

**APLIKASI PUPUK HAYATI, AMELIORAN, DAN PUPUK NPK TERHADAP N TOTAL,
P TERSEDIA SERTA PERTUMBUHAN DAN HASIL JAGUNG PADA INCEPTISOLS**

**APPLICATIONS OF BIOFERTILIZER, AMELIORANT, AND NPK FERTILIZER ON TOTAL-N,
AVAILABLE P, GROWTH AND PRODUCTION OF CORN IN INCEPTISOLS**

Mieke Rochimi Setiawati*, Lia Nur Linda, Nadia Nuraniya Kamaluddin,
Pujawati Suryatmana, Tualar Simarmata

Departemen Ilmu Tanah, Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian
Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang Km 21 Jatinangor, Kab. Sumedang 40363

*Korespondensi : m.setiawati@unpad.ac.id

Diterima : 27 November 2021 / Disetujui : 27 Desember 2021

ABSTRAK

Inceptisols umumnya memiliki tingkat kesuburan tanah rendah sampai sedang. Upaya peningkatan ketersediaan hara tanah Inceptisol dengan pupuk anorganik NPK perlu diimbangi dengan aplikasi pupuk hayati dan amelioran organik. Percobaan ini bertujuan untuk mengurangi dosis pupuk NPK dengan menggunakan pupuk hayati dan amelioran organik serta meningkatkan hasil tanaman jagung. Percobaan dilakukan di Pasir Banteng, Kabupaten Sumedang. Penelitian menggunakan RAK faktorial. Pupuk hayati dengan amelioran organik sebagai faktor pertama sebanyak empat taraf: tanpa pupuk hayati dan amelioran (kontrol), diberi pupuk hayati, amelioran organik, dan gabungan keduanya. Faktor kedua yaitu dosis pupuk NPK empat taraf: 100%, 80%, 60%, 40% NPK dosis anjuran. Dilakukan tiga kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi antara pupuk hayati, amelioran organik, dengan pupuk NPK terhadap tinggi tanaman, N-total tanah, bobot tongkol berkelobot dan tanpa kelobot. Pemberian pupuk hayati dan amelioran disertai pupuk NPK 100% dan yang tanpa diberi amelioran menghasilkan bobot tongkol tanpa kelobot sebesar 1.089 g dan 1.064 g per tanaman. Pemberian pupuk hayati dengan amelioran dan pemberian pupuk NPK 100% menghasilkan bobot pipilan per tanaman 526,08 g dan 539,08 g. Aplikasi pupuk hayati dan amelioran organik belum mampu mengurangi dosis penggunaan pupuk NPK pada Inceptisols asal Pasir Banteng.

Kata kunci: Inceptisols, N Total, P tersedia, Pupuk hayati, Tanaman jagung,

ABSTRACT

Inceptisols generally have low to moderate soil fertility. The effort to increase the nutrients availability in Inceptisol through the application of NPK fertilizers need to be balanced with biofertilizers and organic ameliorants. This experiment aimed to reduce the dose of NPK fertilizer by using biofertilizers and organic ameliorants and to increase maize yields. The experiment was conducted in Pasir Banteng, Sumedang Regency. The factorial RBD was used. The biofertilizer with organic ameliorant as the first factor: no biofertilizer and no ameliorant

(control), biofertilizer, organic ameliorant, and combination of both. The second factor was dose of NPK fertilizer: 100%, 80%, 60%, 40% of recommended NPK dose. It was repeated three times. The results showed that there was interaction between biofertilizer, organic ameliorants, with NPK fertilizers on plant height, N-total soil, weight of cobs with and without husk. The application of biofertilizer and ameliorant with 100% NPK fertilizer and without ameliorant were 1,089 g and 1,064 g of cobs without husks, respectively. The application of biofertilizer with ameliorant and 100% NPK fertilizer had a grain weight of 526.08 g and 539.08 g, respectively. The application of biofertilizers and organic ameliorants has not been able to reduce the dose of NPK fertilizer on Inceptisols from Pasir Banteng.

Key words : Available P, Biofertilizer, Inceptisols, Maize, Total N

PENDAHULUAN

Tanaman jagung (*Zea mays* L.) merupakan sumber bahan pangan pokok utama setelah beras. Jagung merupakan sumber karbohidrat yang sering digunakan sebagai kebutuhan industri dan bahan pakan. Permintaan terhadap jagung yang meningkat akhir-akhir ini merupakan akibat dari meningkatnya jumlah penduduk dan perkembangan industri (Panikkai *et al.*, 2017). Jagung tumbuh baik di wilayah tropis hingga wilayah subtropis. Mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi, curah hujan rendah hingga tinggi, berkisar 500 mm tahun⁻¹. Pada tahun 2019 produksi jagung nasional sebesar 29,12 juta t, untuk konsumsi jagung nasional mencapai 427,06 ribu t, pabrik pakan 8,58 juta t, peternak mandiri 2,92 juta t, kebutuhan benih 133,6 ribu t, dan untuk penggunaan jagung industri non pakan mencapai 6,5 juta t sehingga terdapat surplus sebesar 9,6 juta t yang ditujukan sebagai penyediaan bahan baku bagi pabrik pakan selama awal 3 bulan tahun 2020 (Komalasari, 2019).

