

PENAPISAN ANTAGONIS BAKTERI TERHADAP *Neopestalotiopsis* sp DAN *Colletotrichum* sp SEBAGAI PENYEBAB PENYAKIT GUGUR DAUN PADA TANAMAN KARET

Screening of Bacterial Antagonists Against Neopestalotiopsis sp and Colletotrichum sp Causal Agents of Leaf Fall Disease in Rubber Plants

Tri Rapani FEBBIYANTI* dan Hanny Lia ANGGRAINI

Pusat Penelitian Karet

Jalan Raya Palembang-Pangkalai Balai Km 29 Sembawa, Banyuasin, Sumatera Selatan
30953

*Email : trifebbi@yahoo.com

Diterima: Mei 2026/Disetujui: Juni 2026

Abstrak

Penyakit gugur daun karet yang disebabkan oleh *Neopestalotiopsis* sp dan *Colletotrichum* sp menjadi ancaman serius yang memicu gugur daun terus-menerus dan penurunan produksi lateks secara signifikan. Upaya pengendalian preventif konvensional meliputi penggunaan klon resisten, pemantauan dini, dan pemupukan intensif. Sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan, pemanfaatan agen hayati seperti bakteri endofit antagonis mulai intensif dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan isolat bakteri endofit tanaman karet dalam menghambat pertumbuhan patogen *Neopestalotiopsis* sp dan *Colletotrichum* sp secara in vitro. Sebanyak 23 isolat bakteri endofit diuji daya hambatnya terhadap kedua patogen tersebut. Hasil penelitian menunjukkan seluruh isolat bakteri endofit memiliki kemampuan antagonis yang baik dan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan kontrol pada hari ketujuh setelah inkubasi. Isolat TB32 menunjukkan efikasi terbaik dalam menekan perkembangan *Neopestalotiopsis* sp dengan persentase hambatan mencapai 54,94%, diikuti oleh isolat TB33 dan TB37. Sementara itu, isolat TB33, TB2, dan TB3 tercatat sebagai isolat terbaik dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum* sp. Penelitian ini menegaskan potensi besar bakteri endofit sebagai agen biokontrol hayati untuk mengendalikan penyakit gugur daun pada tanaman karet.

Kata Kunci: Bakteri endofit, *Colletotrichum* sp, gugur daun karet, *Neopestalotiopsis* sp, penapisan antagonis

Abstract

Rubber leaf fall diseases caused by *Neopestalotiopsis* sp and *Colletotrichum* sp pose severe threats to rubber plantations, leading to continuous defoliation and significant yield loss. Conventional preventive measures rely on deploying resistant clones, early plant monitoring, and intensive fertilization. As a sustainable alternative, utilizing biological control agents such as antagonistic endophytic bacteria has gained attention. This study aimed to evaluate the capability of endophytic bacteria isolated from rubber trees to inhibit the growth of *Neopestalotiopsis* sp and *Colletotrichum* sp pathogens. Twenty-three endophytic bacterial isolates were screened for their antagonistic activity. The results revealed that all isolates exhibited strong inhibitory effects, which were highly significant compared to the control treatment at seven days post-incubation. Isolate TB32 demonstrated the highest efficacy against *Neopestalotiopsis* sp with an inhibition percentage of 54.94%, followed closely by isolates TB33 and TB37. Meanwhile, isolates TB33, TB2, and TB3 were identified as the most effective candidates in suppressing *Colletotrichum* sp. This study highlights the promising potential of these endophytic bacteria as biocontrol agents to manage rubber leaf fall diseases.

Keywords: Antagonistic screening, *Colletotrichum* sp, endophytic bacteria, *Neopestalotiopsis* sp, rubber leaf fall disease

PENDAHULUAN

Karet merupakan komoditas yang bernilai ekonomi dan sebagai sumber pendapatan petani bagi Indonesia. Pada tahun 2016 dilaporkan telah terjadi penyakit gugur daun yang disebabkan oleh patogen *Neopestalotiopsis* sp (Febbiyanti dan Fairuzah 2019). Patogen ini mengakibatkan pengguguran daun secara terus menerus sehingga tajuk tanaman tipis dan mengakibatkan kerugian hingga 35% (Febbiyanti dan Tistama, 2021). Selain *Pestalotiopsis*, penyakit gugur daun lainnya yaitu penyakit gugur daun *Colletotrichum*. Penyakit gugur daun karet *Colletotrichum* sp pertama kali dilaporkan menyerang di Indonesia pada tahun 1980. Ledakan penyakit daun *Colletotrichum* pernah terjadi pada tahun 1973-1974 di Sumatera, tahun 1984-1985 di Kalimantan, tahun 1989 di Sumatera dan Kalimantan, tahun 1993 di Sumatera Selatan, dan tahun 1996/1997 di Sumatera Selatan dan Lampung, epidemi ini terjadi akibat terjadinya musim hujan yang panjang (Situmorang, 1990).

Tindakan pencegahan yang dapat dilakukan dalam mengendalikan kedua penyakit gugur daun ini adalah dengan tidak menanam klon-klon yang rentan, melakukan pemeriksaan tanaman dari awal, dan melakukan pemupukan secara intensif. Salah satu pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan agensi hayati seperti bakteri endofit yang berperan sebagai bakteri antagonis. Eksplorasi bakteri dari filoplan dan jaringan tanaman karet menunjukkan potensi besar sebagai agensi pengendali hayati. Menurut Saraswati dkk. (2023), pemanfaatan mikroba indigenous yang berhabitat sama dengan patogen, seperti bakteri filoplan, efektif dalam menghambat pertumbuhan miselium jamur *Pestalotiopsis* sp karena mampu bersaing memperebutkan ruang dan nutrisi di permukaan daun. Penelitian yang

dilakukan oleh Setiawan (2023) dan Dalimunthe dkk. (2023) membuktikan bahwa isolat bakteri endofit yang dieksplorasi dari jaringan internal tanaman karet sehat mampu menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang menekan perkembangan *Pestalotiopsis* sp secara nyata pada media laboratorium. Selain bakteri, pemanfaatan jamur endofit non-patogen juga telah diuji. Berdasarkan kajian dari University of Southern Mindanao (2024), aplikasi protektif menggunakan agensi hayati endofit mampu menurunkan intensitas keparahan penyakit akibat *Colletotrichum* sp hingga mencapai tingkat keparahan terendah yaitu sebesar 1,62%.

Pendekatan penanaman klon resisten dinilai paling efisien jangka panjang. Namun, hasil uji laboratorium oleh Damiri dkk. (2022) menunjukkan tantangan besar karena sebagian besar klon komersial unggul yang ditanam oleh petani (seperti PB 260, RRIC 100, IRR 112, IRR 118, BPM 24, dan PB 340) menunjukkan sifat rentan terhadap serangan patogen gugur daun *Pestalotiopsis* sp dengan tingkat keparahan infeksi yang tinggi.

Meskipun metode hayati terus dikembangkan, aplikasi fungisida masih menjadi andalan saat terjadi epidemi. Koga dkk. (2024) berhasil menyaring pestisida efektif dan menemukan bahwa kombinasi bahan aktif copper oxinate (Quinondo 80% WP) dan thiophanate-methyl (Topsin M WP) pada konsentrasi masing-masing 10 ppm memberikan efek hambatan sinergis yang sangat kuat dalam menekan lesi nekrotik akibat infeksi *Neopestalotiopsis* sp dan *Colletotrichum* sp pada bibit tanaman karet.

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan bakteri endofit asal tanaman karet sebagai bakteri antagonis menghambat patogen *Neopestalotiopsis* sp dan *Colletotrichum* sp penyebab penyakit gugur daun karet.

METODOLOGI

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman dan Rumah Kaca Pusat Penelitian Karet Sembawa Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan dan dilaksanakan mulai pada Juni 2023 sampai Maret 2024.

