

11704-33061-1- SM_miratun.docx

by

Submission date: 25-Apr-2020 11:47PM (UTC+0700)

Submission ID: 1307534209

File name: 11704-33061-1-SM_miratun.docx (326.36K)

Word count: 4219

Character count: 25706

EFEKTIVITAS BAKTERI SELULOLITIK RIZOSFER KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) TERHADAP *Ganoderma boninense* Pat.

Effectiveness Of Cellulolytic Bacteria Oil Palm Rhizosphere (*Elaeis guineensis* Jacq.) Against *Ganoderma boninense* Pat.

Miratun Nisa^{1*}, Fitratul Aini¹, Hasna Ul Maritsa¹

¹Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi

Alamat kontak : Jl.Jambi-Ma. Bulian KM 15 Mendalo Darat Jambi 36361

*Email : miratunnisa96@gmail.com

Abstrak

Penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) disebabkan oleh *Ganoderma boninense* Pat. Bakteri selulolitik dari rizosfer kelapa sawit dapat dijadikan agen hayati dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense*. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bakteri selulolitik dari rizosfer kelapa sawit dan menentukan efektivitasnya dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi dan Rekayasa II Fakultas Sains dan Teknologi serta UPT Laboratorium Dasar dan Terpadu Universitas Jambi, dari Juli 2018 – Januari 2019. Tahap penelitian meliputi pengambilan sampel dari rizosfer kelapa sawit, isolasi dan pemurnian, uji aktivitas selulolitik, dan uji daya hambat terhadap *G. boninense* serta identifikasi isolat bakteri yang potensial. Indeks selulolitik bakteri ditentukan dengan pewarnaan Congo red pada media CMCA. Aktivitas penghambatan dilakukan dengan menentukan persentase daya hambat bakteri dalam menghambat *G. boninense*. Uji efektivitas dengan membandingkan hasil uji T pada taraf 5 %. Hasil menunjukkan bahwa dari rizosfer kelapa sawit diperoleh 19 isolat bakteri selulolitik dengan indeks selulolitik tertinggi 4,38 pada isolat LBS1. Berdasarkan uji T dari efektivitas bakteri selulolitik terhadap *G. boninense* menunjukkan 6 isolat (LBS3, LBS4, DBS1, DBS7, SBS2 dan SBS6) memiliki nilai efektif atau berpotensi sebagai antagonis dengan persentase daya hambat tertinggi sebesar 40,17% pada DBS1 yang merupakan genus *Flavobacterium*.

Kata kunci : Antagonis; CMCA; *Flavobacterium*; Jamur patogen; Selulase;

Abstract

Basal stem root (BSR) disease in oil palm tree (*Elaeis guineensis* Jacq.) is caused by *Ganoderma boninense* Pat. infection. Cellulolytic bacteria from rhizosphere can be used as agents to inhibit *G. boninense* growth as pathogenic fungi. Purpose of the research is to obtain cellulolytic bacteria from oil palm tree rhizosphere (*E. guineensis* Jacq.) and to determine their effectiveness in inhibiting *G. boninense* growth. The research was conducted at Biotechnology and Engineering Laboratory II Faculty of Science and Technology and Basic and Integrated Laboratory of Jambi University, from July 2018 until January 2019. The research stages included sampling from the oil palm tree rhizosphere, isolation and purification, cellulolytic activity test and dual culture test against *G. boninense* and identification of effective isolates. The cellulolytic index of bacteria was determined by Congo red staining method with CMCA media. Antagonistic test was conducted to determine persentation of each bacterial isolate in inhibit *G. boninense* and effectiveness test by comparing result of the T test at the level of 5%. The results showed that there are 19 isolates of cellulolytic bacteria from oil palm tree rhizosphere and the highest cellulolytic index 4,38 is in isolates LBS1. Based on the T test of the effectiveness of cellulolytic bacteria against *G. boninense* showed 6 isolates (LBS3, LBS4, DBS1, DBS7, SBS2 and SBS6) had effective values or potential antagonists with the highest percentage inhibition of 40,17% in the DBS1 genus of *Flavobacterium*.