Inceptisols merupakan salah satu ordo tanah yang luasnya kurang lebih 70,5 juta ha atau 37,5% daratan di Indonesia. Luas Inceptisols berpotensi digunakan untuk perluasan tanaman jagung. Kendala pemanfaatan Inceptisols dibatasi oleh

kesuburan tanah yang rendah, kemasaman yang tinggi, tingginya kandungan liat, dan lapisan olah yang rentan terhadap pencucian (Sudirja *et al.*, 2017). Liat merupakan tekstur utama Inceptisols, strukturnya remah dan konsistensi gembur. Umumnya Inceptisols mempunyai kesuburan yang rendah. Dengan teknologi yang tepat kesuburan tanah Inceptisols masih dapat diupayakan untuk dapat ditingkatkan. Apabila tanah jenis ini dikelola dengan tepat maka dapat menjadi tanah yang produktif. Alternatif mengatasi permasalahan Inceptisols tersebut adalah dengan penggunaan pupuk anorganik disertai pemberian pupuk hayati dan amelioran organik.

Pupuk hayati adalah inokulan yang mengandung mikroorganisme hidup yang dapat memobilisasi, memfasilitasi dan meningkatkan ketersediaan unsur hara yang tidak tersedia menjadi tersedia melalui proses biologis (Simarmata *et al.*, 2012). Pemberian pupuk hayati dapat menurunkan penggunaan pupuk N dan P sebesar 25% pada pertanaman jagung (Akil *et al.*, 2015).

Aplikasi pupuk hayati yang dicampurkan dengan pupuk organik vermikompos 5 t ha⁻¹ atau 10 t ha⁻¹ meningkatkan kandungan N di dalam tanah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian pupuk organik. Pemberian pupuk organik dan pupuk hayati

dapat menambah pasokan C-organik yang diperlukan mikroba yang bermanfaat (*Azotobacter* sp.) sebagai sumber energi (Setiawati *et al.*, 2018). Aplikasi pupuk hayati diharapkan mampu membantu meningkatkan populasi mikroba bermanfaat di dalam tanah, membantu pertumbuhan tanaman, serta mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Kelompok pupuk hayati yang potensial untuk pertanian antara lain: bakteri penambat N (*Azotobacter* dan *Azospirillum*, bakteri endofitik penambat N), mikroba pelarut P, mikroba penghasil fitohormon pemacu pertumbuhan tanaman (*plant growth promoting rhizobacteria*), dan mikroba yang berperan sebagai agen hayati yang bermanfaat bagi tanaman.

Pemanfaatan amelioran organik pada tanah yang ketersediaan haranya terbatas sangat diperlukan. Amelioran organik dapat terdiri dari berbagai campuran bahan organik yang tersedia di lingkungan pertanian seperti pupuk kandang, arang sekam (biochar), guano, asam humat dll. Fungsi amelioran organik diantaranya dapat mengurangi kemasaman tanah, menjadi sumber pengikat atau penjerap kation-kation yang tercuci akibat aliran air, serta sumber energi bagi mikroba yang ada dalam pupuk hayati (Maftu'ah *et al.*, 2013). Bahan alami anorganik seperti kapur, dolomit, dapat dicampurkan pada pembenah tanah organik untuk meningkatkan kualitas pembenah tanah organik. Dolomit digunakan pada tanah-tanah masam yang mengalami kekurangan Mg. Penggunaan asam humat dapat memperbaiki kesuburan tanah karena dapat mengikat ion Al, Fe, dan Mn yang bersifat racun bagi tanaman (Sudirja *et al.*, 2018).

Penggunaan pupuk anorganik dengan taraf yang berbeda sesuai perlakuan pada kajian ini ditujukan sebagai sumber utama

unsur hara di dalam tanah, karena kandungan hara dalam Inceptisols tergolong rendah. Peran pupuk hayati yang diaplikasikan ditujukan sebagai fasilitator penyediaan hara agar dapat diserap tanaman, sedangkan amelioran organik sebagai penyangga hara dan sumber energi bagi mikroba dari pupuk hayati.

Berdasarkan uraian atas diperlukan percobaan untuk menguji pupuk hayati, amelioran organik dan pupuk anorganik NPK terhadap pengurangan dosis pupuk anorganik, peningkatan N total tanah, P tersedia tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman jagung Bisi-2 pada Inceptisols asal Pasir Banteng.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Lahan Percobaan Unit Pelaksana Teknis Daerah (UPTD) Balai Pengembangan Benih Hortikultura dan Aneka Tanaman di Pasir Banteng, Tanjungsari, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat dengan ketinggian ± 800 m di atas permukaan laut. Tipe curah hujan A berdasarkan Schmidt dan Fergusson. Suhu rata-rata di lahan percobaan berkisar 22,3^o-23,7^oC. Rata-rata curah hujan 96 mm/bulan, kelembapan rata-rata 88%. Hasil analisis tanah menunjukkan pH tanah 5,95 (agak masam), N total tanah 0,20% (sedang), C-organik 2,30% (sedang), C/N 11 (sedang), P total 50,77% (tinggi), P tersedia 10,19% (sedang), K total 25,95 mg 100 g⁻¹ (sedang), Kejenuhan basa 27,74% (rendah), KTK 23,61 cmol kg⁻¹ (sedang). Tekstur tanah liat berdebu (pasir 8%, debu 59%, liat 33%). Percobaan ini dilaksanakan dari bulan Januari sampai dengan April 2020.

