

RESPON PERTUMBUHAN BEBERAPA VARIETAS PADI SETELAH REMEDIASI TANAH YANG TERDAMPAK LIMBAH TAMBANG

Growth Response of Several Rice Varietas after Remediation of Soil Affected by Mining Waste

Muh Basyaruddin, Marlina Mustafa*, Mustafa, Muhammad Al Afandi

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Perikanan dan Peternakan

Universitas Sembilanbelas November, Tanggetada 93563, Indonesia

e-mail: *linamarlinamus@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the growth response of several rice varieties on land remediated due to nickel mining waste impacts, as well as to identify the variety with the best growth and production. The research was conducted at the experimental field of the Faculty of Agriculture, Fisheries, and Animal Husbandry, University of SembilanBelas November Kolaka, from July to October 2025. The research method used a Randomized Block Design (RBD) with treatments consisting of five rice varieties: MR, Birma, IPB 9 G, Inpari 42, and IPB 15 S, with three replications. Soil remediation was carried out through the application of biochar and a phytoremediation system before use as a growing medium. The observed parameters included plant height, number of tillers, leaf area, and leaf color. Analysis of variance showed that varieties had a highly significant effect on plant height, but no significant effect on the number of tillers, leaf area, and leaf color. The Birma variety produced the highest average plant height (96.17 cm) and was significantly different from other varieties, while the MR variety showed the lowest growth (65.33 cm). The results indicate that the remediation process was able to maintain soil condition stability although it was still in the acidic category. In general, the application of biochar and phytoremediation was able to support the vegetative growth of rice plants on mining waste-affected land. The Birma variety is recommended as the most adaptive and potential variety to be developed on post-mining land.

Keywords: Rice; Varieties; Mining Waste; Remediation; Biochar; Phytoremediation

PENDAHULUAN

Wilayah Kolaka sebagai salah satu daerah perkembangan industri pertambangan nikel yang ada di Indonesia, menjadikan wilayah ini sebagai daerah yang mengalami pertumbuhan perekonomian yang pesat. Namun perkembangan industri tersebut tentu pula menimbulkan dampak negatif diantaranya terjadi pengurangan luas lahan pertanian, pencemaran tanah, dan pencemaran badan air/sungai.

Pencemaran tanah maupun badan air/sungai akibat limbah pertambangan nikel tentu sangat mempengaruhi sektor lahan pertanian khususnya lahan pertanian padi yang amat terdampak apabila terjadi perubahan komposisi tanah dan air yang ada di sekitarnya. Badan air

sungai yang tercemar akan mengandung unsur Fe, Mn dan Cb yang tinggi.

Remediasi lahan pertanian padi akibat limbah pertambangan nikel dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya penggunaan pupuk organik. Pupuk Organik merupakan pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik/kotoran ternak maupun tumbuhan. Peranan penggunaan pupuk organik pada remediasi lahan persawahan akibat pencemaran limbah pertambangan di pilih karena mudahnya pengaplikasian yang dilakukan serta kemampuan pupuk organik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan kemampuan dalam remediasi lahan pertanian yang cepat.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian yang berjudul Respon Pertumbuhan Beberapa Varietas Padi Setelah Remediasi Tanah Yang Terdampak Limbah

Tambang, untuk mengetahui pengaruh beberapa varietas padi terhadap pertumbuhan tanaman padi pada media hasil remediasi.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan Fakultas Pertanian Perikanan dan Peternakan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, selama periode empat bulan Juli 2025-Oktober 2025.

Alat dan Bahan

Beberapa varietas padi (mentik susu, birma, inpari 32, inpari 42 dan mekongga), Media tanam: tanah tercemar limbah pertambangan dan tanah kontrol, Pupuk dan air untuk perawatan, azolla, kompos, Penggaris, Timbangan, beaker, pipet, dan Pollybag.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan sistem constructed wetland system (CWS), Untuk menguji efektifitas kombinasi tandan kelapa sawit dan fitoremediasi azolla. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok faktor tunggal yang terdiri dari 5 varietas padi sawah yaitu: V1: Inpari 42, V2: Padi MR, V3: Birma, V4: IPB 9G, dan V5: IPB 15 S. Sehingga terdapat 5 kombinasi perlakuan. setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan setiap ulangan terdiri dari 3 unit. sehingga secara keseluruhan terdiri dari 45 unit percobaan yang kesemuanya dijadikan sampel percobaan.

