menggunakan paranet 75% dan plastik UV, persiapan media tanam, persemaian benih sawi hijau, pindah tanam, pemeliharaan tanaman, panen dan pengamatan yang dilakukan adalah pengamatan pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman). Pengamatan hasil (berat segar tanaman). Kemudian analisa logam (Fe, Zn dan Cu) pada daun sawi hijau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan media tanam residu pupuk hayati di tanah berpasir sisa budidaya tanaman kedelai berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L).

Tabel 1. Rerata Tinggi Tanaman Sawi Hijau (cm) dengan Penggunaan Media Tanam Residu Pupuk Hayati VP₃ dan *Trichoderma viride* FRP₃ di Tanah Berpasir Sisa Budidaya Tanaman Kedelai

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm) pada Umur HST					
	0	5	10	15	20	25
K	7,33 a	10,12 ab	13,29 a	17,64 a	23,43 a	26,79 a
V0	7,36 a	10,06 a	13,69 b	17,95 a	24,56 b	28,88 b
V1	7,28 a	10,02 a	14,08 c	19,61 b	29,39 c	35,78 c
V2	7,22 a	9,93 a	14,07 c	19,69 b	29,49 c	35,99 c
V3	7,64 a	10,39 b	14,69 d	20,32 c	30,33 d	37,21 d
V4	7,67 a	10,19 b	14,44 d	20,13 c	29,68 c	36,02 c
Duncan 5%	0,533	0,259	0,265	0,389	0,584	0,593

Keterangan : Angka yang di dampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%, HST = Hari Setelah Tanam.

Berdasarkan hasil uji Duncan 5% Tabel 1 diketahui bahwa tinggi tanaman sawi hijau umur 0 HST menunjukkan tidak berbeda nyata antar perlakuan. Pada umur

5, 10, dan 15 HST hasil tertinggi terdapat pada perlakuan V3 dan V4, namun pada umur 5 HST tidak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol., kemudian pada umur 20 HST dan 25 HST menunjukkan hasil tertinggi pada perlakuan V3 dengan penambahan bahan organik dan pupuk hayati.

Pertumbuhan tanaman sawi hijau sangat di pengaruhi oleh unsur hara yang tercukupi seperti unsur hara N dan P, unsur Nitrogen berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman, selain itu nitrogen dibutuhkan pada setiap pembentukan tunas atau perkembangan batang dan daun pada tanaman (Kardin, 2013). Sedangkan Phospor juga memiliki peran yang penting dalam pertumbuhan tanaman dan juga reaksi enzim. Ketersediaan kedua unsur ini dalam media tanam dapat di suplai dengan adanya penambahan bahan organik yaitu pupuk kompos, pupuk kandang dan pupuk hayati VP3. (Zulkarnain, 2009) menyatakan, kelebihan pupuk kandang adalah dapat meningkatkan humus, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan kehidupan mikroorganisme pengurai. Selain bahan organik peran mikroorganisme juga sangat penting dalam menyediakan unsur hara bagi tanaman. Peran mikroorganisme dalam tanah dapat membantu mempercepat proses dekomposisi bahan-bahan organik sehingga lebih cepat menyediakan unsur hara bagi tanaman. Pengaplikasian bahan organik beserta mikroorganisme dapat membantu memperbaiki keseimbangan ekologis tanah. Pada penelitian ini mikroorganisme yang tersedia pada media tanam di suplai dengan adanya pengaplikasian pupuk pelet hayati VP3 dan *Trichoderma viride* FRP3.

Pupuk pelet hayati VP3 yang mengandung 3 isolat bakteri yaitu bakteri pengikat Nitrogen (N) (*bacillus cereus*), bakteri fosfat (P) terlarut (*Pantoea ananatis*) dan Exopolysaccharide (EPS) yang dihasilkan oleh bakteri (*Pseudomonas plecoglossicida*) dan didukung dengan *Trichoderma viride* pada tanah dapat memacu proses bioremediasi dan memperbaiki kesuburan tanah tanah (Arfarita, *et al.* 2017., Arfarita, *et al.* 2018., Arfarita, *et al.* 2019., Arfarita, *et al.* 2020., Arfarita, *et al.* 2022).

Berat Segar Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan media tanam residu pupuk hayati di tanah berpasir sisa budidaya tanaman kedelai berpengaruh nyata terhadap berat segar tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L).

Tabel 2. Rerata Berat Total Segar Sawi Hijau (cm) dengan Penggunaan Media Tanam Residu Pupuk Hayati VP3 dan *Trichoderma viride* FRP₃ di Tanah Berpasir Sisa Budidaya Tanaman Kedelai

Perlakuan	Rerata berat segar per tanaman (g)
	25 HST
K	30.76 a
V0	31.82 a
V1	91.08 c
V2	80.48 bc
V3	91.83 c
V4	68.78 b
Duncan 5%	12.28

Keterangan: Angka yang di dampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%.