Benih Jagung yang ditanam yaitu varietas Bisi-2. Pupuk hayati terdiri dari : (1) bakteri penambat N yaitu *Azotobacter*

chroococcum, *Azospirillum* sp., dan bakteri endofitik penambat N, (2) Bakteri pelarut P yaitu *Bulkholderia vietnamiensis*, dan *Enterobacter ludwigii*, (3) *carrier* pupuk hayati terdiri dari gambut, kompos kotoran ayam, tempurung kelapa, dan zat aditif. Dosis pupuk hayati yang diberikan sebesar 2,4 kg ha⁻¹ yang diencerkan dengan amelioran organik dengan perbandingan 1:4. Amelioran organik terdiri dari kompos, biochar, dolomit, asam humat, dan guano. Dosis amelioran yang diberikan 2.000 kg ha⁻¹. Pupuk anorganik yang digunakan adalah pupuk NPK (15-15-15) dengan dosis 350 kg ha⁻¹.

Persiapan lahan dilakukan dengan menggunakan traktor dan dibuat petak berukuran 2,5 m x 1,5 m sebanyak 16 petak dibuat 3 ulangan dengan arah membujur Utara-Selatan. Jarak tanam 75 cm x 20 cm, serta digunakan 5 tanaman sebagai sampel per petak. Amelioran organik sesuai perlakuan diberikan 1 minggu sebelum tanam, sedangkan pupuk hayati diberikan pada saat tanam. Aplikasi pupuk hayati dilakukan dengan cara benih jagung dilapisi dengan suspensi pupuk hayati yang dicampur bahan perekat Gom Arabic 400 g ha⁻¹. Pupuk NPK majemuk diberikan pada dua dan empat MST dengan cara ditugal di samping lubang tanam. Pemeliharaan tanaman yang dilakukan adalah penjarangan, penyulaman, penyiangan, pengairan dengan memanfaatkan curah hujan, pemberantasan hama dan penyakit tanaman, dan pengendalian gulma yang dilakukan secara manual.

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial yang terdiri dari 2 faktor, faktor pertama terdiri dari 4 taraf pemberian pupuk hayati dan atau amelioran (A) yaitu kontrol (a₀), pupuk hayati N dan P (a₁), amelioran organik (a₂),

pupuk hayati N dan P + amelioran organik (a₃). Faktor kedua, dosis pupuk NPK (P) terdiri dari empat taraf yaitu pemberian pupuk NPK dengan dosis 100% (p₁), 80% (p₂), 60% (p₃), 40% (p₄) dari dosis anjuran sebesar 350 kg ha⁻¹. Total 16 kombinasi perlakuan dan diulang sebanyak tiga kali. Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, N total tanah, P tersedia tanah, hasil dan komponen hasil tanaman jagung.

Data hasil pengamatan diuji dengan uji F untuk mengetahui adanya perbedaan respons dari setiap perlakuan. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Office Excel 2019 dan dianalisis sidik ragam (ANOVA) dengan menggunakan SPSS versi 16.0. Jika terdapat pengaruh perbedaan yang nyata, maka pengujian dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf nyata 5% (Gomez & Gomez, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman Jagung

Interaksi antara pupuk hayati, amelioran organik dengan pupuk NPK terdapat pada tinggi tanaman jagung (Tabel 1). Pada 8 MST aplikasi pupuk hayati dan amelioran organik disertai pupuk NPK 100% dosis anjuran menyebabkan tinggi tanaman jagung yang tertinggi. Pada setiap kombinasi perlakuan pupuk NPK 100% dosis anjuran dengan pupuk hayati dan atau amelioran organik menghasilkan tinggi tanaman yang tinggi. Sedangkan pemberian pupuk NPK 80% dosis anjuran disertai pupuk hayati menghasilkan tinggi tanaman yang sama dengan pemberian pupuk hayati dan amelioran pada dosis pupuk NPK yang sama.

Unsur hara yang cukup dari pupuk yang diberikan pada tanaman akan menyebabkan tanaman tumbuh subur dengan hasil yang

optimal. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi pupuk NPK sangat diperlukan untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Dosis anjuran dari pupuk NPK disertai pemberian pupuk hayati dan amelioran organik mampu meningkatkan tinggi tanaman yang tertinggi. Mikroba di dalam pupuk hayati tidak akan efektif melakukan aktivitasnya dalam menyediakan N dan melarutkan P jika kandungan bahan organik di dalam tanah rendah. Mikroorganisme memerlukan bahan organik sebagai nutrisi dan sumber energi untuk menyediakan unsur hara bagi tanaman. Bahan organik di dalam tanah diperlukan mikroba yang berasal dari pupuk

hayati untuk dapat memberikan manfaat yang menguntungkan pada tanah dan tanaman (Simanungkalit, 2001). Penggunaan pupuk hayati dan amelioran organik lebih menguntungkan dalam waktu yang lama. Mikroba di dalam pupuk hayati akan tumbuh dan berkembang biak memanfaatkan sumber C dari amelioran organik dan aktivitasnya dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Struktur tanah akan menjadi remah akibat pemberian amelioran organik dan pupuk hayati secara berkala, sehingga kesehatan tanah meningkat dan ketersediaan unsur hara untuk tanaman terpenuhi.

