

Pengaruh Pupuk Hayati dan Rock Fosfat Terhadap Pertumbuhan serta Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Media Gambut

The Effect of Biofertilizer and Rock Phosphate on Growth and Production of Shallot (*Allium ascalonicum* L.) on Peat Media

Agus Albani^{1*}, Raisa Baharuddin²

^{1*}Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau

²Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau

*Korespondensi: agusalbani27@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Lahan pertanian yang terus berkurang akibat alih fungsi lahan membuat petani Riau mulai membudidayakan tanaman pada lahan-lahan marginal seperti gambut. Tingkat kesuburan tanah yang rendah pada tanah gambut perlu diperbaiki yaitu dengan pemberian pupuk hayati dan rock fosfat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi pupuk hayati dan pupuk rockfosfat terhadap pertumbuhan serta produksi tanaman bawang merah pada media gambut. Penelitian ini dilaksanakan di Kebun percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau, Kota Pekanbaru. Penelitian dilaksanakan dari bulan September-November 2022. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah pupuk hayati terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 0; 0,6; 1,2; dan 1,8 g per polibag dan faktor kedua adalah pupuk rock fosfat terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu 0; 0,5; 1; dan 1,5 g per polibag. Perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah umbi perumpun, berat umbi basah perumpun, berat umbi kering perumpun, berat umbi per umbi dan diameter umbi. Analisis data menunjukkan pengaruh nyata interaksi pemberian pupuk hayati dan pupuk rock fosfat terhadap semua parameter pengamatan. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan pupuk hayati dosis 1,8 g per polibag dan pupuk rock fosfat 1,5 g per polibag.

Kata Kunci : bawang merah, gambut, pupuk hayati, rock fosfat

ABSTRACT

The reduction of fertile land for agriculture, making farmers turn to marginal lands such as peat. The low soil fertility of peat soils needs to be improved by applying biofertilizers and rock phosphate. This study aims to determine the effect of biofertilizers and rock phosphate fertilizers on the growth and production of shallot on peat media. This research was conducted in the experimental garden of the Faculty of Agriculture, Riau Islamic University, Pekanbaru. This study used a completely randomized design with two factors. The first factor is biofertilizer consisting of 4 treatment levels, which are 0; 0.6; 1.2; and 1.8 g per polibag and the second factor is rock phosphate fertilizer consisting of 4 treatment levels, which are 0; 0.5; 1; and 1.5 g per polibag. The treatment was repeated 3 times. The parameters observed were plant height, number of tubers per clump, wet weight of tubers per clump, dry weight of tubers per clump, tuber weight per tuber, and tuber diameter. The results showed a significant effect of the interaction of biofertilizer and rock phosphate fertilizer on all observation parameters. The best treatment was found in the treatment of biofertilizer dose of 1.8 g per polibag and rock phosphate fertilizer 1.5 g per polibag.

Keywords: biofertilizer, peat, rock phosphate, shallot

PENDAHULUAN

Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas unggulan hortikultura yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat umumnya sebagai bahan masakan, bawang merah juga dapat digunakan sebagai obat seperti penurun kolesterol (Ismawati *et al.*, 2012) dan penurun gula darah (Kairupan *et al.*, 2015). Menurut Data Badan Pusat Statistik (2021), produksi tanaman bawang merah di Riau tahun 2020 sampai dengan 2021 mengalami peningkatan 2020 Total produksi yakni sebesar 263,25 ton dengan luas lahan 63,08 ha dan produktivitas per hektar yakni 4.17 ton ha⁻¹, sementara tahun 2021 produksinya meningkat menjadi 329,49 ton dengan luas lahan 67,15 ha dan produktivitas per hektarnya yakni 4,91 ton ha⁻¹ meningkat 0,25%. Bila dibandingkan dengan jumlah produksi di Indonesia, total produksi tanaman bawang merah di Indonesia pada tahun 2020 hanya 1,82 juta ton dan pada tahun 2021 produksinya 2,01 juta ton, meningkat 10,42%. Sementara untuk di provinsi Riau sendiri produksinya hanya 0,000116% dari total produksi di Indonesia pada tahun 2021.

Hal ini menyebabkan produksi bawang merah di Riau masih sangat rendah, sehingga perlu peningkatan produksi bawang merah di provinsi Riau. Dalam rangka peningkatan produksi salah satu caranya yaitu dengan peningkatan luas lahan. Namun lahan subur di Riau sangat terbatas dan lebih didominasi oleh lahan gambut. Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Riau (2019), menyatakan bahwa lahan gambut di Provinsi Riau sangat luas yaitu 4.9 juta Ha dan belum dimanfaatkan secara optimal. Tanah tersebut termasuk tanah marginal yang memiliki kelemahan yaitu pH rendah dan miskin unsur hara terutama unsur fosfor, karena pada tanah masam unsur P terjerap oleh Al dan Fe sehingga untuk membudidayakan tanaman pertanian seperti bawang merah di lahan tersebut perlu perbaikan dalam teknik budidaya.

Salah satu teknik budidaya yang dapat dilakukan agar tanah gambut dapat menyediakan unsur hara yang cukup yaitu dengan pemberian pupuk hayati. Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung organisme hidup yang dapat memacu pertumbuhan tanaman, menambat nitrogen, melarutkan unsur fosfat yang terikat oleh Al dan menghambat perkembangan penyakit tanaman (Kumar *et al.*, 2017).

Unsur hara P sangat berperan penting dalam pertumbuhan bawang merah, yaitu dalam meningkatkan perkembangan akar, sehingga dapat mempermudah dan mempercepat penyerapan unsur hara pada tanah, merangsang pembelahan sel tanaman dan memperbesar jaringan sel, membantu dalam pembesaran umbi, sehingga dapat meningkatkan produksi serta hasil tanaman bawang merah. Menurut Hussain *et al.*, (2013), pupuk hayati selain meningkatkan ketersediaan hara P dalam tanah juga bermanfaat sebagai pemacu pertumbuhan akar.

