

PENENTUAN BATAS KRITIS FOSFOR UNTUK PERTUMBUHAN BAWANG MERAH DI KABUPATEN BREBES, JAWA TENGAH

Determination of the Critical Limit of Phosphorus for Shallot Growth in Brebes Regency, Central Java

Arief Hartono^{1)*}, Desi Nadalia¹⁾ dan Muhammad Ramadhan Fauzi Sulistiono²⁾

¹⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

²⁾ Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

ABSTRACT

Determining the critical level of nutrients is one way to obtain information about the nutrients in the soil for particular crops. This information can be used to devise effective fertilization strategies. A study determined the best soil P extractor among Bray 1, Olsen, Mehlich I, and 25% HCl. The study also aimed to evaluate the effect of P fertilization and choose the critical limit of the P nutrient for shallot plants in Brebes Regency, Central Java. So as to determine the critical level of P in the soil, soil P was extracted from 16 locations across the Brebes Regency. P fertilization was done by applying KH_2PO_4 solution as much as 0, $\frac{1}{2}X$, X, and 2X, where X is the recommended dose of P fertilization in the form of P_2O_5 of 120 kg ha⁻¹. The plants were harvested six weeks after planting. The critical level of soil P was determined using the Cate-Nelson method. The study found that providing P fertilizer had no significant effect on plant height, the number of shoots, the number of leaves, the wet weight, and the dry weight of shallot plants. The Mehlich I method is the best soil P extractant in Brebes. Compared to other extraction methods, it has the highest correlation between soil P content and plant dry weight. The correlation values for Bray 1 and Mehlich I methods with plant dry weight were statistically significant and highly significant, respectively. Based on Mehlich I methods, the critical limit of soil P content to achieve 90% of the relative yield of shallots in Brebes district was 40 ppm P. Fertilization was recommended on soils with available soil P levels extracted by Mehlich I, namely less than or equal to 40 ppm P.

Keywords: Cate-Nelson, correlation, Mehlich I, relative yield

ABSTRAK

Penentuan batas kritis hara dapat dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai hara dalam tanah untuk tanaman tertentu. Informasi ini dapat digunakan untuk merancang strategi pemupukan yang efektif. Penelitian ini menentukan pengekstrak P tanah terbaik antara Bray 1, Olsen, Mehlich I, dan HCl 25%. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pemupukan P dan menentukan batas kritis hara P untuk tanaman bawang merah di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Oleh karena itu, untuk mengetahui batas kritis P dalam tanah, P tanah diekstraksi dari 16 lokasi di Kabupaten Brebes. Pemupukan P dilakukan dengan pemberian larutan KH_2PO_4 sebanyak 0, $\frac{1}{2}X$, X, dan 2X, dimana X adalah dosis anjuran pemupukan P berupa P_2O_5 sebanyak 120 kg ha⁻¹. Tanaman dipanen enam minggu setelah tanam. Batas kritis P tanah ditentukan dengan menggunakan metode Cate-Nelson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk P tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah tunas, jumlah daun, bobot basah, dan bobot kering tanaman bawang merah. Metode Mehlich I merupakan ekstraktan P tanah terbaik di Brebes. Dibandingkan dengan metode ekstraksi lainnya, metode ini memiliki korelasi tertinggi antara kandungan P tanah dan bobot kering tanaman. Nilai korelasi metode Bray 1 dan Mehlich I dengan bobot kering tanaman masing-masing nyata dan sangat nyata secara statistik. Berdasarkan metode Mehlich I, batas kritis kandungan P tanah untuk mencapai 90% hasil relatif bawang merah di Kabupaten Brebes adalah 40 ppm P. Pemupukan dianjurkan pada tanah dengan kadar P tersedia tanah yang diekstraksi dengan Mehlich I yaitu kurang dari atau sama dengan 40 ppm P.

Kata kunci: Cate-Nelson, korelasi, Mehlich I, produksi relatif

PENDAHULUAN

Bawang merah yang secara ilmiah dikenal dengan nama *Allium Ascalonicum* L merupakan salah satu jenis rempah-rempah yang banyak digunakan untuk menambah cita rasa pada makanan. Selain untuk keperluan kuliner, bawang merah juga banyak digunakan dalam pengobatan tradisional dan telah menjadi komoditas berharga bagi banyak orang. Bawang merah mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dan merupakan sumber pendapatan yang cukup besar bagi masyarakat yang tinggal di daerah sentra produksi seperti Kabupaten Brebes. Menurut penelitian

Muliana *et al.* (2018), kandungan hara P dan K di Kabupaten Brebes tergolong sedang hingga sangat tinggi. Petani di daerah tersebut menggunakan cara pengelolaan lahan, seperti membuat parit dan menimbun lumpur parit ke dalam bedengan, yang dapat menyebabkan penumpukan hara, terutama di lapisan bawah. Untuk meningkatkan kualitas dan produksi bawang merah guna memenuhi permintaan pasar, praktik pemupukan berimbang harus diintensifkan.

