

Aplikasi Pupuk S Elemen pada Budidaya Tiga Varietas Bawang Merah (*Allium cepa* L.)

Erpina Delina Manurung^{1,2*}, Hamidah Hanum¹, dan Mariati Sinuraya¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
Jl. Dr. A. Sofian No. 3, Padang Bulan, Medan Baru, Medan 20155

²Badan Riset Inovasi Nasional, Pusat Riset Tanaman Pangan, Bogor 16911

*Alamat korespondensi: erpi001@brin.go.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 24-03-2024	Application of S element fertilizer in the cultivation of three shallots (<i>Allium cepa</i> L.) varieties
Direvisi: 26-07-2024	
Dipublikasi: 11-08-2024	
Keywords: Anthocyanin, Production, Sulphur deficiency, Tuber S uptake	Variety technology and sulphur fertilization have been widely applied to improve the growth, production, and quality of shallot. Globally, sulphur deficiency has been reported to occur on fertile agricultural land, while shallot requires this nutrient in relatively large amounts. This research aimed to determine the effect of sulphur fertilization on the growth, production and quality of shallots as well as changes in soil characteristics. The research was conducted at the UPTD Balai Benih Induk Palawija, Tanjung Slamet, Deli Serdang Regency from September to December 2022. The research was arranged in a factorial randomized block design with two factors, namely shallot variety (V) and elemental S dosage (S). The varieties consisted of Kramat 1 (V1), Maja Cipanas (V2) and Batu Ijo (V3), while the elemental S dosage was divided into four levels, namely 0 (S0), 35 (S1), 70 (S2) and 100 kg/ha (S3). Based on the level of each factor, there were twelve interaction treatments which were repeated three times. The results showed that varieties had a significant effect on the number of leaves and tillers, stover weight, L* and a* skin color space, anthocyanin content and tuber S uptake. The number of leaves and shoots of the Batu Ijo variety was the lowest but produced the highest stover weight and tuber wet weight which was not significantly different from the other two varieties. Sulphur dosages did not have significant effects on all parameters, while the interaction between variety and sulphur dosage had a significant effect on tuber S uptake. The highest tuber S uptake of 5.98 mg/plant was produced in the treatment of Batu Ijo variety with 100 kg/ha elemental S dose. The ineffectiveness of the elemental S applied is considered to be related to its form which cannot be directly absorbed by plants and the very low level of soil organic C which does not support the oxidation process.
Kata Kunci: Antosianin, Defisiensi sulfur, Produksi, Serapan S umbi	Teknologi varietas dan pemupukan sulfur telah banyak diterapkan untuk meningkatkan pertumbuhan, produksi dan kualitas bawang merah. Secara global, defisiensi sulfur telah dilaporkan terjadi pada lahan-lahan subur pertanian sedangkan tanaman bawang merah membutuhkan sulfur dalam jumlah relatif banyak untuk mendukung pertumbuhannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemupukan sulfur terhadap pertumbuhan, produksi, dan kualitas bawang merah serta perubahan karakteristik tanah. Penelitian dilakukan di UPTD Balai Benih Induk Palawija, Tanjung Slamet, Kabupaten Deli Serdang dari September hingga Desember 2022. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan

dua faktor meliputi varietas bawang merah (V) dan dosis S elemen (S). Varietas terdiri dari Kramat 1 (V1), Maja Cipanas (V2) dan Batu Ijo (V3), sedangkan dosis S elemen terbagi atas empat taraf yaitu 0 (S0), 35 (S1), 70 (S2), dan 100 (S3) kg/ha. Berdasarkan taraf setiap faktor, terdapat dua belas perlakuan interaksi yang diulang sebanyak tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, jumlah anakan, berat brangkasan, ruang warna L* dan a* kulit, kandungan antosianin dan serapan S umbi. Jumlah daun dan anakan varietas Batu Ijo paling sedikit tetapi mampu menghasilkan berat brangkasan tertinggi dan berat basah umbi yang tidak berbeda nyata dengan dua varietas lainnya. Dosis sulfur tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter sedangkan interaksi varietas dan dosis sulfur berpengaruh nyata terhadap serapan S umbi. Serapan S umbi tertinggi sebesar 5,98 mg/tanaman dihasilkan pada perlakuan varietas Batu Ijo dengan dosis S elemen 100 kg/ha. Ketidakefektifan S elemen yang diaplikasikan diduga berkaitan dengan bentuknya yang tidak dapat langsung diserap oleh tanaman dan sangat rendahnya C-organik tanah yang tidak mendukung berjalannya proses oksidasinya.

PENDAHULUAN

Bawang merah dari genus *Allium* termasuk komoditas strategis unggulan nasional yang menjadi kebutuhan harian masyarakat Indonesia sehingga memiliki prospek pasar yang menjanjikan (Fauziah dkk., 2016). Sebagai salah satu bahan tidak tersubstitusi, bawang merah memiliki harga yang sangat fluktuatif dan berkontribusi besar terhadap terjadinya inflasi (Hasan & Suprpti, 2020). Provinsi Sumatera Utara termasuk 10 besar produsen bawang merah di Indonesia dengan status luas panen, produksi dan provitas lima tahun terakhir terus meningkat (BPS, 2024). Berbeda dengan provitas provinsi yang kini telah mencapai 15 ton/ha, provitas di wilayah kabupaten/kota sangat bervariasi dan fluktuatif dari tahun ke tahun dengan kisaran 0,35-19 ton/ha pada tahun 2023. Uraian di atas menggambarkan bahwa peningkatan produksi bawang merah masih didominasi oleh peningkatan luas panen. Sebagai salah satu bentuk ekstensifikasi pertanian, usaha tersebut tidak lagi dapat diandalkan mengingat berkurangnya lahan-lahan potensial pertanian dan adanya tumpang tindih penggunaan lahan pertanian dalam hal budidaya. Berdasarkan hal tersebut, intensifikasi dianggap sebagai langkah bijak tidak hanya untuk mengatasi keterbatasan lahan tetapi juga untuk dapat meningkatkan produktivitas di tengah berbagai ancaman permasalahan produksi seperti penurunan kualitas lahan, organisme pengganggu tanaman (OPT), perubahan iklim, standar konsumen dan lain sebagainya. Usaha peningkatan produksi dan produktivitas tersebut

dapat dilakukan melalui berbagai cara termasuk penggunaan varietas dan pemupukan.

Varietas merupakan pilihan teknologi yang mudah untuk diterapkan petani, murah dan telah terbukti mampu meningkatkan produksi dan pendapatan petani. Peningkatan produksi dan keuntungan yang ditawarkan dari penggunaan varietas unggul ini juga sangat tinggi dapat mencapai >100% (Sinaga dkk., 2021). Teknologi varietas ini sangat dapat diandalkan karena ketersediaannya yang berlimpah dan dapat dipilih sesuai keinginan dan permasalahan yang dihadapi pembudidaya. Berbagai faktor penentu yang dapat digunakan petani untuk memilih varietas tersebut antara lain permintaan pasar, potensi hasil, ketahanan terhadap OPT atau kondisi ekosistem lahan budidaya. Aplikasi teknologi varietas ini juga mudah untuk dipadukan dengan teknologi lainnya termasuk pemupukan.