Prosedur Penelitian

Tahapan Pembuatan Biochar Tandan Kelapa Sawit

Berikut adalah tahapan pembuatan biochar tandan kelapa sawit (TKKS)

- a. Pengumpulan dan pengeringan : Tandan kelapa sawit dikumpulkan

sesuai kebutuhan dan dikeringkan hingga kadar airnya rendah, untuk mempermudah proses karbonisasi.

- b. Karbonisasi, pirolisis : Tankos kelapa sawit dibakar dalam kondisi terbatas oksigen menggunakan drum pirolisis pada suhu 300-600 °C. Dan proses ini berlangsung selama 1-2 jam hingga terbentuk seperti serbuk berwarna hitam.
- c. Pendinginan dan pengeringan : Biochar yang dihasilkan didinginkan sebelum dihaluskan atau disaring untuk mendapatkan ukuran partikel yang diinginkan.
- d. Penyiapan dan penggunaan : Biochar siap digunakan untuk aplikasi seperti peningkatan kualitas tanah atau adsorben limbah.

Teknik Analisis

Rancangan wadah penelitian CWS (Constructed Wetland System)

1. Menyiapkan wadah (ember CWS)

- a. gunakan 1 ember berkapasitas 30 liter sebagai media penyaring (filtrasi awal) untuk mengurangi kadar polutan sebelum keunit fitoremediasi.
- b. 1 ember dengan kapasitas 20 liter berfungsi sebagai unit fitoremediasi (sebagai unit penyerap polutan).

2. Menyiapkan lapisan pada ember yang berfungsi sebagai media penyaring (filtrasi awal)

Beberapa lapisan media penyaring (filtrasi awal) sebagai berikut :

- a. Lapisan terbawah yaitu kerikil setinggi 5 cm yang berfungsi sebagai penyangga dan memperlancar aliran air
- b. Lapisan kedua yaitu sekam padi setinggi 15 cm yang berfungsi membantu aerasi dan mendukung pertumbuhan mikroorganisme pengurai.
- c. Lapisan ketiga yaitu biochar tandan kelapa sawit setinggi 15 cm yang berfungsi

menyerap logam berat dan meningkatkan aktivitas mikroba pengurai polutan.

Setelah lapisan-lapisan diatas sudah disiapkan, kemudian lapisan tadi diisi dengan air limbah tambang agar melewati lapisan tersebut sehingga terjadi proses penyaringan bertahap.

Persiapan Media Tanam

a. Media Tanam

Media tanaman untuk padi menggunakan polybag berukuran 40 cm x 50 cm kemudian diisi dengan tanah sawah tercemar dan tidak tercemar masing-masing tanah sebanyak 3 kg jadi total tanah dalam polybag sebanyak 6 kg.

b. Benih Padi

Benih padi yang digunakan yaitu varietas padi MR, inpari 42, birma, IPB 15S, IPB 9G, dari ke kelima varietas padi ada beberapa varietas yang tidak mampu dan mampu beradaptasi pada kondisi lahan marginal atau lingkungan yang terpapar limbah tambang. Benih terlebih dahulu disemai di tempat terpisah sehingga berumur 15-20 hari, kemudian di pindahkan kedalam polybag

c. Penyiapan Tanaman Fitoremediasi Dan Penyiraman

1. Menyiapkan tanaman genjer (*Limnocharis flava*) untuk campuran media tanam
2. Tanaman dicuci dengan air bersih mengalir untuk menghilangkan lumpur yang masih mengikut pada akar tanaman.
3. Tanaman ditempatkan diwadah berisi air bersih (non limbah) selama 5-7 hari.
4. Letakkan di tempat terbuka dengan cahaya matahari 50-70% (tidak langsung terik).
5. Setelah aklimatisasi pilih tanaman dengan ukuran relatif seragam (misal 2-3 rumpun genjer)

6. Setelah itu baru diletakan di ember unit fitoremediasi kemudian dibiarkan selama 5-7 hari

7. Setelah melalui fitoremediasi selesai air hasil olahan tidak langsung digunakan namun di diamkan terlebih dahulu selama kurang lebih 48 jam.

