



## Effects of G0 Seed Tuber Size and Liquid Organic Fertilizer Application as a Bioactivator of Chicken Manure on Soil NPK Availability Dynamics and Potato Yield

### Pengaruh Ukuran Umbi Kentang G0 Dan Aplikasi Pupuk Organik Cair Sebagai Bioaktivator Pupuk Kandang Ayam Terhadap Dinamika Ketersediaan NPK Tanah Dan Produksi Kentang

Retno Sulistiyowati<sup>1\*</sup>, Sidik Santoso<sup>2</sup>, Mimik Umi Zuhroh<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Panca Marga

\*Corresponding author: [retnosulistiyowati2675@gmail.com](mailto:retnosulistiyowati2675@gmail.com)

**Abstrak.** Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk menganalisis pengaruh ukuran umbi kentang G0 dan bioaktivator terhadap pertumbuhan, hasil, serta ketersediaan unsur hara nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) di dalam tanah. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Oktober 2023 hingga Januari 2024, di Desa Pandansari, Kecamatan Sumber, Kabupaten Probolinggo di ketinggian 2000 mdpl. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan Split Plot Desain dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah macam diameter benih kentang G0 (D) yang terdiri dari 3 taraf perlakuan yaitu D1 : benih umbi kentang diameter 1,7 cm, D2 : benih umbi kentang diameter 2,5 cm, dan D3 : benih umbi kentang diameter 3 cm. Faktor kedua adalah macam POC sebagai bioaktivator pupuk kandang ayam (P) yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu P0 : tanpa bioaktivator (kontrol), P1 : air cucian beras, P2 : air limbah ikan, P3 : air rebusan kedelai. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan tunggal diameter umbi kentang G0 3 cm (D3) dan perlakuan tunggal bioaktivator air cucian beras (P1) berpengaruh terhadap parameter pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot umbi pertanaman. Terdapat interaksi berbeda sangat nyata pada perlakuan D3P1 pada parameter pengamatan jumlah cabang, jumlah umbi per tanaman, dan ketersediaan unsur hara N, P, dan K dalam tanah.

**Kata kunci:** Bioaktivator, Diameter Umbi, Kentang G0, NPK Tanah, Pupuk Organik Cair.

**Abstract.** This study was conducted to analyze the effect of G0 potato tuber size and bioactivator application on plant growth, yield, and the availability of nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) in the soil. This study was conducted from October 2023 to January 2024 in Pandansari Village, Sumber

*District, Probolinggo Regency, at an altitude of 2000 meters above sea level. This study used a split-plot design with three replicates. The first factor was the diameter of G0 potato seeds (D), which consisted of three treatment levels, namely D1: potato tubers with a diameter of 1.7 cm, D2: potato tubers with a diameter of 2.5 cm, and D3: potato tubers with a diameter of 3 cm. The second factor was the type of POC as a bioactivator for chicken manure fertilizer (P), which consisted of 4 treatment levels, namely P0: without bioactivator (control), P1: rice washing water, P2: fish waste water, P3: soybean boiled water. Based on the results of this study, it can be concluded that the single treatment of 3 cm G0 potato tuber diameter (D3) and the single treatment of rice washing water bioactivator (P1) significantly affected plant height, number of leaves, and tuber weight per plant. A highly significant interaction was observed in the D3P1 treatment combination on the number of branches, number of tubers per plant, and the availability of soil nutrients N, P, and K.*

**Keywords :** *Bioactivator, Tuber Diameter, G0 Potato, Soil NPK, Liquid Organic Fertilizer*

## PENDAHULUAN

Produktivitas kentang (*Solanum tuberosum* L.) dipengaruhi oleh kualitas fisiologi benih yaitu ukuran benih yang berperan sebagai sumber cadangan pada fase awal pertumbuhan. Perbedaan ukuran umbi sangat menentukan jumlah karbohidrat dan nutrisi yang tersimpan untuk mendukung pembentukan tunas, perkembangan sistem perakaran, serta pembentukan awal tanaman. Vigor awal yang lebih baik memungkinkan tanaman untuk menyerap unsur hara dengan lebih baik sejak fase vegetatif awal. Kondisi ini memengaruhi ketersediaan dan pemanfaatan unsur hara makro tanah, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Unsur-unsur ini sangat penting dalam pembentukan biomassa dan perkembangan umbi. Oleh karena itu, ukuran umbi tidak hanya memengaruhi pertumbuhan dan hasil, tetapi berpengaruh terhadap pola penyerapan dan ketersediaan NPK di dalam tanah [1].

Ukuran umbi kentang berperan penting dalam menentukan ketersediaan cadangan fotosintat dan nutrisi yang dibutuhkan pada fase awal pertumbuhan. Umbi kentang yang memiliki diameter yang lebih besar biasanya mengandung karbohidrat dan nutrisi dalam jumlah yang lebih tinggi. Hal ini dapat mendukung pertumbuhan vegetatif awal lebih baik, seperti meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan banyaknya cabang [2]. Proses pertumbuhan yang optimal akan memperluas ukuran daun dan meningkatkan kemampuan fotosintesis tanaman. Hal ini berpengaruh terhadap proses pembentukan dan pengisian umbi, yang merupakan komponen utama dalam hasil panen kentang [3].