Sulfur merupakan hara penting bagi spesies *Allium* termasuk bawang merah karena membutuhkannya dalam jumlah yang relatif banyak. Aplikasi sulfur terhadap spesies *Allium* terbukti mampu meningkatkan berbagai parameter pertumbuhan dan produksi (Mustikawati dkk., 2020; Hasanah *et al.*, 2021a; Hasanah *et al.*, 2021b) serta kualitas umbi seperti kepedasan, *true shallot seed*, dan kandungan senyawa organosulfur lainnya (Chattoo *et al.*, 2018; Thangasamy *et al.*, 2021). Namun, permasalahannya adalah bahwa sulfur yang diserap tanaman dalam bentuk sulfat (SO_4^{2-}) sangat *mobile* sehingga mudah tercuci dari lapisan tanah terutama tanah berpasir. Defisiensi S pada tanah subur pertanian semakin parah akibat adanya

penurunan 70-90% deposisi S dari udara disertai kecenderungan produksi pupuk fosfat pekat yang minim S (Järvan *et al.*, 2012; Feinberg *et al.*, 2021). Defisiensi S tersebut akan berdampak pada kualitas dan produksi tanaman melalui terjadinya penurunan sintesis karbohidrat, kandungan protein, konduktivitas hidrolik akar, morfologi, biomassa, nilai gizi dan lain sebagainya (Narayan *et al.*, 2022). Berbagai dampak tersebut terjadi karena pengaruh S secara mandiri ataupun interaksinya dengan hara makro dan mikro lain dalam hal efisiensi serapan dan pemanfaatan hara (Zenda *et al.*, 2021). Sumber S yang tersedia cukup bervariasi, salah satunya adalah S elemen (S⁰). Aplikasi S elemen dibanding sulfat memiliki beberapa kelebihan di antaranya mengaktifkan mikroba tanah, menghasilkan spesies belerang volatil dan reaktif untuk respon pertahanan tanaman terhadap stres serta waktu tinggal lebih lama di tanah karena resistensinya terhadap pencucian (Fuentes-Lara *et al.*, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi S elemen terhadap pertumbuhan, produksi dan kualitas bawang merah serta karakteristik tanah.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama empat bulan dari bulan September hingga Desember 2022 di UPTD Balai Benih Induk Palawija, Tanjung Slamet, Kabupaten Deli Serdang yang memiliki ketinggian tempat ± 25 m dpl. Analisis tanah awal dan akhir dilakukan di Laboratorium Pengujian BPTP Sumatera Utara, di Laboratorium PPKS, Medan dan di Laboratorium PT Socfin Indonesia tergantung parameter yang diuji. Analisis ruang warna dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia Bahan Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

Rancangan Penelitian

Varietas bawang merah yang digunakan adalah Kramat 1, Maja Cipanas, dan Batu Ijo. Sumber hara sulfur pada penelitian ini adalah elemental sulfur berbentuk bubuk dengan merk dagang Swallow yang memiliki kandungan S sebesar 99,8% dan kehalusan 325 mesh. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan Faktor I adalah varietas dan Faktor II adalah dosis S elemen. Faktor I (varietas) terdiri atas Varietas Kramat 1 (V1), Maja Cipanas (V2), dan Batu Ijo (V3). Faktor II (dosis S elemen) terdiri atas 4 taraf yaitu 0 (S0), 35 (S1), 70 (S2), dan 100 (S3) kg S/Ha. Total

kombinasi perlakuan adalah 12 yang diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 36 plot perlakuan di lapangan. Adapun parameter pertumbuhan yang diamati di dalam penelitian ini meliputi panjang tanaman, jumlah anakan dan jumlah daun pada 45 HST. Parameter produksi meliputi berat brangkasan dan berat basah umbi per plot sedangkan parameter kualitas meliputi warna dan kadar antosianin kulit bawang merah. Warna (L*, a*, b*) diukur dengan digital *Chroma Meter* sedangkan kadar antosianin mengikuti metode Pramitasari dan Chrysanti (2020) serta Pasaribu dkk. (2021). Parameter lain yang diuji adalah serapan S tanaman, pH, dan S tersedia tanah. Data peubah amatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95 %. Penelitian diawali dengan karakterisasi sifat fisik dan kimia tanah awal kemudian dilanjutkan dengan budidaya 3 varietas pada 4 dosis S elemen, pengumpulan data peubah amatan dan analisa data. Karakteristik tanah awal yang diuji meliputi pH, tekstur, C-organik, N-total, P-tersedia, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, dan S tersedia. Kriteria hara P dan K tanah awal (Tabel 1) digunakan sebagai dasar penentuan dosis pupuk N, P, K (Husnain dkk., 2021). Untuk kriteria P sangat rendah dan K tinggi direkomendasikan aplikasi 525 kg/Ha NPK 15-10-12 + ZA 185 kg/Ha. Pupuk ZA mengandung hara S sehingga sumber N digantikan pupuk Urea. Dosis per plot berukuran 1,5 m x 1 m adalah 65,63 g NPK 16-16-16 + 29,22 g Urea dan 5,25 g KCl.

Tabel 1. Hasil analisis karakteristik tanah awal

Jenis analisa	Satuan	Nilai	Kriteria
pH	-	6,37	Agak masam
C-organik	-	0,86	Sangat rendah
N-total	%	0,12	Rendah
P-Bray I	ppm	2,80	Sangat rendah
K-dd	me/100 g	2,17	Sangat tinggi
Ca-dd	me/100 g	7,13	Sedang
Mg-dd	me/100 g	3,70	Tinggi
S	ppm	3,23	Rendah
Tekstur			Lempung liat
Pasir	%	49,91	berpasir
Debu	%	19,60	
Liat	%	30,49	

Keterangan: Penentuan kriteria berdasarkan Staf Pusat Penelitian Tanah (1983) dan Horneck *et al.* (2011).

