

Aplikasi Formulasi Kapur, Bahan Organik dan Pupuk NPK terhadap Kadar Aluminium dan Besi serta Pertumbuhan Jagung di Lahan Pasca-Tambang Batubara

Muhammad Hasan, Muhammad Syarbini*, Bambang Joko Priatmadi

Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jenderal A. Yani KM 36 Simpang Empat, Banjarbaru 70714, Indonesia

* Email penulis korespondensi: msyarbini@ulm.ac.id

Informasi Artikel

Received 18 November 2023
Accepted 09 Februari 2024
Published 09 Februari 2024
Online 09 Februari 2024

Keywords:

Aluminum; Chalk; Iron;
NPK Fertilizer; Organic
matter

Abstract

The level of solubility of aluminum and iron metals in the soil is one of the post-coal mining land problems. The high solubility of Al and Fe can be toxic to plants, so that plants are difficult to grow. This study aims to reduce the solubility of Al and Fe using formulations of liming, organic matter, and NPK fertilizer and to examine their effects on the growth and height of corn in post-coal mining land. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with a single factor of ameliorant formulation. The treatment consisted of 10 treatments and was repeated three times, so there were 30 experimental units. The results showed that the application of ameliorant formulation of liming, organic matter, and NPK fertilizer had an effect on decreasing the solubility of Al and Fe in the soil and increasing the growth of corn in post-coal mining land. Soil that has been applied with K1 treatment (lime 3 t ha⁻¹) can give the best results in reducing the solubility of Al and Fe metals in the soil. Application K2 treatment (giving organic matter 10 t ha⁻¹), gave the best results for increasing the growth of corn in post-coal mining land. The best treatment for reducing Al and Fe soluble and increasing plant height growth was found in the treatment of lime 3 t ha⁻¹ + organic matter 10 t ha⁻¹ + NPK fertilizer 50 kg t ha⁻¹, which was 0.42 (me 100g soil⁻¹), 4.48 (ppm) and 108 (cm). The conclusion of this research is that the application of lime formulations, organic materials and NPK fertilizer is able to reduce levels of Al-dd, soluble Fe in the soil and increase the height growth of corn plants. Dolomite is able to reduce Al-dd and Fe-soluble levels. The application of organic and inorganic fertilizers affects the growth of corn height.

1. Pendahuluan

Secara umum kegiatan eksploitasi sumberdaya mineral dan batubara menimbulkan dampak terhadap lingkungan antara lain berupa perubahan bentang alam, ekologi, hidrologi, kualitas air, kualitas tanah, dan lain-lain. Kerusakan tersebut membuat tanah kehilangan fungsi ekologi, fungsi ekonomi, dan lahan akan terdestruktif hingga mengalami penurunan kualitas produksi pada lahan tersebut, terutama pada kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah. Pengembangan budidaya jagung pada area pasca tambang batubara dihadapkan kepada masalah lahan pasca tambang itu sendiri, yakni : (i) hilangnya air dalam tanah akibat struktur tanah yang berubah, (ii) permeabilitas tanah lambat, (iii) erosi tanah yang relatif tinggi, (iv) kemerosotan simpanan C-organik di dalam tanah, (v) tingginya tingkat kemasaman tanah, dan (vi) unsur hara beracun seperti Al dan Fe menjadi lebih dominan dan aktif sehingga unsur hara makro seperti fosfat dalam tanah menjadi terikat oleh Al dan Fe dan tidak tersedia bagi tanaman. Adanya logam berat pada lahan pasca tambang juga berdampak pada budidaya pertanian (Erfandi, 2017).