Selain faktor benih, ketersediaan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam tanah juga berperan penting dalam menentukan produktivitas tanaman kentang. Nitrogen memiliki peran krusial dalam pembentukan jaringan vegetatif dan klorofil. Fosfor mendukung perkembangan sistem akar serta pembentukan umbi. Sedangkan kalium berfungsi dalam proses translokasi hasil fotosintesis dan membantu meningkatkan kualitas tanaman. Ketidakseimbangan ketersediaan unsur hara seringkali menjadi tantangan utama dalam usaha budidaya kentang yang insentif dengan penggunaan pupuk kandang ayam sebagai sumber bahan organik merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan kesuburan tanah dan memperbaiki ketersediaan nutrisi. Namun, efektifitas pupuk ini sangat dipengaruhi oleh proses dekomposisi dan mineralisasi bahan organik di dalam tanah. Penggunaan pupuk organik cair (POC) sebagai bioaktivator dalam proses fermentasi pupuk kandang ayam, seperti air cucian beras, air cucian ikan, dan air rebusan kedelai, diketahui mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah, mempercepat peluruhan bahan organik, serta meningkatkan ketersediaan unsur hara N, P, K tanah [4]. Peningkatan aktivitas biologis di dalam tanah diharapkan mampu mendukung pertumbuhan tanaman serta meningkatkan hasil dari umbi kentang.

Peningkatan aktivitas biologis di dalam tanah diharapkan dapat meningkatkan laju mineralisasi unsur hara. Hal ini akan berdampak langsung pada pertumbuhan tanaman, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang produktif, dan bobot serta jumlah umbi per tanaman. Interaksi antara ukuran umbi benih kentang G0 dan penggunaan POC sebagai bioaktivator pupuk kandang ayam mungkin memberikan respon yang berbeda terhadap pertumbuhan vegetatif, komponen hasil, dan dinamika ketersediaan unsur hara dalam tanah. Respon tersebut dapat berupa peningkatan vigor awal tanaman, percepatan pembentukan tajuk dan sistem perakaran, peningkatan jumlah dan bobot umbi per tanaman, serta perubahan kadar N, P, dan K yang tersedia dalam tanah [5].

Umbi dengan ukuran yang berbeda memiliki kapasitas cadangan karbohidrat dan nitrogen yang bervariasi. Hal ini memengaruhi kemampuan awal tanaman dalam mendukung pertumbuhan tunas dan pembentukan akar sebelum penyerapan hara dari tanah berlangsung secara optimal. Jenis bioaktivator POC juga berperan dalam menentukan kecepatan dekomposisi pupuk kandang ayam dan efisiensi pelepasan unsur hara. Ini pada akhirnya memengaruhi tingkat serapan hara oleh tanaman [1].

Namun, masih sedikit penelitian yang secara keseluruhan mengevaluasi pengaruh interaksi ukuran umbi G0 dan jenis POC terhadap parameter pertumbuhan vegetatif, komponen hasil, dan perubahan ketersediaan N, P, dan K tanah pada tanaman kentang. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk memberikan dasar ilmiah dalam pengelolaan benih dan pemupukan organik guna meningkatkan produktivitas kentang secara berkelanjutan.

## METODE PENELITIAN

### A. Tempat dan Waktu Penelitian

Berlokasi di Dusun Pojok 2, Desa Pandansari, Kecamatan Sumber, Kabupaten Probolinggo, area penelitian ini memiliki ketinggian 2000 meter di atas permukaan laut. Sesuai dengan pendapat FAO (2008) bahwa pada daerah tropis, produksi terbaik tanaman kentang umumnya dapat tumbuh di wilayah dengan ketinggian 1.200–2.500 mdpl karena suhu lebih rendah dan mendukung pembentukan umbi [6]. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2023 hingga Januari 2024.

### B. Alat dan Bahan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mulsa, cangkul, alat semprot, pisau, penjepit mulsa, tali rafia, label nama, dan alat – alat tulis. Sedangkan bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kentang G0 varietas Nadia, POC air cucian beras, POC air limbah ikan dan POC air rebusan kedelai, pupuk kandang ayam, kapur dolomit, asam humat, *Trichoderma*, dan ajir.

### C. Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan Split Plot Design dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah diameter umbi benih kentang G0 (D) yang terdiri dari 3 taraf perlakuan yaitu D1 : benih umbi kentang diameter 1,7 cm, D2: benih umbi kentang diameter 2,5 cm, dan D3 : benih umbi kentang diameter 3 cm. Faktor kedua adalah macam POC sebagai bioaktivator pupuk kandang ayam (P) yang terdiri dari 4 taraf perlakuan yaitu P0 : tanpa bioaktivator (kontrol), P1 : air cucian beras, P2 : air limbah ikan, P3 : air rebusan kedelai.