Penanaman Bawang Merah

Bawang merah ditanam pada plot-plot berukuran 1,5 m x 1 m. Pupuk S elemen dan pupuk

dasar 1/3 dosis rekomendasi diaplikasikan dengan cara diletakkan pada lubang tanam (*spot placement*) masing-masing seminggu dan tiga hari sebelum tanam. Jarak tanam 15 cm x 20 cm dengan perolehan jumlah tanaman 50 per plot. Pemupukan lanjutan masing-masing 1/3 dosis rekomendasi dilakukan pada 15 dan 30 MST sedangkan panen bawang merah dilakukan pada usia ± 60 HST. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyiangan gulma dan pengendalian OPT. Penyiraman 1-7 HST dilakukan setiap hari pagi atau sore hari. Penyiraman selanjutnya dilakukan 2 hari sekali jika tidak ada hujan tetapi pada saat penelitian hujan sangat sering hingga penyiraman harus dilakukan sesuai hujan. Penyiangan gulma dilakukan secara manual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Bawang Merah

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa varietas (V) berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman secara khusus untuk panjang tanaman dan jumlah anakan sedangkan dosis sulfur (S) dan interaksi kedua faktor perlakuan (VxS) tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan tanaman yang diamati (Tabel 2). Varietas Batu Ijo (V3) menampilkan tanaman terpanjang (42,33 cm) dan jumlah anakan paling sedikit (4,21) yang nilainya berbeda nyata dengan varietas Kramat 1 (V1) dan Maja Cipanas (V2) (Tabel 2; Gambar 1). Berdasarkan hasil tersebut, pengaruh nyata varietas terhadap panjang tanaman dan jumlah anakan ataupun terhadap jumlah daun di dalam

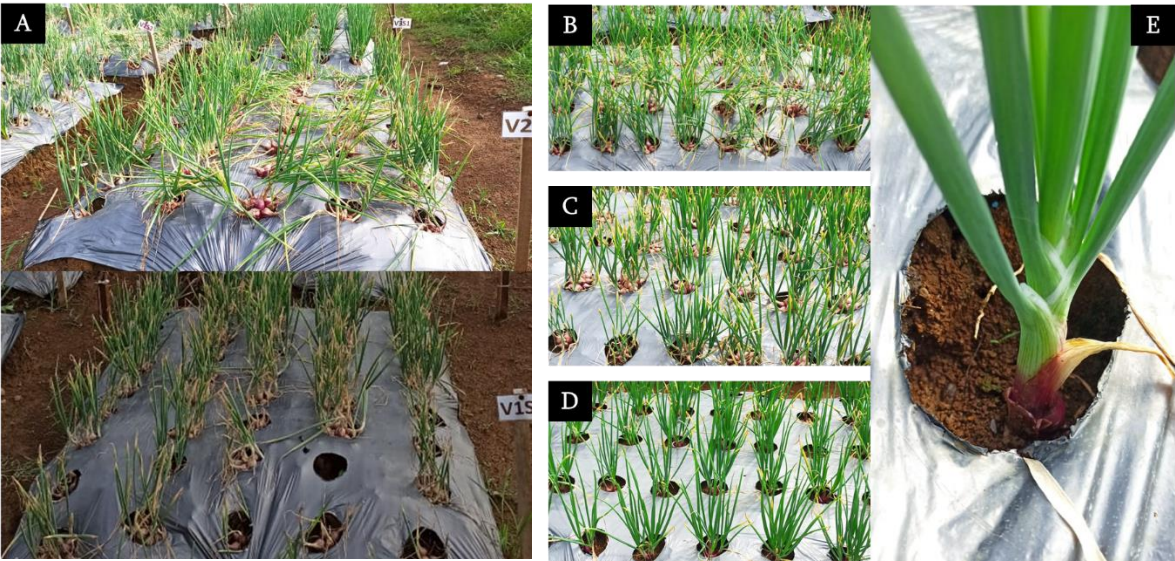
penelitian ini berkaitan dengan potensi genetiknya. Potensi genetiknya tersebut secara umum dapat dilihat dari deskripsi varietasnya yang mana varietas Batu Ijo unggul dalam hal panjang tanaman dengan kisaran 45-60 cm sementara kedua varietas yaitu Kramat 1 dan Maja Cipanas hanya mampu menghasilkan rata-rata panjang tanaman di bawah potensi minimal varietas Batu Ijo yaitu 38,3 dan 43,7 cm.

Berbeda dengan panjang tanaman, varietas Batu Ijo dalam hal jumlah anakan memiliki potensi genetik yang lebih rendah dibanding dua varietas lainnya. Hal ini terlihat dari potensi jumlah anakan maksimal varietas Batu Ijo yaitu 5 anakan sementara varietas Kramat 1 dan varietas Maja Cipanas memiliki potensi minimal lebih tinggi yaitu 6 anakan dengan potensi maksimal 9-12 anakan. Untuk jumlah daun, ketiga varietas memiliki potensi menghasilkan daun lebih dari 45 helai per rumpun dengan perbedaan potensi maksimal 1-4 helai antar varietas. Pengaruh faktor genetik terhadap karakter morfologi khususnya jumlah daun dan anakan bawang merah secara jelas dilaporkan Nur (2022) sedangkan untuk panjang tanaman dilaporkan oleh Kusumasari dan Firmansyah (2020) pada hasil penelitiannya yang menggunakan varietas bawang merah Bima Brebes dan lokal Karanganyar. Karakter morfologi sendiri dapat bervariasi sebagai hasil interaksi antara faktor genetik dan lingkungan (Wibowo, 2021) yang mana pengaruh lingkungan terhadap berbagai karakter termasuk morfologi tersebut dapat berpengaruh signifikan terutama dalam kondisi cekaman (Bano *et al.*, 2019).

Tabel 2. Panjang tanaman, jumlah anakan, dan jumlah daun tiga varietas bawang merah (V) pada perlakuan dosis sulfur (S)

Parameter	Karakter	Varietas (V)	Dosis sulfur (kg/ha)				Rerata
			S0 (0)	S1 (35)	S2 (70)	S3 (100)	
Pertumbuhan	Panjang tanaman (cm)	V1 (Kramat 1)	34,76 a	34,28 a	37,51 a	38,42 a	36,24 a
		V2 (Maja Cipanas)	33,31 a	37,85 a	37,28 a	37,32 a	36,44 a
		V3 (Batu Ijo)	42,41 a	43,98 a	41,95 a	41 a	42,33 b
		Rerata	36,83 a	38,7 a	38,91 a	38,91 a	
	Jumlah anakan (batang)	V1 (Kramat 1)	7,43 a	7,6 a	8,07 a	8,1 a	7,80 b
		V2 (Maja Cipanas)	7,17 a	7,43 a	7,47 a	7,57 a	7,41 b
		V3 (Batu Ijo)	3,93 a	4,13 a	4,47 a	4,3 a	4,21 a
		Rerata	6,18 a	6,39 a	6,67 a	6,66 a	
	Jumlah daun (helai)	V1 (Kramat 1)	24,93 a	25,73 a	26,3 a	26,23 a	25,8 a
		V2 (Maja Cipanas)	23,1 a	23,63 a	25,37 a	25,1 a	24,3 a
		V3 (Batu Ijo)	23,63 a	24,37 a	26 a	26,67 a	25,17 a
		Rerata	23,89 a	24,58 a	25,89 a	26 a	

Keterangan: Angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT $\alpha = 5\%$.