Pupuk hayati produksi PT. Mentari Sinergi Alam dengan pemberian dosis pupuk hayati bioneensis 1 - 1,5 ton/ha untuk 3 musim tanam, atau setara dengan 350 kg/ha/musim dapat meningkatkan bobot umbi bawang merah yang maksimal, serta pengaplikasian pupuk bioneensis yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik mampu mengurangi penggunaan pupuk anorganik tersebut (Anonymous, 2020).

Seperti yang diketahui, ketersediaan unsur fosfor pada tanah gambut cukup rendah, oleh karena itu perlu upaya penambahan unsur fosfor. Umumnya petani menambahkan pupuk P anorganik dalam meningkatkan unsur P seperti TSP atau SP-36, akan tetapi pemberian pupuk anorganik secara berlebihan dan terus menerus memberikan dampak negatif bagi tanah, seperti pengerasan tanah dan penurunan stabilitas agregat tanah (Humberto & Alan, 2013). Teknologi alternatif pengganti pupuk P anorganik yaitu dengan pemberian pupuk Rock Fosfat.

Pupuk Rock Fosfat merupakan salah satu sumber fosfat alam yang digunakan sebagai bahan dasar pupuk lainnya yang berasal dari batuan sedimen dengan kandungan mineral fosfat yang cukup banyak hingga 28% (Musaad, 2018). Penggunaan fosfat pada tanah gambut memiliki pengaruh yang baik karena mudah larut pada kondisi masam serta dapat melepaskan fosfat secara lambat (*slowrelease*) dan dapat meningkatkan pH tanah (Hartatik, *et al.*, 2008).

Deden & Umiyati (2020) mendapatkan hasil penelitian pada parameter bobot umbi kering per petak, terjadi interaksi perlakuan mikroorganisme pelarut fosfat *Pseudomonas* sp. dengan batuan fosfat 100 kg/ha menghasilkan bobot umbi kering bawang merah mencapai 5,75 kg per petak atau setara dengan 9,2 ton/ha, namun untuk meningkatkan produksi peneliti menyarankan penggunaan diatas 100 kg/Ha. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi pupuk hayati dan

pupuk Rock Fosfat terhadap pertumbuhan serta produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada media gambut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau, Kota Pekanbaru. Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan dari September sampai Desember 2022. Bahan yang digunakan adalah bibit bawang merah varietas Bima Brebes, tanah gambut, Pupuk Hayati Bioneensis, Pupuk rock fosfat, Dolomite, Dithane M-45, Pupuk POC Nasa, Decis 25 EC, Antracol 70 WP, polibag 30x35 cm. Sedangkan alat yang digunakan adalah alat tulis, meteran, hand sprayer, kamera, alat pertanian, jangka sorong digital, timbangan analitik.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari 2 faktor yaitu dosis pupuk hayati Bioneensis (H) terdiri dari 4 taraf yaitu 0; 0,6; 1,2; dan 1,8 g polibag⁻¹ dan dosis pupuk Rock Fosfat (P) terdiri dari 4 taraf yaitu 0; 0,5; 1; dan 1,5 g polibag⁻¹ dan setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Pengamatan yang dilakukan yaitu mulai dari tinggi tanaman, jumlah umbi per rumpun, berat umbi basah per rumpun, berat umbi kering per rumpun, berat umbi per umbi, dan diameter umbi dengan parameter analisis uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

Persiapan Lahan Penelitian

Ukuran lahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan ukuran panjang 11 m x lebar 5 m, sehingga luas total lahan yang akan digunakan 55 m². Setelah itu lahan dibersihkan dari rerumputan, kemudian tanah tersebut diratakan sampai kondisi tanah yang siap untuk dijadikan sebagai tempat penelitian, tanah diratakan agar polibag dapat tegak dengan baik pada lahan penelitian.

Persiapan Bahan Penelitian

a. Bibit Bawang Merah

Bibit bawang merah yang telah saya gunakan dalam penelitian ini yaitu varietas Bima Brebes yang diperoleh dari Balai Benih Induk Provinsi Riau. Klasifikasi umbi yang digunakan untuk bibit antara lain: umbi bibit berukuran sedang dengan diameter 1,5 cm umbi tunggal dan sehat, bebas dari penyakit, ukuran seragam, tidak cacat atau luka dan umur bibit yang sudah dikeringkan selama 3 bulan. Kebutuhan total bawang merah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 4 kg.

b. Tanah Gambut

Tanah gambut yang digunakan sebagai media tanam diambil dari lahan warga yang berada di jalan Paus, Kota Pekanbaru. Tanah gambut yang digunakan adalah jenis gambut matang (saprik) dengan ciri berwarna coklat tua-hitam dan bila diremas kandungan seratnya <15%. Pengambilan tanah gambut dilakukan dengan cara dicangkul sedalam lebih kurang 20 cm dari atas permukaan tanah gambut tersebut, kemudian disaring dari sisa rumput dan ranting, lalu tanah gambut dimasukkan dalam polibag ukuran 35 cm x 40 cm (4 kg). Setelah itu diangkat menggunakan truk lalu diletakkan dan disusun di lahan penelitian yang sebelumnya telah disiapkan.

c. Pupuk Hayati Bioneensis

Pupuk hayati Bioneensis diperoleh dari toko pertanian Binter. Jl. Kaharuddin Nasution. No 16, Simpang Tiga, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru, Riau. Kebutuhan pupuk hayati yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 260 g.

d. Pupuk Rock Fosfat

Pupuk Rock Fosfat diperoleh dari toko pertanian Binter. Jl. Kaharuddin Nasution. No 16, Simpang Tiga, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru, Riau. Kebutuhan pupuk Rock Fosfat yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 216 g.

Pengaturan Letak Polibag di Lahan Penelitian

Polibag yang berisi tanah gambut disusun sesuai dengan tata letak Layout kemudian disusun per satuan perlakuan secara rapat tanpa ada jarak antara polibag. Sedangkan jarak antara perlakuan 50 cm, di mana jarak tersebut nantinya memudahkan pelaksanaan perawatan dan penelitian serta mempermudah dalam pengamatan parameter.

