

# Pelapisan Benih dengan Aktinobakteri untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Padi

## Actinobacterial Seed Coating for Promoting Rice Plant Growth

ELISA SOPIATUL FITRIANI<sup>1</sup>, ZAENAL ABIDIN<sup>2</sup>, YULIN LESTARI<sup>\*</sup>

<sup>1</sup>Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

<sup>2</sup>Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

Diterima 22 Juni 2023/Diterima dalam Bentuk Revisi 23 Juni 2023/Disetujui 26 Juni 2023

The need for rice continues to increase along with the increase in population. Efforts to increase rice production is generally carried out through proper and balanced fertilization. Other than that, plant growth-promoting actinobacterial (PGPB) inoculants can be used as an alternative solution. This study aimed to examine the effect of the application of actinobacterial seed dressing and NPK fertilizers on the growth of rice plants grown in a glass house. A randomized block design with three factors was conducted, consisting of actinobacterial seed dressing (added and not added), type of carrier (zeolite, peat, and combinations) and doses of NPK fertilizer (0 g/pot, 0.375 g/pot, and 0.75 g/pot). The addition of actinobacteria consortium, peat-zeolite combination 1:3, and NPK fertilizer at a dose of 0.75 g/pot (A2C3P3) gave consistent results in increasing the average yield of rice vegetative and reproductive parameters observed in the glass house. The A2C3P3 treatment had a significant effect on the number of tillers, width of flag leaf, dry weight of roots and shoots of rice observed at 10 WAP compared to other treatment combinations. The actinobacterial seed coating plays a pivotal role in supporting rice plant growth.

Key words: actinobacteria, *in planta*, PGPB, peat, zeolite

### PENDAHULUAN

Intensifikasi pertanian khususnya pada padi dengan menggunakan pupuk sintetis hingga saat ini ada yang menggunakan dosis melebihi dosis rekomendasi. Hal ini dapat menimbulkan berbagai isu lingkungan seperti pencemaran air dan penurunan kesuburan tanah. Penggunaan pupuk organik merupakan salah satu strategi yang digunakan untuk mengurangi penggunaan pupuk sintetis. Di sisi lain, pupuk organik dapat meningkatkan produktivitas tanaman. Penggunaan kombinasi antar dua jenis pupuk tersebut menjadi upaya alternatif untuk menurunkan ketergantungan pada pupuk sintetis sekaligus dapat meningkatkan hasil panen.

Upaya pencegahan ketergantungan pada penggunaan pupuk sintetis untuk peningkatan produksi tanaman pangan salah satunya dilakukan dengan menggunakan bioinokulan. Bioinokulan adalah amandemen tanah yang menggunakan mikroorganisme untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Puri *et al.* 2017).

Konsorsium mikrob merupakan campuran populasi mikrob yang dapat bekerja sama membentuk suatu komunitas (Okoh 2006). Salah satu bioinokulan potensial ialah aktinobakteri. Aktinobakteri digolongkan sebagai bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (PGPB) karena mampu memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penggunaan aktinobakteri sebagai bioinokulan diformulasikan bersama dengan bahan pembawa yang dapat memberikan perlindungan pada mikroorganisme selama penyimpanan dan pengangkutan sebelum diaplikasikan ke tanaman (Malusá *et al.* 2012).

Gambut sebagai bahan pembawa yang efektif melindungi sel bakteri sebagai inokulan yang akan mengkolonisasi rizosfer tanaman (Kravets *et al.* 2021). Demikian pula zeolit yang juga merupakan bahan pembawa alami bagi mikrob untuk aplikasinya di bidang pertanian (Ponciano 2015). Bahan pembawa ini memberikan perlindungan dan mendukung pertumbuhan komunitas mikrob yang dibawanya (Brahmaprakash dan Sahu 2012). Gambut dan zeolit memiliki kapasitas menahan air dan kapasitas tukar kation yang relatif tinggi, sehingga dapat menjadi pembawa maupun pelapis benih yang baik dan dapat mendukung pertumbuhan

\*Penulis korespondensi:  
E-mail: [yulinl@apps.ipb.ac.id](mailto:yulinl@apps.ipb.ac.id)

tanaman inang (Morris dan Nachtigall 2017). Pada penelitian ini digunakan tanah sawah sebagai media tanam dan sebagai bahan pembawa bioinokulan digunakan gambut, zeolit atau keduanya. Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh penggunaan kombinasi bioinokulan aktinobakteri sebagai pelapis benih dan pupuk NPK pada pertumbuhan tanaman padi di rumah kaca.