Berdasarkan hasil uji Duncan 5% Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan V3 (kombinasi Pupuk kandang, Kompos, Pelet VP₃ dan *Trichoderma viride* FRP₃), V1 (kombinasi Kompos dan Pupuk Kandang) memberikan hasil berat segar tanaman tertinggi, meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan V2 (Kombinasi Kompos, Pupuk Kandang dan Pelet VP₃).

Kandungan Logam (Fe,Zn dan Cu)

Hasil Analisa logam berat menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometric*) dan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan media tanam residu pupuk hayati di tanah berpasir sisa budidaya tanaman kedelai berpengaruh nyata terhadap kandungan logam (Fe, Zn dan Cu) pada daun sawi hijau (*Brassica juncea* L).

Tabel 3. Hasil Analisa logam Besi (Fe,Zn dan Cu) pada tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L) dengan Penggunaan Media Tanam Residu Pupuk Hayati VP3 dan *Trichoderma viride* FRP₃ di Tanah Berpasir Sisa Budidaya Tanaman Kedelai

Perlakuan	Kadar Logam Besi (Fe) pada sawi hijau (mg/kg)		
	Fe	Zn	Cu
K	2,48 b	0,70 d	0,091 d
V0	4,99 d	0,64 bc	0,073 c
V1	3,88 cd	0,63 a	0,065 b
V2	3,49 c	0,64 b	0,056 b
V3	1,41 a	0,66 c	0,035 a
V4	5,16 d	0,63 a	0,042 ab
Batas Maksimum (mg/Kg)	425	99	73
Duncan 5%	0,497	0,0095	0,0094

Keterangan: Angka yang di dampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%. (Sumber: World Health Organization/Food and Agriculture Organization WHO/FAO dalam Latif et al., 2018)

Berdasarkan hasil uji Duncan 5% Tabel 3 bahwa analisa kandungan logam Fe dan Cu pada daun sawi hijau (*Brassica juncea L*) menunjukkan hasil berbeda nyata. Perlakuan V3 (kombinasi Pupuk kandang, Kompos, Pelet VP₃ dan *Trichoderma viride* FRP₃) menghasilkan kandungan logam Fe dan Cu terendah dan berbeda nyata dengan perlakuan lain. Namun pada kandungan logam Zn menunjukkan bahwa perlakuan V4 (kombinasi Pupuk kandang, Kompos, Pelet Pupuk Hayati VP₃, *Trichoderma viride* FRP₃ dan 25% NPK dari perlakuan V0) dan V1 (kombinasi Kompos dan Pupuk Kandang) memberikan hasil kandungan logam (Zn) terendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Kemudian pada Tabel 3 juga ditunjukkan bahwa logam (Fe,Zn dan Cu) yang terdapat pada daun sawi hijau (*Brassica juncea L*) menunjukkan titik aman untuk dikonsumsi karena tidak melebihi batas maksimum yang diperbolehkan (World Health Organization/Food and Agriculture Organization WHO/FAO dalam Latif et al., 2018).

Bahan organik memiliki peran penting dalam membantu menurunkan kandungan logam berat pada tanah sehingga logam berat yang terserap oleh tanaman menjadi lebih sedikit. Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah secara positif dapat mencegah pergerakan ion logam berat bergerak masuk ke dalam sistem jaringan tanaman, dibandingkan dengan tanah tanpa bahan organik. Menurut Retno (1992), pada saat yang sama keberadaan amelioran organik tersebut dapat menahan laju aliran ion logam hanya sampai pada sistem perakaran saja tidak sampai masuk ke dalam jaringan Tanaman. Menurut Alexander dalam Sulistijorini (2003) yang mengemukakan, bahwa bahan organik dapat mengurangi pengaruh buruk dari logam berat dan mempertahankan kehidupan mikroorganisme tanah dalam keadaan normal.

Mikroorganisme aktif yang terkandung dalam pupuk pelet hayati VP₃ yaitu yaitu bakteri penambat N (free) *bacillus cereus*, bakteri Pelarut P (fosfat) *Pantoea ananatis*, dan bakteri penghasil EPS (Eksopolisakarida) *Pseudomonas plecoglasticida* (Arfarita et al. 2016) dan dapat membantu mengurai residu kimia dan mengikat logam berat. Proses resistensi mikroba terjadi melalui beberapa cara yang berbeda yaitu pengendapan logam beracun pada dinding sel, perubahan

akumulasi logam, dan pergantian kompleks membran plasma dinding sel (Mitra dan Bernstein, 1977).

