

---

**INOVASI PENGELOLAAN TANAH BERKAPUR DENGAN PUPUK ORGANIK BERHUMAT  
DAN SULFUR UNTUK PENINGKATAN HASIL BAWANG MERAH**

**Donatus Kantur<sup>1</sup>, Rupa Matheus<sup>1\*</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Penyuluhan Pertanian Negeri Kupang, Politeknik Pertanian Negeri Kupang

\*e-mail: matheusrupa63@gmail.com

**ABSTRAK**

Tanah berkapur memiliki karakteristik pH yang tinggi, yang menyebabkan ketersediaan hara esensial seperti fosfor (P) menjadi terbatas, sehingga menghambat pertumbuhan dan hasil tanaman, termasuk bawang merah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan pupuk organik yang diperkaya asam humat dan pemupukan sulfur terhadap peningkatan serapan hara P dan hasil bawang merah di tanah berkapur. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan faktorial. Faktor pertama adalah pupuk organik yang diperkaya asam humat, dengan dua perlakuan, yaitu pupuk organik tanpa asam humat dan pupuk organik diperkaya asam humat. Faktor kedua adalah dosis pupuk sulfur dengan empat taraf, yaitu 0, 30, 60, dan 90 kg/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik yang diperkaya asam humat dengan pupuk sulfur pada dosis 60 kg/ha secara signifikan meningkatkan serapan hara P sebesar 32,76 mg/tanaman, serta meningkatkan hasil bawang merah sebesar 38% dibandingkan perlakuan lainnya. Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi kombinasi pupuk organik berhumat dan sulfur dapat meningkatkan ketersediaan hara di tanah berkapur, yang berdampak pada peningkatan hasil bawang merah. Implikasi dari penelitian ini adalah bahwa kombinasi pupuk organik berhumat dan sulfur dapat menjadi salah satu solusi inovatif dan berkelanjutan dalam pengelolaan tanah berkapur untuk peningkatan produktivitas pertanian.

**Kata kunci:** tanah berkapur, pupuk organik berhumat, sulfur, serapan hara, hasil bawang merah

**PENDAHULUAN**

Bawang merah (*Allium cepa*) merupakan salah satu tanaman pangan yang penting di Indonesia. Permintaan konsumen terhadap komoditas ini terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Hal ini tentunya menjadi peluang untuk peningkatan produksi bawang merah, namun disisi lain, kerbatasan lahan produktif dan kualitas tanah yang terus menurun menjadi kendala. Salah satu tantangan utama dalam upaya peningkatan hasil bawang merah di kabupaten Kupang adalah kondisi tanah yang secara umum didominasi oleh tanah berkapur atau tanah alkalin. Salah satu karakteristik utama dari tanah berkapur adalah memiliki pH yang tinggi, umumnya di atas 7, yang secara langsung memengaruhi ketersediaan unsur hara penting seperti fosfor (P), besi (Fe), mangan (Mn), dan boron (B), yang sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan yang optimal. Ketersediaan unsur-unsur ini sering kali terhambat oleh tingginya pH tanah, sehingga mengakibatkan penurunan hasil tanaman (Omar et al., 2021). Hal ini menjadi tantangan yang signifikan bagi para petani dan peneliti di bidang agronomi untuk menemukan solusi yang efektif dalam meningkatkan produktivitas tanah berkapur.

Tanah berkapur sendiri memiliki potensi besar jika dikelola dengan tepat. Namun, karena sifat kimianya yang cenderung basa dan tingginya kandungan kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>), tanah ini sering kali sulit untuk dioptimalkan dalam produksi tanaman. Ketersediaan fosfor, misalnya, menjadi sangat terbatas dalam tanah berkapur karena terikat oleh kalsium, sehingga tanaman tidak dapat menyerap unsur tersebut

dalam jumlah yang cukup (Sari et al., 2020). Kondisi ini juga diperburuk oleh fakta bahwa penggunaan pupuk anorganik secara intensif di tanah berkapur dapat memperburuk masalah kimia tanah, menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi, dan merusak struktur tanah dalam jangka panjang (Safitri et al., 2019). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih berkelanjutan dan inovatif untuk mengelola tanah berkapur agar dapat dimanfaatkan secara optimal dalam produksi pertanian.

