DOI: http://dx.doi.org/10.25181/jppt.v24i4.3449 **pISSN 1410-5020**
Jurnal Penelitian Pertanian Terapan Vol. 24 (4): 619-629 **eISSN 2407-1781**
Website: http://www.jurnal.polinela.ac.id/JPPT

Aplikasi Sulfur Terhadap Karakter Agronomi, Morfologi Dan Aktivitas Antioksidan Bawang Merah (*Allium ascalonicum*. L) Dibudidaya Terapung

*Application Of Sulfur On The Agronomic Characteristics, Morphology And Antioxidant Activity Of Shallot (*Allium ascalonicum. L*) On Floating Culture*

Novikar Saputra Idly[1], Susilawati Susilawati[2*], Suwandi Suwandi[1], Oksilia Oksilia[3]

[1]Program Studi Ilmu Tanaman Fakultas Pertanian Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya Jalan Padang Selasa No. 524. Bukit Lama, Palembang, Sumatera Selatan
[2]Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Inderalaya, Sumatera Selatan.
[3]Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Tamansiswa, Palembang, Indonesia
[*]E-mail : *susilawati@fp.unsri.ac.id*

ABSTRACT

Floating agricultural cultivation is one of the right solutions for carrying out shallot cultivation in swamp areas. The aim of this research is to determine the effectiveness of sulfur application on the agronomic characters, morphology and phytochemical content of shallots (Allium ascalonicum L.). The research was carried out in May 2023 at the research pond of the Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The method used in this research was a completely randomized design with sulfur applications including : S_1 (0 kg ha^{-1}), S_2 (30 kg ha^{-1}), S_3 (60 kg ha^{-1}), S_4 (120 kg ha^{-1}), S_5 (240 kg ha^{-1}). The results of this research were that giving 60 kg ha-1 of sulfur to floating shallots had the best effect on the number of leaves, leaf length, crop growth rate, wet weight, and leaf chlorophyll content. Antioxidant activity can be predicted well from the additional sulfur dose in floating cultivation (R_2: 89%) with an estimated optimum sulfur dose of 82.4 kg ha^{-1}, 92.5 kg ha^{-1}, and 134.5 kg ha^{-1}. Air dry tuber weight can be predicted moderately (R_2: 65%) with estimated optimum sulfur doses of 93 kg ha^{-1} and 79.3 kg ha^{-1}.

Keywords: *Activity Antioxidant, Phytochemicals, Shallots, Sulfur and ZA*

Disubmit: 29 Januari 2024, **Diterima:** 15 Agustus 2024, **Disetujui:** 05 Januari 2025;

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang tergolong kedalam sayuran rempah yang banyak dikonsumsi atau dibutuhkan oleh masyarakat. Bawang merah dikonsumsi sebagai penguat cita rasa dan penyedap pada makanan serta sebagai salah satu obat herbal yang berefek farmakologis terhadap kesehatan tubuh(Octaviani *et al.*, 2019). Menurut Aryanta., (2019) kandungan gizi dan senyawa yang terkandung bawang merah memiliki fungsi preventif jika digunakan sebagai bahan makanan dan memiliki fungsi kuratif jika digunakan sebagai obat herbal. Salah satu senyawa yang terkandung pada bawaang merah adalah antioksidan. Antioksidan merupakan adalah senyawa yang dapat mencegah atau memperlambat kerusakan akibat radikal bebas terhadap zat lain di dalam tubuh

Lisensi
Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

(Gulcin, 2020). Antioksidan bekerja dengan cara pemberi elektron yang dapat menghambat reaksi oksidasi dengan mengikat radikal bebas (Figueiredo-González *et al.*, 2017).

Konsumsi bawang merah dari tahun ketahun mengalami kenaikan setiap tahunnya (Setiawan *et al.*, 2021). Produksi bawang merah di Sumatera Selatan yang masih mengalami fluktuasi hal ini ditunjukan data dari badan pusat statistik Sumatera Selatan diamana pada tahun 2020 mengalami penurunan dari tahun 2019 sekitar 1.390 ton menjadi 934 ton pada tahun 2020, akan tetapi pada tahun 2021 mengalami kenaikan kembali menjadi 1.125 ton (Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Selatan, 2023). Terjadinya fluktuasi produksi ini salah satu penyebabnya ialah letak geografis Sumatera Selatan dimana sebagian wilayahnya merupakan rawa yang meliputi sekitar 285.941 ha lahan rawa lebak dan 273.919 ha lahan rawa pasang surut (Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Selatan, 2023). Maka dari itu sejumlah peneliti telah menciptakan inovasi baru berbasis masyarakat yang dapat digunakan pada lahan yang tergenang yaitu dengan pertanian terapung (Habiba *et al.*, 2022; Isfat and Raihan, 2022).

Solusi yang tepat untuk melaksanakan budidaya di daerah rawa ialah dengan budidaya pertanian secara terapung. Budidaya terapung memiliki keunggulan salah satunya tanaman tidak perlu dilakukan penyiraman karena ketersedian air telah terpenuhi (Tomasi *et al.*, 2015). Sistem pertanian terapung dapat meningkatkan perekonomian masyarakat (Pavel *et al.*, 2014). Menurut Susilawati *et al.*, (2022) budidaya sistem terapung merupakan salah satu tindakan antisipasi yang dapat digunakan pada saat periode banjir. Menurut Irmawati *et al.*, (2024) bawang merah merupakan tanaman hortikultura yang mampu dan dapat berkembang baik pada sistem budidaya terapung.