## BAHAN DAN METODE

**Rancangan Penelitian.** Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari tiga faktor berupa pemberian aktinobakteri, jenis bahan pembawa dan dosis pupuk NPK. Faktor pemberian konsorsium aktinobakteri (A) terdiri dari 2 taraf yaitu: A1 = kontrol, A2 = konsorsium aktinobakteri. Faktor jenis bahan pelapis benih (C) terdiri dari 3 taraf yaitu: C1 = gambut, C2 = zeolit, C3 = kombinasi tanah gambut dan zeolit. Faktor dosis pupuk NPK 46% (P) terdiri dari 3 taraf yaitu: P1 = 0 g/pot, P2 = 0,375 g/pot, P3 = 0,75 g/pot.

Total kombinasi perlakuan sebanyak 18 perlakuan. Semua kombinasi perlakuan dibuat sebanyak 3 ulangan, sehingga jumlah unit penelitian sebanyak 54 unit. Setiap unit percobaan ditanami 3 tanaman/pot, sehingga jumlah tanaman keseluruhan sebanyak 162 tanaman.

**Pembuatan Media dan Peremajaan Aktinobakteri.** Bahan untuk media ISP4 (*International Streptomyces Project medium 4*) dalam 1 Liter mengandung: 10 g pati, 1g  $K_2HPO_4$ , 1 g  $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$  1 g, 1 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , 1 g NaCl, 2 g  $(NH_4)_2SO_4$ , 2 g  $CaCO_3$ , 1 mL trace salt, 20 g agar dan 1 L aquades. Media yang dibuat kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu  $121^\circ C$  selama 20 menit. Media ISP4 selanjutnya ditambahkan ketokonazole (50 mg/L) dan asam nalidiksat (20 mg/L) kemudian dituang ke dalam cawan petri sebanyak kurang lebih 15 mL per cawan dan dibiarkan hingga memadat.

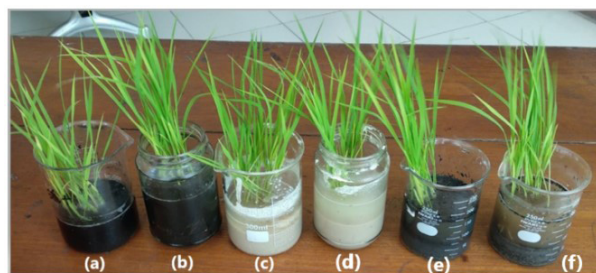
Peremajaan isolat aktinobakteri Cal31t, Cal24h, Car21t, Crc32t, Dbi28t, dan PS4-16 dilakukan dengan menggosokkan isolat di media ISP4 padat, kemudian diinkubasi selama 10–14 hari pada suhu ruang ( $24\text{--}26^\circ C$ ). Setiap isolat hasil peremajaan diperbanyak dalam media ISP4 cair 250 mL selama 10–14 hari pada suhu ruang ( $24\text{--}26^\circ C$ ) dan diinkubasi pada inkubator bergoyang.

**Perhitungan Kepadatan Sel Aktinobakteri.** Suspensi aktinobakteri uji diencerkan dari konsentrasi  $10^{-1}$  hingga  $10^{-7}$ . Sebanyak 1 mL suspensi dari masing-masing konsentrasi  $10^{-5}$  hingga  $10^{-7}$  diambil dan dimasukkan ke dalam cawan petri berisi media ISP4 padat. Cawan kemudian diinkubasi secara terbalik pada suhu  $26\text{--}27^\circ C$  selama 14 hari.

**Persiapan Media Tanam.** Tanah sebanyak 10 kg/pot yang telah ditumbuk dan diayak digunakan sebagai media tanam. Tanah dalam pot digenangi air setinggi 2 cm di atas permukaan tanah. Analisis kualitas tanah dilakukan sebelum penanaman dan dianalisis di Laboratorium di Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB.

**Pelapis Benih Padi dan Penanaman.** Bahan pelapis benih terdiri dari gambut dan zeolit 100 mesh, disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu  $121^\circ C$  selama 20 menit. Benih padi yang akan digunakan diseleksi dengan cara memasukkan benih ke dalam air, benih yang dipilih merupakan benih yang tenggelam di air. Benih padi kemudian disterilisasi permukaan dengan pembilasan menggunakan air steril, direndam dalam alkohol 70% selama 30 detik, dan kembali dibilas dengan air steril. Benih padi direndam di dalam air untuk merangsang terjadinya perkecambahan. Pelapisan benih dilakukan masing-masing menggunakan jenis campuran bahan : (a) 45 g gambut, 9 g gum arabik, 20 mL air, (b) 45 g gambut, 9 g gum arabik, 20 mL inokulan aktinobakteri, (c) 45 g zeolit, 9 g gum arabik, 20 mL air, (d) 45 g zeolit, 9 g gum arabik, 20 mL inokulan aktinobakteri, (e) 30 g gambut, 15 g zeolit, 9 g gum arabik, 20 mL air, (f) 30 g gambut, 15 g zeolit, 20 mL inokulan aktinobakteri. Gum arabik sebagai perekat ditambahkan pada semua jenis bahan pelapis benih. Benih dibiarkan seharian untuk selanjutnya disemaikan di media semai. Penyemaian benih dilakukan dua minggu sebelum pindah tanam.

