

TEKNIK APLIKASI DAN DOSIS PUHAY PELARUT K

by Diyan Herdiyantoro

Submission date: 20-Sep-2021 11:29AM (UTC+0700)

Submission ID: 1652624831

File name: DIYAN_HERDIYANTORO_2021_-_MANUSKRIP_JURNAL_KULTIVASI_2021.docx (59.26K)

Word count: 6011

Character count: 37144

Herdiyantoro, D.¹ · T. Simarmata¹ · M.R. Setiawati¹ · N. Nurlaeny¹ · B. Joy¹ · M. Arifin¹ · J.S. Hamdani¹ · I. Handayani¹

Pemilihan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium untuk meningkatkan penyerapan kalium dan pertumbuhan tanaman jagung pada Inceptisols di Jatinangor

Selection of application technique and dose of potassium solubilizing biofertilizer to increase potassium uptake and growth of maize plants on Inceptisols in Jatinangor

Abstract. Potassium solubilizing biofertilizer composed of selected bacterial isolates in carrier material based on K-feldspar mineral has the potential to facilitate the availability of potassium to be absorbed by plants through the dissolution of potassium in silica minerals by the organic acids it produces or promote plant growth through the production of phytohormone. The strategy applied to biofertilizers in order to have a positive effect on the inoculated plants is the selection of the appropriate application technique in soil, seeds, or a combination of both. The application technique must be able to support the soluble potassium from the work of biofertilizer to the root surface effectively. In addition, it is necessary to determine the application dose that can ensure the viability of inoculants in biofertilizer from the influence of competition and predation by indigenous microbes and predators in the soil. The purpose of this experiment was to obtain the application technique and dose of potassium solubilizing biofertilizer that gave the best results on potassium uptake and maize plants growth on Inceptisols in Jatinangor. The experiment was performed in November 2018–January 2019 in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran. The experiment used a

single factor randomized block design with 9 treatments and 3 replications. The treatments consisted of control, seed treatment at a dose of 400 g.ha⁻¹ and 800 g.ha⁻¹, soil treatment at a dose of 2 kg.ha⁻¹ and 4 kg.ha⁻¹, and a combination of the two techniques application and doses. The results of experiment showed that the best application technique and dose was the soil treatment at a dose of 4 kg.ha⁻¹ which could increase the total potassium solubilizing bacteria population by 52.86% compared to the control and was positively related with the concentration of K₂O ($r = 0.64^{**}$), potassium uptake ($r = 0.59^{**}$), and stem diameter ($r = 0.46^{*}$) at the late vegetative stage of maize.

Keywords: potassium solubilizing biofertilizer, soil treatment, seed treatment, dose, maize.

Sari. Pupuk hayati pelarut kalium yang tersusun atas isolat-isolat bakteri terpilih dalam bahan pembawa berbasis mineral K-feldspar berpotensi sebagai fasilitator ketersediaan kalium untuk diserap tanaman melalui pelarutan kalium dalam mineral silikat oleh asam-asam organik yang dihasilkannya atau pemacu pertumbuhan tanaman melalui produksi fitohormon. Strategi yang diterapkan pada pupuk hayati agar menunjukkan efek positif pada tanaman yang diinokulasi adalah pemilihan teknik aplikasi yang tepat baik pada tanah, benih, atau kombinasi keduanya. Teknik aplikasi harus dapat menunjang kalium terlarut hasil kerja pupuk hayati sampai di permukaan akar secara efektif. Selain itu, perlu ditetapkan dosis aplikasi yang dapat menjamin viabilitas inokulan dalam pupuk hayati dari pengaruh kompetisi dan predasi oleh mikroba indigen dan

Herdiyantoro, D.¹ · T. Simarmata¹ · M.R. Setiawati¹ · N. Nurlaeny¹ · B. Joy¹ · M. Arifin¹ · J.S. Hamdani² · I. Handayani³

¹Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

²Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

³Department of Agronomy, Murray State University, Kentucky, United States

Korespondensi: d.herdiyantoro@unpad.ac.id

Herdiyantoro, D. *dkk.*: Pemilihan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium untuk meningkatkan penyerapan kalium dan pertumbuhan tanaman jagung pada Inceptisols di Jatinangor

predator di dalam tanah. Tujuan dari percobaan ini adalah mendapatkan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium yang memberikan hasil terbaik terhadap penyerapan kalium dan pertumbuhan tanaman jagung pada Inceptisols di Jatinangor. Percobaan dilaksanakan pada 16 November 2018–Januari 2019 di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok faktor tunggal dengan 9 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan terdiri dari kontrol, aplikasi pada benih 40 g.ha⁻¹ dan 800 g.ha⁻¹, aplikasi pada tanah 2 kg.ha⁻¹ dan 4 kg.ha⁻¹, dan kombinasi antara kedua teknik aplikasi dan dosis tersebut. Hasil percobaan menunjukkan teknik aplikasi dan dosis terbaik adalah aplikasi pada tanah 4 kg.ha⁻¹ yang dapat meningkatkan populasi bakteri pelarut kalium total sebesar 52,86% dibandingkan kontrol dan berkorelasi positif terhadap konsentrasi K₂O ($r = 0,64^{**}$), serapan kalium ($r = 0,59^{**}$), dan diameter batang ($r = 0,46^*$) pada masa vegetatif akhir tanaman jagung.

Kata Kunci: pupuk hayati pelarut kalium, aplikasi pada tanah, aplikasi pada benih, dosis, jagung.

Pendahuluan

Ketersediaan unsur hara kalium dalam tanah secara alami sangat rendah karena sebagian besar berada dalam struktur mineral silikat primer atau mineral silikat sekunder (Foth, 1990; DIKTI, 1991). Kalium merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman jagung dalam jumlah besar dalam proses pertumbuhannya. Penyerapan kalium oleh tanaman jagung berkorelasi positif dengan hasil tanaman yang dihasilkan (Maruapey, 2012; Subandi, 2013). Ketersediaan kalium pada Inceptisols di Jatinangor dalam kategori rendah berdasarkan hasil analisis tanah awal dalam percobaan ini. Hasil penelitian Arifin *et al.* (2017) menunjukkan kandungan mineral mudah lapuk ditemukan masih tinggi pada lapisan atas tanah Inceptisols di Jatinangor. Mikroba pelarut kalium yang hidup berinteraksi di rizosfer tanaman dapat melarutkan kalium dalam struktur mineral silikat mengandung kalium melalui asam-asam organik yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan akan kalium

(Ullman *et al.*, 1996; Bennett *et al.*, 2001; Meena *et al.*, 2014). Mikroba pelarut kalium dapat melarutkan sumber kalium indigen yang berada dalam tanah secara alami atau kalium eksogen yang diberikan dalam bentuk amelioran kalium berbasis mineral mengandung kalium (Abou-El-Seoud dan Abdel-Megeed, 2012).

