

**POTENSI BAKTERI RHIZOSFER PELARUT FOSFAT SEBAGAI
BIOFERTILIZER KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L)**

**POTENTIAL OF PHOSPHATE SOLVENT RHIZOSPHERIC BACTERIA AS A
BIOFERTILIZER FOR ARABICA COFFEE (*Coffea arabica* L)**

Rizky Alamsyah¹, Armaniar^{2*}, M. Wasito³

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Pembangunan
Panca Budi Medan

^{2*}Corresponding Author : armaniar@dosen.pancabudi.ac.id

ABSTRACT

Arabica coffee (Coffea arabica L) is one of Indonesia's mainstay plants to develop the world's largest coffee producer. The high level of demand for coffee bean products requires the provision of large quantities and quality seeds. Nursery is the first step in coffee cultivation which affects productivity and crop production. The latest biofertilizer innovation is to utilize phosphate solubilizing microorganisms as biological fertilizers. This study aims to determine the effect and interaction of the addition of rhizosphere bacterial suspension and bacterial capsules on Arabica coffee plants. The research design used was a completely randomized design (CRD), consisting of 16 treatments with 2 replications. The first factor was the administration of a rhizosphere bacterial suspension consisting of R0:0 ml, R1:10 ml, R2:20 ml, R3:30 ml and the second factor was the addition of a bacterial capsule consisting of A0:0 g, A1:10 g, A2:20 g, A3:30 g. Isolates from oil palm soil obtained 14 isolates of rhizosphere bacteria. The best observation of plant height was the R3 treatment (24.55 cm). The observation of the number of leaves was R3 (15,25 cm). for the leaf area parameter the highest number was obtained R3 (25.53 cm). The test results showed that the application of suspension microcapsules and rhizosphere bacteria significantly increased the growth of Arabica coffee (Coffea arabica L)

Key words: Rhizosphere bacteria, suspension, microcapsules

INTISARI

Kopi arabica (*Coffea arabica L*) merupakan salah satu tanaman andalan Indonesia dalam perkembangan penghasil kopi terbesar di dunia. Tingginya laju permintaan akan produk-produk biji kopi menuntut penyediaan bibit dalam jumlah besar dan berkualitas. Pembibitan merupakan langkah awal dalam pembudidayaan kopi yang berpengaruh terhadap produktifitas dan produksi tanaman. Inovasi pupuk hayati yang terbaru adalah memanfaatkan mikroorganisme pelarut fosfat sebagai biofertilizer. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan intraksi penambahan suspensi bakteri rhizosfer dan kapsul bakteri terhadap tanaman kopi arabica. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL), terdiri 16 perlakuan dengan 2 ulangan. Faktor pertama adalah pemberian suspensi bakteri rhizosfer yang terdiri dari R0: 0 ml, R1:10 ml, R2:20ml, R3:30 ml dan faktor kedua adalah penambahan kapsul bakteri yang terdiri dari A0: 0 g, A1: 10 g, A2:20 g, A3: 30 g. Isolat dari tanah kelapa sawit diperoleh 14 isolat bakteri rhizosfer. Pengamatan tinggi tanaman terbaik adalah perlakuan R3 (24.55 cm) pengamatan jumlah daun adalah A2 (15,25 cm). untuk parameter luas daun angka tertinggi diperoleh R3 (25,53 cm). Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi mikrokapsul suspensi dan bakteri rhizosfer secara nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi arabica (*Coffea arabica L*).

Kata kunci: Bakteri Rhizosfer, suspensi, mikrokapsul

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang potensial dalam perkembangan penghasil kopi terbesar di dunia setelah Brazil, Vietnam, Kolombia (Baso dan Anindita, 2018). Kontribusi komoditas kopi juga berperan sebagai produk ekspor agribisnis dan agroindustri, pengembangan wilayah serta pelestarian lingkungan. Luas areal perkebunan kopi di Indonesia pada tahun 2019 seluas 1.258.032 ha yang terdiri dari perkebunan rakyat, perkebunan besar negara dan perkebunan besar swasta (Direktorat Jendral Perkebunan, 2019). Tingginya laju permintaan produk-produk biji kopi menuntut penyediaan bibit dalam jumlah besar dan berkualitas. Pembibitan merupakan langkah awal dalam pembudidayaan kopi yang berpengaruh terhadap produktivitas dan produksi tanaman (Taryana dan Sugiarti, 2019). Namun kendala dalam menghasilkan benih yang berkualitas adalah perkecambahan benih kopi membutuhkan waktu yang cukup lama (Syahputra, 2019). Hal ini disebabkan biji kopi memiliki kulit biji yang keras sehingga *impermeable* terhadap air dan memiliki masa dormansi yang cukup lama. Perkecambahan kopi di dataran rendah dengan suhu 30°C -35°C memerlukan waktu 3-4 minggu, sedangkan pada dataran tinggi dengan suhu relatif dingin memerlukan waktu yang lebih lama yaitu 6-8 minggu (Andini & Sesanti, 2018). Perbanyakan kopi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara vegetatif dengan menyambung / stek dan generatif dengan menggunakan biji (Hedty et al., 2014). Keberhasilan pembibitan kopi dipengaruhi oleh teknik budidaya tanaman khususnya adalah proses pemupukan. Pupuk yang selama ini sering digunakan dalam pembibitan kopi adalah pupuk anorganik. Penggunaan pupuk anorganik dalam jangka yang relatif lama umumnya berakibat buruk pada kondisi tanah (Pranata, 2020). Salah satu solusi pengganti penggunaan pupuk anorganik

dengan menggunakan pupuk organik ataupun pupuk hayati (Hidayatullah, 2014).