Pemupukan adalah praktik pertanian yang melibatkan penilaian potensi atau status hara tanah dan menentukan kebutuhan tanaman. Unsur hara sangat penting

*) Penulis Korespondensi: Telp. +62812-1108-782; hartono@apps.ipb.ac.id

bagi tanaman untuk tumbuh dan menghasilkan produksi yang optimal. Persyaratan pupuk yang tepat sangat penting, dan hal ini bergantung pada hubungan antara hasil uji tanah dan dosis pemberian pupuk yang diperlukan untuk mendapatkan hasil terbaik. Fosfor (P) merupakan salah satu hara penting yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan hasil optimal. P merupakan komponen enzim dan protein, ATP (*Adenosine Triphosphate*), RNA (*Ribonucleic Acid*), DNA (*Deoxyribonucleic Acid*), dan fitin yang berperan penting dalam proses fotosintesis, penggunaan gula dan pati, serta transfer energi. Tidak ada unsur hara lain yang dapat menggantikan fungsi P pada tanaman, sehingga sangat penting untuk memastikan tanaman mendapatkan cukup P untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Defisiensi P dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman lambat, lemah, dan terhambat. Namun penggunaan pupuk P yang berlebihan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan secara tidak langsung melalui limpasan air dan pencucian. Kelebihan P dalam tanah dapat hilang melalui aliran permukaan dan erosi tanah, sehingga menyebabkan eutrofikasi badan air.

Berbagai metode dapat digunakan untuk mengetahui ketersediaan P dalam tanah, dan pilihan metode ekstraksi mempengaruhi keakuratan pengukuran. Solusi ekstraksi yang digunakan juga memainkan peran penting. Berdasarkan penelitian sebelumnya, metode ekstraksi Bray 1 lebih akurat dibandingkan metode Mehlich 3 dan Olsen untuk tanah di Jawa Tengah dengan komoditas cabai merah (Hartono *et al.*, 2019). Cara ekstraksi P terbaik dapat ditentukan dengan mengkorelasikan kadar P tersedia dengan bobot kering tanaman.

Pemberian pupuk P dengan dosis berkisar antara 60 hingga 120 kg ha⁻¹ P₂O₅ pada tanah yang sudah mempunyai kandungan P tinggi tidak meningkatkan produksi bawang merah (Sumarni *et al.*, 2012). Untuk hasil panen yang optimal, ketersediaan P tanah harus berada di atas batas kritis (Fixen dan Grove, 1990). Jika nilai uji P tanah berada di bawah batas kritis seperti yang dikemukakan oleh Sucunza *et al.* (2018), P diasumsikan sebagai pembatas produksi, dan pemupukan P diharapkan memberikan respon yang positif. Nilai ambang kritis yang diperoleh menunjukkan bahwa status hara tanah mempunyai nilai uji tanah yang lebih rendah dari nilai tersebut. Ambang batas kritis tersebut termasuk dalam kelas rendah, sedangkan nilai yang lebih tinggi dari nilai ambang

kritis termasuk dalam kelas tinggi (Sirapa dan Tandisau, 2015). Metode grafik Cate-Nelson (Cate dan Nelson, 1971) memberikan dua kelas (kategori) pengujian tanah, yaitu kelas rendah (respon terhadap pemupukan) dan kelas tinggi (tidak ada respon terhadap pemupukan). Penentuan batas kritis hara P merupakan upaya memperoleh informasi jumlah hara P yang tersedia dalam tanah bagi tanaman bawang merah untuk melaksanakan strategi pemupukan P. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengeksrak P yang paling efektif antara Bray 1, Olsen, Mehlich 1, dan HCl 25%, mengevaluasi pengaruh pemupukan P terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah, dan menentukan batas kritis hara P untuk tanaman bawang merah di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 hingga Mei 2023 di rumah kaca Kebun Percobaan Cikabayan yang merupakan bagian dari Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah yang juga merupakan bagian dari Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan. Contoh tanah yang diuji diambil dari Kabupaten Brebes seperti terlihat pada Tabel 1. Berdasarkan Peta Tanah Provinsi Jawa Tengah skala 1:50.000 (BBSDL, 2017), tanah yang diteliti berasal dari bahan induk endapan lempung, batupasir berkapur, dan napal (Inceptisols).

Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi pengambilan contoh tanah, analisis laboratorium, dan analisis data. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor yaitu faktor dosis pupuk P dan faktor lokasi pengambilan contoh tanah. Penelitian dilakukan dalam empat perlakuan dan tiga ulangan pada setiap contoh tanah sehingga terdapat 192 satuan percobaan. Perlakuan yang diberikan adalah pemupukan P menggunakan KH₂PO₄ dengan empat taraf yaitu 0, ½ X, X, dan 2X kg ha⁻¹ P₂O₅ (di mana X = 120 P₂O₅ kg ha⁻¹) sesuai dosis anjuran Rosliani (2019). Perlakuan penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Lokasi pengambilan contoh tanah yang digunakan dalam penelitian

No	Kode Contoh Tanah	Koordinat GPS	Lokasi
1	B1	S 06°53'27.48" E 109°02'37.02"	Padasugih, Brebes, Brebes
2	B2	S 06°52'43.13" E 109°01'40.73"	Siasem, Wanasari, Brebes
3	B3	S 06°54'04.55" E 109°01'10.32"	Sidamulya, Wanasari, Brebes
4	B4	S 06°51'43.26" E 109°01'01.54"	Pesantunan, Wanasari, Brebes
5	B5	S 06°51'07.88" E 109°01'02.77"	Pesantunan, Wanasari, Brebes
6	B7	S 06°52'47.66" E 109°00'18.15"	Siasem, Wanasari, Brebes
7	B8	S 06°52'24.73" E 109°59'43.08"	Luwungragi, Bulakamba, Brebes
8	B9	S 06°55'17.54" E 108°58'24.82"	Tegalglagah, Bulakamba, Brebes
9	B10	S 06°50'39.60" E 109°03'06.15"	Pagejungan, Brebes, Brebes
10	B11	S 06°50'58.43" E 109°00'45.05"	Dumeling, Wanasari, Brebes
11	B12	S 06°54'13.33" E 108°59'16.31"	Banjaratma, Brebes, Brebes
12	B20	S 06°54'36.12" E 109°04'07.03"	Lembarawa, Brebes, Brebes
13	B21	S 06°56'36.66" E 109°02'32.92"	Klikiran, Jatibarang, Brebes
14	B22	S 06°57'48.46" E 109°00'56.00"	Wanacala, Songgom, Brebes
15	B23	S 06°57'42.84" E 108°53'08.52"	Cikeusal Kidul, Ketanggungan, Brebes
16	B24	S 06°56'22.08" E 108°53'20.94"	Sindang Jaya, Ketanggungan, Brebes

