

Absorption of (Fe) content in Lapindo mud by shallot plants (*Allium ascalonicum* L)

Penyerapan Kandungan (Fe) Pada Lumpur Lapindo Oleh Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)

Priyo Sambodo¹⁾, Ir. Saiful Arifin, MM²⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Dosen Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email : Saiful_Arifin@umsida.ac.id

Abstract. *Lapindo Mud is one of the unique natural phenomena that occur in Indonesia. This phenomenon is in the form of hot mudflows that appear in Sidoarjo Regency, East Java. Since it happened for the first time on May 29, 2006, the Sidoarjo mudflow is still ongoing. The Lapindo spray contains a lot of metal content, one of which is the Fe/iron metal component = metal which contaminates the soil in high quantities and can affect the surrounding plant ecosystem. In order to be able to utilize Lapindo mud, it is necessary to carry out phytoremediation of the land using shallots (*Allium ascalonicum* L.), judging from the synthesis of shallots, 80% is water, making it suitable for use as a phytoremediation plant. In this research conducted at home starting from January 2023 to early March 2023, the observation variables consisted of leaf length, wet weight, dry weight, with = RAK method using correlation regression analysis with Lapindo as a mixture consisting of 4 treatments, namely 100% soil, 40% Lapindo mud, 60% Lapindo mud, 80% Lapindo mud. The conclusion of this study is that the addition of Lapindo mud content to the length of shallot leaves yields $r = 0.955$, which has a very strong regression correlation, and the addition of Lapindo mud content to wet weight $r = 0.994$, which has a very strong regression correlation. For adding Lapindo mud content to dry weight, $r = 0.993$, where the correlation regression was very strong, and lastly, for adding Lapindo mud content to absorbed Fe content, $r = 0.49$, where the correlation regression was moderate.*

Keywords- *Lapindo Mud, Phytoremediation, shallots*

Abstrak. *Lumpur Lapindo merupakan salah satu fenomena alam unik yang terjadi di Indonesia. Fenomena ini berupa semburan lumpur panas yang muncul di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Sejak terjadi pertama kali pada 29 Mei 2006, semburan lumpur Sidoarjo hingga kini masih terus berlangsung. Semburan lapindo ini terdapat banyak kandungan logam, salah satunya logam Fe/besi komponen=logam yang mencemari tanah dalam jumlah tinggi dapat berpengaruh pada ekosistem tanaman di sekitar. Untuk bisa memanfaatkan lumpur lapindo ini perlu dilakukan fitoremediasi lahan menggunakan tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.), dilihat dari sintesis tanaman bawang merah 80% nya adalah air, sehingga cocok digunakan sebagai tanaman fitoremediasi. Pada penelitian kali ini dilaksanakan di rumah yang dimulai dari Januari 2023 sampai awal Maret 2023, variabel pengamatan terdiri dari panjang daun, berat basah, berat kering, dengan=metode RAK menggunakan analisis regresi korelasi dengan lapindo sebagai campuran yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu 100% tanah, 40% lumpur lapindo, 60%?lumpur lapindo, 80% lumpur lapindo. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pada penambahan kadar lumpur lapindo terhadap panjang daun bawang merah mendapatkan $r = 0,955$ yang mana regresi korelasinya sangat kuat, pada penambahan kadar lumpur lapindo terhadap berat basah $r = 0,994$ yang mana regresi korelasinya sangat kuat. Pada penambahan kadar lumpur lapindo terhadap berat kering $r = 0,993$ yang mana regresi korelasinya sangat kuat, dan yang terakhir pada penambahan kadar lapindo terhadap kandungan Fe yang terserap $r = 0,49$ yang mana regresi korelasinya sedang.*

Kata Kunci- *Lumpur Lapindo, Fitoremediasi, bawang merah*

I. PENDAHULUAN

Dilihat dari sintesisnya, dari 100 gram umbi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) yang diteliti, sekitar 80% zatnya adalah air, nutrisi yang terkandung dalam bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) memungkinkan bahwasanya bawang merah dapat menyerap kandungan logam pada tanah terutama logam Fe[5]. Morfologi fisik bawang merah bisa dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu akar, batang, daun, bunga, buah dan biji[6]. Bawang merah memiliki akar serabut dengan sistem perakaran dangkal dan bercabang terpencah, pada kedalaman antara 15-20 cm di dalam tanah dengan diameter akar 2-5 mm[4]. Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) termasuk tanaman semusim

