

Research Article

Application of Biofertilizer Phosphate Solubilizing Bacteria (BPF 523) and Nitrogen Fixing Bacteria (BPN 52) on Seedling of Pontianak Siamese Orange (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*)

Mukarlina*, Rahmawati, Febri Falia Wati

Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Bansir Laut, Pontianak Tenggara, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia

* Corresponding author (✉ mukarlina@fmipa.untan.ac.id)

ABSTRACT

Siamese orange cultivation on West Kalimantan is carried out on peatlands which have a low level of soil fertility. The low availability of nutrients in peatlands can be overcome by applying biofertilizers containing bacteria capable of dissolving phosphate (BPF), bacteria capable of fixing nitrogen (BPN), or a consortium consisting of BPN and BPF as biofertilizers. This study was conducted to analyze the growth response of Siamese orange seedlings with the application of biofertilizer BPN (BPN 52) and BPF (BPF 523). Data analysis using a completely randomized design with 5 treatments, namely, K+ (inorganic fertilizer), K- (without inorganic and biofertilizer), P1 (BPF 1: BPN 1), P2 (BPF 1: BPN 2), P3 (BPF 2: BPN 1) with each conducted 5 replications. The results showed that the treatment of P1 (BPF 1: BPN 1) and P2 (BPF 1: BPN 2) did not significantly affect for the parameters of plant height, number of leaves, when it starts to germinate, germination percentage, wet and dry weight of seedlings. Treatment P3 (BPF 2: BPN 1) showed a significant effect on the time to sprout parameter and gave the best value on the average time to sprout namely 8.75 days after sowing.

Kata kunci: fertilizer, fruit, growth, peat

Aplikasi Biofertilizer Bakteri Pelarut Fosfat (BPF 523) dan Bakteri Penambat Nitrogen (BPN 52) pada Bibit Jeruk Siam Pontianak (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*)

ABSTRAK

Budidaya jeruk siam di Kalimantan Barat dilakukan di lahan gambut yang memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah. Kesuburan tanah yang rendah di lahan gambut dapat diatasi dengan pemberian *biofertilizer* yang mengandung bakteri pelarut fosfat (BPF), bakteri yang mampu menambat nitrogen (BPN) atau konsorsium yang terdiri dari BPN dan BPF sebagai pupuk hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan bibit jeruk siam dengan aplikasi biofertilizer BPN (BPN 52) dan BPF (BPF 523). Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap satu faktor yang terdiri atas 5 taraf perlakuan yaitu, K+ (pupuk anorganik), K- (tanpa pupuk anorganik dan tanpa biofertilizer), P1 (BPF 1 : BPN 1), P2 (BPF 1: BPN 2), P3 (BPF 2: BPN 1) masing-masing dilakukan 5 kali ulangan. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan K+ (pupuk anorganik), K- (tanpa pupuk anorganik dan tanpa biofertilizer), P1 (BPF 1 : BPN

Received:
6 Agustus 2025

Revised:
23 September 2025

Accepted:
2 June 2026

Published online:
26 June 2026

Citation:
Mukarlina., Rahmawati,
Wati, F.F. (2026).
Application of
Biofertilizer Phosphate
Solubilizing Bacteria
(BPF 523) and Nitrogen
Fixing Bacteria (BPN 52)
on Seedling of Pontianak
Siamese Orange (*Citrus
nobilis* var. *microcarpa*) .
Jurnal Hortikultura
Indonesia (JHI), 17(1),
42-49.

<https://doi.org/10.29244/jhi.17.1.42-49>

1) dan P2 (BPF 1 : BPN 2) tidak memengaruhi secara nyata untuk parameter tinggi tanaman, jumlah daun, waktu mulai berkecambah, persentase benih berkecambah, bobot segar dan bobot kering. Perlakuan P3 (BPF 2 : BPN 1) menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter waktu mulai berkecambah dan memberikan nilai terbaik pada rerata waktu mulai berkecambah yaitu 8.75 hari setelah semai.

