

EFEKTIVITAS PUPUK ANORGANIK BERBASIS FOSFAT DALAM MENINGKATKAN SERAPAN HARA DAN PRODUKSI TANAMAN JAGUNG (*Zea mays*)

**Rizki Maulana Ishaq^{*1)}, Muhammad Hilmi²⁾, Syahrul Kurniawan¹⁾,
Muhammad Taufiq Hidayat¹⁾, Wardiman W Katili³⁾, dan Tri Utami³⁾**

¹⁾Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

²⁾Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

³⁾PT Petrokimia Gresik Tbk.

^{*}Email korespondensi: rm.ishaq@ub.ac.id

ABSTRAK

Produksi jagung yang menurun pada tahun 2023 dibanding tahun 2022 mengakibatkan impor jagung meningkat tajam. Upaya meningkatkan produksi jagung dapat dilaksanakan dengan aplikasi pupuk majemuk berimbang. Penelitian dilakukan di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya di Jatikerto, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang. Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari 7 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan terdiri atas: 1) P0=kontrol (tanpa pemupukan), 2) P1=100% pupuk dasar, 3) P2=urea 400 kg/ha+rock phosphate 150 kg/ha+KCl 75 kg/ha, 4) P3=urea 400 kg/ha+pupuk fosfat uji 150 kg/ha+KCl 75 kg/ha, 5) P4=urea 400 kg/ha+pupuk fosfat uji 200 kg/ha+KCl 75 kg/ha, 6) P5=urea 400 kg/ha+pupuk fosfat uji 250 kg/ha+KCl 75 kg/ha, 7) P6=urea 400 kg/ha+pupuk fosfat uji 300 kg/ha+KCl 75 kg/ha. Data dianalisa anova dan dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%. Selanjutnya dilakukan analisa korelasi dan regresi untuk melihat hubungan dan pengaruh antar parameter. Hasil penelitian menunjukkan Aplikasi pupuk anorganik berbasis fosfat secara signifikan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang), produksi jagung (panjang dan diameter tongkol, berat kering pipilan), dan serapan unsur hara tanaman. Dosis aplikasi pupuk fosfat Uji (~300 kg/ha) mampu meningkatkan serapan hara tanaman dan produksi jagung, sedangkan dosis aplikasi (200-250 kg/ha) pupuk fosfat uji merupakan dosis pupuk optimal dalam meningkatkan kandungan P total dan P tersedia tanah. Hubungan antara serapan P dengan produksi tanaman jagung memiliki hubungan yang positif dengan tingkat keeratan yang kuat yang berarti dengan serapan hara P yang tinggi dapat meningkatkan produksi tanaman jagung.

Kata kunci: efektivitas, jagung, fosfat, serapan hara, *Zea mays*

ABSTRACT

Corn production decreased in 2023 compared to 2022, resulting in corn imports increasing sharply. Efforts to increase corn production can be carried out by applying balanced compound fertilizer. The research was conducted at the experimental field of the Faculty of Agriculture, Brawijaya University in Jatikerto, Kepanjen District, Malang Regency. The research design used a randomized block design (RAK) consisting of 7 treatments with 3 replications.

Treatments consisted of: 1) P0=control (without fertilization), 2) P1=100% basic fertilizer, 3) P2=urea 400 kg/ha+rock phosphate 150 kg/ha+KCl 75 kg/ha, 4) P3= urea 400 kg/ha+phosphate fertilizer test 150 kg/ha+KCl 75 kg/ha, 5) P4=urea 400 kg/ha+phosphate fertilizer test 200 kg/ha+KCl 75 kg/ha, 6) P5=urea 400 kg/ha+test phosphate fertilizer 250 kg/ha+KCl 75 kg/ha, 7) P6=urea 400 kg/ha+test phosphate fertilizer 300 kg/ha+KCl 75 kg/ha. The data was analyzed by ANOVA and continued with the DMRT test at 5% level. Next, correlation and regression analysis was carried out to see the relationship and influence between parameters. The research results show that the application of phosphate-based inorganic fertilizer can significantly increase plant growth (plant height, number of leaves, stem diameter), corn production (length and diameter of cobs, dry weight of shells), and plant nutrient uptake. The application dose of test phosphate fertilizer (~300 kg/ha) was able to increase plant nutrient uptake and corn production, while the application dose (200-250 kg/ha) of test phosphate fertilizer was the optimal fertilizer dose in increasing total P content and soil available P. The relationship between P uptake and corn production has a positive relationship with a strong level of closeness, which means that high P nutrient uptake can increase corn production.

Keywords: effectiveness, corn, phosphate, nutrient uptake, Zea mays

PENDAHULUAN

Luas panen jagung pipilan pada 2023 mencapai 2.48 juta ha. Hal ini merupakan penurunan sebanyak 0.29 juta ha atau 10.43% dibandingkan luas panen pada 2022 yang sebesar 2.76 juta ha. Produksi jagung pun menurun. Produksi pipilan kering dengan kadar air 14% pada 2023 sebesar 14.77 juta ton, berkurang sebesar 1.75 juta ton atau 10.61% dibanding tahun 2022 yang sebesar 16.53 juta ton. (BPS, 2024). Sementara itu impor komoditas jagung sepanjang 2023 meningkat tajam sebesar 363% menjadi 1.24 juta ton (Okti, 2024).