- P0 = Penambahan P₂O₅ sebanyak 0 kg ha⁻¹
 P1 = Penambahan P₂O₅ sebanyak 60 kg ha⁻¹
 P2 = Penambahan P₂O₅ sebanyak 120 kg ha⁻¹
 P3 = Penambahan P₂O₅ sebanyak 240 kg ha⁻¹

Model statistika yang digunakan dari rancangan percobaan ini sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- Y_{ijk} = Respon tanaman pada perlakuan faktor P taraf ke-i, faktor Lokasi ke-j pada ulangan ke-k
 μ = Rataan umum
 α_i = Pengaruh dosis pupuk P taraf ke-i
 β_j = Pengaruh lokasi ke-j
 (αβ)_{ijk} = Pengaruh interaksi antara perlakuan P ke-i dan perlakuan lokasi ke-j, pada ulangan ke-k
 ε_{ijk} = Pengaruh galat perlakuan P taraf ke-i, lokasi ke-j, pada ulangan ke-k
 i = 1, 2, 3, 4
 j = 1, 2, 3, ..., 16
 k = 1, 2, 3

Analisis ragam dilakukan untuk menilai pengaruh pemupukan P atau lokasi, serta interaksinya, terhadap parameter pertumbuhan. Selain itu, apabila analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada pengaruh pemupukan atau lokasi dan interaksinya, maka dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan yang signifikan.

Analisis Tanah

Contoh tanah dikumpulkan dari 16 lokasi dan P tanah yang tersedia diekstraksi dan ditentukan menggunakan empat metode berbeda yaitu Bray 1, Olsen, Mehlich 1, dan HCl 25%. Metode Bray 1 menggunakan 0,03 mol L⁻¹ NH₄F dan 0,025 mol L⁻¹ HCl sebagai larutan ekstraksi, metode Olsen menggunakan 0,5 mol L⁻¹ NaHCO₃ pH 8,5, metode Mehlich 1 menggunakan HCl 0,05 mol L⁻¹ dan 0,025 mol L⁻¹ H₂SO₄, dan metode HCl 25% menggunakan HCl dengan konsentrasi 25%. Sebelum dianalisis, contoh tanah dikeringkan, digiling, dan diayak dengan saringan 2 mm. Selain P tanah, sifat kimia tanah lainnya seperti pH H₂O 1:5, Kapasitas Tukar Kation (KTK) dengan pengekstrak NH₄OAc pH 7,0, C-organik dengan metode Walkley dan Black, dan N-Total dengan metode Kjeldahl juga dianalisis.

Uji Korelasi

Uji korelasi dilakukan untuk membandingkan dan menentukan metode ekstraksi P yang berbeda (Aprianto *et al.*, 2020). Penelitian ini menggunakan uji korelasi untuk memilih metode ekstraksi P yang paling efisien. Pengujian tersebut meliputi tiga tahap: (1) analisis contoh tanah menggunakan metode Bray 1, Olsen, Mehlich 1, dan HCl 25%; (2) menguji respon tanaman terhadap pemupukan pada berbagai dosis pupuk P; dan (3) mengkorelasikan hasil uji tanah dengan rata-rata bobot kering tanaman (Wijanarko dan Taufiq, 2008). Cara ekstraksi yang paling efektif ditentukan dengan mengevaluasi nilai koefisien korelasi (r)

antara nilai P yang diekstraksi (sumbu X) dengan rata-rata bobot kering tanaman pada perlakuan P0 (sumbu Y).

Percobaan di Rumah Kaca

Penanaman bawang merah dengan cara memotong 1/4 bagian pada umbi bagian atas yang berfungsi mempercepat pertumbuhan tunas (Nurhidayah *et al.*, 2016). Persiapan tanah di rumah kaca dimulai pada bulan September 2022 dan penanaman bawang merah di rumah kaca dimulai pada bulan Desember 2022.

Tanah diayak menggunakan saringan 5 mm ditimbang sebanyak 1000 g BKM (bobot kering mutlak) dan dimasukkan ke dalam polybag. Dosis Pupuk P terdiri dari 0 kg P₂O₅ ha⁻¹, 60 kg P₂O₅ ha⁻¹, 120 kg P₂O₅ ha⁻¹ dan 240 kg P₂O₅ ha⁻¹. Dosis pupuk P menjadi 0 ppm, 6 ppm, 12 ppm dan 24 ppm untuk tanah percobaan seberat 1000 g BKM. Sumber pupuk P adalah KH₂PO₄. Cara pemberiannya dilakukan dengan melarutkan KH₂PO₄ terlebih dahulu dengan air bebas ion, kemudian diberikan pada tanah sesuai dengan dosis yang telah ditentukan. Selain pemberian pupuk P, pupuk berupa Urea (46% N), ZA (21% N), dan KCl (60% K₂O) juga diberikan dengan dosis masing-masing 190 kg ha⁻¹, 87 kg ha⁻¹, dan 198 kg ha⁻¹. Pupuk ini terlebih dahulu dilarutkan dalam air bebas ion kemudian diaplikasikan ke dalam tanah masing-masing sebanyak 10 ml polibag⁻¹, disesuaikan dengan kebutuhan bobot tanah 1000 g BKM. Pemupukan dilakukan lima hari sebelum tanam bawang merah di polibag, dengan menanam satu individu tanaman bawang merah di setiap polibag. Penyiraman tanaman dilakukan setiap hari menggunakan air bebas ion dengan tetap menjaga kondisi tanah di sekitar kadar air kapasitas lapang. Pengamatan dilakukan sampai enam minggu setelah tanam (MST), dan variabel pertumbuhan tanaman yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah tunas, dan jumlah daun tanaman umur 5 dan 6 MST. Biomassa tanaman diambil pada 6 MST, dan ditentukan bobot basah dan keringnya.