8. Setelah 48 jam pendiaman air fitoremediasi bisa digunakan untuk penyiraman genagan tipis pada polybag.

9. Penyiraman dilakukan 1 kali per hari pada fase awal, kemudian bisa dikurangi menjadi 1 kali setiap 2 hari saat tanaman sudah kuat.

Proses Penanaman

Setiap polybag ditanami tiga batang bibit benih padi dengan jarak tanam yang teratur agar tumbuhnya tidak saling berebut nutrisi. Selanjutnya air hasil kombinasi dari biostimulasi dan fitoremediasi dialirkan secara berkala ke polybag sebagai sumber irigasi utama. Langkah ini bertujuan agar padi memperoleh air yang sudah melalui proses penyaringan alami sehingga kandungan logam beratnya berkurang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

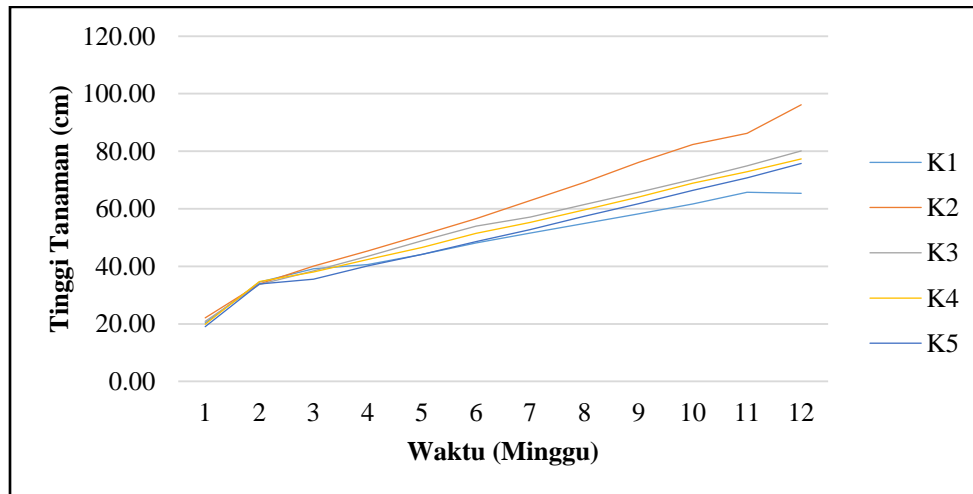
Berdasarkan hasil analisis ragam, perlakuan varietas memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman padi. Nilai Fhitung sebesar **23,60** lebih besar dibandingkan Ftabel 0,05 (3,84), sehingga dilakukan uji lanjut NPBNT taraf 5%.

Hasil uji NPBNT menunjukkan bahwa varietas Birma (K2) menghasilkan rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu 96,17 cm dan berbeda nyata dibandingkan varietas lainnya. Varietas IPB 9 G (80,12 cm), Inpari 42 (77,30 cm), dan IPB 15 S (75,73 cm) tidak berbeda nyata satu sama lain, namun berbeda nyata dengan varietas MR (65,33 cm) yang menunjukkan pertumbuhan paling rendah.

Tabel 1 Rata-rata tinggi tanaman

Varietas	Rata rata tinggi tanaman (cm)	NP BNT 0,05
V1	65,33	c
V2	96,17	a
V3	80,12	b
V4	77,30	b
V5	75,73	b
NP BNT (0,05)	2,30	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan **tidak berbeda nyata** pada taraf uji 5%.



