

OPTIMASI PEMUPUKAN FOSFAT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL DUA KULTIVAR UBIJALAR LOKAL KALIMANTAN TIMUR

OPTIMIZATION OF PHOSPHATE FERTILIZATION ON THE GROWTH AND YIELD OF TWO LOCAL SWEET POTATO CULTIVARS IN EAST KALIMANTAN

Santi^{1*}, Setyawan¹, Rusdiansyah²

¹(Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Berau)

²(Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman)

*Penulis korespondensi: santi.berau21@gmail.com

ABSTRACT

*Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is a potential food crop developed in East Kalimantan. Phosphate fertilization plays a crucial role in supporting plant growth and yield, though the optimum requirement may vary among cultivars. This study aimed to determine the optimization of phosphate fertilization on two local East Kalimantan sweet potato cultivars and to establish the optimum phosphate dosage to achieve maximum fresh tuber production. The research used a factorial Randomized Block Design (RBD) with two factors and five replications. The first factor was the cultivar (purple and orange sweet potatoes), while the second factor was the phosphate fertilizer dosage (0, 16, 32, 48, and 64 kg P₂O₅ ha⁻¹). The results indicated that the interaction between cultivar and phosphate fertilizer dosage had no significant effect on most observed variables, except for total sugar content. Phosphate fertilization significantly affected stem length, tuber number and weight per plant, tuber weight per plot, and fresh tuber yield per hectare, but had no significant effect on stem diameter and tuber dry matter. The relationship between phosphate dosage and fresh tuber yield followed a quadratic regression pattern with the equation $Y = 18.235 + 0.1585x - 0.0017x^2$ ($R^2 = 0.6151$). Overall, the optimum phosphate dosage was estimated at 46.62 kg P₂O₅ ha⁻¹ with an estimated yield of 21.92 Mg ha⁻¹. For the purple cultivar, an optimum dosage of 34.95 kg P₂O₅ ha⁻¹ yielded 24.92 Mg ha⁻¹, whereas the orange cultivar required 59.19 kg P₂O₅ ha⁻¹ to achieve 22.18 Mg ha⁻¹. Phosphate fertilization effectively enhances sweet potato yield, provided dosage determination considers specific cultivars and environmental conditions.*

Keywords: Optimum dose, phosphate, local cultivars, sweet potato, fresh tuber yield

ABSTRAK

Ubijalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan tanaman pangan potensial di Kalimantan Timur. Pemupukan fosfat berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman, meski kebutuhan optimumnya dapat bervariasi antar kultivar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimasi pemupukan fosfat terhadap dua kultivar ubijalar lokal Kalimantan Timur, serta menentukan dosis optimum fosfat untuk mencapai produksi umbi segar maksimum. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor dan lima ulangan. Faktor pertama adalah jenis kultivar (ubijalar ungu dan ubijalar jingga), sedangkan faktor kedua adalah dosis pupuk fosfat (0, 16, 32, 48, dan 64 kg P₂O₅ ha⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara kultivar dan dosis pupuk fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap sebagian besar variabel pengamatan, kecuali pada kandungan gula total. Secara mandiri, pemupukan fosfat berpengaruh nyata terhadap panjang batang, jumlah dan berat umbi per tanaman, berat umbi per petak, serta hasil umbi segar per hektar. Namun, perlakuan ini tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang dan bahan kering umbi. Hubungan antara dosis fosfat dan hasil umbi segar mengikuti pola regresi kuadratik dengan persamaan $Y = 18,235 + 0,1585x - 0,0017x^2$ ($R^2 = 0,6151$). Dosis optimum pupuk fosfat secara umum diperkirakan sebesar 46,62 kg P₂O₅ ha⁻¹ dengan potensi hasil 21,92 Mg ha⁻¹. Secara spesifik, kultivar ubijalar ungu membutuhkan dosis optimum 34,95 kg P₂O₅ ha⁻¹ untuk menghasilkan 24,92 Mg ha⁻¹ umbi segar. Sementara itu, kultivar ubijalar jingga memerlukan dosis optimum 59,19 kg P₂O₅ ha⁻¹ dengan estimasi hasil 22,18 Mg ha⁻¹. Pemupukan fosfat terbukti efektif meningkatkan hasil ubijalar, di mana penentuan dosisnya perlu mempertimbangkan spesifikasi kultivar dan kondisi lingkungan.

Kata kunci: Dosis optimum, fosfat, kultivar lokal, ubijalar, hasil umbi segar

PENDAHULUAN

Ubijalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang memiliki potensi penting dalam mendukung diversifikasi sumber pangan, terutama karena kandungan karbohidratnya yang tinggi. Selain berperan sebagai sumber energi, ubijalar juga memiliki nilai gizi yang cukup beragam karena mengandung protein, mineral, vitamin, serat pangan, serta senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan (Laveriano-Santos *et al.*, 2022; Meselhy *et al.*, 2023). Ubijalar juga memiliki beragam kegunaan sebagai bahan pangan, bahan olahan makanan, bahan baku industri, dan pakan ternak. Beragamnya pemanfaatan tersebut menyebabkan kebutuhan terhadap ubijalar terus meningkat, namun peningkatan kebutuhan belum sepenuhnya diimbangi dengan produktivitas yang optimal.