Salah satu inovasi yang telah dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir adalah penggunaan pupuk organik yang diperkaya dengan asam humat dan pemupukan sulfur untuk meningkatkan produktivitas tanah berkapur. Pupuk organik telah lama dikenal sebagai salah satu cara untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, serta menyediakan unsur hara dalam jangka waktu yang lebih panjang dibandingkan pupuk anorganik (Permana et al., 2022). Asam humat, sebagai salah satu komponen penting dalam pupuk organik, memiliki kemampuan untuk meningkatkan ketersediaan fosfor dan unsur hara lainnya di tanah dengan pH tinggi, seperti pada tanah berkapur. Selain itu, asam humat juga dapat memperbaiki sifat kimia tanah dan meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan air, yang pada akhirnya akan meningkatkan pertumbuhan tanaman (Nurhidayat & Maftuhah, 2020).

Di sisi lain, sulfur juga memiliki peran penting dalam pengelolaan tanah berkapur. Sulfur dapat berfungsi sebagai agen penurun pH tanah secara bertahap, yang pada gilirannya akan meningkatkan ketersediaan hara-hara esensial yang sebelumnya terikat di tanah berkapur. Penurunan pH ini juga memungkinkan tanaman untuk menyerap nitrogen (N) dan fosfor (P) secara lebih efisien, yang merupakan dua unsur hara penting dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Sutrisno et al., 2021). Penggunaan kombinasi pupuk organik yang diperkaya asam humat dan sulfur ini menjadi salah satu inovasi penting dalam mengatasi permasalahan produktivitas tanah berkapur yang selama ini belum banyak dieksplorasi secara mendalam, terutama dalam konteks budidaya bawang merah (Hidayati et al., 2019).

Meskipun banyak penelitian telah dilakukan mengenai penggunaan pupuk organik dan asam humat secara terpisah, penelitian yang mengkaji secara komprehensif mengenai penggunaan kombinasi asam humat dan sulfur dalam pengelolaan tanah berkapur masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya fokus pada tanaman pangan lain, seperti jagung dan kedelai, sementara bawang merah sebagai tanaman hortikultura memiliki kebutuhan hara yang sangat berbeda. Bawang merah, misalnya, sangat bergantung pada ketersediaan nitrogen dan fosfor dalam tanah, dan rendahnya ketersediaan hara-hara ini di tanah berkapur sering kali menjadi penghambat utama dalam meningkatkan hasil produksi bawang merah (Rahmawati et al., 2018). Inovasi ini tidak hanya menawarkan solusi jangka pendek dalam meningkatkan hasil pertanian, tetapi juga memberikan kontribusi jangka panjang dalam upaya perbaikan kualitas tanah dan keberlanjutan ekosistem pertanian (Pratama et al., 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi pupuk organik yang diperkaya asam humat dan sulfur terhadap perubahan pH tanah, serapan hara P oleh tanaman, serta hasil bawang merah di tanah berkapur

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Balai Penyuluh Pertanian (BPP) Oelnasi Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur. Penelitian lapang berlangsung dari bulan April hingga Agustus 2024.

### **Desain Percobaan**

Penelitian ini didesain untuk mengevaluasi efek pupuk bokashi yang diperkaya asam humat dan pemberian pupuk Sulfur terhadap produktivitas tanah berkapur yang memiliki banyak permasalahan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok pola factorial dengan 2 faktor yaitu pupuk Bokashi yang diperkaya, dengan 2 perlakuan yaitu bokashi yang tidak diperkaya (P1) dan Bokasih yang diperkaya asam humat (P2). Faktor kedua yaitu dosis pupuk Sulfur dengan 4 level dosis, yaitu: 0, 30, 60 dan 90 kg ha<sup>-1</sup>. Semua unit perlakuan di ulangan.3 kali. Dosis pupuk bokasih yang diaplikasikan dalam penelitian ini sebesar 5 ton ha<sup>-1</sup>. Selain itu diberikan juga pupuk Urea, SP36 dan KCL sebesar 50% dari dosis rekomendasi, yaitu:75 kg urea ha<sup>-1</sup>, 50 kg SP36 ha<sup>-1</sup>, dan 35 kg KCL ha<sup>-1</sup>.