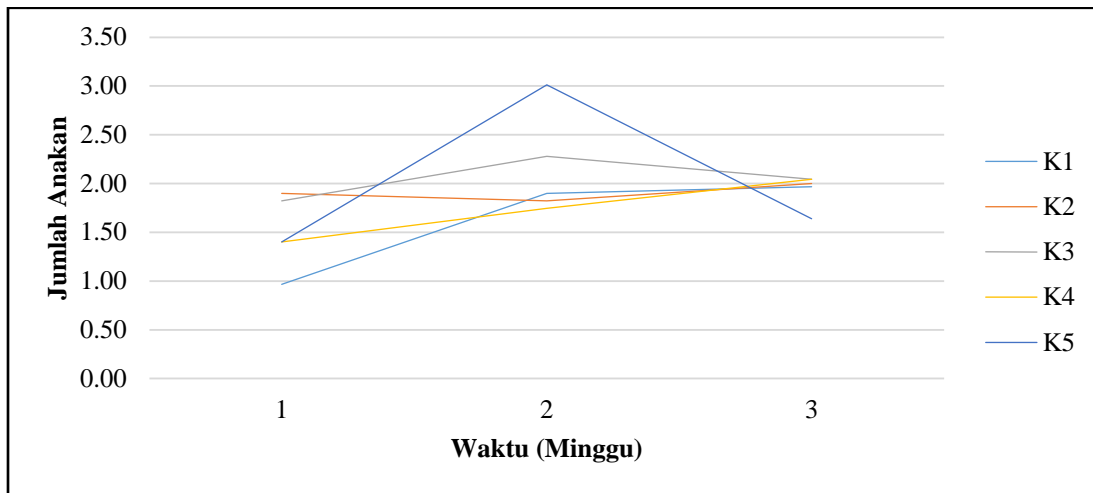
Gambar 1. Grafik tinggi tanaman

Berdasarkan grafik pada Gambar 1 menunjukkan bahwa tinggi tanaman meningkat setiap minggu pada perlakuan (K1-K5). Pertumbuhan paling tinggi terjadi pada perlakuan K2, sedangkan K5 memiliki pertumbuhan paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan V5 memberikan pengaruh terbaik terhadap

peningkatan tinggi tanaman selama 12 minggu pengamatan.

Jumlah Anakan

Berdasarkan analisis ragam, perlakuan varietas tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan, yang mengindikasikan bahwa perbedaan varietas yang diuji belum mampu menghasilkan variasi respon yang signifikan pada parameter tersebut.