Sulfur adalah Nutrisi esensial yang berperan dalam sintesis asam amino sistin, sistein, dan metionin menjadi protein yang diperlukan untuk pertumbuhan bawang merah (Mustikawati *et al.*, 2020). Sulfur juga membantu pertumbuhan pucuk, akar, dan anakan dan pemberian belerang dapat digunakan untuk mengatur ketersediaan lainnya menurunkan pH tanah (Karo, 2018). Menurut (Sugiura *et al*. 2021) aplikasi S meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan mempromosikan nodulasi dan meningkatkan produksi nitrogenase dan leghemoglobin. Penggunaan sulfur pada dasarnya sangat penting diperhatikan tetapi sebaliknya pupuk sulfur masih kurang mendapat perhatian (Hinckley *et al.*, 2020). Menurut hasil penelitian Herwanda *et al.*, (2017) sulfur merupakan unsur hara yang penting untuk menopang pertumbuhan dan hasil bawang merah dimana dapat menambah aroma, mengurangi penyusutan pada saatn penyimpanan, memperbesar umbi bawang merah dan mengoptimalkan pertumbuhan vegetatif bawang merah. Penelitian ini bertujuan mengetahui efektifitas aplikasi sulfur terhadap karakter agronomi, morfologi dan kandungan fitokimia bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dan mengetahui apakah pemberian Sulfur 60 kg ha-1 dapat mempengaruhi karakter agronomi, morfologi dan kandungan fitokimia pada bawang merah (*Allium ascalonicum* L.).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai bulan Juli 2023, bertempat di embung Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Kecamatan Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan, dengan ketinggian tempat 10 mdpl titik koordinat 3°13'11.1"S 104°38'52.2"E.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi: 1) Alat tulis kantor (ATK); 2) Kolam / embung; 3) Polybag ukuran 30 x 25; 4) Rakit apung botol; 4) Meteran, 5) Mistar; 6) Jangka sorong digital; 7) Kamera; 8) Timbangan/Neraca analitik; 9) Cangkul; 10) Parang; 11) Oven; 12) Spetrofotometer UV-Vis; 13) Gelas ukur; 14) Kertas saring. **Bahan-bahan** yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1) Pupuk kotoran ayam; 2) Umbi bawang merah varietas Bima Brebes; 3) Tanah; 4) Pupuk ZA; SP-36, KCL dan NPK (16:16:16); 5) Fungisida; 6) Ekstrak bawang merah; 7) Etanol.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan sehingga diperoleh 15 unit perlakuan setiap unit perlakuan terdiri dari 10 tanaman sehingga terdapat

150 tanaman. Aplikasi sulfur yang diterapkan meliputi : S_1 (0 kg ha^{-1}), S_2 (30 kg ha-^{1}), S_3 (60 kg ha^{-1}), S_4 (120 kg ha^{-1}), S_5 (240 kg ha^{-1}). Data hasil penelitian dianalisis menggunakan regresi polynomial orthogonal menggunakan aplikasi R studio.

Cara kerja pembuatan rakit, rakit dibuat dengan bahan 100 botol air mineral ukuran 1,5 L setiap rakit. Pembuatan rakit diawali menghitung daya apung rakit terhadap beban polibag dengan menggunakan hukum Archimides yaitu dengan rumus : **Volume botol x Massa Jenis Air x Grafitasi > Massa x Gravitasi**.

Persiapan Bahan Tanam Bibit bawang merah yang digunakan adalah bibit bawang merah varietas Bima Berebes yang bersal dari penangkar bawang merah di Brebes. **Persiapan Media Tanam,** Media tanah yang digunakan berupa capuran tanah dan pupuk kotan ayam dengan takaran 2:1 lalu dimasukan kedalam polybag ukuran 30 x 30, pemberian pupuk NPK (16:16:16) dengan dosis 1,5 g $tanaman^{-1}$, SP-36 dengan dosis 0,6 g $tanaman^{-1}$.dan KCL 0,3 $tanaman^{-1}$ sebagai pupuk dasar yang deberikan 7 hari sebelum tanam.

Penanaman. Sebelum ditanam umbi bawang merah dipotong terlebih dahulu sekitar 1/3 bagian, hal ini dilakukan untuk mempercepat pertumbuhan tunas serta merangsang tumbuhnya umbi samping (Nazirah and Maulana, 2020). Selanjutnya umbi bawang merah direndam ke dalam larutan fungisida dethane yang berbahan aktif *Mancozeb* 80 % dengan dosis 3 g L^{-1} air selama 5 menit. Penanaman dilakukan dengan umbi bawang merah dimasukan ke dalam lubang tanam dengan gerakan seperti memutar sekrup, sehingga ujung umbi benih tampak rata dengan permukaan tanah (Tandi *et al.*, 2021). **Perlakuan,** pemberian sulfur diberikan sesuai perlakuan ketika bawang merah sudah 7 hari setelah tanam (HST) dan 25 minggu setelah tanam (HST) pupuk sulfur yang digunakan ialah pupuk ZA.