Penentuan Batas Kritis

Metode grafik Cate-Nelson merupakan suatu cara untuk menentukan nilai uji tanah dalam kaitannya dengan produksi tanaman. Caranya adalah membagi produksi tanaman tanpa pemupukan dengan produksi maksimum dengan pemupukan, kemudian dikalikan dengan 100%. Batas kritis P dalam tanah ditemukan pada titik potong garis tegak lurus sumbu X dengan sumbu Y pada produksi relatif 90%. Ini membagi grafik menjadi empat kuadran, dengan kuadran 1 dan 3 sebagai daerah maksimum, dan kuadran 2 dan 4 sebagai daerah minimum. Titik potong garis vertikal (sejajar sumbu Y) dengan sumbu X disebut batas kritis nilai uji P, sedangkan titik potong sumbu Y disebut batas produksi dari produksi maksimum (dalam persentase dari produksi maksimum). Daerah di sebelah kiri batas kritis disebut daerah defisiensi, sedangkan daerah di sebelah kanan disebut daerah kecukupan (Cate dan Nelson, 1971). Produksi relatif diperoleh dari persamaan berikut:

$$\text{Produksi Relatif (\%)} = \frac{\text{Produksi tanpa pupuk P (P0)}}{\text{Produksi maksimum dari dosis pupuk P yang diberikan}} \times 100\%$$

Analisis Data

Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis menggunakan *Microsoft Excel* 2013 dan SPSS. Data kadar P tanah dan produksi relatif tanaman diolah menggunakan *Microsoft Excel* 2013. Setelah itu dilakukan uji korelasi dengan korelasi pearson pada aplikasi SPSS untuk mengukur hubungan antara bobot kering tanaman perlakuan P0 dengan kadar P pada tiap metode ekstraksi. Analisis ragam dilakukan untuk menentukan hubungan pemupukan P, lokasi serta interaksi pupuk P dan lokasi terhadap pertumbuhan bawang merah menggunakan software SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Beberapa Sifat Kimia Tanah Awal Lokasi Penelitian

Penilaian sifat kimia tanah didasarkan pada pedoman Balai Penelitian Tanah tahun 2009 yang dituangkan oleh Eviati dan Sulaeman (2009). Hasil analisis beberapa sifat kimia tanah awal dari 16 lokasi penanaman bawang merah di Kabupaten Brebes disajikan pada Tabel 2. Tanah di lokasi penelitian bersifat agak masam sampai agak basa dengan rata-rata pH H₂O netral. Kadar C-organik berada pada kategori rendah hingga sedang, dengan rata-rata rendah, dan N total pada kategori sangat rendah hingga rendah, dengan rata-rata rendah. KTK tinggi hingga sangat tinggi, dengan rata-rata tergolong tinggi. P-Bray 1 rendah hingga sangat tinggi, dengan rata-rata sangat tinggi.

Tabel 2. Hasil analisis beberapa sifat kimia tanah awal di lokasi penelitian

Kode Contoh Tanah	Lokasi	pH 1:5 H ₂ O	C-organik	N-total	KTK	P-Bray 1
			(%)	(%)	(cmol(+)/kg)	(ppm)
B1	Padasugih, Brebes	6,7	2,02	0,09	44,62	45,96
B2	Siasem, Wanasari	7,4	1,89	0,07	36,11	37,74
B3	Sidamulya, Wanasari	7,1	2,08	0,13	43,05	21,86
B4	Pesantunan, Wanasari	7,3	2,00	0,17	44,24	32,89
B5	Pesantunan, Wanasari	7,7	1,94	0,18	39,41	43,76
B7	Siasem, Wanasari	6,6	1,94	0,2	65,96	61,92
B8	Luwungragi, Bulakamba	6,7	2,21	0,13	29,25	131,88
B9	Tegalglagah, Bulakamba	7,2	2,16	0,16	38,92	50,38
B10	Pagejungan, Brebes	7,3	2,09	0,09	34,33	57,95
B11	Dumeling, Wanasari	6,7	1,92	0,15	43,83	61,78
B12	Banjartama, Brebes	6,9	1,93	0,11	37,96	103,29
B21	Klikiran, Jatibarang	6,6	1,96	0,19	35,99	124,26
B23	Cikeusal kidul, Ketanggungan	8,1	1,52	0,15	32,35	92,68
B24	Cikeusal kidul, Ketanggungan	5,5	1,82	0,12	29,66	45,74
B20	Lembarawa, Brebes	6,8	1,84	0,1	38,3	5,16
B22	Wanacala, Songgom	6,7	1,81	0,15	43,89	7,69

Tabel 3. Respon tinggi, jumlah tunas, dan jumlah daun tanaman bawang merah pada berbagai dosis pupuk P