Keyword : Antagonist; Cellulase; CMCA; *Flavobacterium*; Fungal Pathogen

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu tanaman yang menghasilkan minyak nabati. Produktivitas tanaman kelapa sawit dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya yaitu penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) yang disebabkan oleh *Ganoderma boninense* Pat. Jamur patogen *G. boninense* merupakan salah satu spesies basidiomycota yang dapat hidup pada sisa tanaman mati (saprofit fakultatif) dengan memanfaatkan sisa-sisa tanaman berupa selulosa. Sisa tanaman sawit dapat menjadi sumber nutrisi untuk jamur patogen dan menjadi sumber inokulum penyakit (Ali *et al.*, 2011).

Upaya pengendalian hayati terhadap *G. boninense* dengan memanfaatkan agen antagonis berupa bakteri selulolitik. Bakteri selulolitik ialah bakteri yang berperan dalam mendegradasi selulosa dengan melibatkan beberapa aktivitas enzim, yaitu endo- β 1,4-glukanase, ekso- β 1,4-glukanase, dan β -glukosidase sehingga dapat mempersingkat proses dekomposisi dari bahan organik berupa selulosa menjadi oligosakarida yang lebih kecil dan akhirnya menjadi glukosa (Rahayu *et al.*, 2014). Pemanfaatan mikroba selulolitik mampu menjadi kompetitor langsung dari patogen, salah satunya *G. boninense* dalam hal kompetisi akan nutrisi berupa selulosa, sehingga dapat mencegah *G. boninense* tidak dapat memanfaatkan selulosa pada akar dan pangkal batang kelapa sawit (Wafa, 2017).

Pemanfaatan bakteri selulolitik, diantaranya *Stenotrophomonas rhizophila* mampu menghambat pertumbuhan *G. boninense* sebesar 63% dan menghasilkan enzim selulase dengan indeks selulase sebesar 0,46 (Rupaedah *et al.*, 2018). Penelitian bakteri selulolitik terhadap *G. boninense* terutama yang berasal dari rizosfer kelapa sawit belum banyak dilakukan. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan bakteri selulolitik dari rizosfer kelapa sawit (*E. guineensis* Jacq.) dan mengetahui efektivitasnya terhadap pertumbuhan *G. boninense*.

MATERIAL DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah isolat *Ganoderma boninense* diperoleh dari Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI), Medan. Media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media padat selulase yang mengandung 1% *Carboxy Methyl Cellulose Agar* (CMCA), *Hidrogen Peroksida* (H_2O_2) 3 %, *Sulfide Indol Motility* (SIM), *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Mc Conkey*, kristal violet, lugol, aseton alkohol, safranin, alkohol 70%, *Congo Red*, NaCl, aquades dan *Imersion Oil*, *spritus*, dan *aluminium foil*.

Peralatan yang digunakan antara lain *Laminar Air Flow* (Esco), oven (*Gallenkamp*), inkubator (*Eyela SLI 400*), autoklaf (Hirayama), *hot plate* (Kitman), refrigerator (*Gallenkamp*), *magnetic stirrer*, *vortex*, jarum ose, cawan petri, spatula, mikropipet, tabung reaksi, rak tabung, erlenmeyer, *soil tester*, *soil thermometer*, pH meter, timbangan analitik, mikroskop trinokuler, jangka sorong, gelas objek, pipet tetes, batang pengaduk, gelas ukur, botol semprot, dan bunsen.

Pengambilan Sampel Rizosfer Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Pengambilan sampel dari sekitar perakaran kelapa sawit yang sehat dilakukan di PT. Niaga Guna Kencana Sawit berumur 8,11 tahun dan PT. Perkebunan Nusantara VI Jambi berumur 14 tahun pada kedalaman 0-15 cm dari permukaan tanah (*Top soil*) (modifikasi dari Wafa, 2017). Namun sebelumnya, diukur suhu tanah dengan *soil thermometer*, pengukuran pH tanah dan kelembaban tanah dengan *soil tester* yang dianalisis langsung di lapangan.

Isolasi Bakteri dari Rizosfer Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Sebanyak 1 gr tanah dan akar tanaman yang melekat dipermukaan akar dimasukkan dalam tabung reaksi berisi 10 ml akuades steril (pengenceran 10^{-1}) dan homogenkan. Pengenceran dilakukan hingga 10^{-5} , dari pengenceran 10^{-1} diambil sebanyak 1 ml dan dipindahkan ke dalam tabung reaksi yang telah diisi aquades steril sebanyak 9 ml. Kemudian diambil 0,1 ml dari masing-masing tabung 10^{-4} dan 10^{-5} untuk dikultur pada media CMCA dengan 3 kali pengulangan, kemudian sampel disebar dengan menggunakan batang L dan diinkubasi pada suhu 30°C (modifikasi dari Seprianto, 2017).