Tabel 1. Efek interaksi pupuk hayati dan amelioran organik dengan pupuk NPK terhadap tinggi tanaman (cm)

Perlakuan	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄
a ₀	196,00 a D	186,00 a C	176,00 a B	146,00 a A
a ₁	211,67 b D	202,00 b C	181,67 b B	159,00 b A
a ₂	202,33 a D	183,00 a C	172,67 a B	153,67 ab A
a ₃	220,67 c C	196,33 b B	196,00 c B	182,67 c A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 5%. Huruf besar dibaca horizontal huruf kecil dibaca vertikal. a₀ : kontrol, a₁ : pupuk hayati, a₂ : amelioran, a₃ : pupuk hayati dan amelioran. p₁ : 100% pupuk NPK, p₂ : 80% pupuk NPK, p₃ : 60% pupuk NPK, p₄ : 40% pupuk NPK

Jumlah Daun Tanaman Jagung

Pengaruh mandiri dari pemberian pupuk hayati dan amelioran organik menghasilkan jumlah daun yang tinggi (Tabel 2). Sedangkan pemberian pupuk hayati maupun amelioran yang diberikan secara terpisah menghasilkan jumlah daun yang sama dengan kontrol. Amelioran organik yang diberikan bersama pupuk hayati dapat memacu aktivitas bakteri penambat N dan pelarut P yang bersifat heterotrof karena tersedia sumber bahan organik sebagai sumber nutrisi dan energi. Aktivitas mikroba

dari pupuk hayati memanfaatkan sumber karbon dari amelioran organik sehingga membantu pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan jumlah daun tanaman jagung.

Pupuk anorganik NPK 100% dosis anjuran menghasilkan jumlah daun yang tinggi tetapi tidak berbeda dengan pemberian pupuk NPK 80%. Penambahan unsur hara terutama N pada tanaman berhubungan dengan pembentukan klorofil daun yang memacu perkembangan daun. Daun merupakan organ produsen hasil fotosintesis utama, karena fungsinya sebagai penerima cahaya

yang ditangkap oleh klorofil. Jika daun tumbuh dengan baik, cahaya yang diterima oleh daun juga akan berpengaruh terhadap penyerapan hara pada tanaman terutama N yang menjadi unsur hara utama penyusun klorofil (Nugroho, 2015). Semakin tinggi tanaman akan semakin banyak ruas batang yang akan menjadi tempat untuk keluar daun (Bastiana & Trisnaningsih, 2013).

Tabel 2. Efek Mandiri pupuk hayati dan amelioran organik dengan pupuk NPK terhadap jumlah daun

Perlakuan	Jumlah daun (helai)
a ₀ : kontrol	17,08 a
a ₁ : pupuk hayati	17,67 a
a ₂ : amelioran	17,67 a
a ₃ : pupuk hayati dan amelioran	20,17 b
p ₁ : 100% pupuk NPK	19,67 c
p ₂ : 80% pupuk NPK	18,91 c
p ₃ : 60% pupuk NPK	17,83 b
p ₄ : 40% pupuk NPK	16,17 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Menurut Subekti *et al.* (2007) pola pertumbuhan jagung pada umumnya sama, akan tetapi terdapat perbedaan pada jarak waktu setiap tahap pertumbuhan dan perkembangan jumlah daun. Adam *et al.* (2011) menyatakan dosis optimum tidak dapat ditentukan oleh banyaknya jumlah daun sebab faktor genetik lebih menentukan jumlah daun dari pada faktor lingkungan.

N-Total Tanah

Pemberian pupuk hayati, amelioran dan pupuk NPK berinteraksi terhadap peningkatan N-Total tanah. Pupuk hayati dan amelioran organik yang diberikan bersama pupuk NPK 100% berinteraksi menghasilkan N total tanah yang tertinggi

pada Inceptisols Pasir Banteng (Tabel 3). Pemberian NPK 100% dosis anjuran pada setiap perlakuan pupuk hayati dan atau amelioran organik menghasilkan N total tanah yang tinggi.

Tabel 3. Efek interaksi pupuk hayati dan amelioran organik dengan pupuk NPK terhadap N total tanah (%)

Perlakuan	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄
a ₀	0,50 b C	0,36 b B	0,31 b AB	0,22 b A
a ₁	0,52 b C	0,42 c B	0,23 b A	0,18 b A
a ₂	0,16 a C	0,15 a BC	0,13 a B	0,08 a A
a ₃	0,72 c B	0,55 d A	0,56 c A	0,50 c A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 5%. Huruf besar dibaca horizontal huruf kecil dibaca vertikal. a₀ : kontrol, a₁ : pupuk hayati, a₂ : amelioran, a₃ : pupuk hayati dan amelioran. p₁ : 100% pupuk NPK, p₂ : 80% pupuk NPK, p₃ : 60% pupuk NPK, p₄ : 40% pupuk NPK

Pada dosis NPK 40 % sampai 80% disertai pemberian pupuk hayati dan amelioran tidak menyebabkan meningkatnya kandungan N-Total tanah. Sedangkan kombinasi dosis pupuk tersebut tanpa pemberian pupuk hayati dan amelioran menyebabkan peningkatan N total yang nyata. Pemberian pupuk hayati dan amelioran organik pada berbagai taraf pupuk NPK menyebabkan kandungan N meningkat yang berasal dari pupuk anorganik dan aktivitas penambatan N bakteri *Azotobacter* dan *Azospirillum* di dalam tanah, bakteri endofitik penambat N di dalam jaringan tanaman, serta amelioran organik. Mekanisme bakteri penambat N dalam menyediakan N di dalam tanah disebabkan aktivitas nitrogenase bakteri tersebut yang mereduksi N₂ dari udara menjadi NH₃⁻ dan meningkatkan N total

tanah. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sulaeman & Erfandi (2017) bahwa perlakuan yang diberi kombinasi pupuk organik dan anorganik mampu meningkatkan N-total tanah, dengan begitu pemberian pupuk hayati, atau amelioran harus dikombinasikan dengan NPK untuk meningkatkan N-total tanah. NPK mudah larut dalam air sehingga dapat menyebabkan unsur N yang terkandung di dalam pupuk akan melarut pada tanah yang nantinya akan menghasilkan nitrat (NO_3^-) dan ammonium (NH_4^+) dalam larutan tanah yang dapat diserap tanaman maupun meningkatkan N total tanah.