Kata kunci: gambut, pertumbuhan , pupuk, tanaman buah

PENDAHULUAN

Jeruk siam Pontianak termasuk salah satu jenis jeruk lokal manis yang dibudidayakan secara luas di Indonesia adalah karena rasanya yang manis, kulit buahnya tipis dan memiliki kandungan vitamin C tinggi (Kristiandi *et al.*, 2021). Usaha perkebunan jeruk siam di Kalimantan Barat banyak dilakukan pada lahan gambut terutama di Kabupaten Sambas . Kalimantan Barat memiliki lahan gambut mencapai 1.7 juta ha dengan 694.714 ha diantaranya telah dimanfaatkan sebagai lahan budidaya tanaman pangan dan hortikultura (BPS Kalimantan Barat, 2021).

Lahan gambut sebagai area budidaya tanaman memiliki kekurangan diantaranya rendahnya unsur hara makro (N, P, K, Ca, dan Mg) dan mikro (Zn, Cu, Fe, Mn, Mo, dan B) yang tersedia karena terikat dengan besi (Fe) dan aluminium (Al), tanah bersifat masam dengan pH kurang dari 5, kapasitas tukar kation tinggi, dan efektivitas pemupukan yang rendah karena unsur hara mudah terikat oleh komponen kimia tanah (2020). Upaya untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara di tanah gambut dapat memanfaatkan aktivitas bakteri yang memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfor (BPF) dan mengubahnya menjadi bentuk yang mudah diserap oleh tanaman dan bakteri penambat nitrogen (BPN) yang dapat membantu tanaman menyerap unsur nitrogen dalam bentuk ammonium (NH₄) (Istina, 2015; Kumar *et al.*, 2019).

Penggunaan biofertilizer dapat digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan kesuburan pada tanah gambut. Biofertilizer mengandung mikroorganisme hidup yang dapat mengatasi kurangnya ketersediaan unsur hara di tanah gambut (Yasa *et al.*, 2022). Hasil penelitian Atikah *et al.*, (2024) membuktikan pemberian pupuk hayati Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) 6 ton ha⁻¹ berpengaruh sangat nyata pada panjang akar pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada media tanam tanah gambut. Penelitian Adhyaningtyas (2023) pada pertumbuhan bibit jeruk siam di media tanam tanah gambut menggunakan aplikasi isolat bakteri BPN 52 dan bakteri BPF 523 menunjukkan bahwa perlakuan BPF 523 konsentrasi 100% sebagai perlakuan yang memberikan nilai tertinggi untuk persentase perkecambahan, waktu muncul kecambah, jumlah daun, panjang akar dan bobot segar bibit jeruk, Namun perlakuan ini masih berupa isolat tanggal belum dalam bentuk formulasi *biofertilizer*.

Bibit jeruk siam yang ditanam di lahan gambut membutuhkan ketersediaan unsur hara yang mencukupi untuk pertumbuhan yang optimal. Aplikasi *biofertilizer* BPN dan BPF diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan bibit jeruk siam yang ditanam di lahan gambut dengan pemberian *biofertilizer* BPN dan BPF.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dari Desember 2023 hingga April 2024, di Rumah Kasa Laboratorium Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak (0.058669°S 109.345153°E). Lokasi penanaman memiliki suhu udara kisaran 26-33°C, intensitas cahaya kisaran 555-1172 lux dan kelembaban udara kisaran 70-79%. Bahan yang digunakan diantaranya air kelapa, benih jeruk siam Pontianak (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*), isolat BPF 523 dan isolat BPN 52 koleksi Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA UNTAN hasil isolasi dari rizosfer jeruk siam (Adhyaningtyas *et al.*, 2023), kapur dolomit dan tanah gambut. Alat

yang digunakan diantaranya autoklaf, Biological Safety Cabinet (BSC), hot plate, inkubator, polibag ukuran 10 cm x 20 cm, pupuk NP (Ultradap), dan rotary shaker.

Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) sebanyak lima perlakuan dengan 5 ulangan yaitu kontrol negatif (tanpa pupuk anorganik dan biofertilizer) (K-), kontrol positif (pupuk anorganik) (K+), BPF 523 + BPN 52 rasio 1 : 1 (P1), BPF 523 + BPN 52 rasio 1 : 2 (P2), BPF 523 + BPN 52 rasio 2 : 1 (P3). Parameter pertumbuhan yang diamati adalah persentase perkecambahan (%), waktu muncul kecambah (hari setelah semai), tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), bobot segar tanaman (g) dan bobot kering tanaman (g). Adapun tahapan penelitian yang dilakukan meliputi peremajaan bakteri uji, prekultuur dan rekultuur, pembuatan formulasi *biofertilizer*, persiapan media tanam, penanaman benih jeruk siam dan aplikasi *biofertilizer*. Peremajaan bakteri uji dilakukan pada media natrium agar (NA) dengan teknik agar miring pada tabung reaksi. Inkubasi untuk isolat BPN 52 di dalam inkubator pada suhu 37 °C, isolat BPF 523 pada suhu ruang selama 24 jam (Dewanti,2015).