(annual), berumbi lapis, berakar serabut, berdaun silindris seperti pipa, memiliki batang sejati (diskus) yang berbentuk seperti cakram, tipis dan pendek sebagai tempat melekatnya perakaran dan mata tunas (titik tumbuh)[13]. Komponen logam yang mencemari lahan dalam jumlah yang tinggi dapat merusak tanaman sehingga lingkungan yang beracun tidak bisa dimanfaatkan[1]. Dengan tujuan supaya lumpur lapindo dapat dimanfaatkan sebagai media yang bermanfaat maka diperlukan fitoremediasi[20].fitoremediasi adalah teknologi yang mengaitkan tanaman dengan zat micro, dimana sistem ini sendiri berfungsi untuk menetralsisir zat berbahaya yang ada di dalam tanah menjadi tidak berbahaya[12]. teknologi fitoremediasi ini biasa mengacu pada konsep (geokimia) yakni teknologi bidang kimia untuk menganalisis dan menjelaskan mekanisme dibalik sistem geologi seperti kerak bumi dan lautan atau karena bencana yang diakibatkan oleh aktivitas manusia (antropogenik)[2].

Kemungkinan keracunan Fe dapat terjadi pada tanah dengan kisaran pH 4-7, ditambah dengan adanya kandungan Fe di tanah sekitar 200 ppm[9].tanaman yang sudah ditanam pada kondisi lingkungan yang tercemar akan mengalami pertumbuhan yang tidak normal[16].

Logam-logam yang terdapat dalam tanah tidak dapat terurai sehingga memperbaiki kerusakan unsur yang ada dalam tanah membutuhkan agen fitoremediasi untuk memulihkan keadaan fisik, substansi, dan organik semburan lumpur lapindo dengan tujuan layak digunakan sebagai media pembentukan[3].salah 1 agen fitoremediasi adalah tanaman-tanaman yang mengandung banyak air seperti tanaman pisang, tanaman kaktus, tanaman rumput liar[2]. Dan menurut penelitian terbaru mengatakan bawang merah dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi[3]. Oleh karena itu saya ingin melakukan penelitian dengan bawang merah yang bisa menjadi agen fitoremediasi.

II. METODE

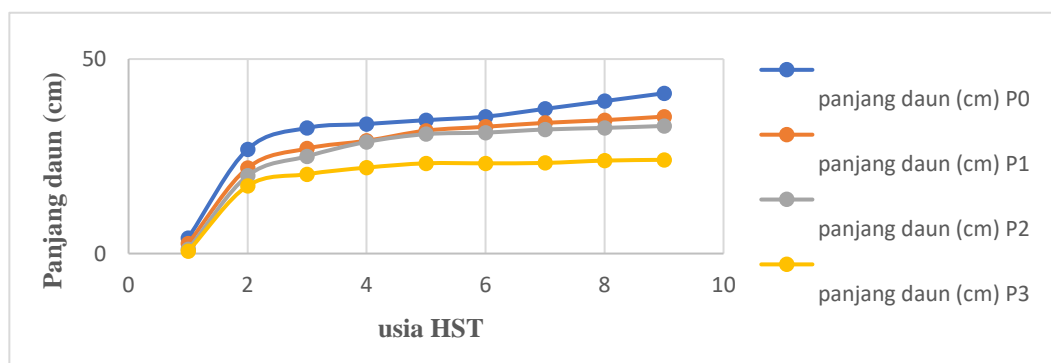
Metode pelaksanaan dilaksanakan di lahan Bumi Candi Asri, Ngampelsari, Candi, Sidoarjo dan waktu pelaksanaan sekitar awal bulan Februari 2023 sampai April 2023, dilanjutkan dengan uji kandungan Fe pada umbi bawang merah di laboratorium Universitas Pembangunan Negara, Surabaya, Jawa Timur

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah cangkul, polybag, timbangan analitik, gembor, spidol, kertas, penggaris. Serta bahan yang digunakan Lumpur lapindo, umbi bawang merah, serta pupuk NPK. penelitian menggunakan metode rancangan acak kelompok dengan 4 perlakuan yaitu P0, P1, P2, dan P3 masing-masing diulang sebanyak 4 kali sehingga didapat 16 satuan percobaan. Analisis data menggunakan regresi korelasi

Komposisi media tanam lumpur lapindo dan tanah pekarangan yang terdiri P0 : kontrol 100% tanah, P1 : 40% lapindo + 60% tanah, P2 : 60% lapindo + 40% tanah, P3 : 80% lapindo + 20% tanah