Produktivitas ubijalar di tingkat petani masih relatif rendah dibandingkan dengan potensi hasil varietas unggul. Potensi hasil ubijalar unggul dapat mencapai sekitar 25 Mg ha⁻¹, sedangkan hasil rata-rata di tingkat petani berkisar 12–16 Mg ha⁻¹ (Indonesian Agency for Agricultural Research and Development, 2022). Rendahnya produktivitas tersebut antara lain berkaitan dengan penggunaan varietas dan penerapan teknologi budidaya yang belum optimal, termasuk pemupukan. Rendahnya produktivitas ubijalar antara lain berkaitan dengan rendahnya kesuburan tanah, keterbatasan bahan tanam berkualitas, serta penerapan teknik budidaya dan pengelolaan tanaman yang belum optimal (Low *et al.*, 2020; Subaedah & Saida, 2025). Kondisi tersebut juga menjadi perhatian dalam pengembangan ubijalar di Kalimantan Timur. Data produksi menunjukkan bahwa ubijalar masih dibudidayakan di wilayah ini, meskipun kontribusinya terhadap produksi tanaman pangan relatif terbatas. Pada tahun 2023, produksi ubijalar Kalimantan Timur tercatat sekitar 11,51 ribu ton, dengan produktivitas sekitar 11,51 Mg ha⁻¹. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas ubijalar masih menjadi peluang pengembangan, terutama melalui pemilihan kultivar yang sesuai dan penerapan teknologi budidaya serta pemupukan yang tepat (BPS Provinsi Kalimantan Timur, 2024).

Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas ubijalar adalah penggunaan kultivar yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat. Kultivar ubijalar lokal Kalimantan Timur berpotensi dikembangkan karena telah beradaptasi dengan lingkungan tumbuh setempat. Selain memiliki kemampuan adaptasi terhadap lingkungan, kultivar lokal juga memiliki keunggulan berupa ketahanan terhadap hama dan penyakit, toleransi terhadap kondisi lahan marginal, serta kebutuhan input produksi yang relatif lebih rendah, termasuk pupuk dan pestisida (Jusuf *et al.*, 2011). Oleh karena itu, pemanfaatan kultivar lokal yang dipadukan dengan teknik budidaya dan pemupukan yang tepat merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan produktivitas ubijalar di Kalimantan Timur.

Selain penggunaan kultivar yang sesuai, pemupukan merupakan komponen penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Pupuk berperan menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman untuk mendukung pertumbuhan dan pembentukan hasil. Salah satu unsur hara penting dalam budidaya ubijalar adalah fosfor (P), yang dapat diberikan melalui pupuk fosfat. Secara umum, dosis pupuk fosfat yang dianjurkan untuk tanaman ubijalar berada pada kisaran 20–50 kg P₂O₅ ha⁻¹ (Paturohman & Sumarno, 2015), sedangkan rekomendasi pemupukan ubijalar di Indonesia meliputi 100–150 kg urea ha⁻¹, 100 kg SP-36 ha⁻¹, dan 150 kg KCl ha⁻¹ (Saleh *et al.*, 2008). Perbedaan kebutuhan unsur hara dan kondisi lingkungan tumbuh menunjukkan pentingnya pengkajian dosis pemupukan yang tepat untuk memperoleh hasil tanaman yang optimal.

Efektivitas pemupukan fosfat dapat dipengaruhi oleh karakteristik kultivar dan kondisi lingkungan tumbuh. Penggunaan dosis pupuk yang terlalu rendah berpotensi menyebabkan ketersediaan fosfor tidak mencukupi kebutuhan tanaman, sedangkan pemberian dosis yang berlebihan tidak selalu meningkatkan hasil secara proporsional. Hasil penelitian Cordeiro *et al.* (2023) menunjukkan bahwa peningkatan dosis fosfor dapat meningkatkan hasil umbi ubijalar, terutama pada tanah dengan ketersediaan P awal yang rendah, tetapi besarnya peningkatan hasil dipengaruhi oleh status P tanah. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan P untuk mencapai hasil maksimum berbeda sesuai dengan kondisi tanah, sehingga dosis pemupukan perlu disesuaikan dengan tingkat ketersediaan P di dalam tanah. Oleh karena itu, penggunaan dosis fosfat yang tepat perlu dikaji pada kultivar ubijalar lokal yang berpotensi dikembangkan di Kalimantan Timur. Penentuan dosis optimum pupuk fosfat menjadi penting untuk memperoleh hasil umbi segar yang maksimal sekaligus mendukung efisiensi penggunaan pupuk.

Kultivar ubijalar lokal dengan warna daging umbi ungu dan jingga merupakan sumber daya genetik yang berpotensi dikembangkan di Kalimantan Timur. Namun, informasi mengenai respons kedua kultivar tersebut terhadap pemupukan fosfat dan dosis optimum yang dapat mendukung hasil umbi segar secara maksimal masih perlu dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui optimasi pemupukan fosfat terhadap dua kultivar ubijalar lokal Kalimantan Timur serta menentukan dosis optimum yang dapat menghasilkan produksi umbi segar maksimum. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan teknologi budidaya ubijalar lokal Kalimantan Timur dan memberikan informasi mengenai pemupukan fosfat yang optimal untuk meningkatkan produktivitas tanaman.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 sampai Februari 2019 terhitung dari persiapan lahan sampai dengan panen. Penelitian berlokasi di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman, di Desa Karang Tunggal, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara.

Bahan dan Alat

Bahan tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah kultivar ubijalar lokal berdaging umbi ungu dan jingga asal Kabupaten Berau dan Samarinda, Kalimantan Timur yang merupakan koleksi Prof. Dr. Ir. Rusdiansyah, M. Si., pupuk Urea dan SP36 dan insektisida. Alat yang digunakan dalam penelitian cangkul, penggaris, parang, gembor, alat tulis, jangka sorong, timbangan, label penelitian, dan alat dokumentasi.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan faktorial dua faktor yang disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan lima ulangan. Faktor pertama adalah kultivar ubijalar lokal Kaltim (K), yaitu: K_1 = ubijalar ungu dan K_2 = ubijalar jingga. Faktor kedua adalah dosis pupuk fosfat (P) yaitu: P_0 : tanpa perlakuan (kontrol), P_1 : 16 kg P_2O_5 ha⁻¹ (45 kg SP36 ha⁻¹), P_2 : 32 kg P_2O_5 ha⁻¹ (90 kg SP36 ha⁻¹), P_3 : 48 kg P_2O_5 ha⁻¹ (135 kg SP36 ha⁻¹), P_4 : 64 kg P_2O_5 ha⁻¹ (180 kg SP36 ha⁻¹).

