Jurnal Penelitian Hutan Tanaman Vol. 20 No. 1, Juni 2023, 1-17
ISSN: 1829-6327, E-ISSN: 2442
Terakreditasi No: 158/E/KPT/2021

Potensi Lendir Belut Sawah (*Monopterus Albus*) sebagai Pestisida Alami Penyebab Layu *Eucalyptus pellita*
(*The Potential of Swamp Eel Mucus as a Natural Pesticide Towards Cause of Withering on* Eucalyptus pellita)

Ninda Santika[1*], Elsie[1], dan/*and* Bayo Alhusaeri Siregar[2]

[1]Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Kesehatan (MIPAKes), Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru
[2]Plant Protection Departement (PPD), R&D PT Arara Abadi, Sinarmas Forestry, Riau
[*]Email: nindasantika09@gmail.com

Tanggal diterima: 28 September 2022; Tanggal disetujui: 1 Desember 2022; Tanggal direvisi: 27 Februari 2023

Abstract

Wilting disease in plants causes various problems in agriculture, plantations, and industrial forest plantations. The bacteria Ralstonia pseudosolanacearum *and the fungus* Fusarium oxysporum *are important pathogens in* Eucalyptus pellita *plants and can harm them economically. The purpose of this research was to know the potential of swamp eel mucus extract (Monepterus albus) in inhibiting the growth of* R. pseudosolanacearum *and* F. oxysporum*. The antagonist test was conducted ininvitro and the phytotoxicity test was in in-vivo. In vitro test used a Minimum Inhibitory Concentration (MIC) test and the antimicrobial confirmed test for* E. Pellita *(disc diffusion method and poisoned food technique), meanwhile in vivo test used phytotoxicity test to* E. pellita*. This study used mucus which was extracted with two solvents such as aquadesh (EAQ) and PBS pH 7.4 (EPBS). The results showed that the mucus extract had the potential to inhibit the growth of* R. pseudosolanacearum *and* F. oxysporum*. MIC test results showed that the MIC of mucus extract at a concentration of 6.75% against* R. pseudosolanacearum *and* F. oxysporum*. Confirmed test results showed the inhibition of the mucus extract against* R. pseudosolanacearum *was 35.7 mm (very strong) on an EAQ concentration of 25% and antifungal activity was 73.7% (strong) on an EAQ concentration of 12.5%. It showed that there were several differences in antimicrobial activity using various concentrations of swamp eel mucus extract. In-vivo test indicated that the application of mucus extract in* E. pellita *was non-phytotoxic, so it is safe to be utilized as a natural pesticide.*

Key word: *Anti microbial, confirmed test, minimum inhibitory concentration, natural pesticide, phytotoxicity*

Abstrak

Penyakit layu pada tanaman menyebabkan berbagai permasalahan pada bidang pertanian, perkebunan maupun hutan tanaman industri. Bakteri *Ralstonia pseudosolanacearum* dan cendawan *Fusarium oxysporum* merupakan patogen yang telah menimbulkan layu pada bibit *Eucalyptus pellita*, sehingga dapat merugikan secara ekonomis. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis potensi ekstrak lendir belut sawah (*Monopterus albus*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum*. Uji antagonis dilakukan secara *in vitro* dan uji fitotoksisitas dilakukan secara *in vivo*. Uji *in vitro* menggunakan uji *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dan uji penegasan daya anti mikroba (metode difusi cakram dan *poisoned food technique*), sedangkan uji *in vivo* menggunakan uji fitotoksisitas terhadap bibit *E. pellita*. Lendir belut sawah diekstraksi dengan dua pelarut, yaitu menggunakan aquades (EAQ) dan menggunakan PBS pH 7.4 (EPBS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak lendir belut sawah berpotensi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum*. Hasil uji MIC menunjukkan bahwa MIC ekstrak lendir pada konsentrasi 6,75% terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum*. Hasil uji penegasan menunjukkan daya hambat ekstrak lendir terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* sebesar 35,7 mm (sangat kuat) pada EAQ konsentrasi 25% dan aktivitas anti fungi terhadap cendawan *F. oxysporum* sebesar 73,7% (kuat) pada EAQ 12,5%. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan aktivitas anti mikroba menggunakan berbagai konsentrasi ekstrak lendir belut sawah. Uji *in vivo* menunjukkan ekstrak lendirnya tidak bersifat fitotoksik pada bibit *E. Pellita*, sehingga aman digunakan sebagai pestisida alami.

Kata kunci: Anti mikroba, fitotoksisitas, *minimum inhibitory concentration*, pestisida alami, uji penegasan

1. Pendahuluan

Penyakit layu pada tanaman menyebabkan berbagai permasalahan pada bidang pertanian, perkebunan maupun hutan tanaman industri (HTI), salah satunya pada tanaman *Eucalyptus pellita*. Tanaman *E. pellita* merupakan tanaman industri yang memiliki prospek baik untuk dikembangkan dalam hutan tanaman, kayunya digunakan sebagai bahan produksi *pulp* dan kertas. Serangan penyakit layu dapat mengakibatkan kerugian secara ekonomis pada perusahan HTI yang tidak sedikit. Layu pada tanaman *E. pellita* pada umumnya disebabkan oleh bakteri *Ralstonia pseudosolanacearum* dan cendawan *Fusarium oxysporum*. Penyakit layu mengakibatkan tanaman yang terserang menjadi mengering dan lama kelamaan akan mati.

Penyakit tanaman merupakan terganggunya proses fisiologi pada tanaman, timbulnya gangguan tersebut terjadi karena keseimbangan antara lingkungan dan penyebab penyakit (Ngatiman & Anggraeni, 2006). Hadirnya penyakit layu ini pada *E. pellita* di pembibitan akan menimbulkan penyebaran penyakit secara meluas di lapangan, yang sangat mempengaruhi keberhasilan tanam dan panen (Nuri et al., 2016). *R. solanacearum* dianggap sebagai salah satu bakteri fitopatogenik yang paling penting dan merusak di dunia karena sifatnya yang mematikan, distribusi geografis yang luas, dan kisaran inang yang luas, sehingga menyebabkan kerugian secara ekonomis (Mansfield et al., 2012). Penyebab penyakit layu bakteri pada *E. pellita* yaitu *R. solanacearum* yang diidentifikasi sebagai ras 1 biovar 3 (Siregar et al., 2020). Penyakit layu bakteri pada *Eucalyptus* di Asia dan Afrika disebabkan oleh *R. pseudosolana-cearum* (Phylotype I) (Carstensen et al., 2016).

Pada pembibitan semai tanaman *Eucalyptus* sering diserang penyakit rebah kecambah (*dumping off*) yang disebabkan oleh *Fusarium* sp. (Old et al., 2003). *Fusarium* sp. merupakan fungi yang hidup di dalam tanah (*soil borne pathogen*) yang menyebabkan penyakit rebah kecambah dan busuk akar pada saat tanaman masih masa bibit (Lelana et al., 2015). Penyakit layu yang disebabkan oleh *F. oxysporum* juga menjadi patogen pada banyak tanaman pertanian dan perkebunan. Cendawan ini sering menyerang tanaman mulai dari pembibitan sampai tanaman akan produksi (Heriyanto, 2019).