Pemberian Dolomite

Pemberian dolomit diberikan 2 minggu sebelum penanaman dengan cara mencampurkan gambut dengan dolomit ke dalam polibag. pH pada tanah gambut sebelum diberikan dolomite adalah 4 sehingga perlu ditingkatkan agar pH tanah gambut sesuai dengan kebutuhan tanaman bawang merah yakni 6 – 6,5. Untuk menaikkan pH ditambahkan dolomit sebanyak 20 g/polibag (4,5 ton/ha), setelah tanah dicampur dengan dolomit pH adalah 6.

Pemasangan Label

Label dipasang pada masing-masing perlakuan serta pemasangannya disesuaikan dengan layout atau bagan penelitian. Pembuatan label menggunakan seng diukur sesuai keperluan dan dicat berdasarkan perlakuan, label yang sudah jadi dipasang pada kayu dengan cara dipaku. Tujuan pemasangan label juga mempermudah melakukan perlakuan serta pengamatan untuk masing-masing parameter.

Pemberian Perlakuan

a. Aplikasi Pupuk Hayati

Pengaplikasian pupuk hayati Bioneensis dilakukan sebanyak satu kali yakni satu minggu sebelum penanaman bibit. Untuk dosis yang akan digunakan yaitu H0 (tanpa Pupuk Hayati), H1(0,6 g/polibag), H2 (1,2 g/polibag) serta H3 (1,8 g/polibag). Pemberian perlakuan dilakukan dengan cara ditugal dengan kedalaman 5 cm pada media tanam, lalu ditutup kembali menggunakan tanah gambut. Kegiatan ini dilakukan pada saat sore hari.

b. Aplikasi Pupuk Rock Fosfat

Pengaplikasian pupuk Rock Fosfat dilakukan sebanyak satu kali yakni satu minggu sebelum penanaman bibit. Untuk dosis yang digunakan yaitu P0 (Tanpa perlakuan pupuk Rock Fosfat), P1 (Rock Fosfat 0,5 g/polibag), P2 (Rock Fosfat 1 g/polibag) serta P3 (Rock Fosfat 1,5 g/polibag). Pemberian pupuk Rock Fosfat dilakukan dengan cara ditugal pada lubang penanaman bibit bawang merah, lalu setelah itu ditutup menggunakan tanah gambut. Pemberian perlakuan dilakukan pada saat sore hari.

Penanaman Bibit Bawang Merah

Penanaman bibit tanaman bawang merah dilakukan dengan membuat lubang tanam sedalam 2-3 cm menggunakan kayu. Bibit yang sebelumnya dipersiapkan kemudian dilakukan pemotongan bagian ujung titik tumbuh tanaman, dipotong 1/3 dari umbi bawang merah. Kemudian bibit yang sebelumnya telah dipersiapkan dimasukkan dalam lubang tanam dengan bagian yang telah dipotong sejajar dengan permukaan tanah, lalu ditutup dengan tanah tipis. Masing-masing polibag diisi 1 bibit tanaman bawang merah. Jumlah tanaman per perlakuan yaitu 6 tanaman. Setelah penanaman, selanjutnya dilakukan penyiraman pada bibit tanaman yang telah ditanam. Waktu penanaman dilakukan pada sore hari.

Pemeliharaan

a. Penyiraman

Penyiraman dilakukan dua kali sehari yaitu pada pagi hari dan sore hari dengan memakai gembor. Ketika turun hujan maka penyiraman tidak dilakukan agar kelembapan ada tanah tetap terjaga.

b. Penyiangan

Penyiangan rerumputan dilakukan mulai minggu kedua setelah dilakukan penanaman yakni pada 11 hst, 25 hst, dan 40 hst. Penyiangan ini dilakukan di sekitar polibag dengan cara mencabut rerumputan yang dengan tangan secara hati-hati. Sedangkan rumput yang tumbuh diantara luar polibag dan disekitar areal penelitian dibersihkan dengan cangkul, dikumpulkan pada satu tempat lalu dibuang di tempat pembuangan sampah. Penyiangan rerumputan ini bertujuan agar hama atau penyakit yang berasal dari rerumputan tersebut tidak mengganggu pertumbuhan tanaman bawang merah.

c. Pemberian Pupuk Susulan

Pemberian pupuk susulan ini dilakukan 2 kali pada saat tanaman berumur 3 minggu dan 4 minggu setelah tanam. Pemberian pupuk susulan ini berupa POC Nasa. Dosis yang digunakan yaitu 2 cc/liter air, dengan cara pengaplikasiannya dilakukan dengan penyemprotan ke seluruh tanaman penelitian. Waktu pengaplikasiannya dilakukan pada pagi hari.

d. Pengendalian Hama dan Penyakit

1). Pengendalian hama ulat dan belalang

Hama yang menyerang tanaman bawang merah pada penelitian ini adalah ulat grayak dan belalang, serangan muncul pada umur 14 hst. Pengendalian agar serangan tidak menyebar keseluruhan tanaman maka dilakukan penyemprotan insektisida Decis 25 EC keseluruhan bagian tanaman dengan dosis yang digunakan yaitu 2 ml/liter air. Penyemprotan ini dilakukan pada sore hari.

2). Pengendalian penyakit busuk pangkal batang

Penyakit yang menyerang tanaman bawang merah pada penelitian ini adalah busuk pangkal batang. Penyakit ini disebabkan oleh *Fusarium oxysporum f.sp. cepae*. Gejala serangan yaitu muncul pucuk kuning lalu kemudian tanaman layu, kemudian pangkal tanaman membusuk. Faktor penyebabnya yakni intensitas curah hujan dan kelembaban udara yang cukup tinggi. Untuk pengendalian yang dilakukan yakni penyemprotan menggunakan Dithane M-45. Penyemprotan dengan dosis 3 gram/liter air dengan cara menyemprot keseluruhan tanaman bawang merah serta disekitar polibag. Kemudian diselingi dengan penyemprotan fungisida berupa Antracol dengan dosis 2 ml/liter air. Cara pengaplikasiannya yaitu dengan disemprotkan keseluruhan tanaman bawang merah dan lingkungan tempat penelitian, untuk interval penyemprotan yaitu 1 minggu sekali.