Menurut Ismunadji dan Partohardjono (1985), tingginya kandungan Al dan Fe berpengaruh buruk terutama terhadap sistem perakaran yang meliputi pertumbuhan akar terhambat, pendek, tebal, percabangan tidak normal, tudung akar rusak dan berwarna coklat atau merah. Kandungan Al dan Fe berlebih dalam tanah selain dapat

mengakibatkan keracunan pada tanaman juga dapat mempengaruhi ketersediaan unsur P di dalam tanah, karena Al dapat mengikat P menjadi bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Pengikatan P oleh Al merupakan salah satu penyebab rendahnya ketersediaan unsur P dalam tanah. Demikian juga dengan unsur Fe yang merupakan salah satu unsur hara mikro esensial, diperlukan oleh tanaman jagung dalam jumlah sedikit $\pm 15 \text{ mg kg}^{-1}$ (Sanchez, 1992). Apabila konsentrasi Fe di dalam tanah terdapat dalam jumlah berlebih, dapat berpengaruh kurang baik bagi tanaman yaitu mengurangi penyerapan Mn, dan terutama sekali akan mempengaruhi ketersediaan P di dalam tanah sehingga kebutuhan P untuk pertumbuhan tanaman menjadi tidak terpenuhi. Aluminium (Al) merupakan ion *rhizotoksik* yang menghambat pertumbuhan dan produktivitas tanaman di tanah mineral masam (Rengel, 2000).

Untuk menjawab problematika tingginya Al dan Fe serta rendahnya kesuburan tanah pada lahan pasca tambang tersebut, maka diperlukan terobosan teknologi yang cocok untuk diterapkan pada kawasan lahan pasca pertambangan. Beberapa penelitian untuk meningkatkan kesuburan tanah agar produksi yang optimal dapat tercapai sudah banyak dilakukan. Upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah melalui teknologi rehabilitasi tanah tergantung aplikasi formulasi kapur, bahan organik dan pupuk kimia. Formulasi terbaik diharapkan merupakan kunci keberhasilan pengembangan tanaman jagung dalam skala besar pada wilayah ini. Oleh karena itu, formulasi terbaik perlu diteliti untuk dapat diaplikasikan di areal bekas tambang PTPN XIII Danau Salak yang bertujuan untuk dapat memperbaiki kesuburan tanah dan meningkatkan pemanfaatan lahan pasca tambang.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah dari lahan pasca tambang batubara PT. Banjar Bumi Persada, kapur dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, pupuk kandang sapi, pupuk NPK mutiara 16-16-16, benih jagung, dan bahan-bahan kimia untuk analisis tanah di Laboratorium. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah karung, terpal, cangkul, polybag, timbangan 15 kg, timbangan 500 g, ember, meteran, ayakan 5 mm dan alat-alat laboratorium.

2.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2021 sampai dengan bulan Februari 2022. Pelaksanaan penelitian berlokasi di rumah kaca Jurusan Tanah Faperta ULM, kebun percobaan Faperta ULM dan Laboratorium fisika dan kimia Jurusan Tanah Faperta ULM.

2.3. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan percobaan yang dilakukan menggunakan polybag yang ditempatkan di kebun percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal formulasi amelioran. Penelitian terdiri dari 10 perlakuan dengan ulangan sebanyak 3 kali (ulangan (n) $t(n-1) \geq 15$) sehingga terdapat 30 satuan percobaan. Perlakuan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perlakuan penelitian

Perlakuan	Keterangan
K0	tanpa diberi amelioran (kontrol)
K1	kapur 3 t ha^{-1}
K2	kotoran sapi 10 t ha^{-1}
K3	pupuk NPK 100 kg ha^{-1}
K4	kapur 3 t ha^{-1} + kotoran sapi 5 t ha^{-1}
K5	kapur 3 t ha^{-1} + kotoran sapi 10 t ha^{-1}
K6	kapur 3 t ha^{-1} + kotoran sapi 5 t ha^{-1} + NPK50 kg ha^{-1}
K7	kapur 3 t ha^{-1} + kotoran sapi 5 t ha^{-1} + NPK 100 kg ha^{-1}
K8	kapur 3 t ha^{-1} + kotoran sapi 10 t ha^{-1} + NPK 50 kg ha^{-1}
K9	kapur 3 t ha^{-1} + kotoran sapi 10 t ha^{-1} + NPK 100 kg ha^{-1}

