



KAJIAN PERTUMBUHAN AKAR WANGI (*Vetiveria zizanioides*) SEBAGAI TANAMAN FITOREMEDIASI DENGAN JUMLAH TANAMAN YANG BERBEDA DI TANAH TPA (TEMPAT PEMBUNGAN AKHIR)

Yustina Sri Sulastri^{1*}, Kurnia Seleкта Etika Harefa¹, Dedi Kusbiantoro², Arung Luoma Harefa³

^{1,3}Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Santo Thomas, Medan, Indonesia

²Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

*Email: yustina041067@gmail.com

*Korespondensi

Abstract

The vetiver plant is a plant that can survive in any soil conditions, has strong ecological adaptation and high biomass productivity, is easy to manage and is able to grow in different soil conditions, and is an ideal phytoremediator for controlling environmental pollution. This research aims to study the growth of vetiver plants in different landfill soil sources. This research was carried out in the screen house of the Faculty of Agriculture, Santo Thomas Catholic University, Medan, North Sumatra which is at an altitude of $\pm 32m$ above sea level. This research was conducted in March 2023. This research used a factorial Randomized Block Design (RAK), which consisted of two factors, namely the number of plantings and use of landfill land. The first factor given is the influence of the number of plantings symbolized "J" which consists of five levels, namely: J1: 1 plant/polybag, J2 = 2 plants/polybag, J3 = 3 plants/polybag, J4 = 4 plants/polybag. The second factor used is the use of landfill land which consists of three levels, namely: T0 = Not landfill soil, T1 = Namo Bintang landfill soil, T2 = Terjun landfill soil. In vetiver plant growth, what was observed was the final leaf length, root volume, number of young shoots, root wet weight, root dry weight, shoot wet weight, shoot dry weight, final soil pH, and shoot root ratio. The research results showed that the use of four plants per polybag was able to increase root volume by (37.78ml), root wet weight (31.52g), root dry weight (14.14g), shoot dry weight (55.83g) and soil use. TPA was able to influence growth in the root-top ratio parameters in terjun soil (0.32g), and soil pH in Namo Bintang (6.20ph) compared to without the use of landfill soil.

Keywords: Vetiver, phytoremediation, heavy metals.

Abstrak

Tanaman akar wangi merupakan tanaman fitoremediator ideal untuk mengendalikan pencemaran lingkungan yang dapat bertahan hidup pada kondisi tanah manapun, adaptasi ekologis yang kuat dan produktivitas biomassa yang besar, mudah untuk mengelolah dan mampu tumbuh dalam kondisi tanah yang berbeda-beda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kajian pertumbuhan tanaman akar wangi pada sumber tanah TPA yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Santo Thomas, Medan, Sumatera Utara yang berada pada ketinggian tempat $\pm 32m$ dpl, dilaksanakan pada bulan maret-juni 2023. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, yang terdiri dari dua faktor yaitu jumlah tanam dan penggunaan tanah TPA. Faktor pertama yang diberikan adalah pengaruh jumlah tanam yang disimbolkan "J" yang terdiri dari lima taraf, yaitu : J1 : 1 tanaman per polybag, J2 = 2 tanaman per polybag, J3 = 3 tanaman per polybag, J4 = 4 tanaman per polybag. Faktor kedua yang digunakan adalah penggunaan tanah TPA yang terdiri dari tiga taraf, yaitu : T0 = Bukan tanah TPA, T1 = Tanah TPA Namo Bintang, T2 = Tanah TPA Terjun. Dalam pertumbuhan tanaman akar wangi yang diamati adalah panjang daun akhir, volume akar, jumlah tunas muda, berat basah akar, berat kering akar, berat basah tajuk, berat kering tajuk, ph tanah akhir, dan rasio akar tajuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan empat tanaman per-polybag mampu meningkatkan volume akar sebesar (37,78ml), berat basah akar (31,52g), berat kering akar (14,14g), berat kering tajuk (55,83g) dan penggunaan tanah TPA mampu mempengaruhi pertumbuhan pada parameter rasio akar tajuk pada tanah Terjun (0,32).

Kata Kunci: Akar wangi, fitoremediasi, logam berat.