### D. Prosedur Penelitian

#### 1. Pembuatan POC

Pupuk organik cair dihasilkan dari bahan utama seperti air cucian beras, air limbah ikan, dan air rebusan kedelai. Selain itu, molase atau tetes tebu serta EM4 digunakan sebagai tambahan dekomposer. Semua bahan cair terlebih dahulu disaring untuk menghilangkan kotoran, kemudian dicampurkan dalam wadah. Selanjutnya molase dan EM4 ditambahkan sesuai takaran yang telah ditentukan, lalu diaduk hingga merata. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam jerigen ukuran 5 liter dan diletakkan ditempat yang tidak terkena sinar matahari. Proses fermentasi dilakukan selama 2 – 3 minggu hingga POC siap untuk diaplikasikan.

#### 2. Fermentasi Pupuk Kandang

Sebelum melakukan aplikasi pupuk kandang ayam di lahan, dilakukan proses fermentasi terlebih dahulu menggunakan POC yang telah dibuat. Fermentasi berlangsung minimal 14 hari.

### 3. Pengelolaan Tanah

Tanah diolah secara manual menggunakan cangkul agar tanah menjadi gembur dan bebas dari gulma. Kemudian membuat bedengan dengan tinggi 20 cm, lebar 100 cm, dan panjang 4 meter. Pemberian kapur dolomit untuk menetralkan pH tanah dan memasukkan pupuk kandang ayam yang telah difermentasi dengan dosis 2,5 kg/bedeng, kemudian disemprotkan *Trichoderma*.

### 4. Pemasangan Mulsa

Jenis mulsa yang digunakan adalah hitam perak dengan ukuran 120 cm. mulsa dipotong sesuai dengan panjang bedengan kemudian tarik ke empat sisi pada ujung mulsa dan kaitkan dengan bambu yang telah dipotong tipis kemudian ditancapkan pada bedengan. Pembuatan lubang tanam menggunakan kaleng bekas susu yang diisi dengan arang yang telah dibakar, lubang tanam disesuaikan dengan jarak penanaman.

### 5. Penanaman

Waktu tanam sangat berpengaruh terhadap produktivitas tanaman. Waktu tanam yang terbaik di daerah dataran tinggi adalah pada kondisi cerah yaitu musim kemarau, agar pada saat pembentukan umbi kentang dalam keadaan suhu malam hari paling rendah. Jarak tanam yang digunakan adalah 20x20 cm.

### 6. Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan melakukan penyiraman, penyiangan pada saat umur kentang berumur 1 bulan, pemasangan ajir ketika tanaman kentang telah memasuki fase generatif atau sekitar umur 50 hst.

### 7. Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit (OPT) dilakukan secara kimia melalui penyemprotan pestisida. Tindakan ini dilakukan apabila serangan OPT telah mencapai tingkat yang sulit dikendalikan.

## **E. Pengambilan Data**

Variabel tanaman yang diukur meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, jumlah umbi per tanaman (biji), bobot umbi pertanaman (kg), dan ketersediaan unsur hara dalam tanah.

## **F. Analisa Data**

Data dari setiap parameter pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (uji F) pada taraf 5%. Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan nyata pada faktor tunggal, maka dilakukan uji lanjut BNT 5%. Sementara itu, pada perlakuan interaksi yang menunjukkan perbedaan nyata, digunakan uji DMRT 5% karena jumlah kombinasi perlakuan lebih banyak sehingga diperlukan metode perbandingan yang lebih selektif dan bertahap.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

#### Tinggi Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter G0 berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Umbi berdiameter 3 cm (D3) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi sebesar 83,87 cm, yang berbeda signifikan dari D2 sebesar 75,13 cm dan D1 sebesar 52,57 cm.

Tabel 1. Rerata Tinggi Tanaman Akibat Faktor Tunggal Diameter Umbi G0 dan Macam POC sebagai Bioaktivator Pupuk Kandang Ayam

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm)
D1	52,57a
D2	75,13b
<b>D3</b>	<b>83,87c</b>
BNT 5%	7,19
P0	61,99a
<b>P1</b>	<b>79,09b</b>
P2	71,21a
P3	68,71a
BNT 5%	8,3

Keterangan : Angka yang Diikuti Oleh Huruf yang Sama Pada Kolom yang Sama, Berbeda Tidak Nyata Pada Uji BNT 5%.

#### Jumlah Daun

Hasil penelitian jumlah daun menunjukkan hasil berbeda nyata yaitu ditunjukkan hasil yang meningkat seiring dengan bertambahnya diameter umbi. Umbi D3 menghasilkan jumlah daun tertinggi yaitu 145,15 helai, diikuti D2 sebesar 141,25 helai, dan D1 sebesar 127,63 helai.

Tabel 2. Rerata Jumlah Daun Akibat Faktor Tunggal Diameter Umbi G0 dan Macam POC sebagai Bioaktivator Pupuk Kandang Ayam

Perlakuan	Rerata Jumlah Daun (Helai)
D1	127,63a
D2	141,25b
<b>D3</b>	<b>145,15c</b>
BNT 5%	1,67
P0	133,40a
<b>P1</b>	<b>141,91c</b>
P2	138,62b
P3	138,11b
BNT 5%	1,92

Keterangan : Angka yang Diikuti Oleh Huruf yang Sama Pada Kolom yang Sama, Berbeda Tidak Nyata Pada Uji BNT 5%.