P-Tersedia Tanah

Berdasarkan Tabel 4, pemberian pupuk hayati dan atau amelioran tidak memberikan perbedaan terhadap P tersedia tanah (Tabel 4). Akan tetapi pemberian pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap peningkatan P tersedia tanah. Hal ini dapat disebabkan karena kinerja bakteri pelarut fosfat yang terdapat dalam pupuk hayati kurang optimal, sehingga ketersediaan pupuk P kurang untuk diberikan pada tanaman (Herlina & Fitriani, 2017).

Perlakuan pupuk NPK 40% dan 60% dosis anjuran tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kandungan P-tersedia tanah akan tetapi pada perlakuan 100% dosis NPK menghasilkan P tersedia yang tertinggi. Pada dosis pupuk anorganik 100% unsur hara tersedia optimal untuk tanaman sehingga eksudat akar yang dihasilkan tanaman memicu aktivitas mikroba dalam memproduksi asam-asam organik untuk melarutkan P anorganik dari pupuk anorganik. Sedangkan enzim fosfatase dari BPF berperan dalam melarutkan P organik dari amelioran organik. Unsur P yang

tersedia sangat dibutuhkan untuk perkembangan akar tanaman yang lebih baik. Unsur P juga digunakan pada proses fotosintesis di bagian daun tanaman. Roni *et al.* (2013) menyatakan aktivitas BPF dalam melarutkan P tidak tersedia melalui mekanisme dikeluarkannya metabolit asam-asam organik dengan bobot molekul yang rendah seperti asam malat, fumarat, suksinat, dan oksalat. Kation-kation Fe^{3+} , Al^{3+} , Mg^{2+} , atau Ca^{2+} sebagai pengikat fosfat akan bereaksi dengan asam-asam organik menghasilkan khelat organik yang stabil akibatnya ion fosfat yang terikat akan terlepas sehingga memudahkan tanaman untuk menyerapnya.

Tabel 4. Efek mandiri pupuk hayati dan amelioran organik dengan pupuk NPK terhadap kandungan P tersedia tanah

Perlakuan	P tersedia tanah (ppm)
a_0 : kontrol	12,30 a
a_1 : pupuk hayati	13,60 a
a_2 : amelioran	12,76 a
a_3 : pupuk hayati dan amelioran	14,28 a
p_1 : 100% pupuk NPK	18,95 c
p_2 : 80% pupuk NPK	13,21 b
p_3 : 60% pupuk NPK	11,07 a
p_4 : 40% pupuk NPK	9,70 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 5%. Huruf besar dibaca horizontal huruf kecil dibaca vertikal.

Ketersediaan P yang tinggi menyebabkan aktivitas mikroba pelarut fosfat tidak optimal, karena mikroba akan aktif apabila ketersediaannya kurang terpenuhi. Mikroba mempunyai peran yang penting untuk menyediakan P di dalam tanah untuk tanaman maupun mikroba lain yang menunjang siklus hara di dalam tanah.

Pemberian pupuk hayati tidak menunjukkan pengaruh yang nyata pada peningkatan P tersedia sebab aktivitas BPF yang kurang optimal. Menurut Kartikawati *et al.* (2017) keuntungan aplikasi mikroba pelarut fosfat juga dapat diperoleh dari produksi hormon tumbuh disamping pelarutan fosfat. Berkaitan dengan pemberian amelioran organik sebagai perlakuan yang dapat menjadi sumber P tanaman, diperlukan pula mikroba pendegradasi P organik. Peran mikroba dalam memineralisasi P-organik sangat penting bagi ketersediaan P untuk tanaman (Arifin *et al.*, 2021).

Komponen Hasil Tanaman Jagung

Interaksi terjadi pada pemberian pupuk hayati dan amelioran organik dengan dosis pupuk NPK terhadap bobot tongkol berkelobot pada 15 MST (Tabel 5). Pemberian pupuk hayati dan amelioran organik yang diberikan bersama pupuk NPK

100% berinteraksi menghasilkan bobot tongkol berkelobot per tanaman yang tinggi walaupun tidak berbeda dengan pemberian pupuk hayati dengan pupuk NPK 100%.

Pada perlakuan pupuk hayati atau amelioran yang ditambahkan dengan dosis pupuk anorganik unsur hara N, P, dan K tersedia dalam jumlah seimbang sehingga mampu memberikan keseimbangan unsur hara makro bagi tanaman. Hasil penelitian (Astuti, 2014) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk NPK dapat meningkatkan produksi bobot tongkol basah. Hasil yang sama diperoleh dengan menggunakan pupuk hayati yang ditambahkan pupuk anorganik yang dapat meningkatkan bobot tongkol (Tania & Budi, 2012). Unsur hara yang cukup akan menyebabkan kegiatan penyerapan hara dan fotosintesis berjalan dengan baik karena fotosintat akan meningkat dan berpengaruh pada pembentukan tongkol (Firmansyah *et al.*, 2017).