Peremajaan Isolat Bakteri

Isolat bakteri yang digunakan berasal dari koleksi Laboratorium Proteksi Tanaman Pusat Penelitian Karet. Bakteri yang berasal dari koleksi kemudian digoreskan pada media Nutrient Agar (NA) dengan metode cawan gores menggunakan jarum ose (Astari et al., 2021). Cawan petri yang sudah diinokulasikan bakteri kemudian di beri plastik wrap lalu diinkubasi pada ruangan selama 24-48 jam.

Pengamatan Morfologi Koloni

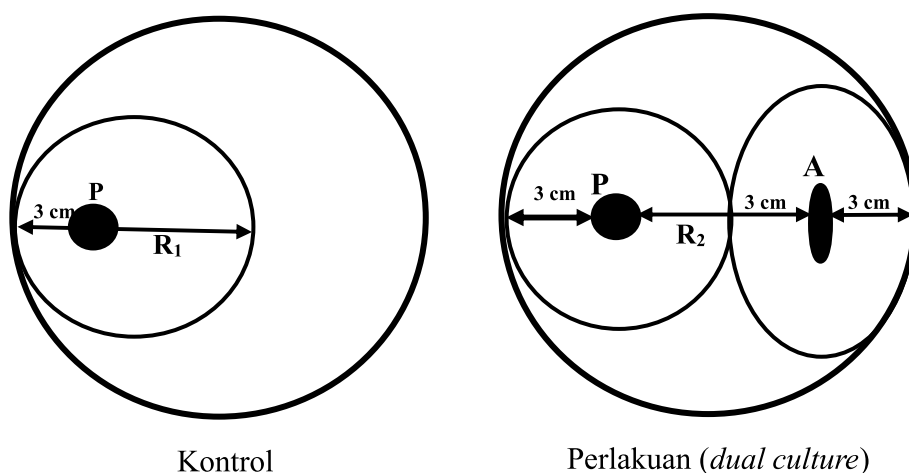
Masing-masing isolat bakteri endofit diremajakan dan dimurnikan pada media NA untuk mendapatkan isolat tunggal. Isolat yang tumbuh kemudian dibedakan

berdasarkan karakter morfologi koloni tunggal diantaranya warna koloni, bentuk koloni, tepi koloni dan elevasi (Arimbawa et al., 2019).

Uji Gram

Reaksi gram dilakukan pengujian menggunakan larutan KOH 3% dengan pengambilan 1 ose koloni bakteri kemudian teteskan pada kaca preparat yang telah diberi dua tetes 3% KOH menggunakan jarum ose. Reaksi positif menandakan koloni bakteri merupakan Gram-negatif (-) yang terlihat berlendir, lengket seperti benang. Sedangkan reaksi negatif menandakan koloni bakteri adalah Gram-positif (+) tampak tidak berlendir, jika diangkat dari permukaan suspensi langsung terlepas (Sudewi et al., 2020).

Morfologi koloni bakteri diamati menggunakan mikroskop Stereo untuk melihat bentuk bakteri, tepian bakteri, warna bakteri, dan elevasi. Pengamatan uji KOH menunjukkan bakteri Gram-negatif (-) yang terlihat berlendir, lengket seperti benang. Sedangkan reaksi negatif



Gambar 1. Skema penempatan bakteri endofit sebagai uji antagonis terhadap jamur *Pestalotiopsis* sp dengan metode *dual culture*. P = Jamur patogen *Pestalotiopsis* sp, A = Bakteri endofit

menandakan koloni bakteri adalah Gram-positif (+) tampak tidak berlendir.

Penapisan Bakteri Endofit Terhadap *Colletotrichum* sp dan *Neopestalotiopsis* sp

Pengujian bakteri antagonis dilakukan untuk melihat kemampuan bakteri endofit dalam menghambat pertumbuhan patogen *Neopestalotiopsis* sp dan *Colletotrichum* sp. Pengujian ini dilakukan dengan metode kultur ganda (dual culture) dengan cara satu ose isolat bakteri endofit digoreskan tegak lurus pada

bagian tengah cawan yang berisi media NA. Inokulum kultur patogen diletakkan pada kedua sisi isolat bakteri endofit yang diuji. Kemudian media yang berisi kultur mikroba tersebut diinkubasi pada suhu ruang hingga hari ke-7 untuk selanjutnya dilakukan pengamatan (Nagpal et al., 2020). Untuk pengujian bakteri endofit dengan penempatan inokulasi sebagai berikut (Susanti et al., 2021).

Daya Hambat

Pengamatan daya hambat dilakukan terhadap zona hambatan yang dihasilkan

$$Z = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\%$$

Keterangan :

Z = Presentase daya hambat

R1 = Jari-jari jamur patogen tanpa endofit (kontrol)

R2 = Jari-jari miselium yang tumbuh mendekati bakteri endofit

pada hari ke-7 dan zona hambat (Z) kemudian dihitung menggunakan rumus berikut (Susanti et al., 2021):

Pengamatan Miselium *Neopestalotiopsis* sp Dan *Colletotrichum* setelah Uji Antagonis

Pengamatan miselium jamur *Neopestalotiopsis* sp dan *Colletotrichum* sp dilakukan dengan dua cara, yaitu secara visual dan mikroskopis. Pengamatan secara visual dengan cara mengamati zona pertumbuhan. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan mengamati

ujung miselium pada zona hambat beberapa jamur patogen. Ujung miselium kedua jamur patogen yang tumbuh pada permukaan media NA kemudian dipotong berbentuk kotak kemudian diletakkan pada kaca preparat. Kemudian dilakukan pengamatan secara mikroskopis dengan mengamati adanya abnormalitas pertumbuhan miselium jamur patogen berupa pembengkokan ujung miselium dan miselium pecah, miselium terbelah, bercabang, lisis dan kerdil (Lestari, 2017).

Berat Kering Miselium

Perhitungan berat kering miselium *Neopestalotiopsis* sp dan *Colletotrichum*

$$M = (M_1 - M_0)$$

Keterangan :

M = Massa miselium

M₀ = Berat keta saring

M₁ = Berat kertas saring dan miselium jamur

bertujuan untuk mengetahui terhambatnya perkembangan jamur *Neopestalotiopsis* sp dan *Colletotrichum* sp oleh bakteri endofit dengan rumus (Yahya et al., 2021) :

Berat kering miselium didapat dengan cara media yang tidak ditumbuhi oleh jamur dibersihkan. Media yang ditumbuhi oleh miselium jamur dilarutkan dengan HCL 4%. Miselium yang terpisah

disaring menggunakan kertas saring yang sebelumnya telah ditimbang. Kemudian miselium pada kertas saring di oven selama 48 jam dengan suhu 70°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Bakteri