1. Pendahuluan

Salah satu bentuk permasalahan lingkungan yang sering terjadi adalah masalah sampah. Indonesia diperkirakan menghasilkan 67,8 juta ton sampah setiap tahunnya (Ishak et al., 2022). Sampah elektronik merupakan masalah yang muncul akhir-akhir ini. Secara global, menurut Konvensi Basel, timbulan limbah elektronik dunia mencapai 20-50 juta ton per tahun atau sekitar 5% dari timbulan sampah kota (Wahyono, 2016). Salah satu faktor pencemaran tanah yang paling utama adalah limbah yang mengandung logam berat. Teknik fitoremediasi merupakan salah satu cara untuk merombak bahan pencemar dalam tanah

termasuk logam berat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Sulastri et al., 2022) tanaman akar wangi adalah salah satu jenis tanaman yang cocok untuk alat fitoremediasi.

Tanah adalah sarana yang menyediakan kebutuhan dasar tanaman untuk melakukan aktivitas metabolisme selama pertumbuhan atau produksi. Tanah TPA merupakan tanah pada tempat pembuangan akhir. Pada tanah ini kandungan unsur hara organiknya cukup tinggi namun perlu diketahui bahwa selain sampah organik ditanah TPA juga terdapat sampah elektronik sehingga mengakibatkan unsur logam yang terdapat pada tanah TPA juga cukup tinggi. Banyaknya timbulan sampah dapat memicu pencemaran logam berat antara lain Pb, Cd, Cr dan lain lain dalam tanah. Sehingga perlu pengkajian lebih dalam pada penggunaan tanah TPA sebagai media tanam (Mansyur et al., 2021).

Kota Medan secara fungsional telah memiliki 2 (dua) TPA yaitu TPA Terjun yang berada di Kecamatan Medan Marelan dengan luas areal kurang lebih 14 Ha dan TPA Namo Bintang yang terletak di Kecamatan Pancur Batu, Deli Serdang dengan luas 25 Ha. Namun secara operasional TPA yang beroperasi hanya TPA Terjun yang menampung seluruh sampah dari 21 kecamatan yang ada di Kota Medan (Syahputra, 2021).

Akumulasi logam berat juga dipengaruhi beberapa faktor seperti sifat alami tanaman hiperakumulator (spesies dan fisiologi akar, batang, daun), faktor kondisi tanah (pH dan kandungan nutrient), faktor biotik dan abiotik (suhu, kelembapan, cahaya matahari, curah hujan). Beberapa jenis tanaman yang ada di Indonesia berpotensi menjadi tanaman hiperakumulator yang memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat pada batas tertentu salah satunya tanaman akar wangi. Akar serabut yang dimiliki tanaman akar wangi mampu menyerap logam berat dengan cepat dan mengakumulasikannya ke bagian batang yang kokoh melalui mekanisme fitoekstraksi (Widyasari, 2021).

Penelitian yang dilakukan (Patandungan et al., 2016), tentang fitoremediasi akar wangi terhadap tanah tercemar logam Cd (kadmium) pada lahan TPA menunjukkan bahwa tanaman akar wangi mampu menyerap Cd sebesar 0,298 mg/kg. Sedangkan dalam penelitian (Sulastri et al., 2019) menunjukkan bahwa tanaman akar wangi memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat Cd total tertinggi sebesar 20,29 ppm.

Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh jenis tanah TPA dan jumlah bibit dalam budidaya tanaman akar wangi. Penanaman dua bibit per polybag pada media arang sekam: Styrofoam (1:1) menghasilkan pertumbuhan vegetatif dan pertumbuhan akar pada tanaman akar wangi. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian tentang Kajian Pertumbuhan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*) di tanah TPA. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pertumbuhan akar wangi dengan jumlah tanaman yang berbeda pada tanah TPA.

