

**PENGARUH BAHAN PEMBAWA TERHADAP EFEKTIFITAS BAKTERI PELARUT FOSFAT
PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL KEDELAI (*Glycine max* L.) PADA INCEPTISOL**

**EFFECT OF PHOSPHATE SOLUBILIZING BACTERIA IN CARRIER MATERIALS TO THE
GROWTH AND RESULTS OF SOYBEAN (*Glycine max* L.) IN INCEPTISOL**

Pujawati Suryatmana*, Andi Hana Mufidah Elmirasari, Reginawanti Hindersah, Betty Natalie
Fitriatin, Mieke Rochimi Setiawati

Jurusan Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran,
Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21, Jatinangor, Jawa Barat, Indonesia.

*Korespondensi : pujawati@unpad.ac.id

Diterima : 08 April 2023 / Disetujui : 20 Juli 2023

ABSTRAK

Upaya untuk meningkatkan produksi kedelai sekaligus mempertahankan kesehatan tanah dapat dilakukan dengan memanfaatkan pupuk hayati (*biofertilizers*). Namun aplikasi pupuk hayati pada Inceptisol yang cenderung masam sering mengalami kendala dalam efektifitasnya. Sehingga perlu upaya untuk menjaga efektifitas inokulan melalui pemilihan bahan pembawa yang tepat. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dalam bahan pembawa dari limbah pertanian (molase, air kelapa, dan dedak) untuk meningkatkan viabilitas BPF, pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L.) pada Inceptisols di Jatinangor. Percobaan dilakukan di rumah kaca kebun percobaan Fakultas Pertanian Unpad. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak kelompok (RAK) yang terdiri dari perlakuan kontrol (tanpa inokulan BPF), BPF tanpa bahan organik; BPF dikombinasikan dengan tiga jenis bahan organik (masing-masing: molase, air kelapa, dedak padi, dan campurannya). Hasil percobaan menunjukkan bahwa air kelapa dan dedak padi berpotensi dapat mempertahankan viabilitas populasi BPF. Air kelapa dapat meningkatkan jumlah dan bobot biji per tanaman kedelai secara signifikan, dengan peningkatan hasil masing-masing sebesar 41,176% dan 18,823%. Air kelapa merupakan bahan organik yang paling potensial sebagai bahan stimulan dibandingkan molase maupun dedak. Air kelapa mengandung glukosa, fruktosa, dan sukrosa, asam glutamat dan asam aspartat yang dapat berperan dalam memacu aktifitas BPF.

Kata kunci: air kelapa, bakteri pelarut fosfat, dedak, molase, Inceptisols

ABSTRACT

Attempt to increase soybean production while maintaining soil health can be done by utilizing biofertilizers. However, the application of biological fertilizers on Inceptisols which tend to be acidic often go to meet the problems in its effectiveness. So it is necessary to maintain the effectiveness of inoculants through the selection of appropriate carrier materials.

ISSN : [2407-7933](https://doi.org/10.15575/25039)

123

Cite this as: Suryatmana, P., Elmirasari, H. A.M., Hindersah, R., Fitriatin, B. N. & Rochimi, M. S. (2023). Pengaruh bahan pembawa terhadap efektifitas bakteri pelarut fosfat pada pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* L.) pada inceptisol. *Jurnal Agro*, 10(1), 123-136. <https://doi.org/10.15575/25039>

The experiment aimed to determine the effect of the application of Phosphate Solubilizing Bacteria (PSB) in carrier materials from agricultural waste (molasses, coconut water, and bran) to increase BPF viability, growth and yield of soybean (*Glycine max* L.) on Inceptisols in Jatinangor. The experimental design used was a randomized block design (RBD) consisting of a control treatment (without BPF inoculant), BPF without organic matter; BPF combined with three types of organic matter (each: molasses, coconut water, and rice bran and their mixtures). Experimental results showed that coconut water and rice bran could potentially maintain the viability of the BPF population. Coconut water could significantly increase the number and weight of seeds per soybean plant, with an increase in yield of 41.176% and 18.823%, respectively. Coconut water is an organic substance that has the most potential as a stimulant material compared with molasses or bran.

Key words: coconut water, Inceptisols, phosphate solubilizing bacteria, rice bran, soybean

PENDAHULUAN

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Secara umum, Fosfor merupakan nutrisi utama yang diperlukan tanaman melalui fosfat anorganik berafinitas tinggi (Pi). Peranan P bagi tanaman yaitu untuk membantu proses fotosintesis, asimilasi, dan respirasi (Muneer & Jeong, 2015), dalam kloroplas untuk sintesis pati dan berada di bawah kontrol metabolik dari siklus Calvin-Benson (McClain & Sharkey, 2019). Fotosintat ditranslokasikan untuk perkembangan perakaran tanaman, pembelahan sel, dan meningkatkan bobot biji dan buah (Firdausi *et al.*, 2016). Keberadaannya dibutuhkan dalam jumlah yang tinggi, sehingga efisiensi pupuk P pada kedelai menjadi permasalahan bagi petani karena kebutuhannya juga cukup besar bagi varietas unggul (Kurniawan, 2014), serta penggunaan pupuk yang tidak efisien. Seperti halnya pada tanah masam ketersediaan P umumnya rendah, karena berada dalam bentuk-bentuk terikat seperti Al-P dan Fe-P, sedangkan pada tanah bereaksi basa, pada umumnya P bersenyawa sebagai Ca-P. Adanya fiksasi P

yang kuat oleh Al dan Fe hidroksida adalah masalah umum ditemui di dalam tanah (Penn & Camberato, 2019; Johan *et al.*, 2021).