Skrining Bakteri Selulolitik Rizosfer Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Isolat diinokulasikan menggunakan metode titik ke dalam media CMCA dan diinkubasi pada suhu 30°C. Aktivitas selulolitik bakteri diindikasikan dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni setelah sebanyak 2 mL larutan *congo red* dituangkan ke dalam media yang berisi isolat, kemudian didiamkan selama 10 menit. Larutan dibuang kemudian dibilas dengan larutan NaCl 0,1 M, setelah itu diamati keberadaan zona bening. Indeks aktivitas selulase ditentukan pada rasio diameter zona bening dengan diameter koloni (Nurfitriani *et al.*, 2017).

$$\text{Indeks Selulolitik} = \frac{\text{diameter zona bening (mm)} - \text{diameter koloni (mm)}}{\text{diameter koloni (mm)}}$$

Uji Daya Hambat Bakteri Selulolitik Rizosfer Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap *Ganoderma boninense* secara *In Vitro*.

Inokulum *G.boninense* diinokulasikan pada media PDA+CMC hingga berdiameter ± 20 mm dengan jarak 3 cm dari tepi cawan petri berdiameter 9 cm. Sebanyak 1 ose isolat bakteri selulolitik digoreskan sepanjang 4 cm secara berlawanan dengan jarak 3 cm dari jamur patogen dan diinkubasi pada suhu 30°. Untuk kontrol, media hanya berisi inokulum *G.boninense* pada salah satu sisinya (Fokkema, 1973). Setiap jenis bakteri selulolitik diuji dengan pengulangan 3 kali. Pengamatan dilakukan selama 7 hari setelah inokulasi dengan mengukur diameter koloni *G.boninense* pada kontrol (R1) dan diameter koloni *G.boninense* pada perlakuan (R2).

$$DH = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100\%$$

Keterangan:

DH : daya hambat (%)

R1 : diameter pertumbuhan patogen pada kontrol

R2 : diameter patogen pada cawan uji

Persentase penghambatan didasari oleh *growth inhibition category* (GIC), dengan skala 0-4 (Živković *et al.*, 2010). Kategori tersebut yaitu: Skala 0 = Tidak ada penghambatan pertumbuhan patogen; Skala 1 = 1-25% penghambatan pertumbuhan pathogen; Skala 2 = 26-50% penghambatan pertumbuhan pathogen; Skala 3 = 51-75% penghambatan pertumbuhan pathogen; dan Skala 4 = 76-100% penghambatan pertumbuhan patogen

Penentuan kategori kemampuan antagonis dikelompokkan menjadi empat kategori berdasarkan persentase zona penghambatan (Prastya *et al.*, 2014) yaitu: Kuat (> 40%) dengan simbol +++ ; Sedang (40%<x>30%) dengan simbol ++ ; Lemah (<30%) dengan simbol + ; dan Tidak menghambat (0%) dengan simbol -.

Uji Efektivitas Bakteri Selulolitik Terhadap Pertumbuhan *G. boninense*

Data yang diperoleh dari uji daya hambat bakteri selulolitik dengan *G. boninense* di analisis dengan uji T pada taraf 5% (0,05), bertujuan untuk membandingkan daya tumbuh *G. boninense* yang di uji dengan *G. boninense* kontrol sehingga dapat mengetahui potensi antagonis bakteri selulolitik. Nilai efektif jika diameter koloni *Ganoderma boninense* pada media uji lebih kecil dibandingkan dengan kontrol (Tirtana *et al.*, 2013).

Identifikasi Bakteri Selulolitik yang Efektif Menghambat *Ganoderma boninense*

Identifikasi bakteri berdasarkan pengamatan morfologis meliputi bentuk, tepi, permukaan, ukuran, elevasi, dan warna koloni. Sifat fisiologis meliputi pewarnaan gram bakteri, dan uji biokimia yaitu uji katalase, motilitas, TSIA, Mac Conkey, *simmons citrate* dan uji urea.

Analisis Data

Data hasil pengujian bakteri disajikan dalam bentuk table dan gambar. Karakterisasi bakteri disesuaikan dengan buku identifikasi *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (1994) berdasarkan karakter morfologi maupun fisiologi. Data yang diperoleh dari uji dual kultur bakteri selulolitik terhadap *G. boninense* di analisis dengan Uji T pada taraf 5% (0,05).