Karakterisasi yang mencakup

Tabel 1. Karaktersitik bakteri endofit asal tanaman karet

Kode Bakteri	Asal Bakteri	Bentuk Koloni	Elevasi	Tepian Koloni	Warna Koloni	Uji Gram (KOH 3%)
TB1	Daun	Tidak beraturan	Cekung	Bergelombang	Putih krem	+ (Positif)
TB2	Daun	Akar (Rhizoid)	Cembung	Bergelombang	Putih	- (Negatif)
TB3	Daun	Akar (Rhizoid)	Cembung	Bergelombang	Putih krem	+ (Positif)
TB4	Daun	Akar (Rhizoid)	Menonjol (Raised)	Bergelombang	Putih	+ (Positif)
TB5	Daun	Tidak beraturan	Datar	Bergelombang	Putih krem	- (Negatif)
TB19	Isolat dari Medan	Akar (Rhizoid)	Menonjol (Raised)	Benang (Filiform)	Putih	- (Negatif)
TB20	Isolat dari Medan	Akar (Rhizoid)	Cekung	Benang (Filiform)	Putih	- (Negatif)
TB21	Kulit	Bundar	Cembung	Rata (Entire)	Putih	- (Negatif)
TB24	Kulit	Tidak beraturan	Cekung	Bergelombang	Putih	+ (Positif)
TB32	Daun	Bundar	Cekung	Bergelombang	Putih	- (Negatif)
TB33	Isolat dari Medan	Tidak beraturan	Cekung	Bergelombang	Putih krem	- (Negatif)
TB37	Akar	Benang (Filiform)	Cekung	Bergelombang	Putih	- (Negatif)*
TB40	Akar	Akar (Rhizoid)	Datar	Benang (Filiform)	Putih	- (Negatif)
TB42	Kulit	Tidak beraturan	Cekung	Bergelombang	Putih	- (Negatif)
TB43	Kulit	Tidak beraturan	Cekung	Bergelombang	Putih	- (Negatif)
TB45	Akar	Benang (Filiform)	Datar	Bergelombang	Putih	- (Negatif)
TB47	Kulit	Tidak beraturan	Menonjol (Raised)	Bergelombang	Putih	- (Negatif)
TB52	Daun	Akar (Rhizoid)	Cekung	Bergelombang	Putih	- (Negatif)
TB54	Kulit	Bundar	Menonjol (Raised)	Rata (Entire)	Putih	- (Negatif)
TB55	Akar	Akar (Rhizoid)	Menonjol (Raised)	Bergelombang	Putih	- (Negatif)

TB56	Daun	Bundar	Datar	Bergelombang	Putih	- (Negatif)
TB57	Daun	Bundar	Datar	Bergelombang	Putih	- (Negatif)
TB58	Daun	Tidak beraturan	Menonjol (Raised)	Bergelombang	Putih krem	- (Negatif)

morfologi sel, bentuk koloni, serta uji biokimia.

Hasil karakterisasi bakteri dapat dilihat pada Tabel 1.

Sebanyak 23 isolat bakteri endofit diperoleh dari koleksi Laboratorium Proteksi Tanaman, Pusat Penelitian Karet Sembawa. Isolat-isolat bakteri endofit tersebut berasal dari organ daun, kulit, dan akar tanaman karet. Berdasarkan hasil karakterisasi, koloni bakteri endofit menunjukkan variasi morfologi koloni, warna, tepi, dan elevasi yang beragam. Warna koloni didominasi oleh putih dan putih krim, dengan bentuk koloni meliputi rizoid, bulat, serta tidak beraturan. Tepian koloni bervariasi antara bergelombang, filiform, lobate, entire, dan curled, sedangkan elevasi koloni yang ditemukan meliputi crateriform, cembung, raised, dan datar. Hasil uji biokimia melalui uji Gram menggunakan larutan KOH 3% menunjukkan bahwa 4 isolat merupakan bakteri Gram-positif, yaitu isolat TB1, TB3, TB4, dan TB24. Sementara itu, 19 isolat lainnya merupakan bakteri Gram-negatif, yaitu isolat TB2, TB5, TB19, TB20, TB21, TB32, TB33, TB37, TB40, TB42, TB43, TB45, TB47, TB52, TB54, TB55, TB56, TB57, dan TB58, yang ditandai dengan terbentuknya lendir. Menurut Hardiansyah et al. (2020), pembentukan lendir ini terjadi akibat pecahnya dinding sel bakteri Gram-negatif ketika bereaksi dengan larutan KOH 3% yang memiliki tingkat alkalis tinggi.

Penapisan Bakteri endofit terhadap patogen *Neopestalotiopsis sp*

Hasil uji antagonis bakteri endofit didapatkan adanya zona hambat bakteri endofit terhadap jamur patogen *Neopestalotiopsis sp* yang berbeda-beda. Bakteri endofit yang memiliki kemampuan antagonis ditandai dengan adanya penghambatan miselium jamur

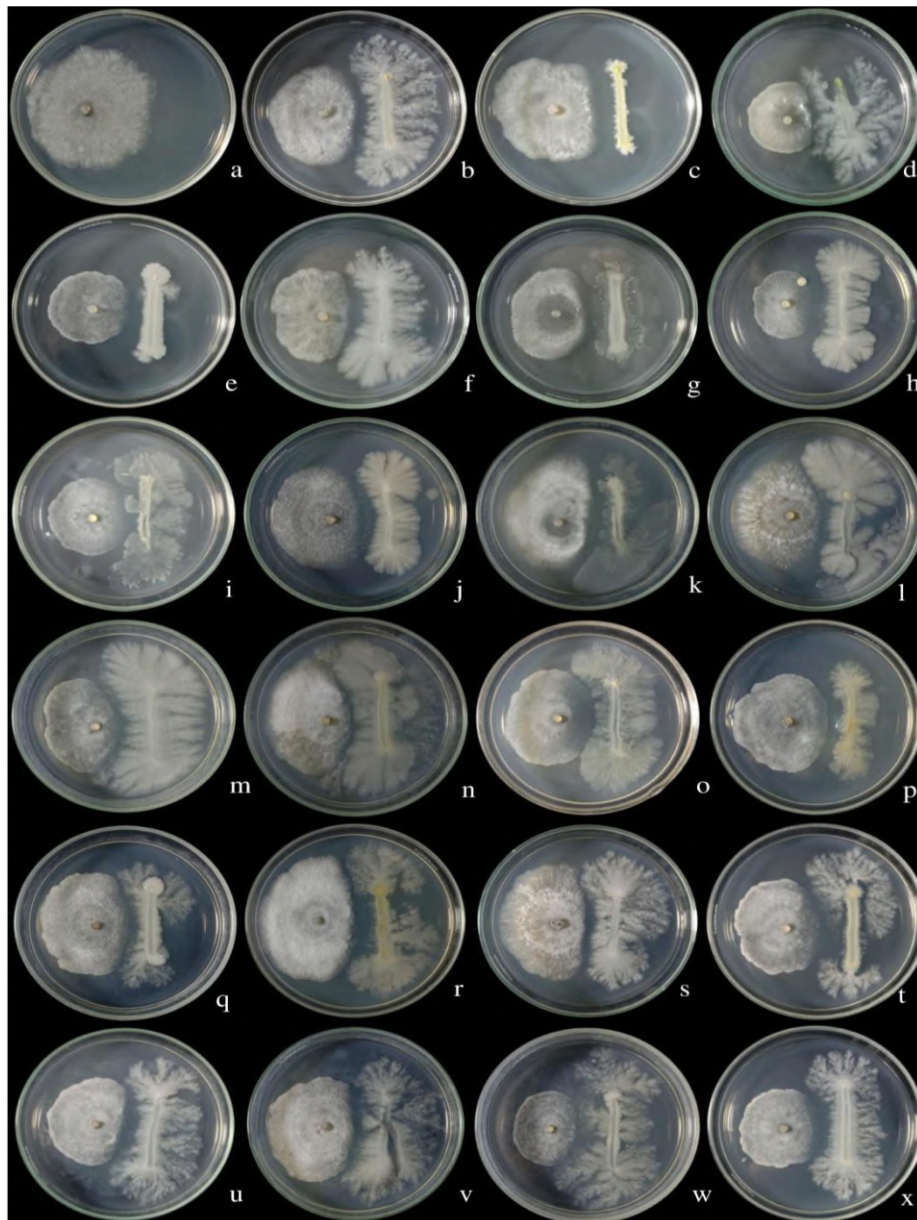
Pada pengamatan hari keempat, persentase daya hambat tertinggi dicapai oleh isolat TB32 sebesar 4,49%. Efektivitas

isolat TB32 ini tidak berbeda nyata dengan isolat TB19, TB20, TB45, dan TB52, tetapi menunjukkan perbedaan yang nyata jika dibandingkan dengan kontrol (TS0) serta isolat TB1, TB2, TB3, TB4, TB5, TB21, TB24, TB33, TB37, TB40, TB42, TB43, TB47, TB54, TB55, TB56, TB57, dan TB58.