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan dalam penelitian ini meliputi panjang batang (m), diameter batang (mm), jumlah umbi per tanaman (buah), berat umbi pertanaman (gram), kandungan gula total (°Brix), berat umbi per petak (kg), bahan kering umbi (%) dan hasil umbi segar per hektar (Mg.ha⁻¹).

Analisis Data

Penelitian ini dianalisis menggunakan sidik ragam pada taraf 5%. Apabila berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%. Untuk mengetahui hubungan antar karakter yang diamati dilakukan analisis korelasi spearman, sedangkan untuk menentukan dosis optimum dilakukan analisis regresi (Gomez dan Gomez, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interaksi Kultivar dan Pemupukan Fosfat

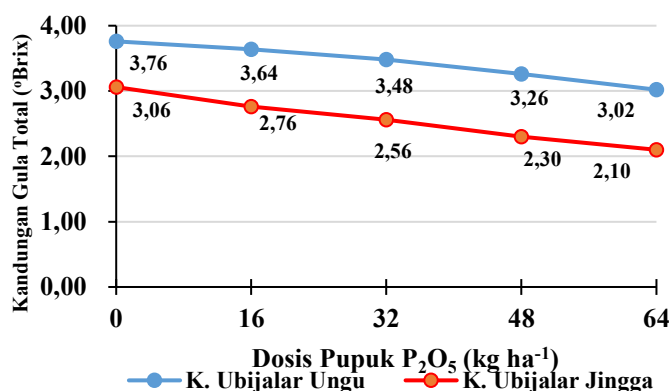
Interaksi antara kultivar dan pemupukan fosfat merupakan aspek penting dalam menentukan keberhasilan optimasi pemupukan, karena perbedaan karakter genetik kultivar dapat memengaruhi kemampuan tanaman dalam memanfaatkan unsur hara yang tersedia. Dalam penelitian ini, interaksi kedua faktor tersebut dianalisis untuk mengetahui apakah pemberian fosfat pada dosis yang berbeda menghasilkan pengaruh yang berbeda pada kedua kultivar ubijalar lokal yang digunakan. Hasil analisis interaksi kultivar dan dosis pupuk fosfat terhadap berbagai variabel pertumbuhan, komponen hasil, dan kualitas umbi selanjutnya digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan pengaruh pemupukan fosfat antara kultivar ubijalar ungu dan jingga.

Tabel 1. Pengaruh interaksi kultivar ubijalar x pupuk P terhadap kandungan gula total (°Brix).

Kultivar	Pupuk P				
	p ₀	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄
Ubijalar Ungu (K ₁)	3,76 ^a A	3,64 ^{ab} A	3,46 ^{bc} A	3,26 ^{cd} A	3,02 ^d A
Ubijalar Jingga (K ₂)	3,06 ^a B	2,76 ^b B	2,56 ^{bc} B	2,30 ^{cd} B	2,10 ^d B

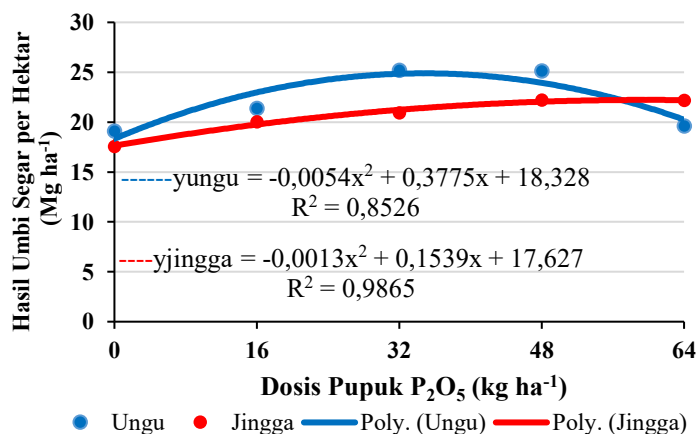
Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama dan huruf besar yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan BNT 5%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi kultivar × dosis pupuk fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap sebagian besar variabel pengamatan dan hanya nyata pada kandungan gula total. Hal ini menunjukkan bahwa respons kedua kultivar terhadap peningkatan dosis fosfat relatif sama secara statistik pada sebagian besar karakter pertumbuhan dan hasil. Hasil tersebut sejalan dengan Apriliani *et al.* (2016) yang melaporkan tidak adanya interaksi nyata antara varietas dan pemupukan pada tanaman ubijalar. Namun, respons tanaman terhadap pemupukan dapat berbeda bergantung pada genotipe dan lingkungan tumbuh (Collins *et al.*, 1987; Li, 1979; Lestari & Basuki, 2016).



Gambar 1. Grafik pengaruh interaksi kultivar ubijalar x pupuk P terhadap kandungan gula total (°Brix).

Pada kandungan gula total, kultivar ubijalar ungu menunjukkan nilai lebih tinggi dibandingkan kultivar jingga pada seluruh dosis fosfat. Nilai tertinggi pada kultivar ungu diperoleh tanpa pemupukan (3,76 °Brix) dan tidak berbeda nyata dengan dosis 16 kg P₂O₅ ha⁻¹, sedangkan pada kultivar jingga nilai tertinggi juga diperoleh tanpa pemupukan (3,06 °Brix) dan berbeda nyata dengan seluruh dosis fosfat. Peningkatan dosis fosfat cenderung menurunkan kandungan gula total pada kedua kultivar, dengan laju penurunan yang lebih lambat pada kultivar ungu.



Gambar 2. Kurva Respon Perlakuan Pupuk P Terhadap Hasil Umbi Segar per Hektar.