Bakteri pelarut kalium (BPK) yang diformulasikan dalam pupuk hayati pelarut kalium dapat memfasilitasi ketersediaan unsur hara kalium dalam tanah untuk diserap oleh tanaman. Bakteri pelarut kalium menghasilkan asam-asam organik (Meena *et al.*, 2014) untuk mengeksplorasi sumber kalium tidak larut sehingga menjadi terlarut untuk memenuhi kebutuhan akan kalium (Bennett *et al.*, 2001). Dua puluh lima isolat BPK telah diisolasi dari rizosfer tanaman jagung pada Inceptisols di Jatinangor (Herdiyantoro *et al.*, 2018a). Hasil seleksi mendapatkan tiga isolat BPK terpilih yang mempunyai aktivitas tinggi dalam melarutkan kalium dari mineral K-feldspar, yaitu: isolat BPK-DHJ3-3150, BPK-DHJ1-4125, dan BPK-DHJ2-5250 (Herdiyantoro *et al.*, 2018b). Herdiyantoro *et al.* (2021) menyebutkan bahwa ketiga isolat BPK terpilih yang teridentifikasi sebagai *Burkholderia cenocepacia*, *Streptomyces pseudovenezuelae*, dan *Klebsiella* sp. m. menghasilkan asam organik, yaitu: asam kumarat, asam sitrat, asam virulat, asam siringat, asam malat, dan asam oksalat dalam melarutkan K-feldspar. Selain itu, ketiga isolat menghasilkan fitohormon, yaitu: giberelin, IAA, kinetin, dan zeatin sehingga berpotensi sebagai rizobakteri pemacu tumbuh tanaman. Isolat BPK terpilih merupakan basis dalam pembuatan formula pupuk hayati pelarut kalium sebagai fasilitator ketersediaan unsur hara kalium bagi tanaman. Lebih lanjut Herdiyantoro *et al.* (2021) menyebutkan bahwa formula pupuk hayati pelarut kalium yang tersusun dari isolat-isolat BPK terpilih dalam bahan pembawa padat dengan komposisi: 1% Bakteri Pelarut Kalium Kultur Campuran (BPK) + 15% K-Feldspar (KF) + 30% Kompos Jerami Padi (KJP) + 45% Biochar Sekam Padi (BSP) + 9% Media Cair Aleksandrov (MCA) mempunyai viabilitas tinggi pada masa simpan selama 4 minggu dan berpotensi sebagai pupuk hayati pelarut kalium yang efektif dalam memfasilitasi ketersediaan unsur hara kalium untuk tanaman ketika diaplikasikan di lapangan. Pupuk hayati pelarut kalium dapat memberikan pengaruh positif terhadap tanaman yang diinokulasi jika menggunakan isolat BPK

terpilih hasil seleksi terhadap aktivitasnya dalam melarutkan kalium, mempunyai viabilitas tinggi dalam bahan pembawa, dan pemilihan teknik aplikasi serta penentuan dosis aplikasi yang tepat.

Teknik aplikasi pupuk hayati berkaitan dengan cara aplikasi di lapangan. Teknik aplikasi pupuk hayati dapat dilakukan pada tanah (*soil treatment*), aplikasi pada benih (*seed treatment*), atau kombinasi keduanya (Kendra, 1999). Pemilihan teknik aplikasi pupuk hayati tergantung bagaimana cara kerja dari pupuk hayati tersebut dalam memfasilitasi ketersediaan unsur hara bagi tanaman atau menghasilkan fitohormon untuk membantu pertumbuhan tanaman. Teknik aplikasi pupuk hayati pelarut kalium ke dalam tanah dilakukan untuk mengoptimalkan efek pelarutan unsur hara yang dilakukan oleh mikroba dalam pupuk hayati untuk diserap oleh tanaman. Pupuk hayati pelarut kalium berfungsi sebagai fasilitator ketersediaan unsur hara kalium dengan mengubah bentuk kalium tidak tersedia menjadi kalium tersedia bagi tanaman. Jarak antara kalium tersedia dalam larutan tanah harus dekat dengan permukaan akar sehingga akan mempercepat sampainya kalium melalui difusi di permukaan akar (Mengel, 2007). Efek kerja dari pupuk hayati pelarut kalium tersebut akan menjadi optimal jika diaplikasikan pada tanah di dekat perakaran tanaman untuk memperpendek jarak antara kalium tersedia dalam larutan tanah dengan permukaan akar. Pupuk hayati dapat berperan ganda, yaitu tidak hanya sebagai fasilitator ketersediaan unsur hara bagi tanaman tetapi juga berperan sebagai rizobakteri pemacu tumbuh tanaman melalui produksi fitohormon (Boiero *et al.*, 2007; Figueiredo *et al.*, 2011). Aplikasi pupuk hayati pelarut kalium pada benih dilakukan untuk membekali benih dengan fitohormon secara eksogen yang dihasilkan oleh inokulan sehingga dapat memacu pertumbuhan tanaman.

Dosis aplikasi pupuk hayati berkaitan dengan banyaknya pupuk hayati yang diaplikasikan per satuan luas dengan kepadatan inokulan dalam formula pupuk hayati memenuhi persyaratan teknis minimal pupuk hayati yang diregulasi dalam Kepmentan No. 261/KPTS/SR. 310/M/4/2019. Inokulan pupuk hayati harus dapat berkompetisi dengan mikroba indigen dan bertahan dari predator dalam tanah ketika diaplikasikan di lapangan (Veen *et al.*, 1997; Bashan, 1998; Nelson, 2004).

Menurut Veen *et al.* (1997) populasi dan aktivitas inokulan yang diberikan ke dalam tanah dapat menurun karena adanya kompetisi antara inokulan dengan mikroba indigen dalam hal ketersediaan nutrisi dan faktor pertumbuhan lainnya serta adanya predator dalam tanah seperti protozoa yang dapat memangsa inokulan. Strategi yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya hal tersebut adalah dengan mengaplikasikan pupuk hayati dengan jumlah inokulan melebihi jumlah mikroba indigen dan predator dalam tanah (Tate, 2000) atau mengaplikasikan inokulan dalam bahan pembawa sebagai habitat mikro yang memberikan perlindungan bagi inokulan dari pengaruh kompetisi dan predasi ketika diaplikasikan di lapangan (Veen *et al.*, 1997).

Akil dan Syafruddin (2015) menguji pengaruh berbagai pupuk hayati unggulan nasional dengan teknik aplikasi dan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung di Desa Kalaserena, Kecamatan Bontonompo, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Pupuk hayati Bio-Padjar yang diaplikasikan pada benih jagung dengan dosis 10 g.kg⁻¹ dan diaplikasikan pada tanah dengan dosis 0,5-1,0 kg.ha⁻¹ memberikan konsentrasi N (2,71%) dan P (0,46%), hasil bobot biji (10,06 ton.ha⁻¹), dan efektivitas agronomis relatif (121,2%) tertinggi dibandingkan perlakuan pupuk hayati lainnya.

Pemilihan teknik aplikasi dan penentuan dosis aplikasi pupuk hayati pelarut kalium yang tepat merupakan hal yang sangat penting dalam menjamin efektivitas kerja pupuk hayati dalam melarutkan kalium hingga sampai di permukaan akar untuk diserap tanaman dan menjamin viabilitas inokulan dalam pupuk hayati dari pengaruh kompetisi dan predasi ketika diaplikasikan di lapangan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan percobaan untuk menguji teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium sehingga mendapatkan informasi tepat salah satu teknik aplikasi dan dosis yang memberikan hasil terbaik terhadap penyerapan kalium dan pertumbuhan tanaman jagung pada Inceptisols di Jatinangor.