Panen

Panen bawang merah dilakukan dengan kriteria leher batang lunak, tanaman rebah 60-70% dan daun menguning kering. Sebagian besar umbi bawang merah sudah tampak di permukaan tanah, lapisan umbi penuh berisi, dan warnanya sudah merah mengkilap. Pemanenan dilakukan dengan cara mencabut seluruh bagian tanaman yang terdapat pada polibag dengan hati-hati agar tidak ada umbi yang tertinggal dalam tanah atau rusak, pemanenan bawang merah ini dilakukan pada pagi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman (cm)

Hasil pengamatan tinggi tanaman bawang merah setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa secara interaksi maupun faktor utama pupuk hayati dan pupuk Rock Fosfat berbeda nyata terhadap tinggi tanaman bawang merah. Rata-rata hasil pengamatan tinggi tanaman bawang merah setelah dilakukan uji BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 1.

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati dosis 1,2 g polibag⁻¹ dan pupuk rockfosfat 1,5 g polibag⁻¹ (H2P3) memberikan tinggi tanaman 28% lebih tinggi dari perlakuan kontrol. Hal ini serupa dengan hasil penelitian tanaman bawang merah pada media tanam Regosol, perlakuan dengan pemberian pupuk hayati dapat meningkatkan tinggi tanaman mencapai 18,78% (Hazra *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa pupuk hayati yang dikombinasikan dengan pupuk

Rock Fosfat pada media gambut ini mampu membantu memenuhi kebutuhan hara pada tanah. Sehingga pH tanah meningkat dan perakaran mampu berkembang dengan baik, serta proses pembelahan sel meningkat yang menyebabkan pertambahan tinggi tanaman.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman bawang merah umur 35 HST dengan perlakuan pupuk Hayati dan pupuk Rock Fosfat (cm).

Pupuk Hayati g polibag ⁻¹	Pupuk Rockfosfat g polibag ⁻¹				Rerata
	(P0) 0	(P1) 0,5	(P2) 1	(P3) 1,5	
(H0) 0	29,00 bc	34,17 ab	32,83 abc	33,83 abc	32,46 ab
(H1) 0,6	31,67 bc	27,67 c	33,17 abc	34,33 ab	31,71 b
(H2) 1,2	32,00 abc	31,33 bc	30,33 bc	37,33 a	32,5 a
(H3) 1,8	29,83 bc	31,50 bc	29,17 bc	30,83 bc	30,33 c
Rerata	30,63 c	31,17 b	31,38 ab	34,08 a	
KK = 5,60%	BNJ HP = 5,40		BNJ H&P = 1,98		

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur BNJ pada taraf 5%.

Pemberian pupuk rockfosfat dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan unsur hara P yang sangat diperlukan oleh tanaman. Kandungan fosfor berperan dalam berbagai proses fisiologis tanaman seperti respirasi dan fotosintesis. Unsur hara P merupakan unsur hara esensial yang diperlukan tanaman dalam pertumbuhan, yaitu memperlancar proses fotosintesis pada tanaman. Pada tanaman, proses fotosintesis mempunyai peran penting dalam pertumbuhan tanaman karena pada proses fotosintesis tanaman tersebut memperoleh energi atau makanan dan melepaskan oksigen ke udara (Faizin *et al.*, 2015). Selain itu unsur P dapat memacu pertumbuhan tanaman pada tingkat awal, memperkuat ketegangan batang sehingga mengurangi risiko rebah batang. Dengan demikian tersedianya unsur hara tersebut dapat memacu pertumbuhan vegetatif tanaman yang dalam hal ini tinggi tanaman.

Pupuk hayati yang mengandung *Pseudomonas* sp. mampu melepaskan unsur P yang difiksasi menjadi tersedia bagi tanaman. Sesuai dengan Feng *et al.*, (2003), bahwa pupuk hayati yang mengandung *Pseudomonas* sp. sangat berperan dalam meningkatkan ketersediaan P melalui jaringan hifa ekstrenal, yang dapat menghasilkan enzim fosfatase yang dilepaskan dalam tanah sehingga mampu melepaskan P yang terfiksasi oleh ion Al dan Fe. Hal ini dikarenakan fosfat alam mudah larut pada kondisi masam serta dapat melepaskan fosfat secara lambat (*slowrelease*) dan dapat meningkatkan pH tanah (Hartatik *et al.*, 2008).

Jumlah Umbi per Rumpun

Hasil pengamatan jumlah umbi bawang merah setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa secara interaksi maupun faktor utama pupuk hayati dan pupuk Rock Fosfat berbeda nyata terhadap jumlah umbi tanaman bawang merah. Rata-rata hasil pengamatan jumlah umbi tanaman bawang merah setelah dilakukan uji BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata jumlah umbi per rumpun tanaman bawang merah dengan perlakuan pupuk Hayati dan pupuk Rock Fosfat (umbi).

Pupuk Hayati g polibag ⁻¹	Pupuk Rock Fosfat g polibag ⁻¹				Rerata
	(P0) 0	(P1) 0,5	(P2) 1	(P3) 1,5	
(H0) 0	5,33 c	6,00 bc	6,33 bc	6,83 bc	6,13 c
(H1) 0,6	6,17 bc	6,83 bc	6,50 bc	6,50 bc	6,50 bc
(H2) 1,2	6,50 bc	8,00 b	7,83 b	11,00 a	8,33 ab
(H3) 1,8	7,50 bc	8,00 b	8,00 b	10,67 ab	8,54 a
Rerata	6,38 c	7,21 b	7,17 bc	8,75 a	
	KK = 9,93%		BNJ HP = 2,22	BNJ H&P = 0,81	

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur BNJ pada taraf 5%.