2.4. Pelaksanaan Penelitian

Pengambilan tanah dilakukan di lahan kering pasca tambang batubara Pit 3 ($3^{\circ}15'37''\text{S}$, $114^{\circ}59'54''\text{E}$, 80,1 mdpl, kelerengan 0 – 16%) PT. Banjar Bumi Persada Kecamatan Mataraman Kabupaten Banjar. Lahan ini sudah tidak beroperasi selama 1 tahun dan telah ditanami *cover crop*. Tanah diambil pada kedalaman kurang lebih 20 cm dari permukaan tanah menggunakan cangkul, dan dimasukkan ke dalam wadah berupa karung untuk dibawa ke tempat penelitian (rumah sadai). Tanah dikering udarakan selama 1 minggu, diayak dengan ayakan 5 mm dan tanah ditimbang seberat 12 kg setiap polybag. Parameter kesuburan tanah awal mencakup tekstur, C-organik, P-

total, K-total, P-tersedia, Fe-larut, N-amonium, N-nitrat, pH, K-dd, KTK, Al-dd.

Hasil analisis awal tanah yaitu bertekstur liat (metode pipet) pasir 25,07%; debu 19,86%; liat 55,07%; N-total (metode Kjeldahl) 0,17%; C-organik (Spektrofotometer) 0,41%; P-total (ekstrak HCl 25%) 4,62 mg 100g⁻¹; K- total (ekstrak HCl 25%) 9,59 mg 100g⁻¹; P-tersedia (metode Bray I) 0,95 ppm; Fe-larut (Spektrofotometer) 9,37 ppm; N-amonium 9,66 ppm; N-Nitrat 2,09 ppm; pH (H₂O 1 : 5) 4,98; K-dd (ammonium asetat) 0,09 me 100g⁻¹; KTK (ammonium asetat) 20,28 me 100g⁻¹; dan Al-dd (titrasi) 5,40 me 100g⁻¹.

Kapur ditumbuk dan diayak dengan ayakan ukuran 60-100 mesh (0,250 - 0,149 mm). Kapur ditimbang sesuai dengan perhitungan dosis kapur per polybag yaitu 101,2 g tanaman⁻¹. Pupuk kandang sapi dikering udarakan selama 5 hari. Pupuk kandang ditimbang seberat 168,7 g/polybag (setara 5 t ha⁻¹) dan 337,5 g/polybag (setara 10 t ha⁻¹). Pupuk NPK di tumbuk dan dihaluskan serta ditimbang dengan dosis 1,69 g/polybag (setara 50 kg ha⁻¹) dan 3,37 g/polybag (setara 100 kg ha⁻¹). Penerapan dosis pupuk dan kapur perpolybag menggunakan perhitungan dosis berdasarkan jarak tanam tanaman jagung (75 x 45 cm).

Kapur dicampur kedalam tanah pada polybag (K1, K4, K5, K6, K7, K8, dan K9) dan diaduk sampai tercampur rata. Bahan organik dicampur ke dalam tanah pada polybag (30 g/polybag: K4, K6, dan K7; 60 g/polybag: K2, K5, K8, dan K9) sampai tercampur rata. Pupuk NPK dicampur ke dalam tanah pada polybag (0,3 g/polybag: K6 dan K8; 0,6 g/polybag: K3, K7 dan K9) sampai tercampur rata. Tanah yang sudah dicampur dengan amelioran diinkubasi selama 2 minggu (14 hari) di dalam rumah kaca.

Penanaman dilakukan di lahan percobaan Fakultas Pertanian ULM. Polybag merupakan satuan percobaan ditata dengan pengacakan RAL. Penanaman di polybag dilakukan dengan cara, permukaan tanah dilubangi kurang lebih 2 cm dan dimasukkan benih jagung sebanyak 2 benih. Lubang tanam ditutup tipis dengan tanah. Seleksi bibit dilakukan 1 minggu setelah waktu inkubasi. Seleksi bibit memilih 1 bibit yang tumbuh sehat dan tumbuh baik.

Pemeliharaan yang dilakukan berupa penyiraman dan pengendalian hama-penyakit tumbuhan (HPT). Penyiraman dilakukan minimal 1 kali sehari pada pagi dan atau sore hari agar tanah tetap terjaga kelembabannya. Apabila hari hujan, maka penyiraman tidak dilakukan. Air yang digunakan untuk penyiraman adalah air tanah. Pengendalian HPT dilakukan dengan pembersihan gulma, menaburkan furadan disekitar polybag tanaman untuk mencegah hama menyerang benih dan bibit yang masih kecil, serta mengambil ulat yang menyerang tanaman dan menyproot tanaman yang terkena hama dengan air yang dicampur furadan.