Tahapan pre kultur dimulai dengan menginokulasikan secara aseptik dari media peremajaan isolat BPF 523 dan BPN 52 sebanyak 1 ose dan dimasukkan ke dalam masing-masing botol vial berisi media *nutrient broth* (NB) steril. Inkubasi dilakukan pada *rotary shaker* dengan kecepatan 120 rpm selama 8 jam 30 menit untuk BPF 523 dan 12 jam 30 menit untuk BPN 52 (sesuai dengan tingkat kepadatan 108 sel. ml⁻¹ atau nilai OD (Optical Density) mencapai \approx 0.8. (Ahmad *et al.*, 2015). Tahapan rekultuur dilakukan dengan membuat media berupa air kelapa 200 ml dicampur dengan gula merah sebanyak 4% dari total volume akhir yang digunakan. Campuran air kelapa gula merah dimasukkan ke dalam botol vial untuk disterilisasi. Kedua isolat bakteri yang telah diketahui nilai OD-nya diambil sebanyak 10% dari volume media NB pada tahap prekultuur dan dimasukkan ke dalam media air kelapa dan gula merah. Botol diberi label kemudian dishaker 17 jam 30 menit untuk BPN 52 dan 13 jam untuk BPF 523. Lama waktu shaker ditentukan dari nilai OD masing-masing isolat dengan tingkat kepadatan 108 sel ml⁻¹ (Rahman *et al.*, 2015; Sudiarti dan Hasbiyanti, 2017). Pembuatan formulasi biofertilizer dilakukan dengan mencampur 250 ml air kelapa, gula merah dan isolat masing-masing bakteri uji sebanyak 25 ml. Formulasi kemudian dishaker selama 4 hari (Suryatmana *et al.*, 2023). Setelah 4 hari, dilakukan uji kualitas biofertilizer yaitu uji perhitungan jumlah sel hidup pada masing-masing biofertilizer dengan metode *Total Plate Count* (TPC).

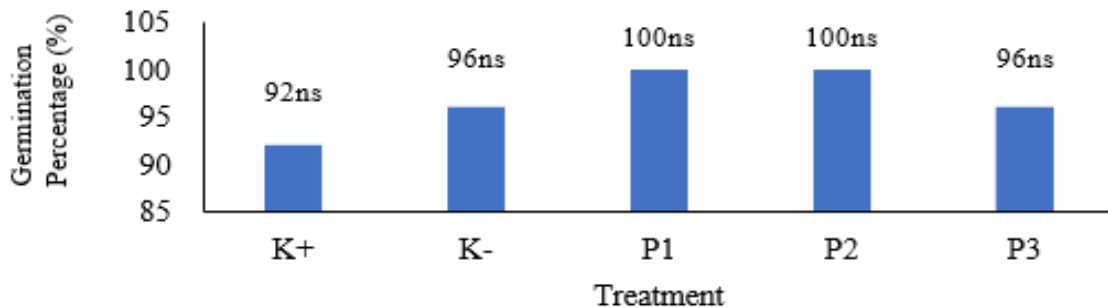
Hasil perhitungan menunjukkan jumlah sel hidup dari kedua isolat masing-masing yaitu BPF 523 yaitu 3.4x10⁷ (CFU)ml⁻¹ dan BPN 52 yaitu 2.1x 10⁷(CFU)ml⁻¹ sudah memenuhi syarat untuk diaplikasikan sebagai pupuk hayati majemuk. Selanjutnya kedua isolat bakteri dicampurkan sesuai perlakuan. Media tanam berupa tanah gambut dikeringanginkan dan diayak, kemudian diberi kapur dolomit sebanyak 68.009 g *polibag*-1. Benih jeruk yang telah dibersihkan dan diseleksi selanjutnya disemai sebanyak 1 buah setiap polibag. Aplikasi biofertilizer diberikan ke permukaan benih dan di media tanam sekitar benih dengan volume 100 ml. Aplikasi biofertilizer dilakukan setiap 2 minggu sekali hingga 60 hari setelah semai (HSS). Aplikasi pupuk anorganik dilakukan pada saat benih disemai dan umur benih 30 (HSS) masing-masing sebanyak 100 ml. (Kalay *et al.*, 2010; Widyaningsih *et al.*, 2020).