Sekitar 95-99% P terdapat dalam bentuk tidak terlarut sehingga tidak dapat digunakan oleh tanaman. Pupuk P yang diberikan pun langsung diubah ke dalam bentuk tidak terlarut sehingga memerlukan mikroba untuk melarutkan P.

Kedelai merupakan sumber protein nabati dan memiliki kadar asam amino paling dibutuhkan manusia. Upaya untuk meningkatkan produksi kedelai sekaligus mempertahankan kesehatan tanah dapat dilakukan dengan memanfaatkan pupuk hayati (*biofertilizers*).

Salah satu bakteri yang potensial dapat meningkatkan ketersediaan hara P yaitu Bakteri Pelarut Fosfat (BPF). Bakteri ini mempunyai kemampuan untuk melarutkan P organik menjadi bentuk terlarut yang tersedia bagi tanaman (Ingle & Padole, 2017). Bakteri pelarut fosfat mensekresi asam organik (seperti asam asetat, asam format, asam laktat, asam oksalat, asam malat, dan asam sitrat) yang dapat membentuk kompleks stabil dengan kation pengikat P di dalam tanah (Tian *et al.*, 2021), sehingga meningkatkan kelarutan P,

dan mengurangi toksisitas Al^{3+} , Fe^{3+} dan Mn^{2+} .

Salah satu jenis mikroorganisme yang termasuk dalam BPF yaitu bakteri *Pseudomonas cepaceae*. Bakteri ini memiliki kemampuan dalam menghasilkan enzim fosfatase sebesar $0,211 \mu Mg^{-1}$ lebih besar dua kali lipat dibandingkan yang dihasilkan BPF lainnya serta mampu meningkatkan panjang akar (Setiawati *et al.*, 2014). Namun demikian efektifitas bakteri pelarut fosfat seringkali mengalami penurunan apabila diaplikasikan pada tanah yang bersifat masam sampai agak masam, seperti pada Inceptisol Jatiningor yang memiliki pH masam - sampai agak masam (Irwan & Nurmala. 2018).

Penurunan efektifitas isolat BPF pada tanah Inceptisol dapat diatasi dengan penambahan bahan organik yang berperan memelihara aktifitas isolat BPF yang digunakan. Bahan organik tersebut sebagai komponen bahan pembawa yang berfungsi untuk memelihara, menumbuhkan, menyediakan nutrisi, dan memperpanjang waktu simpan isolat. Media pembawa harus mengandung unsur hara organik berupa nitrogen, fosfor, karbon, kalium dan unsur hara lainnya (Firdausi *et al.*, 2016). Beberapa jenis bahan organik yang potensial sebagai bahan aditif stimulan untuk meningkatkan nutrisi bahan pembawa utama adalah molase, air kelapa, dan dedak.

Molase atau tetes tebu merupakan hasil samping pengolahan tebu, memiliki pH sekitar 5,5-6,5, mengandung asam-asam organik bebas, sukrosa sekitar 34% dan kandungan total karbon sekitar 37% (Chikhounne *et al.*, 2014). Menurut Kusuma *et al.* (2017) penambahan molase pada proses komposting dapat meningkatkan kandungan C-organik. Preichardt *et al.*

(2019) melaporkan bahwa tetes tebu mengandung nutrisi yang tinggi, seperti gula pereduksi 12,49%, gula bukan pereduksi 35,63%, natrium $46,12 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, kalium $292,46 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, mangan $8,36 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, magnesium $118,38 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, besi $0,83 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, dan fosfor $65,5 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$. Chikhounne *et al.*, (2014) melaporkan bahwa molase mengandung sukrosa (68,36%), glukosa (18,50%), dan maltosa (13,14%). Hasil analisis komposisi molase yang digunakan dalam penelitian ini adalah protein 12,87%, lemak 0,112%, serat kasar 11,37%, Ca 0,08%, P tersedia 0,22%, dan Mg 0,21%.

Air kelapa kaya akan kalium hingga 17%, gula yang berkisar antara 1,7% sampai 2,6%, protein 0,55%, dan mineral berupa Natrium, Kalsium, Magnesium, Sulfur, kalsium dan mikronutrien (Sathiyavimal *et al.*, 2014). Air kelapa memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tinggi dan jumlah daun tanaman sayuran (Nana & Salamah, 2014).

Dedak merupakan limbah penggilingan padi yang banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Dedak merupakan kulit ari beras yang tersisa dari proses pemutihan beras (Raharjo & Muhamad, 2015). Kandungan serat kasar pada dedak, sedangkan kandungan proteinnya yaitu 13,6% dan karbohidrat sebesar 40,63% (Moongngarm *et al.*, 2012); (Putrawan *et al.*, 2017.)

Variasi bahan organik sebagai aditif stimulan yang ditambahkan pada media pembawa utama berupa kompos diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh BPF sehingga dapat efektif meningkatkan pertumbuhan serta produksi tanaman kedelai (*Glycine max* (L) Merrill.).

Fokus bahasan penelitian adalah uji efektifitas tiga macam bahan organik sebagai aditif bahan pembawa yang dapat mestimulasi peningkatan populasi BPF, pertumbuhan tanaman kedelai, dan hasil kedelai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – juli 2021 di Lahan Ciparanje Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Kec. Jatinangor, Kab. Sumedang, Jawa Barat. Lokasi berada pada ketinggian ± 774 meter di atas permukaan laut.

Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan sebagai rancangan percobaan. Perlakuan terlampir pada Tabel 1.