Pemeliharaan tanaman dilakukan antara lain meliputi : pemupukan susulan diberikan 25 hari setelah tanam meliputi pemberian KCl dengan dosis 0,3 g $tanaman^{-1}$. Selanjutnya pengendalian gulma, penyiangan gulma dilakukan ketika gulma sudah tumbuh di media tanam dengan cara pengendalian fisik. Pengendalian penyakit yang menyerang tanaman dilakukan dengan pengedalian secara biologis dan fisik, pengendalian biologi menggunakan *Tricoderma sp* jika tanaman terserang penyakit belum terlalu parah, jika tanaman sudah terserang penyakit parah tanaman dicabut dan dibuang. **Pengamatan** dilakukan 1 kali dalam seminggu hingga panen dan sesuai variable yang diamati. Bawang merah yang siap di panen ditunjukan 60 % daun melemas dan menguning atau umur bawang sudah 60 hari.

Variabel karakter morfologi yang diamati meliputi: Panjang daun (cm), jumlah daun $tanaman^{-1}$ (helai), berat umbi kering angin $tanaman^{-1}$(g), berat berangkasan basah (g). **Variabel karakter agronomi yang diamati meliputi** : laju pertumbuhan tanaman (kg ha^{-1} $hari^{-1}$) , analisis klorofil (mg L^{-1}) dan aktivitas antioksidan (ppm).

Laju pertumbuhan tanaman diukur menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{CGR} = \frac{W2 - W1}{(T2 - T1)}$$

Keterangan :
W1 : Berat kering awal
W2 : Berat kering akhir
T1 : Waktu pengamatan pertama
T2 : Waktu pengamatan akhir
(Yuniar *et al.*, 2021)

Kadar Klorofil dianalisis dengan metode *Winterman de Mots* yaitu dengan cara menimbang 0,25 g daun bawang merah dan dihaluskan menggunakan mortar. Sampel diekstraksi dengan penambahan alkohol 96 % sebanyak 25 ml hingga seluruh klorofil terlarut. Ekstrak disaring dengan kertas saring. Hasil penyaringan dimasukan ke dalam kuvet dan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang

649 nm dan 665 nm (Wintermans and De Mots, 1965; Putri *et al.*, 2022). Hasil pengukuran nilai absorbansi kemudian diubah ke dalam satuan mg/L dengan menggunakan rumus di bawah ini:

Klorofil total (mg/L) = **(20 x OD_{646} + 76,1 x OD_{663})**
Klorofil a (mg/L) = **(13,7 x A_{663}) – (5,67 x A_{646})**
Klorofil b (mg/L) = **(25,8 x A_{646}) – (7,7 x A_{663})**

Analisis Fitokimia yang dilakukan ialah uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm dan menentukan nilai IC_{50} . Untuk menghitung nilai IC_{50} dapat dilakukan menggunakan metode regresi linear dengan pembuatan kurva yang terdiri dari konsentrasi sampel dan % inhibisi antioksidan. Dari kurva tersebut mendapatkan persamaan berupa y = ax + b. Untuk mendapatkan nilai % kapasitas antioksidan dapat dihitung dengan rumus pada persamaan

$$\textbf{Inhibisi (\%)} = 1 - \frac{absorbansi\ sampel}{absorbansi\ kontrol}\ x\ 100\ \%$$

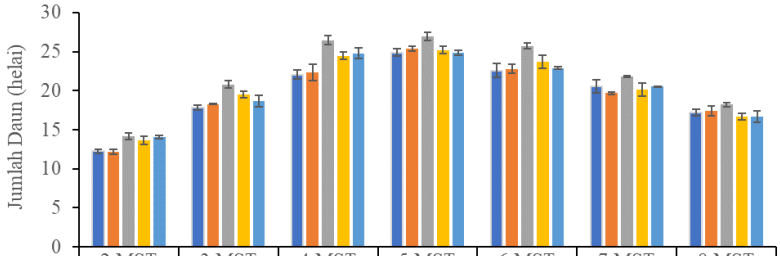
Dari persamaan y = ax + b, nilai IC_{50}; (x) dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan regresi linier.

$$\textbf{IC}_{50} = \frac{50-b}{a}$$

(Pramitha and Sundari, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Daun tanaman-1 (helai). Hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh pengaruh pemberian sulfur terhadap jumlah daun pada bawang merah secara terapung dapat dilihat pada gambar 1

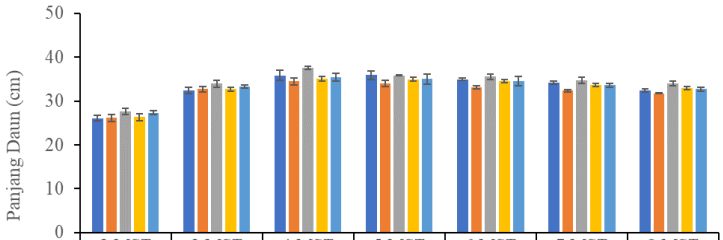


	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST
0 kg S/ha	12,2 b	17,8 b	22,1 b	24,9 b	22,6 b	20,5 a	17,2 a
30 kg S/ha	12,2 b	18,3 b	22,3 b	25,4 b	22,8 ab	19,7 a	17,4 a
60 kg S/ha	14,1 a	20,8 a	26,5 a	26,9 a	25,7 a	21,8 a	18,2 a
120 kg S/ha	13,6 ab	19,5 ab	24,5 ab	25,2 ab	23,7 ab	20,1 a	16,7 a
240 kg S/ha	14,1 a	18,7 b	24,8 ab	24,9 a	22,9 b	20,5 a	16,7 a

Gambar 1. Rata-rata jumlah daun tanaman bawang merah yang dipengaruhi aplikasi sulfur dibudidaya terapung dari 2 MST sampai 8 MST