Meskipun demikian interaksi kultivar $\times$ fosfat terhadap hasil umbi segar tidak nyata, analisis regresi menunjukkan hubungan kuadratik yang nyata pada masing-masing kultivar. Pada kultivar ungu diperoleh persamaan $Y = -0,0054x^2 + 0,37775x + 18,328$ ($R^2 = 0,8526$), dengan dosis optimum 34,95 kg P_2O_5 ha $^{-1}$ dan hasil maksimum 24,92 Mg ha $^{-1}$. Pada kultivar jingga diperoleh persamaan $Y = -0,0013x^2 + 0,1539x + 17,627$ ($R^2 = 0,9865$), dengan dosis optimum 59,19 kg P_2O_5 ha $^{-1}$ dan hasil maksimum 22,18 Mg ha $^{-1}$. Perbedaan titik optimum tersebut memperlihatkan perbedaan kedua kultivar ubijalar dalam mengoptimalkan pupuk P yang diberikan untuk mencapai hasil umbi segar yang maksimal. Hal ini juga menunjukkan bahwa dalam langkah meningkatkan hasil umbi segar pada tanaman ubijalar, faktor genetik dan faktor lingkungan merupakan faktor yang paling menentukan.

Pengaruh Kultivar dan Pemupukan Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Hasil

Pertumbuhan dan hasil ubijalar dipengaruhi oleh karakter genetik kultivar serta ketersediaan unsur hara selama pertumbuhan tanaman. Dalam penelitian ini, kedua faktor tersebut dikaji untuk menentukan pengaruh kultivar dan dosis pupuk fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil dua kultivar ubijalar lokal Kalimantan Timur. Pengaruh kultivar, dosis pupuk fosfat, serta interaksi keduanya terhadap berbagai parameter pengamatan disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis ragam selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menentukan dosis pemupukan fosfat yang optimal dalam meningkatkan hasil umbi segar pada kondisi penelitian.

Tabel 2. Rataan panjang dan diameter batang, jumlah umbi per tanaman, berat umbi per tanaman, kandungan gula total, berat umbi per petak, bahan kering umbi dan hasil umbi segar per hektar kultivar ubijalar ungu dan jingga.

Parameter	Kultivar		Nilai BNT 5%
	Ubijalar Ungu	Ubijalar Jingga	
Panjang batang (m)	1,36 a	1,07 b	0,099
Diameter batang (mm)	7,26 a	6,36 b	0,277
Jumlah umbi per tanaman (buah)	5,51 b	6,69 a	0,952
Berat umbi per tanaman (g)	2.244,8	2.132,8	300,480
Kandungan gula total (°Brix)	3,43 a	2,56 b	0,036
Berat umbi per petak (kg)	6,62	6,24	0,687
Bahan kering umbi (%)	31,57 b	34,82 a	2,074
Hasil umbi segar (Mg ha $^{-1}$)	22,07	20,57	2,312

Keterangan : Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris yang sama berbeda tidak nyata berdasarkan BNT 5%.

Berdasarkan tabel 2 diatas menunjukkan kultivar berpengaruh nyata terhadap panjang dan diameter batang, jumlah umbi per tanaman, kandungan gula total, dan bahan kering umbi, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap berat umbi per tanaman, berat umbi per petak, dan hasil umbi segar per hektar. Kultivar ungu memiliki panjang batang 1,36 m, diameter batang 7,26 mm, dan jumlah umbi per tanaman 6,69 buah, lebih tinggi dibandingkan kultivar jingga, masing-masing 1,07 m, 6,36 mm, dan 5,51 buah. Sebaliknya, bahan kering umbi kultivar jingga lebih tinggi (34,82%) dibandingkan kultivar ungu (31,57%). Secara numerik, kultivar ungu menghasilkan umbi segar 22,07 Mg ha $^{-1}$, sedangkan kultivar jingga 20,57 Mg ha $^{-1}$, meskipun perbedaannya tidak nyata secara statistik. Perbedaan karakter pertumbuhan tersebut diduga berkaitan dengan faktor genetik, sedangkan karakter hasil lebih dipengaruhi oleh lingkungan pada kondisi penelitian.

Berdasarkan tabel 3, memperlihatkan bahwa pemupukan fosfat berpengaruh nyata terhadap panjang batang, jumlah umbi per tanaman, berat umbi per tanaman, berat umbi per petak, dan hasil umbi segar per hektar, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang dan bahan kering umbi. Panjang batang tertinggi diperoleh pada dosis 48 kg P_2O_5 ha $^{-1}$ (1,31 m), sedangkan terendah tanpa pemupukan (1,09 m). Jumlah umbi per tanaman tertinggi diperoleh pada dosis 32 kg P_2O_5 ha $^{-1}$ (6,95 buah), sementara berat umbi per tanaman tertinggi pada dosis 48 kg P_2O_5 ha $^{-1}$ (2.447,30 g).

Dosis 48 kg P₂O₅ ha⁻¹ juga menghasilkan berat umbi per petak dan hasil umbi segar tertinggi, masing-masing 7,26 kg dan 23,67 Mg ha⁻¹, dibandingkan tanpa pemupukan sebesar 5,49 kg dan 18,31 Mg ha⁻¹. Namun, hasil pada dosis 48 kg P₂O₅ ha⁻¹ tidak berbeda nyata dengan beberapa dosis lainnya.

Tabel 3. Pengaruh pemupukan P terhadap rata-rata panjang dan diameter batang, jumlah dan berat umbi per tanaman, kandungan gula total, berat umbi per petak, bahan kering umbi dan hasil umbi segar per hektar.