Tabel 1: Perlakuan Percobaan

Dalam Kode	Perlakuan
A	Kontrol
B	Kompos Tanpa BPF +Molase
C	Kompos Tanpa BPF + Air kelapa
D	Kompos Tanpa BPF + Dedak
E	Kompos Tanpa BPF + campuran
F	Kompos + BPF
G	Kompos + BPF + molase
H	Kompos + BPF + air kelapa
I	Kompos +N BPF + dedak
J	Kompos + BPF + campuran

Analisis Awal dan persiapan Tanah percobaan.

Sampel tanah ordo Inceptisol berasal dari daerah Ciparanje. Pengambilan contoh tanah dilakukan dengan menggunakan tanah komposit 1 kg untuk dianalisis sifat fisik, kimia dan biologi tanah dilakukan secara komposit pada kedalaman 0-20 cm dari permukaan tanah pada 5 titik sampel,

dan dilakukan analisis terhadap sample tanah awal .

Perbanyak BPF

Isolat BPF yang digunakan adalah *Pseudomonas cepaceae* yang diperoleh dari koleksi Laboratorium Biologi Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Perbanyak isolat dilakukan dalam Erlenmeyer berisi 100 ml media cair Pikovskaya yang diinokulasi 10% kultur murni *Pseudomonas cepaceae* (10 ml kultur murni dengan kepadatan 10^7 CFU⁻¹). Selanjutnya diinkubasikan pada suhu 30°C, pada alat pengocok dengan kecepatan 110 rpm, selama 72 jam.

Pembuatan inokulan padat BPF dan Aplikasinya

Kompos digunakan sebagai bahan pembawa utama dari isolat *Pseudomonas cepacea*, sebagai perlakuan dasar. Kebutuhan kompos yang direkomendasikan Balittanah yaitu sebanyak 5 t ha⁻¹ atau 12,5 g polibag⁻¹ yang berisi 10 kg tanah. Isolat *Pseudomonas cepaceae* dan masing-masing aditif bahan pembawa sesuai perlakuan disuntikkan ke dalam kompos kemudian diaduk hingga merata. Bahan aditif yang digunakan tiap perlakuan adalah 6% (wt/wt kompos), masing-masing: air kelapa, molase dan dedak. Sehingga diperoleh inokulan BPF dalam masing-masing jenis carrier.

Inokuan BPF dalam carrier diaplikasikan sesuai perlakuan pada 7 hari sebelum tanam. Cara pengaplikasian dilakukan dengan menuangkan inokulan padat BPF pada lubang tanaman sebanyak 12,5 g lubang tanam⁻¹.

Persiapan Benih, aplikasi pupuk anorganik dan Penanaman

Benih kedelai yang digunakan memiliki daya berkecambah di atas 90%. Benih yang digunakan yaitu varietas Anjasmoro. Sebelum ditanam, benih kedelai diberi perlakuan rhizobium dengan dosis 5g per kg benih, dengan mencampurkan inokulan Rhizobium dengan benih kedelai yang telah dilembabkan, campuran didiamkan selama satu jam.

Pupuk dasar yang digunakan adalah pupuk anorganik yaitu N, P, K tunggal. Dosis pupuk anorganik yang digunakan merupakan $\frac{1}{2}$ dari dosis anjuran anjuran umum (Permadi & Haryati, 2015) dengan kebutuhan pupuk tanaman kedelai per hektar yaitu 50 kg Urea, 100 kg SP-36, 100 kg KCl yang diaplikasikan pada saat awal tanam dan awal berbunga.

Analisis Populasi BPF

Analisis perhitungan populasi BPF dilakukan menggunakan metode *Serial dilution Total Plate Count* (TPC). Tahapan analisis adalah sebanyak 1 g sampel tanah dilarutkan dalam aquades 9 ml hingga volume larutan 10 ml. Larutan tanah dikocok hingga terbentuk larutan yang homogen. Sampel diencerkan dengan metode pengenceran secara seri dalam aquades steril, sehingga didapatkan seri pengenceran 10^{-1} - 10^{-7} . Sebanyak 1 ml larutan sampel tanah hasil pengenceran diambil menggunakan pipet, diinokulasikan ke dalam petridish steril. Selanjutnya dituangkan media agar Pikovskaya yang telah mencair. Sampel dan media dalam cawan dihomogenkan dengan mengocokkan cawan secara perlahan, kemudian diinkubasi dalam inkubator selama 48 jam pada suhu 30°C. Koloni yang tumbuh dikelilingi zona bening

menunjukkan bakteri pelarut Fosfat. Jumlah populasi BPF adalah jumlah koloni dikali faktor pengenceran per g tanah.

Analisis Statistik

Data percobaan dianalisis menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) versi 15.0. Analisis varians (ANOVA) dilakukan dan perbedaan signifikan dinilai pada tingkat signifikansi 5% ($p < 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Tanah Awal

Hasil analisis sifat fisik Inceptisols yang digunakan dalam penelitian menunjukkan bahwa tanah bertekstur liat (pasir 5,9%, debu 40,3%, liat 53,8%). Penentuan kelas tekstur ini berdasarkan banyaknya komponen pasir, debu dan liat.