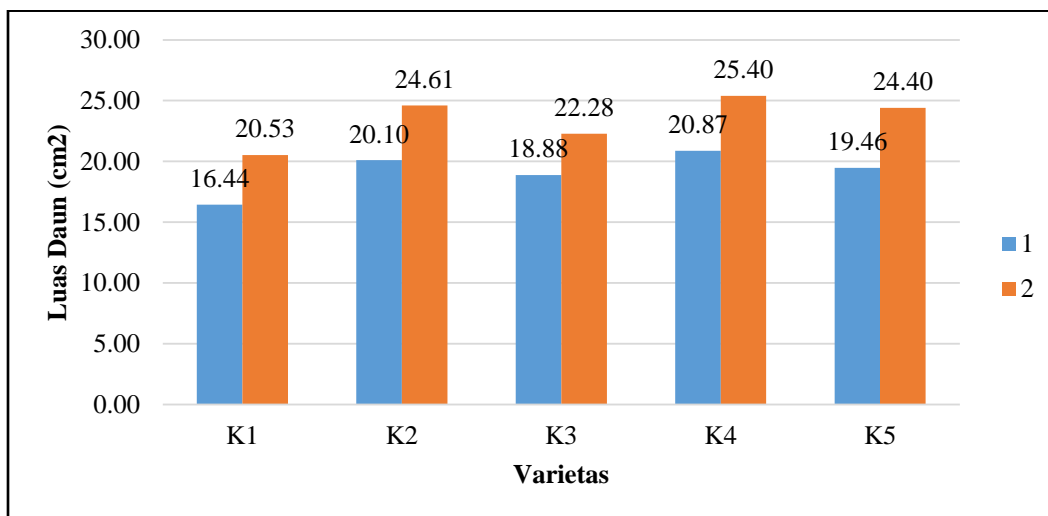
Gambar 2. Grafik jumlah anakan

Berdasarkan grafik pada Gambar 2. Menunjukkan rata-rata jumlah anakan tanaman pada perlakuan (K1-K5) selama periode pengamatan. Terlihat bahwa jumlah anakan pada semua perlakuan meningkat hingga minggu ke-28, kemudian menurun kembali pada minggu ke-42, perlakuan K2

menghasilkan jumlah anakan tertinggi, di ikuti oleh K3, K4, K5, K1.

Luas Daun

Rata-rata perlakuan berbagai kombinasi perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap luas daun.



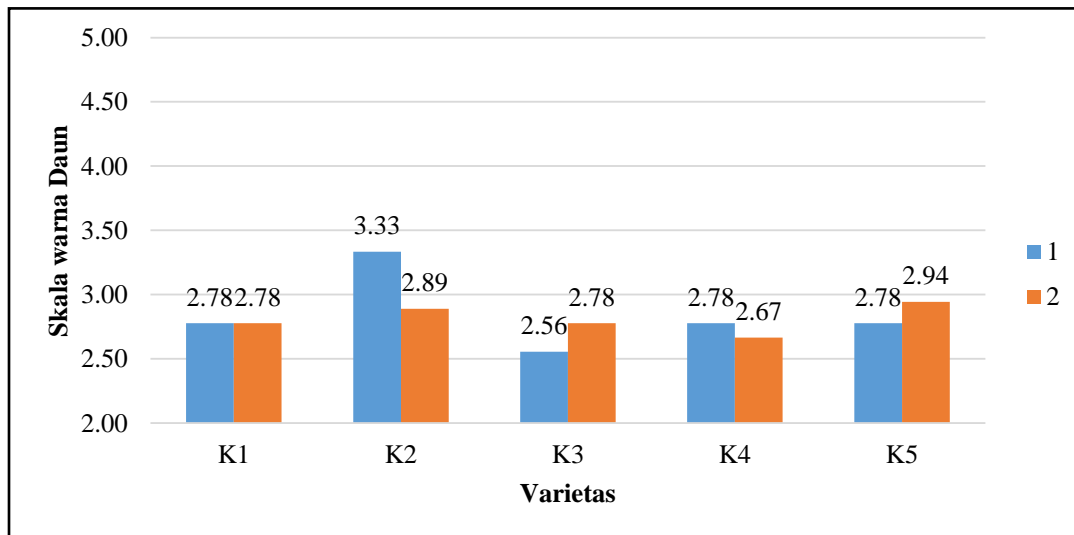
Gambar 3. Grafik luas daun

Warna Daun

Rata-rata perlakuan varietas berpengaruh tidak nyata terhadap karakter warna daun. Berdasarkan pada gambar grafik 4 terlihat bahwa rata-rata warna

daun pada kombinasi perlakuan menunjukkan pola yang relatif stabil dari bulan 1 hingga bulan 2 pengamatan. berdasarkan analisis ragam, perlakuan yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap warna daun.

Namun, secara visual varietas K2 diikuti oleh K5, K4, dan K1, Sedangkan K3 memiliki warna daun yang paling terendah.



Gambar 4. Rata-rata warna daun pada beberapa varietas padi

3.2 Pembahasan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan varietas memberikan pengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman padi, yang menegaskan bahwa faktor genetik merupakan faktor utama yang menentukan kemampuan adaptasi tanaman di lahan yang telah diperbaiki dari dampak limbah tambang. Setiap varietas memiliki karakter fisiologi dan morfologi yang berbeda, terutama dalam toleransi terhadap cekaman abiotik seperti kemasaman tanah dan kandungan logam berat, sehingga menghasilkan respon yang berbeda. Varietas dengan kemampuan adaptasi yang tinggi umumnya memiliki efisiensi penyerapan hara sistem perakaran yang lebih baik, serta mekanisme toleransi terhadap toksisitas logam yang lebih efektif, sehingga mampu mempertahankan pertumbuhan vegetatif yang optimal pada lingkungan yang terdegradasi (Suyanto et al., 2023; Wulandari & Candra, 2025).