Gambar 1. Tanaman bawang merah (A) Plot pertanaman, (B) Varietas Maja Cipanas, (C) Varietas Kramat 1 (D, E) Varietas Batu Ijo

Produksi Bawang Merah

Hasil analisis terhadap parameter produksi tanaman yang terdiri atas berat brangkasan dan berat umbi basah per plot disajikan pada Tabel 3. Varietas (V) hanya berpengaruh nyata terhadap berat brangkasan sedangkan dosis S elemen (S) maupun interaksi varietas dan dosis S elemen (VxS) tidak berpengaruh nyata terhadap kedua karakter produksi. Varietas Batu Ijo menghasilkan brangkasan paling berat dengan rata-rata 839,5 g dan secara statistik berbeda nyata dibanding berat brangkasan dua varietas lainnya. Keunggulan varietas Batu Ijo

dalam hal berat brangkasan berkorelasi dengan karakter pertumbuhannya yaitu panjang tanaman yang tersaji pada Tabel 2 dan karakter lainnya seperti diameter batang serta panjang, lebar dan ketebalan daun. Tidak disajikan di dalam laporan hasil studi ini, ketebalan daun varietas Batu Ijo berbeda nyata dengan dua varietas lainnya dengan selisih 0,12-0,15 mm atau 12-16% lebih tebal. Adanya pengaruh karakter morfologi tanaman bawang merah baik akar, daun, batang dan cabang terhadap berat segar brangkasan sesuai dengan hasil penelitian Pramantari dkk. (2022).

Tabel 3. Berat brangkasan dan berat basah umbi per plot tiga varietas bawang merah (V) pada perlakuan dosis sulfur (S)

Parameter	Karakter	Varietas (V)	Dosis sulfur (kg/ha)				Rerata
			S0 (0)	S1 (35)	S2 (70)	S3 (100)	
Produksi	Berat segar brangkasan (gr)	V1 (Kramat 1)	296,81 a	347,72 a	382,06 a	322,89 a	337,37 a
		V2 (Maja Cipanas)	283,14 a	424,16 a	366,35 a	391,44 a	366,27 a
		V3 (Batu Ijo)	802,86 a	997,05 a	601,53 a	956,58 a	839,50 b
		Rerata	460,94 a	589,64 a	449,98 a	556,97 a	
	Berat basah umbi (kg)	V1 (Kramat 1)	2514,50 a	2276,21 a	2531,90 a	3028,99 a	2587,90 a
		V2 (Maja Cipanas)	2271,54 a	2630,20 a	2454,51 a	2570,60 a	2481,71 a
		V3 (Batu Ijo)	2174,48 a	2632,47 a	2652,40 a	2370,93 a	2457,57 a
		Rerata	2320,17 a	2512,96 a	2546,27 a	2656,84 a	

Keterangan: Angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT $\alpha = 5\%$.

Terkait produksi umbi, varietas Kramat 1 yang menghasilkan tanaman terpendek dan jumlah anakan terbanyak tampil sebagai varietas dengan berat basah umbi per plot tertinggi. Meskipun demikian, varietas

Batu Ijo dengan karakter sebaliknya yaitu tanaman terpanjang dan jumlah anakan paling sedikit mampu menghasilkan berat umbi basah yang tidak berbeda nyata dengan varietas Kramat 1. Tidak hanya

terhadap berat basah umbi per plot, hasil serupa berlaku terhadap berat kering *eskip* umbi dan konversi produksi ton per hektar yang tidak ditampilkan di dalam tulisan ini. Sama halnya dengan berat brangkasan, terdapat keterkaitan beberapa karakter pertumbuhan yang akan mempengaruhi produksi bawang merah. Pernyataan tersebut didukung hasil studi Yoanna dan Fajri (2018) yang melaporkan bahwa jumlah anakan berkorelasi positif dan nyata hanya terhadap jumlah umbi. Sementara itu, panjang tanaman yang berkorelasi terhadap jumlah daun disebutkan memiliki pengaruh positif dan nyata terhadap komponen produksi yang lebih bervariasi termasuk jumlah serta berat basah dan kering umbi.

Kualitas Bawang Merah

Hasil analisis parameter kualitas warna dan kadar antosianin kulit tersaji pada Tabel 4. Varietas (V) berpengaruh nyata terhadap komponen kecerahan (L) dan kemerahan (a^*) tetapi tidak

berpengaruh terhadap kekuningan (b^*). Dosis S elemen (S) dan interaksinya dengan varietas (VxS) tidak berpengaruh nyata terhadap ketiga komponen warna. Meski tidak berpengaruh nyata, aplikasi sulfur secara umum ditemukan meningkatkan kemerahan dan menurunkan kecerahan dan kekuningan kulit bawang merah. Berdasarkan nilai ketiga komponen warna (L^* , a^* , b^*) dapat dideskripsikan bahwa varietas Kramat 1 memiliki visual paling cerah dan kekuningan, Batu Ijo paling merah sedangkan Maja Cipanas memiliki *tone* warna paling gelap. Deskripsi ini sesuai dengan Fitriana dan Susandarini (2019) yang menempatkan varietas Maja Cipanas dan Kramat 1 pada kluster berbeda dengan perbedaan karakterisasi warna yaitu kecoklatan untuk Maja Cipanas dan kekuningan untuk Kramat 1. Perbandingan lainnya oleh Herlina *et al.* (2019) memaparkan bahwa varietas Kramat 1 dan Maja Cipanas memiliki warna kulit coklat hingga merah jambu sedangkan varietas Batu Ijo memiliki kisaran warna kulit merah jambu hingga merah.

Tabel 4. Warna dan kadar antosianin kulit tiga varietas bawang merah (V) pada perlakuan dosis S elemen (S)

Parameter	Komponen	Varietas	Dosis sulfur (kg/ha)				Rerata
			S0 (0)	S1 (35)	S2 (70)	S3 (100)	
Warna	L	V1 (Kramat 1)	48,74 a	49,07 a	47,67 a	47,87 a	48,34 c
		V2 (Maja Cipanas)	39,33 a	38,63 a	38,40 a	36,76 a	38,28 a
		V3 (Batu Ijo)	46,39 a	42,42 a	44,18 a	44,05 a	44,26 b
		Rerata	44,82 a	43,38 a	43,42 a	42,89 a	
	a^*	V1 (Kramat 1)	11,55 a	11,55 a	11,23 a	12,12 a	11,61 a
		V2 (Maja Cipanas)	11,74 a	11,65 a	11,44 a	11,34 a	11,54 a
		V3 (Batu Ijo)	12,20 a	12,92 a	12,81 a	12,91 a	12,71 b
		Rerata	11,83 a	12,04 a	11,82 a	12,12 a	
	b^*	V1 (Kramat 1)	3,24 a	2,83 a	2,27 a	2,36 a	2,67 a
		V2 (Maja Cipanas)	2,11 a	1,60 a	2,16 a	1,63 a	1,88 a
		V3 (Batu Ijo)	2,19 a	1,99 a	1,67 a	2,61 a	2,12 a
		Rerata	2,51 a	2,14 a	2,03 a	2,20 a	
Kadar antosianin (mg/g)	-	V1 (Kramat 1)	0,040 a	0,054 a	0,021 a	0,066 a	0,05 a
		V2 (Maja Cipanas)	0,129 a	0,112 a	0,062 a	0,126 a	0,11 b
		V3 (Batu Ijo)	0,083 a	0,085 a	0,117 a	0,069 a	0,09 ab
		Rerata	0,084 a	0,084 a	0,067 a	0,087 a	

Keterangan: Angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT $\alpha = 5\%$.