24

Bahan dan Metode

Percobaan dilaksanakan pada bulan November 2018–Januari 2019 di rumah kaca Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas

Padjadjaran, Jatinangor. Bahan-bahan yang digunakan adalah: (i) Pupuk hayati pelarut kalium dengan formula: 1% Bakteri Pelarut Kalium Kultur Campuran (BPK) + 15% K-Feldspar (KF) + 30% Kompos Jerami Padi (KJP) + 45% Biochar Sekam Padi (BSP) + 9% Media Cair Aleksandrov (MCA) 21 sa simpan 4 minggu (kepadatan populasi $1,2 \times 10^{21}$ fu.g⁻¹); (ii) Contoh tanah Inceptisols dari lahan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran (K-dd rendah [0,14 cmol.kg⁻¹], K₂O HCl 25% tinggi [54,39 mg.100 g⁻¹], pH agak masam [6,49], C-organik rendah [1,81%], kapasitas tukar kation sedang [20,81 cmol.kg⁻¹], tekstur liat, populasi BPK total $2,04 \times 10^5$ cfu.g⁻¹, populasi bakteri total $3,00 \times 10^8$ cfu.g⁻¹, dan populasi fungi total $1,60 \times 10^4$ cfu.g⁻¹); (iii) Benih jagung hibrida kultivar Pertiwi 3; (iv) Pupuk-pupuk dasar, yaitu: Urea, SP-36, kompos jerami padi (C-organik 17,03%, N 1,39%, C/N 12,25, K₂O 1,21%, kadar air 8,58%, pH 7,71, kapasitas tukar kation 99,90 cmol.kg⁻¹, dan kehalusan 9,97% lolos pengayakan 4 mesh), dan amelioran kalium dengan formula: 60% KF + 20% KJP + 20% BSP dosis 810 kg.ha⁻¹; dan (v) Media agar Aleksandrov dengan sumber kalium berupa mineral K-feldspar. Alat-alat yang digunakan adalah: (i) Peralatan untuk penentuan serapan K, yaitu: oven, timbangan analitik, spektrofotometer, dll.; (ii) Peralatan untuk menentukan populasi BPK total, yaitu: autoklaf, tabung reaksi, mikropipet, cawan petri, inkubator, dll.; dan (iii) Peralatan untuk mengukur pertumbuhan tanaman jagung, yaitu meteran dan jangka sorong.

Percobaan dilakukan 4 berdasarkan percobaan faktor tunggal dalam rancangan acak kelompok. Terdapat 9 perlakuan yang diujikan dengan 3 ulangan (Tabel 1).

Tabel 1. Perlakuan Teknik Aplikasi dan Dosis Pupuk Hayati Pelarut Kalium.

N ¹	Kode	Perlakuan
1.	A	Kontrol 37
2.	B	Aplikasi pada Benih 400 g.ha ⁻¹
3.	C	Aplikasi pada Benih 25 g.ha ⁻¹
4.	D	Aplikasi pada Tanah 2 kg.ha ⁻¹
5.	E	Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha ⁻¹
6.	F	Aplikasi pada Benih 400 g.ha ⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 2 kg.ha ⁻¹
7.	G	Aplikasi pada Benih 400 g.ha ⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha ⁻¹
8.	H	Aplikasi pada Benih 800 g.ha ⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 2 kg.ha ⁻¹
9.	I	Aplikasi pada Benih 800 g.ha ⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha ⁻¹

Respons perlakuan diukur pada masa vegetatif akhir tanaman jagung, yaitu:

1. Konsentrasi K₂O dan serapan kalium (metode pengabuan basah dengan HNO₃ dan HClO₄; Sulaeman *et al.*, 2005). Pengambilan sampel daun jagung untuk analisis serapan kalium pada masa vegetatif akhir (fase *tasseling* ke *silking*) adalah daun di bawah tongkol dan berlawanan dari tongkol (Thom *et al.*, 1991; Flynn *et al.*, 1999).
2. Populasi BPK total (metode *total plate count* pada media agar Aleksandrov). Teknik pengambilan sampel tanah di daerah perakaran (nonrizosfer) tanaman jagung berdasarkan 52 sen (2007).
3. Komponen pertumbuhan tanaman yang meliputi tinggi, jumlah daun, dan diameter batang. Komponen pertumbuhan tanaman jagung diukur dengan cara sebagai berikut (Sari *et al.*, 2017): 2
 - a. Tinggi tanaman; Tinggi tanaman diukur dari pangkal tanaman pada permukaan tanah yang sudah ditandai dengan menggunakan patokan standar, yaitu di buku pertama pada ruas ke dua sampai pada ujung daun terpanjang setelah diluruskan. Pengukuran menggunakan alat ukur meteran.
 - b. Jumlah daun; Jumlah daun dihitung pada daun yang telah membuka sempurna dan daun lembaga tidak dihitung.
 - c. Diameter batang; Diameter batang diukur dengan dua kali pengukuran pada sisi yang berbeda kemudian hasil pengukuran dirata-ratakan. Batang jagung yang digunakan untuk pengukuran adalah pada ruas ke dua dari tanah. Pengukuran menggunakan alat ukur jangka sorong.

Uji normalitas dilakukan pada data yang diperoleh dan jika tidak menyebar normal maka dilakukan transformasi. Analisis ragam pada taraf nyata 5% dilakukan untuk pengujian pengaruh faktor perlakuan dan jika terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5% untuk menguji perbedaan perlakuan-perlakuan dibandingkan kontrol. Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antar respons (Mattjik dan Sumertaja 54 2002). Analisis-analisis statistik tersebut menggunakan perangkat lunak *Statistical Product and Service Solutions (SPSS)* versi 15.0.

Model linear aditif dari perancangan percobaan sebagai berikut (Mattjik dan Sumertajaya, 2002):

$$Y_{ij} = \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

dengan Y_{ij} adalah pengamatan pada perlakuan ke- i dan kelompok ke- j , μ rata-rata umum, α_i pengaruh perlakuan ke- i , β_j pengaruh kelompok ke- k , dan ε_{ij} pengaruh acak pada perlakuan ke- i dan kelompok ke- j .

Perlakuan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium terbaik dipilih berdasarkan:

1. Perlakuan yang berbeda nyata terhadap kontrol berdasarkan hasil uji lanjut Dunnett yang terdapat pada semua respons perlakuan; atau
2. Perlakuan yang berbeda nyata terhadap kontrol berdasarkan hasil uji lanjut Dunnett pada respons perlakuan yang mempunyai koefisien korelasi positif yang paling kuat terhadap semua respons perlakuan; atau
3. Perlakuan yang berbeda nyata terhadap kontrol berdasarkan hasil uji lanjut Dunnett pada respons perlakuan yang mempunyai koefisien korelasi positif yang paling kuat terhadap semua respons perlakuan dan perlakuan tersebut lebih praktis di aplikasikan di lapangan.