Pada pengamatan hari kelima, penekanan tertinggi diperlihatkan oleh isolat TB20 (29,28%) dan TB33 (28,76%). Isolat-isolat unggulan tersebut tidak berbeda nyata dengan isolat TB1, TB5, TB19, TB24, TB32, TB37, TB40, TB45, TB47, TB52, TB54, TB55, dan TB57, tetapi berbeda nyata dengan isolat TB2, TB3, TB4, TB21, TB42, TB43, TB56, dan TB58, serta berbeda sangat nyata dengan perlakuan kontrol (TS0).

Memasuki pengamatan hari keenam, tren penghambatan meningkat tajam dengan penekanan tertinggi dicapai oleh isolat TB37 sebesar 46,92% dan TB32 sebesar 45,17%. Kemampuan kedua isolat ini berada pada kelompok notasi yang sama (tidak berbeda nyata) dengan mayoritas isolat lainnya, namun tetap berbeda nyata dengan kemampuan isolat TB2, TB4, TB21, TB40, TB42, dan TB43 yang memiliki daya hambat lebih rendah, serta berbeda sangat nyata dengan kontrol (Ts0).

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa seluruh isolat menunjukkan kemampuan antagonis yang baik dalam menekan pertumbuhan jamur *Neopestalotiopsis sp* penyebab gugur daun karet. Persentase daya hambat hari ketiga isolat TSB1 memiliki penekanan 4,48 persen dan berbeda nyata dengan kontrol. Persentase daya hambat hari keempat isolat TSB32 dengan penekanan 4,49 persen dan berbeda nyata dengan kontrol. Persentase daya hambat hari kelima isolat TSB52 memiliki penekanan 28,57 persen dan pada hari keenam semua isolat memiliki persentase



Gambar 2. Interaksi antara bakteri endofit dan patogen pada media NA: a) Kontrol, b) TSB1, c) TSB2, d) TSB3, e) TSB4, f) TSB5, g) TSB19, h) TSB20, i) TSB21, j) TSB24, k) TSB32, l) TSB33, m) TSB37, n) TSB40, o) TSB42, p) TSB43, q) TSB45, r) TSB47, s) TSB52, t) TSB54, u) TSB55, v) TSB56, w) TSB57, x) TSB58.

Tabel 1. Persentase daya hambat bakteri endofit terhadap pertumbuhan jamur *Neopestalotiopsis* sp

Kode Isolat	Persentase Daya Hambat Hari ke-3 (%)	Persentase Daya Hambat Hari ke-4 (%)	Persentase Daya Hambat Hari ke-5 (%)	Persentase Daya Hambat Hari ke-6 (%)	Persentase Daya Hambat Hari ke-7 (%)

TS0 (Kontrol)	0.00 b	0.00 b	00.00 c	00.00 b	00.00 d
TB1	4.48 a	1.66 ab	21.97 a	38.32 a	49.27 abc
TB2	4.34 a	3.42 ab	14.30 ab	27.26 a	40.01 abc
TB3	3.73 ab	3.54 ab	14.19 ab	34.47 a	46.38 abc
TB4	3.95 ab	2.78 ab	16.25 ab	29.71 a	32.15 abc
TB5	3.50 ab	2.41 ab	26.87 a	43.03 a	51.25 abc
TB19	4.32 a	4.39 a	22.21 a	44.02 a	49.08 abc
TB20	4.27 a	3.81 a	29.28 a	39.69 a	49.98 abc
TB21	3.06 ab	2.60 ab	13.62 ab	26.85 a	35.34 abc
TB24	3.65 ab	3.45 ab	28.16 a	39.17 a	50.95 abc
TB32	2.73 ab	4.49 a	23.42 a	45.17 a	54.94 a
TB33	4.18 a	2.84 ab	28.76 a	44.80 a	52.86 ab
TB37	3.84 ab	2.52 ab	27.68 a	46.92 a	54.32 ab
TB40	4.43 a	3.57 ab	22.83 a	29.67 a	46.33 abc
TB42	4.43 a	2.22 ab	17.85 ab	29.67 a	31.44 bc
TB43	3.50 ab	2.43 ab	16.45 ab	27.87 a	34.05 abc
TB45	4.10 a	4.00 a	23.45 a	38.08 a	48.89 abc
TB47	2.80 ab	2.83 ab	22.15 a	42.45 a	49.85 abc
TB52	3.66 ab	3.93 a	28.57 a	41.44 a	51.72 abc
TB54	4.41 a	3.62 ab	26.93 a	31.98 a	42.69 abc
TB55	4.22 a	2.84 ab	25.72 a	37.31 a	44.14 abc
TB56	2.10 ab	1.68 ab	18.53 ab	34.07 a	44.77 abc
TB57	3.33 ab	3.10 ab	24.22 a	35.87 a	48.81 abc
TB58	3.12 ab	3.53 ab	19.16 ab	33.02 a	41.82 abc

Keterangan: P: *Neopestalotiopsis sp* TS: Media NA, B: Kode isolat bakteri; Analisis ragam berdasarkan uji lanjut BNJ dengan taraf 5%; Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata.

penekanan yang baik dan sangat berbeda nyata dengan kontrol. Di hari ketujuh, Isolat TSB32 menunjukkan kemampuan terbaik dalam menekan perkembangan *Neopestalotiopsis sp* dengan persentase penekanan mencapai 54,94 persen. Disusul dengan isolat TSB33 dan TSB37 yang berbeda sangat nyata dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki kemampuan antagonis paling tinggi.

Persentase daya hambat hari keenam, ditunjukkan bahwa semua isolat tidak berbeda nyata, namun berbeda sangat nyata dengan perlakuan kontrol. Persentase daya hambat hari ketujuh, semua isolat perlakuan bakteri endofit memiliki kemampuan antagonis yang baik dalam menekan perkembangan jamur *Neopestalotiopsis sp* dan berbeda sangat

nyata dengan perlakuan kontrol. Isolat TSB32 menunjukkan kemampuan terbaik dalam menekan perkembangan *Neopestalotiopsis sp* dengan persentase penekanan mencapai 54,94 persen, dan disusul oleh isolat TSB33 dan TSB37. Kedua isolat tersebut tidak berbeda nyata satu sama lain, tetapi berbeda nyata dengan isolat TSB43 dan kontrol.

Pengamatan mikroskopis

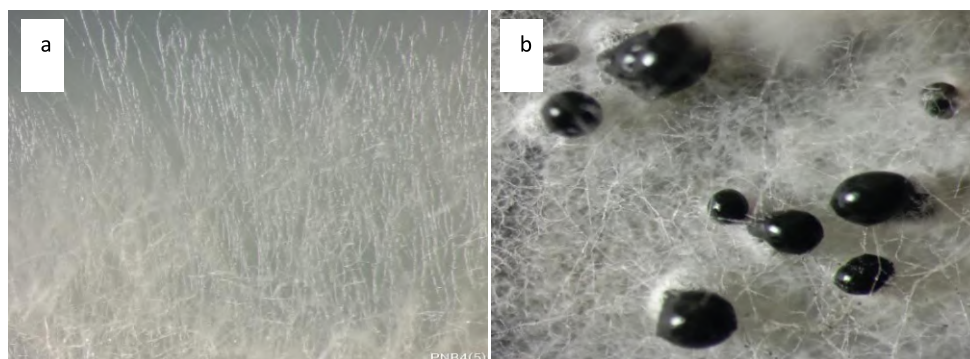
Pengamatan makroskopis pada isolat kontrol yang tidak berinteraksi dengan bakteri endofit menunjukkan pertumbuhan miselium yang menebal dengan warna putih, hifa yang tumbuh lurus dan tidak bercabang, serta keberadaan konidiomata

berbetuk bulat, berwarna hitam, berlendir dan berkilau, hal ini sesuai dengan pernyataan Kusdiana et al., (2021).