Data pada Tabel 2. menunjukkan bahwa secara interaksi pemberian pupuk hayati dan pupuk Rock Fosfat memberikan pengaruh terhadap jumlah umbi tanaman bawang merah. Perlakuan pada dosis pupuk hayati 1,2 g polibag⁻¹ dan pupuk Rock Fosfat 1,5 g polibag⁻¹ (H2P3) menghasilkan jumlah umbi 2 kali lebih besar dibandingkan tanpa pemupukan hayati dan Rock Fosfat dengan rata-rata 11 umbi per rumpun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Deden & Umiyati (2020) yang menyatakan bahwa pemberian Rock Fosfat dengan dosis 100 kg ha⁻¹ memberikan adanya perbedaan yang nyata dibandingkan tanpa batuan fosfat menghasilkan rata-rata 9,88 siung umbi per rumpun.

Pada umumnya ketersediaan unsur hara N, P, dan K, pada tanah gambut kurang tersedia bila dibandingkan dengan tanah mineral. Hal ini dikarenakan tanah gambut memiliki tingkat kejenuhan basa yang rendah, dan KTK yang sangat tinggi sehingga menyebabkan kapasitas jerapan gambut tinggi, tetapi kekuatannya dalam menyerap lemah. Dengan memberikan perlakuan pupuk hayati dan pupuk rockfosfat dapat membantu dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara yang kurang pada tanah gambut tersebut. Penggunaan pupuk organik akan meningkatkan kandungan unsur hara serta memperbaiki struktur tanah karena dapat merangsang jasad renik dalam tanah.

Unsur fosfor (P) sangat penting untuk pembentukan dan perkembangan umbi. Unsur P juga merangsang pertumbuhan akar, mempercepat pertumbuhan umbi dan merangsang penambahan jumlah umbi. Adanya peningkatan populasi mikroba dari pemberian pupuk hayati mendorong terjadinya peningkatan aktivitas enzim fosfomonoesterase asam dan basa, yang selanjutnya berperan dalam penyediaan unsur hara (P tersedia) dalam tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dalimunthe (2018), yang menyatakan bahwa ketersediaan P yang cukup dalam tanah sangat penting untuk meningkatkan hasil tanaman, karena P diperlukan untuk perbaikan kandungan karbohidrat tanaman dan perkembangan akar tanaman, dan akhirnya meningkatkan hasil tanaman. Pemanfaatan bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan efisiensi pemupukan P melalui mekanisme secara biologi maupun kimia. Mekanisme ini hanya dapat dilakukan oleh sejumlah mikroba pelarut fosfat seperti *Pseudomonas* sp.

Berat Umbi Basah per Rumpun

Hasil pengamatan berat umbi basah per tanaman bawang merah setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa secara interaksi maupun faktor utama pupuk hayati dan pupuk rockfosfat berbeda nyata terhadap berat basah tanaman bawang merah. Rata-rata hasil pengamatan berat umbi basah per tanaman bawang merah setelah dilakukan uji BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata berat umbi basah per rumpun tanaman bawang merah dengan perlakuan pupuk Hayati dan pupuk Rock Fosfat (g)

Pupuk Hayati g polibag ⁻¹	Pupuk Rock Fosfat g polibag ⁻¹				Rerata
	(P0) 0	(P1) 0,5	(P2) 1	(P3) 1,5	
(H0) 0	16,00 g	19,63 fg	23,20 efg	21,42 fg	20,06 d
(H1) 0,6	29,13 def	24,80 efg	29,18 def	28,08 def	27,80 c
(H2) 1,2	31,95 de	35,12 d	36,02 d	58,73 ab	40,45 b
(H3) 1,8	49,08 bc	47,57 c	53,82 abc	59,67 a	52,53 a
Rerata	31,54 c	31,78 bc	35,56 b	41,98 a	
	KK = 9,65%		BNJ HP = 10,30	BNJ H&P = 3,77	

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur BNJ pada taraf 5%.

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan pada pupuk hayati 1,8 g polibag⁻¹ dan pupuk Rock Fosfat 1,5 g polibag⁻¹ (H3P3) menghasilkan berat basah umbi yaitu 59,67 g tanaman⁻¹, tidak berbeda dengan perlakuan H2P3 dan H3P2 namun berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya. Tingginya berat umbi basah pada perlakuan H3P3 disebabkan unsur hara yang diberikan sudah mencukupi untuk pertumbuhan dan juga perkembangan pada proses fotosintesis maupun pembentukan karbohidrat tanaman sehingga dapat membentuk umbi yang lebih baik dari pada perlakuan lainnya, yang menyebabkan tanaman menyerap air dan unsur hara lebih banyak yang selanjutnya aktivitas fotosintesis akan meningkat dan mempengaruhi peningkatan berat basah tanaman. Hal ini dapat diakibatkan adanya interaksi yang terjadi pada pupuk hayati yang mengandung

Azobacter sp. dan *Pseudomonas* sp. yang mampu menyediakan unsur N dan P bagi tanaman serta dapat memproduksi hormon tumbuh seperti IAA (*Indol Asam Asetat*), sedangkan *Pseudomonas* sp. merupakan salah satu bakteri pelarut fosfat. Aktivasi bakteri pelarut fosfat terjadi pada saat perubahan kelarutan senyawa fosfat organik yang menghasilkan asam-asam organik (asam sitrat, glutamat dan suksinat) dengan bereaksi Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , atau Mg^{2+} membentuk kompleks stabil serta membebaskan ion fosfat terikat menjadi tersedia bagi tanaman. Bakteri pelarut fosfat menghasilkan enzim fosfatase penghasil asam-asam organik yang dapat memineralisasi fosfat organik dalam tanah.

Persediaan fosfor dalam tanah melalui beberapa sumber diantaranya pupuk buatan, pupuk alam dan senyawa alam lainnya. Semua sumber tersebut 70% berbentuk P-organik yang tidak dapat diserap tanaman. Agar unsur tersedia bagi tanaman maka P-organik tersebut akan melewati proses transformasi P-organik menjadi P-anorganik yang dilakukan oleh mikroba. Salah satunya adalah perubahan senyawa phytin yang dioksidasikan melalui proses enzimatis yang menghasilkan asam fosfat yang dapat diserap oleh tanaman. Firmansyah *et al.*, (2015) menyatakan inokulasi dengan *P. Striata* dengan penambahan superfosfat maupun batuan fosfat dapat meningkatkan pembentukan bintil dan serapan N pada tanaman kedelai, dan pemberian pupuk hayati pada tanaman jagung dapat meningkatkan bobot kering tanaman sebesar 29%.