#### Jumlah Cabang

Hasil penelitian jumlah cabang menunjukkan hasil berbeda nyata yaitu kombinasi perlakuan D3P1 menghasilkan jumlah cabang terbanyak yaitu 6,63

cabang, sedangkan kombinasi perlakuan D1P1 menghasilkan jumlah cabang terendah yaitu 3,47 cabang.

Tabel 3. Rerata Jumlah Cabang Akibat Interaksi Antara Diameter Umbi G0 dan Macam POC sebagai Bioaktivator Pupuk Kandang Ayam

Perlakuan	Rerata Jumlah Cabang
D1P0	4,27 abc
D1P1	3,47 a
D1P2	3,70 a
D1P3	4,10 ab
D2P0	4,13 ab
D2P1	5,57 def
D2P2	4,77 bcd
D2P3	5,13 cde
D3P0	5,07 cde
<b>D3P1</b>	<b>6,63 g</b>
D3P2	5,83 efg
D3P3	6,40 fg

Keterangan : Angka yang Diikuti Oleh Huruf yang Sama Pada Kolom yang Sama, Berbeda Tidak Nyata Pada Uji Jarak Berganda Duncan 5%.

### Jumlah Umbi per Tanaman

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa pada perlakuan kombinasi pada perlakuan ukuran umbi G0 (D) dan macam bioaktivator (P) menunjukkan hasil berbeda nyata. 4 diketahui bahwa kombinasi perlakuan D3P1 menunjukkan hasil yang tinggi yaitu sebesar 13,1 biji, sedangkan jumlah terendah terdapat pada perlakuan D1P3 yaitu sebesar 6,07 umbi per tanaman.

Tabel 4. Rerata Jumlah Umbi Akibat Interaksi Antara Diameter Umbi G0 dan Macam POC sebagai Bioaktivator Pupuk Kandang Ayam

Perlakuan	Rerata Jumlah Umbi (Biji)
D1P0	9,60 dc
D1P1	8,30 bcd
D1P2	8,33 bcd
D1P3	6,07 a
D2P0	7,10 ab
D2P1	8,90 cd
D2P2	8,03 bc
D2P3	8,37 bcd
D3P0	9,60 cd
<b>D3P1</b>	<b>13,1 f</b>
D3P2	10,27 e
D3P3	10,90 e

Keterangan : Angka yang Diikuti Oleh Huruf yang Sama Pada Kolom yang Sama, Berbeda Tidak Nyata Pada Uji Jarak Berganda Duncan 5%.

### Bobot Umbi per Tanaman

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa hasil rerata bobot umbi per tanaman mendapatkan hasil berbeda sangat nyata. Diketahui berat umbi

per tanaman terbesar berada pada perlakuan D3 dan P1 yaitu sebesar 0,56 dan 0,52 kg. Sedangkan bobot umbi terendah berada di perlakuan D1 dan P0 mendapatkan hasil yang sama yaitu sebesar 0,42 kg.

Tabel 5. Rerata Bobot Umbi per Tanaman Akibat Faktor Tunggal Diameter Umbi G0 dan Macam POC sebagai Bioaktivator Pupuk Kandang Ayam

Perlakuan	Rerata Bobot Umbi per Tanaman (kg)
D1	0,42 a
D2	0,45 b
<b>D3</b>	<b>0,56 c</b>
BNT 5%	0,04
P0	0,42a
<b>P1</b>	<b>0,52c</b>
P2	0,44b
P3	0,51c
BNT 5%	0,05

Keterangan : Angka yang Diikuti Oleh Huruf yang Sama Pada Kolom yang Sama, Berbeda Tidak Nyata Pada Uji BNT 5%.

#### Ketersediaan Unsur Hara Tanah

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan bahwa rerata ketersediaan unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium mendapatkan hasil yang berbeda sangat nyata. Diketahui kandungan nitrogen tertinggi terdapat pada perlakuan kombinasi D3P3 yaitu sebesar 0,15%. Kandungan fosfor tertinggi terdapat pada perlakuan kombinasi D3P3 yaitu sebesar 14,81 ppm. Kandungan kalium tertinggi terdapat pada perlakuan perlakuan kombinasi D2P3 yaitu sebesar 0,30 Cmol(+) kg.

Sedangkan kandungan nitrogen terendah terdapat pada perlakuan kombinasi D1P3 dan D2P0 yaitu sebesar 0,11%. Kandungan fosfor terendah terdapat pada perlakuan kombinasi D1P0 sebesar 10,04 ppm. Kandungan kalium terendah terdapat pada perlakuan D2P0 yaitu sebesar 0,20 Cmol(+) kg.

Tabel 6. Rerata Ketersediaan Unsur Hara Tanah Akibat Interaksi Antara Diameter Umbi G0 dan Macam POC sebagai Bioaktivator Pupuk Kandang Ayam

Perlakuan	N %	P (ppm)	K (Cmol (+) kg)
D1P0	0,13 ab	10,04 a	0,21 ab
D1P1	0,17 c	13,33 c	0,26 de
D1P2	0,20 d	12,58 b	0,25 cd
D1P3	0,11 a	13,87 f	0,27 def
D2P0	0,11 a	10,09 a	0,20 a
D2P1	0,23 e	14,36 h	0,28 ef
<b>D2P2</b>	<b>0,24 f</b>	13,44 d	0,27 def
<b>D2P3</b>	0,14 abc	14,01 g	<b>0,30 g</b>
D3P0	0,14 abc	10,11 a	0,23 bcd
D3P1	0,16 bc	14,99 j	0,25 d
D3P2	0,20 d	13,66 e	0,26 de
<b>D3P3</b>	0,15 abc	<b>14,81 i</b>	0,29 f

Keterangan : Angka yang Diikuti Oleh Huruf yang Sama Pada Kolom yang Sama, Berbeda Tidak Nyata Pada Uji Jarak Berganda Duncan 5%.