Miselium yang tumbuh menjauhi bakteri tumbuh menebal, hifa tumbuh lurus dan tidak bercabang, sedangkan

pertumbuhan miselium yang mendekati bakteri menunjukkan hifa yang abnormal ditandai dengan hifa tumbuh tidak beraturan, memiliki banyak cabang dan terlihat patah. konidia yang tumbuh tampak menyusut, tidak berlendir, dan memiliki bentuk yang tidak beraturan.

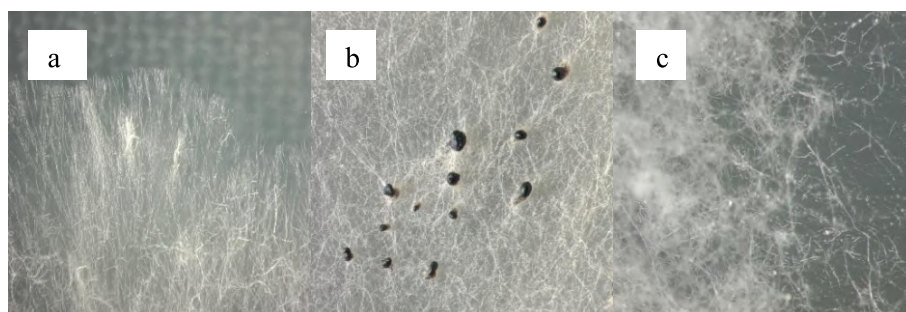
Pengamatan mikroskopis untuk



Gambar 3. Makroskopis pada isolat kontrol: a) Miselium, dan b) Konidiomata jamur *Neopestalotiopsis sp*

melihat hifa abnormal *Neopestalotiopsis sp* setelah uji antagonis dengan bakteri endofit disandingkan dengan kontrol (Gambar 3). Penghambatan pertumbuhan jamur oleh bakteri endofit mengakibatkan

terbentuknya pertumbuhan abnormal pada hifa. Abnormalitas hifa ditunjukkan sebagai hifa kerdil, membengkak, memendek dan terpotong.

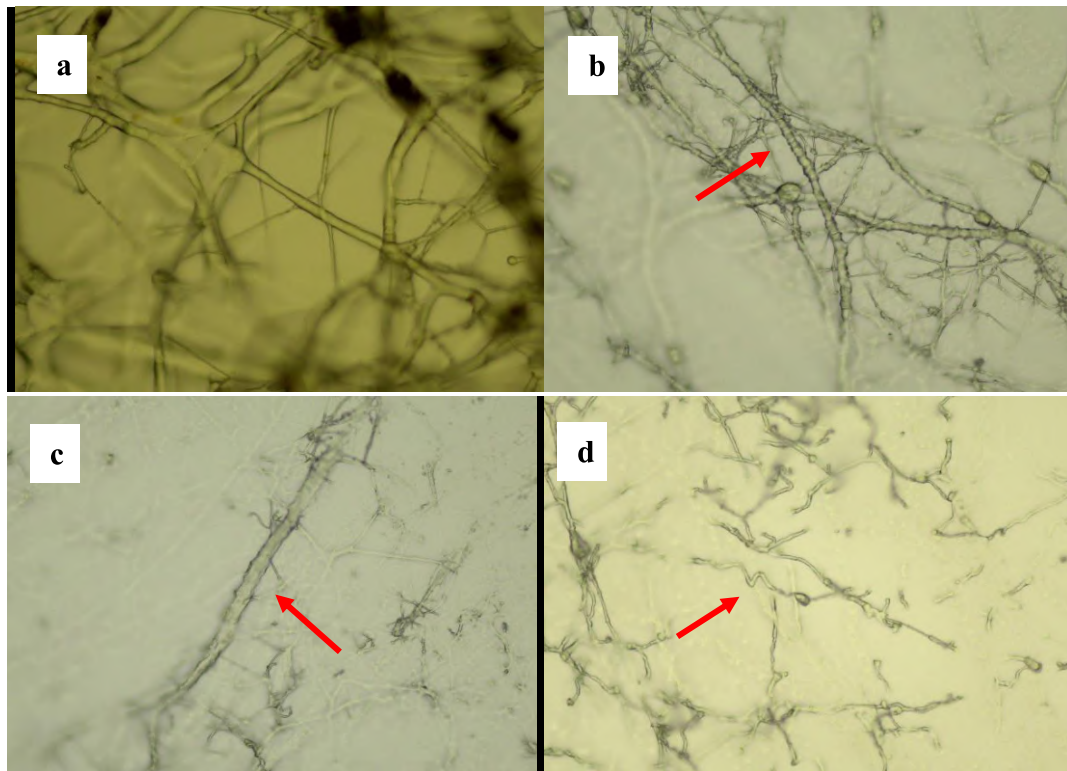


Gambar 4. Makroskopis pada isolat jamur *Neopestalotiopsis sp* yang berinteraksi dengan bakteri endofit: a) Miselium yang tumbuh menjauhi bakteri, b) Konidiomata, dan c) Miselium yang tumbuh mendekati bakteri.

Abnormalitas hifa dapat disebabkan oleh senyawa antijamur yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *Neopestalotiopsis sp* (Gambar 4). Berdasarkan pengamatan, bakteri endofit menyebabkan pertumbuhan abnormal pada hifa, yaitu hifa kerdil, membengkak, memendek dan terpotong.

Pertumbuhan abnormal pada hifa menunjukkan bahwa bakteri endofit

memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan dan merusak hifa sehingga berpotensi sebagai agensia pengendali hayati terhadap penyakit gugur daun *Pestalotiopsis sp* Pada Gambar 4, respon hifa terlihat membengkak, kerdil, memendek dan terpotong dikarenakan adanya senyawa antijamur yang dikeluarkan oleh bakteri endofit sehingga pertumbuhannya menjadi



Gambar 5. Bentuk hifa *Neopestalotiopsis sp* Setelah di uji antagonis dengan bakteri endofit:
a) Hifa normal, b) Hifa kerdil, c) Hifa membengkak, d) Hifa memendek dan terpotong.

abnormal. Abnormal hifa dapat disebabkan oleh kelompok bakteri kitinolitik, dengan glukukanase, kitinase yang mampu mendegradasi dinding sel jamur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rangkuti et al.,(2014). Penghambatan pertumbuhan jamur *Pestalotiopsis sp* juga dipengaruhi oleh enzim hidrolitik yang dihasilkan oleh bakteri yang mampu menghambat pertumbuhan hifa. Mabood et al., (2014) melaporkan bahwa aktivitas enzim hidrolitik seperti glukukanase, kitinase, protease, dan selulase bertujuan untuk memecah ikatan glikosidik pada kitin, sehingga memiliki kemampuan untuk menguraikan dinding sel jamur patogen.