Hasil dari penelitian didapat jumlah daun pada bawang merah yang dipupuk sulfur pada budidaya terapung menunjukan hasil meningkat sampai 5 MST. Pemupukan sulfur secara nyata mempengaruhi jumlah daun sejak 2 MST sampai 6 MST. Dosis sulfur 60 kg ha-1 menghasilkan jumlah daun paling banyak pada setiap minggu dibandingkan dengan perlakuan sulfur lainnya (Gambar 1). Hal ini sesuai hasil penelitian Mustikawati et al., (2020) bahwasannya pemberian sulfur memberikan pengaruh terbaik terhadap jumlah daun. Menurut Mustikawati et al., (2020) bahwasannya pemberian sulfur memberikan pengaruh terbaik terhadap jumlah daun. Menurut (Agustin et al., 2020) tanaman membutuhkan pemupukan yang berimbang pada fase vegetatif. Karakter pertumbuhan tanaman dikendalikan banyak faktor salah satunya dipengaruhi oleh penyerapan dan ketersedian hara (Abduh et al., 2021). Sulfur berperan dalam fotosintesis dan sistem transpor elektron serta dalam koenzim dan gugus prostetik seperti feredoksin yang penting untuk asimilasi nitrogen (Abadie and Tcherkez, 2019).

Panjang Daun Tanaman^{-1} (cm). Hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh pengaruh pemberian sulfur terhadap panjang daun pada bawang merah secara terapung dapat dilihat pada gambar 2

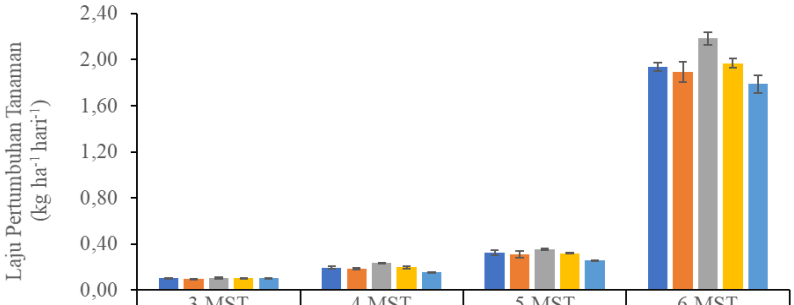


	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST
0 kg S/ha	26,1 a	32,4 a	35,8 b	35,9 a	34,9 a	34,2 ab	32,3 ab
30 kg S/ha	26,2 a	32,7 a	34,5 b	34,0 a	33,2 a	32,3 b	31,8 b
60 kg S/ha	27,6 a	33,9 a	37,5 a	35,8 a	35,5 a	34,7 a	34,0 a
120 kg S/ha	26,3 a	32,7 a	35,1 a	34,9 a	34,5 a	33,6 ab	32,9 ab
240 kg S/ha	27,3 a	33,3 a	35,4 a	35,0 a	34,5 a	33,6 ab	32,7 ab

Gambar 2. Rata-rata Panjang daun tanaman bawang merah yang dipengaruhi aplikasi sulfur dibudidaya terapung dari 2 MST sampai 8 MST

Panjang daun pada bawang merah yang dipupuk dengan sulfur pada budidaya terapung menunjukan hasil meningkat sampai 3 MST. Pemupukan sulfur secara nyata mempengaruhi panjang daun pada 4 MST, 7 MST dan 8 MST. Panjang daun tertinggi setiap minggu pada bawang merah ditunjukan pada perlakuan 60 kg ha^{-1} **(Gambar 2)**. Menurut Hasanah *et al.*, (2021) bahwa unsur sulfur berperan penting penyusun senyawa kompleks yang terkandung pada kloroplas yang dapat digunakan dalam katabolisme karbohidrat sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Juwanda *et al.*, (2023) peningkatan pertumbuhan tanaman disebabkan penyerapan unsur N optimal karena adanya peran unsur S dalam pengoptimalan unsur N. Pemberian sulfur dapat mempengaruhi kuantitas dan kualitas tanah sehingga pemberian sulfur yang tepat dapat meningkatkan proses metabolisme pada tanaman (Al-Amri and Al-Abdaly, 2021). Setiawati *et al.*, (2018) berpendapat daun yang panjang berpengaruh terhadap penyebaran stomata, semakin panjang daun penyebaran stomata semakin luas sehingga respirasi tanaman semakin meningkat.

Laju Pertumbuhan Tanaman (kg ha^{-1} hari^{-1}). Hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh pengaruh pemberian sulfur terhadap laju pertumbuhan tanaman pada bawang merah secara terapung dapat dilihat pada gambar 3

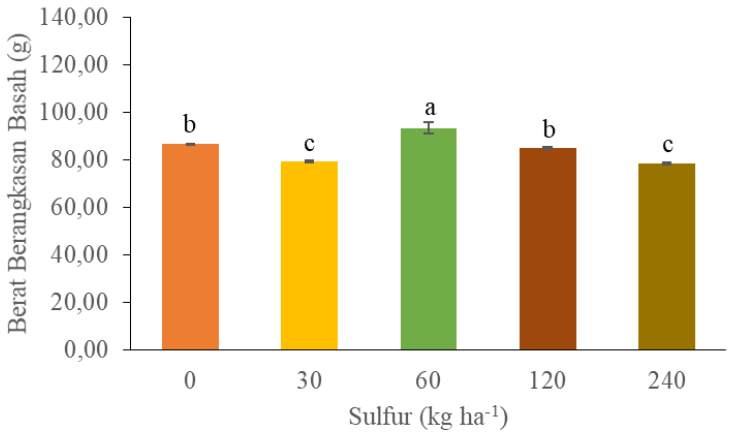


	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST
0 kg S/ha	0,10 a	0,20 ab	0,32 ab	1,94 ab
30 kg S/ha	0,10 a	0,18 b	0,31 ab	1,89 b
60 kg S/ha	0,10 a	0,24 a	0,35 a	2,18 a
120 kg S/ha	0,10 a	0,20 ab	0,32 ab	1,97 ab
240 kg S/ha	0,10 a	0,15 b	0,26 b	1,79 b