Berat Kering Umbi per Rumpun

Hasil pengamatan berat kering umbi tanaman bawang merah setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa secara interaksi maupun faktor utama pupuk hayati dan pupuk Rock Fosfat berbeda nyata terhadap berat kering umbi per tanaman bawang merah. Rata-rata hasil pengamatan berat kering umbi per rumpun bawang merah setelah dilakukan uji BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata berat kering umbi per rumpun tanaman bawang merah dengan perlakuan pupuk Hayati dan pupuk Rockfosfat (g)

Pupuk Hayati g/polibag ⁻¹	Pupuk Rockfosfat g polibag ⁻¹				Rerata
	(P0) 0	(P1) 0,5	(P2) 1	(P3) 1,5	
(H0) 0	11,52 f	15,52 ef	18,85 def	16,87 def	15,69 d
(H1) 0,6	22,88 c-e	17,30 def	21,19 cde	22,30 cde	20,91 c
(H2) 1,2	23,49 c-e	27,86 c	24,69 cd	42,22 ab	29,57 b
(H3) 1,8	39,36 b	37,86 b	42,41 ab	48,34 a	41,99 a
Rerata	24,31 c	24,64 bc	26,79 b	32,43 a	
	KK = 9,65%	BNJ HP = 10,30	BNJ H&P = 3,77		

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur BNJ pada taraf 5%.

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan pada dosis pupuk hayati 1,8 g polibag⁻¹ dan pupuk rockfosfat 1,5 g polibag⁻¹ (H3P3) menghasilkan berat kering umbi yaitu 48,34 g polibag⁻¹ atau setara dengan 9,66 ton ha⁻¹, tidak berbeda dengan perlakuan H3P2 dan H2P3 namun berbeda nyata dengan yang lainnya. Tingginya berat kering umbi pada perlakuan H3P3 disebabkan unsur hara tersedia dengan jumlah yang cukup pada fase vegetatif sehingga pada fase generatif mendapatkan hasil yang maksimal. Nutrisi yang diserap oleh akar tanaman mempengaruhi berat kering umbi sehingga apabila nutrisi yang diperoleh cukup maka akan semakin baik perkembangan umbi tanaman dan berdampak terhadap berat kering umbi yang dipengaruhi oleh perkembangan umbi. Hal ini didukung oleh Purwanti *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa pupuk hayati yang diberikan dalam konsentrasi yang sesuai memberikan hasil maksimal dibandingkan diberikan dengan dua kali konsentrasi menunjukkan hasil pertumbuhan yang lebih lambat. Menurut Deden & Umiyati, (2020) yang menyatakan pemberian bakteri pelarut fosfat dan pupuk Rock Fosfat dengan dosis 100 kg ha⁻¹ memberikan hasil umbi kering mencapai 9,2 ton ha⁻¹.

Beberapa penelitian serupa mengungkap bahwa penggunaan pupuk hayati yang mengandung *Pseudomonas* dapat meningkatkan bobot kering umbi. Hasil penelitian Firmansyah *et al.*, (2015) penggunaan pupuk hayati mampu meningkatkan serapan P tanaman dan bobot kering tanaman sampai 30%. Pada penelitian Nursanti, (2017). *Pseudomonas* mampu meningkatkan bobot kering tanaman

sampai 20% dan mikroba ini stabil sampai lebih dari 4 bulan pada media pembawa zeolit. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa efektifnya pupuk hayati yang mempunyai kandungan bakteri pelarut P tidak hanya disebabkan oleh kemampuannya dalam meningkatkan ketersediaan P tetapi juga disebabkan karena kemampuannya dalam menghasilkan ZPT, terutama oleh mikroba yang hidup pada permukaan akar seperti *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, dan *P. striata*. Mikroba-mikroba tersebut dapat menghasilkan ZPT seperti oksalat, suksinat, tartarat, sitrat, dan laktat. Asam-asam organik itu bereaksi dengan pengikat fosfat seperti aluminium, besi, kalsium, dan magnesium. Asam organik mendesak pengikat itu sehingga fosfat terlepas dan mudah diserap tanaman. Beberapa bakteri pelarut fosfat juga dapat berperan sebagai biokontrol yang dapat meningkatkan kesehatan akar dan pertumbuhan tanaman melalui proteksinya terhadap penyakit.

Menurut Silalahi *et al.*, (2018), bahwa ketersediaan unsur hara P yang cukup mencapai 28% maka pertumbuhan hara akan maksimal. Ketersediaan P di dalam media tanam ditentukan oleh bahan induk tanah serta faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan hara P seperti reaksi tanah (pH), kadar Al dan Fe oksida, kadar Ca, dan kadar bahan organik. Menurut Firmia (2018), ketersediaan unsur fosfor (P) dalam tanah dipengaruhi oleh pH tanah. Pada pH tanah yang rendah seperti pada tanah gambut fosfor akan bereaksi dengan ion Fe dan Al yang disebabkan sukarnya untuk diserap. Sehingga unsur P di dalam pupuk Rock Fosfat yang digunakan mampu memberikan pertumbuhan dan perkembangan akar cukup baik.

Berat Umbi per Umbi

Hasil pengamatan berat kering umbi per umbi bawang merah setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa secara interaksi maupun faktor utama pupuk hayati dan pupuk Rock Fosfat berbeda nyata terhadap berat kering umbi per umbi bawang merah. Rata-rata hasil pengamatan berat kering umbi per umbi bawang merah setelah dilakukan uji BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata berat umbi per umbi tanaman bawang merah dengan perlakuan pupuk Hayati dan pupuk Rock Fosfat (g).