Secara umum petani di Indonesia masih menggantungkan penggunaan pestisida kimia dalam mengendalikan penyakit tanaman. Namun, penggunaan pestisida kimia secara terus-menerus dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan efek yang merugikan bagi hama non-target (Fatmawati & Suparmin, 2015). Saat ini agen pengendali hayati dengan organisme terus dikembangkan. Kurang efektifnya pengendalian penyakit pada tanaman secara kimia terhadap beberapa patogen tanaman dapat menyebabkan kerugian, sehingga membuat eksplorasi dan penelitian tentang pengendalian hayati terhadap patogen tanaman menjadi perhatian oleh para ahli. Salah satunya memanfaatkan senyawa sekunder yang dihasilkan oleh organisme, seperti tumbuhan, hewan dan mikroorganisme.

Lendir belut sawah (*Monopterus albus* Zuieuw**)** diketahui mengandung senyawa biologis aktif, seperti glikoprotein, lektin, hemaglutinin, dan hemolisin, yang disekresikan oleh kelenjar lendir kulit belut, yang memiliki efek anti bakteri dan angiogenik (Sani et al., 2018). Lendir pada kulit belut sawah memiliki sifat antimikroba (Srivastava et al., 2004). Protein/peptida anti bakteria telah ditemukan pada lendir kulit dari spesies ikan yang berbeda termasuk pada belut sawah. Lendir *M. albus* memiliki aktivitas anti fungi terhadap spesies *Candida* dengan zona hambat sebesar 8-15 mm dan *Fusarium* sp. sebesar 20 mm yang

diinkubasi selama 72 jam (Ikram & Ridzwan, 2012).

Kurangnya pemanfaatan lendir belut sawah sebagai anti mikroba, maka menjadi penting untuk diketahui sebagai pestisida alami. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis potensi ekstrak lendir belut sawah dalam menghambat pertumbuhan bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum*.

2. Metodologi

2.1. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT Arara Abadi, Desa Pinang Sebatang, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak, Provinsi Riau pada bulan Maret sampai April 2022. Uji aktivitas anti mikroba secara *in vitro* dilaksanakan di Laboratorium *Plant Protection Departement* (PPD) dan uji fitotoksisitas secara *in vivo* dilaksanakan di *Green House*.

2.2. Metode

Ekstraksi lendir belut sawah menggunakan dua pelarut, yaitu aquades (EAQ) untuk mengekstrasi senyawa polar dan ekstrak PBS pH 7,4 (EPBS) untuk mengekstraksi senyawa non-polar. Dua sampel ekstrak (EAQ dan EPBS) yang diperoleh dilakukan pembuatan pengenceran ekstrak lendir dalam berbagai konsentrasi, yaitu 100%, 50%, 25%, 12,5% dan 6,75% (Ikram & Ridzwan, 2012).

Isolat yang digunakan pada penelitian ini menggunakan isolat bakteri *R. pseudosolanacearum* (BWD 67) dan isolat cendawan *F. oxysporum* (FO 17) yang berasal dari tanaman *E. pellita* yang sakit. Setelah diperoleh bakteri *R. pseudosolanacearum* (BWD 67) disimpan pada medium *Nutrient Agar + Potato Sucrose Agar + Triphenil Tetrazolium Chlorida* (NAPSA + TCC) dan *F. oxysporum* (FO 17) disimpan pada medium *Potato Sucrose Agar* (PSA) sebagai koleksi di Laboratorium PPD PT. Arara Abadi, dan *E. pellita* berumur satu bulan diperoleh dari *nursery* PT Arara Abadi.

2.2.1. Penentuan *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) ekstrak lendir terhadap *R. pseudosolanacearum* dan *F. oxysporum*

Lima tabung reaksi yang telah berisi 9 ml media *Nutrient Broth + Potato Sucrose Brorth* + TCC (NBPSB + TTC) dan 0,5 ml EAQ (sesuai konsentrasi 100%, 50%, 25%, 12,5% dan 6,75%) ditambahkan suspensi bakteri *R. pseudosolanacearum* sebanyak 0,5 ml. Pada tabung keenam dan ketujuh dibuat kontrol positif (media NBPSB + TTC + suspensi bakteri uji + *streptomycin*) dan kontrol negatif (media NBPSB + TTC ditambahkan bakteri *R. pseudosolanacearum* yang disetarakan dengan McFarland 0,5). Kemudian tabung-tabung tersebut di-homogen-kan. Setelah diinkubasi selama 48 jam pada suhu 27ºC diamati secara visual, yaitu warna dan kekeruhan cairan pada tabung. Dilakukan hal yang sama untuk EPBS (Soelama et al., 2015).

Pengamatan dilakukan dengan membandingan lima tabung sampel yang berisi ekstrak dengan tabung kontrol positif dan kontrol negatif. Apabila tabung masih keruh atau lebih keruh dari kontrol negatif berarti bakteri masih dapat tumbuh dengan baik, namun ketika larutan dalam tabung terlihat mulai lebih jernih daripada kontrol negatif atau hampir setara dengan kontrol positif berarti pertumbuhan bakteri mulai terhambat. Pada cendawan *F. oxysporum* dilakukan hal yang sama namun menggunakan media *Potato Sucrose Broth* (PSB) dan diinkubasi selama 72 jam. Setelah pengamatan pada tabung, kemudian dilakukan pengujian penegasan pada semua konsentrasi yang menghasilkan media di dalam tabung yang mulai berkurang kekeruhannya dengan menggunakan metode difusi cakram dan *poisoned food technique*.

2.2.2. Uji penegasan daya anti mikroba ekstrak lendir

Uji penegasan aktivitas anti bakteri menggunakan metode difusi cakram. Bakteri uji disiapkan dengan cara menambahkan 1 ml suspensi bakteri *R. pseudosolanacearum* dan 10 ml NAPSA+TTC secara *pour plate*, lalu dihomogenkan dengan cara memutar tanpa diangkat dan dibiarkan memadat. Kertas cakram (diameter 6 mm) yang telah disiapkan masing-masing dicelupkan ke dalam 1 ml ekstrak lendir (konsentrasi sesuai hasil pada uji MIC), kontrol positif (*streptomycin*), dan kontrol negatif (aquades dan PBS) selama beberapa detik. Kertas cakram tersebut diangkat kemudian diletakkan di atas media NAPSA+TTC yang sudah berisi biakan bakteri bakteri *R. pseudosolanacearum*. Setelah itu diinkubasi selama 48 jam dengan suhu 27ºC. Aktivitas anti bakteri diamati berdasarkan diameter zona hambat yang ditunjukkan dengan zona bening yang terbentuk di sekeliling kertas cakram. Pengukuran dilakukan dengan mengukur zona hambat diameter vertikal dan horizontal dengan satuan milimeter (mm) kemudian dirata-ratakan dan ditentukan standar deviasi. Setiap perlakuan uji dilakukan ulangan sebanyak tiga kali (*triplo*). Berikut rumus yang digunakan untuk mengukur diameter zona hambat (Berlian et al., 2016).

$$\text{Diameter zona hambat} = \frac{(DV - DC) + (DH - DC)}{2}$$

Keterangan :
DV : Diameter Vertikal Zona Hambat (mm)
DH : Diameter Horizontal Zona Hambat (mm)
DC : Diameter Cakram (mm)

Jika diameter zona hambatan <5 mm maka daya hambat dikategorikan lemah, 5-10 mm, maka daya hambat dikategorikan sedang, 10-20 mm, maka daya hambat dikategorikan kuat, dan ≥20 mm, maka dikategorikan sangat kuat (Ardiansyah, 2005).