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah Fe-larut dengan metode Ekstrak Amonium Asetat pH 4,8. Al-dd dengan metode Titrasi KCl 1N, Tinggi tanaman (cm). Tanaman diukur menggunakan meteran sejak 7 hari setelah tanam dan batas pengukuran dari pangkal batang tanah sampai ujung daun terpanjang. Pengukuran dilakukan satu minggu sekali atau setiap 7 hari selama sebulan.

Data hasil pengamatan dianalisis uji kehomogenan ragam Bartlet, bertujuan untuk mengetahui kesamaan ragam atau varian (homogenitas). Jika data homogen, dilanjutkan dengan analisis ragam (ANOVA), tetapi jika data tidak homogen maka dilakukan transformasi data. Analisis ragam data hasil pengamatan dilakukan menggunakan uji F-hitung. Jika hasil uji F-hitung menunjukkan pengaruh nyata, maka analisis data dilanjutkan dengan DMRT (Duncan Multiple Range Test) pada taraf kepercayaan 95% (α 5%) untuk membandingkan nilai tengah perlakuan untuk semua perlakuan yang ada.

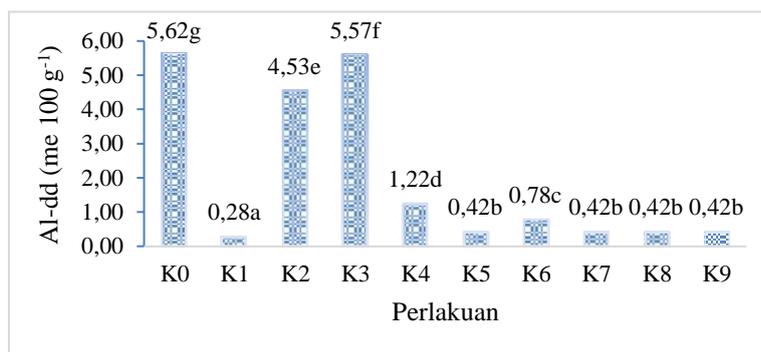
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Nilai Alumunium Dapat Ditukar (Al-dd) Tanah

Gambar 1 menunjukkan antara perlakuan K0 dengan K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8 dan K9 sangat berbeda nyata, sedangkan antara perlakuan K5, K7, K8 dan K9 tidak berbeda nyata. Kadar Al-dd dalam tanah tertinggi terdapat pada perlakuan K0 (tanah tanpa diberikan perlakuan) yakni sebesar 5,62 (me 100g⁻¹). Sementara itu kadar Al-dd dalam tanah terendah terdapat pada perlakuan K1 (tanah diberi formulasi kapur dengan dosis 3 t ha⁻¹), yakni terukur sebesar 0,28 (me 100g⁻¹). Selengkapnya nilai rata-rata nilai Al-dd dalam tanah disajikan pada Gambar 1.

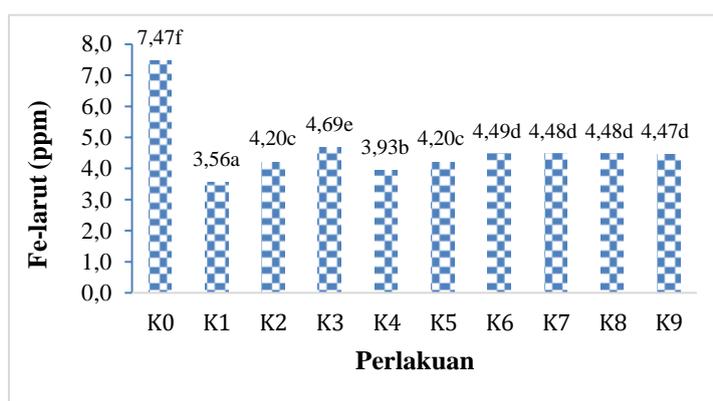
Gambar 2 menunjukkan antara perlakuan K0 dengan K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8 dan K9 sangat berbeda nyata. Sebaliknya, perlakuan antara K7, K8 dan K9 tidak berbeda nyata. Kadar Fe-larut dalam tanah tertinggi terdapat pada perlakuan K0 (tanah tanpa diberikan perlakuan) yakni sebesar 7,47 (ppm). Sementara itu kadar Fe-larut dalam tanah terendah terdapat pada perlakuan K1 (tanah diberi formulasi kapur dengan dosis 3 t ha⁻¹), yakni terukur sebesar 3,56 (ppm).