Inovasi pupuk hayati yang terbaru adalah memanfaatkan mikroorganisme pelarut fosfat sebagai *biofertilizer*. Bakteri pelarut fosfat merupakan bakteri yang mampu melarutkan fosfat yang semula tidak tersedia menjadi tersedia (Asrul et al. 2020). Fosfat merupakan unsur kedua yang penting setelah nitrogen. Ketersediaan fosfat anorganik dalam tanah rendah, karena berikatan dengan Fe, Al dan Ca membentuk senyawa organik, sehingga fosfat tidak dapat diserap oleh tanaman (Sugianto, et al. 2018). Bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan jumlah fosfat terlarut dengan melepaskan asam organik dan enzim (*fosfatase dan fitase*) yang dapat dihasilkan oleh berbagai jenis mikroorganisme tanah (Zulkifli et al. 2020).

Berdasarkan uraian diatas diketahui penelitian tentang bakteri rhizosfer sebagai biofertilizer pada tanaman kopi masih sangat sedikit. Maka dari itu penelitian tentang bakteri fosfat perlu dikembangkan karena bakteri pelarut fosfat berperan penting dalam menyuburkan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan mikroorganisme pelarut fosfat sebagai *biofertilizer*. Penelitian ini mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri yang dapat melarutkan fosfat pada tanah pada tanaman kopi dengan menggunakan bakteri rhizosfer.

Efektivitas mikro kapsul terhadap pertumbuhan kopi diketahui menggunakan matriks berupa alginat. Alginat telah teruji dapat meningkatkan kelangsungan hidup sebesar 80-95% (Suryani et al., 2019). Alginat juga berperan sebagai lapisan pelindung sel mikroba terhadap cekaman abiotik. Kelangsungan hidup mikroba dapat ditingkatkan dengan imobilisasi dalam polimer alginate dibandingkan dengan sel bakteri cair konvensional yang tidak memberikan perlindungan yang memadai bagi mikroba (Stella et al., 2019). Enkapsulasi sel

yang diinokulasi dalam polimer polisakarida seperti alginat sebagai teknik untuk memastikan pelepasan mikroorganisme tanaman yang bermanfaat secara terkontrol ke dalam tanah. Hasil studi tentang efek gel tanah dan pembawa aseluler pada mikrobiota tanaman dan rizosfer (Vassilev et al., 2020). Salah satu pendekatan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman adalah dengan mengekstraksi oligosakarida dari polisakarida alami, karena mereka bertindak sebagai molekul pensinyalan yang mengatur perkembangan dan pertahanan tanaman (Liao et al., 2019). Enkapsulasi merupakan solusi alternatif untuk masalah ketidakstabilan fisik atau kimia senyawa. Ini menekan penguapan dan melindungi bahan enkapsulasi dari kondisi lingkungan yang merugikan (Zabot et al., 2022). Bahan enkapsulasi terdiri dari berbagai polimer sintetik atau alami (Luiz De Oliveira et al., 2018). Pati terhidrolisis digunakan sebagai enkapsulan untuk pestisida (metabolit yang dihasilkan oleh *Bacillus thuringiensis*) karena melindungi terhadap faktor lingkungan dan meningkatkan produk yang diformulasikan dengannya. Selain itu, enkapsulasi dapat secara efisien memformulasi biofungisida, biopestisida, dan/atau pupuk hayati di bidang pertanian (Do Nascimento Junior et al., 2021). Setelah inokulasi ke dalam tanah, enkapsulasi menghasilkan pelepasan bakteri secara bertahap dan terkontrol dari matriks alginat manik-manik gel bentonit dan menyederhanakan pembentukan populasi PGPB yang stabil dan meminimalkan potensi penurunan populasi dari waktu ke waktu. Keuntungan penting dari inokulan alginat adalah degradabilitasnya di dalam tanah, tidak beracun, dan pelepasan lambat bakteri yang terperangkap ke dalam tanah (Saberi-Rise dan Moradi-Pour, 2020).