Uji aktivitas anti fungi menggunakan metode *poisoned food technique* dilakukan dengan cara menambahkan 1 ml ekstrak (konsentrasi sesuai hasil pada uji MIC) ke dalam 5 ml PSA secara *pour plate*, selanjutnya dihomogenkan dengan vortex dan dituang ke dalam cawan petri. Pada kontrol positif media PSA ditambahkan *cycloheximide* dan kontrol negatif ditambahkan aquades dan PBS. Setelah media memadat, biakan cendawan *F. oxsyporum* diinokulasi di bagian tengah cawan, cawan-cawan diinkubasi 72 jam dengan suhu 27°C. Selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap diameter miselium Cendawan *F. oxsyporum.*

Pengamatan dilakukan setiap tiga hari setelah inokulasi (HSI) *F. oxsyporum*. Pengamatan dilakukan pada media tersebut sampai kontrol negatif dipenuhi oleh miselium. Adapun variabel pengamatan meliputi (Syahidah & Subekti, 2019).

a. Persentase percepatan tumbuh: pengamatan persentase percepatan tumbuh dilakukan setiap pengamatan sampai salah satu cawan petri dipenuhi oleh miselium cendawan dengan menggunakan rumus:

$$\frac{Pertambahan\ diameter\ miselium\ perlakuan}{Pertambahan\ diameter\ miselium\ K\ (-)} \times 100\%$$

b. Persentase daya hambat fungisida: persentase daya hambat fungisida terhadap pertumbuhan miselium cendawan uji pada masing-masing perlakuan ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:
P : Persentase aktivitas anti mikroba (%)
a : Diameter miselium cendawan pada kontrol negatif (mm)
b : Diameter miselium cendawan pada perlakuan (mm)

Persentase aktivitas anti fungi (daya hambat) dapat diklasifikasikan seperti disajikan pada Tabel 1.

2.2.3. Uji fitotoksisitas ekstrak lendir belut sawah terhadap bibit *E. pellita* klon EP0361WK (Uji *in vivo*)

Ekstrak lendir yang memiliki aktivitas anti mikroba kemudian dilakukan uji secara *in vivo*. Konsentrasi yang digunakan, yaitu konsentrasi terkecil yang menunjukkan penghambatan terbesar (sesuai hasil uji penegasan). Pengujian fitotoksisitas menggunakan bibit *E. pellita* berumur satu bulan, dilakukan dengan cara menyemprotkan ekstrak lendir ke bagian akar, batang dan daun, serta pengujian dengan cara menyuntikkan ekstrak lendir ke tulang daun bagian permukaan bawah daun (Isnaeni, 2006; Wati et al., 2021).

Pengamatan dilakukan selama 10 hari perlakuan. Ekstrak lendir dikategorikan fitotoksik apabila terdapat kerusakan pada bibit *E. pellita* berupa perubahan warna, bentuk, dan tekstur pada batang dan daun serta juga dikategorikan fitotoksik apabila pada bagian daun yang disuntikkan mengalami nekrosis (Isnaeni, 2006).

2.2.4. Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil uji aktivitas anti mikroba, uji fitotoksisitas dan potensi ekstrak lendir belut sawah, kemudian ditabulasikan ke dalam bentuk tabel dan gambar. Selanjutnya dijelaskan secara deskriptif berdasarkan kekeruhan pada konsentrasi anti mikroba dan pengamatan visual sampel tanaman uji serta dilakukan uji satu arah (*one way*) untuk ukuran zona hambat pada bakteri dan ukuran diameter miselium pada cendawan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

3.1.1. Uji *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) ekstrak lendir terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum*

Hasil uji MIC ekstrak lendir terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* diamati setelah diinkubasi selama 24 jam dan pada cendawan *F. oxysporum* setelah diinkubasi 48 jam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel (*Table*) 1. Klasifikasi aktivitas anti fungi (*Classification of anti fungal activity*)

Aktivitas anti fungi (*Anti fungal actiivity*)	Tingkat aktivitas (*Activity level*)
D >75%	Sangat kuat (*Very strong*)
50% < D ≤75%	Kuat (*Strong*)
25% < D ≤ 50%	Sedang (*Moderate*)
0% < D ≤ 25%	Lemah (*Weak*)
0	Tidak aktif (*Null*)

Keterangan (*Remark*): D = Diameter miselium cendawan (*Diameter of the fungus mycelium*)
Sumber (*Source*) : (Syahidah & Subekti, 2019)

Tabel (*Table*) 2. Hasil uji MIC dari ekstrak lendir belut terhadap pertumbuhan bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. Oxysporum* (*MIC test results of eel mucus extract on the growth of bacteria* R. pseudosolanacearum *and fungi* F. oxysporum)

Konsentrasi ekstrak lendir belut sawah (*Eel mucus extract concentrations)*	Hasil berupa warna/kejernihan (*Results in the form of color/ clarity*)			
	R. pseudosolanacearum		*F. oxysporum*	
	EAQ	EPBS	EAQ	EPBS
K (-)	++++	++++	++++	++++
100%	+++	+++	++++	++++
50%	+	+	++	+++
25%	+	+	++	+++
12,5%	+	+	++	++
6,75%	++	++	++	++
K (+)	-	-	-	-

Keterangan (*Remaks*) : Tanda (++++) dan tanda (+++) = cairan di dalam tabung terlihat sangat keruh, artinya mikroba masih tumbuh. Tanda (++) dan tanda (+) = cairan di dalam tabung mulai berkurang kekeruhannya, yang artinya pertumbuhan mikroba mulai terhambat. Tanda (-) = cairan di dalam tabung jernih, yang artinya pertumbuhan mikroba terhambat. K (+) = kontrol positif yang berisi anti mikroba (bakteri: *streptomycin*, cendawan: *cycloheximide*). K (-) = kontrol negatif yang berisi suspensi setara McFarland 0,5. (*Sign (++++) and Sign (+++) = the liquid in the tube looks very cloudy, meaning that the microbes are still growing. Sign (++) and sign (+) = the turbidity of the liquid in the tube begins to decrease, which means that microbial growth begins to be inhibited. Sign (-) = the liquid in the tube is clear, which means that microbial growth is inhibited. K (+) = positive control containing antimicrobials (bacteria: streptomycin, fungi: cycloheximide). K (-) = negative control containing suspension equivalent to 0.5 McFarland*)

Hasil uji MIC EAQ terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* pada konsentrasi 100% terdapat kekeruhan pada tabung reaksi yang memperlihatkan bakteri *R. pseudosolanacearum* masih dapat tumbuh (Gambar 1). Sementara itu, pada konsentrasi 50%, 25%, 12,5% dan 6,75% mulai berkurang kekeruhannya pada tabung reaksi. Hal ini menunjukkan bahwa terhambatnya pertumbuhan bakteri *R. pseudosolanacearum* pada media. Berdasarkan hasil tersebut, untuk dilakukan uji penegasan pada bakteri *R. pseudosolanacearum* digunakan konsentrasi 50%, 25%, 12,5%, dan 6,75%, sehingga diketahui bahwa MIC EAQ adalah 6,75%. Diperoleh hasil yang sama dengan MIC EAQ pada MIC EPBS terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* (Gambar 1).

Hasil uji MIC EAQ terhadap cendawan *F. oxysporum* diperoleh hasil pada konsentrasi 100% terdapat kekeruhan pada tabung reaksi yang memperlihatkan cendawan *F. oxysporum* masih dapat tumbuh (Gambar 2). Sementara itu, pada konsentrasi 50%, 25%, 12,5%, dan 6,75% mulai berkurang kekeruhannya pada tabung reaksi. Berdasarkan hasil tersebut, untuk dilakukan uji penegasan pada cendawan *F. oxysporum* digunakan konsentrasi 50%, 25%, 12,5%, dan 6,75%, sehingga MIC EAQ adalah 6,75%. Sementara MIC EPBS terhadap cendawan *F. oxysporum* konsentrasi 12,5% dan 6,75% pada tabung reaksi terlihat mulai berkurang kekeruhannya dan konsentrasi 100%, 50%, dan 25% terdapat kekeruhan dan berwarna ungu pada tabung yang memperlihatkan cendawan *F. oxysporum* masih dapat tumbuh (Gambar 2). Warna ungu pada tabung merupakan warna koloni dari cendawan *F. oxysporum*.