## B. Pembahasan

Tinggi tanaman mencerminkan vigor pertumbuhan awal kentang dan dipengaruhi oleh kualitas benih serta ketersediaan nutrisi. Umbi dengan ukuran lebih besar mengandung lebih banyak karbohidrat dan nitrogen yang lebih baik, sehingga sangat menunjang pada proses pembelahan serta pemanjangan sel pada fase pertumbuhan awal sebelum perkembangan sistem perakaran berfungsi secara optimal. Hal ini menunjukkan bahwa cadangan asimilat sangat berpengaruh pada pertumbuhan vegetatif awal tanaman kentang [2].

Secara fisiologis, umbi kentang yang lebih besar mengandung lebih banyak cadangan karbohidrat pati, nitrogen, dan metabolit lain. Selama fase awal pertumbuhan, pati dalam umbi akan dihidrolisis menjadi gula sederhana. Gula ini digunakan sebagai sumber energi untuk respirasi seluler, yang menyediakan energi yang diperlukan untuk pembelahan dan pemanjangan sel di jaringan meristematis tunas. Karbohidrat yang tersedia juga mendukung pembentukan dan pertumbuhan sistem perakaran sebelum tanaman bisa mulai melakukan fotosintesis dengan efektif. Selain itu, nitrogen yang tersimpan sebagai protein dan asam amino menjadi sumber nutrisi penting untuk sintesis protein struktural dan enzim yang terlibat dalam pertumbuhan vegetatif awal. Mobilisasi cadangan ini sangat penting untuk mendukung pertumbuhan tunas dan perkembangan tajuk serta akar pada fase awal, sebelum tanaman bisa mensintesis sendiri melalui fotosintesis. Pemecahan pati dan konversinya menjadi gula sederhana terbukti memicu sprouting dan menyediakan energi bagi pertumbuhan awal umbi kentang melalui peningkatan gula terlarut. Ini adalah prasyarat fisiologis untuk inisiasi tunas dan pembelahan sel [1].

Pada faktor bioaktivator, perlakuan P1 (air cucian beras) menghasilkan tanaman tertinggi yaitu sebesar 79,09 cm, yang berbeda signifikan dari kontrol P0 sebesar 61,99 cm. Air cucian beras mengandung karbohidrat larut dan vitamin B kompleks yang berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroba tanah. Sehingga akan meningkatkan ketersediaan nitrogen didalam tanah yang berkontribusi pada pembentukan jaringan vegetatif [4].

Keunggulan bioaktivator air cucian beras yaitu memiliki kandungan karbohidrat sederhana, vitamin, dan mikroorganisme alami yang berfungsi sebagai sumber energi bagi mikroba tanah. Karbon mudah terurai dalam air cucian beras sehingga akan mempercepat mikroorganisme heterotrof dalam tanah untuk mendekomposisi bahan organik dan mineralisasi unsur hara, khususnya nitrogen dan fosfor. Pupuk organik cair dengan kandungan karbon mudah terdegradasi akan lebih efektif dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen tanah jika dibandingkan dengan bahan organik dengan dekomposisi lambat [7].

Sebaliknya, bioaktivator air cucian ikan dan air rebusan kedelai memiliki kandungan nutrisi yang relatif lebih kompleks. Air cucian ikan kaya akan nitrogen dan mineral, namun memerlukan proses dekomposisi lanjutan sebelum unsur haranya tersedia bagi tanaman. Air rebusan kedelai mengandung protein dan asam

amino yang dibutuhkan untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam proses mineralisasi dalam tanah. Hal ini menyebabkan respon pertumbuhan tanaman yang lebih lambat dibandingkan perlakuan air cucian beras. Efektivitas pupuk organik cair sangat dipengaruhi oleh kecepatan pelepasan unsur hara ke dalam bentuk yang tersedia bagi tanaman [8].

Jumlah daun merupakan komponen penting dalam menentukan luas bidang fotosintesis tanaman. Peningkatan jumlah daun pada tanaman dari umbi besar berkaitan dengan kemampuan tanaman untuk mengembangkan sistem akar yang lebih cepat dan efisien, yang mengakibatkan penyerapan nitrogen dan air yang lebih optimal. Nitrogen adalah elemen penting dalam sintesis klorofil dan protein yang mendukung pembentukan daun baru [9].