HASIL

8

Isolasi Bakteri Selulolitik Rizosfer Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Hasil isolasi dari rizosfer kelapa sawit diperoleh sebanyak 19 isolat kandidat bakteri selulolitik. Masing-masing lokasi memiliki jumlah isolat kandidat bakteri selulolitik yang berbeda-beda. Pada saat pengambilan sampel telah dilakukan pengukuran faktor fisik kimia tanah (Tabel 1).

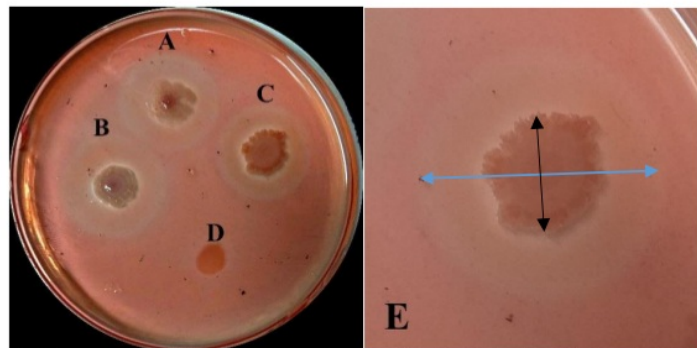
Tabel 1. Pengukuran Faktor Fisik Kimia Rizosfer Kelapa Sawit

Lokasi pengambilan sampel	Suhu tanah (°C)	Kelembaban tanah (%)	pH tanah	Jumlah isolat
I (PT.NGKS)	29	70	6,2	5
II (PT.NGKS)	28,5	70	6,8	8
III (PTPN VI)	28	75	6,8	6

Keterangan: Lokasi I (sawit umur 8 tahun), Lokasi II (sawit umur 11 tahun), Lokasi III (sawit umur 14 tahun)

Skrining Bakteri Selulolitik Rizosfer Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Adanya aktivitas selulolitik dari bakteri rizosfer ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening pada media CMCA setelah diberi pewarna Congo red (Gambar 1).



Gambar 1. Uji aktivitas selulolitik terhadap isolat SBS1 (A), SBS2 (B), DBS8 (C) menunjukkan adanya zona bening, dan LBS5 (D) tidak menunjukkan adanya zona bening. Perhitungan indeks selulolitik (E); Diameter koloni bakteri (↓) dan Diameter zona bening (↔).

Kemampuan bakteri dalam menghidrolisis selulosa dinyatakan dalam bentuk indeks aktivitas selulolitik (IAS). Perhitungan nilai IAS dilakukan berdasarkan diameter zona bening yang terbentuk dan diameter koloni isolat bakteri (Tabel 2). Hasil uji aktivitas selulolitik menunjukkan bahwa dari 19 isolat bakteri diperoleh 2 isolat menunjukkan aktivitas selulase yang tinggi dengan indeks selulolitik yaitu 4,38 pada isolat LBS1 dan 2,81 isolat DBS6. Untuk 10 isolat lainnya menunjukkan aktivitas selulase yang sedang dan 4 isolat memiliki indeks selulolitik yang rendah.

Tabel 2. Hasil Indeks Aktivitas Selulolitik Bakteri Rizosfer Sawit

No	Kode Isolat	Indeks Aktivitas Selulolitik	Kategori
1	LBS1	4,38	Tinggi
2	LBS2	0,73	Rendah
3	LBS3	1,26	Sedang
4	LBS4	1,08	Sedang
5	DBS1	0,71	Rendah
6	DBS2	0,25	Rendah
7	DBS3	1,46	Sedang
8	DBS4	1,43	Sedang
9	DBS5	1,47	Sedang
10	DBS6	2,81	Tinggi
11	DBS7	1,41	Sedang
12	DBS8	1,87	Sedang