Perlakuan	Rataan Tinggi Tanaman (cm)		Rataan Jumlah Tunas (batang)		Rataan Jumlah Daun (helai)	
	5 MST	6 MST	5 MST	6 MST	5 MST	6 MST
P0	37,07	37,12	6	7	31	34
P1	36,29	36,79	6	7	31	33
P2	36,30	36,46	7	7	33	36
P3	36,68	36,66	6	7	33	32
<i>Pr > F*</i>	0,38	0,98	0,6	0,65	0,57	0,96

*Nilai signifikansi dari hasil analisis ragam

Pengaruh Pemupukan P terhadap Pertumbuhan Tanaman

Analisis pengaruh pemberian pupuk P terhadap berbagai parameter penelitian menggunakan analisis ragam. Parameter penelitian yang diuji adalah tinggi tanaman, jumlah tunas, jumlah daun, bobot basah dan bobot kering tanaman bawang merah pada 5 dan 6 minggu setelah tanam (MST). Kandungan P dalam tanah dapat dikategorikan cukup apabila penambahan P tidak berpengaruh nyata sedangkan kandungan P dapat dikategorikan belum cukup apabila penambahan P berpengaruh nyata. Uji lanjut DMRT dilakukan terhadap tanah yang berpengaruh nyata terhadap penambahan P.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk P tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah yang terukur dalam tinggi tanaman, jumlah tunas, dan jumlah daun tanaman (Tabel 3) maupun bobot basah dan bobot kering tanaman (Tabel 4). Pemberian pupuk P terhadap pertumbuhan bawang merah tidak berpengaruh nyata dapat diakibatkan P tersedia tanah sudah tinggi sehingga tidak akan berdampak terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah. Akan tetapi, lokasi memberikan pengaruh nyata. Hal ini dikarenakan contoh tanah yang digunakan dalam penelitian diambil dari berbagai lokasi dan pengelolaan lahan sehingga memungkinkan adanya pengaruh lokasi terhadap pertumbuhan tanaman.

Tabel 4. Respon bobot basah dan bobot kering tanaman bawang merah pada berbagai dosis pupuk P

Perlakuan	Rataan Bobot Basah Tanaman		Rataan Bobot Kering Tanaman	
	... (g) ...			
P0	25,89		2,43	
P1	24,91		2,31	
P2	24,86		2,28	
P3	24,75		2,32	
<i>P_r > F*</i>	0,85		0,80	

*Nilai signifikansi dari hasil analisis ragam

Uji Korelasi

Metode yang berbeda mempunyai karakteristik yang berbeda pula dalam mengekstraksi P dari tanah. Cara yang paling efektif adalah cara dimana bahan pengekstraksi dapat mengekstraksi P yang tersedia dalam tanah dan berkorelasi dengan pertumbuhan atau produksi tanaman (Umaternate *et al.*, 2014). Perlu diketahui bahwa nilai P tinggi yang diekstraksi oleh larutan pengekstrak tertentu belum tentu dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tanaman (Aprianto *et al.*, 2020). Secara umum, metode ekstraksi HCl 25% menghasilkan nilai P lebih tinggi dibandingkan dengan metode Bray 1, Olsen, dan Mehlich 1 (seperti ditunjukkan pada Tabel 5). Namun metode yang memiliki nilai koefisien korelasi tertinggi adalah metode Mehlich 1 (Tabel 6).

Metode Bray 1 mengukur bentuk P sebagai $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} . Tanaman cenderung lebih mudah menyerap ion ortofosfat primer ($H_2PO_4^-$) dan ortofosfat sekunder (HPO_4^{2-}), sedangkan bentuk PO_4^{3-} sulit diserap tanaman. P tersedia mengacu pada P yang dapat diserap tanaman dalam bentuk $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} dalam larutan tanah (Umaternate *et al.*, 2014). Pengekstrak Bray 1 yang menggunakan pereaksi NH_4F dan HCl umumnya cocok untuk menduga status P pada tanah masam yang banyak mengandung P dalam bentuk Al-P dan Fe-P (Olsen dan Sommers, 1982). Ion F^- dapat bereaksi dengan Ca membentuk CaF_2 yang sulit larut, sehingga ion F^- dapat melepaskan Ca-P. Ion F^- juga dapat membebaskan P dari bentuk Al-P dan Fe-P sehingga Al dan Fe membentuk ikatan AlF_6^{3-} dan FeF_6^{3-} . Selain itu, ion H^+ juga berperan penting dalam meningkatkan kelarutan P yang berasal dari kedua bentuk P tersebut.

Penggunaan pengekstrak $NaHCO_3$ pada pH 8,5 akan semakin meningkatkan pH tanah terutama pada daerah yang tergenang air. Kenaikan pH menyebabkan konsentrasi

OH^- (hidroksil) meningkat dan bersaing dalam pertukaran ion. Penambahan pengekstrak Olsen, $NaHCO_3$, menyebabkan terbentuknya Fe- atau Al-hidroksida, melepaskan fosfat. Selain metode Olsen dan Bray 1, metode ekstraksi Mehlich 1 juga digunakan dalam penelitian ini. Metode ekstraksi ini menggunakan asam kuat H_2SO_4 . Ion fosfat yang bereaksi dengan ion H^+ akan membentuk P-terekstraksi, dan SO_4^{2-} akan mempertahankan bentuk ion tersebut sehingga Ca-P, Al-P, dan Fe-P tidak terbentuk lagi (Leiwakabessy, 1998). Kartika dan Susila (2008) menyebutkan bahwa metode ekstraksi Mehlich 1 cukup ekonomis dan memerlukan biaya yang relatif rendah dalam pengujian P tanah dibandingkan metode lainnya. Metode uji tanah yang umum digunakan di Amerika menggunakan pengekstrak asam ganda seperti H_2SO_4 dan HCl, terutama untuk tanah Ultisols, Inceptisols, dan Spodosols. Metode yang dapat digunakan adalah pengekstrak Mehlich 1 dan Mehlich 3 (Beck *et al.*, 2004; Haden *et al.*, 2007). Kemampuan pengekstrak berbeda-beda tergantung jenis tanaman dan tanah, dan nilai P yang diekstraksi dapat dipengaruhi oleh larutan pengekstrak itu sendiri dan sifat kimia lainnya.