Hal ini menunjukkan bahwa produksi jagung di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan jagung nasional. Jawa Timur salah satu produsen jagung terbesar di Indonesia dengan sumbangan sebanyak 23.16% terhadap produksi jagung nasional dengan luas panen jagung nasional sebesar 25.26%. Berdasarkan data BPS (2020) produktivitas tanaman jagung di Kabupaten Malang sebesar 5.79 ton/ha dan produktivitas di Pulau Jawa sebesar 6.01 ton/ha.

Salah satu faktor yang menunjang tanaman untuk tumbuh dan berproduksi secara optimal adalah ketersediaan unsur hara dalam jumlah cukup dalam tanah

(Tando, 2018). Hasil optimal dapat ditingkatkan dengan pemupukan yang tepat, baik dosis, waktu maupun jenis pupuk. Pemupukan menjadi bagian penting dalam memberikan input unsur hara bagi tanaman ke dalam tanah, termasuk fosfor. Unsur hara P_2O_5 memiliki fungsi penting dalam penyusunan senyawa adenosin triposfat (ATP) yang berperan sebagai sumber energi pada reaksi gelap fotosintesis dan nukleoprotein, sistem informasi genetik (DNA dan RNA), membran sel (fosfolipid) dan fosfoprotein (Lambers, *et al.*, 2008). Kebutuhan unsur hara dalam menunjang pertumbuhan dan produksi tanaman jagung dipengaruhi oleh kondisi lahan, di antaranya kondisi kesuburan tanahnya.

Lokasi penelitian di lahan Jatikerto termasuk jenis tanah Alfisols. Jenis tanah ini memiliki permasalahan utama ketersediaan hara P rendah. Rendahnya ketersediaan hara P pada tanah Alfisols karena kandungan liat yang tinggi, pH tanah yang masam, dan adanya unsur Al dan Fe yang mengikat unsur P menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Nursyamsi dan Setyorini, 2019; Nurhidayati, 2017). Salah satu solusi cepat dalam menyediakan hara P bagi tanaman adalah pengaplikasian pupuk anorganik P. Hasil penelitian sebelumnya penggunaan pupuk anorganik SP-36 dosis 150 kg/ha menghasilkan produktivitas tanaman jagung mencapai 21.16 ton/ha (Solihin, *et al.*, 2019). Aplikasi pupuk anorganik fosfat alam mampu mengoptimalkan tinggi tanaman, panjang tongkol, diameter tongkol, dan bobot tongkol basah (Sugiono dan Purwanti, 2019). Dalam jangka pendek pupuk P dapat meningkatkan ketersediaan hara P di dalam tanah, sedangkan dalam jangka panjang dapat meningkatkan P-organik di dalam tanah (Nurhidayati, 2017).

Berdasarkan hal tersebut terdapat potensi pengembangan pupuk fosfat dengan kandungan P_2O_5 sebesar 20% yang diperkaya dengan kandungan CaO sebesar 20%, dan MgO sebesar 3% yang lebih rendah dan lebih ekonomis dibandingkan pupuk P yang beredar di pasaran. Penelitian ini bertujuan melakukan uji coba aplikasi pupuk P jenis baru dengan kandungan P_2O_5 yang lebih rendah untuk mendapatkan dosis yang lebih efektif dan efisien.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Agro-Techno Park Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang pada bulan Juni-Oktober 2022. Secara geografis lahan percobaan ini terletak di ketinggian 329 m dpl dengan suhu udara 22.9 °C- 29.5 °C dan curah hujan 185 mm/bulan. Jenis tanah di daerah Jatikerto adalah tanah Alfisols.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan. Setiap petak percobaan berukuran 5 m x 2.1 m, antar petak dipisahkan oleh saluran irigasi selebar 0.5 m. Benih ditanam pada guludan dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm. Varietas benih jagung yang digunakan adalah Pertiwi 6 dengan umur panen ± 110 hari dan potensi hasil 12 ton/ha pipilan kering. Dosis pupuk anorganik yang digunakan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Dosis Aplikasi Pupuk Anorganik Makro Majemuk Pada Setiap Perlakuan Pada Tanaman Jagung

No	Kode	Perlakuan
1	P0	kontrol (tanpa pupuk)
2	P1	kontrol (urea 400 kg/ha + SP-36 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha)
3	P2	urea 400 kg/ha + rock phosphate 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha
4	P3	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha
5	P4	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 200 kg/ha + KCl 75 kg/ha
6	P5	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 250 kg/ha + KCl 75 kg/ha
7	P6	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 300 kg/ha + KCl 75 kg/ha