13	SBS1	1,89	Sedang
14	SBS2	1,59	Sedang
15	SBS5	1,57	Sedang
16	SBS6	0,98	Rendah

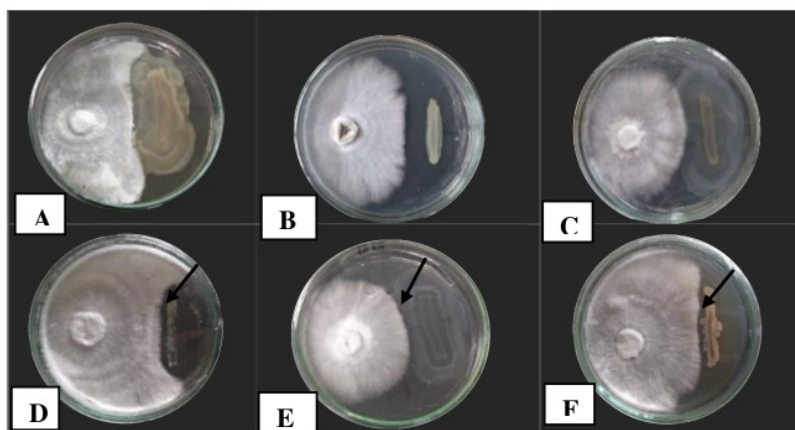
Uji Daya Hambat Bakteri Selulolitik Rizosfer Kelapa Sawit terhadap *Ganoderma boninense*

Hasil uji antagonis menunjukkan bahwa dari 16 isolat bakteri selulolitik diantaranya sebanyak 15 isolat memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *G. boninense* dengan aktivitas yang berbeda. Persentase penghambatan tinggi ditunjukkan oleh isolat DBS1 dengan penghambatan sebesar 40,17%, sedangkan persentase penghambatan pertumbuhan rendah ditunjukkan oleh isolat SBS6 sebesar 13,35% (Tabel 3).

Table 3. Daya Hambat Bakteri Selulolitik terhadap *G.boninense*

No	Kode Isolat	Daya Hambat (%)	Nilai Aktivitas	Mekanisme
1	LBS1	27,92	+	Kompetisi
2	LBS2	1,13	+	Tidak ada
3	LBS3	29,45	+	Kompetisi
4	LBS4	18,85	+	Antibiosis
5	DBS1	40,17	+++	Kompetisi
6	DBS2	0,89	+	Antibiosis
7	DBS3	1,37	+	Antibiosis
8	DBS4	22,04	+	Antibiosis
9	DBS5	14,20	+	Kompetisi
10	DBS6	1,16	+	Antibiosis
11	DBS7	19,68	+	Kompetisi - Antibiosis
12	DBS8	12,24	+	Antibiosis
13	SBS1	17,56	+	Antibiosis
14	SBS2	21,69	+	Kompetisi
15	SBS5	0,00	-	Tidak Ada
16	SBS6	13,35	+	Antibiosis

Pada uji antagonis terlihat bahwa adanya aktivitas bakteri selulolitik terhadap *G. boninense* bersifat kompetisi dan antibiosis (Gambar 2).



Gambar 2. Mekanisme antagonis isolat bakteri selulolitik; A.LBS1 B. DBS1 C.DB S7 terjadi kompetisi; dan D.DB S3 E.DB S7 F.DB S8 terjadi antibiosis (Dok.pribadi, 2018)

Efektivitas Isolat Bakteri Selulolitik Rizosfer Kelapa Sawit Terhadap *Ganoderma boninense*.

Untuk menentukan nilai efektivitas bakteri selulolitik terhadap *G.boninense* dari nilai persentase penghambatan dan hasil uji T, membandingkan diameter kontrol dengan diameter pada uji antagonis pada taraf kesalahan 5% (0,05).

Tabel 4. Hasil Uji T Penghambatan Bakteri Selulolitik terhadap *G.boninense*

No	Kode Isolat	Rata-rata diameter koloni <i>G.boninense</i> pada 7 his (mm)	t Hitung	Nilai Efektivitas
1	Kontrol	98,75 ± 0,38		
2	LBS1	71,18 ± 13,73	-3.479 ⁿ	Tidak efektif
3	LBS2	89,08 ± 8,19	-2.043 ⁿ	Tidak efektif
4	LBS3	69,67 ± 6,12	-8.226*	Efektif
5	LBS4	80,13 ± 5,08	-6.342*	Efektif
6	DBS1	59,08 ± 9,39	-7.320*	Efektif
7	DBS2	97,89 ± 7,36	-.202 ⁿ	Tidak efektif
8	DBS3	97,39 ± 1,013	-2.319 ⁿ	Tidak efektif
9	DBS4	76,98 ± 11,44	-3.296 ⁿ	Tidak efektif
10	DBS5	88,64 ± 20,77	-.843 ⁿ	Tidak efektif
11	DBS6	97,60 ± 7,54	-.265 ⁿ	Tidak efektif
12	DBS7	79,32 ± 3,83	-8.785*	Efektif
13	DBS8	89,48 ± 12,93	-1.241 ⁿ	Tidak efektif
14	SBS1	86,61 ± 28,06	-.749 ⁿ	Tidak efektif
15	SBS2	77,33 ± 7,04	-5.267*	Efektif
16	SBS6	85,57 ± 2,73	-8.371*	Efektif