Pengambilan contoh tanah untuk analisis sifat fisika, kimia, dan biologi awal serta sebagai media tanam dilakukan secara komposit pada kedalaman 0–20 cm dari permukaan tanah. Tanah dikeringudarkan, dibersihkan dari sisa-sisa tanaman atau rumput-rumputan, ditumbuk, dan disaring dengan saringan berukuran 2 mm untuk mendapatkan butiran tanah yang homogen. Contoh tanah ditimbang dengan bobot 15 kg kering udara dan dimasukkan ke dalam polybag dengan jumlah 27 polybag. Selanjutnya unit-unit percobaan ditata dengan jarak 75 x 20 cm dan ditempatkan secara acak pada setiap kelompok perlakuan dalam rumah kaca.

Dua benih jagung hibrida kultivar Pertiwi 3 ditanamkan dalam setiap unit percobaan kemudian pada 2 minggu setelah tanam (MST) dilakukan penjarangan sehingga tersisa satu bibit dalam setiap polybag. Aplikasi pupuk hayati pelarut kalium dilakukan sesuai dengan perlakuan dengan teknik: (i) Aplikasi pada benih, yaitu dengan mencampurkan pupuk hayati pelarut kalium dengan benih jagung secara homogen sebelum tanam. Benih jagung direndam dalam air selama 1 jam untuk

menghilangkan lapisan pestisida kemudian air rendaman dibuang lalu benih jagung ditiriskan. Pupuk hayati pelarut kalium dengan dosis sesuai perlakuan dicampurkan dengan air (rasio 1:2) (Kendra, 1999) lalu disiramkan ke benih jagung hingga homogen sebelum dilakukan penanaman benih; dan (ii) Aplikasi pada tanah, yaitu mencampurkan pupuk hayati dengan kompos (rasio 1:20) sebelum diaplikasikan ke tanah (Kendra, 1999; Mazid dan Khan, 2014). Perlakuan pupuk hayati pelarut kalium dosis 2 kg.ha⁻¹ dicampurkan dengan 40 kg kompos sedangkan dosis 4 kg.ha⁻¹ dicampurkan dengan 80 kg kompos, kemudian diinkubasikan selama satu hari sebelum aplikasi dan diberikan ke dalam tanah dengan cara dibenamkan pada lubang tugal pada kedalaman 7 cm dengan jarak 5 cm di samping tanaman pada 4 MST dan 7 MST.

Pemupukan dasar untuk tanaman jagung adalah Urea 350 kg.ha⁻¹, SP-36 200 kg.ha⁻¹, KCl 200 kg.ha⁻¹, dan kompos 2 ton.ha⁻¹ (Suryana *et al.*, 2007). Pupuk Urea diberikan tiga kali aplikasi, yaitu 25% pada 1 MST, 50% pada 4 MST, dan 25% pada 6 MST. Pupuk SP-36 diberikan seluruhnya pada 1 MST. Pupuk-pupuk tersebut diberikan pada lubang tugal dengan jarak 5 cm di samping tanaman. Pupuk kompos diberikan seluruhnya dengan mencampurkan secara homogen dengan tanah satu minggu sebelum tanam. Pupuk KCl tidak diberikan pada percobaan ini karena sebagai sumber kalium tidak larut digunakan amelioran kalium berbasis mineral K-Feldspar. Amelioran kalium dosis 810 kg.ha⁻¹ diberikan seluruhnya dengan mencampurkan secara homogen dengan tanah pada 1 MST. Pemeliharaan tanaman jagung dilakukan secara rutin antara lain untuk mempertahankan kadar air pada kapasitas lapang yang ditetapkan dengan metode Alhricks (Jurusan Tanah Institut Pertanian Bogor, 1997), pengendalian hama, penyakit, dan gulma.

Hasil dan Pembahasan

Perlakuan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium berpengaruh nyata terhadap konsentrasi K₂O, serapan kalium, populasi bakteri pelarut kalium (PK) total, dan diameter batang sedangkan terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun tidak berpengaruh nyata pada masa vegetatif akhir tanaman jagung (8 minggu setelah tanam [MST]). Tabel 2

menunjukkan bahwa perlakuan G (Aplikasi pada Benih 400 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) dan perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) menghasilkan konsentrasi K₂O lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan A (Kontrol). Perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) menghasilkan serapan kalium tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan A (Kontrol). Perlakuan E (Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹), perlakuan G (Aplikasi pada Benih 400 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹), perlakuan H (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 2 kg.ha⁻¹), dan perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) menghasilkan populasi BPK lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan A (Kontrol). Perlakuan E (Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹), perlakuan H (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 2 kg.ha⁻¹), dan perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) menghasilkan diameter batang lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan A (Kontrol).

Tabel 2. Pengaruh Teknik Aplikasi dan Dosis Pupuk Hayati Pelarut Kalium terhadap Konsentrasi K₂O, Serapan Kalium, Populasi Bakteri Pelarut Kalium Total, dan Diameter Batang pada 8 MST Tanaman Jagung.

Perlakuan	Konsentrasi K ₂ O (%)	Serapan K (g.tanaman ⁻¹)	Populasi BPK Total (x10 ⁵ cfu.g ⁻¹)	Diameter Batang (mm)
A	1,1133	0,0167 a	2,27 a	5,37 a
B	1,2433	0,0433 a	2,40 a	8,82 a
C	1,2633	0,0433 a	3,33 a	9,53 a
D	1,2267 a	0,0233 a	3,20 a	8,43 a
E	1,2933	0,0367 a	3,47 b	11,85 b
F	1,2733 a	0,0233 a	3,33 a	7,68 a
G	1,3267 b	0,0467 a	4,79 b	10,39 a
H	1,2900 a	0,0500 a	5,07 b	12,19 b
I	1,3767 b	0,0600 b	4,91 b	11,09 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang sama dengan notasi huruf pada perlakuan A sebagai kontrol tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5%; Notasi huruf dibaca ke arah vertikal berdasarkan kolom.

Terdapat perlakuan-perlakuan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium yang menunjukkan perbedaan nyata terhadap konsentrasi K₂O, serapan kalium, populasi BPK total, dan diameter batang pada 8 MST tanaman jagung (Tabel 2). Populasi BPK total

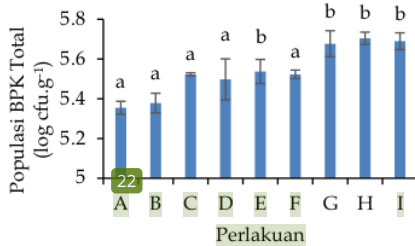
menunjukkan nilai korelasi positif dan sedang terhadap konsentrasi K₂O ($r = 0,64^{**}$), serapan kalium ($r = 0,59^{**}$), dan diameter batang ($r = 0,46^*$) (Taylor, 1990) pada 8 MST tanaman jagung (Tabel 3).

Tabel 3. Korelasi antara Konsentrasi K₂O, Serapan Kalium, Populasi Bakteri Pelarut Kalium Total, dan Diameter Batang karena Pengaruh Teknik Aplikasi dan Dosis Pupuk Hayati Pelarut Kalium pada 8 MST Tanaman Jagung.