Penanaman dilakukan setelah bibit padi berumur 14 HSS (hari setelah semai) dengan cara bibit padi dicabut dan dicelupkan akarnya (Gambar 1) ke dalam 6 jenis campuran bahan seperti tersebut di atas dengan volume inokulan aktinobakteri dan air diubah masing-masing menjadi 150 mL. Perendaman akar dilakukan selama 4 jam, kemudian bibit ditanam ke media tanam dengan jarak  $\pm 10$  cm. Jumlah bibit yang ditanam sebanyak 3 tanaman/per pot. Pupuk NPK ditambahkan pada media tanam sata tanaman berumur 1MST (minggu setelah tanam).



Gambar 1. Proses deep-rooting padi setelah penyemaian: (a) gambut, (b) gambut dan inokulan aktinobakteri, (c) zeolit, (d) zeolit dan inokulan aktinobakteri, (e) gambut, (f) gambut, zeolite dan inokulan aktinobakteri

### Pemeliharaan dan Pemanenan Tanaman.

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman, penyiangan, serta pengendalian hama dan penyakit. Penyiraman dilakukan dengan menambahkan air hingga mencapai ketinggian 2 cm di atas permukaan tanah. Penyiangan gulma dilakukan secara manual dengan cara mencabut gulma yang tumbuh pada media tanam. Pengendalian hama dilakukan dengan menangkap serangga yang terdapat di areal percobaan. Pemanenan dilakukan pada saat tanaman padi berumur 10 MST. Pemanenan dilakukan dengan mengeluarkan seluruh bagian tanaman padi dari pot kemudian akarnya dibersihkan dengan air.

### Pengamatan Penelitian.

**Tinggi Tanaman.** Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur tanaman dari permukaan tanah sampai ujung daun yang paling muda dengan menggunakan penggaris. Pengukuran dilakukan setiap minggu selama 10 minggu

**Jumlah Daun.** Pengukuran jumlah daun dilakukan dengan menghitung jumlah daun per tanaman. Pengukuran dilakukan setiap minggu selama 10 minggu.

**Panjang dan Lebar Daun Bendera.** Pengukuran panjang daun bendera dilakukan dari pangkal helaian daun melalui pertulangan daun hingga ke ujung helaian daun tersebut dengan menggunakan penggaris. Pengukuran lebar daun bendera dilakukan pada bagian daun bendera terlebar dari setiap unit percobaan dengan menggunakan penggaris. Lebar daun bendera diukur secara horizontal dan tegak lurus dari pertulangan daun. Pengukuran dilakukan setiap minggu selama 10 minggu.

**Jumlah Anakan.** Pengamatan jumlah anakan dilakukan dengan menghitung jumlah anakan yang daunnya sudah terbuka penuh pada minggu ke 4 hingga 10 setelah tanam.

**Bobot Kering Tanaman.** Pengukuran bobot kering tanaman dilakukan saat pemanenan yaitu dengan mengukur bobot kering akar dan tajuk. Pengukuran bobot kering akar dan tajuk dilakukan dengan mengeringkan akar dan tajuk dalam oven dengan suhu 70°C dalam waktu 48 jam.

**Analisis Data.** Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik berdasarkan analisis varians satu arah (one-way ANOVA) dengan menggunakan perangkat lunak Rstudio. Uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada jenjang nyata ( $\alpha$ ) 5% dilakukan apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan yang nyata (Gomez dan Gomez 1984).

## HASIL

Berdasarkan hasil analisis tanah awal (Tabel 1) menunjukkan bahwa tanah yang digunakan bersifat masam dengan kandungan C-organik dan N-Total yang rendah, kandungan P tinggi, serta kandungan K dan KTK sedang.

Tabel 1. Data kesuburan tanah sebelum penelitian

Komponen yang dianalisis	Satuan	Nilai	Kriteria
pH H <sub>2</sub> O	-	5,68	masam
C-Organik	%	1,44	rendah
N-Total	%	0,15	rendah
P (Bray I)	ppm	15,2	sangat tinggi
K	ppm	117	sedang
KTK	(cmol <sup>(+)</sup> /kg)	19,47	sedang

### Pengaruh Perlakuan terhadap Pertumbuhan

**Tanaman Padi.** Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap parameter vegetatif dan reproduktif yang diamati pada tanaman padi umur 10 MST. Hasil uji Duncan pada Tabel 2 menunjukkan jika jumlah anakan, lebar daun bendera, bobot kering akar dan tajuk dipengaruhi oleh perlakuan A2C3P3 yang secara nyata meningkatkan nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Nilai rata-rata yang diperoleh pada perlakuan A2C3P3 mencapai 2,78 anak pada jumlah anakan, 3,70 cm pada lebar daun bendera, 0,59 g pada bobot kering akar, dan 0,859 g pada bobot kering tajuk. Perlakuan A1C1P1 berpengaruh nyata menghasilkan jumlah anakan, panjang dan lebar daun bendera, bobot kering akar dan tajuk yang lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai rata-rata yang diperoleh pada perlakuan A1C1P1 yaitu 1,15 anak pada jumlah anakan, 2,26 cm pada lebar daun bendera, 23 cm pada panjang daun bendera, 0,352 g pada bobot kering akar, dan 0,627 pada bobot kering tajuk.