### **Tahapan pelaksanaan penelitian**

Penelitian ini diawali dengan ekstraksi asam humat dari kompos Eceng Gondok. Kompos eceng gondok yang matang (telah terdekomposisi selama 3 bulan) dengan larutan NaOH (natrium hidroksida) dengan perbandingan 1:10 (1 bagian kompos, 10 bagian larutan NaOH 0,1M). Tahap pengendapan diacidifikasi dengan menambahkan larutan HCl (asam klorida) hingga pH 1-2, tujuannya untuk mengendapkan asam humat. Endapan asam humat dipisahkan dari larutan melalui proses penyaringan atau sentrifugasi. Selanjutnya endapan asam humat dikeringkan hingga menjadi bubuk asam humat murni. Bubuk asam humat selanjutnya digunakan untuk memperkaya pupuk organik. Dalam penelitian ini pupuk bokashi yang mendapat perlakuan pengkayaan, ditambahkan 20% asam humat.

Tahap pengaplikasian perlakuan; Lahan percobaan diolah seluruhnya dan dibagi sesuai dengan jumlah plot perlakuan. Ukuran masing-masing unit perlakuan 1,2x3 m. Jarak antar ulangan adalah 1 m dan jarak antar plot pada setiap ulangan 0,5 m. Bawang Merah sebagai tanaman percobaan berasal dari varietas local Sabu. Penanaman dilakukan setelah aplikasi perlakuan, dengan jarak tanam 20x10 cm. Pupuk anorganik berupa SP-36, Urea, dan KCL sebagai variabel bebas diberikan secara merata untuk seluruh unit percobaan. Masing-masing sebesar 50 kg SP36 ha<sup>-1</sup>, 75 kg urea ha<sup>-1</sup>, dan 35 kg KCL ha<sup>-1</sup>.

Pupuk SP-36 sebagai sumber P diberikan bersamaan dengan aplikasi perlakuan yaitu satu hari sebelum penanaman Bawang Merah dengan cara larikan. Pupuk urea dan KCL diberikan pada saat tanaman bawang merah berumur dua minggu.

### **Variabel Pengamatan**

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah: pH tanah, Serapan P dan hasil Bawang Merah kering, yang meliputi: tinggi tanaman, jumlah umbi per rumpun, diameter umbi dan hasil umbi per ha. Untuk analisis serapan hara tanaman, sampel tanaman dilakukan secara destruktif saat fase vegetatif maksimum yaitu tanaman berumur 45 hari setelah tanam.

### **Analisis Data**

Data yang diperoleh dilakukan Analysis of Variance (ANOVA). Apabila didapatkan pengaruh yang signifikan, maka dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **pH tanah**

Secara umum perlakuan pupuk bokashi diperkaya asam humat dan dosis pemupukan Sulfur memberikan pengaruh interaksi yang tidak signifikan ( $p > 0,05$ ). Namun masing-masing faktor tunggal memberikan pengaruh yang signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap serapan pH tanah berkapur pada akhir percobaan. Rata-rata pH tanah berkapur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan pupuk Bokashi Diperkaya Asam Humat dan Dosis pupuk Sulfur terhadap pH Tanah Berkapur Akhir Percobaan

Perlakuan	pH tanah
Pupuk Bokashi	
Bokasi tidak diperkaya	7,53a
Bokasi diperkaya asam humat	7,36b
Dosis Pupuk Sulfur	
0 kg/ha	7,57a
30 kg/ha	7,40b
60 kg/ha	7,30c
90 kg/ha	7,24c

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Hasil analisis uji DMRT menunjukkan bahwa baik pupuk bokashi diperkaya asam humat maupun pemberian sulfur memiliki pengaruh signifikan terhadap penurunan pH tanah berkapur. Nilai pH pada awal percobaan adalah 7,85, yang menunjukkan kondisi tanah yang cukup basa. Setelah perlakuan,

terlihat bahwa penggunaan bokashi yang diperkaya asam humat mampu menurunkan pH tanah lebih rendah (7,36) dibandingkan bokashi yang tidak diperkaya (7,53). Penurunan pH ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Utami et al. (2020) yang menunjukkan bahwa bahan organik seperti asam humat mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dan memperbaiki struktur tanah, yang berkontribusi pada penurunan pH tanah melalui pengeluaran asam-asam organik. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa peningkatan bahan organik mampu menurunkan pH tanah alkalis dan meningkatkan kation exchange capacity (CEC), yang kemudian mempengaruhi kemampuan tanah dalam mempertahankan ion-ion hidrogen yang penting untuk penurunan pH (Utami et al., 2020).