Pemberian kapur dapat menurunkan kadar Fe larut dalam tanah. Hal ini juga di dukung oleh pendapat Wahyudin (2006) yang menyatakan penggunaan dolomit atau kapur mampu mengurangi keracunan Al dan Fe. Pemberian kapur berupa kapur tohor mampu mengikat ion bervalensi +2 seperti Fe²⁺ sehingga menurunkan kadar Fe larut (Saswita et al., 2018). Selain itu, pemberian kapur pertanian dapat menetralkan keasaman melalui dua cara yaitu bereaksi dengan H⁺ dalam larutan tanah dan beraksi dengan Al³⁺ dan Fe²⁺ yang berada pada kompleks jerapan. Aplikasi pupuk juga mempengaruhi kadar unsur.



Keterangan: K0 = Kontrol; K1 = Kapur 3 t ha⁻¹; K2 = Pupuk kotoran sapi 10 t ha⁻¹; K3 = Pupuk NPK 100 kg ha⁻¹; K4 = Kapur 3t ha⁻¹ + kotoran sapi 5t ha⁻¹; K5 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 10 t ha⁻¹; K6 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 5 t ha⁻¹ + pupuk NPK 50 kg ha⁻¹; K7 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 5 t ha⁻¹ + pupuk NPK 100 kg ha⁻¹; K8 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 10 t ha⁻¹ + pupuk NPK 50 kg ha⁻¹; K9 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 10 t ha⁻¹ + pupuk NPK 100 kg ha⁻¹. Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pengaruh perlakuannya tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf α 5%.

Gambar 1. Rataan Kandungan Al-dd dalam Tanah Setelah diinkubasi



Keterangan: K0 = Kontrol; K1 = Kapur 3 t ha⁻¹; K2 = Pupuk kotoran sapi 10 t ha⁻¹; K3 = Pupuk NPK 100 kg ha⁻¹; K4 = Kapur 3t ha⁻¹ + kotoran sapi 5t ha⁻¹; K5 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 10 t ha⁻¹; K6 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 5 t ha⁻¹ + pupuk NPK 50 kg ha⁻¹; K7 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 5 t ha⁻¹ + pupuk NPK 100 kg ha⁻¹; K8 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 10 t ha⁻¹ + pupuk NPK 50 kg ha⁻¹; K9 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 10 t ha⁻¹ + pupuk NPK 100 kg ha⁻¹.

Gambar 2. Rataan Kandungan Fe-larut dalam Tanah Setelah diinkubasi

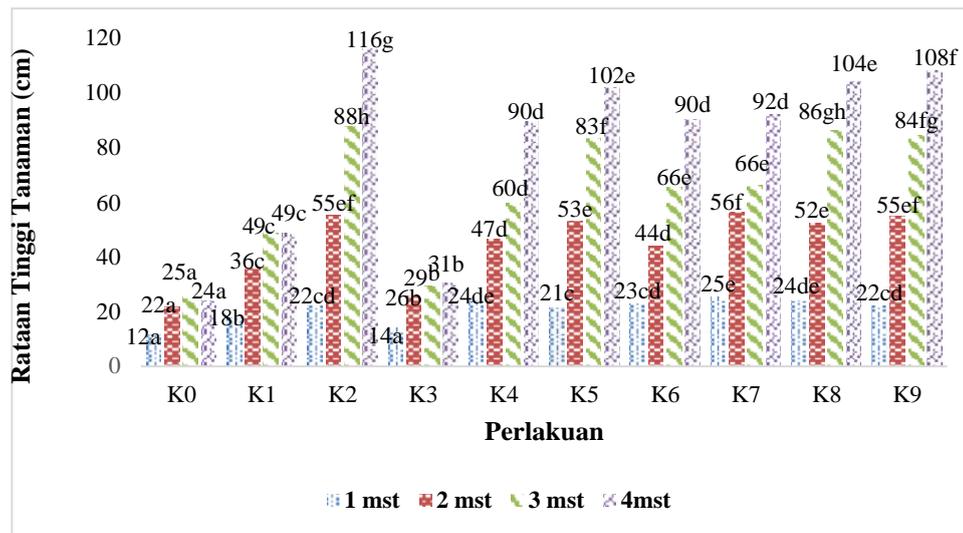
3.2. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung

Gambar 3 menunjukkan antara perlakuan K0 dengan K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8 dan K9 sangat berbeda nyata. Perlakuan K1 dengan K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8 dan K9 sangat berbeda nyata. Perlakuan K2 dengan K3, K4, K5, K6, K7, K8 dan K9 sangat berbeda nyata. Perlakuan K3 dengan K4, K5, K6, K7, K8 dan K9 sangat berbeda nyata. Perlakuan K4 tidak berbeda nyata dengan K6 dan K7, akan tetapi sangat berbeda nyata dengan K5, K8 dan K9. Perlakuan K5 tidak berbeda nyata dengan K8, akan tetapi berbeda nyata dengan K6, K7 dan K9. Perlakuan K6 tidak berbeda nyata dengan K7, akan tetapi berbeda nyata dengan K8 dan K9. Perlakuan K7 dengan K8 dan K9 sangat berbeda nyata. Perlakuan K8 sangat berbeda nyata dengan K9. Tinggi tanaman jagung tertinggi pada 4 MST terdapat pada perlakuan K2 (tanah diberi perlakuan pemberian kotoran sapi 10 t ha⁻¹) yakni sebesar 116 cm. Sementara itu tinggi tanaman jagung terendah terdapat pada perlakuan K0 (tanah tanpa diberi perlakuan), yaitu 24 cm.

Iswahyudi et al. (2020) dalam penelitiannya menyatakan secara biologi pemberian bahan organik bokashi kotoran sapi bisa meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang menguntungkan dan juga bisa meningkatkan keanekaragaman serta aktivitas mikroba dalam tanah sehingga mampu meningkatkan unsur hara dan menunjang pertumbuhan tanaman. Hal ini juga didukung oleh pendapat Harahap (2000) bahan organik merupakan suatu sistem zat yang paling rumit dan dinamik. Secara garis besar peranan dari bahan organik adalah menjaga kelembaban tanah, menawarkan sifat racun dari Al dan Fe, penyangga hara tanaman, membantu dalam meningkatkan penyediaan hara, menstabilkan temperature tanah, memperbaiki aktivitas organisme,

memperbaikistruktur tanah, meningkatkan efisiensi pemupukan, dan mengurangi terjadinya erosi.

Pertumbuhan tinggi tanaman jagung dengan pemberian bahan organik kotoran sapi dosis 10 t ha⁻¹ mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman, akan tetapi penampakan tanaman kurus dan kurang sehat. Dapat dilihat dari daun yang kuning, diameter batang kecil dan lebar daun. Hal ini di karenakan kandungan Al dan Fe yang masih tinggi yang dapat meracuni tanaman. Berbeda dengan pemberian kapur 3 t ha⁻¹ + bahan organik 10 t ha⁻¹ + pupuk NPK 50 kg ha⁻¹ (K8), yang mana perlakuan tersebut dapat menurunkan kadar Al, Fe dan juga dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman jagung. Pemberian bahan organik kotoran sapi tanpa di tambah pemberian kapur dan pupuk NPK tidak dapat menghasilkan pertumbuhan tanaman terbaik. Bahan organik memperbaiki karakteristik tanah salah satunya unsur hara bagi pertumbuhan tanaman (Fidiansyah et al., 2021).