Selain faktor genetik, keberhasilan pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh perbaikan kondisi tanah dengan proses remediasi, dimana aplikasi biochar berperan dalam meningkatkan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Perbaikan kondisi tanah ini memungkinkan tanaman untuk mengurangi tingkat stres dan meningkatkan tingkat efisiensi metabolisme pertumbuhan. Temuan ini sejalan dengan berbagai hasil penelitian yang menunjukkan bahwa biochar dan bahan organik lainnya mampu meningkatkan kualitas tanah tercemar serta mendukung pertumbuhan tanaman melalui peningkatan aktivitas mikroba dan penurunan bioavailabilitas logam berat (Salawati 2025; Lian et al., 2022).

Pertumbuhan varietas Birma menunjukkan tinggi tanaman tertinggi yang mengindikasikan adanya kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap kondisi lahan hasil remediasi yang masih bersifat masam dan berpotensi mengandung residu logam berat. Keunggulan ini umumnya berkaitan dengan karakter genetik varietas lokal yang telah

beradaptasi secara alami terhadap lingkungan marginal, seperti efisiensi dalam penyerapan hara, toleransi terhadap pH rendah serta kemampuan mempertahankan aktivitas fisiologi di bawah kondisi stres abiotik, selain itu, varietas adaptif biasanya memiliki sistem perakaran yang lebih kokoh dan memiliki interaksi yang lebih baik dengan mikroorganisme tanah, sehingga mampu memanfaatkan unsur hara secara lebih optimal pada kondisi terbatas (Wirnas et al., 2020; Mudmainah et al., 2019). Kondisi ini menunjukkan respon yang lebih stabil dibandingkan varietas unggul introduksi pada lahan suboptimal. Di sisi lain, meskipun remediasi telah memperbaiki tanah, tingkat kemasaman dan potensi toksisitas logam berat yang masih tersisa tetap menjadi faktor pembatas bagi varietas yang kurang toleran. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa varietas padi dengan toleransi tinggi terhadap cekaman lingkungan mampu mempertahankan pertumbuhan melalui mekanisme fisiologi seperti detoksifikasi logam dan efisiensi penggunaan hara, serta didukung oleh kondisi tanah yang telah diperbaiki melalui pemberian bahan organik seperti biochar (Li et al., 2023; Rafika et al., 2025;)

Varietas IPB 9 G, Inpari 42 dan IPB 15 S yang tidak menunjukkan perbedaan nyata mengindikasikan bahwa ketiga varietas tersebut memiliki tingkat adaptasi yang relatif serupa pada kondisi lahan hasil remediasi tanah yang terdampak limbah tambang, khususnya dalam menghadapi cekaman kemasaman tanah dan residu logam berat. Kesamaan respon ini umumnya berkaitan dengan kemiripan karakter fisiologis, seperti efisiensi penggunaan hara dan kemampuan mempertahankan

pertumbuhan vegetatif pada kondisi suboptimal, sehingga tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan antar varietas. Varietas seperti IPB 9G diketahui memiliki efisiensi penyerapan nitrogen dan respon pertumbuhan yang baik pada kondisi lingkungan tertentu, yang mengindikasikan kemampuan adaptasi sedang terhadap faktor pembatas lingkungan (Suwanto et al., 2021; Manullang et al., 2025). Selain itu, keberadaan remediasi dengan biochar berperan dalam menstabilkan kondisi tanah melalui peningkatan kesuburan, kapasitas tukar kation, serta penurunan bioavailabilitas logam berat, sehingga memungkinkan tanaman tetap tumbuh relatif seragam meskipun berada pada lahan tercemar. Hal ini menyebabkan perbedaan antar varietas menjadi tidak terlalu terlihat pada beberapa parameter pertumbuhan. Hal tersebut menunjukkan bahwa efektivitas biochar dalam meningkatkan pertumbuhan padi sangat dipengaruhi oleh interaksi dengan genotipe tanaman serta kemampuannya dalam memperbaiki sifat tanah dan meningkatkan serapan hara (Liu et al., 2021; Li et al., 2023)