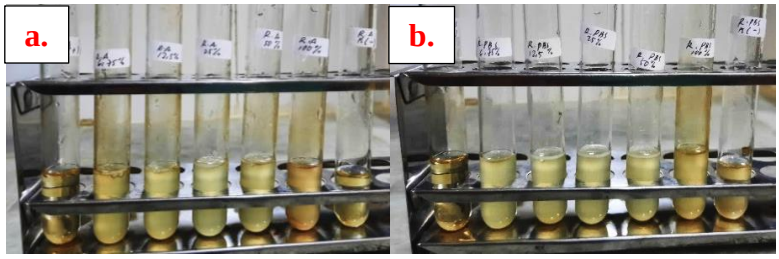
Berdasarkan hasil tersebut, untuk dilakukan uji penegasan pada cendawan *F. oxysporum* adalah konsentrasi 12,5% dan 6,75%, sehingga diketahui bahwa MIC EPBS adalah 6,75%. Pada kontrol positif yang ditambahkan *cycloheximide*, memperlihatkan cairan di dalam tabung berwarna jernih, yang artinya cendawan *F. oxysporum* tidak tumbuh.

3.1.2. Uji penegasan daya anti mikroba ekstrak lendir terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* dan jamur *F. oxysporum*

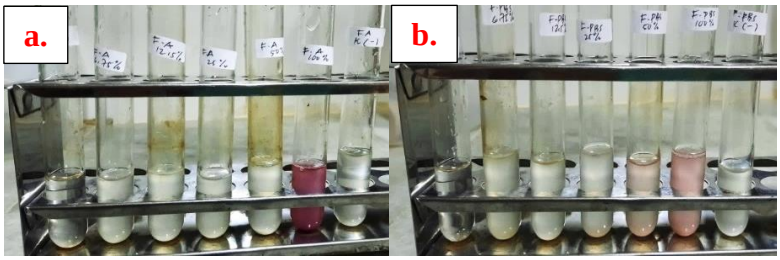
Uji penegasan merupakan uji lanjutan dari uji pendahuluan (MIC) untuk lebih memastikan lagi adanya aktivitas anti mikroba atau memastikan nilai MIC. Penegasan hasil dilakukan dengan metode difusi cakram untuk bakteri *R. pseudosolanacearum* dan metode *poisoned food technique* untuk cendawan *F. oxysporum* pada semua konsentrasi yang menghasilkan media yang mulai kurang kekeruhannya.

3.1.2.1. Metode difusi cakram pada bakteri *R. Pseudosolanacearum*

Berdasarkan hasil uji penegasan pada bakteri *R. pseudosolanacearum*, terlihat bahwa zona hambatan yang terbentuk di sekitar kertas cakram menunjukkan adanya aktivitas anti bakteri. Area jernih pada permukaan media agar mengindikasikan adanya hambatan pertumbuhan bakteri *R. pseudosolanacearum* oleh senyawa anti bakteri dari ekstrak lendir (Tabel 3 dan Gambar 3).



Gambar (*Figure*) 1. Uji MIC ekstrak lendir terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* (inkubasi 24 jam): (a) ekstrak menggunakan aquades, (b) ekstrak menggunakan PBS pH 7,4. Tabung kiri ke kanan = K (+), 100%, 50%, 25%, 12,5% dan 6,75%, K (-) (*MIC test of mucilage extract against* R. pseudosolanacearum *bacteria (24 hours incubation): (a) extract using distilled water, (b) extract using PBS pH 7.4. Tubes left to right = K(+), 100%, 50%, 25%, 12.5% and 6.75%, K(-)*)

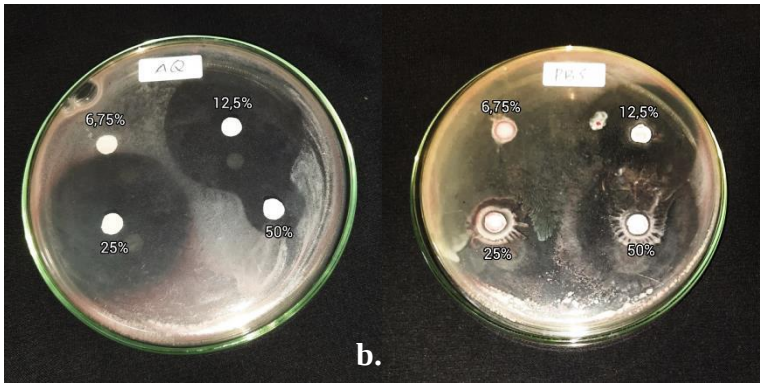


Gambar (*Figure*) 2. Uji MIC ekstrak lendir terhadap cendawan *F. oxysporum* (inkubasi 24 jam). a) ekstrak menggunakan aquades, b) ekstrak menggunakan PBS pH 7,4. Tabung kiri ke kanan: K (+), 100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,75%, dan K (-) (*MIC test of mucilage extract against* F. oxysporum *(24 hours incubation). a) extract using distilled water, b) extract using PBS pH 7.4. Tubes left to right: K(+), 100%, 50%, 25%, 12.5%, 6.75%, and K(-)*)

Tabel (*Table*) 3. Rata-rata diameter zona hambat ekstrak lendir berbagai konsentrasi terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* (*Diameter average of inhibition zone of mucus extract of various concentrations againts* R. pseudosolanacearum)

Konsentrasi ekstrak lendir belut sawah (*Eel mucus extract concentrations)*	Rata-rata diameter zona hambat (*Diameter average of inhibition zone*) (mm)					
	EAQ			EPBS		
	Rata-rata (*Average*)	SD	Kategori penghambatan (*Inhibition categoty*)	Rata-rata (*Average*)	SD	Kategori penghambatan (*Inhibition categoty*)
a. K (+)	48,9	1,4364	Sangat kuat (*Very strong*)	49,1	0,2646	Sangat kuat (*Very strong*)
b. 50%	16,9	6,3222	Kuat (*Strong*)	9,7	16,685	Sedang (*Moderate*)
c. 25%	35,7	1,2014	Sangat kuat (*Very strong*)	19,6	5,6359	Kuat (*Strong*)
d. 12,5%	19,7	2,6083	Kuat (Strong)	19,5	0,5859	Kuat (*Strong*)
e. 6,75%	-	-	Tidak ada hambatan (*Null*)	4,7	8,1407	Lemah (*Weak*)

Keterangan (*Remaks*): (-) Tidak terdapat zona hambat, EAQ = Ekstrak menggunakan Aquades, EPBS = Ekstrak menggunakan PBS, dan SD = Standar deviasi *((-) There is no inhibition zone, EAQ = Extract using Aquadest, EPBS = Extract using PBS, and SD = Standard deviation*)



Gambar (*Figure*) 3. Hasil uji penegasan ekstrak lendir terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* pada media NAPSA+TCC: (a) EAQ, (b) EPBS pH 7,4 (*Confirmation test results of mucus extract against* R. pseudosolanacearum *bacteria on NAPSA+TCC media: (a) EAQ, (b) EPBS pH 7.4*)

3.1.2.2. Metode *Poisoned Food Technique* pada cendawan *F. oxysporum*

Uji penegasan daya hambat ekstrak lendir terhadap cendawan *F. oxysporum* dilakukan dengan metode *Poisoned Food Technique* (Yulia et al., 2016). Penggunaan metode *Poisoned Food Technique* dilakukan untuk mengetahui penghambatan cendawan dengan mengukur diameter cendawan. Pada metode ini parameter yang diamati yaitu persentase percepatan tumbuh cendawan *F. oxysporum* (Tabel 4 dan Tabel 5) dan persentase daya hambat pertumbuhan miselium cendawan *F. oxysporum* (Tabel 6 dan Tabel 7).