Respons	Koefisien Korelasi (r)			
	Konsentrasi K ₂ O	Serapan K	Populasi BPK Total	Diameter Batang
Konsentrasi K ₂ O	1	0,44*	0,64**	0,33
Serapan K	0,44*	1	0,59**	0,47*
Populasi BPK Total	0,64**	0,59**	1	0,46*
Diameter Batang	0,33	0,47*	0,46*	1

Keterangan: **Korelasi berpengaruh sangat nyata pada taraf nyata 1%; *Korelasi berpengaruh nyata pada taraf nyata 5%.

Respons populasi BPK total karena pengaruh berbagai teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium dipilih untuk mewakili pemilihan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium terbaik karena sangat nyata berkorelasi positif dan sedang terhadap konsentrasi K₂O dan serapan kalium serta nyata berkorelasi positif dan sedang terhadap diameter batang tanaman jagung. Teknik aplikasi pupuk hayati pelarut kalium pada tanah dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ (perlakuan E) merupakan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium terbaik karena menunjukkan populasi BPK total lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan kontrol (perlakuan A) pada 8 MST tanaman jagung (Tabel 2; Gambar 1). Teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium tersebut dapat meningkatkan populasi BPK total sebesar 52,86% dibandingkan kontrol. Selain itu, teknik aplikasi pupuk hayati pelarut kalium pada tanah dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ lebih praktis ketika diaplikasikan di lapangan sehingga dipertimbangkan dalam pemilihan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati terbaik.



Gambar 1. Pengaruh Teknik Aplikasi dan Dosis Pupuk Hayati Pelarut Kalium terhadap Populasi Bakteri Pelarut Kalium Total pada 8 MST Tanaman Jagung. Keterangan Error Bars adalah rata-rata \pm standar deviasi. Angka rata-rata pada bars yang diberi notasi huruf yang sama dengan 49asi huruf pada perlakuan A sebagai kontrol tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Dunnett pada taraf nyata 5%.

Teknik aplikasi pupuk hayati pelarut kalium pada tanah dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ merupakan teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati terbaik dalam percobaan ini. Teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium tersebut dapat meningkatkan populasi BPK total di daerah perakaran dan diameter batang masing-masing 52,86% dan 120,67% dibandingkan kontrol pada 8 MST tanaman jagung. Hasil tersebut sejalan dengan percobaan Abou-El-Seoud dan Abdel-Megeed (2012) yang menunjukkan aplikasi inokulan BPK kultur campuran (*Bacillus mucilaginosus* dan *Bacillus subtilis*) ke dalam tanah dengan dosis 13 kg.ha⁻¹ yang diaplikasikan dengan amelioran kalium (campuran mineral feldspar dan illit) dapat meningkatkan serapan kalium, bobot tajuk, dan panjang akar masing-masing sebesar 74%, 28%, dan 22,6% dibandingkan kontrol pada 23 hari setelah tanam (HST) tanaman jagung. Selain itu, hasil percobaan Archana (2007) menunjukkan aplikasi inokulum BPK KSB62 ke dalam tanah dapat meningkatkan populasi BPK total dan lingkaran batang masing-masing sebesar 265,85% dan 11,73% dibandingkan kontrol pada 55 HST tanaman jagung.

Teknik aplikasi pupuk hayati pelarut kalium ke dalam tanah di sekitar perakaran tanaman menyebabkan kalium tersedia yang merupakan efek pelarutan unsur hara kalium dari amelioran kalium berbasis mineral K-feldspar oleh isolat-isolat BPK dalam pupuk hayati pelarut kalium untuk diserap oleh tanaman menjadi lebih optimal. Jarak antara

kalium tersedia dalam larutan tanah dengan permukaan akar menjadi dekat sehingga mempercepat sampainya kalium melalui difusi di permukaan akar. Laju difusi berbanding terbalik dengan jarak antara kalium tersedia dalam larutan tanah ke permukaan akar (Mengel, 2007). Menurut Mahler (2001) teknik aplikasi pupuk ke dalam tanah (*soil treatment*) di samping bibit tanaman dekat akar (*side dress application*) mempunyai beberapa keuntungan, yaitu jarak pupuk dengan akar tanaman pokok secara individu sangat dekat sehingga memungkinkan terjadinya interaksi yang cepat antara pupuk dengan akar dalam penyerapan unsur hara dan pupuk akan lebih tersedia untuk tanaman pokok daripada untuk gulma. Selain itu, aplikasi pupuk hayati pelarut kalium ke dalam tanah dilakukan dengan mencampurkan pupuk hayati dalam jumlah kecil dengan kompos dalam jumlah besar untuk memudahkan aplikasi. Menurut Kendra (1999) teknik aplikasi pupuk hayati pada tanah dilakukan dengan cara mencampurkan pupuk hayati dengan kompos (rasio 1:20) kemudian diaplikasikan ke dalam tanah pada saat tanam atau sesuai dengan kondisi umur tanaman dalam penyerapan unsur hara. Pencampuran pupuk hayati dengan kompos menyebabkan tersedianya karbon sebagai sumber energi bagi inokulan pupuk hayati. Inokulan pupuk hayati membutuhkan karbon dalam bahan organik sebagai sumber energi dalam aktivitasnya di dalam tanah (Mazid dan Khan, 2014).

Pupuk hayati pelarut kalium diaplikasikan ke dalam tanah sebanyak dua kali dalam percobaan ini. Aplikasi pupuk hayati pelarut kalium yang pertama dilakukan ketika tanaman jagung berumur 4 MST. Menurut Subekti *et al.* (2007) tanaman jagung mengalami fase V6–V10 pada saat tanaman berumur antara 18–35 hari setelah berkecambah (\pm 4 MST) yang ditandai dengan jumlah daun terbuka sempurna sebanyak 6–10 helai, titik tumbuh tanaman jagung sudah di atas permukaan tanah, perkembangan dan penyebaran akar di tanah sangat cepat, pemanjangan batang meningkat, telah dimulainya pembentukan bakal bunga jantan (*tassel*) dan perkembangan tongkol sehingga pemupukan pada fase ini diperlukan untuk mencukupi kebutuhan unsur hara. Aplikasi pupuk hayati pelarut kalium yang kedua dilakukan ketika tanaman jagung berumur 7 MST. Serapan hara kalium tanaman jagung diperlukan terutama pada saat *silking*

(Syafri [33](#) *et al.*, 2007). Menurut Subekti *et al.* (2007) tahap *silking* diawali oleh munculnya rambut dari dalam tongkol yang terbungkus kelobot yang dimulai pada 2–3 hari [14](#) telah fase *tasseling* (VT). Fase VT berlangsung antara 45–52 hari (\pm 7 MST) yang ditandai adanya cabang terakhir dari bunga jantan sebelum kemunculan bunga betina (*silk* atau rambut tongkol), tinggi tanaman hampir mencapai maksimal, dan bunga jantan mulai menyebarkan serbuk sari (*pollen*).