III. HASIL

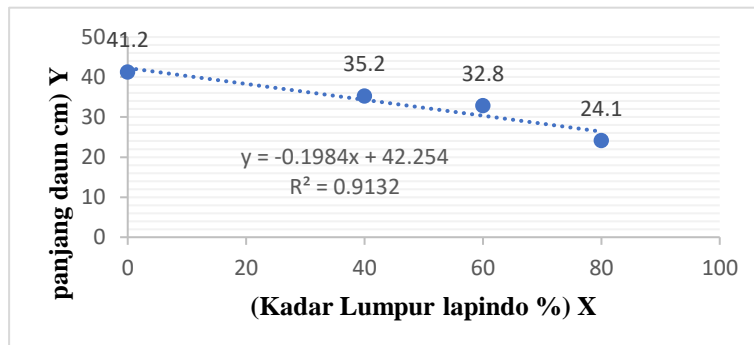
A. Panjang daun (cm)



Gambar 1. diagram panjang daun

Dapat dilihat hasil grafik rata-rata pertumbuhan panjang daun pada setiap penambahan lumpur lapindo menunjukkan pada perlakuan P0 mengalami peningkatan yang begitu menonjol pada setiap pengamatannya. Sedangkan pada

perlakuan P1 sampai P3 pada 7 sampai 21 HST grafiknya mengalami kenaikan yang normal, kemudian pada saat pengamatan 28 hingga 63 HST mengalami peningkatan yang datar walaupun masih ada peningkatan yang sangat kecil, hal ini terjadi karena pada awal-awal pertumbuhan logam berat yang terkandung dalam lapindo belum terserap begitu banyak ke tanaman sehingga masih mengalami pertumbuhan yang signifikan sedangkan menjelang minggu ke 5 hingga waktu panen lumpur lapindo sangat mempengaruhi tanaman bawang merah tersebut

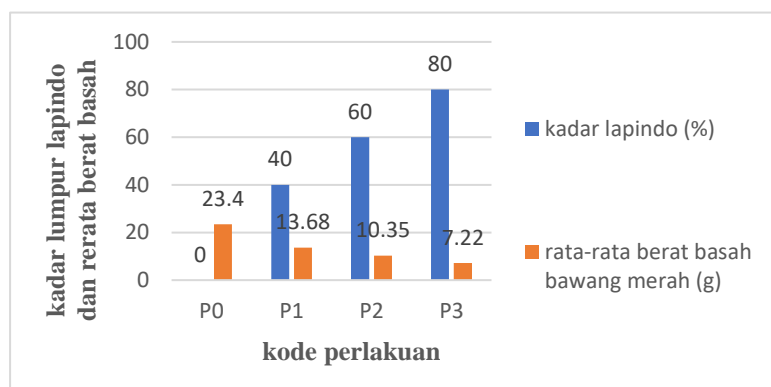


Gambar 2. grafik regresi panjang daun

Dari analisis diperoleh persamaan regresi ($y = -0,1984x + 42,254$) menunjukkan bahwa peningkatan kadar lumpur lapindo akan menyebabkan penurunan panjang daun dengan nilai konstanta (-0,1984) dari hasil analisis regresi menyatakan bahwa penurunan panjang daun 91,32% disebabkan oleh penambahan kadar lumpur lapindo yang dapat dilihat oleh koefisien determinasi ($R^2 = 0,9132$). Dimana x = kadar lumpur lapindo (0-80%), y = panjang daun kemudian dapat dilihat bahwasanya nilai koefisien korelasi yang dihasilkan adalah ($r = 0,9556$) dinyatakan bahwa tingkat hubungan antara panjang daun dengan kadar lumpur lapindo sangat kuat, penambahan kadar lumpur lapindo (0-80%) akan sangat menurunkan laju pertumbuhan panjang daun bawang merah. Pada perlakuan P0 (kontrol) tinggi daun menunjukkan hasil tertinggi dibandingkan perlakuan kadar lumpur lapindo di atasnya 40,60, dan 80 %. Keberadaan logam berat pada lumpur dapat menyebabkan kelebihan jumlah kalium, dan besi yang ada di dalam jaringan akar, yang akibatnya akan memperlambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman [6]