2. Bahan dan Metode

Riset dilaksanakan di rumah kasa Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Santo Thomas, Medan, Sumatera Utara, berada pada ketinggian tempat \pm 32m dpl pada bulan Maret-Juni 2023.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jumlah tanaman (J) dengan 5 taraf yaitu: J1 = 1 tanaman per polybag, J2 = 2 tanaman per polybag, J3 = 3 tanaman per polybag, J4 = 4 tanaman per

polybag, faktor kedua Tanah TPA (T) dengan 3 taraf yaitu: T0 = Bukan tanah TPA, T1 = Tanah TPA Namo Bintang, T2 = Tanah TPA Terjun dengan 3 ulangan.

Peubah amatan berupa volume akar, berat basah dan kering akar, berat kering tajuk, rasio akar tajuk, dan ph tanah akhir. Selanjutnya dilakukan uji beda rata-rata dengan menggunakan uji beda rata-rata Duncan't Test 5% untuk mengetahui pengaruh perlakuan.

Tabel 1. Rentang konsentrasi logam berat dalam tanah

Metal	Range
Aluminium (Al)	6 - 3500
Chromium (Cr)	0.002 - 0.2
Nickel (Ni)	0.1 - 5
Arsenic (As)	0.009 - 1.5
Cadmium (Cd)	0.02 - 0.05
Lead (Pb)	0.3 - 10
Lithium (Li)	<0.01 - 143
Copper (Cu)	1 - 12
Zinc (Zn)	12 - 60
Mercury (Hg)	0.001 - 0.04

3. Hasil dan Pembahasan

Volume Akar

Jumlah akar semakin besar dapat diakibatkan oleh kontur tanah yang tidak padat sehingga sirkulasi air dan udara menjadi lapang. Menurut (Hazman dan Kabil, 2023) kontur tanahnya yang padat, artinya tanah tersebut memiliki porositas dan permeabilitas yang rendah sehingga sirkulasi air dan udara tidak lancar yang akan menghambat laju penetrasi akar untuk lebih dalam.

Tabel 2. Pengaruh faktor jumlah tanaman dan sumber tanah TPA yang berbeda terhadap volume akar wangi (ml)

JumlahTanaman	Volume Akar (ml)			Rataan
	TPA			
	Topsoil (T0)	Namo Bintang (T1)	Terjun (T2)	
J1 (1 tanaman)	45	60	55	17.78 a
J2 (2 tanaman)	45	55	70	18.89 ab
J3 (3 tanaman)	110	110	100	35.56 c
J4 (4 tanaman)	110	100	130	37.78 d
Rataan	25.83	27.08	29.58	27.50

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang samadalam kolom yang sama berarti tidak berbeda pada uji DMRT taraf 5%

Akar tanaman akar wangi tumbuh lurus ke bawah tidak sama pada tumbuhan lainnya yang akarnya tumbuh menyamping. Selain itu, akar vetiver menyebar luas di dalam tanah dengan panjang akar yang mencapai 3-5 m ini sangat membantu menstabilkan tanah (Ambarwati dan Bahri, 2018).

Berdasarkan hasil sidik ragam diketahui bahwa pengaruh faktor jumlah tanaman berpengaruh sangat nyata terhadap volume akar. Faktor jumlah tanaman, volume akar tertinggi di dapat pada perlakuan J4 (37,78ml) berbeda nyata dengan perlakuan J1 (17,78ml), J2 (18,89ml), dan J3 (35,56ml). Volume akar terendah di dapat pada perlakuan J1 (17,78ml) berbeda nyata dengan J3 (35,56ml), dan J4 (37,78ml), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan J2 (18,89ml).

Semakin tinggi faktor jumlah tanaman per lubang maka volume akar semakin meningkat. Sehingga dapat di ambil kesimpulan bahwa perlakuan J4 (4 tanaman) merupakan

kombinasi tanam terbaik terhadap volume akar tanaman akar wangi. Menurut (Hazra et al., 2023) berat basah akar sangat tergantung dari volume dan jumlah akar, Semakin besar jumlah akar menyebabkan volume akar juga meningkat sehingga berat akarnya juga ikut meningkat.