Kadar antosianin secara nyata dipengaruhi oleh varietas tetapi tidak oleh dosis S elemen (S) ataupun interaksi keduanya (VxS). Varietas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah dan jenis antosianin seperti dilaporkan Shi-lin *et al.* (2016) dan Geetha *et al.* (2011) masing-masing

pada umbi dan kulit bawang bombai. Kedua hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas bawang berwarna merah memiliki kandungan antosianin umbi tertinggi yaitu 3 hingga 40 kali lipat dibanding varietas kuning dan putih serta kandungan antosianin kulit tertinggi yaitu 2-3 kali lipat dibanding varietas

kecil dan besar. Varietas Maja Cipanas dan Batu Ijo memiliki kadar antosianin yang tidak berbeda nyata tetapi kadar keduanya berbeda nyata dengan Kramat 1 yang menghasilkan kadar antosianin terendah (0,05 mg/g). Pigmen warna antosianin terutama cyanidin bertanggungjawab terhadap warna merah pada bawang merah (Sukasih *et al.*, 2018). Berkaitan dengan hal tersebut, perbedaan nyata kandungan antosianin ketiga varietas berkorelasi dengan adanya perbedaan warna seperti ditampilkan pada Tabel 4.

Jika dikaitkan dengan nilai kemerahan tertinggi varietas Batu Ijo yang ternyata tidak menghasilkan kadar antosianin tertinggi mengindikasikan bahwa kandungan antosianin tidak secara mandiri ditentukan oleh komponen warna kemerahan (a^*) tersebut. Beberapa penelitian seperti Peppi *et al.* (2006), Yeon dan Kim (2021) dan Chen *et al.* (2023) menemukan bahwa nilai kecerahan (L) berkorelasi negatif dengan kandungan antosianin yang artinya semakin gelap tampilan bagian tanaman (nilai L semakin rendah) semakin tinggi pula nilai kandungan antosianinnya. Korelasi negatif tersebut sesuai dengan varietas Kramat 1 pada penelitian yang kecerahannya (L tertinggi) menghasilkan kandungan antosianin terendah meski nilai kemerahannya (a^*) tidak berbeda nyata dengan Maja Cipanas. Sementara itu, varietas Maja Cipanas yang nilai komponen warna kecerahan, kemerahan dan kekuningan (L, a^* , b^*) terendah menghasilkan kadar antosianin tertinggi (0,11 mg/g) sesuai dengan hasil penelitian Kristamtini dkk. (2018) yang melaporkan korelasi negatif antara

kandungan antosianin dan variabel warna L^* , a , dan b^* pada beras hitam yaitu semakin gelap dan rendah nilai a^* dan b^* sampel maka semakin tinggi kandungan antosianin.

Serapan Hara Bawang Merah

Varietas (V) berpengaruh nyata terhadap serapan tajuk dan umbi bawang merah (Tabel 5). Varietas Batu Ijo memiliki serapan umbi tertinggi dan berbeda nyata dengan dua varietas lainnya, tingginya serapan tersebut diduga berkaitan dengan karakteristik umbinya yang lebih besar. Korelasi ukuran umbi terhadap peningkatan serapan hara dapat berkaitan dengan kontribusinya terhadap perluasan daerah penampang akar sehingga diperoleh jumlah akar yang lebih banyak untuk menyerap hara dari lingkungan (Oktavia dkk., 2019). Demikian juga, berkaitan dengan penyediaan cadangan makanan lebih banyak untuk mendukung pertumbuhan awal tanaman termasuk jumlah dan panjang dari daun sebagai lokasi fotosintesis (Tandi *et al.*, 2021). Korelasi langsung dan positif dari peningkatan bobot bibit umbi bawang merah terhadap peningkatan serapan hara K sebesar 40% hingga 85% dibanding serapan hara K pada bobot terendah dilaporkan oleh Ernawati (2015). Pada tanaman gandum, Nik *et al.* (2011) melaporkan kecenderungan yang sama yaitu bahwa terjadi peningkatan serapan hara makro dan mikro akibat peningkatan ukuran benih gandum yang digunakan.

Tabel 5. Serapan tajuk dan umbi tiga varietas bawang merah (V) pada perlakuan dosis S elemen (S)

Serapan S	Varietas	Dosis sulfur (kg/ha)				Rerata
		S0 (0)	S1 (35)	S2 (70)	S3 (100)	
Tajuk (mg/tanaman)	V1 (Kramat 1)	5,56 a	3,56 a	3,36 a	4,88 a	4,34 a
	V2 (Maja Cipanas)	5,15 a	4,82 a	5,34 a	5,31 a	5,16 ab
	V3 (Batu Ijo)	5,85 a	12,61 a	8,91 a	5,13 a	8,13 b
	Rerata	5,52 a	7,00 a	5,87 a	5,11 a	
Umbi (mg/tanaman)	V1 (Kramat 1)	3,65 b	2,67 ab	1,30 a	1,11 a	2,18 a
	V2 (Maja Cipanas)	1,75 ab	2,04 ab	1,87 ab	1,88 ab	1,89 a
	V3 (Batu Ijo)	2,41ab	2,03 ab	3,35 ab	5,98 c	3,44 b
	Rerata	2,60 a	2,25 a	2,17 a	2,99 a	

Keterangan: Angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT $\alpha = 5\%$.