Parameter	Perlakuan Pupuk					BNT 5%
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	
Panjang Batang (M)	1,09 ^c	1,14 ^{bc}	1,27 ^{ab}	1,31 ^a	1,27 ^{ab}	0,1562
Diameter Batang (MM)	6,63	6,58	6,88	6,99	6,98	0,4379
Jumlah Umbi per Tanaman (buah)	5,53 ^{ab}	6,63 ^a	6,95 ^a	6,50 ^a	4,90 ^b	1,5048
Berat Umbi per Tanaman (g)	1.802,40 ^b	2.097,70 ^{ab}	2.361,40 ^a	2.447,30 ^a	2.235,00 ^{ab}	457,11
Kandungan Gula Total (°Brix)	3,41 ^a	3,20 ^b	3,02 ^c	2,78 ^c	2,56 ^c	0,0575
Berat Umbi per Petak (Kg)	5,50 ^c	6,16 ^{bc}	6,85 ^{ab}	7,26 ^a	6,39 ^{abc}	1,0863
Bahan Kering Umbi (%)	32,09	33,63	33,14	33,45	33,66	3,2791
Hasil Umbi Segar per Hektar (Mg.ha ⁻¹)	18,32 ^b	20,69 ^{ab}	23,04 ^a	23,67 ^a	20,89 ^{ab}	3,6548

Respons positif tersebut berkaitan dengan peran P dalam memacu perkembangan akar dan pertumbuhan generatif tanaman (Kadarwati, 2016), serta sebagai penyedia dan penyimpan energi untuk proses metabolisme dan mendukung perkembangan akar dan umbi (McCray *et al.*, 2010; Hakim *et al.*, 2018). Hasil penelitian Hakim *et al.* (2018) dan Sukmasari (2016) juga menunjukkan bahwa pemupukan P dapat meningkatkan jumlah dan bobot umbi, meskipun dosis optimum yang diperoleh berbeda dengan penelitian ini. Perbedaan tersebut diduga berkaitan dengan jenis dan status kesuburan tanah serta kondisi iklim lokasi penelitian. Efektivitas pemupukan P juga dipengaruhi oleh pH dan kandungan bahan organik tanah; pada tanah masam, fiksasi P dan keberadaan Al serta Fe dapat mengurangi ketersediaan P bagi tanaman (Soomro *et al.*, 2012; Soepardi, 2001).

Tidak adanya pengaruh nyata pemupukan fosfat terhadap diameter batang dan bahan kering umbi menunjukkan bahwa kedua karakter tersebut relatif kurang responsif terhadap dosis P pada kondisi penelitian. Diameter batang diduga lebih dipengaruhi oleh faktor genetik, sedangkan bahan kering umbi berkaitan dengan kadar air, serat, dan komponen pati. Bahan kering umbi diketahui dipengaruhi oleh komponen penyusunnya, terutama air, serat, dan pati (Ginting *et al.*, 2015; Ginting *et al.*, 2018; Tumwegamire *et al.*, 2011).

Hubungan Komponen Hasil dengan Hasil Umbi Segar

Hasil umbi segar per hektar merupakan karakter utama yang mencerminkan produktivitas tanaman ubijalar dan terbentuk melalui kontribusi berbagai komponen pertumbuhan dan hasil. Hubungan antar karakter tersebut penting untuk diketahui guna mengidentifikasi komponen yang memiliki keterkaitan paling erat dengan peningkatan hasil umbi segar. Oleh karena itu, analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan antara karakter pertumbuhan, komponen hasil, dan karakter kualitas umbi dengan hasil umbi segar per hektar pada dua kultivar ubijalar lokal Kalimantan Timur. Nilai korelasi antar parameter yang diamati disajikan pada Tabel 4.

Berat umbi per tanaman berkorelasi positif dengan berat umbi per petak ($r = 0,770$) dan hasil umbi segar per hektar ($r = 0,759$), sedangkan berat umbi per petak berkorelasi sangat kuat dengan hasil umbi segar per hektar ($r = 0,972$). Analisis regresi bertatar menunjukkan bahwa berat umbi per petak merupakan komponen yang paling kuat menjelaskan variasi hasil umbi segar, dengan persamaan $Y = 0,5733 + 3,2264x_3$ dan $R^2 = 0,9442$. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan hasil umbi segar sangat erat kaitannya dengan peningkatan bobot umbi per tanaman dan per petak. Temuan tersebut sejalan dengan Putra & Permadi (2011) yang melaporkan hubungan positif hasil umbi segar dengan jumlah umbi per rumpun, serta Wargiono & Tuherkih (1986) yang menyatakan bahwa peningkatan

hasil umbi berkaitan dengan peningkatan jumlah umbi dan bobot per umbi. Lestari & Basuki (2016) juga menunjukkan bahwa hasil umbi per hektar dipengaruhi oleh bobot umbi per plot.

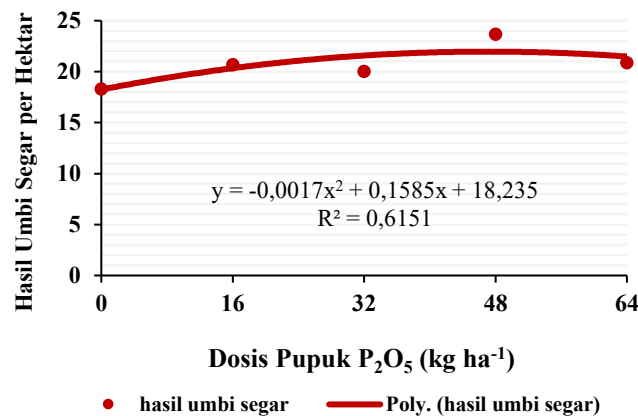
Tabel 4. Nilai Korelasi Antar Parameter Panjang Batang, Diamter Batang, Jumlah Umbi per Tanaman, Berat Umbi per Tanaman, Kandungan Gula Total, Berat Umbi per Petak, Bahan Kering Umbi, dan Hasil Umbi Segar per Hektar.