Analisis data untuk parameter tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar dan bobot kering menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Analisis data untuk parameter persentase perkecambahan dan waktu mulai berkecambah menggunakan Kruskal-Wallis karena hasil transformasi data menunjukkan data tidak terdistribusi normal. Hasil yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji lanjut MannWhitney taraf kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

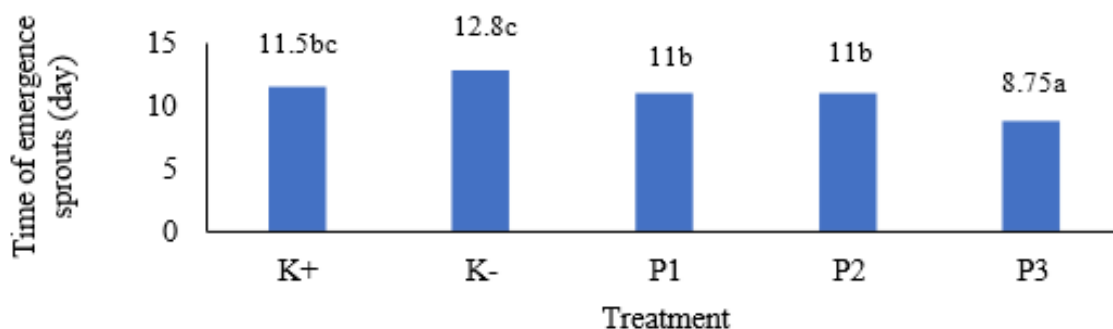
Hasil analisis data menunjukkan semua perlakuan tidak berpengaruh signifikan terhadap persentase perkecambahan (92-100%), tinggi tanaman (8 cm-9.38 cm), jumlah daun (7.4 helai-8.6 helai), bobot segar (0.52 g-0.67g) dan bobot kering bibit jeruk siam (0.1 g-0.17g) (Gambar 1, Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5). Sedangkan pada parameter waktu mulai berkecambah, semua perlakuan memberikan hasil berpengaruh nyata. Hasil

uji lanjut Man Whitney pada waktu mulai berkecambah menunjukkan bahwa perlakuan kontrol berbeda nyata dengan semua perlakuan *biofertilizer*, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemberian pupuk anorganik. Perlakuan *biofertilizer* BPF 2:BPN 1 (P3) berbeda nyata dengan semua perlakuan dan menghasilkan waktu mulai perkecambahan tercepat yaitu 8.75 HSS (Gambar 2).



Gambar 1. Persentase perkecambahan benih jeruk pada perlakuan biofertilizer (BPF dan BPN). Angka- angka yang diikuti oleh huruf ns menunjukkan hasil tidak berbeda nyata signifikan pada Uji Kruskal Wallis dengan nilai p-value <0,05. Keterangan: K+ (Kontrol Positif), K- (Kontrol Negatif), P1 (BPF 1:BPN 1), P2 (BPF 1:BPN 2), P3 (BPF 2:BPN 1)

Figure 1. Seed germination percentage of citrus on biofertilizer (BPN and BPF) treatment. Numbers followed by the letters ns indicate non-significant results in the Kruskal Wallis Test with a p-value <0.05. Noted: K+ (Positive Control), K- (Negative Control), P1 (BPF 1:BPN 1), P2 (BPF 1:BPN 2), P3 (BPF 2:BPN 1)