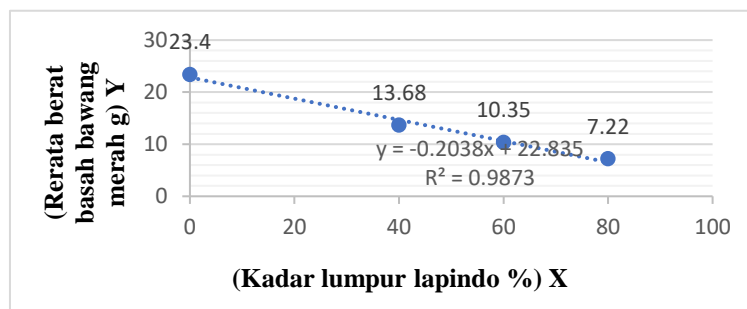
B. Berat basah (gr)

Hasil pengamatan berat basah pada tanaman bawang merah yang ditanam pada media tanam dengan penambahan kadar lumpur lapindo mulai dari 0% sampai 80%



Gambar 3. diagram berat basah

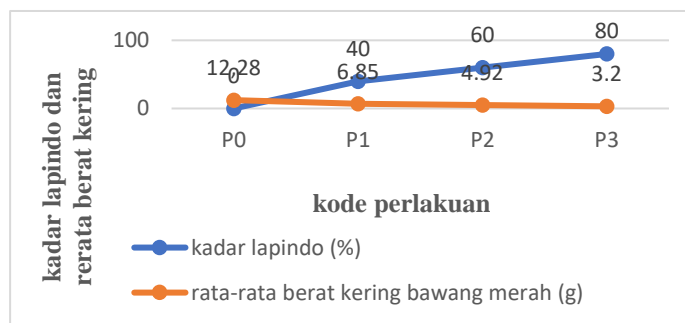
Dengan demikian dapat dilihat hasil diagram batang untuk menentukan berat basah tanaman berdasarkan masing-masing perlakuan, pada perlakuan P0 terjadinya peningkatan tertinggi dengan nilai 23,4 gr, kemudian pada perlakuan P1 dengan nilai 13,68 gr, selisih antara P0 dengan P1 adalah sebanyak 9,72 gr, kemudian pada perlakuan P2 sebanyak 10,35 gr sedangkan P3 7,22 gr untuk hasil yang paling terendah. Selisih penurunan berat basah P0 dan P3 adalah 16,18 gr. Terjadinya penurunan berat pada P1 sampai P3 disebabkan karena penambahan kadar lumpur lapindo sehingga menyebabkan grafik berat basah menurun secara signifikan, sedangkan pada P0 grafik menunjukkan hasil yang cukup signifikan



Gambar 4. grafik regresi berat basah

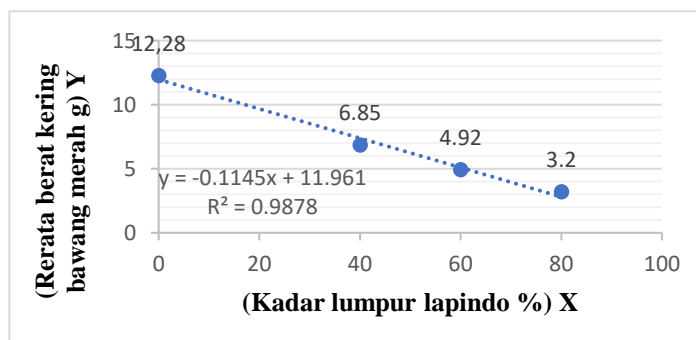
Dari analisis diperoleh persamaan regresi yang diperoleh ($y = -0,2038x + 22,835$) menunjukkan bahwa peningkatan kadar lumpur lapindo akan menyebabkan penurunan berat basah dengan nilai konstanta (-0,2038) dari hasil analisis regresi menyebabkan bahwa penurunan berat basah 98,73% disebabkan oleh penambahan konsentrasi lumpur lapindo, yang dapat dilihat oleh koefisien determinasi ($R^2 = 0,9873$), dimana x = kadar lumpur lapindo (0-80%), y = berat basah, kemudian dapat dilihat bahwasanya nilai koefisien korelasi yang dihasilkan adalah ($r = 0,994$) dinyatakan bahwa tingkat hubungan antara berat basah dengan kadar lapindo sangat kuat. Dengan penambahan kadar lumpur lapindo (0-80%) akan menurunkan berat basah pada tanaman bawang merah[15]. Media tanam yang tidak menggunakan campuran lumpur lapindo pertumbuhan tanaman maksimal, dikarenakan unsur hara terpenuhi untuk kebutuhan tanaman