Gambar 3. Rata-rata laju pertumbuhan tanaman bawang merah yang dipengaruhi aplikasi sulfur dibudidaya terapung dari 2 MST sampai 8 MST

Dosis sulfur 60 kg ha^{-1} menghasilkan laju pertumbuhan tanaman tertinggi pada minggu 4-3 dan minggu 6-5 **(Gambar 3)**. Sulfur juga memiliki peran dalam penyusunan sel pada tanaman, dimana sulfur merupakan kompenen esensial penyusun asam amino dalam sel tumbuhan sehingga mampu membuat tanaman tumbuh (Farid and Ulinnuha, 2022). Bayoumi *et al.*, (2019) menyatakan sulfur yang diaplikasikan pada konsentrasi optimal meningkatkan serapan nutrisi lainnya. Pemberian sulfur pada tanaman stress yang disebabkan oleh cekaman lingkungan baik abiotik dan biotik. Menurut (Narayan *et al.*, 2022) Proses metabolisme yang terjadi pada tanaman terdapat peran sulfur yang memiliki peran dalam penyusunan sel tanaman sehingga tanaman mampu tumbuh dan berkembang. Hasil dari penelitian Herwanda *et al.*, (2017) pemberian sulfur meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah mulai dari secara agronomis maupun morfologis.

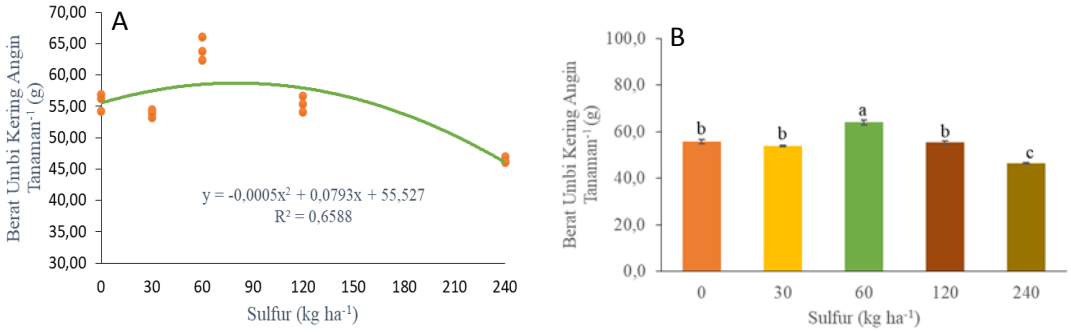
Berat Berangkasan Basah (g) Hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh pengaruh pemberian sulfur terhadap berat berangkasan basah pada bawang merah secara terapung dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 4. Rata-rata berat berangkasan basah bawang merah yang dipengaruhi aplikasi sulfur dibudidaya terapung

Berat berangkasan basah memiliki nilai tertinggi pada perlakuan sulfur 60 kg ha^{-1} (93,48 g) yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dengan berat berangkasan basah terendah pada perlakuan sulfur 240 kg ha^{-1} (78,9 g) (Gambar 4). Pengaruh aplikasi sulfur pada pembelahan sel, pembesaran dan pemanjangan menghasilkan perbaikan keseluruhan pada organ tanaman yang terkait dengan pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman yang lebih cepat dan seragam (Patel et al., 2020). Sintesis kloroplas meningkat ketika tanaman menyerap sulfur dalam jumlah optimal sehingga mengakibatkan peningkatan substansial dalam pertumbuhan tanaman (Bayoumi et al., 2019). Sulfur dapat meningkatkan pembelahan sel, pemanjangan sel, sintesis berbagai komponen protein, peningkatan produksi karbohidrat, penyusun inti sel, dan translokasi fotosintesis (Mukhim et al., 2019).

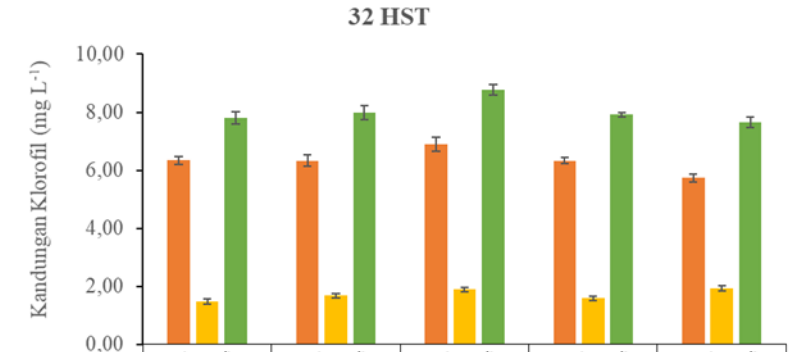
Berat Umbi Kerin Angin Tanaman^{-1} (g). Hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh pengaruh pemberian sulfur terhadap berat umbi kering angin tanaman^{-1} pada bawang merah secara terapung dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 5. Hasil uji regresi polinomial orthogonal (A) dan rata-rata (B) berat umbi kering angin yang dipengaruhi pemberian sulfur secara terapung