Inokulan BPK yang terkandung dalam pupuk hayati pelarut kalium dapat melarutkan sumber kalium eksogen yang terkandung dalam amelioran kalium berbasis mineral K-feldspar yang diberikan sebagai pupuk dasar sehingga dapat memfasilitasi ketersediaan unsur hara kalium untuk diserap tanaman. Hal ini terlihat dari perlakuan G (Aplikasi pada Benih 400 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) dan perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) yang dapat meningkatkan konsentrasi K₂O masing-masing sebesar 19,17% dan 23,66% dibandingkan perlakuan A (Kontrol) pada 8 MST tanaman jagung. Selain itu, perlakuan I (Aplikasi pada Benih 800 g.ha⁻¹ dan Aplikasi pada Tanah 4 kg.ha⁻¹) dapat meningkatkan serapan kalium sebesar 259,28% dibandingkan perlakuan A (Kontrol) pada 8 MST tanaman jagung. Pelarutan secara biologi terhadap kalium yang terkandung dalam mineral K-feldspar dapat berlangsung melalui aktivitas BPK dengan perantara asam-asam organik yang dihasilkannya.

Isolat-isolat BPK terpilih yang diformulasikan dalam pupuk hayati pelarut kalium menghasilkan asam kumarat, [38](#) asam sitrat, asam virulat, asam siringat, asam malat, dan asam oksalat dalam melarutkan K-feldspar (Herdiyantoro *et al.*, 2021). Girgis *et al.* (2008) menunjukkan *fumaric acid* dan *tartaric acid* merupakan asam organik utama yang dihasilkan isolat BPK dalam melarutkan feldspar. Gugus fungsional karboksil (COOH) dan hidroksil (OH) pada asam organik terdisosiasi menghasilkan ion H⁺ yang dapat menggantikan kedudukan ion K⁺ sebagai kation penyeimbang dalam struktur mineral (Ismangil dan Hanudin, 2005). Pelapukan mineral silikat mengandung kalium dapat terjadi jika 50% ion K⁺ sebagai kation penyeimbang dalam struktur mineral mampu digantikan oleh ion H⁺ dari asam-asam organik melalui proses hidrolisis.

Efek dari proses tersebut adalah terjadinya distorsi struktur mineral sehingga ion K⁺ akan keluar dari sistem struktur mineral silikat (Hardjowigeno, 1993). Ion K⁺ akan terperap oleh permukaan partikel koloid tanah atau masuk ke dalam larutan tanah menjadi kalium tersedia untuk diserap oleh tanaman. Menurut Mengel dan Kirkby (2001) kalium yang berasal dari pelarutan mineral merupakan salah satu sumber kalium utama untuk diserap tanaman.

Kepadatan inokulan BPK yang terkandung dalam pupuk hayati pelarut kalium pada percobaan ini adalah 1,2 x 10⁶ cfu.g⁻¹ yang [48](#) memenuhi syarat teknis pupuk hayati dalam Kepmentan No. 261/KPTS/SR. 310/M/4/2019. Syarat teknis pupuk hayati majemuk yang tersusun dari mikroba kultur campuran yang terdiri dari lebih dari dua genus mikroba harus mempunyai kepadatan populasi inokulan minimum sebesar 1 x 10⁶ cfu.g⁻¹ dalam bahan pembawa padat (Kepmentan, 2019; Ghosh *et al.*, 2001). Aplikasi pupuk hayati dalam bahan pembawa ke dalam tanah dengan kepadatan inokulan yang memenuhi jumlah minimal dapat memberikan lingkungan hidup yang kondusif bagi inokulan (Rao, 1994; Veen *et al.*, [78](#) 1997; Ferreira dan Castro, 2005; Simanungkalit *et al.*, 2012; Brar *et al.*, 2012; Parmar dan Shindu, 2013). Bahan pembawa berperan sebagai habitat mikro yang memberikan perlindungan bagi inokulan pupuk hayati dari pengaruh kompetisi dengan mikroba indigen dan predasi oleh predator dalam tanah ketika diaplikasikan di lapangan (Veen *et al.*, 1997).

Pupuk hayati pelarut kalium berbasis isolat-isolat BPK terpilih yang diaplikasikan pada tanah dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ dapat meningkatkan populasi BPK total di daerah perakaran dan diameter batang pada masa vegetatif akhir tanaman jagung pada Inceptisols di Jatinangor. Penelitian yang dapat dilakukan selanjutnya adalah mengevaluasi kemampuan pupuk hayati pelarut kalium yang diaplikasikan bersama dengan amelioran kalium berbasis mineral K-feldspar terhadap peningkatan hasil tanaman jagung dan efisiensi penggunaan pupuk KCl dalam skala lapang. Hal tersebut perlu dilakukan karena pemenuhan kebutuhan pupuk kalium untuk tanaman selama ini dilakukan melalui pemupukan KCl yang sepenuhnya dipenuhi melalui impor. Pupuk hayati pelarut kalium dan amelioran kalium berbasis mineral K-feldspar berpotensi sebagai

alternatif untuk mengurangi atau menggantikan pemakaian pupuk KCl.

62 Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Teknik aplikasi dan dosis pupuk hayati pelarut kalium berpengaruh nyata terhadap konsentrasi K₂O, serapan kalium, populasi bakteri pelarut kalium total, dan diameter batang pada masa vegetatif akhir tanaman jagung.
2. Teknik aplikasi pupuk hayati pelarut kalium pada tanah dengan dosis 4 kg.ha⁻¹ merupakan teknik aplikasi dan dosis terbaik yang dapat meningkatkan populasi BPK total yang berkorelasi positif terhadap konsentrasi K₂O, serapan kalium, dan diameter batang pada masa vegetatif akhir tanaman jagung.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada staf Laboratorium Biologi Tanah, Laboratorium Kimia Tanah dan Nutrisi Tanaman, dan Kebun Percobaan Himpunan Pertanian Universitas Padjadjaran yang telah membantu dalam pelaksanaan analisis di laboratorium dan pelaksanaan percobaan di rumah kaca. Percobaan ini merupakan bagian dari serangkaian Penelitian Disertasi Doktor yang dibiayai oleh Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia.