Pertumbuhan tanaman yang terus meningkat pada semua varietas yang diuji selama periode pengamatan menunjukkan bahwa proses remediasi yang diterapkan, mampu menekan tingkat cekaman lingkungan sehingga tanaman tetap dapat berkembang secara vegetatif. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan sifat kimia dan biologi tanah, seperti peningkatan ketersediaan hara dan aktivitas mikroba, berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman pada lahan tercemar. Selain itu, biochar diketahui mampu meningkatkan efisiensi penggunaan hara serta memperbaiki struktur tanah, sehingga mampu menciptakan kondisi lingkungan tumbuh yang lebih stabil bagi tanaman (Adwiyani et al., 2022; Husna et al., 2021). Perbaikan kondisi ini memungkinkan tanaman untuk tetap melakukan proses fisiologi secara optimal

meskipun berada pada lahan dengan tingkat cekaman tertentu. Hal ini sejalan dengan penelitian Yang et al (2024) yang menunjukkan bahwa aplikasi biochar mampu meningkatkan hasil dan pertumbuhan padi melalui peningkatan karbon organik tanah dan efisiensi hara, serta interaksi yang dipengaruhi oleh genotipe tanaman. Di sisi lain, biochar juga mampu meningkatkan produktivitas padi sekaligus memperbaiki kualitas tanah dan menekan dampak lingkungan, sehingga mendukung sistem pertanian yang lebih berkelanjutan (Zhang et al., 2025; Dong et al., 2024).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berikut kesimpulan berdasarkan laporan penelitian penulis:

1. Varietas padi memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pada lahan terdampak limbah tambang, di mana varietas Birma menunjukkan pertumbuhan tertinggi, sedangkan varietas MR memiliki pertumbuhan terendah.
2. Remediasi tanah menggunakan biochar tandan kelapa sawit mampu memperbaiki kondisi lingkungan tumbuh, ditunjukkan oleh pertumbuhan tanaman yang berkelanjutan.
3. Parameter jumlah anakan, luas daun, dan warna daun tidak berbeda nyata antar varietas, namun varietas Birma, IPB 9G, dan Inpari 42 menunjukkan respon pertumbuhan yang lebih stabil sehingga berpotensi dikembangkan pada lahan sawah pascatambang.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pengelolaan lahan pascatambang perlu diarahkan pada pemilihan varietas padi adaptif dan teknik remediasi yang tepat.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji variasi jenis dan dosis amelioran serta analisis logam berat pada tanah dan tanaman, disertai uji skala lapangan jangka lebih panjang untuk memperoleh rekomendasi yang lebih aplikatif dan berkelanjutan

DAFTAR PUSTAKA

- Adwiyani, P., Sugiyanta, Melati, M., & Sunarti, T.C. (2022). Respon Morfologi dan Fisiologi Lima Varietas Padi pada Pemberian Pupuk Organik Diperkaya Mikroba. *J.Agron. Indonesia*. 50(1):26-32.
- Dong, W.; Danso, F.; Tang, A.; Zhang, J.; Liu, Y.; Meng, Y.; Zhang, X.; Wang, L.; Yang, Z. (2024). Biochar: An Option to Maintain Rice Yield and Mitigate Greenhouse Gas Emissions from Rice Fields in Northeast China. *Agronomy* 2024, 14, 3050. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14123050>.
- Husna M, Sugiyanta, Pratiwi E. (2021). Respons hasil padi dan hara tanah sawah terhadap bakteri fosfat dan pemfiksasi nitrogen. *Agrotechnology Res. J.* 5(2):91-96 DOI: <https://dx.doi.org/10.20961/agrotechresj.v5i2.51533>.
- Li, H., Yang, L., Mao, Q., Zhou, H., Guo, P., Agathokleous, E., Wang, S. (2023). Modified biochar enhances soil fertility and nutrient uptake and yield of rice in mercury-contaminated soil. *Environmental Technology & Innovation*. 32. 103435.
- Lian, T., Wang, Y., Wu, B., Yang, F., Tarakina, N.V., Antonietti, M. (2022). 'Green-to-Green': Iron oxides embedded in lignin-based carbon scaffolds for water remediation via oxidation excluding free-radical pathways. *Journal of Hazardous Materials*. 442. 130070. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.130070>.