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈
Y ₁	1,000							
Y ₂	0,724	1,000						
Y ₃	-0,105	0,041	1,000					
Y ₄	0,232	0,423	0,411	1,000				
Y ₅	0,315	0,406	-0,195	-0,085	1,000			
Y ₆	0,297	0,369	0,232	0,770	-0,041	1,000		
Y ₇	-0,815	-0,422	-0,095	-0,277	-0,356	-0,183	1,000	
Y ₈	0,295	0,369	0,236	0,759	0,012	0,972	-0,210	1,000

Keterangan: Y₁ = panjang batang; Y₂ = diameter batang; Y₃ = jumlah umbi per tanaman; Y₄ = berat umbi per tanaman, Y₅ = kandungan gula total, Y₆ = berat umbi per petak, Y₇ = bahan kering umbi, dan Y₈ = hasil umbi segar per hektar.

Optimasi Dosis Pemupukan Fosfat

Dalam menentukan tingkat pemupukan yang mampu meningkatkan hasil umbi segar secara optimal dan efisien optimasi dosis pemupukan fosfat merupakan bagian penting. Penentuan dosis optimum dalam penelitian ini dilakukan melalui analisis regresi antara dosis fosfat dan hasil umbi segar per hektar. Pendekatan tersebut memungkinkan diperolehnya dosis optimum secara matematis berdasarkan hubungan antara peningkatan dosis fosfat dan perubahan hasil tanaman, sehingga dapat memberikan estimasi dosis yang lebih spesifik dibandingkan hanya berdasarkan taraf perlakuan yang diuji.



Gambar 3. Kurva Respons Perlakuan Pupuk P Terhadap Hasil Umbi Segar per Hektar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa hubungan antara dosis fosfat dan hasil umbi segar per hektar mengikuti pola regresi kuadratik dengan persamaan $Y = 18,235 + 0,1585x - 0,0017x^2$ ($R^2 = 0,6151$). Berdasarkan persamaan tersebut, dosis optimum fosfat secara umum diperkirakan sebesar 46,62 kg P₂O₅ ha⁻¹ dengan hasil umbi segar maksimum sebesar 21,92 Mg ha⁻¹. Pola kuadratik menunjukkan bahwa peningkatan dosis fosfat hingga titik optimum dapat meningkatkan hasil umbi segar, sedangkan pemberian fosfat melebihi titik optimum cenderung menurunkan hasil. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemupukan fosfat perlu diberikan pada tingkat yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kondisi kesuburan tanah, karena peningkatan dosis yang berlebihan tidak selalu meningkatkan produktivitas secara proporsional. Hal ini sejalan dengan Higashikawa et al. (2024) yang menunjukkan bahwa respons ubijalar terhadap pemupukan fosfat berkaitan dengan tingkat ketersediaan fosfor tanah dan dosis pupuk yang diberikan. Dengan demikian, dosis optimum

pemupukan fosfat perlu ditentukan berdasarkan kondisi tanah dan lingkungan tempat tanaman dibudidayakan.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Cordeiro *et al.* (2023) yang menunjukkan bahwa respons hasil dan kualitas umbi ubijalar terhadap pemupukan fosfor dipengaruhi oleh dosis P dan status P awal tanah. Penelitian tersebut juga menunjukkan pentingnya mempertimbangkan kondisi tanah dalam menentukan dosis pemupukan P, karena ketersediaan P awal yang berbeda dapat menghasilkan respons tanaman yang berbeda terhadap pemupukan. Dengan demikian, dosis optimum sebesar 46,62 kg P₂O₅ ha⁻¹ yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan dosis optimum berdasarkan kondisi tanah dan lingkungan penelitian, sehingga penerapannya pada lokasi lain perlu mempertimbangkan status kesuburan tanah dan ketersediaan P awal.

Dosis optimum hasil regresi tersebut juga berkaitan dengan hasil pengamatan pada taraf pemupukan yang diuji. Hasil umbi segar tertinggi secara aktual diperoleh pada dosis 48 kg P₂O₅ ha⁻¹ sebesar 23,67 Mg ha⁻¹, sedangkan tanpa pemupukan menghasilkan 18,32 Mg ha⁻¹. Perbedaan antara dosis optimum hasil regresi sebesar 46,62 kg P₂O₅ ha⁻¹ dan dosis perlakuan dengan hasil aktual tertinggi sebesar 48 kg P₂O₅ ha⁻¹ terjadi karena dosis optimum merupakan hasil estimasi matematis dari kurva regresi, sedangkan 48 kg P₂O₅ ha⁻¹ merupakan salah satu dosis perlakuan yang secara langsung diuji di lapangan. Dengan demikian, hasil regresi menunjukkan bahwa titik optimum secara teoritis berada di sekitar dosis 46,62 kg P₂O₅ ha⁻¹ dan berada sangat dekat dengan dosis 48 kg P₂O₅ ha⁻¹ yang menghasilkan hasil aktual tertinggi.

Analisis regresi berdasarkan masing-masing kultivar menghasilkan estimasi dosis optimum sebesar 34,95 kg P₂O₅ ha⁻¹ pada kultivar ubijalar ungu dengan hasil maksimum 24,92 Mg ha⁻¹ dan 59,19 kg P₂O₅ ha⁻¹ pada kultivar ubijalar jingga dengan hasil maksimum 22,18 Mg ha⁻¹. Perbedaan titik optimum secara numerik menunjukkan adanya kecenderungan bahwa kultivar ungu mencapai hasil maksimum pada dosis fosfat yang lebih rendah dibandingkan kultivar jingga pada kondisi penelitian. Namun, karena interaksi kultivar × fosfat terhadap hasil umbi segar tidak nyata, perbedaan tersebut tidak dapat diinterpretasikan sebagai bukti statistik bahwa kedua kultivar memiliki kebutuhan fosfat yang berbeda. Nilai tersebut lebih tepat dinyatakan sebagai estimasi titik optimum berdasarkan model regresi masing-masing kultivar dan digunakan sebagai informasi tambahan mengenai kecenderungan hubungan dosis fosfat dengan hasil.