Pemupukan dilakukan menggunakan dosis sesuai perlakuan dan dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada 7 HST, 21 HST, dan 35 HST. Pupuk Urea diberikan dengan jumlah dosis seperempat pada 7 HST dan 21 HST, dan jumlah dosis setengah pada 35 HST. Pupuk KCl, SP-36, *rock phosphate*, dan pupuk fosfat uji diberikan dengan jumlah dosis penuh pada pemupukan 7 HST. Pengamatan yang dilakukan meliputi aspek tanaman dan aspek tanah. Untuk aspek tanaman yaitu serapan hara P, tinggi tanaman, diameter batang, kualitas

tongkol (diameter, panjang) dan berat segar & berat kering pipilan tongkol/ha. Aspek tanah awal dan akhir yang diamati yaitu pH tanah, P-total, dan P-tersedia.

Analisa Data

Data dianalisa ANOVA untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap parameter. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%. Untuk melihat hubungan antar parameter dilakukan analisa *Principles Component Analysis* (PCA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Kesuburan Tanah Sebelum Penelitian

Secara umum hasil analisa kesuburan tanah sebelum penelitian di lahan percobaan Jatikerto yang merujuk Balai Penelitian Tanah (2009) termasuk kriteria kesuburan rendah karena memiliki pH tanah masam 3.9- 4.8 dengan kandungan unsur hara N total 0.10%, kandungan P total dan K total tanah tergolong kriteria tinggi dan C organik 0.89% (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Analisa Kesuburan Tanah Sebelum Penelitian

Parameter	Satuan	Nilai	Kriteria*
pH H ₂ O	-	4.80	Masam
pH KCl	-	3.90	-
C Organik	%	0.89	Sangat rendah
N Total	%	0.10	Rendah
P Total	mg/100 g	56.4	Tinggi
K Total	mg/100 g	56.1	Tinggi
P tersedia	mg/100 g	0.83	Sedang

*Sumber: Kriteria unsur hara tanah berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009)

Aplikasi Pupuk Anorganik Berbasis Fosfat Terhadap Serapan Hara P

Mekanisme serapan hara pada tanaman melalui tiga proses, yaitu difusi, aliran massa, dan intersepsi akar. Smith (2002) menjelaskan terkait mekanisme serapan hara fosfat, bahwa akar tanaman akan memperoleh unsur hara fosfat dari larutan tanah. Pergerakan ion fosfat terjadi lambat melalui proses difusi dan hara fosfat yang telah diserap sekitar akar akan membentuk zona deplesi. Hasil

analisa statistik, aplikasi berbagai jenis pemupukan memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0.05$) terhadap serapan P pada saat panen jagung. Serapan unsur P tanaman pada saat panen berkisar antara 0.87-1.99 g/tanaman atau setara dengan 40-91 kg P/ha (jika jarak tanam 75 cm x 25 cm) (Tabel 3).

Serapan P tanaman pada perlakuan aplikasi pupuk P (Phonska, SP-36, phosphate, dan fosfat uji dosis 150-300 kg/ha) mampu meningkatkan serapan P tanaman 1.37-1.99 g/tanaman atau 111-129% lebih besar banding dengan kontrol tanpa pemupukan, kecuali pada perlakuan P3 (aplikasi fosfat uji dosis ~150 kg/ha). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis pupuk fosfat uji berdampak pada peningkatan P tersedia dalam tanah dan mendorong peningkatan serapan P tanaman.

Tabel 3. Pengaruh Aplikasi Pupuk Anorganik Makro Majemuk Berbasis Fosfat Terhadap Serapan Hara P