- Liu, M., Ke, X., Liu, X., Fan, X., Xu, Y., Li, L., Solaiman, Z.M., Pan, G. (2021). The effects of biochar soil amendment on rice growth may vary greatly with rice genotypes. *Science of the Total Environment*. 810.152223. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152223>.
- Manullang F.A., Lubis, I., Ghulamahdi, M. (2025). Response of Growth and Yield of "IPB 9G" Rice to The Application of NPK and Biofertilizers. *Journal of Tropical Crop Science*. 12(1). DOI: <https://doi.org/10.29244/jtcs.12.01.70-76>.
- Mudmainah, S., Cahyani, D.A., Purwanto. (2019). Kompos cair sebagai Alternatif Pupuk yang Ramah Lingkungan Dalam Produksi Padi. *Agrosains*. 21(1):1-5.
- Rafika, E., Yusnita, Y., Karyanto, A., Hapsoro D., Pramono, E. (2025). Respon Pertumbuhan dan Hasil Padi Varietas IR Nutrizinc Terhadap Aplikasi Biochar dan Benziladenin. *Jurnal Agrotropika*. 24(2): 345-358. DOI: <https://doi.org/10.23960/ja.v24i2.10895>.
- Salawati, Ende, S., Ardan. (2025). Penggunaan Biochar Sebagai Solusi Alternatif Pengurangan Pupuk Anorganik pada Budidaya Padi (*Oriza sativa* L.). *Jurnal AGRO*. 12(2): 364-377. DOI: <https://doi.org/10.15575/j.agro.51923>.
- Suwarto, Adi, D.D., Lubis, I., Sugiyanta. (2021). Efisiensi Penggunaan Nitrogen pada Padi Gogo Varietas IPB 9G. *J. Agron. Indonesia*. 49(1): 23-28. DOI: <https://dx.doi.org/10.24831/jai.v49i1.33626>.
- Suyanto A., Setiawan, Rahayu, S. (2023). Uji Adaptasi Beberapa Jenis Varietas Padi (*Oriza sativa* L.) pada Tanah Sulfat Masam dengan Tingkat Pengapuran yang Berbeda. *Jurnal Agrotek Tropika*. 11(2): 164-165. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v11i2.6088>.
- Wirnas, D., Jaisyurahman, U., Marwiyah, S., Trikoesoemaningtyas, Purnawati, H., Sutjahjo, S.H. (2020). Seleksi Generasi Awal untuk Toleransi terhadap Suhu Tinggi pada Padi. *J. Agron. Indonesia*. 48(2):111-117. DOI:<https://dx.doi.org/10.24831/jai.v48i2.30210>.
- Wulandari, P., & Candra, I.A., (2025). Analisis Potensi Toleransi Varietas Padi (*Oryza Sativa* L.) Indonesia dan Vietnam Terhadap Cekaman Salinitas. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 7(2):204-212.
- Yang, C.; Dou, S.; Guo, D.; Zhao, H. (2024). The Application of Biochar Enhances Soil Organic Carbon and Rice Yields. *Agronomy* 2024, 14, 455. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14030455>.
- Zhang,L.; Zhang,F.; Zhang, K.; Wei, H. (2025). Biochar Addition Effects on Rice Yield and Climate Change from Rice in the Rice–WheatSystem: A Meta-Analysis. *Agriculture*. 2025, 15, 2537. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture15242537>