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas ukur, beaker glass,

erlenmeyer, autoklaf, oven, spatula, inkubator, hot plate, batang pengaduk, neraca analitik, sprayer, laminar aliran air, shaker, botol kaca, aluminium foil, kapas, mikroskop elektron, pisau pemotong, polybag.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah akar sawit bakteri rizosfer Media Nutrient Agar (NA), aquades steril, alkohol 70%, larutan kaporit, CaCl₂, Natrium Alginat, inulin, kotoran ayam, top soil, arang sekam padi, NaCl 0,9%, Aseton, alkohol, L-triptopan, Pepton.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) faktorial yang terdiri dari 16 perlakuan dengan 2 ulangan. Faktor pertama adalah penyiraman suspensi bakteri rizosfer yang terdiri dari A0 = tanpa perlakuan A1=10 ml, A2=20 ml A3=30 ml dan faktor kedua adalah penambahan mikrokapsul yang terdiri dari R0=0 g; R1 = 10 g; R2 = 20 g; R3 = 30 g. Aplikasi mikrokapsul dilakukan pada minggu ke-8 setelah tanam. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA. Hasil analisis varians dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan

Isolasi bakteri rizosfer. Bakteri rizosfer diisolasi dari tanah pohon kelapa sawit. Adapun jenis isolasi bakteri rizosfer menggunakan metode (Stephen C Lengkong, et al., 2020). Sebanyak 1 g tanah dimasukkan dalam 9 ml akuades steril, kemudian divortex hingga homogen. Larutan tanah yang telah homogen diambil sebanyak 0,1 ml dan diencerkan kembali dalam 9,9 ml akuades steril, kemudian divortex kembali sampai homogen. Larutan tersebut diambil sebanyak 0,1 ml dan dituang ke dalam cawan petri yang telah berisi media NA steril dan sebar dengan menggunakan pengaduk segitiga. Media yang sudah mengandung sampel tersebut diinkubasi pada incubator pada suhu 37⁰ C dalam keadaan gelap dan diamati setelah 24 jam.

Karakterisasi Morfologi Koloni dan Sel bakteri Pelarut Fosfat. Bakteri rhizosfer yang tumbuh dilakukan peremajaan satu per satu dan dikultivasi dalam cawan petri yang berisi media *Nutrient Agar*. Bakteri yang diremajakan adalah bakteri yang mempunyai karakteristik morfologi yang berbeda antar-bakteri lainnya seperti bentuk koloni, warna koloni, tepian koloni, dan elevasi koloni (Cappuchino & Sherman, 2013)

Uji Aktivitas Bakteri Dalam Melarutkan Fosfat

Uji Bakteri Dalam Melarutkan Fosfat. Uji pelarutan fosfat dilakukan dengan menumbuhkan bakteri pada media Pikovskaya dengan penambahan tri-kalsium fosfat sebagai sumber fosfat, kemudian diinkubasikan pada suhu 28°C Selama 7 hari. (Walida et al.2019)

Persiapan dan Sterilisasi Media Tanam.

Penggunaan komposisi media tanam dengan menggunakan top soil 50%, 25% kotoran ayam, dan menggunakan sekam bakar 25%, media dicampur rata, kemudian polibag ditutup rapat dengan lakban dan distrelisasikan menggunakan autoklab selama 8 jam pada suhu 121°C dan diulang sebanyak dua kali

Pembuatan Suspensi Bakteri. Dibuat Nacl 0,9 % dan ditambahkan aquades steril sebanyak 1

liter setelah itu siapkan bakteri rhizosfer diaduk hingga merata (homogen)

Pembuatan kapsul bakteri Rhizosfer. Larutan alginat steril mengandung suspensi bakteri rhizosfer dimasukkan dalam jarum spit lalu ditetaskan dalam larutan CaCl₂ 0,1 M kemudian diamkan selama satu jam hingga terbentuk mikro kapsul yang padat, selanjutnya mikro kapsul yang terbentuk dipindahkan dalam aquades steril dan diaduk secara perlahan menggunakan shaker selama satu jam untuk menghilangkan residu CaCl selanjutnya disaring dan dibilas menggunakan aquades (Junaidi,2018)

Parameter Pengamatan. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah morfologi koloni, tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), luas daun (cm²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil. Hasil yang diperoleh dari isolat bakteri rhizosfer dari tanah didapatkan sebanyak 14 isolat bakteri diidentifikasi secara morfologi berdasarkan warna koloni, bentuk koloni, elevasi koloni dan pertumbuhan koloni. Isolat bakteri rhizosfer yang diolasi memiliki karakter yang berbeda beda.

Tabel 1 Morfologi, warna,bentuk, elevasi, dan, tepi koloni dari bakteri rhizosfer

Isolat	Morfologi Koloni			
	Warna	Bentuk	elevasi	tepi
RA 1	Putih	Rhizoid	Vulvinate	Rhizoid
RA 2	Putih	Spindle	Vulvinate	Undulate
RA 3	Putih	Circuler	Vulvinate	Curled
RA 4	Putih	Filamentous	Umbonate	Filamentous
RA 5	Putih	Spindel	Vulvinate	Lobate
WR 1	Putih kekuningan	Circuler	Vulvinate	Entre
WR 2	Putih	Filamentous	Unbonate	Filamentes
WR 3	Putih	Irreguler	Convex	Entre
WR 4	Putih	Irreguler	Convex	Undalate
WR 5	Putih	Rhizoid	Flat	Rhizoid
RY 1	Kuing	Circuler	Umbonate	Entire
RY 2	Putih	Filamentous	Umbonate	Filamentous
RY 3	Putih	Irreguler	Umbonate	Undulate
RY 4	Putih	Filamentous	Umbonate	Filamentous