Aplikasi bioaktivator juga meningkatkan jumlah daun, terutama pada perlakuan P1 (air cucian beras) yang menghasilkan 141,91 helai daun, lebih tinggi dibandingkan dengan P2 dan P3. Umbi yang lebih besar memiliki lebih banyak cadangan makanan, seperti karbohidrat dan nitrogen, yang dibutuhkan untuk pertumbuhan awal. Cadangan pati dalam umbi besar dapat diubah menjadi gula sederhana untuk energi respirasi dan pembelahan sel. Energi dan nutrisi ini mendukung perkembangan jaringan meristematik sehingga daun dapat tumbuh lebih banyak. Selain itu, nitrogen dalam umbi membantu sintesis protein dan enzim yang diperlukan untuk pertumbuhan awal tanaman. Dengan demikian, umbi besar dapat membentuk daun lebih banyak pada awal pertumbuhan [10].

Jumlah cabang menunjukkan hasil pertumbuhan yang lebih kompleks dibandingkan dengan tinggi tanaman dan jumlah daun. Pembentukan cabang pada tanaman dipengaruhi oleh keseimbangan antara hormon auksin dan sitokinin. Tanaman yang berasal dari umbi besar cenderung menunjukkan dominansi apikal yang lebih kuat, sehingga tidak selalu terjadi peningkatan linier dalam pembentukan cabang lateral. Bioaktivator, terutama yang terbuat dari bahan organik seperti air rebusan kedelai, mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam tanah. Mikroorganisme ini berkontribusi pada produksi hormon pertumbuhan alami, yang selanjutnya dapat mendorong pertumbuhan tunas lateral [7].

Diameter bibit kentang yang besar memiliki kemampuan lebih baik dalam membentuk cabang karena didukung oleh cadangan nutrisi internal yang tercukupi bagi tanaman. Ketika kondisi ini digabung dengan bioaktivator yang mampu meningkatkan ketersediaan hara tanah, maka proses pembentukan cabang akan menjadi lebih optimal. Cabang berperan sebagai titik tumbuh stolon, sehingga peningkatan jumlah cabang berpotensi dalam meningkatkan jumlah umbi yang terbentuk [1].

Jumlah umbi per tanaman merupakan indikator penting dalam menilai keberhasilan dari fase vegetatif ke fase generatif. Pembentukan umbi sangat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis tanaman selama masa pertumbuhan. Tanaman dengan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik cenderung memiliki sistem

fotosintesis yang lebih efisien, sehingga mampu menghasilkan asimilat dalam jumlah yang cukup untuk dialokasikan ke umbi.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 4 kombinasi perlakuan D3P1 mendapatkan hasil rerata jumlah umbi per tanaman tertinggi. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar diameter umbi maka jumlah mata tunas akan semakin banyak sehingga akan menghasilkan jumlah tanaman yang banyak. Umbi besar memiliki kemampuan untuk menghasilkan stolon yang lebih banyak dan lebih aktif. Hal ini berkaitan dengan kemampuan tanaman membentuk stolon lebih banyak serta memperbesar ukuran umbi akibat suplai fotosintat yang optimal [11].

Selain itu, aplikasi bioaktivator pupuk kandang ayam berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan fosfor dan kalium di dalam tanah. Fosfor berperan dalam proses pembelahan sel dan diferensiasi stolon menjadi umbi. Fosfor berperan penting dalam memindahkan energi dan membantu pembentukan jaringan baru, yang pada gilirannya mendukung peningkatan jumlah umbi. Sedangkan kalium berperan dalam proses translokasi fotosintat dari daun ke umbi. Peningkatan ketersediaan unsur hara P dan K mendorong pembentukan umbi yang lebih banyak dan bobot umbi yang lebih tinggi [12]. Dengan demikian penggunaan POC tidak hanya berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, tetapi juga berdampak langsung terhadap peningkatan hasil kentang.

Bobot umbi per tanaman menggambarkan akumulasi fotosintat selama masa pertumbuhan. Tanaman yang memiliki tinggi tanaman dan jumlah daun yang lebih banyak, cenderung memiliki kapasitas fotosintesis yang lebih baik, sehingga dapat menghasilkan fotosintat dalam jumlah yang lebih besar. Kalium memiliki peran yang sangat vital dalam memindahkan karbohidrat dari daun menuju umbi dan juga berkontribusi pada proses pengisian umbi, sehingga dapat meningkatkan bobot umbi [13]. Unsur hara kalium memiliki peranan yang sangat penting dalam memperlancar proses translokasi fotosintat ke dalam umbi kentang. Dengan meningkatnya jumlah fotosintat yang dihasilkan dan dialokasikan ke umbi, ukuran umbi kentang akan cenderung lebih besar [11]. Ketersediaan unsur hara yang memadai dan seimbang sangat penting untuk meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman, terutama dalam proses fotosintesis. Peningkatan laju fotosintesis ini berperan dalam akumulasi pati yang lebih besar [14].

Ketersediaan unsur hara nitrogen dalam tanah menunjukkan adanya hubungan antara vigor awal tanaman, aktivitas perakaran, dan pergerakan nitrogen dalam tanah. Umbi G0 yang berukuran besar menyimpan lebih banyak cadangan karbohidrat dan nitrogen di dalamnya, sehingga dapat mempercepat dan memperluas pertumbuhan akar. Sistem perakaran yang baik berperan penting dalam meningkatkan penyerapan nutrisi serta mendorong kegiatan mikroorganisme tanah di area rizosfer. Mikroorganisme tersebut berperan penting dalam proses mineralisasi nitrogen dari bahan organik pupuk kandang ayam yang telah difermentasi, sehingga meningkatkan ketersediaan nitrogen mineral di dalam tanah

[15].