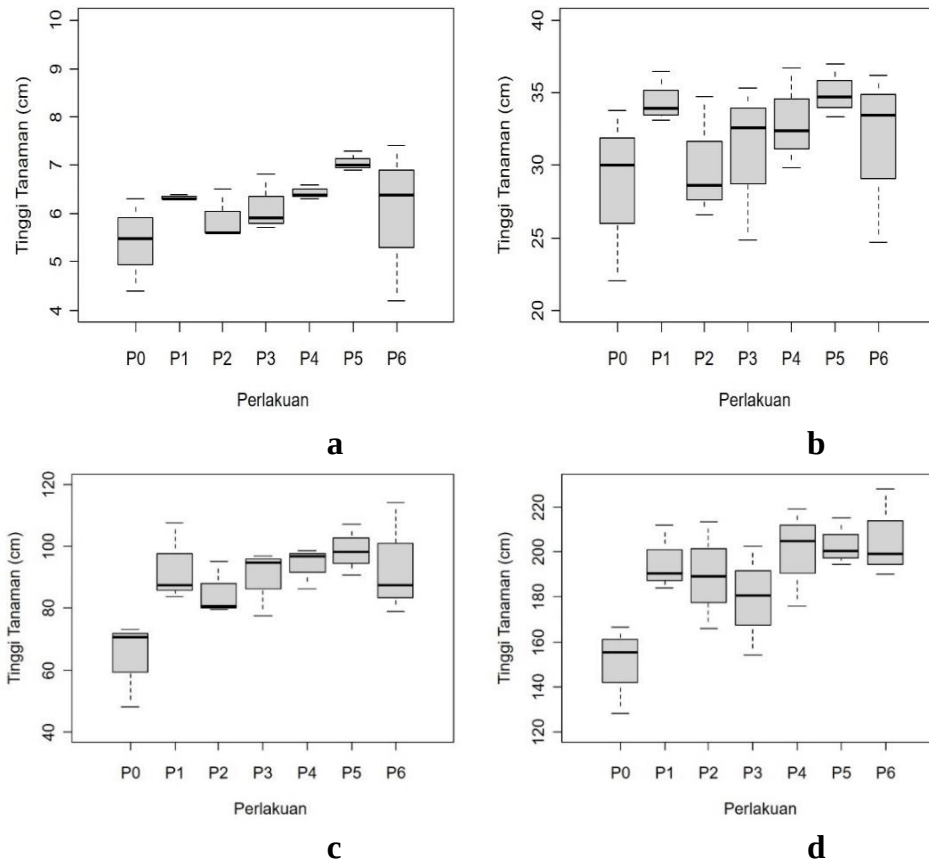
Kode	Perlakuan	Serapan P g/tanaman
P0	kontrol (tanpa pupuk)	0.87 a
P1	kontrol (urea 400 kg/ha+SP-36 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha)	1.91 b
P2	urea 400 kg/ha+rock fosfat 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha	1.93 b
P3	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha	1.37 ab
P4	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 200 kg/ha + KCl 75 kg/ha	1.97 b
P5	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 250 kg/ha + KCl 75 kg/ha	1.85 b
P6	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 300 kg/ha + KCl 75 kg/ha	1.99 b

Keterangan: angka yang diikuti oleh notasi huruf berbeda menunjukkan perbedaan antar perlakuan

Aplikasi Pupuk Anorganik Berbasis Fosfat Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung

Tinggi Tanaman Jagung

Aplikasi berbagai dosis pupuk anorganik berbasis fosfat tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0.05$) terhadap tinggi tanaman jagung yang berumur 2 dan 4 MST, tetapi pada umur tanaman jagung 6 dan 8 MST terdapat pengaruh nyata ($p < 0.05$). Hal ini karena pelepasan hara pada pupuk P tergolong lambat, perlu waktu lebih dari satu minggu untuk menyediakan hara dalam bentuk H_2PO_4^- atau HPO_4^{2-} yang dapat diserap oleh tanaman (Hanafiah, 2010).



Keterangan: P0= Kontrol (tanpa pemupukan); P1 = 100% Pupuk dasar; P2 = Urea 400 kg/ha + Rock Fosfat 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha; P3= Urea 400 kg/ha + Pupuk Fosfat Uji 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha; P4= Urea 400 kg/ha + Pupuk Fosfat Uji 200 kg/ha + KCl 75 kg/ha; P5= Urea 400 kg/ha + Pupuk Fosfat Uji 250 kg/ha + KCl 75 kg/ha dan P6= Urea 400 kg/ha + Pupuk Fosfat Uji 300 kg/ha + KCl 75 kg/ha

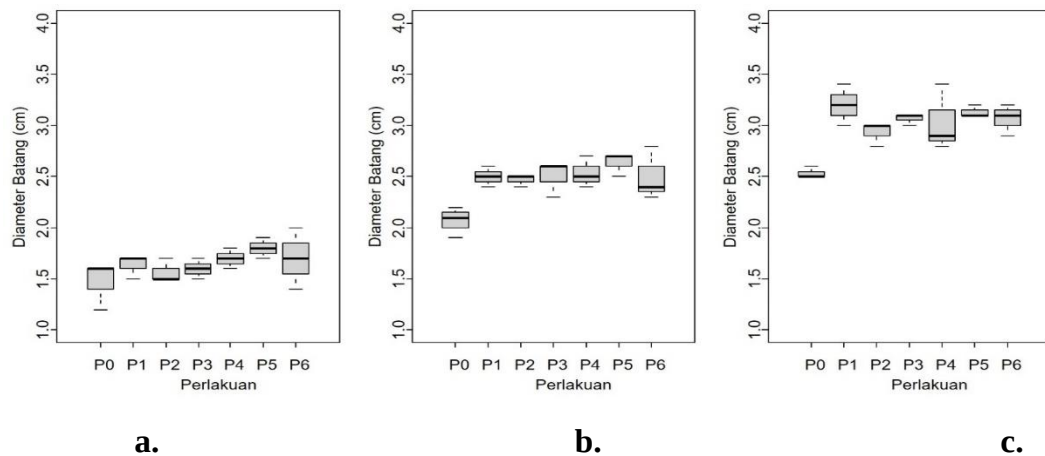
Gambar 1. Tinggi tanaman jagung pada berbagai perlakuan pupuk anorganik makro majemuk pada pengamatan a) 2 MST, b) 4 MST, c) 6 MST, dan d) 8 MST