Hasil analisis kimia tanah awal menunjukkan reaksi kemasaman tanah termasuk kriteria agak masam yaitu 5,77. Kandungan C-organik rendah (1,89%), P potensial sangat rendah (19,02 mg 100 g⁻¹) dan P tersedia sangat rendah (2,71 ppm P). Menurut Hardjowigeno (2010), pH tanah menentukan mudah tidaknya unsur hara diserap oleh tanaman dan perkembangan mikroorganisme di dalam tanah. Kemasaman tanah yang terlalu tinggi menyebabkan unsur P difiksasi oleh Al dan Fe. Kandungan C-organik pada tanah yang digunakan dalam percobaan ini yaitu sebesar 1,89% (sangat rendah). Nilai P-tersebut dan P-potensial sangat rendah yaitu sebesar 2,71 ppm P dan 19,02 mg 100 g⁻¹. Rendahnya P dalam tanah percobaan ini dapat dipengaruhi oleh sifat kimia tanah yang lain seperti pH tanah C organik. Dalam kondisi kemasaman tanah (pH tanah) sebesar 5,77 memungkinkan P masih terikat oleh Al dan Fe.

Populasi Bakteri Pelarut Fosfat Akibat perlakuan

Hasil analisis terhadap populasi BPF pada akhir pengamatan ditampilkan pada Tabel 2. Hasil analisis biologi dilakukan untuk mengetahui viabilitas populasi BPF indigenous pada tanah dan kompos. Analisis biologi menunjukkan populasi BPF total pada tanah percobaan sebesar 91×10^6 CFUg tanah⁻¹, dan pada kompos sebelum diperkaya dengan isolat BPF menunjukkan kepadatan 23×10^6 CFU g tanah⁻¹. CFU g tanah⁻¹. Koloni BPF ditunjukkan dengan koloni yang dikelilingi zona bening. Populasi

BPF menunjukkan peningkatan kepadatan setelah 5 MST, hal ini terjadi akibat adanya eksudat akar yang diekskresikan akar Kedelai dapat berperan sebagai sumber carbon dan nutrisi bagi BPF sehingga populasi meningkat. Berdasarkan hasil uji statistik perlakuan BPF tanpa aditif stimulan maupun perlakuan BPF dengan bahan stimulan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap populasi BPF dalam tanah. Namun demikian populasi BPF di dalam tanah meningkat setelah perlakuan yaitu dari 91×10^6 CFU g⁻¹ tanah menjadi kisaran antara 128,33 - 236,67 (10^7 CFU g tanah⁻¹).

Tabel 2: Pengaruh aplikasi BPF dan stimulan organik terhadap populasi BPF pada 5 MST

Perlakuan	Rata-rata Populasi Bakteri
	-- 10^7 CFU g tanah ⁻¹ --
A = Kompos Tanpa BPF dan tanpa bahan stimulant (kontrol)	20,67
B = Kompos Tanpa BPF + molase	195,00
C = Kompos Tanpa BPF + air kelapa	213,33
D = Kompos Tanpa BPF + dedak	183,33
E = Kompos Tanpa BPF + campuran (molase + air kelapa + dedak)	208,33
F = Kompos +BPF + tanpa stimulant	231,67
G = Kompos +BPF + molase	128,33
H = Kompos +BPF + air kelapa	235,00
I = Kompos + BPF + dedak	236,67
J = Kompos + BPF + campuran (molase + air kelapa + dedak)	183,33

Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun populasi BPF antar perlakuan tidak berbeda nyata namun menunjukkan peningkatan populasi akibat perlakuan penggunaan limbah pertanian sebagai stimulan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa air kelapa dan dedak cenderung dapat mempertahankan viabilitas populasi

BPF, yang ditunjukkan dengan kepadatan populasi yang cenderung lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Potensi air kelapa sebagai stimulan dikaitkan dengan komposisinya yang mengandung Glukosa, Fruktosa, dan Sukrosa, asam glutamate dan asam aspartat (Sathiyavimal *et al.*, 2014); sumber karbon tersebut tersedia dan tepat sebagai sumber karbon untuk BPF. Selain

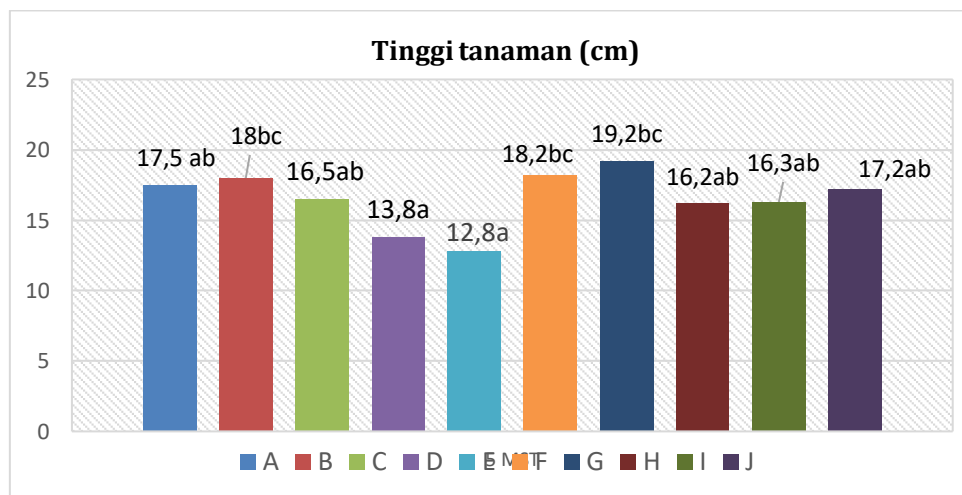
itu, dilaporkan bahwa asam aspartat dan asam glutamat yang terkandung dalam air kelapa merupakan atraktan yang kuat (Stambulskaa & Lushchak, 2015). Senyawa ini diduga berimplikasi pada sistem metabolisme sel BPF untuk mengatasi kondisi stres asam. Menurut Feehily & Karatzas, (2013) asam glutamate berperan penting melawan cekaman asam pada banyak genera bakteri tanah. Sedangkan dedak mengandung karbohidrat yang tinggi dan berperan sebagai sumber karbon bagi BPF. Dedak mengandung serat kasar (lignin dan selulosa) 12,48%, lemak 18,80%, protein 13,66%, karbohidrat 40,63%, asam fitat 50,68 mgg⁻¹, oryzanol 3,5, dan tokoferol 40,94 mgg⁻¹ (Moongngarm *et al.*, 2012). Komponen dedak ini diperkirakan dapat menyediakan sumber karbon yang cukup dan membantu mempertahankan viabilitas BPF saat diaplikasikan ke dalam tanah.