Berbeda dengan parameter lainnya, interaksi varietas bawang merah dan dosis S elemen (VxS) berpengaruh nyata terhadap serapan S umbi. Serapan S umbi tertinggi diperlihatkan pada kombinasi perlakuan varietas Batu Ijo dengan dosis S elemen 100

kg/ha (V3S3) sebesar 5,98 mg/tanaman. Hal ini diduga merupakan kontribusi dari morfologi varietas Batu Ijo seperti tanaman lebih tinggi, area daun lebih luas serta ukuran umbi lebih besar yang memungkinkan penyerapan hara S tersedia pada

perlakuan dosis S elemen 100 kg/ha lebih besar. Jika *et al.* (2020) melaporkan bahwa serapan S tajuk dan umbi bawang putih berkorelasi positif yang mana serapan tertinggi pada kedua bagian tanaman tersebut diperoleh pada tanaman terpanjang dan jumlah daun terbanyak. Korelasi positif antara serapan tajuk dan umbi tersebut tidak diperlihatkan oleh varietas Maja Cipanas yang serapan tajuknya lebih tinggi dan berbeda nyata dengan Kramat 1 tetapi justru menghasilkan serapan umbi yang paling rendah. Tingginya serapan S tajuk dan umbi pada kombinasi perlakuan V3S3 sejalan dengan rendahnya S tersedia pada kombinasi perlakuan tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 6.

pH dan S Tersedia Tanah setelah Panen

Dosis S elemen (S) dan interaksinya dengan varietas tidak berpengaruh nyata terhadap pH dan S tersedia tanah (Tabel 6). Secara berurut, pH terendah hingga tertinggi ditampilkan pada perlakuan aplikasi dosis sulfur 0, 100, 70, dan 35 kg/ha. pH tanah setelah

panen pada seluruh plot perlakuan secara keseluruhan mengalami penurunan 1,4-1,5 unit dibanding pH tanah awal dengan perubahan kriteria dari agak masam menjadi masam. Penurunan pH merupakan salah satu resiko aplikasi S ke dalam tanah yang pada jenis tanaman tertentu justru berpotensi menimbulkan efek negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangannya. Penurunan pH akibat aplikasi S telah banyak dilaporkan dengan penurunan berkisar 0,5-3 unit (South *et al.*, 2017; Sun *et al.*, 2022). Penurunan pH hingga 0,9 unit pada perlakuan dosis S tertinggi menurunkan diameter umbi dan berat kering umbi masing-masing hingga 11% dan 28% (Hanifah dkk., 2021). Nilai S tersedia tanah pada plot-plot perlakuan berkisar antara 105-248 ppm dan S tersedia tertinggi terdapat pada perlakuan 70 kg/ha S (S2). Jika dibandingkan, S tersedia pada perlakuan tanpa aplikasi S (S0) secara umum unggul dibanding dua perlakuan yang diaplikasikan S 35 kg/ha dan 100 kg/ha (S1 dan S3).

Tabel 6. pH dan S tersedia tanah setelah panen pada perlakuan dosis S elemen

Parameter	Varietas	Dosis sulfur (kg/ha)			
		S0 (0)	S1 (35)	S2 (70)	S3 (100)
pH	V1 (Kramat 1)	4,94 a	5,02 a	4,94 a	4,95 a
	V2 (Maja Cipanas)	4,77 a	5,03 a	4,92 a	4,95 a
	V3 (Batu Ijo)	4,91 a	4,92 a	4,86 a	4,82 a
	Rerata	4,87 a	4,99 a	4,91 a	4,90 a
S tersedia	V1 (Kramat 1)	178,09 a	159,63 a	203,37 a	122,69 a
	V2 (Maja Cipanas)	173,20 a	194,62 a	194,62 a	160,60 a
	V3 (Batu Ijo)	189,76 a	127,55 a	181,01 a	167,40 a
	Rerata	180,35 a	160,60 a	193,00 a	150,23 a

Keterangan: Angka pada kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT $\alpha = 5\%$.

Seluruh parameter di dalam penelitian ini tidak dipengaruhi secara nyata oleh dosis S elemen yang diaplikasikan. Pengaruh pemupukan sulfur yang dilaporkan pada penelitian-penelitian terdahulu bervariasi. Sopha dan Basuki (2019) melaporkan temuan yang sama seperti penelitian ini yaitu bahwa tidak adanya pengaruh nyata sulfur yang diaplikasikan terhadap peningkatan pertumbuhan, produksi dan serapan hara dua varietas bawang merah yang diuji. Sementara itu, Hanifah dkk. (2021) melaporkan bahwa pemupukan sulfur tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tetapi berpengaruh terhadap parameter produksi yang diamati. Efektivitas dan efisiensi aplikasi pemupukan terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman

dapat bervariasi tergantung berbagai faktor termasuk tanaman dan lingkungan tumbuhnya. Usaha mencapai efektivitas dan efisiensi pemupukan di tengah kompleksnya faktor-faktor yang mempengaruhinya maka disusun pedoman tepat jumlah/dosis, waktu, cara, sumber/jenis dalam pengaplikasiannya (Panggabean & Purwono, 2017). Pentingnya memperhatikan berbagai pedoman tersebut dapat dijelaskan berbagai hasil penelitian seperti Fatmawati dkk. (2018), Muhammad dkk. (2003) dan Haq *et al.* (2021) dalam hal tepat sumber dan cara kelola. Ketiga sumber tersebut menginformasikan bahwa keunggulan dari aplikasi sumber S yang langsung dapat diserap tanaman dapat berkurang bahkan hilang apabila kandungan hara

dalam sumber pupuk S tersebut berpotensi menimbulkan persaingan hara yang mengakibatkan gangguan penyerapan salah satu hara.

Informasi lain terkait sumber hara S seperti S elemen yang perlu teroksidasi agar dapat diserap tanaman. Pengaplikasian hara S disarankan untuk dilakukan bersamaan dengan bahan organik maupun mikroba sebagai usaha percepatan proses oksidasi S elemen. Aplikasi kedua materi tersebut menjadi penting karena proses oksidasi S elemen utamanya terjadi secara biologis (Kulczycki, 2021) sehingga membutuhkan faktor utama kedua yaitu bahan organik (Degryse *et al.*, 2016) yang merupakan bahan makanan mikroorganisme pengoksidasi. Seluruh parameter yang diamati termasuk karakteristik tanah setelah panen menunjukkan hasil yang tidak beda nyata. Hal ini diduga bahwa proses oksidasi S belum berjalan dengan baik dan penurunan pH dapat terjadi karena faktor lain termasuk presipitasi tinggi selama waktu tanam yang berpotensi mencuci basa-basa tanah. Dugaan ini diperkuat dengan kandungan C organik tanah awal yang sangat rendah dan tidak adanya pengaplikasian bahan organik di dalam pelaksanaan penelitian. Cara aplikasi S elemen yang kurang sesuai juga diduga berkontribusi mengingat bahwa aplikasi terbaik adalah dengan cara disebar dan digabung ke dalam tanah (Mosaic, 2022; Fontaine *et al.*, 2021) sementara di dalam penelitian ini aplikasinya di dalam lubang tanam (*spot placement*). Tingginya S tersedia tanah setelah panen pada perlakuan kontrol sejalan dengan dugaan tersebut dan sekaligus menegaskan bahwa S di dalam tanah memiliki banyak sumber. Sumber-sumber tersebut antara lain bahan organik, mineral tanah, deposisi atmosfer baik kering maupun basah (presipitasi), pestisida, irigasi dan pupuk kimia (Narayan *et al.*, 2022; Chaudhary *et al.*, 2023).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa secara umum varietas berpengaruh nyata terhadap parameter uji, sedangkan dosis S elemen tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter uji dan interaksi keduanya hanya berpengaruh nyata terhadap serapan S umbi. Selanjutnya, varietas berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, anakan, berat brangkasan, warna kulit (L dan a*), kandungan antosianin serta serapan S tajuk dan umbi. Meskipun menghasilkan jumlah daun dan anakan paling sedikit, varietas Batu Ijo mampu menghasilkan berat