Tinggi Tanaman (cm). Data yang diperoleh dari pengamatan tinggi tanaman kopi pada minggu ke 8, 12, 16 dan 20 MST. Berdasarkan hasil uji ANOVA didapatkan bahwa perlakuan penyiraman suspensi bakteri rhizosfer pada 8,12,16,20 MST memiliki pengaruh berbeda

sangat nyata. Pada perlakuan pemberian mikrokapsul didapatkan bahwa pada minggu 8, memiliki pengaruh berbeda tidak nyata, namun pada 12,16, dan 20 MST memiliki hasil yang berbeda sangat nyata. Hasil yang diperoleh dari uji DMRT dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 : Rata- rata tinggi tanaman akibat pemberian suspensi dan mikrokapsul pada 8,12,16,20 MST terhadap pertumbuhan Kopi Arabika (*Coffea arabica* L)

Perlakuan	Rata-rata Tinggi tanaman Tanaman			
	8 MST	12 MST	16 MST	20 MST
Pemberian suspensi				
(R)				
R0 = 0 mL/Polybag	7,70 bC	12,49 cC	17,28 bB	21,61 bB
R1 = 5 mL/Polybag	8,46 bB	13,35 aAB	18,48 abA	21,19 bb
R2=10 mL/Polybag	8,99 aA	13,43 aA	18,83 aA	21,65 bAB
R3=15 mL/Polybag	9,08 aA	14,49 aB	18,66 aA	24,55 aA
Pemberian mikrokapsul				
(A)				
A0 = 0 gr/Polybag	8,38 aA	12,88 bC	17,76 cC	20,50 bC
A1 = 10 gr/Polybag	8,35 aA	13,05 bC	19,28 aA	22,46 aAB
A2 = 15 gr/Polybag	8,71 aA	14,25 aA	18,39 bB	23,08 aA
A3 = 30 gr/Polybag	8,79 aA	13,58 aB	17,81 cC	21,96 aA

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada taraf 5% (huruf) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar)

Interaksi pengaruh variasi pemberian suspensi dan penambahan mikrokapsul berpengaruh sangat nyata terhadap data pengukuran tinggi tanaman (cm) terhadap pertumbuhan tanaman

Kopi Arabika (*Coffea arabica* L). Hasil uji jarak duncan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Interaksi variasi pemberian suspensi dan penambahan mikrokapsul terhadap pertumbuhan Kopi Arabika (*Coffea arabica* L).

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)	
	16 MST	20 MST
R0A0	15,50 gF	19,70 eD
RIA0	17,95 dC	20,60 dD
R2A0	19,20 bB	22,85 cC
R3A0	16,45 fE	19,70 eD
R0A1	17,70 eD	20,40 eD
R1A1	18,75 cB	22,60 cC
R2A1	18,85 bB	19,70 cC
R3A1	18,60 cC	22,00 eD
R0A2	18,90 bB	21,40 dC
R1A2	19,30 bB	22,65 cC
R2A2	19,80 bB	22,35 cC
R3A2	18,20 dC	22,50 eD
R0A3	18,95 bB	22,85 cC
R1A3	21,10 aA	24,00 bB
R2A3	16,60 eD	25,05 bB
R3A3	18,00 dC	27,15 aA

Jumlah daun (Helai).

Data yang diperoleh dari pengamatan jumlah daun kopi pada minggu ke 8, 12, 16 dan 20 MST. Bahwa perlakuan penyiraman suspensi bakteri rhizosfer pada 8 MST belum terlihat berpengaruh terhadap pertumbuhann helai tanaman kopi yaitu berbeda tidak nyata sedangkan pada 12, dan 16 MST memberikan pengaruh berbeda sangat nyata dan 20 MST memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata. Pada perlakuan pemberian mikrokapsul didapatkan bahwa pada minggu 8,16 MST memiliki pengaruh berbeda tidak nyata, namun

pada 12 MST memiliki hasil yang berbeda nyata dan 20 MST memberikan pengaruh berbeda sangat nyata. Hasil yang diperoleh dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata- rata jumlah daun umur 8,12,16,20 MST akibat pemberian suspensi dan mikrokapsul terhadap tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L)

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun Tanaman (Helai)			
	8 MST	12 MST	16 MST	20 MST
Pemberian suspensi				
(R)				
R0 = 0 mL/Polybag	4,75 aA	7,75 bB	12,75 aB	14,00 bB
R1 = 5 mL/Polybag	5,75 aA	8,63 aA	13,25 aB	14,38 bB
R2=10 mL/Polybag	5,38 aA	8,13 bA	13,25 aB	14,50 bB
R3=15 mL/Polybag	4,75 aA	8,88 aA	15,13 aAB	14,63 aA
Pemberian mikrokapsul				
(A)				
A0 = 0 gr/Polybag	5,25 aA	8,38 aA	13,00 bB	14,50 cC
A1 = 10 gr/Polybag	5,63 aA	9,00 aA	13,25 bB	14,13 bB
A2 = 15 gr/Polybag	4,75 aA	8,13 bA	14,00 aA	15,25 aA
A3 = 30 gr/Polybag	5,00 aA	7,88 bAB	14,13 aA	14,63 aB