Nilai rata-rata tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan A2C3P3 yang mencapai 81,53 cm. Nilai tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan perlakuan A1C3P3. Tinggi tanaman yang diperoleh pada perlakuan A1C3P3 mencapai nilai 81,33 cm. Perlakuan A2C2P3 dan A1C2P3 berpengaruh yang nyata meningkatkan rata-rata tinggi tanaman padi yang lebih tinggi dibandingkan dengan 14 perlakuan lain selain perlakuan A2C3P3 dan A1C3P3.

Perlakuan A2C2P2, A2C3P2, A2C3P3, dan A1C3P3 memberikan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan 14 perlakuan lainnya pada parameter jumlah daun. Rata-rata yang diperoleh pada perlakuan A2C2P2, A2C3P2, dan A2C3P3 mencapai nilai tertinggi yaitu 7,55 helai, sedangkan pada perlakuan A1C3P3 nilainya mencapai 7,44 helai. Perlakuan A1C3P1 dan A2C1P2 memberikan hasil yang lebih rendah secara nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Rata-rata yang diperoleh pada perlakuan A1C3P1 dan A2C1P2, yaitu 6,55 helai dan 6,44 helai. Perlakuan A1C1P3, A1C3P2, dan A2C2P3 memberikan pengaruh yang nyata pada jumlah daun dibandingkan dengan perlakuan A1C1P1, A2C1P2, A1C1P2, A1C2P1, A1C2P2, A2C3P1, dan A1C3P1.

Perlakuan A2C3P3 memberikan nilai rata-rata tertinggi pada parameter panjang daun bendera hingga

Tabel 2 Pengaruh perlakuan pada parameter vegetatif dan reproduktif tanaman padi umur 10 MST

Perlakuan	TT (cm)	JD (helai)	JA (anak)	PDB (cm)	LDB (cm)	BKA (g)	BKT (g)
A1C1P1	67,93 <sup>hi</sup>	6,78 <sup>cd</sup>	1,55 <sup>f</sup>	23,00 <sup>i</sup>	2,26 <sup>h</sup>	0,352 <sup>i</sup>	0,627 <sup>j</sup>
A1C1P2	71,35 <sup>d-g</sup>	6,78 <sup>cd</sup>	1,66 <sup>ef</sup>	26,90 <sup>g</sup>	2,46 <sup>gh</sup>	0,386 <sup>h</sup>	0,679 <sup>i</sup>
A1C1P3	75,42 <sup>bc</sup>	7,33 <sup>ab</sup>	1,77 <sup>def</sup>	25,33 <sup>h</sup>	2,46 <sup>gh</sup>	0,387 <sup>h</sup>	0,721 <sup>h</sup>
A1C2P1	67,50 <sup>i</sup>	6,78 <sup>cd</sup>	1,55 <sup>f</sup>	26,16 <sup>gh</sup>	2,56 <sup>fgh</sup>	0,404 <sup>gh</sup>	0,737 <sup>h</sup>
A1C2P2	71,07 <sup>d-h</sup>	6,77 <sup>cd</sup>	1,67 <sup>ef</sup>	28,06 <sup>ef</sup>	2,63 <sup>fg</sup>	0,408 <sup>fg</sup>	0,766 <sup>g</sup>
A1C2P3	77,96 <sup>b</sup>	7,11 <sup>abc</sup>	1,55 <sup>f</sup>	27,26 <sup>fg</sup>	2,83 <sup>ef</sup>	0,423 <sup>f</sup>	0,737 <sup>h</sup>
A1C3P1	74,86 <sup>bc</sup>	6,55 <sup>d</sup>	1,78 <sup>def</sup>	26,46 <sup>gh</sup>	2,66 <sup>efg</sup>	0,404 <sup>gh</sup>	0,719 <sup>h</sup>
A1C3P2	73,20 <sup>def</sup>	7,33 <sup>ab</sup>	1,44 <sup>f</sup>	26,73 <sup>fgh</sup>	2,66 <sup>efg</sup>	0,418 <sup>fg</sup>	0,762 <sup>g</sup>
A1C3P3	81,53 <sup>a</sup>	7,44 <sup>a</sup>	1,89 <sup>c-f</sup>	26,23 <sup>gh</sup>	2,96 <sup>de</sup>	0,424 <sup>f</sup>	0,760 <sup>g</sup>
A2C1P1	70,04 <sup>f-i</sup>	6,89 <sup>bcd</sup>	2,11 <sup>b-c</sup>	26,33 <sup>gh</sup>	3,16 <sup>cd</sup>	0,462 <sup>e</sup>	0,779 <sup>efg</sup>
A2C1P2	69,41 <sup>ghi</sup>	6,44 <sup>d</sup>	2,33 <sup>bc</sup>	28,73 <sup>de</sup>	3,23 <sup>bcd</sup>	0,485 <sup>d</sup>	0,770 <sup>fg</sup>
A2C1P3	76,22 <sup>bc</sup>	7,11 <sup>abc</sup>	2,22 <sup>bcd</sup>	29,76 <sup>cd</sup>	3,20 <sup>bcd</sup>	0,470 <sup>de</sup>	0,763 <sup>g</sup>
A2C2P1	70,24 <sup>e-i</sup>	6,89 <sup>bcd</sup>	2,22 <sup>bcd</sup>	30,80 <sup>bc</sup>	3,40 <sup>abc</sup>	0,485 <sup>d</sup>	0,802 <sup>cd</sup>
A2C2P2	70,15 <sup>f-i</sup>	7,55 <sup>a</sup>	2,22 <sup>bcd</sup>	31,30 <sup>b</sup>	3,30 <sup>bc</sup>	0,505 <sup>c</sup>	0,791 <sup>def</sup>
A2C2P3	77,70 <sup>b</sup>	7,33 <sup>ab</sup>	2,44 <sup>ab</sup>	31,30 <sup>b</sup>	3,50 <sup>ab</sup>	0,556 <sup>b</sup>	0,817 <sup>bc</sup>
A2C3P1	73,38 <sup>cde</sup>	6,66 <sup>cd</sup>	2,11 <sup>b-c</sup>	31,46 <sup>b</sup>	3,50 <sup>ab</sup>	0,547 <sup>b</sup>	0,796 <sup>cde</sup>
A2C3P2	74,00 <sup>cd</sup>	7,55 <sup>a</sup>	2,33 <sup>bc</sup>	33,26 <sup>a</sup>	3,40 <sup>abc</sup>	0,559 <sup>b</sup>	0,829 <sup>b</sup>
A2C3P3	81,32 <sup>a</sup>	7,55 <sup>a</sup>	2,78 <sup>a</sup>	33,30 <sup>a</sup>	3,70 <sup>a</sup>	0,590 <sup>a</sup>	0,859 <sup>a</sup>

Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata dengan uji DMRT ( $\alpha = 5\%$ ). TT: tinggi tanaman. JD: jumlah daun, JA: jumlah anakan, PDB: panjang daun bendera, LDB: lebar daun bendera, BKA: bobot kering akar, BKT: bobot kering tajuk

mencapai nilai 33,30 cm. Nilai tersebut tidak berbeda nyata dibandingkan dengan nilai yang diperoleh pada perlakuan A2C3P2 yang mencapai nilai 33,26 cm. Perlakuan A2C3P1, A2C2P2, dan A2C2P3 memberikan hasil yang lebih tinggi secara nyata dibandingkan dengan perlakuan A2C1P3, A2C1P2, A1C2P2, A1C2P3, A1C1P2, A1C3P2, A1C3P1, A2C1P1, A1C3P3, A1C2P1, A1C1P3, dan A1C1P1. Nilai rata-rata panjang daun bendera yang diperoleh pada perlakuan A2C3P1, A2C2P2, dan A2C2P3 berturut-turut yaitu 31,46 cm, 31,30 cm, dan 31,30 cm.

Jumlah anakan pada perlakuan A2C3P2 dan A2C1P2 berpengaruh nyata memberikan hasil yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan A1C2P2, A1C1P3, A1C2P2, A1C1P2, A1C1P1, A1C2P1, A1C2P3, A1C3P2. Nilai rata-rata yang diperoleh pada perlakuan A2C3P2 dan A2C1P2 yaitu 2,33 anak. Perlakuan A2C2P3 dan A2C3P1 berpengaruh nyata terhadap lebar daun bendera dibandingkan perlakuan A2C1P1, A1C3P3, A1C2P3, A1C3P1, A1C3P2, A1C2P2, A1C2P1, A1C1P2, A1C1P3, dan A1C1P1. Nilai rata-rata lebar daun bendera yang diperoleh pada perlakuan A2C2P3 dan A2C3P1 yaitu 3,5 cm.