Berat Basah Akar

Tabel 3. Pengaruh faktor jumlah tanaman dan sumber tanah TPA yang berbeda terhadap berat basah akar

Kombinasi Tanam	Berat Basah Akar (g)			
	Tanah TPA			Rataan
	Topsoil (T0)	Namo Bintang (T1)	Terjun (T2)	
J1 (1 tanaman)	33	48.4	39.7	13.46 a
J2 (2 tanaman)	50.7	48.5	48.3	16.39 b
J3 (3 tanaman)	95	77.7	81.1	28.20 c
J4 (4 tanaman)	91.8	91.5	100.4	31.52 d
Rataan	22.54	22.18	22.46	22.39

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang samadalam kolom yang sama berarti tidak berbeda pada uji DMRT taraf 5%

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam dapat dilihat bahwa faktor jumlah tanaman per lubang memberikan pengaruh sangat nyata terhadap berat basah akar tanaman akar wangi. Perlakuan jumlah tanaman per lubang terhadap berat basah akar terbesar didapatkan pada perlakuan J4 (31,52g) yang berbeda nyata dengan J1 (13,46g), J2 (16,39g), dan J3 (28,20g). Berat basah akar terendah di dapatkan pada perlakuan J2 (16,39g) berbeda nyata dengan seluruh perlakuan. Dapat di ambil kesimpulan bahwa faktor jumlah tanaman per lubang berpengaruh nyata terhadap berat basah akar pada tanaman akar wangi. Berat basah akar tertinggi diperoleh pada perlakuan J4 (31,52g) dan di ikuti oleh perlakuan J3 (28,20g), J2 (16,39g), dan terendah di dapat pada perlakuan J1 (13,46g).

Hal ini juga di pengaruhi oleh faktor lain seperti kerapatan tanah yang kurang lapang sehingga akar kesusahan untuk menembus lapisan tanah, yang mengakibatkan pertumbuhan akar pada J1 (13,46g) sedikit terhambat. Hal ini juga sejalan dengan volume akar dimana, (Hazra et al., 2023) dalam penelitiannya mengatakan disebabkan kontur tanahnya yang padat, artinya tanah tersebut memiliki porositas dan permeabilitas yang rendah sehingga sirkulasi air dan udara tidak lancar yang akan menghambat laju penetrasi akar untuk lebih dalam.

Berat Kering Akar

Berat kering akar semakin naik dipengaruhi oleh volume akar dan banyaknya akar yang diperoleh, hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Alkausar, 2021). Berat kering akar sangat tergantung pada volume akar dan jumlah akar tanaman itu sendiri, banyak tidaknya volume dan jumlah akar berpengaruh terhadap berat kering.

Tabel 4. Pengaruh faktor jumlah tanaman dan sumber tanah TPA yang berbeda terhadap berat kering akar

Jumlah Tanaman	Berat Kering Akar (g)			Rataan
	Topsoil (T0)	Namo Bintang (T1)	Terjun (T2)	
	J1 (1 tanaman)	13.5	23	15.7
J2 (2 tanaman)	16.9	22.7	18	6.40b
J3 (3 tanaman)	40.2	44.9	34.5	13.29c
J4 (4 tanaman)	44.6	36.8	45.9	14.14d
Rataan	9.60	10.62	9.51	9.91

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti tidak berbeda pada uji DMRT taraf 5%

Berdasarkan hasil sidik ragam dapat diketahui bahwa faktor jumlah tanaman per lubang memberikan pengaruh sangat nyata terhadap berat kering akar tanaman akar wangi. Jumlah tanaman pada berat kering akar tertinggi didapatkan pada perlakuan J4 (14,14g) berbeda nyata dengan perlakuan J1 (5,80g), J2 (6,40g), dan J3 (13,29g). Berat kering akar terendah di dapat pada perlakuan J1 (5,80g) berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Berat kering akar tertinggi diperoleh pada perlakuan J4(14,14g) diikuti dengan J3 (13,29g), J2 (6,40g), J1 (5,80g). Dapat dilihat faktor jumlah tanaman per lubang berbanding lurus dengan kenaikan bobot kering akar dimana semakin banyak jumlah tanaman yang digunakan maka bobot kering akar pun semakin naik (Aprilia et al., 2022).