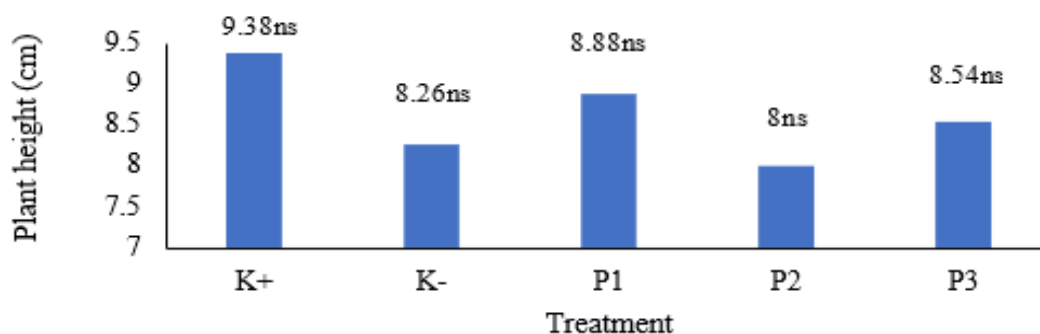


Gambar 2. Waktu mulai berkecambah benih jeruk pada perlakuan biofertilizer (BPF dan BPN). Angka- angka yang diikuti oleh huruf ns menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada Uji Kruskal Wallis dengan nilai p-value <0,05. Keterangan: K+ (Kontrol Positif), K- (Kontrol Negatif), P1 (BPF 1:BPN 1), P2 (BPF 1:BPN 2), P3 (BPF 2:BPN 1).

Figure 2. Time to germination of citrus seed on biofertilizer (BPN and BPF) treatment. Numbers followed by the letters ns indicate non-significant results in the Kruskal Wallis Test with a p-value <0.05. Noted: K+ (Positive Control), K- (Negative Control), P1 (BPF 1:BPN 1), P2 (BPF 1:BPN 2), P3 (BPF 2:BPN 1)

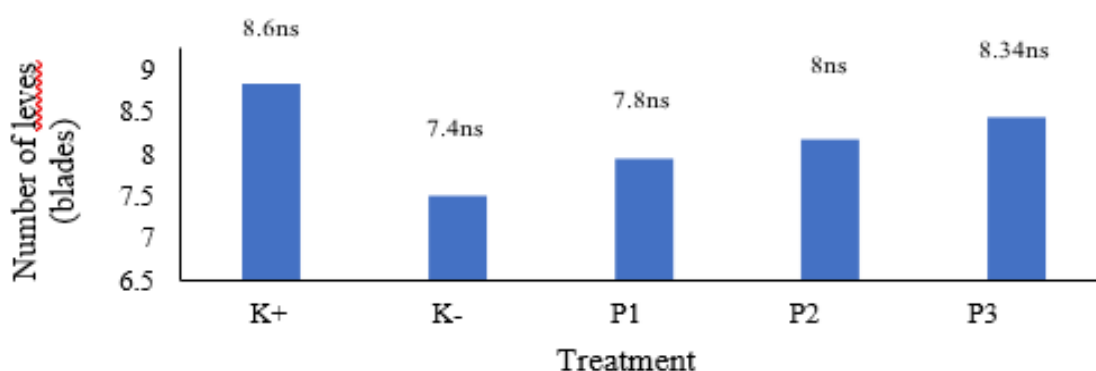
Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan, tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar dan bobot kering bibit jeruk siam (Gambar 1, Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5). Perlakuan *biofertilizer* pada penelitian ini belum dapat memengaruhi pertumbuhan bibit jeruk siam. Hal ini diduga karena bakteri dalam biofertilizer belum mampu dengan cepat beradaptasi

terhadap kondisi lingkungan media tanam seperti kemasaman tanah, kadar air tanah, kandungan bahan organik tanah dan persaingan dengan mikroba *indigenus (natif)* yang ada di media tanam sehingga aktivitas mikroba dalam pelepasan unsur hara N dan P yang diperlukan untuk pertumbuhan bibit jeruk siam menjadi kurang optimal. Hal ini didukung oleh pernyataan Hawayanti (2015) dan Yasa *et al.*, (2023) bahwa kurangnya kemampuan beradaptasi dari setiap mikroba biofertilizer setelah diaplikasikan ke media tanam dapat berakibat pada lambatnya kemampuan mikroba dalam melepaskan unsur hara N dan P an organik ke media tanam sehingga ketersediaan unsur hara tidak mencukupi untuk pertumbuhan tanaman.