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada taraf 5% (huruf) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar)

Luas daun. Data yang diperoleh dari pengamatan luas daun kopi pada minggu ke 8, 12, 16 dan 20 MST. Berdasarkan hasil uji ANOVA didapatkan bahwa perlakuan penyiraman suspensi bakteri rhizosfer pada 8 MST, dan 12 MST belum terlihat berpengaruh terhadap pertumbuhan luas daun tanaman kopi yaitu berbeda tidak nyata sedangkan pada 16 dan

20 MST memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata. Pada perlakuan pemberian mikrokapsul didapatkan bahwa pada minggu 8, dan 16 MST memiliki pengaruh berbeda sangat nyata, namun pada 12 dan 20 MST memiliki hasil yang berbeda nyata. Hasil yang diperoleh dari uji DMRT. Dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Rata- rata luas daun umur 8,12,16,20 MST akibat pemberian suspensi dan mikrokapsul terhadap tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L)

Perlakuan	Rata-rata Luas Daun Tanaman			
	8 MST	12 MST	16 MST	20 MST
Pemberian suspensi (R)				
R0 = 0 mL/Polybag	19,12 aA	20,68 aA	21,68 bB	21,63 bA
R1 = 5 mL/Polybag	16,50 bB	19,53 aA	19,79 bB	20,85 bA
R2 = 10 mL/Polybag	19,66 aA	19,21 aA	19,42 bAB	20,92 bA
R3 = 15 mL/Polybag	16,50 bB	17,08 aA	25,53 aA	24,65 aA
Pemberian Kapsul (A)				
A0 = 0 gr/Polybag	12,88 bB	16,78 bA	18,03 bA	20,64 bA
A1 = 10 gr/Polybag	20,95 aA	21,38 abA	23,08 aA	21,95 aA
A2 = 15 gr/Polybag	18,69 aAB	19,96 abA	22,27aA	22,58 aA
A3 = 20 gr/Polybag	19,27 aAB	18,38 aA	23,02 aA	22,88 aA

Keterangan : Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada taraf 5% (huruf) dan berbeda sangat nyata pada taraf 1% (huruf besar)

Interaksi pengaruh variasi pemberian suspensi dan penambahan mikrokapsul berpengaruh sangat nyata terhadap data luas daun terhadap pertumbuhan tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* L). Hasil uji jarak Duncan ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6: Intraksi variasi pemberian suspensi dan penambahan mikrokapsul terhadap pertumbuhan kopi arabica (*coffea arabica* L)

Perlakuan	Rata-rata Luas daun (cm)	
	16 MST	20 MST
R0A0	19,67 cC	21,96 bB
R1A0	22,84 bB	21,62 cD
R2A0	20,30 cC	19,54 dC
R3A0	23,89 bB	23,40 bB
R0A1	18,99 cC	20,62 cC
R1A1	22,26 bB	23,14 bB
R2A1	20,28 cC	21,22 cD
R3A1	17,60 dC	18,42 dC
R0A2	15,31 dC	17,79 dC
R1A2	20,12 cC	21,50 cD
R2A2	20,12 cC	21,96 bB
R3A2	22,10 bB	22,43 bB
R0A3	18,14 cC	22,20 bB
R1A3	27,10 aA	21,54 cD
R2A3	28,38 aA	27,60 aA
R3A3	28,47 aA	27,25 aA

Pembahasan. Isolasi Bakteri Rhizosfer terdiri dari 14 bakteri, bakteri diidentifikasi secara morfologi berdasarkan warna koloni, elevasi koloni dan pertumbuhan koloni. Isolat bakteri rhizosfer yang diisolasi memiliki karakter yang berbeda beda. Ciri-ciri tersebut antara lain

bentuk koloni bakteri yang didominasi tidak beraturan dan dapat pula bentuk seperti rhizoid pada sampel RA 1 dan WR 5 dengan bentuk rhizoid yang memiliki warna putih dan elevasi vulviate. Bentuk spindel pada sampel RA 2 dan RA 5 yang memiliki tepi tidak beraturan seperti RA 2 yaitu terlihat seperti undulate dan RA 5 lobate dan filamentos pada sampel RA 4, WR 2, RY 2, RY 4 yang memiliki bentuk filamentous dan tepi circuled pada sampel RA 3, WR 1, RY 1, yang memiliki bentuk circular dan WR 2, RY 2 dan RY 4 memiliki bentuk filamentous. Adapun WR 3, WR 4 dan RY 3 memiliki bentuk yang sama yaitu irreguler, tetapi memiliki tepi yang berbeda-beda seperti entre, undulate. Penelitian ini menggunakan media padat seperti media Natrium alginat (NA), dan untuk pertumbuhan mikroorganisme ditandai dengan bentuk koloni yang berbeda-beda. Dari penelitian sebelumnya menurut (Arora et al, 2018). Pada 2 isolat bakteri (AM1.4 dan AM11.8b) terdapat endapan tersebut menunjukkan bahwa bakteri mampu menghasilkan Hidrogen Sulfida (H₂S). H₂S akan bereaksi dengan fem sitrat sehingga menghasilkan fersous sulfide yang menyebabkan warna hitam pada agar. Khaeruni et al. (2020), isolat rhizobakteri mempunyai kemampuan dalam melarutkan fosfat, kemampuan tersebut merupakan salah satu karakteristik fisiologis yang berhubungan dengan peranannya sebagai pemacu pertumbuhan. Hasil penelitian lain unsur fosfat dalam tanah tidak selalu tersedia bagi tanaman, sehingga adanya bakteri pelarut fosfat di rhizosfer tanaman akan menyediakan fosfat terlarut dan tersedia bagi tanaman. Pelepasan fosfat berhubungan dengan terbentuknya asam organik yang dihasilkan dari aktivitas ezim fosfatase bakteri, fosfat terlepas dalam bentuk ion H₂PO₄ - dan HPO₄ 2- yang dapat diserap langsung oleh tanaman (Jeksen & Mutiara, 2018).