Perlakuan A2C3P2, A2C2P3, A2C3P1 memberikan hasil yang lebih tinggi secara nyata pada bobot kering akar dibandingkan dengan perlakuan lainnya, kecuali perlakuan A2C3P3. Nilai rata-rata bobot kering akar diperoleh pada perlakuan A2C3P2, A2C2P3, A2C3P1 berturut-turut yaitu 0,559 g, 0,556 g, dan 0,547 g. Perlakuan A2C3P2 memberikan pengaruh yang nyata dalam meningkatkan bobot kering tajuk yang diperoleh dibandingkan dengan perlakuan lainnya, kecuali perlakuan A2C3P3, dengan nilai rata-rata yang

diperoleh yaitu 0,829 g. Perlakuan A2C3P3 dapat meningkatkan rata-rata hasil panen setiap karakter vegetatif dan reproduktif tanaman padi yang diamati secara konsisten.

## PEMBAHASAN

Rasio C/N pada penelitian ini tergolong rendah dengan nilai 9,6% (PPT 1983). Rasio C/N mengindikasikan laju degradasi bahan organik yang merupakan sumber utama karbon dalam tanah (Swangiang 2015). Nilai rasio C/N yang rendah menunjukkan rendahnya dekomposisi bahan organik dalam tanah. Kadar P menunjukkan status sangat tinggi dengan nilai 15,2 ppm. Nilai K 117 ppm tergolong status sedang. Kapasitas tukar kation (KTK) tanah tergolong sedang sebesar 19,47 cmol(+)/kg. KTK menunjukkan jumlah kation yang dapat dipertahankan pada permukaan partikel tanah (Meetei *et al.* 2020). Nilai KTK tanah berkaitan erat dengan efisiensi pemupukan. Nilai KTK tanah yang tinggi menunjukkan perlunya dilakukan pemupukan kation tertentu dalam jumlah tertentu agar dapat tersedia untuk tanaman, sedangkan nilai KTK tanah yang rendah menunjukkan jika pemupukan kation tidak perlu diberikan terlalu banyak. Pada tanah dengan nilai KTK tinggi, pemupukan dalam jumlah sedikit dapat menyebabkan rendahnya unsur hara yang tersedia untuk tanaman karena hara dapat terjebak tanah. Pada tanah dengan nilai KTK rendah, pemupukan dalam jumlah banyak dapat menyebabkan hara mengalami proses pencucian (Setyorini *et al.* 2007).

Kepadatan sel aktinobakteri yang digunakan dalam penelitian yaitu  $3,7 \times 10^7$  CFU/g. Menurut

Kepmen (2019), syarat mutu minimal pupuk hayati padat pada kelompok aktinobakteri yaitu  $10^6$  CFU/g, jumlah tersebut telah terpenuhi pada perlakuan yang digunakan. Perlakuan penambahan konsorsium aktinobakteri, kombinasi gambut-zeolit 1:3, dan pupuk NPK dosis 0,75 g/pot (A2C3P3) (Tabel 2) dapat meningkatkan rata-rata hasil panen setiap karakter vegetatif dan reproduktif tanaman padi yang diamati secara konsisten. Aktinobakteri yang digunakan penelitian ini merupakan isolat aktinobakteri potensial yang dapat memacu pertumbuhan tanaman padi (Alfiyah *et al.* 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Retnowati *et al.* (2019) membuktikan jika isolat Cal24h, Cal31t, Crc32t, Dbi28t, dan Car21t mampu memproduksi hormon tumbuh IAA, memproduksi amonium melalui penambahan nitrogen, dan produksi siderofor. Hasil penelitian in planta di lahan pasang surut dengan isolat aktinobakteri yang sama menunjukkan terjadinya peningkatan panjang akar, jumlah akar, tinggi tanaman, bobot basah dan bobot kering tanaman padi varietas IR 64 dan Pokkali (Retnowati *et al.* 2019).

Nitrogen, fosfor, dan kalium merupakan unsur hara penting dalam pertumbuhan tanaman. Pupuk NPK yang ditambahkan ke dalam tanah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Shanti dan Nirmala 2020). Dosis pupuk NPK 0,75 g/pot (P3) yang diberikan setara dengan penambahan pupuk NPK Phonska sebanyak 150 kg/ha. Dosis NPK Phonska (15-10-12) rekomendasi untuk tanaman padi di daerah Bogor yaitu sebanyak 225 kg/ha (Balitbangtan 2021). Efisiensi pemberian pupuk dapat bervariasi karena takaran pemupukan N yang diterapkan kurang memperhitungkan ketersediaan N di lahan pertanian (Olk *et al.* 1999). Penelitian yang dilakukan oleh Shanti dan Nirmala (2020) menunjukkan jika penambahan NPK sebanyak 300 kg/ha dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah anakan, jumlah malai, dan berat gabah kering dengan nilai yang berbeda nyata dibandingkan dosis NPK yang lebih rendah.