Tabel 5. Efek Interaksi Pupuk Hayati dan Amelioran Organik Dengan Pupuk NPK terhadap Bobot Tongkol Berkelobot Per Tanaman Jagung (g)

Perlakuan	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄
a ₀	995,67a C	943,17 a B	907,17a B	887,00 a A
a ₁	1169,34b C	1002,84 b B	974,50 c B	937,00 b A
a ₂	1008,67a C	941,50 a B	921,00 b A	910,84 ab A
a ₃	1195,34b C	1004,33 b B	934,67 b A	916,00 ab A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 5%. Huruf besar dibaca horizontal huruf kecil dibaca vertikal. a₀ : kontrol, a₁ : pupuk hayati, a₂ : amelioran, a₃ : pupuk hayati dan amelioran. p₁ : 100% pupuk NPK, p₂ : 80% pupuk NPK, p₃ : 60% pupuk NPK, p₄ : 40% pupuk NPK

Pemberian pupuk hayati dan amelioran organik yang diberikan bersama pupuk NPK 100% berinteraksi menghasilkan bobot tongkol tanpa kelobot per tanaman yang

tinggi walaupun tidak berbeda dengan pemberian pupuk hayati ditambah pupuk NPK 100% (Tabel 6). Pemberian pupuk hayati dan amelioran organik disertai pupuk NPK

100% dan yang tanpa diberi amelioran menghasilkan bobot tongkol tanpa kelobot sebesar 1.089 g dan 1.064 g per tanaman, lebih tinggi 18,78% dan 16,87% dibandingkan hanya menggunakan pupuk NPK 100%. Hal tersebut memperlihatkan bahwa pemberian pupuk hayati mendukung hasil bobot tongkol tanpa kelobot yang tinggi

dibandingkan pemberian amelioran organik disertai NPK 100%. Kinerja pupuk hayati dapat memicu ketersediaan hara di dalam tanah dan meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk diserap oleh tanaman jagung sehingga menghasilkan bobot tongkol jagung tanpa kelobot yang tinggi.

Tabel 6. Efek Interaksi pupuk hayati dan amelioran organik dengan pupuk NPK terhadap bobot tongkol tanpa kelobot per tanaman jagung (g)

Perlakuan	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄
a ₀	884,50 a C	829,50 a B	796,00 a AB	773,50 a A
a ₁	1064,00 b D	929,00 b C	863,00 b B	825,00 b A
a ₂	898,34 a C	830,67 a C	810,00 a AB	799,17 ab A
a ₃	1089,00 b C	898,50 b B	823,67 a A	821,00 b A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 5%. Huruf besar dibaca horizontal huruf kecil dibaca vertikal. a₀ : kontrol, a₁ : pupuk hayati, a₂ : amelioran, a₃ : pupuk hayati dan amelioran. p₁ : 100% pupuk NPK, p₂ : 80% pupuk NPK, p₃ : 60% pupuk NPK, p₄ : 40% pupuk NPK.

Unsur hara makro yang terdapat dalam pupuk NPK diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang diserap dalam bentuk anion dan kation (Farrasati *et al.*, 2021). N dan P dibutuhkan oleh tanaman karena reaksi enzimatik dalam proses metabolisme tanaman, yang dibantu dengan aktivitas mikroba, agar unsur hara lebih mudah diserap oleh tanaman, sehingga dapat maksimal pada proses penyerapannya. Banyaknya ruas yang terbentuk akibat pemanjangan batang dan penambahan jumlah daun akan memungkinkan jumlah tongkol yang dibentuk juga lebih banyak (Subandi *et al.*, 2017).

Berdasarkan Tabel 7, pengaruh mandiri pupuk hayati dan atau amelioran organik berpengaruh nyata terhadap bobot pipilan jagung per tanaman. Pemberian Pupuk

hayati dan amelioran organik serta perlakuan pupuk hayati tanpa amelioran meningkatkan bobot pipilan per tanaman dibandingkan kontrol. Hal tersebut diduga akibat aktivitas bakteri yang terdapat dalam pupuk hayati dapat meningkatkan ketersediaan hara yang baik untuk pembentukan biji pada tongkol tanaman jagung.

Pupuk hayati yang diaplikasikan mengandung bakteri pelarut P (*Bulkholderia vietnamiensis* dan *Enterobacter ludwigii*). Pemberian pupuk hayati bakteri pelarut fosfat merupakan salah satu usaha dalam meningkatkan ketersediaan P tanah untuk diserap tanaman sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan sekaligus menurunkan pemakaian pupuk kimia fosfat. Menurut Soelaeman *et al.* (2017) pemberian pupuk anorganik disertai

biochar atau pupuk hayati mikroba pelarut P, maupun pupuk kandang pada tanaman jagung di lahan kering masam menyebabkan peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung.

Tabel 7. Efek Mandiri pupuk hayati dan amelioran organik dengan pupuk NPK terhadap bobot pipilan per tanaman

Perlakuan	Bobot pipilan per tanaman (g)	
a ₀ : kontrol	495,34	a
a ₁ : pupuk hayati	524,07	b
a ₂ : amelioran	490,50	a
a ₃ : pupuk hayati dan amelioran	526,08	b
p ₁ : 100% pupuk NPK	539,08	d
p ₂ : 80% pupuk NPK	522,75	c
p ₃ : 60% pupuk NPK	498,83	b
p ₄ : 40% pupuk NPK	482,16	a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%. a₀ : kontrol, a₁ : pupuk hayati, a₂ : amelioran, a₃ : pupuk hayati dan amelioran. p₁ : 100% pupuk NPK, p₂ : 80% pupuk NPK, p₃ : 60% pupuk NPK, p₄ : 40% pupuk NPK.