Kepadatan populasi BPF juga dipengaruhi oleh ketersediaan P, bahan

organik, pH tanah, dan jenis tanaman (Sharma *et al.*, 2011), dari penelitian ini menunjukkan bahwa eksudat tanaman kedelai, adanya kompos dan tiga bahan organik (dedak, molase dan air kelapa) dapat berperan sebagai aditif biostimulan untuk meningkatkan pertumbuhan BPF di dalam tanah. Bahan organik yang diberikan digunakan oleh *Pseudomonas cepaceae* sebagai sumber karbon dan nutrisinya.

Komponen Pertumbuhan Tanaman Kedelai
a. Tinggi Tanaman Kedelai

Tinggi tanaman merupakan salah satu variabel pertumbuhan yang paling penting yang sangat dipengaruhi oleh faktor fisiologi dan lingkungan. Pengamatan tinggi tanaman kedelai dilakukan pada masa vegetatif yaitu umur 5 MST. Data tinggi tanaman menunjukkan respon tanaman kedelai akibat perlakuan (Gambar 1).



Keterangan Gambar: A = Tanpa BPF dan tanpa bahan stimulan (kontrol) ; B = Kompos Tanpa BPF + molase ; C = Kompos tanpa BPF + air kelapa; D = Kompos Tanpa BPF + dedak ; E = Kompos Tanpa BPF + campuran (molase + air kelapa + dedak) ; F = Kompos +NBPF + tanpa stimulan; G = Kompos + NBPF + molase ; H = Kompos + BPF + air kelapa ; I = Kompos + BPF + dedak ; J = Kompos + BPF + campuran (molase + air kelapa + dedak), MST = minggu setelah tanam.

Gambar 1. Pengaruh aplikasi BPF dan stimulan organik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pada fase 5 MST

Perbedaan signifikan tinggi tanaman mulai terlihat pada umur 5 MST. Berdasarkan data pada Gambar 1, pada periode 5 MST kenaikan tinggi tanaman berkisar antara 5-10 cm, hal ini disebabkan tanaman mulai menunjukkan daya penyerapan hara yang berbeda.

Tinggi tanaman tertinggi pada fase vegetatif (umur tanaman 5 MST) ditunjukkan oleh perlakuan G (BPF + molase) yaitu mencapai 19,2 cm. Disusul oleh perlakuan F (BPF tanpa bahan stimulan) dengan tinggi tanaman rata-rata 18,2 cm, selanjutnya disusul oleh perlakuan B (Tanpa BPF + molase) yang mencapai tinggi 18 cm. Dari hasil ini dapat dilihat bahwa molase memiliki peran dalam pertumbuhan tinggi tanaman. Molase merupakan sumber karbon dan nitrogen yang potensial dibutuhkan untuk pertumbuhan dan aktifitas mikroba fungsional. Sehingga peran BPF dalam meningkatkan pertumbuhan dapat terlihat nyata. Menurut Muneer & Jeog (2015), pasokan Fosfor dan nitrogen yang cukup akan mempercepat perubahan karbohidrat menjadi protein dan digunakan untuk menyusun dinding sel bakteri. Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa peran BPF yang dikombinasikan dengan molase menunjukkan aktifitas yang baik dalam meningkatkan tinggi tanaman kedelai.

Volume Akar dan Jumlah daun

Jumlah daun dan volume akar merupakan parameter pertumbuhan penting untuk aktifitas fotosintesis, dan volume akar akan mempengaruhi jangkauan akar dalam memperoleh hara dan air (Fahrudin, 2009). Dilihat dari Tabel 3. efek perlakuan, tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap volume akar. Pemberian BPF dan bahan aditif juga memberikan hasil

yang tidak berbeda nyata dengan hanya pemberian bahan aditif. Hal ini diduga karena berdasarkan hasil analisis tanah awal ketersediaan P sangat rendah yaitu 2,71 ppm P sehingga pemberian BPF dan bahan aditif tidak bekerja maksimal untuk melarutkan P. Namun ada kecenderungan peningkatan volume akar yang dihasilkan pada perlakuan H (BPF + air kelapa), diikuti oleh perlakuan I (BPF + dedak), perlakuan G (BPF + molase), dan perlakuan J (BPF + campuran (molase + air kelapa + dedak)). Hal ini membuktikan bahwa perlakuan BPF dan air kelapa cenderung memiliki potensi sebagai stimulan untuk meningkatkan aktifitas BPF dalam meningkatkan P tersedia dan fitohormon bagi pertumbuhan dan perkembangan volume akar. Volume akar yang tinggi akan memperluas permukaan akar yang mampu menjangkau unsur hara lebih luas (Torey *et al.*, 2013).