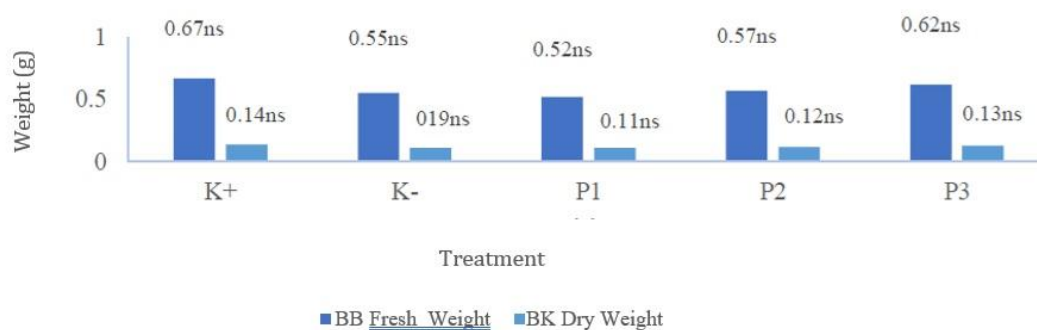
Gambar 3. Tinggi tanaman jeruk pada perlakuan biofertilizer (BPN dan BPF). Angka- angka yang diikuti oleh huruf ns menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada Uji Kruskal Wallis dengan nilai p-value <0,05. Keterangan: K+ (Kontrol Positif), K- (Kontrol Negatif), P1 (BPF 1:BPN 1), P2 (BPF 1:BPN 2), P3 (BPF 2:BPN 1)

Figure 3. Citrus plant height on biofertilizer treatment (BPN and BPF). Numbers followed by the letters ns indicate non-significant results in the Kruskal Wallis Test with a p-value <0.05. Noted: K+ (Positive Control), K- (Negative Control), P1 (BPF 1:BPN 1), P2 (BPF 1:BPN 2), P3 (BPF 2:BPN 1)



Gambar 4. Jumlah helai daun jeruk pada perlakuan biofertilizer (BPN dan BPF). Angka- angka yang diikuti oleh huruf ns menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada Uji Kruskal Wallis dengan nilai p-value <0,05. Keterangan: K+ (Kontrol Positif), K- (Kontrol Negatif), P1 (BPF 1:BPN 1), P2 (BPF 1:BPN 2), P3 (BPF 2:BPN 1)

Figure 4. Number of citrus leaves on biofertilizer (BPF and BPN) treatment. Numbers followed by the letters ns indicate non-significant results in the Kruskal Wallis Test with a p-value <0.05. Noted: K+ (Positive Control), K- (Negative Control), P1 (BPF 1:BPN 1), P2 (BPF 1:BPN 2), P3 (BPF 2:BPN 1)



Gambar 5. Bobot segar dan bobot kering tanaman jeruk pada perlakuan biofertilizer (BPN dan BPF). Angka-angka yang diikuti oleh huruf ns menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Kruskal Wallis dengan p-value <0.5. Keterangan: K+ (Kontrol Positif), K- (Kontrol Negatif), P1 (BPF 1:BPN 1), P2 (BPF 1:BPN 2), P3 (BPF 2:BPN 1)

Figure 5. Fresh and dry weight of citrus plant on biofertilizer (BPN and BPF) treatment. Number followed by the letter ns indicate non-significant different in the Kruskal Wallis Test with a p-value >0.5. Noted: K+ (Positive Control), K- (Negative Control), P1 (BPF 1:BPN 1), P2 (BPF 1:BPN 2), P3 (BPF 2:BPN 1)

Perlakuan kontrol dengan pemberian pupuk anorganik tidak memengaruhi pertumbuhan bibit jeruk siam diduga disebabkan penyerapan nitrogen dan fosfor dari pupuk belum dapat diserap secara optimal oleh tanaman. Menurut Afriani *et al.*, (2021) fosfat yang ditambahkan ke media tanam tanah masam melalui pemupukan anorganik hanya sekitar 10-30% yang dapat diserap oleh tanaman. Hasil penelitian Sitawati *et al.*, (2022) menunjukkan bahwa aplikasi PGPR dengan konsentrasi 20 ml L⁻¹ tanpa NPK memberikan pengaruh pertumbuhan yang maksimal pada tanaman aster untuk variabel jumlah cabang, bobot kering akar, dan bobot kering total tanaman dibanding yang dipupuk NPK 100%.