Tabel (*Table*) 4. Data persentase percepatan tumbuh *F. oxysporum* pada EAQ (*Data on the percentage of accelerated growth* F. oxysporum *on EAQ*) (%)

Konsentrasi ekstrak lendir belut sawah (*M. albus*) (*Eel mucus extract concentrations)*	Persentase percepatan tumbuh (*Percentage growth rate*) (%) Waktu pengamatan (*Observation time*)			Rata-rata (*Average*) (%)
	3 HSI	6 HSI	9 HSI	
a. K (-)	100	100	100	100
b. 50%	66,1	81,7	77,9	75,2
c. 25%	24	54,2	54,2	44,1
d. 12,5%	23,2	26,2	29,3	26,2
e. 6,75%	57,8	73,6	66,8	66,1
f. K (+)	0	0	0	0

Keterangan (*Remarks*): K (-) = Kontrol negatif, K (+) = Kontrol positif, HSI = Hari setelah inokulasi. (*K (-) = Negative control, K (+) = Positive control, HSI = Days after inoculation*)

Data pengamatan persentase percepatan tumbuh cendawan *F. oxysporum* pada EAQ dapat dilihat pada Tabel 4. yang menunjukkan bahwa pemberian ekstrak lendir dengan konsentrasi 50%, 25%, 12,5%, dan 6,75% berpengaruh dalam percepatan pertumbuhan cendawan *F. oxysporum* pada setiap pengamatan. Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa perlakuan kontrol negatif memiliki percepatan tumbuh yang lebih cepat daripada perlakuan yang lain.

Data pengamatan persentase percepatan tumbuh cendawan *F. oxysporum* pada EPBS dapat dilihat pada Tabel 5. yang menunjukkan bahwa pemberian ekstrak lendir dengan konsentrasi 12,5% dan 6,75% berpengaruh dalam percepatan pertumbuhan cendawan *F.oxysporum* pada setiap pengamatan. Kontrol negatif pada EPBS juga memiliki percepatan tumbuh yang lebih cepat daripada media yang ditambah ekstrak lendir.

Tabel (*Table*) 5. Data persentase percepatan tumbuh *F. oxysporum* pada EPBS (*Data on the percentage of accelerated growth* F. oxysporum *on EPBS*) (%)

Konsentrasi ekstrak lendir belut sawah (*M. albus*) (*Eel mucus extract concentrations)*	Persentase percepatan tumbuh (*Percentage growth rate*) (%) Waktu pengamatan (*Observation time*)			Rata-rata (*Average*) (%)
	3 HSI	6 HSI	9 HSI	
a. K (-)	100	100	100	100
b. 12,5%	26,9	68,6	45,4	46,9
c. 6,75%	31,5	62,1	43,3	45,6
d. K (+)	0,0	0,0	10,7	3,56

Keterangan (*Remarks*): K (-) = Kontrol negatif, K (+) = Kontrol positif, HSI = Hari setelah inokulasi. (*K (-) = Negative control, K (+) = Positive control, HSI = Days after inoculation*)

Tabel (*Table*) 6. Data pesentase daya hambat EAQ terhadap pertumbuhan miselium *F. oxysporum* (*Data on the percentage of inhibition of EAQ on the growth of* F. oxysporum) (%)

Konsentrasi ekstrak lendir belut sawah (*M. albus*) (*Eel mucus extract concentrations)*	Diameter miselium cendawan (*Diameter of the fungus mycelium*) (mm)			Persentase daya hambat (*Drag percentage*) (%)			Rata-rata (*Average*) (%)	Kategori penghambatan (*Inhibition category*)
	3 HSI	6 HSI	9 HSI	3 HSI	6 HSI	9 HSI		
K (+)	0	0	0	100	100	100	100	Sangat kuat (*Very strong*)
50%	16,8	31,2	54,7	33,8	18,3	22,1	24,7	Sedang (*Moderate*)
25%	6,1	20,7	38,1	75,9	45,8	45,7	55,8	Kuat (*Strong*)
12,5%	5,9	10	20,6	76,7	73,8	70,7	73,7	Kuat (*Strong*)
6,75%	14,7	28,1	46,9	42,1	26,4	33,2	33,9	Sedang (*Moderate*)
K (-)	25,4	38,2	70,2	0	0	0	0	-

Keterangan (*Remarks*): K (-) = Kontrol negatif, K (+) = Kontrol positif, HSI = Hari setelah inokulasi (*K (-) = Negative control, K (+) = Positive control, HSI = Days after inoculation*)

Penghambatan pertumbuhan cendawan *F. oxysporum* dapat diketahui dari diameter miselium yang tumbuh pada media dengan masing-masing perlakuan. Masing-masing perlakuan memiliki perbedaan diameter miselium. Perlakuan kontrol negatif pada media terlihat miselium cendawan dapat tumbuh memenuhi cawan petri (Gambar 4 dan Gambar 5). Perlakuan kontrol negatif atau tidak diberi penambahan ekstrak pada media menunjukkan bahwa pertumbuhan miselium cendawan mengalami peningkatan setiap harinya (Tabel 6 dan Tabel 7). Perlakuan dengan penambahan ekstrak (sesuai hasil MIC) juga memiliki pertumbuhan diameter miselium setiap harinya, namun tidak sebesar perlakuan kontrol negatif. Diameter miselium cendawan pada EAQ dari yang terbesar sampai terkecil pada pengamatan hari kesembilan berturut-turut adalah pelakuan kontrol negatif, EAQ 50%, EAQ 25%, EAQ 6,75%, EAQ 12,5%, dan kontrol positif (Tabel 6), sedangkan pada EPBS adalah perlakuan kontrol negatif, EPBS 6,75%, EPBS 12,5%, dan kontrol positif (Tabel 7).

Tabel (*Table*) 7. Data persentase daya hambat EPBS pH 7.4 (EPBS) terhadap pertumbuhan miselium *F. oxysporum* (*Data on the percentage of inhibition of EPBS on the growth of* F. oxysporum) (%)

Konsentrasi ekstrak lendir belut sawah (*M. albus*) (*Eel mucus extract concentrations)*	Diameter miselium cendawan (*Diameter of the fungus mycelium*) (mm)			Persentase daya hambat (*Drag percentage*) (%)			Rata-rata (*Average*) (%)	Kategori penghambatan (*Inhibition category*)
	3 HSI	6 HSI	9 HSI	3 HSI	6 HSI	9 HSI		
K (+)	0	0	7,8	100	100	89,3	96,4	Sangat kuat (*Very strong*)
12,5%	8,4	22,8	31,5	68,5	37,9	56,7	54,4	Kuat (*Strong*)
6,75%	7,2	25,2	33	73	31,3	54,6	52,9	Kuat (*Strong*)
K (-)	26,7	36,7	72,7	0	0	0	0	-

Keterangan (*Remarks*): K (-) = Kontrol negatif, K (+) = Kontrol positif, HSI = Hari setelah inokulasi (*K (-) = Negative control, K (+) = Positive control, HSI = Days after inoculation*)

3.1.3. Uji fitotoksisitas ekstrak lendir pada *E. pellita* klon EP0361WK

Konsentrasi yang menunjukkan penghambatan terbesar pada uji penegasan (EAQ 12,5%, dan 25%, dan EPBS 12,5%) tidak menunjukkan fitotoksisitas terhadap bibit *E. pellita* klon EP0361WK. Hasil uji fitotoksisitas dapat dilihat pada Gambar 6 dan Tabel 8.