Daun merupakan organ penting tanaman, lokasi berlangsungnya proses fotosintesis untuk mendapatkan fotosintat yang diperlukan tanaman. Jumlah daun berkaitan erat dengan penyerapan unsur hara, dimana banyaknya jumlah daun membuktikan metabolisme berlangsung dengan baik. Hasil analisis pada Tabel 3. menunjukkan jumlah daun akibat perlakuan tidak menunjukkan perbedaan nyata, namun demikian ada kecenderungan pada perlakuan H (BPF + air kelapa) jumlah daun meningkat lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa air kelapa paling berpotensi sebagai stimulan untuk aktifitas BPF dalam menyediakan unsur P dan fitohormon. Diketahui air kelapa mengandung hormon dan unsur hara. Hormon pertumbuhan yang terdapat pada air kelapa diantaranya yaitu auksin dan sitokinin. Keduanya merupakan hormon yang berperan penting

dalam pertumbuhan organ tanaman, juga Air kelapa mengandung kalium (K). Kalium (K) berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman, memaksimalkan hasil panen (Sardans & Peñuelas, 2021), meningkatkan aktifitas enzim penting itu mendorong berbagai mekanisme fisiologis dan metabolisme, termasuk yang terlibat dalam intesis, transportasi gula, metabolisme nitrogen

protenin, dan fotosintesis (Sanyal *et al.*, 2020). Meningkatkan tinggi tanaman, pembungaan dan hasil (Bulawa *et al.*, 2022). Namun demikian dalam penelitian ini potensi air kelapa ini masih perlu dikembangkan lebih lanjut dengan meningkatkan dosis penggunaan air kelapa yang dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan jumlah daun secara signifikan.

Tabel 3. Pengaruh aplikasi BPF dan bahan aditif terhadap jumlah daun dan volume akar pada fase vegetatif awal.

Perlakuan	Jumlah Daun -- tanaman ⁻¹ --	Volume akar -- g tanaman ⁻¹ --
A = Kompos Tanpa BPF dan bahan aditif (kontrol)	13,33 ab	1,667
B = Kompos Tanpa BPF + molase	13,67 ab	1,933
C = Kompos Tanpa BPF + air kelapa	13,33 ab	1,800
D = Kompos Tanpa BPF + dedak	14,00 ab	1,533
E = Kompos Tanpa BPF + campuran	13,00 a	1,667
F = Kompos + BPF + tanpa aditif	13,67 ab	1,333
G = Kompos + BPF + molase	13,33 ab	2,233
H = Kompos + BPF + air kelapa	14,67 b	3,167
I = Kompos + BPF + dedak	13,33 ab	3,000
J = Kompos + BPF + campuran	13,67 ab	2,167

Catatan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, berdasarkan uji Dunken

Bobot Biji Kedelai

Hasil pengamatan dan analisis statistik terhadap berat biji tanaman kedelai disajikan pada Tabel 4. Tanaman yang menghasilkan bobot biji tertinggi secara signifikan yaitu perlakuan H (BPF + air kelapa) dengan nilai rata-rata sebesar 9,36 g tanaman⁻¹ sedangkan hasil bobot biji

terendah ditunjukkan oleh perlakuan kontrol sebesar 6,63 g tanaman⁻¹.

Peningkatan bobot biji akibat perlakuan H sebesar 41,176%. Tampak bahwa air kelapa juga menunjukkan efek stimulan pada perlakuan tanpa BPF (perlakuan C), hal ini mengindikasikan bahwa air kelapa dapat menstimulasi mikroba indigen, sehingga berperan meningkatkan bobot biji sebesar 25,940% tanaman⁻¹.

Tabel 4: Pengaruh aplikasi BPF dan stimulan organik terhadap bobot biji

Perlakuan	Rata-rata bobot biji	Peningkatan bobot biji akibat perlakuan dibandingkan perlakuan kontrol
	-- g tanaman ⁻¹ --	-- g tanaman ⁻¹ --
A = Kompos Tanpa BPF dan bahan aditif (kontrol)	6,63 a	0
B = Kompos Tanpa BPF + molase	7,37 ab	11,161
C = Kompos Tanpa BPF + air kelapa	8,32 b	25,490
D = Kompos Tanpa BPF + dedak	7,80 b	17,647
E = Kompos Tanpa BPF + campuran	7,26 ab	9,502
F = Kompos + BPF + tanpa aditif	6,40 a	-3,469
G = Kompos + BPF + molase	7,89 b	19,004
H = Kompos + BPF + air kelapa	9,36 c	41,176
I = Kompos + BPF + dedak	7,81 b	17,797
J = Kompos + BPF + campuran	7,76 b	17,043

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, berdasarkan uji Dunken

Kecenderungan perlakuan H (BPF + air kelapa) dalam memberikan hasil bobot biji tertinggi daripada perlakuan lainnya disebabkan karena air kelapa mengandung hormon pertumbuhan yaitu auksin. Apabila konsentrasi auksin tinggi, produksi etilen juga cenderung tinggi (Darlina *et al.*, 2016). Etilen sangat berperan pada fase vegetatif akhir, terlebih apabila didukung fotosintat dari daun. Disamping itu air kelapa mengandung berbagai nutrisi yang tersedia bagi pertumbuhan inokulan BPF. Menurut Sathiyavimal *et al.* (2014) dan Prades *et al.* (2012), air kelapa mengandung air sebanyak 91,33%, gula (sukrosa, glukosa, fruktosa, dan sorbitol) hingga 3%, protein 0,27%, lemak 0,14%, karbohidrat 38%, dan abu 1,12% juga mengandung vitamin C dan vitamin B. kompleks (riboflavin, tiamin, biotin), dan beberapa mineral, termasuk kalium, natrium, kalsium, magnesium, besi, tembaga, fosfor, dan belerang. Dengan demikian keberadaan air kelapa dapat

berperan sebagai stimulan untuk meningkatkan pertumbuhan dan aktifitas BPF, sehingga inokulan BPF yang ditambahkan air kelapa dapat membantu dalam memacu pembentukan biji kedelai.