Identifikasi Isolat Potensial Bakteri Selulolitik Terhadap Petumbuhan *Ganoderma boninense*

Bakteri selulolitik yang dikategorikan efektif terhadap *Ganoderma boninense*, diidentifikasi dengan pengamatan ciri morfologis dilanjutkan karakterisasi berdasarkan pewarnaan gram dan uji sifat biokimia (fisiologi) untuk mengetahui genus dari bakteri tersebut. Berdasarkan kunci determinasi pada *Bergey's Manual Of Determinative Bacteriology Ninth Edition* (Holt *et al.*, 1994) isolat LBS3, DBS7 dan SBS6 merupakan genus *Lactobacillus*. Isolat LBS4 memiliki kesamaan dengan genus *Acinetobacter*. DBS1 memiliki kesamaan karakteristik dengan genus *Flavobacterium*. Isolat SBS2 merupakan genus *Alcaligenes*. Hasil identifikasi yang telah dilakukan, maka diperoleh empat genus bakteri selulolitik yaitu *Lactobacillus*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, dan *Alcaligenes*.

Tabel 5. Hasil Uji Fisiologis Bakteri Selulolitik

No	Kode Isolat	Uji Fisiologis									
		Mot	Kat	Glu	Suk	Lak	SC	MC	Gas	H ₂ S	Urea
1	LBS3	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+
2	LBS4	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+
3	DBS1	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+
4	DBS7	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+
5	SBS2	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+
6	SBS6	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+

Keterangan : **Mot** (Motilitas), **Kat** (Katalase), **Glu** (Glukosa), **Suk** (Sukrosa), **Lak** (Laktosa), **SC** (Simon sitrat), **MC** (*Mac Conkey*), + = hasil uji positif ; - = hasil uji negatif

PEMBAHASAN

Bakteri selulolitik yang ditemukan dari ketiga lokasi termasuk kedalam bakteri aerob. Wafa (2017) menyebutkan bahwa kebanyakan bakteri yang hidup di rizosfer tanaman merupakan bakteri aerob. Kisaran suhu tanah 27-36 °C mendukung untuk pertumbuhan bakteri selulolitik (Indriani, 2008) sehingga tergolong kedalam bakteri mesofil. Kelembaban tanah mempengaruhi aktivitas bakteri selulolitik dalam mendegradasi selulosa yang berkisar antara 45 - 79% (Wahyuni *et al.*, 2015) dengan rentang pH 4–9 (Khairiah *et al.*, 2013). Sehingga dari hasil pengukuran menandakan keberadaan bakteri selulolitik cukup baik.

Sebanyak 19 isolat kandidat selulolitik berhasil diisolasi dari rizosfer kelapa sawit pada media CMCA (Carboxymethylcellulase Agar). Kemampuan bakteri untuk tumbuh pada media CMCA menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu memanfaatkan selulosa sebagai salah satu sumber karbon dan nutrisi bagi pertumbuhannya (Murtiyaningsih dan Hazmi, 2017). Adanya aktivitas selulolitik dapat dideteksi dengan keberadaan zona bening disekitar koloni setelah diwarnai dengan Congo red.

Menurut Choi *et al.*, (2005) isolat yang memiliki aktivitas selulolitik didasarkan dari nilai IAS. IAS dikatakan rendah apabila memiliki nilai ≤ 1 , IAS sedang jika nilainya >1 dan <2 serta tinggi apabila ≥ 2 . Terdapat 3 isolat yang tidak menunjukkan adanya zona bening yaitu LBS5, SBS3 dan SBS4. Selain itu pertumbuhan koloni ketiga isolat pada media CMCA hanya berukuran kecil. Hal ini disebabkan perbedaan kemampuan adaptasi isolat dengan medium atau lingkungan hidupnya antara lain suhu, pH dan sumber nutrisi yang digunakan. Kemampuan tersebut ditentukan oleh gen yang dimilikinya (Soeka dan Triana, 2016).

Aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, pH tempat enzim bekerja, konsentrasi substrat dan waktu inkubasi (Saropah *et al.*, 2012). Dimana isolat DBS1 dan DBS2 memiliki nilai IAS yang tinggi pada inkubasi 24 jam sedangkan DBS4 dengan waktu inkubasi 120 jam serta isolat lainnya pada 48 jam. Waktu inkubasi yang menunjukkan aktivitas tertinggi merupakan kondisi saat enzim bekerja secara maksimal pada jangka waktu inkubasi tersebut (Rahayu *et al.*, 2014).

Sebanyak 16 isolat terpilih yang memiliki potensial selulolitik pada uji IAS diujikan kemampuannya dalam menghambat jamur patogen *Ganoderma boninense* dengan menggunakan metode *dual culture*. Jika dilihat dari persentase penghambatan berdasarkan *growth inhibition category* (GIC) Živković *et al.*, (2010) bakteri selulolitik rizosfer sawit umumnya berada pada skala 0 sampai 2, dimana isolat DBS2 dan SBS5 termasuk skala 0 karena tidak mampu menghambat jamur patogen *G. boninense*.

Isolat DBS1 memiliki daya antagonis tertinggi dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *G. boninense* yaitu sebesar 40,17%, namun memiliki indeks selulolitik yang rendah. Berbeda dengan LBS1 dan DBS6 memiliki indeks selulolitik yang tinggi yaitu 4,38 dan 2,81, namun memiliki persentase penghambatan yang lemah (27,92% dan 1,16%). Khaeruni *et al.*, (2011) bahwa aktivitas enzim selulase yang tinggi tidak menunjukkan adanya korelasi positif dengan kemampuan menghambat patogen tanaman. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Harni dan Amaria (2012) dimana bahwa nilai aktivitas enzim yang tinggi tidak selalu berkorelasi positif dengan kemampuan menghambat pertumbuhan jamur patogen. Hal ini dimungkinkan adanya mekanisme dalam menekan patogen yang terlibat dalam proses antagonis bakteri, salah satunya dengan menghasilkan senyawa yang dapat berfungsi sebagai inhibitor suatu enzim.

Menurut Novitasari (2013), perbedaan aktivitas penghambatan jamur patogen dengan bakteri selulolitik dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya : kespesifikan spesies, perbedaan aktivitas selulase bakteri, komposisi selulosa dari dinding sel jamur, dan keberadaan metabolit anti jamur. Wulandari *et al.* (2012), menyatakan bahwa perbedaan daya antagonis yang dihasilkan diduga karena adanya perbedaan jenis dan jumlah metabolit yang dihasilkan oleh masing-masing isolat bakteri selulolitik yang berfungsi sebagai antifungi terhadap *G. boninense*.

Hasil uji T menunjukkan bahwa isolat bakteri selulolitik yang memiliki t hitung yang signifikan dari t tabel (4,303) yaitu isolat LBS3, LBS4, DBS1, DBS7, SBS2 dan SBS6, sedangkan nilai t hitung untuk isolat lainnya tidak signifikan. Menurut Tirtana *et al.*, (2013), agen hayati yang memiliki nilai Uji T lebih besar dari t tabel, maka berpotensi sebagai antagonis jamur patogen. Keenam isolat dapat dijadikan sebagai antagonis terhadap *G. boninense*. DBS1 memiliki persentase daya hambat yang tertinggi yaitu 40,17 dan berdasarkan Uji T efektif atau berpotensi sebagai antagonis dari *G. boninense*. Hidayah dan Yulianti (2015) menambahkan bahwa bakteri yang memiliki daya antagonis $\geq 35\%$ juga mampu dan berpotensi untuk digunakan sebagai agens pengendalian hayati.

Persentase daya hambat pada SBS6 yaitu 13,35% tergolong lemah namun memiliki nilai t hitung signifikan yaitu -6,342 dengan mekanisme berupa antibiosis yang diduga dapat menekan pertumbuhan *G. boninense*. Hal ini pernah dilaporkan pada penelitian Nasahi *et al.*, (2017), persentase penghambatan 8,13% pada actinobacteria isolat BEK2 secara signifikan ($P < 0,05$) bersifat antagonis terhadap *G. boninense*. Mekanisme antibiosis dengan terbentuknya zona bening diperkirakan karena adanya senyawa metabolit yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *G. boninense*.