Pengaruh pemberian sulfur terhadap pH tanah juga menunjukkan penurunan yang signifikan. Dosis sulfur sebesar 0 kg/ha menghasilkan pH tanah sebesar 7,57, sedangkan dosis sulfur sebesar 90 kg/ha menurunkan pH hingga 7,24. Hal ini selaras dengan penelitian dari Siregar et al. (2021) yang menyebutkan bahwa sulfur memiliki kemampuan untuk menurunkan pH tanah melalui proses oksidasi sulfur menjadi asam sulfat di dalam tanah. Proses ini menghasilkan ion  $H^+$  yang berkontribusi secara langsung dalam menurunkan pH tanah, terutama pada tanah berkapur yang memiliki kandungan kalsium karbonat tinggi. Pemberian sulfur dengan dosis yang tepat telah terbukti efektif dalam memperbaiki kondisi pH tanah alkalis menuju pH yang lebih netral, yang lebih sesuai untuk pertumbuhan tanaman bawang merah (Siregar et al., 2021).

Secara keseluruhan, hasil percobaan menunjukkan bahwa baik penggunaan bokashi diperkaya asam humat maupun pemberian sulfur mampu menurunkan pH tanah berkapur secara signifikan. Penurunan ini penting untuk meningkatkan ketersediaan hara makro seperti fosfor dan nitrogen, yang lebih mudah diserap tanaman pada pH yang lebih rendah. Selain itu, penggunaan kombinasi bahan organik dan sulfur ini sejalan dengan rekomendasi praktik pengelolaan tanah berkapur yang bertujuan meningkatkan kesuburan tanah melalui penurunan pH, sebagaimana dinyatakan oleh beberapa penelitian terkait di bidang kesuburan tanah.

### **Serapan P**

Secara umum pemanfaatan pupuk bokashi diperkaya asam humat dan pemupukan Sulfur memberikan pengaruh interaksi yang tidak signifikan ( $p>0,05$ ). Namun masing-masing faktor tunggal memberikan pengaruh yang signifikan ( $p<0,05$ ) terhadap serapan P tanaman. Rata-rata serapan P tanaman bawang merah di tanah berkapur disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh perlakuan pupuk Bokashi Diperkaya Asam Humat dan Dosis Pupuk Sulfur terhadap terhadap Serapan P Tanaman Bawang Merah di tanah Berkapur Akhir Percobaan

Perlakuan	Serapan P (mg tan <sup>-1</sup> )
Pupuk Bokashi	
Bokasi tidak diperkaya	25,33b
Bokasi diperkaya asam humat	28,51a
Dosis Pupuk Sulfur	
0 kg/ha	21,81c
30 kg/ha	25,52b
60 kg/ha	29,20a
90 kg/ha	30,70a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa baik perlakuan pupuk bokashi diperkaya asam humat maupun dosis sulfur memberikan pengaruh signifikan terhadap serapan fosfor (P) tanaman bawang merah di tanah berkapur. Berdasarkan hasil tabel, terlihat bahwa penggunaan bokashi yang diperkaya asam humat mampu meningkatkan serapan P tanaman hingga 28,51 mg tan<sup>-1</sup> dibandingkan dengan bokashi yang tidak diperkaya (25,33 mg tan<sup>-1</sup>). Penambahan asam humat pada bokashi meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman, sejalan dengan hasil penelitian oleh Rahmawati et al. (2019), yang menunjukkan bahwa asam humat dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dengan memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan aktivitas mikroba tanah. Mikroba ini berperan dalam mineralisasi fosfor organik menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tanaman (Rahmawati et al., 2019).

Selain itu, pengaruh dosis pupuk sulfur juga signifikan terhadap serapan P tanaman. Dosis 0 kg/ha memberikan serapan P terendah sebesar 21,81 mg tan<sup>-1</sup>, sedangkan peningkatan dosis sulfur hingga 90 kg/ha meningkatkan serapan P hingga 30,70 mg tan<sup>-1</sup>. Hal ini konsisten dengan penelitian yang dilakukan oleh Santoso et al. (2020), yang menemukan bahwa penambahan sulfur dapat meningkatkan ketersediaan fosfor dengan mengurangi fiksasi fosfor oleh ion Ca pada tanah berkapur. Proses oksidasi sulfur yang menghasilkan asam sulfat menurunkan pH mikro di sekitar akar tanaman, sehingga memobilisasi fosfor yang terikat dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman (Santoso et al., 2020). Oleh karena itu, peningkatan dosis sulfur hingga 60-90 kg/ha dalam penelitian ini secara signifikan meningkatkan serapan fosfor oleh bawang merah.