Tinggi tanaman jagung 6 MST antara 63.93-98.67 cm dan yang tertinggi pada perlakuan P5 (Urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 250 kg/ha + KCl 75 kg/ha) dengan peningkatan sebesar 54% dibandingkan kontrol. Sedangkan pada umur 8 MST berkisar antara 150.2- 205.9 cm mengalami peningkatan 115% dibandingkan waktu pengamatan sebelumnya (6 MST), dengan tanaman tertinggi pada perlakuan P6 (Urea 400 kg/ha + Pupuk Fosfat Uji 300 kg/ha + KCl 75 kg/ha). Sejalan dengan hasil penelitian Fahmi, *et al* (2010) bahwa pada awal pertumbuhan tanaman jagung memiliki hasil yang tidak berbeda, tetapi pada akhir vegetatif tinggi tanaman jagung menunjukkan perbedaan. Pupuk anorganik berbasis fosfat dengan uji berbagai dosis (150 kg/ha, 200 kg/ha, 250

kg/ha, 300 kg/ha) memiliki efektivitas yang sama dengan pupuk berbasis fosfat lainnya dalam meningkatkan tinggi tanaman jagung.

Diameter Batang Tanaman Jagung

Pemberian pupuk anorganik makro majemuk dan kombinasinya memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap diameter batang tanaman jagung pada 6 dan 8 MST, tetapi tidak berpengaruh nyata 4 MST ($p > 0.05$). Pada 6 MST diameter batang meningkat hingga menjadi 2.08-2.63 cm dan terbesar pada perlakuan P5 (urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 250 kg/ha + KCl 75 kg/ha) dengan diameter batang sebesar 2,63 cm. Kecenderungan yang sama juga terjadi pada 8 MST di mana diameter batang secara signifikan dipengaruhi oleh aplikasi jenis pupuk ($p < 0.01$) (Gambar 2). Melati, *et al* (2020) menjelaskan pemupukan fosfat meningkatkan diameter batang secara nyata pada 6 MST pada seluruh dosis pemupukan. Irsyad dan Kastono (2019) menambahkan pemberian dosis pupuk anorganik 75% dan 100% menunjukkan pengaruh nyata pada luas daun, tinggi dan diameter batang tanaman.



Keterangan: P0= kontrol (tanpa pemupukan); P1 = 100% pupuk dasar; P2 = Urea 400 kg/ha + *rock phosphate* 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha; P3= urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha, P4= urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 200 kg/ha + KCl 75 kg/ha; P5= urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 250 kg/ha + KCl 75 kg/ha; P6= urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 300 kg/ha + KCl 75 kg/ha

Gambar 2. Diameter Batang Tanaman Jagung pada Berbagai Perlakuan Pupuk Anorganik Makro Majemuk

Aplikasi Pupuk Anorganik Berbasis Fosfat Terhadap Produksi Jagung

Pemberian berbagai dosis pupuk anorganik berbasis fosfat dan kombinasinya pupuk dasar (N, P, K) memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap semua parameter kualitas tongkol jagung, kecuali jumlah baris/tongkol (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa unsur hara sangat diperlukan dalam metabolisme tanaman untuk mendukung pertumbuhan maupun produksi tanaman.

Tabel 4. Kualitas Tongkol Jagung pada Berbagai Perlakuan Uji Efektivitas Pupuk Anorganik Makro Majemuk

Kode	Kualitas tongkol jagung					
	Berat Segar	Berat Kering	Berat Kering Pipil	Jumlah Baris	Panjang	Diameter
	---gram---				-cm-	
P0	112.7 a	106.2 a	66.3 a	15 a	11.3 a	4.8 a
P1	295.1 b	280.8 c	201.8 b	17 b	18.1 b	5.8 b
P2	303.6 b	287.0 c	199.1 b	17 b	18.2 b	5.8 b
P3	302.1 b	290.0 c	201.4 b	17 b	17.5 b	5.7 b
P4	287.2 b	281.3 c	200.5 b	17 b	18.8 b	5.7 b
P5	307.9 b	292.1 c	207.4 b	16 ab	19.1 b	5.7 b
P6	302.3 b	285.4 c	210.6 b	16 b	18.9 b	5.8 b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan antar perlakuan