Berat Kering Tajuk

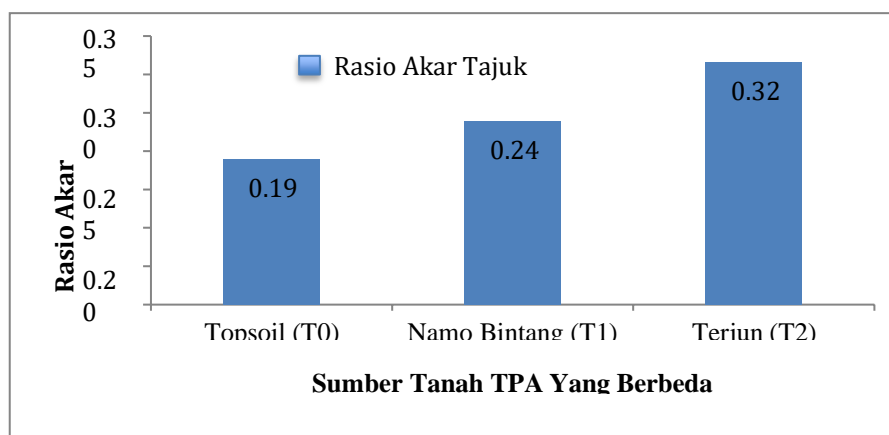
Tabel 5. Pengaruh faktor jumlah tanaman dan sumber tanah TPA yang berbeda terhadap berat kering tajuk

JumlahTanaman	Berat Kering Tajuk (g)			Rataan
	TanahTPA			
	Topsoil (T0)	Namo Bintang (T1)	Terjun (T2)	
J1(1 tanaman)	73.4	118.3	65.6	28.59a
J2(2 tanaman)	142.2	119.2	50.7	34.68b
J3(3 tanaman)	224.7	205.8	133.5	62.67d
J4(4 tanaman)	188.3	145.1	169.1	55.83c
Rataan	52.38	49.03	34.91	45.44

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti tidak berbeda pada uji DMRT Taraf 5%

Berdasarkan hasil sidik ragam dapat diketahui bahwa perlakuan jumlah tanaman memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering tajuk tanaman akar wangi. Berat kering tajuk tertinggi diperoleh pada perlakuan J3 (62,67g) diikuti oleh perlakuan J4 (55,83g), J2 (34,68g) dan terendah didapat pada perlakuan J1 (28,59g). Berat kering tajuk sangat ditentukan oleh aktivitas akar dalam mengangkut air dan unsur hara yang diteruskan ke dalam akar tanaman. Menurut (Lewu dan Killa, 2020), menyatakan bahwa berat kering tanaman merupakan hasil dari asimilasi fotosintat yang ditranslokasikan dari akar ke seluruh bagian tanaman dan hasil dari penambahan protoplasma karena bertambahnya ukuran dan jumlah sel. Akibat penggunaan faktor jumlah tanaman yang lebih banyak dari 3 tanaman mengakibatkan persaingan unsur hara, yang menciptakan faktor pembatas pertumbuhan bagi tajuk sehingga penambahan ukuran dan jumlah sel terbatas.

Rasio Akar Tajuk



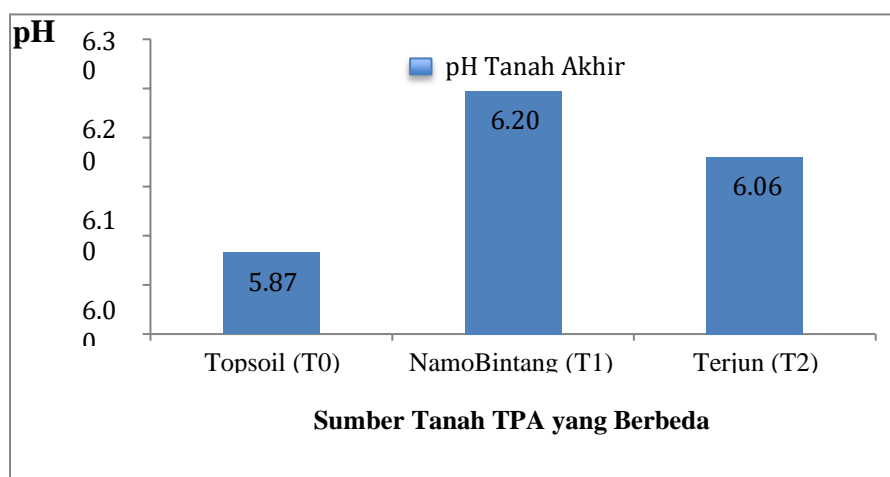
Gambar 1. Histogram pengaruh sumber tanah TPA yang berbeda terhadap rasio akar tajuk tanaman akar wangi.