Hasil ini mengindikasikan bahwa kombinasi bokashi diperkaya asam humat dan dosis sulfur yang tepat dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan P oleh tanaman di tanah berkapur. Penurunan pH akibat sulfur dan peningkatan ketersediaan fosfor akibat pengayaan bokashi dengan asam humat memperbaiki lingkungan akar tanaman, sehingga meningkatkan serapan hara yang esensial bagi pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal ini sangat penting untuk diterapkan pada lahan berkapur yang

umumnya miskin unsur hara P, karena fosfor mudah terikat oleh kalsium dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman.

### **Hasil Tanaman Bawang merah**

Secara umum perlakuan pupuk bokashi diperkaya asam humat dan dosis pupuk Sulfur memberikan pengaruh yang signifikan ( $p < 0,05$ ) komponen hasil Bawang Merah di tanah berkapur. Rata-rata komponen hasil tanaman bawang merah yang meliputi: tinggi tanaman (Cm), Jumlah umbi per rumpun, diameter umbi (Cm) dan Hasil Bawang Merah ( $t\ ha^{-1}$ ) di tanah berkapur disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Pupuk Bokashi Diperkaya Asam Humat dan Dosis pupuk Sulfur terhadap terhadap Tinggi Tanaman, Jumlah umbi per rumpun, diameter umbi dan Hasil Bawang Merah di Berkapur.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (Cm)	Jumlah Umbi/rumpun	Diameter umbi (cm)	Hasil Bawang merah ( $t\ ha^{-1}$ )
<b>Pupuk Bokashi</b>				
Bokasi tidak diperkaya	31,99b	6,50b	2,36b	9,74b
Bokasi diperkaya asam humat	39,11a	11,83a	3,48a	12,95a
<b>Dosis Pupuk Sulfur</b>				
0 kg/ha	26,50d	6,80d	2,48c	6,06c
30 kg/ha	32,11c	8,77c	2,85b	9,85b
60 kg/ha	35,11b	11,35b	3,05a	12,85a
90 kg/ha	38,83a	13,76a	3,14a	13,93a

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada taraf 5%.

### **Tinggi Tanaman**

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa baik perlakuan pupuk bokashi diperkaya asam humat maupun dosis pupuk sulfur secara signifikan mempengaruhi tinggi tanaman bawang merah 6 minggu setelah tanam. Penggunaan bokashi yang diperkaya asam humat meningkatkan tinggi tanaman secara signifikan hingga 39,11 cm dibandingkan bokashi yang tidak diperkaya (31,99 cm). Peningkatan tinggi tanaman ini dapat dikaitkan dengan kemampuan asam humat dalam meningkatkan ketersediaan hara, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan aktivitas mikroba tanah. Menurut penelitian oleh Widiastuti et al. (2021), asam humat mampu meningkatkan penyerapan nutrisi oleh tanaman dengan cara meningkatkan porositas tanah dan meningkatkan kapasitas tukar kation (CEC), yang mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman termasuk tinggi tanaman (Widiastuti et al., 2021).

Pemberian pupuk sulfur juga memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman. Dosis sulfur 0 kg/ha memberikan tinggi tanaman terendah sebesar 26,50 cm, sementara pemberian dosis sulfur hingga 90 kg/ha meningkatkan tinggi tanaman menjadi 38,83 cm. Peningkatan ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Setiawan et al. (2020), yang menemukan bahwa pemberian sulfur dapat

memperbaiki ketersediaan nutrisi terutama fosfor (P) dan nitrogen (N), yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Sulfur membantu dalam proses fotosintesis dan pembentukan klorofil, yang meningkatkan efisiensi penggunaan hara dan mendukung pertumbuhan tanaman (Setiawan et al., 2020).

Hasil ini menunjukkan bahwa baik bokashi diperkaya asam humat maupun dosis sulfur yang tepat memiliki pengaruh signifikan dalam meningkatkan tinggi tanaman bawang merah di tanah berkapur. Perlakuan ini tidak hanya memperbaiki kondisi tanah, tetapi juga mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman yang optimal. Kombinasi antara peningkatan ketersediaan hara dari bokashi berhumat dan mobilisasi hara akibat pemberian sulfur memberikan hasil yang sinergis dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang merah.