Aplikasi POC sebagai bioaktivator berperan dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen (N) tanah. Ini terjadi melalui stimulasi aktivitas dan populasi mikroorganisme dekomposer saat fermentasi pupuk kandang ayam. POC yang terbuat dari air cucian beras, air limbah ikan, dan air rebusan kedelai kaya akan senyawa karbon yang mudah terurai, nitrogen terlarut, dan inokulum mikroba fungsional. Kehadiran sumber karbon dan nitrogen ini meningkatkan rasio C/N yang optimal bagi pertumbuhan mikroorganisme heterotrof seperti *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., dan kelompok bakteri amonifikasi. Mikroorganisme ini menghasilkan enzim ekstraseluler seperti protease, urease, dan deaminase yang mempercepat hidrolisis protein dan senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana [16].

Secara biokimia, proses ini berlangsung melalui tahapan mineralisasi nitrogen. Ini dimulai dari amonifikasi, yaitu konversi nitrogen organik menjadi amonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Amonium yang terbentuk kemudian mengalami oksidasi bertahap melalui proses nitrifikasi oleh bakteri kemoautotrof seperti Nitrosomonas, yang mengoksidasi  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NO}_2^-$ , dan Nitrobacter, yang mengoksidasi  $\text{NO}_2^-$  menjadi  $\text{NO}_3^-$ . Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) yang dihasilkan merupakan bentuk nitrogen yang sangat mudah diserap oleh akar tanaman. Peningkatan laju mineralisasi ini menyebabkan akumulasi nitrogen anorganik yang tersedia dalam tanah menjadi lebih tinggi dibandingkan tanpa penambahan bioaktivator [17]. Dengan demikian, penambahan POC tidak hanya berfungsi sebagai sumber nutrisi tambahan, namun juga bertindak sebagai stimulan biologis yang mempercepat transformasi nitrogen organik menjadi bentuk yang tersedia. Ini meningkatkan efisiensi pemupukan dan mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman dengan lebih optimal.

Bioaktivator berperan penting dalam meningkatkan aktivitas mikroba pelarut fosfat yang mampu mengubah fosfor terikat menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman [7]. Fosfor yang terdapat dalam pupuk kandang ayam biasanya terikat dengan kation seperti kalsium, besi, dan aluminium. Akibatnya, fosfor tersebut menjadi kurang tersedia untuk tanaman. Proses fermentasi menggunakan POC menghasilkan asam – asam organik yang dapat mengikat kation – kation, sehingga fosfor menjadi lebih larut dan tersedia. Selain itu, mikroorganisme yang tumbuh selama fermentasi memiliki kemampuan untuk memproduksi enzim fosfatase, yang berfungsi dalam mineralisasi fosfor organik [18].

Umbi G0 yang memiliki diameter besar berperan dalam peningkatan ketersediaan fosfor (P) di tanah dengan cara meningkatkan aktivitas akar serta eksudat dari akar tersebut. Eksudat akar yang mengandung asam organik dan senyawa karbon sederhana dapat berperan dalam melarutkan fosfor yang terikat di dalam tanah. Oleh karena itu, hubungan antara ukuran umbi G0 dengan aplikasi POC sebagai bioaktivator menciptakan kondisi rizosfer yang lebih mendukung [11].

Peningkatan ketersediaan fosfor pada tanah sangat penting dalam mendukung proses pembelahan sel, pertumbuhan akar, serta proses pembentukan dan pengembangan umbi kentang [19]. Oleh karena itu, perlakuan yang mampu meningkatkan ketersediaan fosfor secara optimal, berimplikasi terhadap peningkatan jumlah umbi dan bibit umbi per tanaman, sebagaimana ditunjukkan oleh kecenderungan hasil penelitian.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui ketersediaan unsur hara kalium dalam tanah pada kombinasi perlakuan D2P3 menunjukkan hasil paling tinggi. Hal ini membuktikan bahwa fermentasi pupuk kandang ayam dengan bioaktivator mampu meningkatkan pelepasan kalium ke dalam larutan tanah. Kalium yang terkandung dalam pupuk organik umumnya tersedia dalam bentuk ion bebas, sehingga mudah tersedia oleh tanaman. Namun, ketersediannya masih dipengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik. Aplikasi POC mempercepat proses ini dengan meningkatkan aktivitas mikroorganisme, yang memungkinkan kalium dilepaskan lebih cepat dalam jumlah yang lebih banyak. Selain itu, senyawa organik yang dihasilkan dari fermentasi dapat mengurangi fiksasi kalium oleh mineral liat dalam tanah. Hal ini dapat meningkatkan ketersediaan kalium untuk tanaman [20].

Umbi G0 yang berukuran besar dapat mendukung penyerapan kalium lebih efisien melalui sistem perakaran yang lebih luas dan aktif. Kalium memiliki peran yang penting dalam pengaturan tekanan osmotik sel, pemindahan hasil fotosintesis, dan proses pengisian umbi. Dengan demikian, peningkatan ketersediaan kalium di tanah melalui perlakuan tertentu dapat secara langsung mendukung peningkatan hasil tanaman [15].