Gambar (*Table*) 6. Uji fitotoksisitas pada bibit *E. pellita* klon EP0361WK perlakuan: (a) EPBS 12,5 terlihat daun dan batang sehat, (b) EAQ 25% terlihat 2 daun mengalami kekuningan, dan (c) EAQ 12,5% terlihat daun bercak cokelat dan batang sehat (*Phytotoxicity test on* E. pellita *seedlings clone EP0361WK treatment: (a) EPBS 12.5 showed healthy leaves and stems, (b) 25% EAQ showed 2 yellow leaves, and (c) 12.5% EAQ showed brown spots on the leaves and healthy stem*)

Tabel (*Table*) 8. Data pengamatan secara visual uji fitotoksisitas ekstrak lendir terhadap bibit *E. pellita* klon EP0361WK (*Visual observation data on the phytotoxicity test of mucus extract on E. pellita clone EP0361WK*)

No.	Ekstrak lendir (*Mucus extract*)	Pengamatan visual (*Visual observation*)
a.	EPBS 12,5%	- Batang : kokoh, tidak mengalami kerusakan (*Stem: sturdy, not damaged*) - Daun : hijau, tidak mengalami kekuningan (*Leaf:green, no yellowing*)
b.	EAQ 25%	- Batang : kokoh, tidak mengalami kerusakan (*Stem: sturdy, not damaged*) - Daun : 2 daun mengalami kekuningan dan bercak cokelat (*Leaf: 2 leaves have yellowish and brown spots*)
c.	EAQ 12,5%	- Batang : kokoh, tidak mengalami kerusakan (*Stem: sturdy, not damaged*) - Daun : beberapa daun mengalami kekuningan dan bercak cokelat (*Leaf: some leaves turn yellow and brown spots*)

Keterangan (*Remarks*): EPBS = Ekstrak menggunakan PBS, dan EAQ = Ekstrak menggunakan aquades.
(*EPBS = Extract using PBS, and EAQ = Extract using distilled water*)

3.2. Pembahasan

3.2.1. Uji *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) ekstrak lendir belut sawah terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum*

Berdasarkan hasil uji MIC diketahui bahwa ekstrak lendir menunjukkan penghambatan terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum* dengan terlihatnya mulai berkurang kekeruhan pada tabung-tabung perlakuan. Nilai MIC bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum* pada EAQ dan EPBS, yaitu 6,75%. Pada kontrol positif EAQ dan EPBS pada bakteri *R. pseudosolanacearum* yang ditambahkan *streptomycin*, memperlihatkan cairan di dalam tabung berwarna jernih, yang artinya bakteri *R. pseudosolanacearum* tidak tumbuh. Pada kontrol negatif tanpa tambahan ekstrak lendir dan anti bakteri memperlihatkan cairan di dalam tabung berwarna keruh kemerahan, yang artinya bakteri *R. pseudosolanacearum* tumbuh dengan baik. Warna kemerahan pada media dikarenakan media tersebut ditambahkan TTC. TTC berfungsi sebagai indikator untuk melihat perubahan warna pada koloni bakteri karena adanya proses reduksi TTC oleh bakteri, sehingga membentuk zat formazan yang mengendap dan berwarna kemerahan.

Sementara itu, pada kontrol positif EAQ dan EPBS pada cendawan *F. oxysporum* yang ditambahkan *cycloheximide*, memperlihatkan cairan di dalam tabung berwarna jernih, yang artinya cendawan *F. oxysporum* tidak tumbuh. Pada kontrol negatif memperlihatkan cairan di dalam tabung berwarna keruh keunguan pada media dikarenakan cendawan *F. oxysporum* tumbuh dengan baik. Berdasarkan uji MIC diketahui bahwa konsentrasi 100% (lendir tanpa pengenceran) tidak menunjukkan efek penghambatan, terlihat secara visual konsentrasi 100% pada semua perlakuan menunjukkan kekeruhan yang artinya mikroba masih dapat tumbuh dengan baik.

Hal ini sesuai dengan penelitian (Ikram & Ridzwan, 2012), bahwa pengaplikasian lendir tanpa pengenceran menunjukkan tidak ada efek penghambatan pada pertumbuhan semua spesies cendawan yang diuji setelah diinkubasi 24, 48, dan 72 jam di suhu ruang. Menurut (Zeniusa et al., 2019), hal ini dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti kekeruhan suspensi uji, temperatur saat inkubasi, dan kepekatan (kepadatan) media. Selain itu, pengenceran juga merupakan salah satu faktor yang sangat penting, karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak, maka semakin rendah kelarutan (mengental seperti *gel*), sehingga hal ini dapat memperlambat difusi bahan aktif ekstrak ke dalam media dan akhirnya dapat mengurangi kemampuan ekstrak dengan konsentrasi tinggi dalam menghambat pertumbuhan mikroba.

3.2.2. Daya anti mikroba ekstrak lendir belut sawah terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. Oxysporum*

3.2.2.1. Metode difusi cakram pada bakteri *R. pseudosolanacearum*

Hasil uji penegasan terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* menunjukkan terbentuknya zona hambatan di sekitar kertas cakram. Zona hambatan yang terbentuk di sekitar kertas cakram dikarenakan ekstrak lendir memiliki senyawa anti bakteri yang dikeluarkan ke dalam medium dan menghasilkan mekanisme secara anti biosis. Protein/peptida antibakteri telah ditemukan dalam lendir kulit spesies ikan yang berbeda, termasuk belut sawah asia (*M. albus*). Berdasarkan hasil penelitian (Friedrich et al., 2000), lendir kulit belut asia (*M. albus*) mengandung peptida anti mikroba yang menyebabkan pembentukan pori-pori pada membran bakteri yang mengarah pada pembunuhan bakteri,

selanjutnya lendir memiliki protein anti bakteri yang dapat mempengaruhi fungsi esensial bakteri dengan mengikat DNA pada bakteri. Berdasarkan hasil penelitian (Atif et al., 2015), bahwa ekstrak lendir pada *M. albus* telah digunakan untuk menguji aktivitas anti bakteri dan hasilnya menunjukkan efek bakteriostatik yang hasilnya signifikan dari ekstrak tersebut.

Berdasarkan uji lanjut standar deviasi menunjukkan bahwa nilai diameter zona hambat tidak berurutan dan tidak sesuai dengan konsentrasi yang digunakan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa diameter zona hambatan yang terbentuk beragam. standar deviasi (SD) diukur untuk mengetahui seberapa baik rata-rata (*mean*) mewakili data. Semakin kecil SD, maka mengindikasikan data dekat dengan *mean*, namun semakin besar SD, maka mengindikasikan data jauh dari *mean*. Rata-rata zona hambat EAQ pada kontrol (+), konsentrasi 25%, 12,5%, dan 50%, secara berturut-turut, yaitu 48,9±1,43 mm; 35,7±1,2 mm; 19,7±2,6 dan 16,9±6,3 mm. Sedangkan rata-rata zona hambat EPBS pada kontrol (+), konsentrasi 25%, 12,5% 50%, dan 6,75%, secara berturut-turut 49,1±0,26 mm; 19,6±5,6 mm; 19,5±059 mm; 9,7±16,69 mm dan 4,7±8,14 mm.