Jumlah Biji per Tanaman

Jumlah biji merupakan komponen hasil yang sangat dipengaruhi oleh penyerapan unsur hara selama proses pertumbuhan tanaman. Hasil pengamatan dan analisis statistik terhadap jumlah biji pertanaman ditampilkan pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan BPF dan bahan stimulan berpengaruh nyata terhadap jumlah biji per tanaman. Terjadi peningkatan hasil biji secara signifikan pada perlakuan H (aplikasi BPF yang dikombinasikan air kelapa), dengan peningkatan hasil jumlah biji sebesar 18,823%. Sedangkan perlakuan yang menurunkan hasil jumlah biji terendah terjadi pada perlakuan tanpa BPF yang

diberi dedak. Jumlah biji merupakan penentu akhir dari kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara yang dibutuhkan. Ketika tanaman mengalami

fase pertumbuhan organ generatif, terjadi cekaman kekeringan yang menyebabkan distribusi fotosintat pada pada pengisian biji tidak maksimal.

Tabel 5: Pengaruh aplikasi BPF dan bahan stimulan organik terhadap jumlah biji per tanaman

Perlakuan	Jumlah biji	Peningkatan jumlah biji dibandingkan perlakuan kontrol
	Jumlah biji tanaman	-- % tanaman ⁻¹
A = Kompos Tanpa BPF dan bahan aditif (kontrol)	62,00ab	0
B = Kompos Tanpa BPF + molase	63,33 ab	2,145
C = Kompos Tanpa BPF + air kelapa	65,33ab	5,370
D = Kompos Tanpa BPF + dedak	47,00a	-24,193
E = Kompos Tanpa BPF + campuran	49,00a	-20,968
F = Kompos + BPF + tanpa aditif	50,33a	-18,823
G = Kompos + BPF + molase	58,00ab	-6,452
H = Kompos + BPF + air kelapa	73,67c	18,823
I = Kompos + BPF + dedak	68,00bc	9,677
J = Kompos + BPF + campuran	61,33ab	-1,081

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, berdasarkan uji Dunken

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa potensi air kelapa sebagai stimulan memacu aktifitas BPF dalam menyediakan P tersedia untuk proses pengisian polong memberikan hasil yang positif, yaitu menghasilkan jumlah biji yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Menurut Yong *et al.* (2009), air kelapa mengandung fitohormon diantaranya yaitu auksin, giberelin, sitokinin, dan asam absisat, unsur hara. Fitihormon tersebut sangat berperan dalam pertumbuhan tanaman dan pembentukan klorofil, hal ini akan berpengaruh positif terhadap pembentukan biji. Hasil jumlah biji yang sejalan dengan hasil bobot biji membuktikan bahwa penambahan air

kelapa cenderung dapat meningkatkan hasil tanaman kedelai.

SIMPULAN

1. Sifat tanah percobaan cenderung memiliki pH agak masam, kandungan N, P dan bahan organik yang sangat rendah.
2. Air kelapa dan dedak berpotensi mampu memperthankan viabilitas populasi BPF.
3. Air kelapa secara meningkatkan hasil bobot biji dan jumlah biji pertanaman kedelai secara signifikan, dengan peningkatan masing masing sebesar 41,176%

dan 18,823%. Air kelapa merupakan limbah pertanian yang berpotensi menstimulasi aktifitas BPF dalam memasok nutrisi P bagi pembentukan biji kedelai.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Padjadjaran yang telah mendanai penelitian ini pada pelaksanaan Program Penelitian “Riset Dasar Unggulan” (RKDU) anggaran tahun 2021 dan juga ucapan terima kasih disampaikan kepada Manajer Laboratorium Biologi Tanah Departemen Ilmu Tanah dan Pengelolaan Sumber Daya Lahan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran yang telah mendukung, mengizinkan dan menyediakan fasilitas Laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Bulawa, B., Sogon, A., Muhali Olaide Jimoh, M.O., & Laubscher, C.P. (2022). Potassium application enhanced plant growth, mineral composition, proximate and phytochemical content *Trachyandra divaricata* Kunth. (Sandkool). *Plants*, 11, 3183. <https://doi.org/10.3390/plants11223183>
- Chikhoun, A., Bedjou, F., Oubouid S., Boukefoussa R., Bechri, B., Tarmoul H., Abdeladim, T., Tounsi, A., Hamitri M., Chikh, S., & Louiza, K.L. (2014). Development of sugar cane molasses in formulations of madeleines, mini croissants, and buns incorporated with interesterified oil. *Journal of Chemistry*, 2014, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2014/936780>
- Darlina., Hasanuddin, & Rahmatan, H. (2016). Pengaruh penyiraman air kelapa (*Cocos nucifera* L.) terhadap pertumbuhan vegetatif lada (*Piper nigrum* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 1(1), 20–28.
- Feehily, C., & Karatzas, K.A.G. (2013): Role of glutamate metabolism in bacterial responses towards acid and other stresses. *Journal of Applied Microbiology*, 114(1), 11–24. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05434.x>
- Firdausi, N., Muslihatin, W., & Nurhidayati. (2016). Pengaruh kombinasi media pembawa pupuk hayati bakteri pelarut fosfat terhadap pH dan unsur hara fosfor dalam tanah. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2), 53-56.
- Irwan, A.W & Nurmala, T. (2018). Influence of biofertilizer and lime on soybean productivity in Inceptisols Jatinangor. *Jurnal Kultivasi*, 17(2), 656-662
- Kurniawan, S., Rasyad, A., Wardati. (2014). Pengaruh pemberian pupuk fosfor terhadap pertumbuhan beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill.). *Jurnal JOM Faperta*, 1(2), 1-11.
- Kusuma, A.P., Istirokhatun, T., & Purwono. (2017). Pengaruh penambahan urin sapi dan molase terhadap kandungan C-Organik dan nitrogen total dalam pengolahan limbah padat isi rumen RPH dengan pengomposan aerobik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–9.
- McClain AM, Sharkey TD. (2019). Triose phosphate utilization and beyond: from photosynthesis to end product synthesis. *Journal of Experimental Botany*, 70, 1755–1766.
- Moelyohadi, Y., Harun, M. U., Hayati, R., & Gofar, N. (2012). Pemanfaatan berbagai jenis pupuk hayati pada budidaya tanaman jagung (*Zea mays* L.) efisien hara di lahan kering marginal. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 1(1), 31–39.