Perbedaan estimasi dosis optimum antar kultivar secara numerik dapat berkaitan dengan perbedaan karakter genetik dan kemampuan tanaman dalam memanfaatkan unsur hara. Maulana *et al.* (2023) menunjukkan bahwa genotipe, lingkungan, dan interaksi genotipe × lingkungan berpengaruh nyata terhadap hasil dan kualitas ubijalar. Temuan tersebut mendukung pentingnya mempertimbangkan faktor genetik dan lingkungan dalam optimasi pemupukan, meskipun dalam penelitian ini perbedaan dosis optimum antar kultivar belum dapat dinyatakan sebagai perbedaan kebutuhan fosfat secara statistik karena interaksi kultivar × fosfat terhadap hasil umbi segar tidak nyata. Pada kondisi penelitian dengan tanah masam (pH 4,65), efisiensi pemupukan fosfat juga diduga dipengaruhi oleh karakteristik tanah dan ketersediaan P. Penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan fosfor (P) awal dalam tanah merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi hasil ubijalar. Cordeiro *et al.* (2023) melaporkan bahwa respons hasil dan kualitas umbi terhadap pemupukan P berbeda pada tanah dengan tingkat P tersedia awal yang berbeda, sehingga status P tanah perlu dipertimbangkan dalam menentukan dosis pemupukan yang sesuai. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan pemupukan P tidak hanya ditentukan oleh jumlah pupuk yang diberikan, tetapi juga oleh status P tanah dan kemampuan tanaman memanfaatkan P yang tersedia.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis fosfat sekitar 46,62 kg P₂O₅ ha⁻¹ berdasarkan model regresi gabungan dapat dipertimbangkan sebagai dosis optimum umum untuk kedua kultivar pada kondisi penelitian, dengan estimasi hasil umbi segar maksimum sebesar 21,92 Mg ha⁻¹. Sementara itu, estimasi dosis optimum sebesar 34,95 kg P₂O₅ ha⁻¹ pada kultivar ungu dan 59,19 kg P₂O₅ ha⁻¹ pada kultivar jingga memberikan informasi tambahan mengenai kecenderungan pola hubungan dosis fosfat dan hasil pada masing-masing kultivar. Dengan demikian, optimasi pemupukan fosfat pada dua kultivar ubijalar lokal Kalimantan Timur perlu mempertimbangkan dosis pupuk, status kesuburan tanah, dan kultivar yang digunakan. Dosis optimum yang diperoleh dalam penelitian ini terutama berlaku pada kondisi lingkungan dan karakteristik tanah lokasi penelitian, sehingga validasi lebih lanjut pada lokasi dengan kondisi tanah yang berbeda diperlukan sebelum rekomendasi tersebut diterapkan secara lebih luas.

KESIMPULAN

Pemupukan fosfat (P) pada kedua kultivar ubijalar asal Kalimantan Timur tidak menunjukkan respons interaksi yang signifikan terhadap sebagian besar parameter, kecuali pada kandungan gula total. Perlakuan kultivar berpengaruh nyata pada panjang dan diameter batang serta jumlah umbi per tanaman dan bahan kering umbi. Hasil umbi segar terberat dihasilkan kultivar ubijalar ungu yaitu 22,07 Mg ha⁻¹. Perlakuan pupuk P berpengaruh pada panjang batang, jumlah dan berat umbi per tanaman, berat umbi per petak dan hasil umbi segar per hektar. Hasil umbi segar per hektar dihasilkan pada perlakuan Fosfat 48 Kg P₂O₅ ha⁻¹ yaitu 23,67 Mg ha⁻¹. Hubungan hasil umbi segar per hektar dengan dosis pupuk P membentuk regresi kuadrat, dengan persamaan $Y = 18,235 + 0,1585x - 0,0017x^2$ ($R^2 = 0,6151$). Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh dosis optimum sebesar 46,62 kg P₂O₅ ha⁻¹ dengan hasil umbi segar per hektar maksimal sebesar 21,92 Mg ha⁻¹. Sedangkan hubungan hasil umbi segar per hektar masing-masing kultivar ubijalar dengan pupuk P diperoleh persamaan berturut-turut $Y_{\text{Ubijalar Ungu}} = -0,0054x^2 + 0,37775x + 18,328$ ($R^2 = 0,8526$) dan $Y_{\text{Ubijalar Jingga}} = 0,0013x^2 + 0,1539x + 17,627$ ($R^2 = 0,9865$). Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh dosis optimum untuk kultivar ubijalar ungu dan jingga berturut-turut yaitu 34,95 kg P₂O₅ ha⁻¹ dan 59,19 kg P₂O₅ ha⁻¹ dengan hasil umbi segar maksimal berturut-turut 24,92 Mg ha⁻¹ dan 22,18 Mg ha⁻¹.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, I. N., Heddy, S., & Suminarti, N. E. 2016. Pengaruh Kalium pada Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Tanaman Ubi Jalar (*Ipomea batatas* (L.) Lamb). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(4): 264–270.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur. 2025. *Statistik sayur-sayuran dan buah-buahan Provinsi Kalimantan Timur 2024*. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur.
- Collins, Wilson, L. G., Arrendel, S., and Dickey, L. F., 1987. Genotype x Environment Interaction in Sweetpotato Yield and Quality Factor. *J. Amer.Soc. Hort. Sci.* 12(3): 579-583.
- Cordeiro, C. F. dos S., Echer, F. R., Batista, G. D., & Fernandes, A. M. 2023. Sweet potato yield and quality as a function of phosphorus fertilization in different soils. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 27(6): 487–495. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n6p487-495>
- Ginting, E., Yulifianti, R., Jusuf, M., Mejaya, M. 2015. Identifikasi Sifat Fisik, Kimia, dan Sensoris Klon-Klon Harapan Ubijalar Ungu. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 34(1): 69-78.
- Ginting, E., Yulifianti, R., Elisabeth, D. A. A. 2018. *Karakteristik Fisik, Kimia dan Sensori Ubijalar pada Berbagai Pemupukan N di Lahan Pasang Surut Kalimantan Selatan*. Buletin Palawija Vol 16 No. 1: 36-45.
- Gomez, K. A. Dan A. A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. (Terjemahan). E. Syamsudin dan J. S. Baharsjah. UI Press. Jakarta. 698 hal.
- Hakim, A. R., Soelaksini, L. D., & Asyim, R. A. M. 2018. Suplai dosis P dan K terhadap laju pertumbuhan dan produksi tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) varietas Antin 3. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2(1): 44–54. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v2i1.78>
- Higashikawa, F. S., Kurtz, C., Alves, D. P., & Wamser, G. H. 2024. Sweet potato crop response to phosphate fertilization. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 54, e78688. <https://doi.org/10.1590/1983-40632024v5478688>
- Kadarwati, F. T. 2016. Evaluasi Kesuburan Tanah Untuk Pertanaman Tebu di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Jurnal Littri* 22(2):53-62
- Laveriano-Santos, E. P., López-Yerena, A., Jaime-Rodríguez, C., González-Coria, J., Lamuela-Raventós, R. M., Vallverdú-Queralt, A., Romanyà, J., & Pérez, M. 2022. Sweet potato is not simply an abundant food crop: A comprehensive review of its phytochemical constituents, biological activities, and the effects of processing. *Antioxidants*, 11(9), 1648. <https://doi.org/10.3390/antiox11091648>
- Lestari, S. U. dan Basuki, N. 2016. *Pemupukan Kalium Untuk Perbaikan Hasil Dan Ukuran Umbi Tanaman Ubijalar*. Prosiding Seminar Nasional asosiasi Biochar Indonesia. Pontianak.