Uji korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan kandungan hara P dengan rata-rata bobot kering tanaman pada perlakuan P0 (0 kg ha⁻¹). Nilai korelasi (r) yang diamati positif, menunjukkan bahwa peningkatan satu variabel akan meningkatkan nilai variabel lainnya. Selain itu, nilai korelasi (r) yang semakin mendekati angka 1 menunjukkan semakin kuatnya korelasi kedua variabel. Penelitian ini juga menemukan bahwa metode pengekstrak dengan nilai koefisien korelasi tertinggi dinyatakan terbaik untuk jenis tanah dan tanaman tertentu (Amisnaipa *et al.*, 2014).

Tabel 5. Nilai P terekstraksi dengan metode Bray 1, Olsen, Mehlich 1, dan HCl 25%

Lokasi	Metode Ekstraksi				Produksi Relatif (%)
	P-Bray 1	P-Olsen	P-Mehlich 1	P-HCl 25%	
ppm.....				
B1	45.96	49.33	28.24	667.87	97.2
B2	37.74	67.60	78.39	1286.82	100.0
B3	21.86	40.63	17.37	1343.85	71.2
B4	32.89	41.63	13.45	1245.84	91.1
B5	43.76	64.42	26.88	1023.21	77.2
B7	61.92	73.71	27.31	515.04	81.8
B8	131.88	96.07	62.74	1556.05	97.8
B9	50.38	60.48	24.74	1037.38	100.0
B10	57.95	69.24	27.11	717.12	100.0
B11	61.78	83.43	21.58	772.49	81.9
B12	103.29	80.90	157.82	858.97	100.0
B20	124.26	90.93	150.89	904.22	100.0
B21	92.68	94.40	54.39	1177.04	88.4
B22	45.74	62.19	21.46	773.16	86.7
B23	5.16	12.93	3.05	384.31	55.2
B24	7.69	19.59	4.65	361.87	68.6

Selanjutnya koefisien korelasi antara kandungan hara P tanah dengan rata-rata bobot kering tanaman bawang merah pada perlakuan P0 (0 kg ha⁻¹) ditentukan dengan menggunakan metode ekstraksi yang berbeda. Metode Mehlich 1 menunjukkan nilai koefisien korelasi tertinggi (0,821), disusul Bray 1 (0,640), Olsen (0,341), dan HCl 25% (-0,089) (Tabel 6). Uji korelasi menunjukkan bahwa metode Bray-1 dan Mehlich 1 mempunyai korelasi yang nyata dan sangat nyata. Penelitian juga menemukan bahwa peningkatan kadar P yang diekstraksi dengan metode Bray 1, Olsen, Mehlich 1, dan HCl 25% mengakibatkan peningkatan bobot kering tanaman. Berdasarkan hasil uji P tanah, metode Mehlich 1 terbukti memberikan hasil terbaik. Namun metode HCl 25% mempunyai nilai negatif yang menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut bertolak belakang. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa metode ekstraksi yang berbeda mempunyai kemampuan yang berbeda pula dalam mengekstraksi hara P terlarut, dan metode ekstraksi Mehlich 1 dapat digunakan sebagai metode yang paling sesuai untuk mengekstrak hara fosfor untuk tanaman bawang merah pada tanah di Kabupaten Brebes.

Tabel 6. Koefisien korelasi rata-rata bobot kering tanaman perlakuan P0 pada keempat metode ekstraksi