Berdasarkan hasil sidik ragam dimana di ketahui bahwa sumber tanah TPA yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap rasio akar tajuk tanaman akar wangi. Perlakuan sumber tanah TPA yang berbeda terhadap rasio akar tajuk terbesar didapatkan pada perlakuan T2 (0,32g) berbeda nyata dengan T0 (0,19g), dan T1 (0,24g). Rasio akar tajuk terendah didapatkan pada perlakuan T0 (0,19g) berbeda nyata dengan seluruh perlakuan.

Rasio akar tajuk tertinggi diperoleh pada perlakuan T2 (0,32g) diikuti oleh T1 (0,24g) dan terendah didapat pada perlakuan T0 (0,19g). Pada tanah TPA terjun rasio akar lebih tinggi, hal ini disebabkan tingginya tingkat stres yang dialami oleh tanaman mengakibatkan akar wangi lebih terfokus pada pertumbuhan akar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Aibibu, et al., dalam Sulastrri et al., 2022) dimana sebagian besar Cd diambil oleh akar wangi yang terakumulasi dalam akar dan sejumlah kecil Cd dipindahkan ke tajuk. Artinya dalam hal ini pertumbuhan akar yang lebih tinggi pada konsentrasi Cd yang tinggi berkaitan dengan mekanisme pertahanan tanaman tersebut dalam menanggapi kelebihan Cd pada lingkungan tumbuhnya. Dengan demikian, mungkin mengalokasikan lebih banyak energi ke akar untuk penyerapan Cd atau pemeliharaan fungsi.

Tajuk memasok karbohidrat melalui floem yang digunakan akar untuk melakukan respirasi yang akan menghasilkan ATP (satuan molekul/pertukaran energi intraselular). Tidak terganggunya pertumbuhan akar disebabkan tanaman akar wangi bersifat fitoekstraksi dimana logam berat yang berada di akar ditranslokasikan ke bagian tajuk tanaman sehingga pertumbuhan akar tidak terganggu (Sulastrri et al., 2019).

pH Tanah Akhir



Gambar 2. Histogram pengaruh sumber tanah TPA yang berbeda terhadap pH tanah.

Berdasarkan hasil data analisis sidik ragam bahwa sumber tanah TPA yang berbeda berpengaruh nyata terhadap pH tanah akhir pada tanaman akar wangi. pH tanah tertinggi di peroleh pada perlakuan T1 (6,20) di ikuti T2 (6,06) dan perlakuan terendah di dapatkan pada T0 (5,87).

Penggunaan tanah TPA yang berasal dari Namo Bintang dan Terjun pH tanah nya lebih tinggi dari tanah topsoil. Naik turunnya nilai pH dipengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik yang berlangsung di dalamnya. Bahan organik yang terkandung di tanah TPA tentu lebih tinggi dibanding tanah top soil. Proses dekomposisi bahan organik yang sudah

berlangsung akan memengaruhi pH tanah TPA tersebut. Di tanah TPA Namo Bintang karena sudah lama tidak aktif maka proses dekomposisi bahan organiknya sudah berlangsung lama dimana proses mineralisasi sudah terjadi sehingga mengakibatkan pH tanahnya lebih tinggi (Bahar et al., 2020)..

4. Simpulan

Pertumbuhan tanaman akar wangi di pengaruhi oleh jumlah tanaman, dimana 1 s/d 4 tanaman/polybag masih menunjukkan peningkatan pertumbuhan terutama pada volume akar, berat basah akar, dan berat kering akar. Sedangkan Penggunaan tanah TPA dari sumber yang berbeda tidak berpengaruh nyata

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan penanaman tanaman akar wangi di sekitar areal tanah TPA, yang bertujuan untuk mengetahui kerapatan optimum tanaman akar wangi dalam menghasilkan minyak atsiri pada tanah tercemar logam berat.