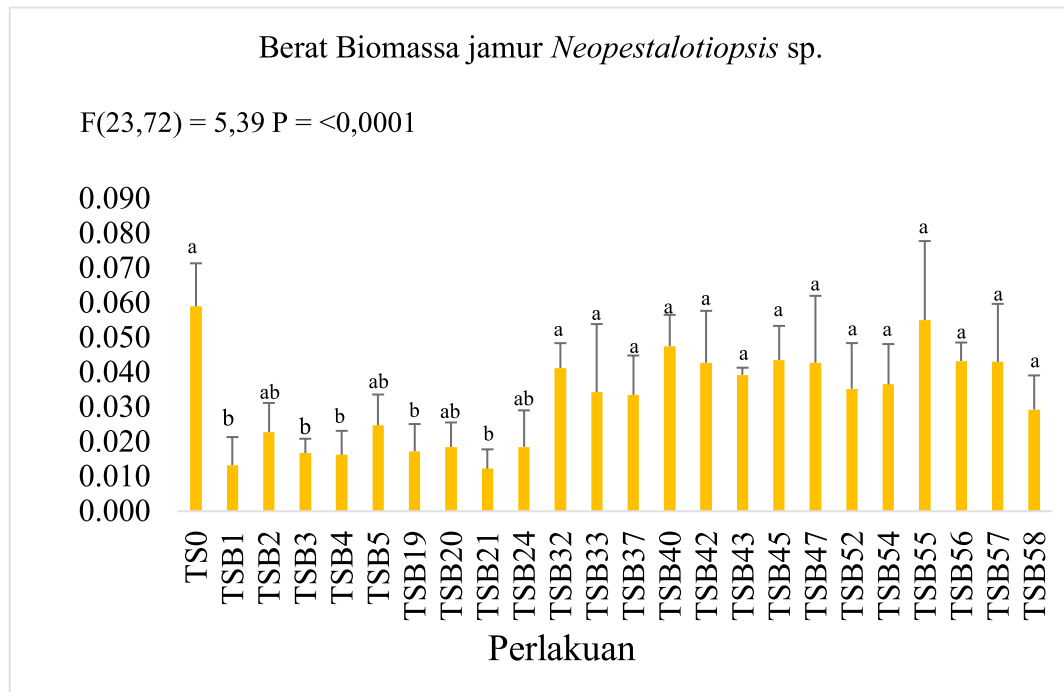
Berat Kering Miselium Jamur *Neopestalotiopsis sp*

Hasil perhitungan berat kering miselium *Neopestalotiopsis sp* setelah

pengujian antagonis terhadap bakteri endofit. Perhitungan berat kering miselium dengan empat ulangan hal ini dikarenakan satu ulangan digunakan untuk pengamatan mikroskopis. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa berat biomassa miselium *Neopestalotiopsis sp* berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Pada Gambar 6 merupakan hasil uji lanjut BNJ 5% menunjukkan bahwa perlakuan B21 memiliki berat biomassa miselium jamur *Neopestalotiopsis sp* terendah (0,012 g) dan diikuti oleh B1 (0,013) dan B24 (0,019) yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol.

Penapisan Bakteri Endofit terhadap *Colletotrichum sp*

Terdapat 23 bakteri endofit yang digunakan dalam uji antagonis. Bakteri endofit memiliki nilai daya hambat yang berbeda setiap perlakuannya bakteri yang memiliki kemampuan antagonis dapat

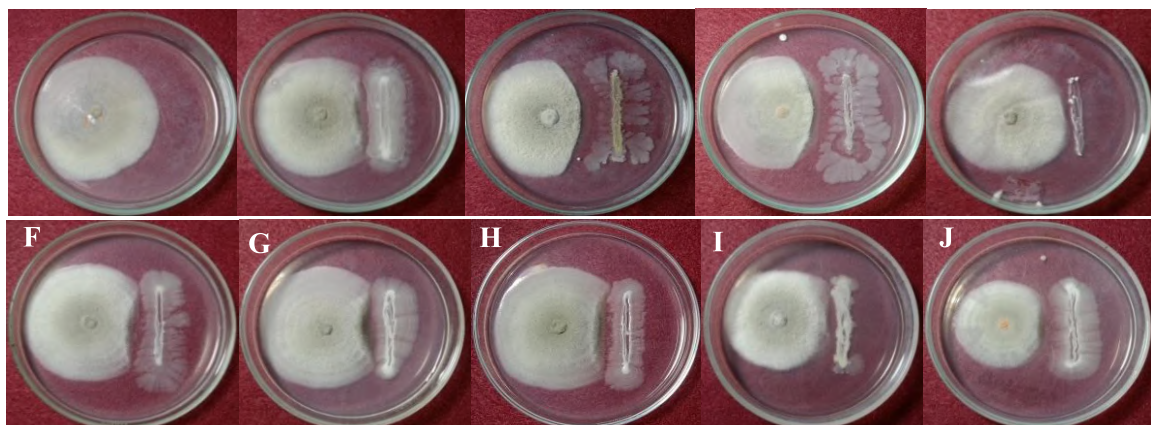


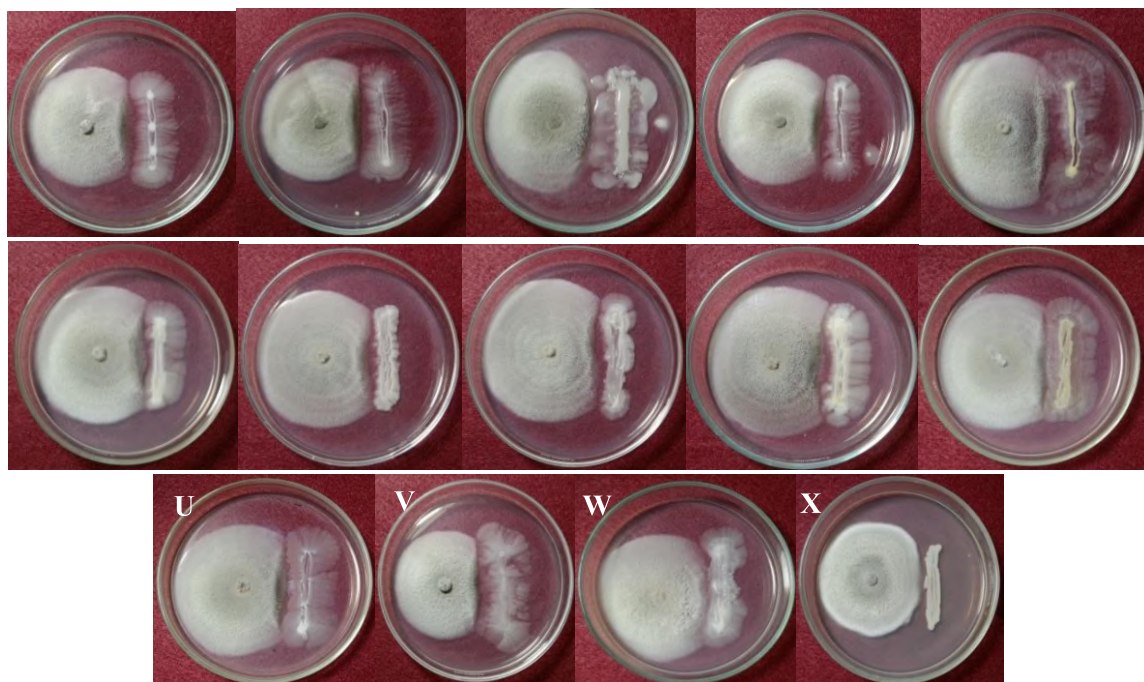
Gambar 6. Berat biomassa miselium jamur *Neopestalotiopsis* sp

dilihat dengan terhambatnya pertumbuhan miselium patogen.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada hari ke 1, 2, 3 dan 4 tidak berpengaruh nyata terhadap

semua perlakuan dan analisis sidik ragam pada masing-masing hari disajikan pada lampiran. . Bakteri dengan nilai persentase daya hambat tertinggi terdapat pada perlakuan CPB33 dengan rerata daya