Berat umbi kering angin memiliki nilai tertinggi pada perlakuan sulfur 60 kg ha^{-1} (64,04 g tanaman-1) yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dengan berat umbi kering angin terendah pada perlakuan sulfur 240 kg ha^{-1} (46,4 g tanaman^{-1}) (Gambar 5 B). Berat umbi kering angin dapat diprediksi secara moderat dari penambahan dosis sulfur dibudidaya terapung sehingga diperoleh persamaan kuadratik y = -0,0005x2 + 0,0793x + 55,527 (R2= 0,66) dengan estimasi nilai optimum x= 79,3 kg ha^{-1} dan y= 58,67 g (Gambar 5 A). Peningkatan produksi bahan kering dengan penggunaan sulfurpada merupakan hasil dari peningkatan pertumbuhan akar dan pembentukan klorofil yang menyebabkan peningkatan fotosintesis (Gilani et al., 2021). Pertambahan panjang daun, bobot umbi segar, bobot umbi kering angin semuanya dapat disebabkan oleh perlakuan sumber S (Hanifah et al., 2020). Peningkatan umbi bawang merah akibat penerapan S dapat dikaitkan dengan pasokannya dalam sintesis koenzim A dan asam amino untuk produksi protein dan pembentukan ikatan disulfida tertentu yang dikaitkan dengan karakteristik struktural protoplasma tanaman, sehingga mendorong peningkatan diameter dan berat umbi (Lacerda et al., 2022).

Kandungan Klorofil (mg/L). Hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh pengaruh pemberian sulfur terhadap kandungan klorofil pada bawang merah secara terapung dapat dilihat pada gambar 6



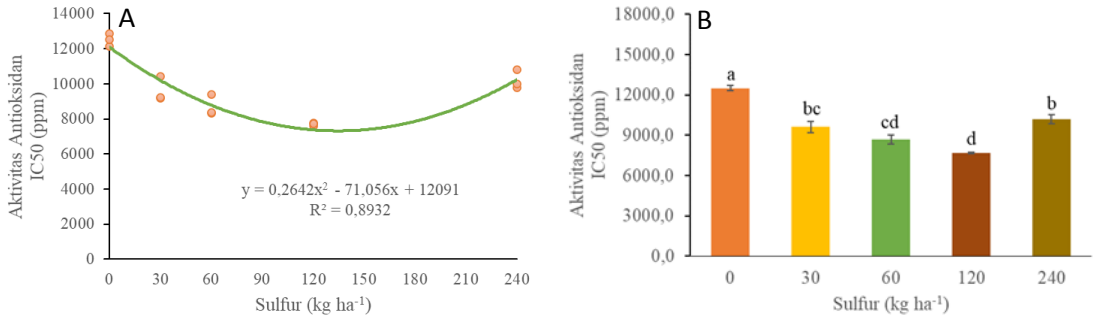
	0 kg S/ha	30 kg S/ha	60 kg S/ha	120 kg S/ha	240 kg S/ha
klorofil a	6,34 ab	6,33 ab	6,89 a	6,33 ab	5,73 b
klorofil b	1,47 b	1,67 ab	1,88 a	1,58 ab	1,93 a
klorofil total	7,81 b	8,00 ab	8,77 a	7,91 b	7,65 b

Gambar 6. Rata-rata kandungan klorofil a, klorofil b, klorofil total

Analisis kandungan klorofil a tertinggi didapat pada perlakuan 60 kg ha-1 berbeda nyata dengan perlakuan 240 kg ha-1, klorofil b tertinggi didapat pada perlakuan 240 kg ha-1 berbeda nyata dengan perlakuan 0 kg ha-1 dan klorofil total tertinggi didapat pada perlakuan 60 kg ha-1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Gambar 6). Sulfur merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman yang berhubungan dengan ketersedian jumlah klorofil pada tanaman (Tukan et al., 2019). Menurut Gilani et al.,

(2021) Penggunakan sulfur menyebabkan peningkatan pigmen fotosintesis pada tanaman. (Wahyana, Anshar and Ete, 2017) menyatakan kekurangan atau kelebihan salah unsur hara akan mempengaruhi semua unusr-unsur hara lainnya.

Aktivitas Antioksidan (ppm). Hasil dari analisis aktivitas antioksidan yang telah dilaksanakan menghasilkan nilai IC50 sebagai berikut :



Gambar 7. Hasil uji regresi polinomial orthogonal (A) dan rata-rata (B) aktivitas antioksidan yang dipengaruhi pemberian sulfur secara terapung