brangkasan, nilai ruang warna a* (kemerahan), dan serapan S tajuk dan umbi tertinggi. Interaksi varietas dan dosis S elemen berpengaruh nyata terhadap serapan S umbi bawang merah. Varietas Batu Ijo yang dipupuk dengan S elemen 100 kg/ha menghasilkan serapan S umbi tertinggi yaitu 5,98 mg/tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Bano, C, N Amist, and NB Singh. 2019. Morphological and anatomical modifications of plants for environmental stresses. *In* Pp. 29-44. Molecular Plant Abiotic Stress: Biology and Biotechnology (Roychoudhury, A, D Tripathi, Eds.). John Wiley & Sons, Ltd. Hoboken.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2024. Provinsi Sumut dalam Angka 2023. Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara. Medan.
- Chattoo, M, MM Magray, FA Parray, M Shah, and TA Bhat. 2018. Effect of antioxidants on growth, yield, and quality of garlic (*Allium sativum* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 7(5): 2894–2896.
- Chaudhary, S, SS Sindhu, R Dhanker, and A Kumari. 2023. Microbes-mediated sulphur cycling in soil: Impact on soil fertility, crop production and environmental sustainability. Microbiological Research. 271: 127340. DOI: 10.1016/j.micres.2023.127340.
- Chen, J, H Ye, J Wang, & L Zhang. 2023. Relationship between Anthocyanin Composition and Floral Color of Hibiscus syriacus. Horticulturae. 9(1): 48. DOI: 10.3390/horticulturae9010048.
- Degryse, F, B Ajiboye, R Baird, RC da Silva, and MJ McLaughlin. 2016. Oxidation of elemental sulfur in granular fertilizers depends on the soil-exposed surface area. Soil Science Society of America Journal. 80(2): 294–305.
- Ernawati, L. 2014. Pengaruh bobot bibit dan dosis pupuk kalium terhadap serapan K, pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) varietas Bima. Agroswagati. 3(2): 332–343.
- Fatmawati, YE Susilowati, dan Historiawati. 2018. Peningkatan kuantitas bawang merah (*Allium cepa* fa. ascalonicum L.) dengan berbagai sumber kalium dan belerang. Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika. 3(2): 40–42.

- Fauziah, R, AD Susila, dan E Sulistyono, 2016. Budidaya bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada lahan kering menggunakan irigasi sprinkler pada berbagai volume dan frekuensi. Jurnal Hortikultura Indonesia. 7(1): 1–8.
- Feinberg, A, A Stenke, T Peter, ES Hinckley, CT Driscoll, and LHE Winkel. 2021. Reductions in the deposition of sulfur and selenium to agricultural soils pose risk of future nutrient deficiencies. Communications Earth & Environment. 2(1):101. DOI: 10.1038/s43247-021-00172-0.
- Fitriana, N, and R Susandarini. 2020. Morphology and taxonomic relationships of shallot (*Allium cepa* L. group aggregatum) cultivars from Indonesia. Biodiversitas. 20(10): 2809–2814.
- Fontaine, D, J Eriksen, P Sørensen, MJ McLaughlin, and F Degryse. 2021. Application method influences the oxidation rate of biologically and chemically produced elemental sulfur fertilizers. Soil Science Society of America Journal. 85(3): 746–759.
- Fuentes-Lara, LO, J Medrano-Mac, F Pérez-Labrada, EN Rivas-Martínez, EL García-Encis, S González-Morales, A Juárez-Maldonado, F Rincón-Sánchez, and A Benavides-Mendoza. 2019. From elemental sulfur to hydrogen sulfide in agricultural soils and plants. Molecules. 24(12): 2282. DOI: 10.3390/molecules24122282.
- Geetha, M, P Ponmozhi, M Saravanakumar, and P Suganyadevi. 2011. Extraction of anthocyanin and analyzing its antioxidant properties from different onion (*Allium cepa*) varieties. International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences. 2(3): 497–506.
- Hanifah, BN, R Suntari, dan B Baswarsati. 2021. Pengaruh aplikasi pupuk sulfur dan jumlah siung terhadap pertumbuhan dan produksi bawang putih (*Allium sativum* L.) serta residu sulfur di Inceptisol Karangploso. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 8(1): 43–50.
- Haq, SU, A Hussain, U Riaz, MB Hussain, A Fareed, NA Ikram, and F Nawaz. 2021. Combined sulfur and organic compost treatment influences nutrient uptake and photosynthetic activity to improve growth and yield of sunflower. Pakistan Journal of Agricultural Research. 34(3): 656–663.
- Hasan, F, dan I Suprpti. 2021. Fluktuasi harga dan integrasi horisontal pasar bawang merah di Madura. Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta 2020. Hlm. 270–279.
- Hasanah, Y, L Mawarni, H Hanum, R Sipayung, and MT Ramadhan. 2021a. The role of sulfur and paclobutrazol on the growth of shallots (*Allium ascalonicum* (L.) Sanren F-1 varieties from true shallot seed. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 782: 042039. DOI: 10.1088/1755-1315/782/4/042039.
- Hasanah, Y, L Mawarni, H Hanum, R Sipayung, MT Rhamadan, and L Tarigan. 2021. Production and physiological characteristics evaluation of shallot (*Allium ascalonicum* L.) Lokananta varieties via sulphur and paclobutrazol application. Asian Journal of Plant Sciences. 20(2): 300–304.
- Herlina, L, Reflinur, Sobir, A Maharijaya, S Wiyono, and B Istiaji. 2019. Genetic diversity of Indonesian shallots based on bulb-tunic patterns and morphological characters. Indonesian Journal of Agricultural Science. 20(1): 19–28.
- Husnain, LR Widowati, W Hartatik, MT Ratule, Hermanto, Harwanto, E Mansyah, MP Yufdi, MJA Syah, D Mulyono, D Setyorini, A Kasno, IGM Subiksa, Nurjaya, J Purnomo, A Siregar, IA Sipahutar, L Anggria, H Wibowo, T Rostaman, Surono, D Aksani, K Zakiah, R Rosliani, GA Sopha, I Cartika, M Pratama, AM Effendi, NWH Sulastiningsih, N Gunadi, F Aprianto, AEB Marpaung, Martias, I Muas, T Purnama, A Sparta, S Yuliati, N Marta, ED Husada, D Fatria, Sutopo, dan BA Fanshuri. 2021. Rekomendasi Pupuk N, P, dan K untuk Tanaman Hortikultura (Per Kabupaten) Se-Indonesia. Balai Penelitian Tanah Kementerian Pertanian. Bogor.
- Järvan, M, L Edesi, and A Adamson. 2012. Effect of sulphur fertilization on grain yield and yield components of winter wheat. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science. 62(5): 401–409.
- Jiku, MAS, M Alimuzzaman, A Singha, MA Rahaman, RK Ganapati, MA Alam, and SR Sinha. 2020. Response and productivity of Garlic (*Allium sativum* L.) by different levels of potassium fertilizer in farm soils. Bulletin of the National Research Centre. 44(1): 9. DOI: 10.1186/s42269-020-0267-7.
- Kristantini, EW Wiranti, dan Sutarno. 2018. Variasi warna dan kandungan antosianin varietas