- Li, L. 1979. The Stability Analysis of Yield and Crude Protein Content in Newly Developed Sweetpotato Entries. *Natl. Sci. Cunc. Monthly*, ROC 7: 74-81.
- Low, J. W., Ortiz, R., Vandamme, E., Andrade, M., Biazin, B., & Grüneberg, W. J. 2020. Nutrient-dense orange-fleshed sweetpotato: Advances in drought-tolerance breeding and understanding of management practices for sustainable next-generation cropping systems in Sub-Saharan Africa. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 50. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00050>
- Maulana, H., Solihin, E., Trimio, L., Hidayat, S., Wijaya, A. A., Hariadi, H., ... & Karuniawan, A. 2023. Genotype-by-environment interactions (GEIs) and evaluate superior sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) using combined analysis and GGE biplot. *Heliyon*, 9(9).
- Elgabry, R. M., Sedeek, M. S., Meselhy, K. M., & Fawzy, G. A. (2023). A review on the potential health benefits of sweet potato: insights into its preclinical and clinical studies. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(6): 2866-2872.
- McCray, J. M., Rice, R. W., Lou, Y. G., dan Ji, S. N. 2010. Sugarcane Response to Phosphorus Fertilizer on Everglades Histosols. *Agronomy Journal*. 102(1): 1468-1477.
- Paturohman, E., & Sumarno. 2015. *Pemupukan sebagai penentu produktivitas ubi jalar*. Buletin Iptek Tanaman Pangan, 10(2).
- Putra, S., & Permadi, K. (2011). Pengaruh pupuk kalium terhadap peningkatan hasil ubi jalar varietas Narutokintoki di lahan sawah. *Agrin*, 15(2), 133-142. <https://doi.org/10.20884/1.agrin.2011.15.2.189>
- Saleh, N., Rahayuningsih, S. A., & Widodo, Y. 2008. Profil dan peluang pengembangan ubi jalar untuk mendukung ketahanan pangan dan agroindustri. *Buletin Palawija*, 15: 21-30.
- Soepardi, G. H. 2001. *Strategi Usaha Tani Agribisnis Berbasis Sumberdaya Lahan*. Paper disampaikan dalam Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Pupuk. Cisarua, Bogor, 30-31 Oktober 2001. Puslitbangtanak, Badan Litbang Pertanian. Deptan, 13p
- Soomro, A. F., Tunio, S., Oad, F. C., Rajper, I., & Khuhro, M. I. 2012. Effect of supplemental inorganic NPK and residual organic nutrients on sugarcane ratoon crop. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3(10): 1-11.
- Subaedah, S., & Saida. 2025. Respon pertumbuhan dan produksi tanaman ubi jalar ungu terhadap pemupukan NPK. *Jurnal Agrotek*, 9(1): 58-65.
- Sukmasari, M. D., Hamdani, J. S., Waluyo, B., & Karuniawan, A. 2016. Efek kombinasi pupuk fosfat dan bakteri pelarut fosfat terhadap indeks pertumbuhan fisiologi lima varietas ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). *Jurnal Pangan*, 25(3).
- Tumwegamire, S., Kapinga, R., Rubaihayo, P. R., LaBonte, D. R., Grüneberg, W. J., Burgos, G., zum Felde, T., Carpio, R., Pawelzik, E., & Mwanga, R. O. M. 2011. Evaluation of dry matter, protein, starch, sucrose, β -carotene, iron, zinc, calcium, and magnesium in East African sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam] germplasm. *HortScience*, 46(3), 348-357. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.3.348>
- Jusuf, M., Hanarida, I., Minantyorini, Wahyuni, T. S., Rahayuningsih, S. A., & Tjintokohadi. 2011. Konservasi plasma nutfah. Dalam *Ubijalar: Inovasi teknologi dan prospek pengembangan* (hlm. 72-87). Bogor: Puslitbangtan.
- Wargiono, J., & Tuherkih, E. 1986. Umur panen dan waktu pemupukan ubi jalar di lahan dataran tinggi. Dalam *Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan: Palawija* (Vol. 1, pp. 222-227). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.