Perlakuan pemberian *biofertilizer* dengan rasio BPF lebih tinggi daripada BPN yaitu P3 (BPF 2 : BPN 1) memberikan hasil terbaik pada parameter waktu mulai berkecambah yaitu 8.75 hari dibandingkan perlakuan kontrol (K+ dan K-), perlakuan dengan rasio BPF sama dengan BPN (P1) dan BPF lebih rendah dari BPN (P2) dengan kisaran waktu 11 sampai 12 hari (Gambar 2). Perlakuan *biofertilizer* dengan rasio BPF lebih tinggi dari BPN menunjukkan bahwa untuk perkecambahan diperlukan rasio fosfat (P) yang lebih tinggi dibandingkan nitrogen (N). Menurut Sojitra *et al.*, (2023) fosfat berperan sebagai pembentuk energi pertumbuhan (ATP) dan penyusun asam nukleat yang diperlukan untuk pertumbuhan awal sel-sel tanaman. Hasil penelitian Qessaoui *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa aplikasi isolat BPF *Pseudomonas* sp. (C11) dapat menghasilkan perkecambahan biji Citrus macrophyla pada 12 hari setelah semai. Sudarmini *et al.*, (2018) menyatakan BPF dan BPN berperan dalam mengubah fosfat tidak larut menjadi terlarut, menambat nitrogen bebas dan mengubahnya menjadi bentuk tersedia bagi tanaman, serta mampu mensintesis hormon seperti IAA (*Indole Acetic Acid*) dan GA (*Gibberellic Acid*) untuk memacu proses perkecambahan dan pertumbuhan. Menurut Mitter *et al.*, (2021) BPF dapat mempercepat perkecambahan biji dengan adanya penyediaan fosfat terlarut, sintesis hormon giberelin dan auksin serta senyawa organik bersifat asam seperti sitrat dan malat yang dapat membantu meningkatnya penyerapan nutrisi.

KESIMPULAN

Perlakuan pemberian biofertilizer BPF 523 dan BPN 52 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit jeruk siam Pontianak, kecuali pada perlakuan P3 (BPF 2 : BPN 1) yang menghasilkan pengaruh yang nyata terhadap parameter waktu muncul kecambah, dengan waktu tercepat yaitu 8.75 hari. Aplikasi formulasi biofertilizer konsorsium mikroba untuk penelitian selanjutnya perlu memperhatikan pemilihan mikroba dengan tingkat kompatibilitas tinggi untuk dapat memelihara viabilitas masing-masing mikroba dalam biofertilizer maupun kemampuannya dalam berkompetisi dengan organisme natif pada media tanam.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhyaningtyas, R.F.I., Rahmawati, Mukarlina. 2023. Effect of Phosphate Solubilizing and Nitrogen-Fixing Bacteria on Pontianak Siam Citrus (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*) Seed Germination. *Nusantara Bioscience*, 15(2), 245-25. Doi: <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n150211>
- Afriani, M., A. Effendi, Murniati, S. Yoseva. 2021. Pengaruh Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan Pupuk Fosfat terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi sawah (*Oryza sativa* L.) yang Ditanam Secara SRI Modifikasi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 19(2), 84-98. Doi: <https://doi.org/10.32528/agritrop.v19i2.5814>
- Ahmad, A., L.E. Susilowati, Z. Arifin . 2015. Phosphate Solublizing Bacteria Carrier Test as Agent of Biofertilizer. Skripsi . Fakultas Pertanian. Universitas Mataram. Mataram.
- Anjani, B.P.T., B.B. Santoso, Sumarjan. 2022. Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Sistem Tanam wadah pada Berbagai Dosis Pupuk Kascing. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1, 1-9. Doi: <https://doi.org/10.29303/jjima.v1i1.1091>
- Atikah, T.A., R.B. Mulyani, J. Fery, A. Syahid, W. Widyawati, Y.S. Rahayu, R. Tingting. 2024. Aplikasi Kompos Limbah Bawang Dayak dan FMA untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Pakcoy di Tanah Gambut. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 15(3), 147-154. Doi: <https://doi.org/10.29244/jhi.15.3.147-154>
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat. 2021. Kalimantan Barat dalam Angka : Luas lahan dan Penggunaan dan Kabupaten /Kota di Provinsi Kalimantan Barat. <https://kalbar.bps.go.id/publication> [10 Desember 2023]
- Dewanti, A.J., Pratiwi, E, Nuraini, Y. 2016. Viabilitas dan Aktivitas Enzim Fosfatase serta Produksi Asam Organik Bakteri Pelarut Fosfat pada Beberapa Suhu Simpan. *Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan*, 3(1), 311-318.
- Hawayanti, E., N. Amir, M. Exselen. 2015. Pemberian Jenis Pupuk Hayati dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharate* Sturt) di Tanah Lebak. *Jurnal Klorofil*, 10(1), 32-35. Doi: <https://doi.org/10.32502/jk.v10i1.194>
- Istina, I.N., H. Widiastuti, B. Joy, M. Antralina . 2015. Phosphate-Solubilizing Microbe From Sapristis Peat Soil and Their Potency to Enhance Oil Palm Growth and Phosphor Uptake. *Procedia Food Science*, 3, 426435. Doi <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.047>
- Kalay, A.M., R. Hindersah, I. A. Ngabalin, M. Jamlean. 2020. Pemanfaatan Pupuk Hayati dan Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung manis (*Zea mays saccharata*) . *Agric*, 32(2), 129-138.
- Kristiandi, K., R. Fertiasari, N.F. Yunita, T.W. Astuti, D. Sari. 2021. Analisis Produktivitas dan Luas Tanaman Jeruk Siam Sambas Tahun 2015-2020. *Jurnal Pemikiran Masyarakat Berwawasan Agribisnis*, 7(2), 1747-1755. Doi: <https://doi.org/10.25157/ma.v7i2.5607>
- Kumar, M., K. Kumar. 2019. Role of Bio-fertilizers Invegetables Production: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(1), 328-334. Doi: <https://dx.doi.org/10.22271/phyto>
- Mitter E.K., M. Tossi, D. Obregon, K.E. Dunfield, J.J. Germida. 2021., Rethinking Crop Nutrition in Times of Modern Microbiology: Innovative Biofertilizer Technologies. *Frontiers Sustain Food Systems*, 5, 606815. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.606815>
- Qessaoui, R., R. Bouharroud, R. Benhima, E.H. Mayad, B. Chebli, M.A. Shergini. 2020. Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on *Citrus macrophylla* Rootstock. *Mor. Journal Agriculture Science*, 1(2), 79-83.
- Sitawati, M.B. Sintawati, S. Fajriani. 2022. Efektivitas *Plant Growth Promotion Rhizobacteria* (PGPR) dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Tanaman *Aster ericoides* (*Symphyotrichum ericoides*). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 13(2), 64-71. Doi: <https://doi.org/10.29244/jhi.13.2.64-71>
- Sojitra , A., G. Kumari, R. Chintey, S.A. Aware, K. Saika. 2023. *Plant Physiology Unraveling the Science of Plant Life* (pp.181-187). Elite Publishing House. New Delhi.