Gambut termasuk bahan yang dapat mempertahankan viabilitas inokulan yang dibawanya. Viabilitas inokulan penting untuk diperhatikan karena akan memengaruhi kinerja pupuk. Penelitian yang dilakukan oleh Hamim *et al.* (2007) membuktikan jika penggunaan gambut sebagai bahan pembawa bakteri PGPR lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan tepung beras, tepung jagung, dan tepung rumput laut dalam formulasi pupuk hayati padat. Hasil yang lebih rendah pada penggunaan gambut sebagai bahan pembawa kemungkinan dapat disebabkan oleh kemampuan aerasi dan penahan kelembapan di sekitar partikel yang rendah akibat kurangnya

partikel kasar pada gambut. Selain itu, gambut dapat menyebabkan penurunan pH tanah dan mengganggu penyerapan unsur hara bagi tanaman (Kotsyurbenko 2010). Zeolit, disisi lain, berperan sebagai pembenah tanah dan penggunaannya bersama pupuk N, P dan K dapat berperan sebagai sumber unsur hara lepas lambat dan meminimalkan kehilangan unsur hara pada tanaman (Bernardi *et al.* 2010). Budiono *et al.* (2019) menyatakan jika komposisi NPK yang umum digunakan oleh petani di Indonesia yaitu NPK 15-15-15, 20-10-10, dan 30-6-8. Penggunaan pupuk anorganik yang dicampur dengan zeolit mampu meningkatkan penyerapan dan efisiensi penggunaan N, P, dan K sehingga meningkatkan produktivitas tanaman (Soltys *et al.* 2020). Menurut Bassi *et al.* (2018), unsur hara N yang rendah dapat menyebabkan penurunan sintesis protein dan klorofil, sehingga tingkat fotosintesis mengalami penurunan dan berakibat pada pemanjangan batang yang lebih rendah. Pemberian pupuk dengan kandungan P yang melebihi kebutuhan tanaman dapat meningkatkan akumulasi P di tanah dan risiko kehilangan P (Bai *et al.* 2013). Hasil dan kualitas gabah padi tidak meningkat secara signifikan pada aplikasi P yang berlebihan (Fageria dan Filho 2007).

Zeolit yang digunakan dalam penelitian ini memiliki ukuran partikel 100 mesh. Wu *et al.* (2018) menyatakan ukuran partikel terkait dengan kemampuan interaksi antara bakteri dengan bahan organik. Ukuran partikel yang lebih rendah memiliki luas permukaan yang lebih tinggi dan menyebabkan interaksi bakteri-bahan menjadi lebih tinggi. Zeolit dengan luas permukaan internal yang tinggi memungkinkan adsorpsi dari bahan aktif yang ditambahkan menjadi lebih tinggi (Eroglu *et al.* 2017).