Daftar Pustaka

- 63 Abou-El-Seoud, I.I., Abdel-Megeed, A. 2012. Impact of rock materials and biofertilizations on P and K availability for maize (*Zea mays*) under calcareous soil conditions. Saudi J. Biol. Sci. 19(1): 55–63.
- Akil, M., Syafruddin. 2015. Efektivitas pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung di lahan kering. Prosiding Seminar Nasional Serealia. 205–212.
- 35 Archana, D.S. 2007. Studies on Potassium Solubilizing Bacteria [Thesis]. University of Agricultural Sciences. Dharwad.
- Arifin, M., Devnita, R., Hudaya, R., Sandrawati, A., Saribun, D.S., Harryanto, R., Herdiansyah, G. 2017. Pedogenesis dan klasifikasi tanah yang berkembang dari dua formasi geologi dan umur bahan erupsi Gunung Tangkuban Perahu. Soilrens 15(1): 20–28.
- 30 Bashan, Y. 1998. Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. Biotechnol. Adv. 16: 729–770.
- 6 Bennett, P.C., Rogers, J.R., Choi, W.J. 2001. Silicates, silicate weathering, and microbial ecology. Geomicrobiology Journal 18: 3–19.
- Boiero, L., Perrig, D., Masciarelli, O., Penna, C., Cassan, F., Luna, V. 2007. Phytohormone production by three strains of *Bradyrhizobium japonicum* and possible physiological and technological implications. Appl. Microbiol. Biotechnol. 74: 874–880. 83
- Brar, S.K., Sarma, S.J., Chaabouni, E. 2012. Shelf-life of biofertilizers: An accord between formulations and genetics. J. Biofertil. Biopistici. 3(5): 1–2.
- [DIKTI] Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. 1991. Kesuburan Tanah. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- 49 Ferreira, E.M., Castro, I.V. 2005. Residues of the cork industry as carrier for the production of legume inoculants. Silva Lusitana 13(2): 159–167. 79
- Figueiredo, M.V.B., Seldin, L., Araujo, F.F., Mariano, R.L.R. 2011. Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Fundamentals and Applications. In: Maheshwari, D.K. (Ed.). Plant Growth and Health Promoting Bacteria. Springer. Berlin.
- 7 Flynn, R., Ball, S.T., Baker, R.D. 1999. Sampling for Plant Tissue Analysis. New Mexico State University. Mexico.
- 34 Foth, H.D. 1990. Fundamentals of Soil Science. Eighth Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Ghosh, T.K., Singh, R.P., Duhan, J.S., Yadav, D.S. 2001. A review on quality control of biofertilizer in India. Fertiliser Marketing News 32(8): 1–9.
- 50 Girgis, M.G.Z., Khalil, H.M.A., Sharaf, M.S. 2008. In vitro evaluation of rock phosphate and potassium solubilizing potential of some Bacillus strains. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 2(1): 68–81.

- 23 Hardjowigeno, S. 1993. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Herdiyantoro, D., Simarmata T., Setiawati, M.R., Nurlaeny, N., Joy, B., Hamdani, J.S., Handayani, I. 2018a. Eksplorasi dan identifikasi morfologi koloni isolat rhizobakteri pelarut kalium dari rhizosfer tanaman jagung yang berpotensi sebagai pupuk hayati pelarut kalium. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.* 4(2): 178–183.
- Herdiyantoro, D., Setiawati, M.R., Simarmata, T., Nurlaeny, N., Joy, B., Hamdani, J.S., Handayani, I. 2018b. The ability of potassium solubilizing rhizo-bacteria isolated from maize rhizosphere for microbial fertilizer. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 205 012011.
- 11 Herdiyantoro, D., Simarmata, T., Setiawati, M.R., Nurlaeny, N., Joy, B., Arifin, M., Hamdani, J.S., Handayani, I. 2021. The viability of selected potassium solubilizing rhizobacteria in a mixture of K-feldspar and organic matter as carrier material. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 748 012023.
- Husen, E. 2007. Isolasi, Karakterisasi, dan Enumerasi Mikroba: Pengambilan Contoh Tanah untuk Analisis Mikroba. Dalam: Saraswati, R., Husen, E., Simanungkalit, R.D.M. (Editor). *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.
- Ismangil, Hanudin, E. 2005. Degradasi mineral batuan oleh asam-asam organik. *J. Ilmu Tanah dan Lingkungan* 5(1): 1–17.
- Jurusan Tanah Institut Pertanian Bogor. 1997. *Penuntun Praktikum Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kendra, K.V. 1999. *Use of Bio-Fertilizers*. Extn. Folder No. 17. ICAR Research Complex for Goa. Ela, Old Goa.
- [Kepmentan] Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia. 2019. Kepmentan No. 261/KPTS/SR. 310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- 73 Mah 45 R.L. 2001. *Fertilizer Placement*. CIS 757. University of Idaho, Cooperative Extension Service, Agricultural Experiment Station, College of Agriculture. Moscow.
- Maruapey, A. 2012. Pengaruh pupuk kalium terhadap pertumbuhan dan produksi berbagai jagung pulut (*Zea mays* ceratina L.). *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan* 5(2): 33–45.
- 28 Mattjik, A.A., Sumertajaya, I.M. 2002. *Perancangan Percobaan*. IPB Press. Bogor.
- 15 Mazid, M., Khan, T.A. 2014. Future of bio-fertilizers in Indian agriculture: An overview. *International Journal of Agricultural and Food Research* 3(3): 10–23.
- Meena, V.S., Maurya, B.R., Verma, J.P. 2014. Does a rhizospheric microorganism enhance K(+) availability in agricultural soil? *Microbiological Research* 169: 337–347.
- 6 Mengel, K., Kirkby, E.A. 2001. *Principles of Plant Nutrition*. Fifth Edition. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- 26 Mengel, K. 2007. Potassium. In: Barker, A.V., Pilbeam, D.J. (Eds.). *Handbook of Plant Nutrition*. CRC Press. Boca Raton.
- 1 Nelson, L.M. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Prospects or new inoculants. *Crop Management* 1–7.
- Parmar, P., Sindhu, S.S. 2013. Potassium solubilization by rhizosphere bacteria: Influence of nutritional and environmental conditions. *Journal of Microbiology Research* 3(1): 25–31.
- 10 Rao, N.S.S. 1994. *Mikroba Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. UI-Press. Jakarta.
- Sari, D.P., Wilman, B.S., Gusmara, H. 2017. Pertumbuhan dan hasil jagung manis (*Zea mays* saccharata) dengan pengurangan pupuk NPK yang digantikan dengan lumpur kelapa sawit (*sludge*) pada tanah ultisol. *Agritrop* 15(1): 138–150.
- 76 Simanungkalit, R.D.M., Husen, E., Saraswati, R. 2012. Baku Mutu Pupuk Hayati dan Sistem Pengawasannya. Dalam: Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, D., Hartatik, W. (Editor). *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Bogor.
- 13 Subandi. 2013. Peran dan pengelolaan hara kalium untuk produksi pangan di Indonesia. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 6(1): 1–10.

- Subekti, N.A., Syafruddin, Efendi, R., Sunarti, S. 2007. Morfologi Tanaman dan Fase Pertumbuhan Jagung. Dalam: Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Sulaeman, Suparto, Eviati. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.
- Suryana, A., Suyanto, Zubachtirodin, Pabbage, M.S., Saenong, S. 2003. Budidaya Jagung dengan Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Syafruddin, Faesal, Akil, M. 2007. Pengelolaan Hara pada Tanaman Jagung. Dalam: Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Tate, R.L. 2000. Soil Microbiology. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Taylor, R. 1990. Interpretation of the correlation coefficient: A basic review. JDMS 1: 35–39.
- Thom, W.O., Brown, J.R., Plank, C.O. 1991. Sampling for Corn Plant Tissue Analysis. Iowa State University. USA.
- Ullman, W.J., Kirchman, D.L., Welch, W.A. 1996. Laboratory evidence by microbioally mediated silicate mineral dissolution in nature. Chem. Geol. 132: 11–17.
- Veen, J.A.V., Overbeek, L.S.V., Elsas, J.D.V. 1997. Fate and activity of microorganisms introduced into soil. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 61(2): 121–135.