Tinggi Tanaman (cm). Hasil pengamatan tinggi tanaman kopi menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi terbaik pada perlakuan penyiraman suspensi bakteri rhizosfer yaitu pada perlakuan R3 (24,55 cm) dan terendah pada perlakuan R1 (21,19 cm), sedangkan pemberian mikrokapsul terbaik pada perlakuan A2 (23,08 cm) dan terendah pada perlakuan A0 (20,50 cm). Hasil ini lebih baik dibanding dengan penelitian. Purba et al, 2023 yang menunjukkan bahwa bakteri endofit diperoleh data tertinggi pada 5 MAP pada perlakuan B1 dalam waktu 8 jam (16,31 cm) tinggi tanaman terendah pada perlakuan B0 tanpa perendaman (12,59 cm), tinggi perlakuan mikrokapsul, hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan 12 dengan dosis 10 g mikrokapsul (15,14 cm) dan untuk data terendah pada perlakuan 11 dengan 5 g (14,2 cm). Hal ini sejalan dengan penelitian Khaeruni et al. (2020), isolat rhizobakteri mempunyai kemampuan dalam melarutkan fosfat, kemampuan tersebut merupakan salah satu karakteristik fisiologis yang berhubungan dengan peranannya sebagai pemacu pertumbuhan. Berdasarkan hasil uji Duncan, terlihat bahwa terdapat interaksi pengaruh signifikan antara variasi pemberian suspensi dan penambahan mikrokapsul terhadap pertumbuhan tanaman kopi. Beberapa kombinasi perlakuan memberikan hasil yang berbeda secara nyata. Hasil terbaik di minggu 16 MST ditunjukkan pada R3 A3 28, 47 a A dan di 20 MST 27,25 aA memiliki hasil jumlah daun tanaman yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Jumlah daun. Dalam pemberian suspensi bakteri (R) jumlah daun terbaik tanaman kopi arabica (*Coffea arabica* L) di minggu 20 MST, pada perlakuan penyiraman suspensi bakteri rhizosfer yaitu pada perlakuan R3 (14,63) cm dan terendah pada perlakuan R1 (14,00) cm sedangkan pemberian mikrokapsul terbaik pada A2 (15,25) cm sedangkan yang terendah pada perlakuan A1 (14,13) cm. hasil ini lebih baik

dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Purba et al., 2023, dengan bakteri endofit yang menunjukkan bahwa pemberian mikrokapsul, data tertinggi terdapat pada perlakuan I1 dan I2 dengan dosis 5 dan 10 gr/polibag (10,25 helai) dan hasil terendah pada tanpa perlakuan (10,00 helai) penelitian ini didukung dengan (Saia et al., 2019; Bourles et al., 2020) yang menyatakan BPF berperan dalam meningkatkan asupan p pada tanaman dengan cara melarutkan bentuk p tidak terlarut dengan bantuan asam organik serta meningkatkan hormon pertumbuhan, seperti IAA

Luas daun. Dalam pemberian suspensi bakteri (R) tampak bahwa semakin tinggi dosis suspensi yang diberikan, rata-rata luas daun tanaman cenderung meningkat. Namun, perbedaan antara dosis 10 ml/polybag dan 15 ml/polybag relatif kecil. Adapun luas daun terbaik tanaman kopi terdapat pada minggu 16 dan 20 MST. Di ini luas daun tanaman kopi 16 MST terdapat pada R3 (25,53 cm²) dan 20 MST R3 (24,65 cm²). Dalam pemberian mikrokapsul pada tanaman tampak bahwa semakin tinggi dosis mikrokapsul yang diberikan, rata-rata luas daun tanaman cenderung meningkat secara keseluruhan pada semua umur tanaman. Luas daun tertinggi pada 16 MST dan 20 MST. 16 MST A1 (23,08 cm²) dan 20 MST A3 (22,88 cm²). Hasil ini lebih baik dibanding dengan penelitian. Purba et al., 2023 yang menunjukkan bakteri endofit dieproleh data tertinggi pada 5 MAP pada perlakuan B1 dalam waktu 8 jam (16,31 cm) tinggi tanaman terendah pada perlakuan B0 tanpa perendaman (12,59 cm). tinggi perlakuan mikrokapsul, hasil tertinggi dieproleh pada perlakuan 12 dengan dosis 10 g mikrokapsul (15,14 cm) dan untuk data terendah pada perlakuan 11 dengan 5 g (14,2 cm). Berdasarkan hasil uji Duncan, terlihat bahwa terdapat interaksi pengaruh signifikan antara variasi pemberian suspensi dan penambahan mikrokapsul terhadap pertumbuhan tanaman

kopi. Beberapa kombinasi perlakuan memberikan hasil yang berbeda secara nyata. Hasil terbaik di minggu 16 MST ditunjukkan pada R3A3: 28,47 dan di 20 MST 27,25 memiliki hasil luas tanaman yang terluas dibandingkan perlakuan lainnya.