C. Berat kering (gr)



Gambar 5. Diagram berat kering

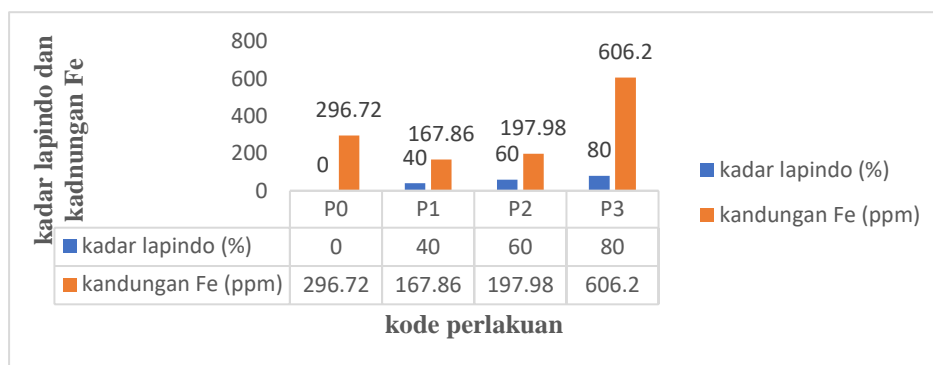
Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pada perlakuan P0 memiliki berat 12,27 gr, tertinggi diantara yang lainnya, sedangkan P1 dengan nilai 6,85 gr, P2 dengan nilai 4,92gr, dan P3 dengan nilai 3,2 gr yang paling rendah diantara yang lainnya. Selisih penurunan berat kering P0 dengan P1 5,42 gr, sedangkan selisih pada perlakuan P0 dengan P3 9,07 gr. Penurunan berat kering pada perlakuan P0 sampai P3 disebabkan karena penambahan kadar lumpur lapindo yang sangat tinggi, lalu pada perlakuan P0 dan P3 memiliki selisih yang sangat signifikan karena pada P0 tidak ada penambahan kadar lumpur lapindo sama sekali sehingga pertumbuhannya maksimal[16].



Gambar 6. grafik regresi berat kering

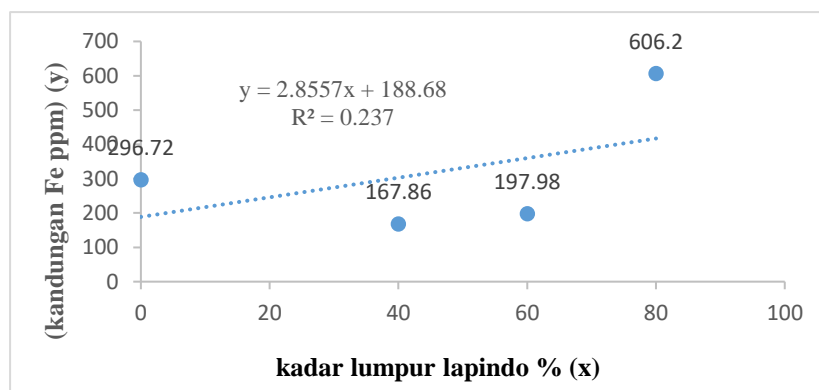
Dari analisis diperoleh persamaan regresi ($y = -0,1145x + 11,961$) menunjukkan bahwa peningkatan kadar lumpur lapindo menyebabkan penurunan berat kering dengan nilai konstanta (-0,1145) dan dari persamaan regresi tersebut dapat dinyatakan bahwa penurunan berat kering sebesar 98,78% disebabkan oleh penambahan kadar lumpur lapindo, yang dapat dilihat oleh koefisien determinasi ($R^2 = 0,9878$), dimana X = kadar lumpur lapindo (0-80%), sedangkan y = berat kering. Kemudian dapat dilihat nilai koefisien korelasi yang dihasilkan adalah ($r = 0,9938$) dinyatakan bahwa tingkat hubungan antara berat kering dengan konsentrasi lumpur lapindo sangat kuat. Dengan penambahan kadar lumpur lapindo (0-80%) akan menurunkan berat kering tanaman bawang merah. Pada perlakuan P3 menunjukkan angka berat paling kecil karena ditambahkan kadar lapindo paling tinggi 80% dibandingkan perlakuan sebelumnya (0, 40, dan 60 %)