TEKNIK APLIKASI DAN DOSIS PUHAY PELARUT K

ORIGINALITY REPORT

22%

SIMILARITY INDEX

21%

INTERNET SOURCES

15%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repo.unand.ac.id Internet Source	1%
2	docobook.com Internet Source	1%
3	www.scribd.com Internet Source	1%
4	protan.studentjournal.ub.ac.id Internet Source	1%
5	adoc.pub Internet Source	1%
6	www.cambridge.org Internet Source	1%
7	geissler.ucdavis.edu Internet Source	1%
8	theses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1%
9	garuda.ristekbrin.go.id Internet Source	<1%

10

media.neliti.com

Internet Source

<1 %

11

D Herdiyantoro, M R Setiawati, T Simarmata, N Nurlaeny, B Joy, J S Hamdani, I Handayani. "The ability of potassium solubilizing rhizobacteria isolated from maize rhizosphere for microbial fertilizer", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018

Publication

<1 %

12

123dok.com

Internet Source

<1 %

13

jim.unsyiah.ac.id

Internet Source

<1 %

14

www.ebuku.online

Internet Source

<1 %

15

Debmalya Dasgupta, Kulbhushan Kumar, Rashi Miglani, Rojita Mishra, Amrita Kumari Panda, Satpal Singh Bisht. "Microbial biofertilizers: Recent trends and future outlook", Elsevier BV, 2021

Publication

<1 %

16

jurnalkelapasawit.iopri.org

Internet Source

<1 %

17

id.scribd.com

Internet Source

<1 %

bbpadi.litbang.pertanian.go.id

18

Internet Source

<1 %

19

download.garuda.ristekdikti.go.id

Internet Source

<1 %

20

repository.pertanian.go.id

Internet Source

<1 %

21

Betty Natalie Fitriatin, Mayang Agustina, Reginawanti Hindersah. "Populasi Bakteri Pelarut Fosfat, P-Potensial Dan Hasil Jagung Yang Dipengaruhi Oleh Aplikasi MPF Pada Ultisols Jatinangor", Agrologia, 2017

Publication

<1 %

22

core.ac.uk

Internet Source

<1 %

23

fr.slideshare.net

Internet Source

<1 %

24

Meylita Mustikawati, Dad R. J. Sembodo, Purba Sanjaya, Hidayat Pujisiswanto. "PENGARUH PENAMBAHAN SURFAKTAN DAN WAKTU TURUN HUJAN SETELAH APLIKASI TERHADAP DAYA KENDALI HERBISIDA GLIFOSAT", Jurnal Agrotek Tropika, 2020

Publication

<1 %

25

docplayer.com.br

Internet Source

<1 %

scholar.sun.ac.za

26

Internet Source

<1 %

27

Anggi Nico Flatian, SP, Iswandi Anas, Atang Sutandi, Ishak Ishak. "Kontribusi P dari Mikrob Pelarut Fosfat, Fosfat Alam dan Sp-36 yang Ditentukan Menggunakan Teknik Isotop ^{32}P ", Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, 2017

Publication

<1 %

28

repository.unhas.ac.id

Internet Source

<1 %

29

digilib.unila.ac.id

Internet Source

<1 %

30

dokumen.pub

Internet Source

<1 %

31

www.neliti.com

Internet Source

<1 %

32

bengkulu.litbang.pertanian.go.id

Internet Source

<1 %

33

blog.ub.ac.id

Internet Source

<1 %

34

ir1.sun.ac.za

Internet Source

<1 %

35

MH. Rasouli Sadaghiani, S. Sadeghi, M. Barin, E. Sepehr, B. Dovlati. "The Effect of Silicate Solubilizing Bacteria on Potassium Release

<1 %

from Mica Minerals and its Uptake by Corn Plants", Journal of Water and Soil Science, 2017

Publication

36

Potassium Solubilizing Microorganisms for Sustainable Agriculture, 2016.

Publication

<1 %

37

doaj.org

Internet Source

<1 %

38

talenta.usu.ac.id

Internet Source

<1 %

39

www.jlsuboptimal.unsri.ac.id

Internet Source

<1 %

40

mafiadoc.com

Internet Source

<1 %

41

pub.epsilon.slu.se

Internet Source

<1 %

42

jurnal.stkipbjm.ac.id

Internet Source

<1 %

43

so04.tci-thaijo.org

Internet Source

<1 %

44

psasir.upm.edu.my

Internet Source

<1 %

45

www.worldcat.org

Internet Source

<1 %

46 "Advances in Plant Microbiome and Sustainable Agriculture", Springer Science and Business Media LLC, 2020 <1 %
Publication

47 "Plant Microbes Symbiosis: Applied Facets", Springer Science and Business Media LLC, 2015 <1 %
Publication

48 balittanah.litbang.pertanian.go.id <1 %
Internet Source

49 krishikosh.egranth.ac.in <1 %
Internet Source

50 www.isca.in <1 %
Internet Source

51 www.nrcresearchpress.com <1 %
Internet Source

52 Dewi Kurniawati, HRA Mulyani, Rasuane Noor. "PENAMBAHAN LARUTAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* L.) DAN AIR KELAPA (*Cocos nucifera* L.) SEBAGAI FITOHORMON ALAMI PADA PERTUMBUHAN TANAMAN TEBU (*Sacchanum officinarum* L.) SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI", *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 2020 <1 %
Publication

53 dspace.ankara.edu.tr <1 %
Internet Source

<1 %

54

repository.upi.edu

Internet Source

<1 %

55

arccjournals.com

Internet Source

<1 %

56

etd.uasd.edu

Internet Source

<1 %

57

journal.umpalangkaraya.ac.id

Internet Source

<1 %

58

putratani.com

Internet Source

<1 %

59

www.coursehero.com

Internet Source

<1 %

60

aspace.agrif.bg.ac.rs

Internet Source

<1 %

61

ejurnal.bppt.go.id

Internet Source

<1 %

62

idoc.pub

Internet Source

<1 %

63

real.mtak.hu

Internet Source

<1 %

64

widyariset.pusbindiklat.lipi.go.id

Internet Source

<1 %

65 "Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR): Prospects for Sustainable Agriculture", Springer Science and Business Media LLC, 2019
Publication <1 %

66 article.sapub.org
Internet Source <1 %

67 coek.info
Internet Source <1 %

68 docplayer.es
Internet Source <1 %

69 ejournal.uniks.ac.id
Internet Source <1 %

70 es.scribd.com
Internet Source <1 %

71 faperta.uho.ac.id
Internet Source <1 %

72 journal.ugm.ac.id
Internet Source <1 %

73 lib.dr.iastate.edu
Internet Source <1 %

74 opus.uni-hohenheim.de
Internet Source <1 %

75 portaldeinformacao.utfpr.edu.br
Internet Source <1 %

76	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
77	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
78	"Byproducts from Agriculture and Fisheries", Wiley, 2019 Publication	<1 %
79	dspace.c3sl.ufpr.br Internet Source	<1 %
80	journal.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
81	anzdoc.com Internet Source	<1 %
82	jurnal.agrisaintifika-fpunivet.ac.id Internet Source	<1 %
83	link.springer.com Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On