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian bakteri rhizosfer dari tanah kelapa sawit ini terdapat sebanyak 14 isolat. Penggunaan suspensi bakteri rhizosfer dan pemberian mikrokapsul memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter yang diamati. Pada parameter tinggi tanaman, tanaman tertinggi terdapat R3 24,55cm dan terendah R1 21,18cm dan pada perlakuan mikrokapsul A2 23,75cm dan terendah A0, 20,50 cm jumlah daun dengan perlakuan suspensi tertinggi terdapat 19,75 dan terendah R0,16,62 dan untuk pemberian mikrokapsul tertinggi A3, 18.37 dan terendah A0 17,5 dan untuk luas daun dengan pemberian suspensi terdapat luas daun terluas terdapat pada R3 24,65 cm² dan untuk terendah R1 20,85 cm² dan untuk pemberian mikrokapsul tertinggi A3 22,88 cm² dan terendah A0, 20,44 cm²

DAFTAR PUSTAKA

- Andini, S. N., & Sesanti, R. N. (2018). Upaya Mempercepat Perkecambahan Benih Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Dan Kopi Robusta (*Coffea canephora* var. *robusta*) Dengan Penggunaan Air Kelapa. *Jurnal Wacana Pertanian*, 14(1),10. <https://doi.org/10.37694/jwp.v14i1.24>
- Asrul., dan I.N.P. Aryantha. 2020. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Rhizosfer Kelapa Sawit. *Lumbang*. 19(1): 30-39.
- Arora,P., Shukla,V., & Singh, G. (2018). Exploring the Role of Glucose in Optimizing In-Vitro Growth of Bacterial Isolates under Aluminium Stressed

- Conditions. *Int.J.Curr.Microbiol. App.Sci*, 7(05),3219-3223
- Baso, R., L., & Anindita, R. (2018). Analisis daya saing kopi Indonesia *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 2(1), pp. 1-9
- Bourles, A., Guentas, L., Charvis, C., Gensous, S., Majorel, C., Crossay, T., Cavaloc, Y., Burtet-Sarramegna, V., Jourand, P. and Amir, H., 2020. Co-inoculation with a bacterium and arbuscular mycorrhizal fungi improves root colonization, plant mineral nutrition, and plant growth of a Cyperaceae plant in an ultramafic soil. *Mycorrhiza*, 30(1), pp.121-131.
- Cappucihino, G. J., & Sherman, N. (2013). *Manual Laboratorium Mikrobiologi Edisi 8*. In Food Microbiology
- Defri Pranata, 2020. Dampak Pemberian Pupuk an-organik secara terus menerus terhadap Mikroorganisme dan keasaman tanah di lahan pertanian. Karya ilmiah Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi. *Journal. Pancabudi.ac.id*. 2(2), 51-51.
- Direktoral Jendral Perkebunan. 2019. Statistik perkebunan Indonesia 2018-2020 Jakarta : Sekretariat Direktorat Jendral Perkebunan
- Do Nascimento Junior, DR, Taberner, A., Cabral Albuquerque, EC de M., & Vieira de Melo, SAB (2021). Enkapsulasi biopestisida menggunakan CO₂ superkritis: Tinjauan komprehensif dan aplikasi potensial. *Molekul*, 26(13). <https://doi.org/10.3390/molecules26134003>.
- Hedty, H., Mukarlina, M., & Turnip, M. (2014). Pemberian H₂SO₄ dan Air Kelapa pada Uji Viabilitas Biji Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Protobiont*, 3(1), 7–11.
- Hidayatullah, Aditya. 2014. Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati Cair dengan Pupuk NPK terhadap Populasi *Azotobacter* sp., Bakteri Pelarut Fosfat dan Hasil Tanaman Caisim (*Brassica juncea*, L.) Pada Inceptisol. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Jeksen, J., dan Mutiara, C. (2018). Pengaruh Sumber Bahan Organik yang Berbeda terhadap Kualitas Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL). *Agrica*, 11(1), 60-72
- Junaidi, M. 2018 Uji Viabilitas Mikrokapsulasi *Loctobactilus Acidophilus* Menggunakan Polimer Natrium Alginat Kitosan Terhadap Simulasi Cairan Asam Lambung.
- Khaeruni, A., Nirmala, T., Hisein, W.S.A., Gusnawaty Wijayanto, T., dan Sutarati, G.A. (2020). Potensi dan Karakteristik Fisiologis Bakteri Endofit Asal Tanaman Kakao Sehat sebagai pemacu Pertumbuhan Benih Kakao. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 25(3), 388-395
- Lengkong, C. S., Siahnan, P. Tangapo, M. A., 2022. Analisis Karakter dan Uji Bioaktivitas Bakteri Rhizosfer PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizosfer*) Isolat Kalasey. *Jurnal Bios Logos*. Vol. 12 (no. 2) Agustus 2022. 104-113.
- Liao, N., Luo, B., Gao, J., Li, X., Zhao, Z., Zhang, Y., Ni, Y., & Tian, F. (2019). Oligosakarida sebagai agen koenkapsulasi: efek pada kelangsungan hidup *Lactobacillus fermentum* oral dalam saluran pencernaan yang disimulasikan. *Surat Bioteknologi*, 41(2), 263–272. <https://doi.org/10.1007/s10529-018-02634-6>
- Luiz De Oliveira, J., Ramos Campos, EV, & Fraceto, LF (2018). Perkembangan dan Tantangan Terkini untuk Formulasi Pestisida Botani Skala Nano untuk Digunakan dalam Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Kimia Pertanian dan Pangan*, 66(34), 8898–8913. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b03183>
- Purba, IG., Warsito, K., & Refnizuida. (2023). Escalation of Coffee Plant (*Coffea arabica* L.) By Addition of