- Moongngarm, A., Daomukda, N., & Khumpika, S. (2012). Chemical compositions phytochemicals, and antioxidant capacity of rice bran, rice bran layer, and rice germ. *APCBEE Procedia*, 2, 73 – 7.
- Muneer, S., & Ryong, B. Jeong. (2015). Proteomic analysis provides new insights in phosphorus homeostasis subjected to Pi (Inorganic Phosphate) starvation in tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.). *PLOS ONE*, 10(7), 1-18.
- Nana, S.A.B.P., & Salamah, Z. (2014). Pertumbuhan Tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.) dengan penyiraman air kelapa (*Cocos nucifera* L.). *Jupemasi-Bio*, 1(1), 82-86.
- Penn, C.J., and Camberato, J.J. (2019). A critical review on soil chemical processes that control how soil pH affects phosphorus availability to plants. *J. Agri*, 9, 120. <https://doi.org/3390/agriculture9060120>
- Permadi, K & haryati, Y. (2015). Pemberian pupuk N, P, dan K berdasarkan pengelolaan hara spesifik lokasi untuk meningkatkan produktivitas kedelai (Review). *AGROTROP*, 5(1), 1 – 8.
- Preichard, L.D., Haubert, L., Sawitzki, M.C., Bertol, T.M., Vicenzi R., Meinhart, A.D., Da Silva, W.P., & Fiorentini, Â.M. (2019). Multivariate optimization of staphylococcus xylosus AD1 biomass production using sugarcane molasses plus yeast extract and soybean meal. *Acta Scientiarum-Biotechnology*, 41(1):1-10. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v41i1.47487>
- Putrawan, I.D.G.A., Nugroho, R., & Anggara, R. (2017). Ekstraksi asam lemak bebas dari minyak dedak padi menggunakan etanol-air dalam tangki pengaduk. *Jurnal Reaktor*, 17(3), 166-176.
- Raharjo, E.I., & Muhamad, A. (2016). Pengaruh kombinasi media ampas kelapa sawit dan dedak padi terhadap produksi maggot (*Hermetia illucens*). *Jurnal Ruaya*, 4(2), 41-46.
- Sardans, J., & Peñuelas, J. (2021). Potassium control of plant functions: Ecological and agricultural implications. *Plants*, 10, 419.[CrossRef]
- Sanyal, S.K., Rajasheker, G., Kishor, P.B.K., Kumar, S.A., Kumari, P.H., Saritha, K.V., Rathnagiri, P., Pandey, G.K. (2020). Role of protein phosphatases in signaling, potassium transport, and abiotic stress responses. in protein phosphatases and stress management in plants; Springer: Cham, Switzerland, pp. 203–232. [CrossRef]
- Sathiyavimal, S., Vasantharaj, S., Jagannathan, S., Senthilkumar, R.P., & Vijayaram S. (2014). Natural sources of coconut component used for microbial culture medium (NSM). *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 26(2), 28–32.
- Setiawati, M.R., Suryatmana, P., Hindersah, R., Fitriatin, B.N. & Herdiyantoro, D. (2014). Karakterisasi isolat bakteri pelarut fosfat untuk meningkatkan ketersediaan p pada media kultur cair tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Bionatura - Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati Dan Fisik*, 16(1), 30–34.
- Sharma, S., Kumar, V., & Tripathi, R.B. (2011). Isolation of Phosphate Solubilizing Microorganism (PSMs) From Soil. *J. Microbiol. Biotech. Res*, 1(2), 90–95.
- Stambulskaa,U.Y., Lushchak, V.I. (2015). Efficacy of symbiosis formation by pea plants with local western ukrainian strains of rhizobium. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 5(2),92–98.

- <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2015.5.2.92-98>
- Sumbul A., Ansari, R.A., Rizvi, R., & Mahmood I. (2020), Azotobacter: A potential bio-fertilizer for soil and plant health management. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(12), 3634–3640.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.08.004>.
- Tian, J., Ge, F., Zhang, D., Deng, S., & Liu, X. (2021). Roles of phosphate solubilizing microorganisms from managing soil phosphorus deficiency to mediating biogeochemical P cycle. *Biology J*, 10,158-167.
<https://doi.org/10.3390/biology1002010158>
- Torey, P. C., Ai, N. S., Siahaan, P., & Mambu, S. M. (2013). Karakter morfologi akar sebagai indikator kekurangan air pada padi lokal Superwin. *Jurnal Bios Lagos*, 54, 46–54.
- Yong, J.W.H., Ge, L., Ng, Y.F., & Tan, S.N. (2009). The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules*, 14(12), 5144 - 5164.
<https://doi.org/10.3390/molecules14125144>.