Gambar 7. Uji antagonis bakteri endofit dengan jamur patogen *Colletotrichum sp*: Kontrol (A), CPB1 (B), CPB2 (C), CPB3 (D), CPB4 (E), CPB5 (F), CPB19 (G), CPB20 (H), CPB21 (I), CPB24 (J), CPB32 (K), CPB33 (L), CPB37 (M), CPB40 (N), CPB42 (O), CPB43 (P), CPB45 (Q), CPB47 (R), CPB52 (S), CPB54 (T), CPB55 (U), CPB56 (V), CPB57 (W), CPB58 (X).

hambat sebesar 31.91%, pada perlakuan CPB2 rerata daya hambat sebesar 28.97% dan perlakuan CPB3 dengan rerata daya hambat sebesar 26.90%. Perlakuan yang memiliki rerata daya hambat tertinggi yaitu CPB33 sebesar 31.91%. Kemampuan menghambat bakteri B33, B2 dan B3 dapat dilihat dari adanya zona bening diarea pertumbuhan *Colletotrichum sp* yang tumbuh mendekati bakteri endofit. Terjadinya zona bening diduga karena bakteri endofit menghasilkan senyawa anti jamur. Mekanisme penghambatan bakteri B33, B2 dan B3 adalah antibiosis. Hal ini didukung oleh Krisna *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa mekanisme antibiosis ditandai dengan terbentuknya zona bening diantara jamur patogen dan agen hayati. Mekanisme lain dari penghambatan bakteri

endofit terhadap jamur patogen yaitu kompetisi, hiperparasitisme, dan induksi ketahanan.

Hasil pengamatan daya hambat bakteri endofit terhadap *Colletotrichum sp* disajikan pada lampiran 1, 4, 7, 10, 13, 16, dan 19. Berdasarkan analisis sidik ragam pengaruh bakteri endofit terhadap *Colletotrichum sp* berbeda nyata padahari ke 5, 5 dan 7. Hasil Uji Beda Nyata Jujur disajikan pada Tabel 3.

Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis *Colletotrichum sp*

Uji antagonis bakteri endofit dengan patogen *Colletotrichum sp* dilakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis untuk melihat bentuk hifa dari *Colletotrichum sp* Pengamatan secara

Tabel 3. Daya hambat bakteri endofit terhadap *Colletotrichum* sp

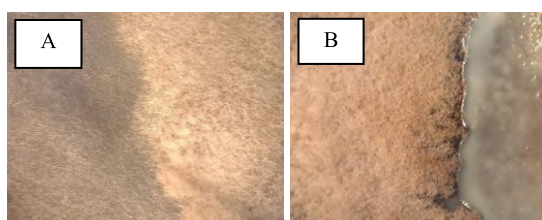
Kode Isolat	Rerata daya hambat hari ke-		
	5	6	7
K	0,00 d	0,00 d	0,00 c
CPB1	19,15 abcd	15,72 abcd	12,04 abc
CPB2	24,45 abc	27,08 ab	28,97 a
CPB3	20,86 abcd	27,23 ab	26,90 a
CPB4	0,01 d	2,31 cd	2,31 bc
CPB5	13,55 abcd	20,54 abcd	20,54 abc
CPB19	7,82 abcd	11,73 abcd	11,73 abc
CPB20	8,85 abcd	11,64 abcd	11,64 abc
CPB21	11,03 abcd	13,17 abcd	13,17 abc
CPB24	4,45 cd	12,76 abdc	12,76 abc
CPB32	2,66 d	7,83 bcd	11,34 abc
CPB33	28,16 a	31,91 a	31,91 a
CPB37	11,46 abcd	21,51 abcd	21,51 abc
CPB40	13,12 abcd	26,30 ab	26,30 a
CPB42	9,27 abcd	21,46 abcd	21,46 abc
CPB43	10,43 abcd	24,95 abc	24,95 ab
CPB45	0,01 d	15,83 abcd	15,83 abc
CPB47	7,84 abcd	9,44 abcd	9,44 abc
CPB52	16,65 abcd	25,47 ab	25,47 ab
CPB54	8,23 abcd	11,96 abcd	11,96 abc
CPB55	6,10 bcd	17,80 abcd	20,70 abc
CPB56	25,84 ab	29,91 ab	24,27 ab
CPB57	4,24 cd	25,36 abc	25,36 ab
CPB58	0,01 d	19,87 abcd	19,87 abc

Berdasarkan Tabel 3, rerata daya hambat terbesar pada hari kelima yaitu perlakuan CPB33, CPB56, dan CPB2. Rerata daya hambat terbesar pada hari keenam yaitu perlakuan CPB33, CPB56, dan CPB3. Rerata daya hambat terbesar pada hari ke tujuh yaitu perlakuan CPB33, CPB2, dan CPB3.

mikroskopis dilakukan dibawah mikroskop dengan perbesaran 40x (Gambar 8).

Pengamatan secara makroskopis menunjukkan pertumbuhan miselium yang mendekati dan menjauhi bakteri endofit

yang diujikan. Miselium yang tumbuh menjauhi bakteri endofit menunjukkan miselium dengan pertumbuhan lurus dan warna miselium putih kekuningan. Pertumbuhan miselium yang mendekati

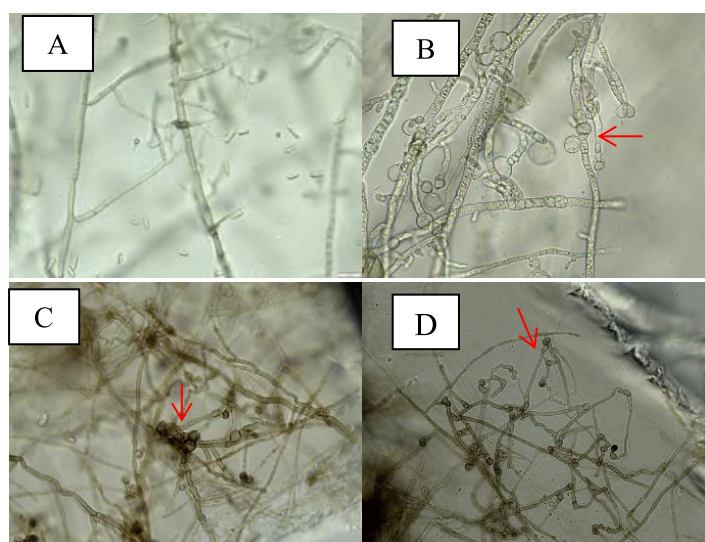


Gambar 8. Makroskopis *Colletotrichum* sp yang diuji antagonis dengan bakteri endofit: Miselium yang menjauhi bakteri endofit (A), dan Miselium yang mendekati bakteri endofit (B).

bakteri endofit menunjukkan pertumbuhan terhambat dan miselium yang berinteraksi dengan bakteri berwarna kehitaman (Gambar 9).

Pengamatan secara mikroskopis dengan perbesaran 40x menunjukkan bahwa hifa *Colletotrichum sp* tumbuh

dengan abnormal. Pertumbuhan abnormal hifa disebabkan karena adanya interaksi serta kemampuan antagonistik bakteri endofit terhadap *Colletotrichum sp*. Pengamatan dibawah mikroskop menunjukkan bahwa terdapat tiga respon pertumbuhan abnormal yaitu hifa



Gambar 9. Bentuk hifa *Colletotrichum sp* setelah diuji antagonis dengan bakteri endofit: Hifa *Colletotrichum sp* normal (A), Hifa membengkak (B), Hifa mengeriting (C), Hifa membengkok (D).

membengkak, membengkok, dan mengeriting.