Hasil yang lebih tinggi pada perlakuan dengan kombinasi gambut-zeolit diduga karena kombinasi zeolit yang bersifat basa dengan porositas tinggi dan gambut yang bersifat masam dengan porositas yang lebih rendah dapat menyeimbangkan satu sama lain sehingga dapat membantu penyerapan unsur hara pada tanaman dengan lebih baik. Hasil penelitian Suwardi dan Wijaya (2013) menunjukkan bahwa pemberian 15 L/ha asam humat dengan zeolit 10 kg/L meningkatkan produksi padi 15%. Perlakuan penambahan konsorsium aktinobakteri, kombinasi gambut-zeolit 1:3, dan pupuk NPK dosis 0,75 g/pot (A2C3P3) memberikan hasil yang konsisten dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Perlakuan A2C3P3 memberikan pengaruh nyata pada jumlah anakan, lebar daun bendera, bobot kering akar dan tajuk padi yang diamati pada umur 10 MST dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas dukungan dana penelitian yang diberikan kepada IPB dan penugasan pelaksanaan melalui sub kontrak no. 18778/IT3.D10/PT.01.03/P/B/2023.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfiyah D, Ghulamahdi M, Lestari Y. 2021. *In vitro* plant growth promoter assay of actinobacteria potential for tidal land farming. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Bristol: IOP Publishing.
- [Balitbangtan] Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2021. Dosis Pupuk N, P, K, untuk Tanaman Padi, Jagung, dan Kedelai pada Lahan Sawah (per Kecamatan). Jakarta: Balitbangtan.
- Bai Z, Li H, Yang X, Zhou B, Shi X, Wang B, Li D, Shen J, Chen Q, Qin W, et al. 2013. The critical soil P levels for crop yield, soil fertility and environmental safety in different soil types. *Plant Soil*. 372:27–37. doi:10.1007/s11104-013-1696-y
- Bassi D, Menossi M, Mattiello L. 2018. Nitrogen supply influences photosynthesis establishment along the sugarcane leaf. *Scientific Reports* 8:2327. doi: 10.1038/s41598-018-20653-1.
- Bernardi AC, Monte MBDM, Paiva PRP, Werneck CG, Haim PG, Barros FDS. 2010. Dry matter production and nutrient accumulation after successive crops of lettuce, tomato, rice, and andropogon grass in a substrate with zeolite. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34:435-442. doi: 10.1590/S0100-06832010000200017
- Brahmaprakash GP, Sahu PK. 2012. Biofertilizers for sustainability. *Journal of the Indian Institute of Science*. 92:37-62.
- Budiono R, Adinurani PG, Soni P. 2019. Effect of new NPK fertilizer on lowland rice (*Oryza sativa* L.) growth. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Bristol (UK): IOP Publishing.
- Eroglu N, Emekci M, Athanassiou GC. 2017. Applications of natural zeolites on agriculture and food production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97:3487-3499. doi: 10.1002/jsfa.8312.
- Fageria NK, Filho MB. 2007. Dry-matter and grain yield, nutrient uptake, and phosphorus use-efficiency of lowland rice as influenced by phosphorus fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 38:1289-1297.
- Gomez KA, Gomez AA. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2<sup>nd</sup> Ed. Hoboken:J Wiley.
- Hamim, Rachmania N, Hanarida I, Sumarni N. 2007. Pengaruh Pupuk Biologi Terhadap Pola Serapan Hara, Ketahanan Penyakit, Produksi dan Kualitas Hasil Beberapa Tanaman Pangan dan Sayuran Unggulan. Bogor (ID): Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.
- [Kepmen] Keputusan Menteri Pertanian Nomor 70 Tahun 2019 Tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.
- Kotsyurbenko OR. 2010. Soil, Wetlands, Peat. In McGenity T, Van Der Meer JR, de Lorenzo V (Eds.), *Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology*. Berlin: Springer.
- Kravets AV, Terreshchenko NN, Minaeva OM. 2021. Peat as a promising raw material for the creation of bacterial in solid form. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 928. IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/928/1/012007
- Malusá E, Sas-Paszt L, Ciesielska J. 2012. Technologies for beneficial microorganisms inocula used as biofertilizers. *The Scientific World Journal* 2012:491206. doi: 10.1100/2012/491206
- Meetei TT, Devi YB, Chanu TT. 2020. Ion exchange: the most important chemical reaction on earth after photosynthesis. *International Research Journal of Pure & Applied Chemistry* 21:31-42. doi: 10.9734/IRJPAC/2020/v21i630174
- Morris RE, Nachtigall P. 2017. *Zeolites in Catalysis: Properties and Applications*. London:Royal Society of Chemistry.
- Okoh AI. 2006. Biodegradation alternative in the cleanup of petroleum hydrocarbon pollutants. *Biotechnology and Molecular Biology Review* 1:38-50.
- Olk DC, Cassman KG, Simbahan G, Abdulrachman S, Nagarajan R, Tan PS, Satawathananont S. 1999. Interpreting fertilizer use efficiency in relation to soil nutrient-supplying capacity, factor productivity, and agronomic efficiency. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 53:35–41.
- Ponciano GY. 2015. Enhanced BM inoculant using bio carrier for bioremediation. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4:1043-1050.
- Puri A, Padda KP, Chanway CP. 2017. Beneficial effects of bacterial endophytes on forest tree species. In Maheshwari DK, Annapurna K (Eds.), *Sustainable Development and Biodiversity Vol. 16*. Springer, Cham. pp. 61-72.
- Retnowati D, Solihin DD, Ghulamahdi M, Lestari Y. 2019. Characterization of sponge-associated actinobacteria with potential to promote plant growth on tidal swamps. *Journal of Biological Research* 92:8191: 65-71.
- Setyorini D, Suriadikarta, Nurjaya. 2007. Rekomendasi pemupukan padi sawah bukaan baru. Di dalam: Agus F, Wahyunto, Santoso D (Eds.), *Tanah Sawah Bukaan Baru*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Shanti R, Nirmala R. 2020. Aplikasi pupuk NPK (phonska) dan zat pengatur tumbuh ratu biogen terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.) pada tanah ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab* 3:19-26. doi: 210.35941/JATL
- Soltys L, Myronyuk I, Tatarchuk T, Tsinurchyn V. 2020. Zeolite-based composites as slow release fertilizers. *Physics and Chemistry of Solid State*. 21:89-104. doi: 10.15330/pss.21.1.89-104.
- Suwardi, Wijaya H. 2013. Peningkatan produksi tanaman pangan dengan bahan aktif asam humat dengan zeolit sebagai pembawa. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 18:79-84.
- Swangjang K. 2015. Soil carbon and nitrogen ratio in different land use. *International Conference on Advances in Environment Research* 87:36-40. doi: 10.7763/IPCBE. 2015. V87. 7
- Wu X, Wu L, Liu Y, Zhang P, Li Q, Zhou J, Hess NJ, Hazen TC, Yang W, Chakraborty R. 2018. Microbial interactions with dissolved organic matter drive carbon dynamics and community succession. *Frontiers in Microbiology* 9:1234. doi: /10.3389/fmicb.2018.0123.