Keterangan: K0 = Kontrol; K1 = Kapur 3 t ha⁻¹; K2 = Pupuk kotoran sapi 10 t ha⁻¹; K3 = Pupuk NPK 100 kg ha⁻¹; K4 = Kapur 3t ha⁻¹ + kotoran sapi 5t ha⁻¹; K5 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 10 t ha⁻¹; K6 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 5 t ha⁻¹ + pupuk NPK 50 kg ha⁻¹; K7 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 5 t ha⁻¹ + pupuk NPK 100 kg ha⁻¹; K8 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 10 t ha⁻¹ + pupuk NPK 50 kg ha⁻¹; K9 = Kapur 3 t ha⁻¹ + kotoran sapi 10 t ha⁻¹ + pupuk NPK 100 kg ha⁻¹

Gambar 3. Tinggi tanaman jagung umur 14 hari setelah tanam (cm)

Menurut Luthaviani, (2022) Hal tersebut dikarenakan pada kondisi tanah yang di aplikasikan formulasi pemberian kapur 3 t ha⁻¹ + bahan organik kotoran sapi 10 t ha⁻¹ + pupuk NPK 50 kg ha⁻¹ mampu memenuhi kebutuhan tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Tanaman jagung berbunga lebih cepat dikarenakan nutrisi untuk melakukan proses produksi terpenuhi dengan baik sehingga pada proses pemuahan pun lebih baik.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu aplikasi formulasi kapur, bahan organik dan pupuk NPK mampu menurunkan kadar Al-dd, Fe-larut dalam tanah dan meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman jagung. Dolomit mampu menurunkan kadar Al-dd dan Fe-larut. Aplikasi pupuk organik dan anorganik mempengaruhi pertumbuhan tinggi jagung.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada PT. Banjar Bumi Persada atas kerjasama terkait izin penelitian serta bantuan dana penelitian.

Daftar Pustaka

- Erfandi, D. 2017. Pengelolaan lansekap lahan bekas tambang: pemulihan lahan dengan pemanfaatan sumberdaya lokal (*in-situ*). Jurnal Sumberdaya Lahan 11(2), 55-56.
- Fidiansyah, A., Yahya, S., Suwanto. 2021. Pengaruh pupuk anorganik dan organik terhadap pertumbuhan, produksi dan kualitas umbi serta ketahanan terhadap hama pada bawang merah. Jurnal Agronomi Indonesia 49 (1), 53-59.

- Harahap, E.M., 2000. Pembuatan Asam Organik untuk Pupuk. Lokakarya Pengembangan Budidaya Kewirausahaan Melalui Bahan Ajar. Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ismunadji, M., Partohardjono, S. 1985. Program Hasil Penelitian Pengapuran Tanah Masam untuk Peningkatan Produksi Tanaman Pangan Balittan. Puslitbangtan, Bogor. 31 pp.
- Iswahyudi, Izza, A., Nisak, A. 2020 Studi penggunaan pupuk bokashi (kotoran sapi) terhadap tanaman padi, jagung & sorgum. CEMARA 17(1), 14-20.
- Rengel, Z. 2000. Mineral Nutrition of Crops, Fundamental Mechanisms and Implications. Food Products Press. Binghamton, New York.
- Luthaviani, A.N. 2022. Perbaikan pH tanah dengan formulasi kapur, bahan organik dan pupuk NPK serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung di areal pasca tambang batubara. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Sanchez, P.A. 1992. Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika. (Terjemahan Johara T. Jayadinata). Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Saswita, N., Sulistiyani, Setiani, O. 2018 Penggunaan kapur tohor (CaO) dalam penurunan kadar logam Fe dan Mn pada limbah cair pewarnaan ulang jeans Kabupaten Magelang Tahun 2017. Jurnal Kesehatan Masyarakat 6(1), 662-669. <https://doi.org/10.14710/jkm.v6i1.20204>
- Wahyudin, U.M 2006. Pengaruh pemberian kapur dan kompos sisa tanaman terhadap aluminium dapat ditukar dan produksi tanaman kedelai pada tanah Vertic Hapludult dari Gajrug. Banten. Bul. Agron. 34(3), 141-147. <https://doi.org/10.24831/jai.v34i3.1293>