Aplikasi pupuk secara signifikan meningkatkan berat segar dan berat kering masing-masing tongkol jagung. Berat segar/tongkol jagung pada berbagai perlakuan berkisar 112.7-307.9 g/tongkol dengan peningkatan mencapai 161% dibandingkan kontrol. Berat kering pipilan/tongkol jagung berkisar antara 66.3-210.6 g. Berdasarkan hasil penelitian ini, ukuran tongkol jagung juga secara signifikan dipengaruhi oleh aplikasi pupuk. Sama halnya dengan parameter kualitas tongkol jagung yang lain, aplikasi berbagai jenis pupuk mampu meningkatkan ukuran tongkol jagung baik panjang maupun diameter tongkol. Panjang tongkol jagung pada perlakuan pemupukan berkisar antara 16.9 hingga 19.1 cm (Tabel 4), dan secara rata-rata 61% lebih panjang dibandingkan kontrol. Secara keseluruhan parameter kualitas tongkol jagung, bila dibandingkan antar pupuk berbasis fosfat (SP-36, *rock phosphate*, pupuk fosfat uji baru) dengan dosis yang sama sebesar ~150 kg/ha, maka pupuk fosfat

uji baru dapat bersaing dan layak untuk budidaya tanaman jagung karena menghasilkan kualitas tongkol yang setara dengan pupuk fosfat lainnya.

Aplikasi pupuk berbasis fosfat yang dikombinasikan dengan pupuk urea dan KCl memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap produksi jagung baik berat segar tongkol maupun berat kering pipilan jagung (Tabel 5). Aplikasi berbagai jenis pupuk berbasis fosfat secara signifikan meningkatkan berat segar jagung per hektar. Produksi berat segar tongkol jagung setelah aplikasi pupuk berkisar antara 20.08 ton/ha hingga 21.32 ton/ha.

Tabel 5. Produksi Jagung pada Berbagai Perlakuan Uji Efektivitas Pupuk Anorganik Berbasis Phospat

Kode	Perlakuan	Produksi (Ton/ha)	
		Berat Segar tongkol	Berat kering pipilan
P0	kontrol (tanpa pupuk)	8.05 a	4.74 a
P1	kontrol (urea 400 kg/ha+SP-36 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha)	21.08 c	14.41 b
P2	urea 400 kg/ha+rock fosfat 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha	21.18 c	14.22 b
P3	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 150 kg/ha + KCl 75 kg/ha	21.13 c	14.39 b
P4	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 200 kg/ha + KCl 75 kg/ha	20.29 bc	14.32 b
P5	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 250 kg/ha + KCl 75 kg/ha	21.18 c	14.81 b
P6	urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 300 kg/ha + KCl 75 kg/ha	21.32 c	15.04 b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan antar perlakuan

Secara rata-rata, produksi berat segar tongkol akibat pemupukan tersebut lebih tinggi 160% dibandingkan kontrol/tanpa pemupukan, sedangkan produksi berat kering pipilan akibat pemupukan lebih tinggi 217.5% dibandingkan kontrol. Hasil penelitian tersebut menunjukkan produksi yang lebih besar dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Parhusip, *et al.* (2020) menggunakan pupuk fosfat alam 700 kg/ha menghasilkan berat kering pipilan sebesar 6.67 ton/ha. Hal ini menunjukkan pentingnya unsur hara pada fase generatif tanaman. Fosfor berperan dalam pembentukan buah,

biji, serta pemasakan pada tanaman. Utomo (2016) menyatakan bahwa fosfor berfungsi sebagai komponen penyusun nukleotida yang digunakan pada proses metabolisme tanaman dan hasil dari fotosintesis akan disalurkan ke hasil tanaman jagung berupa biji.

Aplikasi Pupuk Anorganik Berbasis Fosfat Terhadap Kadar Hara

Secara umum aplikasi pupuk berbasis fosfat memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0.05$) pada semua parameter terhadap pH tanah, P total, dan serapan P (Tabel 6), tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap P tersedia ($p > 0.05$). Kemasaman tanah yang diukur adalah kemasaman tanah aktual yaitu konsentrasi ion H^+ di larutan tanah. Hasil menunjukkan bahwa pH tanah pada akhir penelitian meningkat 17%-29% dari pH 4.8 menjadi pH 5.93 (masam menjadi agak masam) setelah penelitian. Kemasaman H_2O berkisar antara 5.63-6.20 pada akhir penelitian (Tabel 6) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk P dan kombinasinya dengan pupuk N dan K berpengaruh positif terhadap pH tanah. Hasil analisa sidik ragam pH tertinggi pada perlakuan P0 (kontrol) sebesar 6.2 (agak masam) dan terendah ada perlakuan P6 (urea 400 kg/ha + pupuk fosfat uji 300 kg/ha + KCl 75 kg/ha) sebesar 5.63 (agak masam).

Tabel 6. Aplikasi Berbagai Dosis dan Jenis Pupuk Fosfat Terhadap Kandungan Hara dan Serapan Hara Tanaman Jagung

Kode	pH	P Total (mg/kg)	P Tersedia (mg/kg)
P0	6.20 c	504.55 ab	10.96
P1	5.88 ab	509.26 ab	9.76
P2	6.16 c	388.84 a	9.11
P3	5.88 ab	372.85 a	6.73
P4	5.99 bc	564.75 b	9.59
P5	5.77 ab	630.67 c	13.25
P6	5.63 a	597.01 bc	11.02

Keterangan: angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan antar perlakuan.