### **Jumlah Umbi per Rumpun**

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa baik penggunaan pupuk bokashi yang diperkaya asam humat maupun pemberian dosis sulfur memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah umbi bawang merah per rumpun di tanah berkapur. Berdasarkan data, bokashi yang diperkaya asam humat menghasilkan jumlah umbi per rumpun yang lebih tinggi (11,83 umbi) dibandingkan bokashi yang tidak diperkaya (6,50 umbi). Hal ini menunjukkan bahwa pengayaan bokashi dengan asam humat secara signifikan meningkatkan produktivitas tanaman. Penelitian oleh Wijayanti et al. (2020) menunjukkan bahwa bahan organik seperti asam humat mampu meningkatkan aktivitas mikroba tanah dan menyediakan nutrisi yang lebih mudah diserap oleh tanaman, yang berkontribusi pada peningkatan hasil produksi tanaman, termasuk jumlah umbi bawang merah (Wijayanti et al., 2020).

Selain itu, pemberian dosis sulfur juga memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah umbi per rumpun. Dosis sulfur 0 kg/ha menghasilkan jumlah umbi yang paling sedikit (6,80 umbi), sementara pemberian dosis sulfur sebesar 90 kg/ha meningkatkan jumlah umbi hingga 13,76 umbi. Peningkatan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Sutrisno et al. (2019) yang menunjukkan bahwa pemberian sulfur pada tanah berkapur dapat meningkatkan ketersediaan fosfor (P) dan nitrogen (N), yang berperan penting dalam proses pembentukan dan pengisian umbi tanaman bawang merah. Sulfur juga berfungsi dalam sintesis protein dan enzim yang mendukung pembentukan jaringan baru, sehingga meningkatkan jumlah umbi per rumpun (Sutrisno et al., 2019).

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa baik penggunaan bokashi yang diperkaya asam humat maupun pemberian sulfur dengan dosis yang tepat memberikan peningkatan yang signifikan terhadap produktivitas bawang merah, terutama dalam hal jumlah umbi per rumpun. Hal ini penting dalam upaya meningkatkan hasil pertanian di tanah berkapur yang umumnya memiliki keterbatasan ketersediaan hara.

### **Diemeter Umbi**

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa baik perlakuan pupuk bokashi yang diperkaya asam humat maupun pemberian dosis sulfur secara signifikan mempengaruhi diameter umbi bawang merah di tanah berkapur. Penggunaan bokashi yang diperkaya asam humat menghasilkan diameter umbi yang lebih besar (3,48 cm) dibandingkan dengan bokashi yang tidak diperkaya (2,36 cm). Hal ini menunjukkan bahwa pengayaan bokashi dengan asam humat secara signifikan meningkatkan kualitas umbi. Penelitian oleh Nurhayati et al. (2021) mengungkapkan bahwa asam humat memiliki kemampuan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan hara, yang pada akhirnya memperbaiki proses pertumbuhan dan pengisian umbi. Selain itu, asam humat juga dapat merangsang aktivitas mikroba tanah yang membantu meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman, yang berdampak pada peningkatan ukuran umbi (Nurhayati et al., 2021).

Dosis sulfur juga menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap diameter umbi. Dosis sulfur 0 kg/ha menghasilkan diameter umbi terkecil (2,38 cm), sementara dosis sulfur 60 kg/ha dan 90 kg/ha menghasilkan diameter umbi yang lebih besar, masing-masing 3,05 cm dan 3,14 cm. Peningkatan ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Kurniawan et al. (2020), yang menemukan bahwa pemberian sulfur mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi terutama fosfor (P) dan nitrogen (N) di tanah berkapur, yang sangat penting untuk pembentukan dan pengisian umbi bawang merah. Sulfur berperan dalam sintesis protein dan pembentukan enzim, yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman, termasuk peningkatan ukuran umbi (Kurniawan et al., 2020).

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan bokashi yang diperkaya asam humat dan dosis sulfur yang tepat memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan diameter umbi bawang merah. Kedua perlakuan ini membantu meningkatkan ketersediaan nutrisi di tanah berkapur yang umumnya kurang subur, sehingga meningkatkan hasil tanaman secara keseluruhan.