Aktivitas antioksidan memiliki nilai terkecil pada perlakuan sulfur 120 kg ha^{-1}, tetapi pada pengukuran IC50 aktivitas antioksidan pada perlakuan sulfur 120 kg ha^{-1} lebih tinggi dari perlakuan lain. Aktivitas antioksidan memiliki nilai terendah pada perlakuan sulfur 120 kg ha^{-1} (16,99 ton ha^{-1}) yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya dengan Aktivitas antioksidan tertinggi pada perlakuan sulfur 0 kg ha^{-1} (12,5 ton ha^{-1}) (Gambar 7 B). Aktivitas antioksidan dapat diprediksi dengan baik dari penambahan dosis sulfur dibudidaya terapung sehingga diperoleh persamaan kuadratik y = 0,2642x2 - 71,056x + 12091 (R2 = 0,89) dengan estimasi nilai optimum x= 134,5 kg ha^{-1} dan y = 7313 ppm (Gambar 7 A). Hasil dari pengukuran kadar antioksidan bahwasannya perlakuan S4 (120 kg ha^{-1} sulfur) menghasilkan aktivitas antioksidan lebih tinggi yaitu sebesar 7685,65 ppm. Menurut (Sukweenadhi et al., 2020) nilai IC50 >200 memiliki aktivitas antioksidan sangat lemah. Lemahnya aktivitas antioksidan ini disebabkan oleh banyak faktor seperti kandungan air tinggi pada bawang merah dan dalam proses pengekstrakan belum terlalu murni dan masih kasar sehingga senyawa-senyawa seperti flavanoid, allisin dll masih berikatan dengan gugus glikosida (Hikmah and Anggarani, 2021). Sedangkan menurut (Septiani et al., 2020) penurunan aktivitas antioksidan bisa terjadi disebabkan dalam tahap pengolah, kontak dengan udara dan sinar sehingga senyawa yang termasuk antioksidan teroksidasi seperti allisin dan fenolik.

KESIMPULAN

Kesimpulan hasil penelitian yang telah dilaksanakan bahwasannya pemberian sulfur 60 kg ha^{-1} memberikan pengaruh terbaik terhadap bawang merah dibudidaya terapung dan hasil analisis polinomial regresi pada orde kuadrat diperoleh aktivitas antioksidan dapat diprediksi dengan baik dari penambahan dosis sulfur dibudidaya terapung (R^2: 89%). Berat umbi kering angin dapat diprediksi secara moderat (R^2 : 65%,). Sehingga didapat estimasi rata-rata nilai optimum x= 96,34 kg ha^{-1} sulfur.

DAFTAR PUSTAKA

Abadie, C. and Tcherkez, G. (2019) 'Plant sulphur metabolism is stimulated by photorespiration', *Communications Biology*, 2(1), pp. 1–7.

Abduh, A.D.M. *et al.* (2021) 'Interaction of Genetic and Cultivation Technology in Maize Prolific and Productivity Increase', *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 24(6), pp. 716–723.

Agustin, S.N., Zuraida and Muyassir (2020) 'Teknologi Ameliorasi dan Pemupukan Tanah Sub-Optimal Serta Hubungannya dengan Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Padi Galur Sikuneng', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(2), pp. 241–249.

Al-Amri, B.K.F. and Al-Abdaly, M.M.M. (2021) 'Effect of Adding Sulfur and Organic Fertilizer on Growth and Yield of Onions (Allium Cepa L.) under Different Plant Densities', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 910(1), pp. 1–6.

Aryanta, I.W.R. (2019) 'Bawang Merah Dan Manfaatnya Bagi Kesehatan', *Widya Kesehatan*, 1(1), pp. 29–35.

Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Selatan (2023) *Produksi Tanaman Sayuran, Luas Lahan Basah*. Available at: https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html (Accessed: 14 February 2023).

Bayoumi, Y. *et al.* (2019) 'Sulfur promotes biocontrol of purple blotch disease via Trichoderma spp. and enhances the growth, yield and quality of onion', *Applied Soil Ecology*, 134(October), pp. 15–24.

Farid, N. and Ulinnuha, Z. (2022) 'Pertumbuhan dan Hasil Genotipe Bawang Merah pada Peningkatan Dosis Sulfur melalui Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique Growth and Yield of Several Genotypes of Shallots (Allium ascalonicum) on Increasing Sulfur Doses t', *Biofarm*, 18(2), pp. 102–115.

Figueiredo-González, M. *et al.* (2017) 'Further insights on tomato plant: Cytotoxic and antioxidant activity of leaf extracts in human gastric cells', *Food and Chemical Toxicology*, 109, pp. 386–392.

Gilani, A., Abbasdokht, H. and Gholami, A. (2021) 'Effects of Thiobacillus and Different Levels of Sulfur Fertilizer on Growth and Physiological Indices in Intercropping of Sesame (Sesamum Indicum L.) and Mung Bean (Vigna Radiata L.)', *Gesunde Pflanzen*, 73(3), pp. 317–333.

Gulcin, İ. (2020) *Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview*, *Archives of Toxicology*. Springer.

Habiba, U. *et al.* (2022) *Food Security and Risk Reduction in Bangladesh*, *Handbook of Climate Change Mitigation and Adaptation*. Springer.

Hanifah, B.N., Suntari, R. and Baswarsiati, B. (2020) '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), pp. 43–50.

Hasanah, Y. *et al.* (2021) '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(4), pp. 1–7.

Herwanda, R. *et al.* (2017) 'THE APPLICATION OF NITROGEN AND FOLIAR FERTILIZER TO GROWTH AND YIELD OF SHALLOTS (Allium cepa L. var. ascalonicum)', *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(1), pp. 46–53.

Hikmah, S.I. and Anggarani, M.A. (2021) 'Kandungan Senyawa Bioaktif Dan Aktivitas Antioksidan Bawang Merah Nganjuk (*Allium Cepa* L.)', *Unesa Journal of Chemistry*, 10(3), pp. 220–230.

Hinckley, E.L.S. *et al.* (2020) 'A shift in sulfur-cycle manipulation from atmospheric emissions to agricultural additions', *Nature Geoscience*, 13(9), pp. 597–604.

Irmawati, I. *et al.* (2024) 'Karakteristik Morfofisiologi dan Produksi Bawang Merah Varietas Bima Brebes dengan Pemberian Pupuk Organik Cair pada Sistem Budidaya Terapung', *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 6051(12), pp. 202–211.