Pupuk Hayati g polibag ⁻¹	Pupuk Rock Fosfat g polibag ⁻¹				Rerata
	(P0) 0	(P1) 0,5	(P2) 1	(P3) 1,5	
(H0) 0	2,20 f	2,59 def	2,97 def	2,47 ef	2,56 c
(H1) 0,6	3,71b-e	2,65 def	3,26 c-f	3,43 c-f	3,26 bc
(H2) 1,2	3,61 b-e	3,48 b-e	3,26 c-f	3,84 bcd	3,55 b
(H3) 1,8	5,25 ab	4,73 ab	5,30 a	4,54b-c	4,95 a
Rerata	3,69 ab	3,36 c	3,70 a	3,57 bc	
KK = 11,88%		BNJ HP = 1,29		BNJ H&P = 0,47	

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur BNJ pada taraf 5%.

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan pada dosis pupuk hayati 1,8 g polibag⁻¹ dan pupuk Rock Fosfat 0-1,5 g polibag⁻¹ mampu menghasilkan berat kering per umbi dengan rata-rata 4,54-5,25 g. Hal ini diduga karena mikroba pada pupuk hayati mampu membantu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah cukup seimbang menyebabkan tanaman dapat melakukan proses fisiologisnya dengan baik. Damanik *et al.*, (2011) menyatakan bahwa pupuk hayati adalah pupuk yang mengandung bahan aktif mikroba yang mampu menghasilkan senyawa yang berperan dalam proses penyediaan unsur hara dalam tanah, sehingga dapat diserap oleh tanaman. Hartanti, (2014) menambahkan bahwa tersedianya unsur hara yang cukup pada saat pertumbuhan menyebabkan metabolisme tanaman akan lebih aktif hingga proses pemanjangan, differensiasi sel akan lebih baik dan akhirnya akan mendorong peningkatan bobot buah.

Pemberian Rock Fosfat langsung pada tanah, terutama fosfat alam yang tersedia setempat sangat menguntungkan. Keefektifan Rock Fosfat memasok P apabila diberikan langsung, ditentukan oleh susunan kimia dan mineralnya. Rock Fosfat yang kelarutannya rendah disebabkan karena kelarutannya dalam air juga rendah. Kereaktifan Rock Fosfat dapat dilakukan dengan cara pemberian

bahan organik, pemanasan (kalsinasi), pengasaman parsial, dan pemberian mikroorganismenya. Fungi pupuk hayati memiliki peranan dalam meningkatkan serapan fosfat. Pupuk hayati yang mengandung *Pseudomonas* sp membutuhkan P sebagai sumber energi, sedangkan tanaman membutuhkan P secara fisiologis untuk metabolismenya. Dengan adanya pupuk hayati yang mengandung *Pseudomonas* sp maka akan meningkatkan konsentrasi P di daerah perakaran tanaman, dengan melepaskan ikatan P yang terfiksasi menjadi P yang lebih tersedia (Musaad, 2018).

Menurut pendapat Normahani (2013), fosfor merupakan komponen penyusun enzim dan protein. Unsur P berperan dalam pertumbuhan benih, batang, akar, bunga, dan buah. Ketika struktur perakaran baik maka daya serap akar terhadap unsur hara yang ada di dalam tanah dapat diserap dengan baik. Fosfor dibutuhkan tanaman dalam fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman, hampir seluruh fase pertumbuhan dan perkembangan generatif tanaman terung-ungu seperti pada pembungaan dan biji. Menurut Fitrianti, *et al.*, (2018) mengatakan bahwa unsur P berperan sebagai bahan dasar pembentukan protein untuk menghasilkan ATP dan ADP, dimana energi ini dibutuhkan dalam proses metabolisme untuk pembentukan asam amino, tepung, lemak dan senyawa organik lainnya sehingga membantu dalam proses pertumbuhan dan produksi tanaman.

Diameter Umbi (mm)

Hasil pengamatan susut umbi tanaman bawang merah setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa secara interaksi maupun faktor pupuk hayati dan pupuk rockfosfat berbeda nyata terhadap susut umbi bawang merah. Rata-rata hasil pengamatan susut umbi bawang merah setelah dilakukan uji BNJ pada taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata diameter umbi tanaman bawang merah dengan perlakuan pupuk Hayati dan pupuk Rock Fosfat (mm).

Pupuk Hayati g polibag ⁻¹	Pupuk Rock Fosfat g polibag ⁻¹				Rerata
	(P0) 0	(P1) 0,5	(P2) 1	(P3) 1,5	
(H0) 0	16,32 ef	16,25 ef	14,75 f	16,45 ef	15,94 d
(H1) 0,6	18,73 de	19,05 cde	16,02 ef	18,85 cde	18,16 c
(H2) 1,2	18,05 ef	17,63 ef	22,55 abc	26,28 a	21,13 b
(H3) 1,8	21,90 bcd	24,77 ab	23,97 ab	26,20 ab	24,21 a
Rerata	18,75 c	19,43 b	19,32 bc	21,95 a	
	KK = 6,30%	BNJ HP = 3,79	BNJ H&P = 1,39		

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur BNJ pada taraf 5%

Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk hayati 1,2-1,8 g polibag⁻¹ dan pupuk Rock Fosfat 0,5-1,5 g polibag⁻¹ menghasilkan diameter yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Wahyuningsih *et al.*, (2015) menjelaskan bahwa hasil tanaman akan meningkat apabila didukung oleh pertumbuhan dan perkembangan umbi yang maksimal. Pembentukan umbi tanaman bawang merah juga dipengaruhi oleh adanya hormon tumbuh seperti IAA yang diproduksi rhizobakteri. Pernyataan ini didukung oleh Dewi *et al.*, (2015) yang menerangkan bahwa rhizobakteria mampu menghasilkan hormon seperti auksin, giberelin dan sitokinin sebagai pelarut fosfat dan fiksasi nitrogen.