3.2.2.2. Metode *Poisoned Food Technique* pada cendawan *F. oxysporum*

Data pengamatan persentase percepatan tumbuh cendawan *F. oxysporum* pada EAQ dan EPBS menunjukkan bahwa pemberian ekstrak lendir berpengaruh dalam percepatan pertumbuhan cendawan *F. oxysporum* pada setiap pengamatan. Kontrol negatif pada EAQ dan EPBS juga memiliki percepatan tumbuh yang lebih cepat daripada media yang ditambah ekstrak lendir. Terhambatnya pertumbuhan cendawan *F. oxysporum* disebabkan oleh ekstrak lendir yang dicampurkan pada media PSA memiliki senyawa kimia yang menganggu proses biokimia yang terdapat pada sel cendawan. Berdasarkan hasil penelitian (Ikram & Ridzwan, 2012), terbukti bahwa ekstrak lendir *M. albus* memiliki aktivitas anti fungi terhadap *Candida krusei, Candida albicans, Cryptococcus neoformans* dan *Fusarium* sp. Hal ini sesuai dengan penelitian (Atif et al., 2015), yang menyatakan ekstrak lendir *M. albus* memiliki aktivitas anti fungi yang lebih tinggi dibandingkan ampisilin. Berdasarkan hasil penelitian ini, diketahui bahwa ekstrak lendir dapat menghambat pertumbuhan cendawan *F. oxysporum* setiap harinya, namun persentase daya hambatnya menurun. Penurunan daya hambat pada 6 HSI terjadi karena daya racun fungisida pada ekstrak lendir yang menghilang seiring berjalannya waktu. Menurut (Apriani et al., 2014), kelemahan fungisida bersifat fungistatik, adalah daya racunnya akan hilang seiring dengan waktu. Selain itu, fungisida berbahan alami memiliki kekurangan, yaitu cepat terurai dan daya kerjanya lambat, sehingga harus lebih sering diaplikasikan.

Berdasarkan hasil penelitian uji penegasan terhadap bakteri *R. pseudo-solanacearum* dan cendawan *F. oxysporum*, diketahui bahwa tinggi rendahnya konsentrasi ekstrak tidak berbanding lurus dengan penghambatan yang dihasilkan. Menurut (Utomo et al., 2018), konsentrasi dari suatu senyawa anti mikroba merupakan salah satu faktor penentu besar kecilnya kemampuan senyawa tersebut dalam menghambat pertumbuhan mikroba yang diuji. Meskipun demikian, pada senyawa tertentu kenaikan konsentrasi tidak selalu diikuti dengan peningkatan penghambatan. Kemungkinan hal ini terjadi karena perbedaan kecepatan difusi senyawa anti mikroba pada media-agar. Hal yang sama terjadi pada penelitian (Christobe et al., 2011), yang menguji ekstrak *Surgassum wightii*, *Ulva fasciata* (alga hijau) dan *Gracilaria corticata* (alga merah) terhadap bakteri *Micrococcus*

luteus pada konsentrasi 50% dan 100% tidak menghasilkan penghambatan.

3.2.3. Uji fitotoksisitas ekstrak lendir bekut sawah pada bibit *E. pellita* klon EP0361WK

Hasil uji fitotoksisitas terhadap ekstrak lendir belut sawah menunjukkan reaksi negatif dengan tidak adanya gejala nekrosis/kerusakan berat yang ditimbulkan. Hal ini diduga bahwa rendahnya kandungan senyawa ekstrak lendir tersebut, sehingga tidak bersifat meracuni tanaman (tidak fitotoksik) dan aman untuk diaplikasikan. Toksisitas dari suatu senyawa, yaitu potensi dari suatu senyawa untuk dapat menyebabkan kerusakan ketika senyawa tersebut mengenai atau masuk kedalam tubuh makhluk hidup. (Umiyati et al., 2019), menyatakan bahwa secara umum tanaman yang keracunan akibat aplikasi pestisida menunjukkan gejala, yaitu klorosis, nekrosis, dan pertumbuhan tidak normal dan dapat menyebabkan kematian pada tanaman.

Menurut (Syahputra et al., 2010), suatu ekstrak bersifat fitotoksik pada tanaman cenderung terjadi dikarenakan diberi perlakuan sediaan ekstrak/fraksi pestisida nabati, bukan senyawa murni. Selain itu, gejala fitotoksik cenderung terjadi pada tanaman yang menggunakan ekstrak kasar. Suspensi ekstrak kasar yang terdiri dari berbagai senyawa polar dan non-polar yang berbentuk minyak atau cairan pekat dapat mengakibatkan rusaknya permukaan tanaman, dan juga tingginya senyawa non-polar dapat meningkatkan gejala fitotoksik. Pada penelitian ini ekstrak yang digunakan merupakan senyawa murni yang telah dilakukan pengenceran (tidak berbentuk cairan pekat), sehingga ekstrak tersebut tidak mengandung senyawa non-polar yang tinggi dan tidak dapat merusak permukaan tanaman namun dapat diserap dengan baik oleh tanaman. Oleh karena itu, ekstrak lendir tersebut tidak bersifat fitotoksik pada tanaman.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa EAQ dan EPBS mampu menghambat pertumbuhan penyakit layu dan tidak bersifat fitotoksik pada tanaman, sehingga ekstrak lendir belut sawah berpotensi sebagai pestisida alami (pengendalian secara hayati) yang aman digunakan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh perusahaan HTI dan petani dalam mengendalikan penyakit layu tanaman yang disebabkan oleh bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum*.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Ekstrak lendir belut sawah (*M. albus*) memiliki aktivitas anti mikroba dan mampu menghambat pertumbuhan bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum*, sehingga berpotensi sebagai pengendali penyakit layu pada bibit tanaman *E. pellita*. Uji MIC memiliki penghambatan pada EAQ dan EPBS terhadap bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. oxysporum*. Nilai MIC ekstrak lendir belut sawah (*M. albus*) dalam menghambat bakteri *R. pseudosolanacearum* dan cendawan *F. Oxysporum*, yaitu pada EAQ konsentrasi 6,75% dan pada EPBS konsentrasi 6,75%. Terdapat perbedaan potensi aktivitas anti mikroba dalam menggunakan berbagai konsentrasi ekstrak lendir belut sawah (*M. albus*). Konsentrasi 25% pada EAQ memberikan penghambatan terbaik dalam menghambat bakteri *R. pseudosolanacearum* sebesar 35,7 mm (sangat kuat), sedangkan konsentrasi 12,5% pada EAQ penghambatan terbaik dalam menghambat cendawan *F. oxysporum* sebesar 73,7% (kuat). Ekstrak lendir belut sawah (*M. albus*) yang diaplikasikan pada bibit *E. pellita* tidak menimbulkan kerusakan (fitotoksik) pada tanaman, sehingga ekstrak tersebut aman untuk digunakan sebagai pestisida alami.

4.2. Saran

Pengembangan penelitian lanjutan masih diperlukan terutama pada teknik aplikasi secara *in vivo* dan penentuan dosis/konsentrasi penghambatan terhadap penyebab penyakit layu pada tanaman lainnya, sehingga dapat melengkapi teknologi pengendalian hayati yang lebih baik dalam menekan penyakit layu pada tanaman.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada *Laboratorium Plant Protection Departement* (PPD), R&D PT Arara Abadi, Sinarmas *Forestry*, Desa Pinang Sebatang, Kecamatan Tualang, Kabupaten Siak, Provinsi Riau yang telah memfasilitasi dan memberi kesempatan yang berharga untuk penelitian ini. Terima kasih juga diucapkan kepada Dr. Bayo Alhusaeri Siregar, S.P., M.Si. dan karyawan Laboratorium PPD yang telah membimbing dan membantu selama pengumpulan data dalam melaksanakan penelitian ini.