- Sudarmini, D.P., I.M. Sudana, I.P. Sudiarta, G. Suastika. 2018. Pemanfaatan Bakteri Pelarut Fosfat Penginduksi Hormon IAA untuk Peningkatan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max*). *Journal of Agricultural Science and Biotechnology*, 7(1), 1-12.
- Sudiarti, D., H. Hasbiyati. 2017. Efektivitas Biofertilizer pada Pertumbuhan Tinggi Tanaman Kedelai Edamame (*Glycine Max*). *Jurnal Sains Health*, 1(2), 46-55. Doi: <https://doi.org/10.51804/jsh.v1i2.110.97-106>
- Suryatmana, P., H.A.M. Elmirasari, R. Hindersah, B.N. Fitriatin, M.S. Rochimi. 2023. Pengaruh Bahan Pembawa terhadap Efektifitas Bakteri Pelarut Fosfat pada Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max L.*) pada Inceptisol. *Jurnal Agronomi*, 10(1), 123-136. Doi: <https://doi.org/10.15575/25039>
- Widyaningsih, S., M.E. Dwiastuti, D. Agustina, I.M. Suidiana. 2020. Potency of Biofertilizer to Control Damping off Disease and Stimulate Plant Growth on *Japansche Citroen* Seedling. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 458(1), p012048. IOP Publishing. Doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/458/1/012048>.
- Yasa, N.A.M., N.Q.B. Kassim, S. Adam, N.M.I. Othman, D. Agustina, I.M. Suidiana. 2023. The Effect of Different Types of Biofertilizers on selected Peat Properties and Growth Response of Pak Choy (*Brassica rapa L.*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Sustainability Agriculture and Biosystem (ICSAB 2022)*, 1182(2023)012032. Doi: [10.1088/1755-1315/1182/1/012032](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1182/1/012032).

Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of the publisher(s) and/or the editor(s).

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).