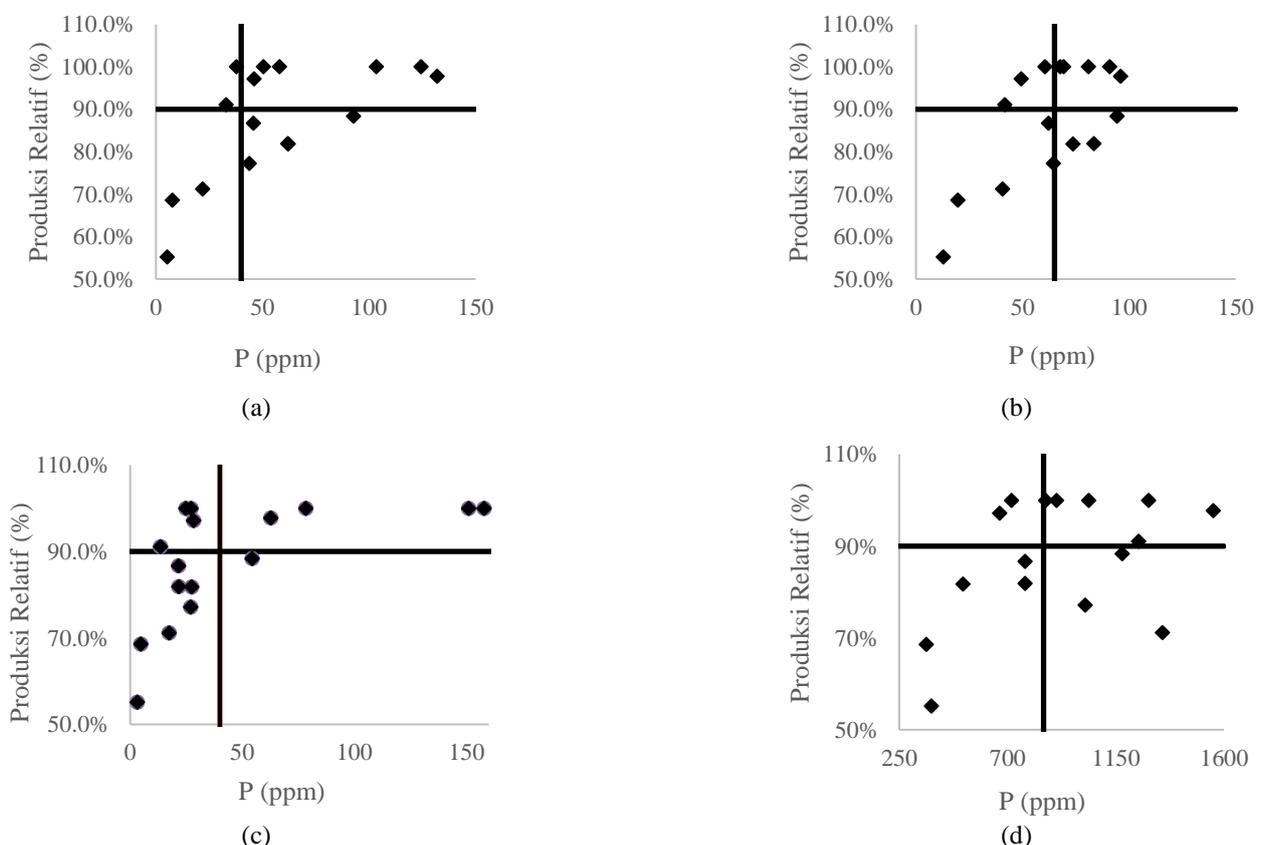
Metode ekstraksi P	Koefisien korelasi
Bray-1	0.640*
Olsen	0.341
Mehlich 1	0.821**
HCl 25%	-0.089

Keterangan: *nyata pada taraf $\alpha = <0.05$; **sangat nyata pada taraf $\alpha = <0.01$

Batas Kritis

Untuk mengevaluasi status hara menggunakan metode Cate-Nelson, maka dimulai dengan menghitung produksi relatif terhadap produksi tertinggi dari percobaan. Nilai ini dijadikan acuan dan dianggap 100%. Hasil produksi relatif tercantum pada Tabel 4. Hasilnya menunjukkan nilai berkisar antara 55,2% hingga 100%. Selanjutnya dibuat grafik untuk menampilkan sebaran data produksi relatif. Sumbu Y mewakili produksi relatif dan sumbu X mewakili P tersedia dalam tanah dari berbagai ekstraktan.

Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa batas kritis P tanaman bawang merah adalah 40 ppm (P Bray 1), 65 ppm (P Olsen), 40 ppm (P Mehlich 1) dan 850 ppm (HCl 25%) untuk mencapai 90% produksi maksimal. Daerah di sebelah kiri batas kritis menunjukkan adanya defisiensi yang dapat diatasi melalui pemupukan. Sebaliknya, daerah di sebelah kanan batas kritis menunjukkan kecukupan. Uji korelasi menunjukkan bahwa metode Mehlich 1 paling dapat diandalkan dalam memperkirakan kebutuhan P tanaman bawang merah di daerah penelitian. Jika kadar P dalam tanah yang diukur dengan metode Mehlich 1 lebih rendah dari 40 ppm, maka pemupukan P diperlukan untuk memenuhi kebutuhan hara tanaman. Sebaliknya jika tanah mempunyai kandungan P Mehlich 1 lebih besar dari 40 ppm, maka tanah tersebut diyakini telah memenuhi kebutuhan hara P untuk mencapai produksi maksimal 90%. Oleh karena itu, tanaman bawang merah akan memperoleh manfaat dari pemupukan P hanya bila kadar hara P Mehlich 1 dalam tanah di bawah 40 ppm.



Gambar 1. Batas kritis hara P untuk tanaman bawang merah di lokasi penelitian berdasarkan metode (a) Bray 1; (b) Olsen; (c) Mehlich 1; dan (d) HCl 25%

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk P tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi, jumlah tunas, jumlah daun, bobot basah, dan bobot kering tanaman bawang merah. Metode ekstraksi HCl 25% lebih efektif dalam mengekstraksi P dalam jumlah besar dibandingkan metode Mehlich 1, Bray 1, dan Olsen. Namun metode Mehlich 1 mempunyai koefisien korelasi tertinggi dan paling signifikan terhadap bobot kering tanaman ($r = 0,821$), sehingga merupakan metode ekstraksi P tanah terbaik untuk tanaman bawang merah di 16 lokasi pengambilan sampel tanah. Batas kritis hara P pada tanah di lokasi penelitian yang ditanami bawang merah di Kabupaten Brebes diperoleh sebesar 40 ppm dengan menggunakan metode Mehlich 1. Oleh karena itu, pemupukan dianjurkan untuk tanah dengan kadar P tersedia tanah yang diekstraksi dari Mehlich 1 kurang dari atau sama dengan 40 ppm P.