Daftar Pustaka

Apriani, L., Suprapta, D.N., & Temaja, I.G.R.M. (2014). Uji efektivitas fungisida alami dan sintesis dalam mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman tomat yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici*. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 3(3), 137-147

Atif, A.B., Zahri, M.K., Nordin, S., Esa, A.R., Zilfalil, B.A., & Mahadeva R,U.S. (2015). Comparative analysis of the anti bacterial, anti fungal, anti proliferative and cyclic response element (CRE) induced expression of downstream luc gene activities of *Monopterus albus* and *Channa straitus* Extracts. *Journal Of Applied Pharmaceutical Science*, *5*(1), 042–047. Https://Doi.Org/10.7324/Japs.2015.50108

Berlian, Z., Aini, F., & Lestari, W. (2016). Aktivitas anti fungi ekstrak daun kemangi (*Ocimum americanum* L.) terhadap fungi *Fusarium oxysporum* Schlecht. *Jurnal Biota;* 2 (1), 99-105.

Carstensen, G.D., Venter, S.N., Wingfield, M.J., & Coutinho, T.A. (2016). Two ralstonia species associated with bacterial wilt of *Eucalyptus*. *Plant Pathol*, 66(3), 393-403. Https://Doi.Org/10.1111/Ppa.12577

Christobe, G.J., Lipton, A.P., Aishwarya, M.S., Sarika, A.R., & Udayakumar, A. (2011). Anti bacterial activity of aqueous extract from selected macroalgae of southwest coast of India. *Seaweed Res. Utiln*, 33(1&2), 67-75.

Fatmawati, & Suparmin. (2015). Studi pemakaian pestisida pada petani kentang di Desa Dieng, Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo. *Keslingmas*, 34(1), 224-297.

Friedrich, C.L., Moyles, D., & Beveridge, T.J. (2000). Anti bacterial action of structurally diverse cationic peptides on gram positive bacteria. *Anti microbial agents and chemotherapy*, 44(*8*), 2086-2092.

Heriyanto. (2019). J Kajian pengendalian penyakit layu *Fusarium oxysporum* dengan *Trichoderma* sp. pada tanaman cabai. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 26(2), 26-35.

Ikram, M.N.N.M., & Ridzwan, B.H. (2013). A preliminary screening of anti fungal activities from skin mucus extract of malaysian local swampeel (*Monopterus albus*). *International Research Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3(1), 1-8.

Isnaeni, N. (2006). Ketahanan dan pengaruh fitotoksisitas campuran ekstrak *Piper retofractum* dan *Annona squamosa* pada pengujian semi lapang. *Skripsi*. Program Studi

Hama dan Penyakit Tumbuhan. Fakultas pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Lelana, N.E., Anggraeni, I., & Mindawati, N. (2015). Uji antagonis *Aspergillus* Sp. dan *Trichoderma* Spp. terhadap *Fusarium* Sp., penyebab penyakit rebah kecambah pada Sengon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 1*2*(1), 23-28. Https://Doi.Org/10.20886/Jpht.2015.12.1.23-28

Mansfield, J., Genin, S., Magori, S., Citovsky, V., Sriariyanum, M., Ronald, P., & Toth, I.A.N. (2012). *Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology*. *Molecular Plant Pathology*, 13(6), 614-629. Https://Doi.Org/10.1111/J.1364-3703.2012.00804.X

Ngatiman, N., & Anggraeni, I. (2006). Penyakit bercak daun pada tanaman Ekaliptus. In *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 3(3), 183-191. Https://Doi.Org/10.20886/Jpht.2006.3.3.183-191

Nuri, P., Surtinah, S., Siregar, B.A., & Lidar, S. (2016). Pengujian bakteriofage virulen terhadap patogen *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri pada tanaman eukaliptus (*Eucalyptus pellita*). *Prosiding Seminar Nasional*. Pengendalian Penyakit pada Tanaman Ramah Lingkungan II, 361-369.

Old, K.M., Wingfield, M.J, & Yuan, Z.G. (2003). A manual of diseases of eucalyptus in South-East Asia. *Center for International Forestry Research*. Bogor.

Sani, K., Fathnur, Agung, G.S, & Enda, O.M. (2018). Pemanfaatan gel lendir belut (*Monopterus albus*) sebagai penyembuh luka bakar. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 3(2), 186. Https://E-Resources.Perpusnas.Go.Id:2057/Login?Url=Https://Search.Ebscohost.Com/Login.Aspx?Direct=True&Db=Edsdoj&An=Edsdoj.94df9d4de8c84ff5b3cb43bde07b0dcb&Site=Eds-Live

Siregar, B.A., Giyanto, Hidayat, S.H., Siregar, I.Z., & Tjahjono, B. (2020). Epidemiology of bacterial Wilt Disease on *Eucalyptus pellita* F. Muell. in Indonesia. *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 468(1), 1-8. Https://Doi.Org/10.1088/1755-1315/468/1/012033

Soelama, H.J.J., Kepel, B.J., & Siagian, K.V. (2015). *Uji minimum inhibitory concentration* (Mic) *ekstrak rumput laut* (Eucheuma Cottonii) *sebagai anti bakteri terhadap streptococcus mutans kandidat skripsi program studi kedokteran gigi fakultas kedokteran program studi kedokteran gigi fakultas kedokteran S*. *3*(Mic).

Syahidah, & Subekti, N. (2019). Biological activity of mangrove leaves extract (*Rhizophora* sp.). *IOP Conf Ser: Earth Environ Sci* 270: 012051.. Https://Doi.Org/10.1088/1755-1315/270/1/012051

Syahputra, E. (2010). Sediaan insektisida ekstrak biji *Mimusops elengi:* pengaruh terhadap perkembangan dan keperidian *Crocidolomia pavonana insecticide preparation of Mimusops EEengi : their safety against Crocidolomia Pavonana. Environments And Crops*, *12*(1), 25–30.

Umiyati, U., Widayat, D., Kurniadie, D., & Aris, K. (2019). Respon pertumbuhan gulma dan hasil tanaman jagung terhadap herbisida 276 G/L pada sistem tanam Tot. *Agrotech Res J*, *3*(6), 18-22. Https://Doi.Org/10.20961/Agrotechresj.V3i1.29248

Utomo, S.B., Fujiyanti, M., Lestari, W.P., & Mulyani, S. (2018). Uji aktivitas anti bakteri senyawa Hexadecyltrimethylammonium Bromide terhadap bakteri

Staphylococcus aureus dan *Escherichia coli* anti bacterial activity test of the C-4-Methoxyphenylcalix [4] resorcinarene compound modified By Hexadecyltrimethylammonium-. *Jkpk (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, 3(3), 201–209.

Wati, S.S., Aisyah, & Risnawati. (2021). Uji fitotoksisitas sediaan sederhana buah cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl.) terhadap tanaman hidroponik. *Jurnal Pertanian Presisi*, 5(1), 71-84.

Zeniusa, P., Ramadhian, M.R., Nasution, S.H., & Karima, N. (2019). Uji daya hambat ekstrak etanol teh hijau terhadap *Escherichia coli* secara *in Vitro*. *Medical Journal of Lampung University*, 8(2), 136-148.