Perubahan pH tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya presipitasi, respirasi, pengolahan tanah, bahan organik, dan mineral tanah (Hanafiah, 2010). Purba, *et al* (2015) menyatakan bahwa pupuk batuan fosfat alam meningkatkan pH tanah lebih baik dibandingkan bahan organik.

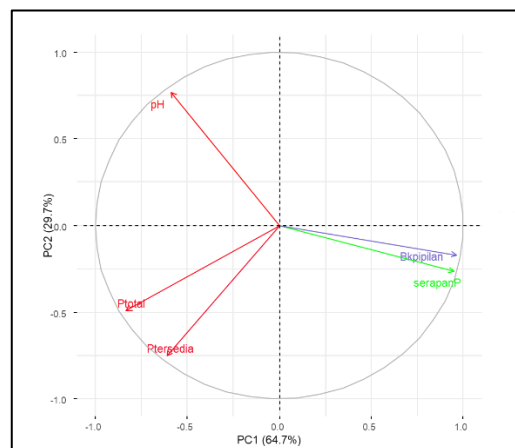
Peningkatan pH pada perlakuan kontrol disebabkan oleh kation basa yang tidak diserap oleh tanaman terjerap pada koloid tanah. Nurhidayati (2017) menyatakan bahwa tanaman dapat mengubah pH tanah penyerapan anion yang melepaskan OH^- , serta tanah alfisol memiliki kejenuhan basa lebih dari 35%.

Hasil pengukuran P total tanah pada akhir penelitian berkisar antara 372.85 mg/kg-630.67 mg/kg (Tabel 6) dengan dosis pupuk P yang sama (~150 kg/ha) menunjukkan sedikit perbedaan pada perlakuan P1 dan P2 dibandingkan P3. Hal ini diduga karena konsentrasi P dalam pupuk, meskipun dosisnya sama, dan P tersedia berubah menjadi bentuk tidak tersedia. Nurhidayati (2017) menyatakan bahwa pemupukan P meningkatkan P-total dalam tanah karena fosfat dalam bentuk tersedia yang tidak dimanfaatkan oleh tanaman berubah menjadi bentuk tidak tersedia. Penelitian menunjukkan peningkatan dosis pupuk fosfat uji berpengaruh signifikan terhadap P total tanah, namun dosis berlebihan (300 kg/ha) tidak berpengaruh signifikan dibandingkan dosis yang lebih rendah (200-250 kg/ha). Kandungan P total tanah tertinggi justru didapatkan pada aplikasi dosis 250 kg/ha. P tersedia pada akhir penelitian berkisar antara 6.73-13.25 mg/kg (Tabel 6). Analisa statistik menunjukkan peningkatan dosis pupuk fosfat uji tidak berpengaruh signifikan terhadap P tersedia tanah. Asril, *et al.* (2023) menyatakan bahwa pupuk anorganik menyediakan unsur hara dalam bentuk tersedia yang langsung diserap oleh tanaman.

Hubungan Antara P Tersedia, Serapan Hara P, dan Hasil Produksi Jagung

Hasil produksi tanaman jagung juga dipengaruhi oleh kesuburan tanah. Salah satu faktor yang mempengaruhi kesuburan tanah yaitu sifat kimia tanah. Menurut Handayanto, *et al* (2017) tanah yang subur merupakan tanah yang dapat menyediakan hara dalam bentuk tersedia. Salah satu cara untuk mendapatkan hara dalam bentuk tersedia adalah melalui pemupukan. Pemupukan P menjadi solusi dalam menyediakan unsur P dalam bentuk tersedia, sehingga pemupukan P memiliki hubungan terhadap produksi tanaman jagung. Berdasarkan *Principal Component Analysis* (PCA) (Gambar 3), hubungan antara serapan P dengan produksi tanaman jagung memiliki tingkat

keamatan yang kuat. Hal ini ditunjukkan dari arah panah antara produksi tanaman jagung (berat kering pipilan) dengan serapan P yang searah dan memiliki sudut yang terbentuk kurang dari 90° . Hal tersebut menunjukkan serapan P berhubungan dengan produksi tanaman jagung sangat nyata dan positif. Unsur hara P yang dapat diserap oleh tanaman merupakan unsur P-tersedia. Diduga bahwa semakin tinggi unsur hara yang diserap maka akan mempengaruhi hasil tanaman. Hal tersebut didukung oleh Utomo (2016) yang menjelaskan bahwa P-tersedia di dalam tanah dapat diserap oleh tanaman dan dapat berubah menjadi bentuk tidak tersedia melalui proses mobilisasi, pengendapan, dan adsorpsi. Menurut Nurhidayati (2017) unsur hara P di dalam tanah berbentuk P-larutan, P-labil, dan P-non labil. P-larutan mencakup H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} yang merupakan P-tersedia di dalam tanah.