- Microcapsules From IAA (Indole Acetic Acid) Producing-Endophytic Bacteria. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 9(1), 181191. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v9i1.3907>
- Sugianto K, S, Shovitri, M, Hidayat, A, Rhizobakteri Sebagai Pelarut Fosfat. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS VOL. 2* (2018).
- Saia, S., Aissa, E., Luziatelli, F., Ruzzi, M., Colla, G., Ficca, A.G., Cardarelli, M. and Roupheal, Y., 2020. Growth-promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi differentially benefit tomato and corn depending upon the supplied form of phosphorus. *Mycorrhiza*, 30 (1), pp.133-147
- Saberi-Rise, R., & Moradi-Pour, M. (2020). Pengaruh *Bacillus Subtilis* Vru1 yang Dienkapsulasi Pada Lapisan Alginat – Bentonit yang Diperkaya Dengan Nanopartikel Titanium Terhadap *Rhizoctonia solani* Pada Kacang. *Jurnal Internasional Makromolekul Biologis*, 152, 1089–1097. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.197>
- Sugianto K, S, Shovitri, M, Hidayat, A, Rhizobakteri Sebagai Pelarut Fosfat. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS VOL. 2* (2018)..
- Suryani, N., Suzanti Betha, O., Fakultas, M., Kesehatan, I., Syarif, U., & Jakarta, H. (2019). Uji Viabilitas Mikroenkapsulasi *Lactobacillus Casei* Menggunakan Matrik Natrium Alginat Uji Viabilitas Mikroenkapsulasi *Lactobacillus Casei* Menggunakan Matrik Sodium Alginat. *Jurnal Farmasi Lampung*, 8(1), 1–8. <http://digilib.utb.ac.id/index.php/jfl/article/download/80/75>
- Stella, M., Theeba, M., & Illani, ZI (2019). Pupuk Organik Diubah Dengan Sel Bakteri Yang Tidak Bergerak Untuk Umur Simpan yang Lebih Lama. *Biokatalisis dan Bioteknologi Pertanian*, 20 (September 2018), 101248. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101248>
- Syahputra, M. R. E. (2019). Respon Perkecambahan Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Pada Berbagai Konsentrasi Giberelin dan Lama Perendaman. Universitas Sumatera Utara.
- Taryana, Y., & Sugiarti, L. (2019). Pengaruh Media Tanam Terhadap Perkecambahan Benih Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 4(2), 64–69
- Vassilev, N., Vassileva, M., Martos, V., Garcia del Moral, LF, Kowalska, J., Tylkowski, B., & Malusá, E. (2020). Formulasi Inokulan Mikroba dengan Enkapsulasi dalam Polisakarida Alami: Fokus pada Sifat Bermanfaat dari Aditif dan Derivatif Pembawa. *Frontiers in Plant Science*, 11(Maret), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00270>.
- Walida H, Harahap FS, Hasibuan M, & Yanti FF (2019) Isolasi dan identifikasi bakteri penghasil IAA dan pelarut fosfat dari rhizosfer tanaman kelapa sawit. *Bionlink* (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan) 6(1), 1-7.
- Zabot, GL, Schaefer Rodrigues, F., Polano Ody, L., Vinícius Tres, M., Herrera, E., Palacin, H., Córdova-Ramos, JS, Best, I., & Olivera-Montenegro, L. (2022). Enkapsulasi Senyawa Bioaktif untuk Aplikasi Pangan dan Pertanian. *Polimer*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/polym14194194>.
- Zulkifli, L., P. Sedijani., D.A.C. Rasmi., and L.W.Z. Amrullah. (2020). Screening and Molecular Identification of Phosphate-Solubilizing Rhizobacteria from Mangrove Ecosystem of the Lombok Island. *Biologi Tropis*. 20(3): 475-48.