Diketahui bahwa anggota genus *Trichoderma* memiliki kegunaan secara ekonomis yang memiliki peran dalam berbagai penggunaan bioteknologi terutama di bidang pertanian (Arfarita *et al.*, 2013). *Trichoderma viride* sendiri membantu menjaga populasi mikroorganisme dari serangan patogen atau organisme pengganggu atau yang dapat menghambat perkembangan mikroorganisme dalam tanah atau biasa disebut sebagai agen antagonis. *Trichoderma viride* juga termasuk jenis cendawan yang toleran terhadap cemaran logam berat dalam tanah. Beberapa isolat cendawan seperti *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus*, *Trichoderma viride*, dan *Trichoderma longibrachiatum* mampu mentoleransi logam berat Pb, Cd, Cr, dan Ni hingga konsentrasi 400 ppm (Joshi *et al.* 2011). Selain itu, *Trichoderma viride* mampu menyerap logam berat dalam tanah dan diubah menjadi miselium. Cendawan *Aspergillus nidulans*, *Trichoderma viride*, dan *Rhizopus arrhizus* mampu menyerap logam Pb, Cd, dan Cr sehingga memiliki berpotensi menyerap logam pada limbah-limbah yang tercemar logam berat (Kumar *et al.* 2014).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma viride* FRP3 di tanah berpasir sisa budidaya kedelai menunjukkan hasil paling baik pada variabel pertumbuhan tinggi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) yaitu pada perlakuan V3 (Tanah berpasir + Pupuk kandang + Kompos + Pelet Pupuk Hayati VP3 + *Trichoderma viride* FRP3). Sedangkan pada variabel berat segar tanaman hasil terbaik di dapatkan pada perlakuan V1, V2 dan V3.

Kandungan logam (Fe, Zn dan Cu) pada daun sawi hijau (*Brassica juncea* L.) yang dibudidayakan pada media tanam residu pelet pupuk hayati dan *Trichoderma viride* FRP3 di tanah berpasir sisa budidaya kedelai masuk dalam kategori serapan logam berat rendah karena masih dibawah nilai baku mutu atau nilai batas maksimum kandungan logam berat pada sayuran sehingga aman untuk dikonsumsi. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik, pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma viride* FRP3 dapat menurunkan tingkat serapan logam berat tanah pada tanaman sawi hijau. Dengan nilai kandungan logam Fe dan Cu

terendah yaitu pada perlakuan V3, sedangkan pada kandungan Logam Zn terendah pada perlakuan V1 dan V4.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfarita, N., Hidayati, N., Rosyidah, A., & Machfudz, M. 2016. Exploration of Indigenous Soil Bacteria Producing Expolysaccharides for Stabilizing of Aggregates Land Potential as Biofertilizer. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 4(1), 697-702.
- Arfarita, N., Lestari, M. W., & Prayogo, C. 2020. Utilization of Vermiwash for the Production of Liquid Biofertilizers and Its Effect on Viability of Inoculant Bacteria and Green Bean Germination. *Agrivita Journal of Agricultural science*, 42(1): 120-130.
- Arfarita, N., Lestari, M. W., Muwarni, I., & Higuchi T. 2017. Isolation of indigenous phosphate solubilizing bacteria from green bean rhizospheres. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 4(3): 845-891.
- Arfarita, N., Muhibuddin, A., & Imai, T. 2019. Exploration of indigenous free nitrogen-fixing bacteria from rizhosphere of *Vigna radiata* for agricultural land treatment. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 6(2): 1617-1623.
- Arfarita, Novi, Imai, T., Kanno, A., Yarimizu, T., Xiaofeng, S., Jie, W., Higuchi, T., & Akada, R. (2013). The potential use of *trichoderma viride* strain FRP3 in biodegradation of the herbicide glyphosate. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 27(1), 3518–3521.
- Joshi PK, Swarup A, Maheshwari S, Kumar R, Singh N. 2011. Bioremediation of heavy metals in liquid media through fungi isolated from contaminated sources. *Indian journal of microbiology*, 51(4), 482-487.
- Khakim M M., Sunawan., & Arfarita N. 2023. Efek Pemberian Pelet Pupuk Hayati VP3 dan *Trichoderma Viride* FRP3 terhadap Pertumbuhan Vegetatif dan Kandungan Klorofil Tanaman Kedelai (*Glycine max. L*) pada Tanah Marginal Berpasir. *Jurnal Produksi Tanaman* Vol. 11 No. 9
- Latif, A., Bilal, M., Asghar, W., Azeem, M., Ahmad, M. I., Abbas, A., Zulfiqar Ahmad, M., & Shahzad, T. 2018. Heavy Metal Accumulation in Vegetables and Assessment of their Potential Health Risk. *Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 05(01).
- Retno W. 1992. Pengaruh Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) terhadap Pertumbuhan, Produksi dan Kandungan dalam Jaringan Tanaman Kangkung (*Ipomea replan s Poir*) Serta Perubahan Sifat Fisika Tanah Akibat Limbah Industri yang Mengandung Timbal. *Fakultas Pertanian, IPB. Bogor*.
- Strijke, D., 2005. Marginal lands in Europe - causes of decline. *Basic and Applied Ecology* 6: 99-106
- Suprpto, A., 2002. Land and water resources development in Indonesia. In *FAO: Investment in Land and Water. Proceedings of the Regional Consultation*.