5. Referensi

- Alkausar. (2021). APLIKASI GANDASIL-D DAN PUPUK NPK 16:16:16 TERHADAP PERTUMBUHAN SETEK BATANG SERAI (*Cymbogon citratus*). *Skripsi, FAKULTAS P*, 1–59.
- Ambarwati, Y., & Bahri, S. (2018). Review: Fitoremediasi Limbah Logam Berat dengan Tumbuhan Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* L). *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3(02), 139–147. <https://doi.org/10.23960/aec.v3.i2.2018.p139-147>
- Aprilia, D., Nurjanah, S., & Lembong, E. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Akar Wangi Metode Penyulingan Uap Terhadap *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Teknotan*, 16(2), 109. <https://doi.org/10.24198/jt.vol16n2.7>
- Bahar, A., Indrayatie, E. R., & Pujawati, E. D. (2020). Pengaruh Serai Wangi (*Cymbopogon nardus*) Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tanah. *Jurnal Sylva Scientiae*, 03(1), 36–50.
- Hazman, M., & Kabil, F. (2023). Laser ablation tomography monitors lateral root development in maize: a pictorial-based study case. *Brazilian Journal of Botany, September*. <https://doi.org/10.1007/s40415-023-00925-5>
- Hazra, F., Istiqomah, F. N., & Saputra, R. N. (2023). APLIKASI PUPUK HAYATI MIKORIZA DALAM MENINGKATKAN FASE PERTUMBUHAN VEGETATIF DAN GENERATIF KACANG TANAH (*Arachis hypogea* L.). *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(2), 265–271. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.2.10>
- Ishak, N. I., Ilhamiyah, I., Kasman, K., & Ernadi, E. (2022). Pemberdayaan Masyarakat: Manfaatkan Sampah Dapurmu Sebagai Usaha Mencintai Bumi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Borneo*, 6(3), 271–277. <https://doi.org/10.35334/jpmb.v6i3.2884>
- Lewu, L. D., & Killa, Y. M. (2020). Keragaman perakaran, tajuk serta korelasi terhadap hasil kedelai pada berbagai kombinasi interval penyiraman dan dosis bahan organik. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 8(3), 114–121.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murtiلاكsono, A. (2021). *Book_cf73c831a14995ff5a01536a5944d259*. 1–121.
- Patandangan, A., & Kimia, J. (n.d.). *FITOREMEDIASI TANAMAN AKAR WANGI (Vetiver zizanioides) TERHADAP TANAH TERCEMAR LOGAM KADMIUM (Cd)*. 4(2), 8–21.
- Sulastri, Y. S., Mukhlis, Damanik, R. I., & Sabrina, T. (2022). Study of Aromatic Plants on Cadmium Exposure Through Anatomical Structure, Shoot Root Ratio, Essential Oil and Heavy Metals. *Asian Journal of Plant Sciences*, 21(4), 565–573. <https://doi.org/10.3923/ajps.2022.565.573>
- Sulastri, Y. S., Purba, E., & Tampubolon, K. (1970). Evaluasi Kemampuan Beberapa Jenis Tanaman Sebagai Fitoremediasi Logam Berat Kadmium. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(1), 62–71. <https://doi.org/10.32734/jpt.v6i1.3041>
- Syahputra, H. (2021). Manajemen Tata Kelola Kota Medan Melalui Pendekatan Reduce at Source dan Resource Recycle. *Al-Hikmah: Jurnal Theosofi Dan Peradaban Islam*, 3, 64–84.
- Wahyono, S. (2016). KEBIJAKAN PENGELOLAAN LIMBAH ELEKTRONIK DALAM LINGKUP

GLOBAL DAN LOKAL = Electronic Waste Management Policies in the Scope of Global and Local. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 14(1), 49. <https://doi.org/10.29122/jtl.v14i1.1437>

Widyasari, N. L. (2021). Kajian Tanaman Hiperakumulator Pada Teknik Remediasi Lahan Tercemar Logam Berat. *Jurnal Ecocentrism*, 1(1), 17–24.