Pupuk hayati mikroba pelarut fosfat mengandung mikroba nonsimbiotik yang dapat menyediakan hara P di dalam tanah melalui aktivitas pelarutan P tidak tersedia oleh kelompok mikroba pelarut P, sehingga P dapat diserap tanaman (Setiawati *et al.*, 2014). Dihasilkannya asam-asam organik oleh mikroba pelarut fosfat menyebabkan meningkatnya pelarutan P tak tersedia menjadi P tersedia di dalam tanah, akibatnya terjadi peningkatan serapan P oleh akar tanaman serta hasil pipilan jagung akan meningkat (Arifin *et al.*, 2021). Unsur P pada tanaman jagung berperan dalam pembentukan biji. Di dalam pupuk hayati biasanya terdapat bakteri penambat N.

Bakteri penambat N yang terdapat di dalam pupuk hayati diantaranya *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum*. Sp (Kantikowati & Firmansyah, 2019). Pemberian pupuk hayati dan amelioran menghasilkan pipilan kering jagung sebesar 526,08 g sedangkan pemberian pupuk NPK 100% menghasilkan 539,08 g pipilan kering jagung.

Pada perlakuan p₁ apabila dikonversikan dalam t ha⁻¹ yaitu sebesar 5,9 t ha⁻¹ ini masih jauh dibawah dari hasil di dalam deskripsi jagung Bisi-2 yaitu 8,9 t ha⁻¹ pipilan kering. Menurut Asghar *et al.* (2010) proses pengisian biji berkaitan dengan ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Biji jagung dibentuk dari unsur hara yang diserap dan diakumulasikan ke dalam daun, kemudian fotosintat dalam bentuk protein akan digunakan untuk membentuk biji. Unsur hara di dalam tanah yang rendah akan berpengaruh terhadap pertumbuhan, perkembangan tongkol, dan penurunan jumlah biji pada tongkol yang mengakibatkan tongkol mengecil dan hasil menurun (Wahyudin *et al.*, 2018). Pembentukan tongkol jagung tidak sempurna dan kecil disebabkan karena kekurangan unsur P (Hardjowigeno, 1987). Munawar (2018) menyatakan bahwa pemberian pupuk N yang tidak optimal pada tanaman jagung mengakibatkan jumlah tongkol dan jumlah biji menurun per satuan luas. Berkurangnya pasokan karbohidrat pada fase pengisian biji mengakibatkan ukuran biji menjadi kecil. Nugroho, (2015) menjelaskan pula bahwa apabila kebutuhan unsur hara bagi tanaman jagung terpenuhi akan menyebabkan metabolisme tanaman berjalan secara optimal, terjadi peningkatan akumulasi metabolit pada saat pembentukan biji, akibatnya ukuran dan bobot biji yang terbentuk akan maksimal.

SIMPULAN

1. Interaksi terjadi antara pupuk hayati dan atau amelioran organik dengan NPK dalam meningkatkan tinggi tanaman, N-total tanah, bobot tongkol berkelobot, dan bobot tongkol tanpa kelobot.
2. Perlakuan mandiri pupuk anorganik berpengaruh terhadap P-tersedia tanah. Sedangkan pupuk hayati dan atau amelioran serta pupuk NPK berpengaruh terhadap jumlah daun dan pipilan jagung pada Inceptisols asal Pasir Banteng.
3. Pemberian pupuk hayati dan amelioran dengan pupuk NPK 100% dosis anjuran mampu menghasilkan bobot tongkol tanpa kelobot sebesar 1089,00 g per tanaman dan menghasilkan 526,08 g pipilan, sedangkan pemberian pupuk NPK 100% menghasilkan 539,08 g pipilan kering jagung. Pemberian pupuk hayati dan amelioran belum mampu mengurangi dosis pupuk NPK pada Inceptisols asal Pasir Banteng.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada Universitas Padjadjaran atas dana yang diberikan melalui Academic Leadership Grants Universitas Padjadjaran 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, H., Jouannic, S., Escoute, J., Duval, Y., Verdeil, J., & Tregear, J. W. (2005). Reproductive developmental complexity in the African oil palm (*Elaeis guineensis*, Arecaceae). *American Journal of Botany*, 92(11), 1836–1852.
- Akil, M., Syafruddin, & Bunyamin, Z. (2015). Pemanfaatan pupuk hayati untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik pada budidaya tanaman jagung. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*, 222–230.
- Arifin Z., Susilowati L.E., Kusumo B.H., & Ma'shum, M. (2021). Potensi pupuk hayati fosfat dalam mengefisiensi penggunaan pupuk P- Anorganik pada tanaman jagung. *Prosiding SAINTEK*, 545–554.
- Asghar, A., Ali, A., Syed, W. H., Asif, M., Khaliq, T., & Abid, A. A. (2010). Growth and yield of maize (*Zea mays* L.) cultivars affected by NPK application in different proportion. *Pakistan Journal of Science*, 62(4), 211–216.
- Astuti, S. D. (2014). Pengaruh waktu pemberian dan dosis pupuk npk pelangi terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis varietas Sweet Boys (*Zea mays* Saccharata Sturt). *Agrifor*, 13(2), 213–222.
- Bastiana A., & Trisnaningsih, U. S. W. (2013). Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* var.saccharata Sturt.) Kultivar Bonanza F1. *Jurnal Agrijati*, 22(1), 1–19.
- Farrasati, R., Pradiko, I., Rahutomo, S., & Ginting, E. N. (2021). Pemupukan melalui tanah serta daun dan kemungkinan mekanismenya pada tanaman kelapa sawit. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 26(1), 7–19.
- Firmansyah, I., Syakir, M., & Lukman, L. (2017). Pengaruh Kombinasi Dosis Pupuk N, P, dan K Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.). *Hortikultura*, 27(1), 69–78. <https://doi.org/10.21082/jhort.v27n1.2017>.
- Gomez, A. A., & Gomez, K. A. (1995). *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. UI press.