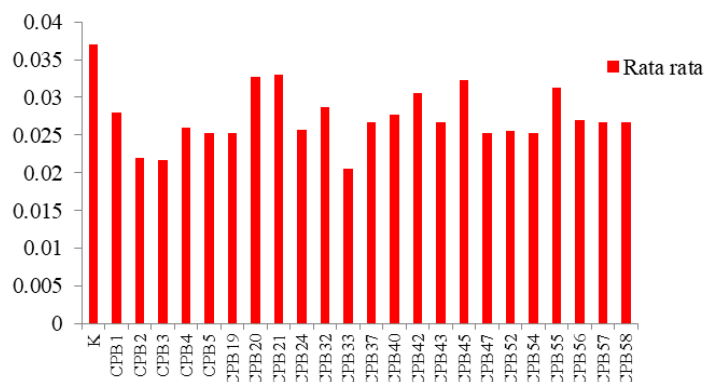
Berat Kering Miselium *Colletotrichum sp*

Perhitungan berat kering miselium dilakukan pada hari setelah pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis, tidak terdapat perbedaan berat kering miselium

Colletotrichum sp terhadap penekanan masing-masing bakteri antagonis (Gambar 9).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa seluruh 23 isolat bakteri



Gambar 10. Berat kering miselium *Colletotrichum sp*

endofit yang diisolasi dari organ daun, kulit, dan akar tanaman karet memiliki kemampuan antagonis dalam menghambat pertumbuhan jamur *Neopestalotiopsis* sp dan *Colletotrichum* sp penyebab penyakit gugur daun karet secara *in vitro*.

Isolat TB32 menunjukkan efikasi penekanan terbaik terhadap perkembangan *Neopestalotiopsis* sp dengan persentase hambatan tertinggi mencapai 54,94%, diikuti oleh isolat TB37 (54,32%) dan TB33 (52,86%). Sementara itu, potensi penghambatan terbaik terhadap pertumbuhan *Colletotrichum* sp dicapai berturut-turut oleh isolat TB33, TB2, dan TB3. Dengan demikian, kelompok isolat bakteri endofit tersebut memiliki prospek yang sangat besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai agens hayati atau biofungisida yang ramah lingkungan dalam mengendalikan epidemi penyakit gugur daun pada tanaman karet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Holding PTPN III yang telah memberikan pendanaan pada riset ini dan semua pihak yang telah membantu terlaksananya riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arimbawa, I. M., Wirya, G. N. A. S., Sudana, I. M., & Winantara, I. M. (2019). Isolasi dan seleksi bakteri antagonis untuk pengendalian penyakit busuk batang panili (*Vanilla planifolia* Andrews) secara *in vitro*. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(2), 182–193.
- Dalimunthe, C. I., Widya, S., & Ginting, A. (2023). Eksplorasi bakteri endofit terhadap cendawan *Pestalotiopsis microspora* penyebab penyakit gugur daun pada tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg). *Jurnal Penelitian Karet*, 41(1), 25–38.
- Damiri, N., Pratama, Y., Febbiyanti, T. P., Rahim, S. E., Astuti, D. T., & Purwanti, Y. (2022). *Pestalotiopsis* sp infection causes leaf fall disease of new arrivals in several clones of rubber plants. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 23(8), 3943–3949. doi.org
- Febbiyanti, T. R., & Fairuzah, Z. (2020). Identifikasi penyebab kejadian luar biasa penyakit gugur daun karet di Indonesia. *Jurnal Penelitian Karet*, 37 (2) , 193 – 206 . <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v37i2.616>
- Junita, R., Lubis, L., Pinem, M. I., & Dalimunthe, C. I. (2017). Hubungan antara anatomi daun dengan ketahanan penyakit gugur daun pada tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg). *Jurnal Agroekoteknologi*, 2(1), 2–6.
- Koga, T., Akagi, Y., Siregar, B. A., & Kodama, M. (2024). Screening of effective pesticides to control rubber tree leaf fall disease (LFD) caused by *Neopestalotiopsis* and *Colletotrichum* fungi in Indonesia. *Journal of Pesticide Science*, 49(1), 12–20. doi.org
- Lestari, W. (2017). Isolasi dan uji antifungal bakteri endofit dari akar tanaman karet (*Hevea brasiliensis*). *Jurnal Simbiosis*, 6 (1) , 1 – 11 . <https://doi.org/10.33373/simbio.v6i1.1036> [1]
- Mabood, F., Zhou, X., & Smith, D. L. (2014). Microbial signaling and plant growth promotion. *Canadian Journal of Plant Science*, 94(6), 1051–1063. <https://doi.org/10.4141/CJPS2013-148>
- Oktaviana, M. A., Haryono, N. Y., & Yunimar. (2022). Uji antagonis bakteri endofit terhadap fungi patogen *Colletotrichum* sp penyebab penyakit antraknosa pada stroberi (*Fragaria x ananassa*). *Live and Applied Science*, 1, 1–5.
- Philippine Council for Agriculture, Aquatic and Natural Resources Research and Development (PCAARRD-DOST). (2024). *USM study identifies sustainable biocontrol agent against leaf diseases of rubber*. Quick Information Dispatch Articles.
- Rangkuti, E. E., Suryanto, D., Nurtjahja, K., & Munir, E. (2014). Kemampuan bakteri endofit tanaman semangka dalam menekan perkembangan

- penyakit bercak daun yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum sp* *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 14(2), 170–177. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.214170-177>
- Sahara, D. Y. I., Syofia, I., Darwis, H. S., & Dalimunthe, C. I. (2022). Potensi asap cair dari tandan kosong kelapa sawit terhadap penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* pada tanaman karet di laboratorium. *Jurnal Penelitian Karet*, 40(2), 77–84. <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v40i2.791>
- Saraswati, D., Sary, M., & Amalia, R. (2023). Eksplorasi bakteri filoplan daun karet dan potensinya sebagai agens pengendalian hayati jamur *Pestalotiopsis sp* penyebab penyakit gugur daun karet. *Jurnal Variasi Biosains*, 5(2), 112–121.
- Setiawan, I. T. (2023). *Uji antagonis bakteri endofit terhadap penyakit gugur daun karet Pestalotiopsis sp pada media cair PDB (Potato Dextrose Broth)* [Skripsi Sarjana, Universitas Sriwijaya]. Repository Universitas Sriwijaya.
- Situmorang, A., & Budiman, A. (1990). Beberapa metode aplikasi fungisida dalam pengendalian penyakit akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Prosiding Konferensi Nasional Karet 1990*, Palembang, Indonesia, Puslitbun Sembawa Buku II, 383–394.
- Sudewi, S., Ala, A., Baharuddin, & Farid, M. (2020). The isolation, characterization endophytic bacteria from roots of local rice plant kamba in, central sulawesi, indonesia. *Jurnal Biodiversitas*, 21(4), 1614–1624. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210442>
- Susanti, A., Afifah, N., & Febrianti, R. (2021). Penekanan jamur endofit terhadap patogen pada tanaman jambu bol gondang manis. *Jurnal Viabel Pertanian*, 15(1), 12–26.
- Yahya, K. A. L., Mintarto Martosudiro, F., & Choliq, A. (2021). Efektifitas ekstrak tanaman kelor (*Moringa Oleifera* Lam.) terhadap penyakit bercak cokelat *Alternaria sp* pada tanaman tomat. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 9(4), 115–126. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2021.009.4.1>

LAMPIRAN

Lampiran 1. sidik ragam Berat Kering Miselium *Colletotrichum* sp pada hari ke lima

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	Ftabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	23	8441,1	367,01	3,8668***	1,642	2,00
Galat	96	9111,5	94,91			
Total	119	175,526				

Lampiran 2. sidik ragam Berat Kering Miselium *Colletotrichum* sp pada hari kenam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	23	7980,5	346,98	3,5988***	1,642	2,009
Galat	96	9255,8	96,41			
Total	119	1720,63				

Lampiran 3. Sidik ragam Berat Kering Miselium *Colletotrichum* sp pada hari ketujuh

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F tabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	23	0.0013	5.9083	0.7316	1.680	2.007
Galat	72	0.0058	96.41			
Total	95	0.0071				