Isfat, M. and Raihan, A. (2022) 'Current Practices, Challenges, and Future Directions of Climate Change Adaptation in Bangladesh', *International Journal of Research Publication and Reviews*, 3(5), pp. 3429–3437.

Juwanda, M. *et al.* (2023) 'Respon Tanaman Bawang Merah (Allium ascalonicum , L) Pada Pemberian Sulfur Dan Kompos Terhadap Hasil , Kadar Alliin Umbi Dan Efisiensi Pemupukan Sulfur', *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(1), pp. 186–191.

Karo, B. (2018) 'Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfat dan Sulfur Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kentang Varietas Granola dalam Polibag', *Jurnal Agroteknosains*, 1(2), pp. 111–116.

Lacerda, R.R. de A. *et al.* (2022) 'Bulb yield and economic viability of onion in response to sulfur fertilization', 26(8), pp. 602–609.

Mukhim, J.B. *et al.* (2019) 'Effect of potassium and sulphur on soil properties and growth and yield of onion (Allium Cepa l.) cv. Nasik red', *International Journal of Advanced Chemistry Research*, 1(1), pp. 08–12.

Mustikawati, R., Tadjudin, T. and Alfandi, A. (2020) 'Effect Of Phosphorus and Sulfur Fertilizers On Growth and Tield Shallots (Allium Ascalonicum L.) Bima Variety', *Agroswagati Jurnal Agronomi*, 8(2), pp. 58–66.

Narayan, O.P. *et al.* (2022) 'Sulfur nutrition and its role in plant growth and development', *Plant Signaling and Behavior*, 00(00).

Octaviani, M., Fadhli, H. and Yuneistya, E. (2019) 'Antimicrobial Activity of Ethanol Extract of Shallot (Allium cepa L.) Peels Using the Disc Diffusion Method', *Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(1), pp. 62–68.

Patel, P.K., Kadivala, V.A.H. and Patel, V.N. (2020) 'A review on role of sulphur nutrition in oilseed crops', *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6), pp. 1152–1156.

Pavel, M.A. Al, Chowdhury, M.A. and Mamun, M.A. Al (2014) 'Economic evaluation of floating gardening as a means of adapting to climate change in Bangladesh', *International Journal of Environmental Studies*, 71(3), pp. 261–269.

Pramitha, D.A. and Sundari, N.K.G. (2020) 'Kapasitas Antioksidan pada Black Garlic Tunggal dan Majemuk Secara In-Vitro dengan DPPH', *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 6(2), pp. 79–83.

Putri, R.K. *et al.* (2022) 'Analisis Kandungan Klorofil Tanaman Hias Aglaonema', *Jurnal Biosense*, 5(1), pp. 34–40.

Septiani, Fatimah-Muis, S. and Anjani, G. (2020) 'Aktivitas Antioksidan dan Kadar Aloin pada Lidah Buaya', *Jurnal Medika Indonesia*, 1(2), pp. 17–24.

Setiawan, A.N., Vistiadi, K. and Sarjiyah, S. (2021) 'Perbaikan Perkecambahan Dan Pertumbuhan Bawang Merah Dengan Perendaman Benih Dalam Giberelin', *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(1), pp. 40–50.

Setiawati, T. *et al.* (2018) 'Influence of Light Intensity on Leaf Photosynthetic Traits and Alkaloid Content of Kiasahan (Tetracera scandens L.)', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 166(1), pp. 1–7.

Sugiura, H. *et al.* (2021) 'Sulfur application enhances secretion of organic acids by soybean roots and solubilization of phosphorus in rhizosphere', *Soil Science and Plant Nutrition*, 67(4), pp. 400–407.

Sukweenadhi, J. *et al.* (2020) 'Antioxidant Activity Screening of Seven Indonesian Herbal Extract', *Biodiversitas*, 21(5), pp. 2062–2067.

Susilawati, S. *et al.* (2022) 'Pertumbuhan dan Frekuensi Panen Tanaman Cabai Merah pada Kondisi Suboptimal secara Terapung', *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(2), pp. 126–131.

Tomasi, N. *et al.* (2015) 'New "solutions" for floating cultivation system of ready-to-eat salad: A review', *Trends in Food Science and Technology*, 46, pp. 1–10.

Tukan, V.I.S., Yulianti, I.M. and Jati, W.N. (2019) 'Kadar Logam Timbal (Pb) dan Sulfur (S) Pada Tanaman Ketapang Badak (Ficus lyrata Warb)', *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 4(1), pp. 33–39.

Wahyana, E., Anshar, H.M. and Ete, A. (2017) 'Dinamika Tumbuh Tanaman Bawang Merah (Allium Cepa L. Kelompok Agregatum) Varietas Lembah Palu Dengan Pemberian Pupuk Organik Dan Interval …', *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 24(1), pp. 81–88.

Wintermans, J.F.G.M. and De Mots, A. (1965) 'Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their phenophytins in ethanol', *BBA - Biophysics Including Photosynthesis*, 109(2), pp. 448–453.

Yuniar, M., Susanti, H. and Fredrickus, B. (2021). 'Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan Terhadap Pemberian Kapur Dolomit Dan Pupuk Bokashi Kotoran Sapi Di Tanah Gambut Growth and Yield Respone of Kailan on the Application of Dolomite Lime and Bokashi of Cow Manure on Peat Soil', *EnviroScienteae*, 17(3), pp. 116–126.