D. Kandungan Fe pada umbi bawang merah (ppm)



Gambar 7. Diagram kandungan Fe pada

Untuk uji Fe dibutuhkan sekitar 20-30g umbi bawang merah atau sekitar 4-10 umbi bawang merah untuk diuji lab, dan Dapat dilihat bahwasanya pada perlakuan P0 dengan kadar lapindo 0% penyerapan Fe sekitar 296,72 sedangkan pada perlakuan P1 dengan penambahan kadar lapindo 40% penyerapan sekitar 1.670,86 terdapat selisih 1.294,86 tidak terjadi regresi, sedangkan pada perlakuan P1, P2, dan P3 terjadi regresi. Pada P1 dan P2 memiliki selisih 306,12, dan pada P2 dan P3 memiliki perbedaan penyerapan Fe yang cukup signifikan yaitu sekitar 4.087,22 dalam kasus ini semakin tinggi kadar lapindo yang ditambahkan maka semakin tinggi pula kandungan Fe yang terserap



Gambar 8. grafik regresi kandungan Fe (ppm)

Dari hasil persamaan regresi yang diperoleh ($y=2,8557x + 188,68$) menunjukkan bahwa peningkatan lumpur lapindo akan menyebabkan kenaikan pada kandungan Fe yang terserap dengan nilai konstanta (2,8557), tapi pada kasus ini kandungan Fe pada perlakuan P0 yang tidak ada penambahan kadar lapindo justru menyerap kandungan Fe yang cukup besar pada media tanam berupa tanah pekarangan, sedangkan pada perlakuan P1, P2, dan P3 terjadi regresi dengan nilai koefisien determinasi ($R^2 = 0,237$), dimana X = kadar lumpur lapindo (0-80%), Y = kandungan Fe pada umbi bawang merah,

lalu dapat dilihat bahwasanya nilai koefisien korelasinya adalah $(r) = 0,4868$ menyatakan bahwa tingkat hubungan antara kandungan Fe pada umbi bawang merah dengan penambahan kadar lapindo pada media tanam adalah sedang

IV. PEMBAHASAN

Untuk uji Fe dibutuhkan sekitar 20-30g umbi bawang merah atau sekitar 4-10 umbi bawang merah untuk diuji di lab. Tanaman bawang merah pada perlakuan P0 lebih dominan secara pertumbuhan dan perkembangannya dibandingkan dengan perlakuan penambahan kadar lapindo mulai dari 40, 60, 80 % yang terjadi penghambatan tumbuh pada beberapa tanamannya dengan perlakuan P3. Berlanjut pada pengamatan setiap 7 HST atau per minggu tanaman tumbuh secara menyeluruh dengan tinggi yang bervariasi, khususnya pada perlakuan P1, P2, dan P3 pada pengamatan tinggi daun mengalami pertumbuhan yang normal sejak 7 HST sampai 35 HST kemudian pada pengamatan 42 HST sampai 63 HST mengalami penurunan pertumbuhan yang cukup signifikan, pada perlakuan P3 didapati pertumbuhan yang paling kecil hal ini disebabkan oleh pengaruh pemberian kadar lapindo 80%, tanaman dengan kandungan Fe dan kandungan logam berat lainnya yang tinggi dalam media menyebabkan akar tanaman tidak dapat menyerap unsur hara yang diperlukan, sehingga pertumbuhan tanaman terganggu [17]. Sebagian besar unsur ferum pada tanaman disimpan pada kloroplast, sehingga kelebihan Ferum menyebabkan terpengaruhnya organel tanaman tersebut [18].

Keracunan besi juga mengakibatkan menurunnya permeabilitas membran sel penjaga yang mengatur pembukaan stomata [19], keracunan Fe pada tanaman ini ditunjukkan dengan ujung dari daunnya yang berwarna kuning dan ketebalan daun yang tipis [20]. Pada kasus ini memang tanaman lebih dominan mati dan menurunkan hasil hingga 100% karena kandungan Fe yang tinggi dapat merusak kloroplas tanaman [21]. Dalam penelitian ini didapati ujung daun yang menguning, daun yang tipis, dan umbi yang tidak berbentuk pada perlakuan P1, P2, P3 pada tanaman bawang merah, hal ini disebabkan logam Fe yang dapat menghambat perkembangan tanaman, dilain sisi lumpur lapindo dengan tingginya kandungan pH 6-7,2 [22] juga mempengaruhi penyerapan unsur logam pada tanaman [23].