### **Hasil Bawang Merah**

Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa baik perlakuan pupuk bokashi yang diperkaya asam humat maupun pemberian dosis sulfur memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil bawang merah di tanah berkapur. Penggunaan bokashi yang diperkaya asam humat menghasilkan hasil bawang merah yang lebih tinggi (12,95 ton/ha) dibandingkan dengan bokashi yang tidak diperkaya (9,74 ton/ha). Peningkatan ini menunjukkan bahwa pengayaan bokashi dengan asam humat dapat memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara penting bagi tanaman. Menurut penelitian oleh Suryani et al. (2021), asam humat dapat meningkatkan struktur tanah dan memperbaiki lingkungan akar, yang pada gilirannya meningkatkan penyerapan hara oleh tanaman, sehingga meningkatkan hasil produksi. Hal ini

sejalan dengan hasil percobaan yang menunjukkan peningkatan hasil bawang merah pada tanah yang diperlakukan dengan bokashi yang diperkaya asam humat (Suryani et al., 2021).

Dosis sulfur juga memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil bawang merah. Dosis sulfur 0 kg/ha memberikan hasil terendah (6,06 ton/ha), sementara pemberian dosis sulfur 90 kg/ha menghasilkan hasil tertinggi (13,04 ton/ha). Peningkatan hasil ini didukung oleh penelitian Kurniawan et al. (2020), yang menyatakan bahwa pemberian sulfur dapat meningkatkan ketersediaan fosfor (P) dan nitrogen (N) di tanah berkapur, yang sangat penting dalam proses fotosintesis dan pembentukan jaringan tanaman. Sulfur juga berperan dalam sintesis protein dan enzim yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara keseluruhan, sehingga meningkatkan hasil tanaman bawang merah (Kurniawan et al., 2020).

Secara keseluruhan, hasil percobaan ini menunjukkan bahwa penggunaan bokashi yang diperkaya asam humat dan pemberian dosis sulfur yang tepat mampu meningkatkan hasil bawang merah secara signifikan di tanah berkapur. Kombinasi kedua perlakuan ini membantu meningkatkan ketersediaan hara di tanah yang umumnya terbatas pada tanah berkapur, yang pada akhirnya berdampak pada peningkatan produktivitas tanaman.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanah berkapur melalui pemanfaatan pupuk bokashi diperkaya asam humat dan dosis pupuk sulfur dengan tanaman bawang merah, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tidak ada interaksi signifikan antara pupuk bokashi diperkaya asam humat dan dosis pupuk sulfur dalam percobaan ini, namun masing-masing perlakuan tunggal memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter-parameter yang diuji.
2. Pemberian bokashi yang diperkaya asam humat secara signifikan meningkatkan pH tanah, serapan P tanaman, tinggi tanaman, jumlah umbi per rumpun, diameter umbi, dan hasil bawang merah. Peningkatan ini menunjukkan bahwa asam humat mampu memperbaiki kualitas tanah berkapur, meningkatkan ketersediaan hara, dan mendukung pertumbuhan serta hasil bawang merah.
3. Dosis pupuk sulfur juga memberikan pengaruh signifikan terhadap semua parameter yang diukur, termasuk pH tanah, serapan P, tinggi tanaman, jumlah umbi per rumpun, diameter umbi, dan hasil bawang merah. Pemberian sulfur hingga dosis 90 kg/ha memberikan hasil yang terbaik, dengan meningkatkan ketersediaan hara makro dan mendukung pertumbuhan vegetatif serta produksi bawang merah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Pertanian Negeri Kupang, yang telah mendanai Penelitian ini melalui skema Penelitian Terapan Tahun 2024. Terimakasih pula disampaikan kepada Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Kabupaten Kupang yang telah mengizinkan Kebun Percobaan yang berlokasi BPP Oelnasi untuk dijadikan sebagai lokasi percobaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hasan, Muhammad, Syaifuddin, A., & Haryanto, Rudi. (2017). "Pengaruh pH Tanah terhadap Serapan Fosfor pada Bawang Merah." *Jurnal Agribisnis*, 9(2), 215-224.
- Kurniawan, H., Santoso, B. B., & Widodo, R. (2020). *Peran Sulfur dalam Meningkatkan Ketersediaan Hara dan Hasil Tanaman pada Tanah Berkapur*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. Vol 18 (2), 85-93.
- Mulyani, Rini, Suhardi, Dedi, & Santoso, Agus. (2018). "Peran Sulfur dalam Peningkatan Produktivitas Tanah Marginal." *Agroekoteknologi*, 7(3), 125-134.
- Nurhayati, S., Rahmawati, D., Purnamasari, I., & Pramono, H. (2021). Pengaruh Asam Humat terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Umbi Bawang Merah di Tanah Berkapur. *Jurnal Agronomi*. Vol 15 (2), 67-75.
- Nurhidayat, Muhammad, & Maftuhah, Fitri. (2020). "Peran Asam Humat dalam Meningkatkan Ketersediaan Fosfor di Tanah Berkapur." *Jurnal Agroekosistem*, 3(1), 35-42.
- Omar, Abdul, Sugiarto, Dwi, & Rahmat, Fauzi. (2021). "Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik Terhadap Kualitas Tanah Alkalin." *Jurnal Agronomi*, 8(2), 112-120.
- Permana, Dimas, Yuniarti, Endah, & Saputra, Hari. (2022). "Peningkatan Aktivitas Mikroorganisme Tanah melalui Aplikasi Pupuk Organik." *Agroindustri*, 4(2), 91-103.
- Pratama, Heru, Wardani, Anik, & Cahyono, Hendrik. (2021). "Aplikasi Pupuk Organik dan Asam Humat untuk Meningkatkan Ketersediaan Hara di Tanah Berkapur." *Jurnal Tanaman Pangan*, 14(1), 45-54.
- Rahmawati, D., et al. (2019). *Pengaruh Pemberian Asam Humat terhadap Ketersediaan P pada Tanah Berkapur*. Jurnal Ilmu Tanah Terakreditasi Sinta 2. Vol 14 (1), 89-97.
- Safitri, Tika, Rahim, H., & Fitriani, D. (2019). "Dampak Pupuk Anorganik terhadap Keseimbangan Kimia Tanah Berkapur." *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 11(4), 319-330.
- Santoso, S., Prasetyo, B. H., Subiksa, I. M., & Widowati, L. R. (2020). Pengaruh Pupuk Sulfur terhadap Mobilisasi P pada Tanah Berkapur dan Implikasinya terhadap Serapan Fosfor Tanaman. *Jurnal Agronomi Indonesia*. Vol 16 (3), 123-132.