- Hardjowigeno, S. (1987). *Ilmu tanah*. Penerbit Akademika Pressindo, Jakarta.
- Herlina, N., & Fitriani, W. (2017). Pengaruh persentase pemangkasan daun dan bunga jantan terhadap hasil tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Biodjati*, 2(2), 115–125.
- Kantikowati, E., & Firmansyah, C. (2019). Pengaruh pemberian konsentrasi pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kubis (*Brassica oleracea* L.) Varietas Green Coronet. *AGRO TATANEN Jurnal Ilmiah Pertanian*, 2(1), 43–52.
- Kartikawati, A., Trisilawati, O., & Darwati, I. (2017). Pemanfaatan pupuk hayati (biofertilizer) pada tanaman rempah dan obat. *Perspektif*, 16(1), 33–43.
- Komalasari, W. B. (2019). Jagung. *Buletin Konsumsi Pangan*, 10(1).
- Maftu'ah, E., Maas, A., Syukur, A., & Purwanto, B. H. (2013). Efektivitas amelioran pada lahan gambut terdegradasi untuk meningkatkan pertumbuhan dan serapan NPK tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var. saccharata). *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 41(1).
- Munawar, A. (2018). *Kesuburan tanah dan nutrisi tanaman*. PT Penerbit IPB Press.
- Nugroho, W. S. (2015). Penetapan standar warna daun sebagai upaya identifikasi status hara (N) tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada Tanah Regosol. *PLANTA TROPIKA: Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*, 3(1), 8–15.
- Panikkai, S., Nurmalina, R., Mulatsih, S., & Purwati, H. (2017). Analisis ketersediaan jagung nasional menuju swasembada dengan pendekatan model dinamik. *Informatika Pertanian*, 26(1), 41–48.
- Roni, N. G., Witariadi, N. M., Candraasih, K. N. N., & Siti, N. W. (2013). Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat untuk meningkatkan produktivitas kudzu tropika (*Pueraria phaseoloides* Benth.). *Pastura*, 3(1), 13–16.
- Setiawati, M R, Fitriatin, B. N., & Herdiyantoro, D. (2014). Karakterisasi isolat bakteri pelarut fosfat untuk meningkatkan ketersediaan p pada media kultur cair tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Bionatura*, 16(1).
- Setiawati, M. R., Sofyan, E. T., Nurbaity, A., Suryatmana, P., & Marihot, G. P. (2018). Pengaruh aplikasi pupuk hayati, vermikompos dan pupuk anorganik terhadap kandungan N, populasi *Azotobacter* sp. dan hasil kedelai edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) Pada Inceptisols Jatinangor. *Agrologia*, 6(1).
- Simanungkalit, R. D. M. (2001). Aplikasi pupuk hayati dan pupuk kimia: suatu pendekatan terpadu. *Buletin AgroBio*, 4(2), 56–61.
- Simarmata, T., Joy, B., & Danapriatna, N. (2012). Peranan penelitian dan pengembangan pertanian pada industri pupuk hayati (biofertilizer). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pemupukan Dan Pemulihan Lahan Terdegradasi, Bogor*, 29–30.
- Soelaeman, Y., Maswar, M., & Haryati, U. (2017). Pemanfaatan Pembena tanah dan mikroba pelarut P untuk meningkatkan efektivitas pupuk NPK pada usahatani jagung di lahan kering masam. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 1(1), 45–52.
- Subandi, M., Hasani, S., & Satriawan, W. (2017). Efisiensi Pupuk nitrogen dan fosfor dengan penambahan pupuk hayati pada tanaman jagung (*Zea mays* L.) Varietas Pertiwi-3. *JURNAL ISTEK*, 10(1).
- Subekti, N. A., Syafruddin, R. E., & Sunarti, S. (2007). Morfologi tanaman dan fase pertumbuhan jagung. *Di Dalam: Jagung, Teknik Produksi Dan*

- Pengembangan. Jakarta (ID): Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Pangan.*
- Sudirja, R., Joy, B., Yuniarti, A., Sofyan, E. T., Mulyani, O., & Mushfiroh, A. (2017). Beberapa sifat kimia tanah inceptisol dan hasil kedelai (*Glycine max* L.) akibat pemberian bahan amelioran. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi*, 198–205.
- Sudirja, R., Machfud, Y., Sofyan, E. T., Joy, B., Rosniawaty, S., & Ros, R. (2018). Pengaruh organo-mineral terhadap beberapa sifat kimia tanah dan hasil jagung pada ultisol Jatinangor. *Soilrens*, 16(1).
- Sulaeman, Y., & Erfandi, D. (2017). Pengaruh kombinasi pupuk organik dan anorganik terhadap sifat kimia tanah, dan hasil tanaman jagung di lahan kering masam. *Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 20(1), 1–12.
- Tania, N., & Budi, S. (2012). Penegaruh pemberian pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil jagung semi pada tanah podsolik merah kuning. *Jurnal Sains Mahasiswa Pertanian*, 1(1).
- Wahyudin, A., Widayat, D., Wicaksono, F. Y., Irwan, A. W., & Hafiz, A. (2018). Respons tanaman jagung (*Zea mays* L.) hibrida terhadap aplikasi paraquat pada lahan tanpa olah tanah (TOT). *Kultivasi*, 17(3), 738–743.