Hanya pada perlakuan P0 dengan kadar lapindo 0% yang mengalami penyerapan sedikit lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan P1, dan P2 dikarenakan organel selnya tidak terkena pengaruh pH yang tinggi dari lumpur lapindo sedangkan pada perlakuan P3 penyerapan yang sangat tinggi dikarenakan kadar lumpur lapindo sebesar 80% yang diikuti dengan tanaman yang hampir tidak berkembang sama sekali [24].

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pada penambahan kadar lumpur lapindo terhadap panjang daun bawang merah mendapatkan $r = 0,955$ yang mana regresi korelasinya sangat kuat, pada penambahan kadar lumpur lapindo terhadap berat basah $r = 0,994$ yang mana regresi korelasinya sangat kuat. Pada penambahan kadar lumpur lapindo terhadap berat kering $r = 0,993$ yang mana regresi korelasinya sangat kuat, dan yang terakhir pada penambahan kadar lapindo terhadap kandungan Fe yang terserap $r = 0,49$ yang mana regresi korelasinya sedang.

REFERENSI

- [1] D. D. Nilamsari and F. Rachmadiarti, "Kemampuan Azolla microphylla dalam Menyerap Logam Berat Tembaga (Cu) pada Konsentrasi yang Berbeda Ability of Azolla microphylla in Absorb Heavy Metal Copper (Cu) on Different Concentration," 2015.
- [2] M. Sataral *et al.*, "Combination of NPK Fertilizer with Chicken Manure Compost on The Growth and Production of Shallots (*Allium ascalanicum* L.) Kata kunci," vol. 1, pp. 8–17, 2021.
- [3] Munajat and Andi Astoro, "Kajian Teknis Pengembangan Budidaya Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Di Kecamatan Belitang III Kabupaten OKU Timur," *J. Bakti Agribisnis*, vol. 7, no. 01, pp. 44–51, 2021, doi: 10.53488/jba.v7i01.100.
- [4] B. Noviansyah and S. Chalimah, "Aplikasi Pupuk Organik dari Campuran Limbah Cangkah Telur dan Vetsin dengan Penambahan Rendaman Kulit Bawang Merah terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* L. var. Longum)," *Bioeksperimen J. Penelit. Biol.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–48, 2015, doi: 10.23917/bioeksperimen.v1i1.316.
- [5] T. Purnomo and F. Rachmadiarti, "The changes of environment and aquatic organism biodiversity in east