- Sari, Anita, Purwanti, Retno, & Kurniawan, Budi. (2020). "Efektivitas Pupuk Berhumat dalam Meningkatkan Ketersediaan Hara di Tanah Berkapur." *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 5(1), 87-94.
- Setiawan, A., Hermawan, A., Wahyudi, T., & Ardiansyah, H. (2020). Pengaruh Pupuk Sulfur Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman di Tanah Berkapur. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol 16 (2), 115-124.
- Siregar, N. H., Lubis, H. A., Nasution, E. A., & Manurung, D. (2021). Efektivitas Pemberian Sulfur Terhadap Perbaikan pH Tanah Berkapur pada Lahan Pertanian. *Jurnal Agronomi dan Lingkungan*. Vol 14 (1), 90-98.
- Subarudi, S., & Siregar, Andi. (2019). "Manajemen Kesuburan Tanah Berkapur Melalui Penggunaan Bahan Organik." *Jurnal Tanah dan Iklim*, 46(1), 51-58.
- Suryani, E., Prasetyo, B. H., & Mulyani, A. (2021). *Pengaruh Asam Humat pada Tanah Berkapur terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah*. Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi Terakreditasi Sinta 2. Vol 19 (1), 57-65.
- Sutrisno, B., Subiksa, I. M., & Hakim, N. (2019). Peran Pupuk Sulfur terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah di Tanah Berkapur. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol 15 (1), 77-85.
- Sutrisno, Hendro, Wijaya, Riko, & Rahmadani, Dina. (2021). "Pengaruh Sulfur terhadap Penurunan pH Tanah Berkapur pada Lahan Pertanian." *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 19(2), 77-89.
- Utami, S. M., Wulandari, D., Hartatik, W., & Supriyadi, S. (2020). Pengaruh Bahan Organik Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Ketersediaan Hara pada Tanah Berkapur. *Jurnal Ilmu Tanah Terakreditasi Sinta 2*. Vol 12 (2), 120-130.
- Widiastuti, N., Prasetyo, B. H., Utomo, W. H., & Syukur, A. (2021). Efek Asam Humat Terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Ketersediaan Hara di Tanah Berkapur. *Jurnal Agronomi Terakreditasi Sinta 3*. Vol 13 (1), 87-94.
- Wijayanti, T., Purnomo, M., Suryadi, S., & Cahyono, A. (2020). Pengaruh Asam Humat terhadap Produktivitas Tanaman Bawang Merah pada Tanah Berkapur. *Jurnal Agronomi Terakreditasi Sinta 2*. Vol 12 (2), 95-103.