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan tunggal diameter umbi kentang G0 3 cm (D3) dan perlakuan tunggal bioaktivator air cucian beras (P1) berpengaruh terhadap parameter pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot umbi pertanaman. Terdapat interaksi berbeda sangat nyata pada perlakuan D3P1 pada parameter pengamatan jumlah cabang, jumlah umbi per tanaman, dan ketersediaan unsur hara N, P, dan K dalam tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Sumarni, R. Rosliani, and R. S. Basuki, "Pengaruh Ukuran Benih terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kentang," *Jurnal Hortikultura*, vol. 27, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [2] A. Kumar, R. Singh, and P. Sharma, "Effects of BAP on in vitro shoot proliferation in potato," *International Journal of Agricultural Science*, vol. 16, no. 4, pp. 345–351, 2020.

- [3] N. Warnita, "Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Umbi Mikro Kentang," *Jurnal Hortikultura*, vol. 5, no. 2, pp. 78–85, 2008.
- [4] L. R. Widowati, S. Widati, and Jaenudin, "Peranan Pupuk Organik dalam Peningkatan Efisiensi Pemupukan dan Kesuburan Tanah," *Jurnal Sumberdaya Lahan*, vol. 12, no. 2, pp. 65–76, 2018.
- [5] Subowo, "Strategi Efisiensi Penggunaan Pupuk Organik untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan," *Jurnal Sumberdaya Lahan*, vol. 4, no. 1, pp. 13–25, 2010.
- [6] Food and Agriculture Organization, "International Year of the Potato: New light on a hidden treasure," Rome, 2008.
- [7] D. P. Sari and A. Nugroho, "Aplikasi Bioaktivator dalam Fermentasi Pupuk Kandang terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang," *Jurnal Agroekoteknologi*, vol. 13, no. 2, pp. 145–154, 2021.
- [8] A. Nugroho, P. Hadi, and R. Mardiana, "Organic Liquid Fertilizers and Their Impacts on Plant Health and Productivity," *Journal of Organic Agriculture*, vol. 10, no. 2, pp. 50–60, 2021.
- [9] M. M. B. Damanik, B. E. Hasibuan, Fauzi, Sarifuddin, and H. Hanum, *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Medan: USU Press, 2015.
- [10] A. Darmawan and T. Handayani, "Respon Pertumbuhan Kentang terhadap Pemberian Pupuk Kandang Ayam," *Jurnal Agronomi Indonesia*, vol. 47, no. 3, pp. 135–144, 2019.
- [11] S. Arifin, A. Nugroho, and A. Suryanto, "Kajian Panjang Tunas dan Bobot Umbi Bibit terhadap Produksi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola," *Jurnal Produksi Tanaman*, vol. 3, no. 3, pp. 221–229, 2014.
- [12] M. Shafeeva, M. Rachmat, and D. Ramdan, "Pengaruh Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kentang," *Jurnal Agrikultura*, vol. 33, no. 1, pp. 18–26, 2022.
- [13] N. Herlina and J. Prasetyo, "Respon Pertumbuhan dan Hasil Kentang terhadap Pemberian Pupuk Organik dan Anorganik," *Jurnal Produksi Tanaman*, vol. 5, no. 6, pp. 987–995, 2017.
- [14] I. K. A. Lidinilah, "Pengaruh Berbagai Ukuran Bobot Umbi Benih Kentang G4 (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola dan Kompos Batang Pisang Terhadap Pertumbuhan, Hasil, dan Kualitas Kentang," *Munich Personal RePEc Archive*, 2014.
- [15] D. Kurniawan, E. Santosa, and W. Widodo, "Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap ketersediaan hara N, P, dan K tanah," *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 7, no. 1, pp. 21–29, 2020.
- [16] R. A. Nugroho, R. Widyastuti, and D. Santosa, "Aktivitas Mikroorganisme Tanah pada Aplikasi Pupuk Organik Cair terhadap Mineralisasi Nitrogen," *Jurnal Tanah dan Iklim*, vol. 44, no. 2, pp. 85–94, 2020.
- [17] N. Nurhidayati, M. Machfudz, and I. Murwani, "Pengaruh pupuk organik cair terhadap ketersediaan hara dan pertumbuhan tanaman," *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, vol. 7, no. 1, pp. 134–142, 2018.
- [18] Y. Nuraini, "Mineralisasi bahan organik dan ketersediaan fosfor tanah," *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 6, no. 1, pp. 1045–1054, 2019.
- [19] M. A. Firmansyah and I. G. P. Wigena, "Peranan Bahan Organik dalam Meningkatkan Ketersediaan Hara Tanah," *Jurnal Tanah dan Iklim*, vol. 41,

- no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [20] A. Irawan and N. Sumarni, “Peranan nitrogen, fosfor, dan kalium terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman hortikultura,” *Jurnal Agronomi Indonesia*, vol. 47, no. 3, pp. 237–245, 2019.

**Conflict of Interest Statement:** *The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*

**Copyright** © 2026 **Retno Sulistiyowati, Sidik Santoso, Mimik Umi Zuhroh.** *This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.*