Gambar 3. *Principal Component Analysis (PCA)* dari Serapan P, P-Tersedia, dan Produksi Tanaman Setelah Panen

KESIMPULAN

Aplikasi pupuk anorganik berbasis fosfat secara signifikan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang), produksi jagung (panjang dan diameter tongkol, berat kering pipilan), dan serapan unsur hara tanaman. Dosis aplikasi pupuk fosfat uji (~ 300 kg/ha) mampu meningkatkan serapan hara tanaman dan produksi jagung, sedangkan dosis aplikasi (200-250 kg/ha) pupuk fosfat uji merupakan dosis pupuk optimal dalam meningkatkan kandungan P total dan P tersedia tanah. Hubungan antara

serapan P dengan produksi tanaman jagung memiliki hubungan yang positif dengan tingkat keamatan yang kuat yang berarti dengan serapan hara P yang tinggi dapat meningkatkan produksi tanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

- Asril, M., N. Hardian, Basuki, A.A. Suhastyo, I.A.P. Septyani, Z. Abidin, Mahyati, T.T. Saadah, M. Paulina, A.S.A. Siahaan, Hasfiah, J. Tang, 2023. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah*. Medan.
- BPS. 2024. Pada 2023, Luas Panen Jagung Pipilan Mencapai 2,48 Juta Hektare. Produksi Jagung Pipilan Kering Dengan Kadar Air 14 Persen pada 2023 Sebesar 14,77 juta ton.
<https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2024/03/01/2377/pada-2023--luas-panen-jagung-pipilan-mencapai-2-48-juta-hektare--produksi-jagung-pipilan-kering-dengan-kadar-air-14-persen-pada-2023-sebesar-14-77-juta-ton-.html>.
- Fahmi, A., Syamsudin, S.N.H. Utami, B. Radjagukguk. 2010. *The Effect of Interaction of Nitrogen and Phosphorus Nutrients on Maize (Zea mays L.) Grown In Regosol and Latosol Soils*. Ber. Biol. 10: 297-304.
- Hanafiah, K.A. 2010. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Rajawali Persada. Jakarta
- Handayanto, E., N. Muddarisna, A. Fiqri. 2017. *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. UB Press. Malang.
- Irsyad, Y.M.M dan D. Kastono. 2019. Pengaruh Macam Pupuk Organik Cair dan Dosis Pupuk Anorganik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays L.*). *Vegetalika*. 8(4): 263-275.
- Lambers H., F.S. Chapin, T.L. Pons. 2008. *Plant Physiological Ecology*. 2nd Edition. Springer. New York.
- Okti, N.S. 2024. BPS: Impor Jagung 2023 Meroket 363%.
<https://bisnisindonesia.id/article/bps-impor-jagung-2023-meroket-363>.
- Melati, C., B.M.P. Prawiranegara, A.N. Flatian, E. Suryadi. 2020. *Growth, Yield and Phosphorus (32P) Uptake by Sweet Corn (Zea mays L. saccharata Sturt) Affected by Biochar and SP-36*. J. Ilm. Apl. Isot. dan Radiasi. 16: 67-76.
- Nurhidayati. 2017. *Kesuburan dan Kesehatan Tanah: Suatu Pengantar Penilaian Kualitas Tanah Menuju Pertanian Berkelanjutan*. Intimedia. Malang.

- Nursyamsi, D., D. Setyorini. 2019. Ketersediaan P Tanah-Tanah Netral dan Alkalin. *J. Tanah dan Iklim*. 3: 30-36.
- Parhusip, D., N. Hutapea, G. Harahap, T. Handayani, A. Thohir, N. Harahap, S.M. Harahap. 2020. Peningkatan Produksi Tanaman Jagung Melalui Pemberian Pupuk Anorganik Fosfat Alam. *Agrica Ekstensia*. 14(2).
- Purba, M.A., Fauzi, K. Sari. 2015. Pengaruh Pemberian Fosfat Alam dan Bahan Organik pada Tanah Sulfat Masam Potensial Terhadap P-Tersedia Tanah dan Produksi Padi (*Oryza sativa* L.). *Agroekoteaknologi*. 3: 938-948.
- Smith, F.W. 2002. *The Fosfat Uptake Mechanism*. *Plant Soil*. 245: 105-114.
- Solihin, E., R. Sudirja, A. Sandrawati, M. Damayani, N.N. Kamaluddin. 2019. Pengaruh Penambahan Dosis Pupuk Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) pada Inceptisol asal Jatinangor. *Soilrens*. 17: 31-37.
- Sugiono dan E.W. Purwanti. 2019. Efektivitas Pupuk Fosfat Alam pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agriekstensia*. 18(1).
- Tando, E. 2018. *Review*. Upaya Efisiensi dan Peningkatan Ketersediaan Nitrogen dalam Tanah serta Serapan Nitrogen pada Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Buana Sains*. 18(2): 171-180.
- Utomo, M., 2016. *Ilmu Tanah: Dasar-Dasar dan Pengelolaan*. Kencana. Jakarta.