- coast of Sidoarjo due to Lapindo hot mud,” *Int. J. Geomate*, vol. 15, no. 48, pp. 181–186, 2018, doi: 10.21660/2018.48.IJCST60.
- [6] R. Yunus and N. Stiyati Prihatini, “Fitoremediasi Fe dan Mn Air Asam Tambang Batubara dengan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) pada Sistem LBB di PT Phytoremediation of Fe and Mn Acid of Coal Mine with Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) and LBB System at,” *J. Sainsmat*, vol. VII, no. 1, pp. 73–85, 2018, [Online]. Available: <http://ojs.unm.ac.id/index.php/sainsmat>
- [7] R. (Universitas B. Mutisari, “Kata kunci : Risiko Produksi , Usahatani , Bawang Merah,” *Anal. Risiko Produksi Usahatani Bawang Merah di Kota Batu*, vol. 3, pp. 655–662, 2019.
- [8] B. Palmasari, E. Hawayanti, N. Amir, and R. D. Prasetyo, “Pelatihan Dan Penyuluhan Budidaya Tanaman Bawang Merah Di Polybag,” *J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 67–70, 2020.
- [9] A. Cahyati, S. Arifin, and M. Abror, “The Potential of Centong Cactus (*Opuntia cochenillifera*) as a Remediation Agent for Sidoarjo Mud Polluted Soil with Indicators of Fe Content Reduction and Plant Growth,” *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.21070/pels.v2i2.1269.
- [10] Y. Marutop, I. Djaja, and A. Sarijan, “Pengaruh Dosis Pupuk NPK Phonska terhadap Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L),” *Musamus J. Agrotechnology Res.*, vol. 1, no. 2, pp. 54–60, 2019, doi: 10.35724/mjar.v1i2.1849.
- [11] D. M. Intakhiya, U. P. Santoso, and D. Mutiarin, “Strategi Dalam Penanganan Kasus Lumpur Lapindo Pada Masyarakat Terdampak Lumpur Lapindo Porong-Sidoarjo Jawa Timur,” vol. 7, pp. 565–585, 2021.
- [12] E. Kustiyaningsih and R. Irawanto, “Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Dalam Fitoremediasi Deterjen Dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*,” *J. Tanah dan Sumberd. Lahan*, vol. 7, no. 1, pp. 143–148, 2020, doi: 10.21776/ub.jtisl.2020.007.1.18.
- [13] U. Mohammad *et al.*, “Sinergi Supply Chain Yang Efektif : Literature Review Agroindustri Bawang Merah Di Sumatera Barat,” *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 29, no. 2017, pp. 124–131, 2019, doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2019.29.2.124.
- [14] R. Baharuddin and S. Sutriana, “Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Tumpangsari Cabai Dengan Bawang Merah Melalui Pengaturan Jarak Tanam Dan Pemupukan Npk Pada Tanah Gambut,” *Din. Pertan.*, vol. 35, no. 3, pp. 73–80, 2020, doi: 10.25299/dp.2019.vol35(3).4567.
- [15] J. B. Makassar, R. A. Kelompok, S. S. Atom, and B. Nyata, “Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Tanah Tanaman *Celosia plumosa* (Voss) Burv . Dengan Phytoremediation Of Heavy Metal Mercury(Hg) In Soil With *Celosia plumosa* (Voss) Burv . Plants Departemen Biologi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin ,” vol. 1, pp. 1–8, 2016.
- [16] A. C. Aji, M. Masykuri, and R. Rosariastuti, “Fitoremediasi Logam Kromium di Tanah Sawah dengan Rami (*Boehmeria nivea*) dan Environmental Health Agriculture System (EHAS),” *Bioeksperimen J. Penelit. Biol.*, vol. 5, no. 2, pp. 61–69, 2019, doi: 10.23917/bioeksperimen.v5i2.9232.
- [17] E. Novita, A. A. G. Hermawan, and S. Wahyuningsih, “Komparasi Proses Fitoremediasi Limbah Cair Pembuatan Tempe Menggunakan Tiga Jenis Tanaman Air,” *J. Agroteknologi*, vol. 13, no. 01, p. 16, 2019, doi: 10.19184/j-agt.v13i01.8000.
- [18] I. Setyowati, R. Witjaksono, and R. Kaliky, “Resistensi Petani Terhadap Inovasi Budidaya Bawang Merah Di Lereng Gunung Sumbing Temanggung,” *JSEP (Journal Soc. Agric. Econ.*, vol. 13, no. 1, p. 53, 2020, doi: 10.19184/jsep.v13i1.14429.
- [19] H. Rinardi, N. N. Masruroh, N. N. Maulany, and Y. Rochwulaningsih, “Dampak Revolusi Hijau dan Modernisasi Teknologi Pertanian: Studi Kasus Pada Budi Daya Pertanian Bawang Merah di Kabupaten Brebes,” *J. Sej. Citra Lekha*, vol. 4, no. 2, pp. 125–136, 2019, doi: 10.14710/jscl.v4i2.21936.
- [20] I. M. Yulianti, “Potensi *Calotropis gigantea* dalam Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb),” *Biota J. Ilm. Ilmu-Ilmu Hayati*, vol. 6, no. 2, pp. 120–128, 2021, doi: 10.24002/biota.v6i2.2985.
- [21] K. K. Malang, “Analisis kadar logam berat pb, cd dan cu pada lahan sawah di karangploso,” 2022.
- [22] R. Ratnawati and R. D. Fatmasari, “Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) DAN JENGER AYAM (*Celosia plumosa*),” *Al-Ard J. Tek. Lingkung.*, vol. 3, no. 2, pp. 62–69, 2018, doi: 10.29080/alard.v3i2.333.
- [23] N. Hadiyanti, R. T. Probojati, and R. E. Saputra, “Aplikasi Pestisida Nabati untuk Pengendalian Hama pada Tanaman Bawang Merah dalam Sistem Pertanian Organik,” *JATIMAS J. Pertan. dan Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 2, p. 89, 2021, doi: 10.30737/jatimas.v1i2.2096.
- [24] T. Tahyudin, R. Hartono, and O. Anwarudin, “Perilaku Petani Dalam Mereduksi Penggunaan Pestisida Kimia Pada Budidaya Bawang Merah,” *J. Community Online*, vol. 1, no. 1, pp. 21–30, 2020, doi: 10.15408/jko.v1i1.17705.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.