DAFTAR PUSTAKA

- Amisnaipa, S.A.D., S. Susanto, dan D. Nursyamsi. 2014. Penentuan metode ekstraksi P tanah inceptisols untuk tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Hortikultura*, 24(1):42–48.
- Aprianto, F., R. Rosliani, dan Liferdi. 2020. Korelasi antara serapan P tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) dengan metode penetapan P tersedia tanah ordo Inceptisol Subang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(2):321–327.
- Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP). 2017. *Peta Tanah Kabupaten Brebes 1:50.000*.
- Beck, M.A., L.W. Zelazny, W.L. Daniels, and G.L. Mullins. 2004. Using the Mehlich 1 extract to estimate soil phosphorus saturation for environmental risk assessment. *Soil Science Society of America Journal*, 68(5):1762–1771.
- Cate, R.B. and L.A. Nelson. 1971. A simple statistical procedure for partitioning Soil-List correlation in two classes. *Soil Science Society of America Journal*, 35:658–659.
- Chen, D., M. Hu, Y. Guo, J. Wang, H. Huang, and R.A. Dahlgren. 2017. Long-term (1980- 2010) changes in cropland phosphorus budgets, use efficiency and legacy pools across townships in the Yongan Watershed, Eastern China. *Agriculture, Ecosystem & Environment*, 236:166–176.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk Edisi 2*. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Fixen, P.E. and J.H. Grove. 1990. Testing soils for phosphorus. In Westerman, R.L. (Ed.). *Soil Testing and Plant analysis*. SSSA, Madison. WI. hlm 141–180.
- Haden, V.R., Q.M. Katterings, and J.E. Kahabka. 2007. Faktor effecting change in soil test phosphorus folowing manure and fertilizer application. *Soil Science Society of America Journal*, 71(4):1225–1232.
- Hartono, A., D. Nadalia, dan S.L.H. Khuluq. 2019. Penentuan batas kritis fosfor untuk pertumbuhan tanaman cabai merah besar (*Capsicum annuum* L.) pada tanah di Pulau Jawa. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 10(3): 190-199.
- He, Z., T.S. Griffin, and C. Honeycutt. 2004. Evaluation of soil phosphorus transformations B22 sequential fractionation and phosphatase hydrolysis. *Soil Science*, 169(7):515–527.
- Kartika, J.G. and A.D. Susila. 2008. Phosphorus correlation study for vegetable grown in the Ultisols-Nanggung, Bogor, Indonesia, sustainable agriculture and natural resource management collaborative research support program (SANREM CRSP). SANREM-TMPGES Publication. Working paper No. 7–8.
- Leiwakabessy, F.M. 1998. *Kesuburan Tanah*. Pertanian IPB, Bogor.
- Muliana, S. Anwar, A. Hartono, A.D. Susila, dan S. Sabiham. 2018. Pengelolaan dan pemupukan fosfor dan kalium pada pertanian intensif bawang merah di empat desa di Brebes. *Jurnal Hortikultur Indonesia*, 9(1):27–37.
- Nurhidayah, N.R. Sennang, dan A. Dachlan. 2016. Pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada berbagai perlakuan berat umbi dan pemotongan umbi. *Jurnal Agrotan*, 2(1):84–97.
- Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. In Page, A.L., R.H. Miller. and D.R. Keeney. Eds., *Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties*, American Society of Agronomy, Inc., Madison, 403-427.
- Rowe, H., P.J.A. Withers, P.A. Baas, N.I. Chan, D. Doody, J. Holiman, B. Jacobs, H. Li, G.K. MacDonald, R. McDowell, A.R. Sharpley, J. Shen, W. Taheri, M. Wallenstein, and M.N. Weintraub. 2016. Integrating legacy soil phosphorus into sustainable nutrient management strategies for future food, bioenergy and water security. *Nutrient Cycling in Agroecosyst*, 104:393–412.
- Septiana, L.R., Machfud, dan I. Yuliasih. 2017. Peningkatan kinerja rantai pasok bawang merah (studi kasus: Kabupaten Brebes). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 27(2):125–140.
- Sirappa, M.P. and P. Tandisau. 2015. Ascertainment of k nutrient availability class for maize B22 several simethods. *Journal of Tropical Soils*, 20(1):21–27.
- Sucunza, F.A., F.H.G. Beoma, F.O. Garciab, M. Boxlerc, and G. Rubio. 2018. Long-term phosphorus fertilization of wheat, soybean and maize on Mollisols: Soil test trends, critical levels and balances. *European Journal of Agronomy*, 96:87–95.

- Sumarni, Rosliani, Basuki, dan Hilman. 2012. Respons tanaman bawang merah terhadap pemupukan fosfat pada beberapa tingkat kesuburan lahan (status P-tanah). *Jurnal Hortikultura*, 22(2):129–137.
- Tando, E. 2019. Upaya efisiensi dan peningkatan ketersediaan nitrogen dalam tanah serta serapan nitrogen pada tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.). *Buana Sains*, 18(2):171–180.
- Umaternate, G.M., J. Abidjulu, dan A.D. Wuntu. 2014. Uji metode olsen dan bray dalam menganalisis kandungan fosfat tersedia pada tanah sawah di Desa Konarom Barat Kecamatan Dumoga Utara. *Jurnal Mipa Unsrat Online*, 3(1):6–10.
- Wijanarko, A. dan A. Taufiq. 2008. Penentuan kebutuhan pupuk P untuk tanaman kedelai, kacang tanah dan kacang hijau berdasarkan uji tanah di lahan kering masam Ultisol. *Buletin Palawija*, 15:1–8.
-