Diduga semakin bertambahnya jumlah serapan hara maka semakin bertambahnya ukuran diameter bawang merah, pertumbuhan tersebut dipengaruhi hasil fotosintesis (Mukhlis dan Anggorowati, 2011). Banyaknya jumlah daun yang terbentuk menunjukkan luas yang lebih lebar, maka kemampuan daun dalam menerima cahaya untuk proses fotosintesis menjadi besar yang selanjutnya dapat menghasilkan karbohidrat lebih banyak. Karbohidrat tersebut akan ditranslokasikan ke bagian umbi sehingga dapat berpengaruh pada besar dan berat umbi.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa interaksi pupuk hayati dan Rock Fosfat berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan tinggi tanaman, jumlah umbi per rumpun, berat umbi basah per rumpun, berat umbi kering per rumpun, berat umbi per umbi,

dan diameter umbi. Perlakuan terbaik terdapat pada kombinasi pupuk hayati 1,8 g polibag⁻¹ dan pupuk Rock Fosfat 1,5 g polibag⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura. 2019. Produksi Bawang Merah menurut Provinsi, 2017-2019. <https://riau.bps.go.id/>.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Jendral Hortikultura. 2021. Produksi Sayuran di Riau. Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jenderal Hortikultura. <https://riau.bps.go.id/>.
- Dalimunthe, S. T. B. 2018. Efektivitas Isolat Bakteri Endofit dalam Meningkatkan Pertumbuhan, Hasil Serta Serapan N dan P Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) pada Tanah Andisol (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Damanik, M.M.B., E.H. Bachtiar., Fauzi., Sarifuddin dan H. Hamidah. 2011. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press, Medan
- Deden, D., & Umiyati, U. 2020. Pengaruh Mikroba Pelarut Fosfat dan Batuan Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(1); 193-206.
- Dewi, T.K., E.S. Arum, H. Imamuddin, & S. Atonius. 2015. Karakteristik Mikrobial Perakaran (PGPR) Agen Penting Pendukung Pupuk Organik. *Hayati*. 1(2): 289-295.
- Elfiati, D. (2005). *Peranan Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman*.
- Faizin, N., Mardhiansyah, M., & Yoza, D. 2015. Respon Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Fosfor terhadap Pertumbuhan Semai Akasia (*Acacia Mangium* Willd.) dan Ketersediaan Fosfor di Tanah. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 2(2), 1-9.
- Feng, G., Song, Y.C., Li, X.L., Christie, P. 2003. Contribution Of Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Utilization of Organic Sources Of Phosphorus By Red Clover in a Calcareous Soil. *Appl Soil Ecol.*, 22(1): 139-148.
- Firmansyah, I., Lukman, L., Khaririyatun, N., & Yufdy, M. P. 2015. Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah dengan Aplikasi Pupuk Organik dan Pupuk Hayati pada Tanah Alluvial. *Jurnal Hortikultura*, 25(2);133-141.
- Firnia, D. 2018. Dinamika Unsur Fosfor pada Tiap Horison Profil Tanah Masam. *Jurnal Agroekoteknologi*, 10(1).45-52
- Fitrianti, F., Masdar, M., & Astiani, A. 2018. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.) pada Berbagai Jenis Tanah dan Penambahan Pupuk NPK Phonska. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, 3(2), 60-64.
- Hartanti I. 2014. Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Mikoriza dan Rock Phosphate Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian* 3(2), 34-42
- Hartatik, W., Idris, K., & Sabiham, S. 2008. Kelarutan Fosfat Alam dan SP-36 Dalam Gambut yang Diberi Bahan Amelioran Tanah Mineral. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 10 (27), 45-56.
- Hazra, F., Istiqomah, F.N., Adriani, L. 2020. Efektivitas Mikoriza Dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Efisiensi Pupuk pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *Prosiding Seminar Nasional PERHORTI 2020. Sinergisme Membangun Kawasan Hortikultura Tangguh dan Menyehatkan. Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI)*, 17 November 2020, Hal. 257-264.
- Humberto Blanco-Canqui & Alan, J. S. 2013 Implications of Inorganic Fertilization of Irrigated Corn on Soil Properties: Lessons Learned After 50 Years', *Journal of Environment Quality*, 42, 3, 861.

- Hussain, M.I, Naeem Asghar, H., Javed Akhtar, M., & Arshad, M. 2013. Impact of Phosphate Solubilizing Bacteria on Growth And Yield of Maize. *Soil & Environment*, 32(1). 71-78
- Ismawati, Asni, E., & Hamidy, M. Y. 2012. Pengaruh Air Perasan Umbi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap Malondialdehid (MDA) Plasma Mencit yang diinduksi Hiperkolesterolemia. *Jurnal Natur Indonesia*, 14(2), 150–154.
- Kairupan, B. Y., Wowor, M. P., & Mambo, C. 2015. Pengaruh Pemberian Ekstrak Umbi Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Kadar Gula Darah Tikus Wistar (*Rattus Norvegicus*) Yang Diinduksi Dengan Aloksan. *Jurnal E-Biomedik*, 3(1), 248–253.
- Kumar, R., Kumawat, N., Sahu, Y.K. 2017. Role of Biofertilizers in Agriculture. *Popular Kheti* 5 (4): 63-66
- Mukhlis, P., dan D. Anggorowati. 2011. Pengaruh Berbagai Jenis Mikroorganisme Lokal (Mol) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bawang Merah Pada Tanah Aluvial. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Musaad, I. 2018. Potensi dan Teknologi Pemanfaatan Fosfat Alam Sebagai Pupuk Fosfat-Plus. Brainy bee. Malang
- Normahani. 2015. Mengenal Pupuk P dan Fungsinya Bagi Tanaman.http://balittra.litbang.pertanian.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=1573&Itemid=5. [4 Agustus 2023].
- Nursanti, I. 2017. Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat terhadap Ketersediaan Fosfat dan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 8(2); 44-49.
- Purwanti, L., W. Sutari dan Kusmiyati. 2014. Pengaruh konsentrasi pupuk hayati dan dosis pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt.*) kultivar Talenta. *J. Agrict. Sci* 1 (4): 177-188.
- Silalahi, MJ., Rumambi, A., Telleng, MM., Kaunang, WB. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sorgum Sebagai Pakan. *Zootec* 38(2): 286-295.
- Wahyuningsih, E., N. Herlina, & S. Y. Tyamoro. 2015. Pengaruh Pemberian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan Pupuk Kotoran Kelinci Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah. *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(4): 591-599