- lokal beras hitam Yogyakarta pada dua ketinggian. Buletin Plasma Nutfah. 24(2): 99–106.
- Kulczycki, G. 2021. The effect of elemental sulfur fertilization on plant yields and soil properties. *Advances in Agronomy*. 167: 105–181.
- Kusumasari, AC, dan I Firmansyah. 2020. Keragaan pertumbuhan dan produksi bawang merah varietas Bima Brebes dan lokal Karanganyar di dataran tinggi. Prosiding Seminar Nasional: Kesiapan Sumber Daya Pertanian dan Inovasi Spesifik Lokasi Memasuki Era Industri 4.0. Hlm. 243–249.
- [Mosaic] The Mosaic Company. 2017. Oxidation of Elemental Sulfur in Soils. AgriSight Trusted Crop Nutrition Expertise. Available online at https://www.cropnutrition.com/wp-content/uploads/2023/06/008466-MBCN-AgriSight13_Sulfur_Oxidation_k9_HRb.pdf.
- Muhammad, H, S Sabiham, A Rachim, dan H Adijuwana. 2003. Pengaruh pemberian sulfur dan blotong terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah pada tanah Inseptisol. *Jurnal Hortikultura*. 13(2): 95–104.
- Mustikawati, R, T Tadjudin, dan A Alfandi. 2020. Effect of phosphorus and sulfur fertilizers on growth and yield shallots (*Allium ascalonicum* L.) Bima variety. *Agros wagati Jurnal Agronomi*. 8(2): 58–66.
- Narayan, OP, P Kumar, B Yadav, M Dua, and AK Johri. 2022. Sulfur nutrition and its role in plant growth and development. *Plant Signaling & Behavior*. 18(1). DOI: 10.1080/15592324.2022.2030082.
- Nik, MM, M Babaeian, A Tavassoli, and A Asgharzade. 2011. Evaluation of seed size and genotype on nutrient uptake and growth characteristic of wheat seedling. *African Journal of Agricultural Research*. 6(19): 4513–4521.
- Nur, S. 2022. Pengaruh varietas dan frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah. *Jurnal Ilmiah Indonesia*. 7(12): 20194–20204.
- Oktavia, Y, Yartiwi, dan A Damiri. 2019. Keragaan Pertumbuhan dan tingkat kelayakan usaha tani tiga varietas bawang merah: Studi kasus Di Kecamatan Selupu Rejang Kabupaten Rejang Lebong Provinsi Bengkulu. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. 21(2): 103–107.
- Panggabean, SM, dan Purwono. 2017. Manajemen pemupukan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Pelantaran Agro Estate, Kalimantan Tengah. *Buletin Agrohorti*. 5(3): 316–324.
- Pasaribu, SF, B Wiboworini, and LR Kartikasari. 2021. Analisis antosianin dan flavonoid ekstrak kecambah beras hitam. *Jurnal Dunia Gizi*. 4(1): 8–14.
- Peppi, MC, MW Fidelibus, and N Dokoozlian. 2006. Absciscic acid application timing and concentration affect firmness, pigmentation, and color of “Flame Seedless” grapes. *HortScience*. 41(6): 1440–1445.
- Pramantari, AG, Priyono, dan S Bahri. 2022. Pengaruh dosis pupuk NPK dan seresah daun bawang merah terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Innofarm: Jurnal Inovasi Pertanian*. 24(1): 9–14.
- Pramitasari, R, dan LK Chrysanti. 2021. Pemanfaatan Limbah Kulit Bawang Merah Sebagai Kandidat Ingridien Minuman Fungsional Antioksidan. *Jurnal Perkotaan*. 12(1): 39–52.
- Shi-lin, Z, D Peng, X Yu-chao, L Shan-wu, and W Ian-jun. 2016. Quantification and analysis of anthocyanin and flavonoids compositions, and antioxidant activities in onions with three different colors. *Journal of Integrative Agriculture*. 15(9): 2175–2181.
- Sinaga, A, A Rajab, AF Suddin, dan Amisnaipa. 2021. Peningkatan produksi melalui penggunaan varietas unggul baru pada usahatani bawang merah. *Jurnal Pangan*. 30(1): 45–52.
- Sopha, GA, and RS Basuki. 2021. Investigations to the optimal rate of Ca, Mg and S fertilizers for shallot (*Allium cepa* Aggregatum group) in alluvial soil. *Acta Horticulturae*. 1320(27): 211–216.
- South, DB, RL Nadel, SA Enebak, and G Bickerstaff. 2022. Sulfur and lime affect soil pH and nutrients in a sandy Pinus taeda nursery. *Reforesta*. 4(4): 12–20.
- Sukasih, E, Setyadjit, and D Musadad. 2018. Physico-chemical characteristics of shallot New-Superior Varieties (NSV) from Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 102(1):012037. DOI: 10.1088/1755-1315/102/1/012037.
- Sun, X, W Zhang, R Vassov, I Sherr, N Du, and JJ Zwiazek. 2022. Effects of elemental sulfur on soil pH and growth of saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia*) and beaked hazelnut

- (*Corylus cornuta*) seedlings. *Soil Systems*. 6(2): 31. DOI: 10.3390/soilsystems6020031.
- Tandi, OG, M Lintang, and Yusuf. 2021. Planting distance and tuber size affected the productivity of Lansuna local variety of red onion (*Allium ascalonicum* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 648: 012051. DOI: 10.1088/1755-1315/648/1/012051.
- Thangasamy, K Gorrepati, PH Ghodke, SA TP, M Jadhav, K Banerjee, and M Singh. 2021. Effects of sulfur fertilization on yield, biochemical quality, and thiosulfinate content of garlic. *Scientia Horticulturae*. 289: 110442. DOI: 10.1016/j.scienta.2021.110442.
- Wibowo, A. 2021. Karakter perakaran sejumlah varietas kopi arabika pada fase bibit di pesemaian. *Agrotechnology Research Journal*. 5(1): 18–25.
- Yeon, JY, and WS Kim. 2020. Floral pigment-scent associations in eight cut rose cultivars with various petal colors. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 61(4): 633–641.
- Zenda, T, S Liu, A Dong, and H Duan, 2021. Revisiting sulphur-the once neglected nutrient: It's roles in plant growth, metabolism, stress tolerance and crop production. *Agriculture*. 11(7): 626. DOI: 10.3390/agriculture11070626.