Genus *Flavobacterium* merupakan bakteri selulolitik yang mampu memproduksi berbagai enzim ekstraseluler yang berperan dalam degradasi polimer seperti selulosa, kitin dan polisakarida (Bernardet and Bowman, 2006). Salah satu senyawa metabolit sekunder dari *Flavobacterium* berupa senyawa alkaloid yang berkaitan dengan kemampuan dalam menginaktifkan sistem enzim dan merubah permeabilitas dinding sel jamur (Safriani *et al.* 2016). Rizobakteria *Flavobacterium* sp. mampu menghambat patogen terbawa benih yaitu *Phytophthora capsici* dan *Colletotrichum capsici* dengan aktivitas penghambatan sangat tinggi >75%.

Selain *Flavobacterium*, diperoleh bakteri selulolitik lain diantaranya *Lactobacillus*, *Acinetobacter*, dan *Alcaligenes* yang memiliki sifat penghambatan terhadap *G.boninense*. *Lactobacillus* mampu menjadi agen penegndali dengan menghasilkan senyawa metabolit berupa senyawa antijamur (asam benzenasetat dan 2-propenil ester) (Wang *et al.*, 2012). *Acinetobacter* mampu menekan pertumbuhan jamur patogen disebabkan adanya senyawa iturin sebagai antijamur (Liu *et al.*, 2007). Adanya kemampuan menghasilkan zat pemacu tumbuh IAA, *Alcaligenes* berpotensi dijadikan agen biofertilizer (Fauziah *et al.*, 2016).

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa diperoleh sebanyak 19 isolat bakteri selulolitik dari rizosfer kelapa sawit dengan indeks selulolitik (IS) tertinggi yaitu 4,38 pada isolat LBS1. Berdasarkan uji T dari efektivitas bakteri selulolitik terhadap *G.boninense* menunjukkan 6 isolat (LBS3, LBS4, DBS1, DBS7, SBS2 dan SBS6) memiliki nilai efektif atau berpotensi sebagai antagonis dengan persentase daya hambat tertinggi sebesar 40,17% pada DBS1 yang merupakan genus *Flavobacterium*.

REFERENSI

- 19 Ali, R. S., A., Yaacob, N. S., & Seman, I. A. (2011). Oil Palm Cellulose and Lignin Degradation of Different *Ganoderma* sp. Based on ASTM Standard Rotting Experiment. 1–13
- 22 Choi, Y. W., I. J. Hodgkiss., & K. D. Hyde. (2005). Enzyme Production By Endophytes Of *Brucea javanica*. *Journal of Agricultural Technology*, 1, 55-66
- Fauziah, F., M. R. Setiawati., & D. N. Susilowati. (2016). Potensi Mikroba Indigen Tanaman The terhadap Pertumbuhan dan Ketahanan terhadap Penyakit Cacar Daun (*Exobasidium vexans* Masee). *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 19(1), 115-123.
- 9 Fokkema, N. J. (1973). The Role of Saprophytic Fungi in Antagonism Against *Drechslera sorokiniana* (*Helminthosporium sativum*) on Agar Plates and on Rye Leaves with Pollen. *Physiological Plant Pathology*, 3(1), 195-205. [https://doi.org/10.1016/0048-4059\(73\)90082-9](https://doi.org/10.1016/0048-4059(73)90082-9)
- Harni, R., & W. Amaria. (2012). Potensi Bakteri Kitinolitik Untuk Pengendalian Penyakit Busuk Pangkal Batang Lada (*Phytophthora capsici*). *Buletin RISTRI*, 3, 7–12.
- Hidayah, N., & T. Yulianti. (2015). Uji Antagonisme *Bacillus cereus* dan *Rhizoctonia solani* terhadap *Sclerotium rolfsii*. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri*, 7(1), 2406-8853.
- Holt, G. H., R. N. Krieg., H. P. Sneath A., T. J. Staley., & T. S. Williams. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Ninth Edition*. USA
- 15 Indriani, Y. 2008. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Daun Mangrove Api-API (*Avicennia marina* Forssk.Vierh) di Desa Lontar, Kecamatan Kemiri, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten. *Skripsi*. IPB, Bogor.
- 17 Khaeruni, A., V. N. Satrah., & Mariadi. (2011). Isolasi, Karakterisasi dan Uji Antagonis Bakteri Selulolitik Terhadap *Phytophthora capsici* Asal Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) Secara *In-vitro*. *Jurnal Agroteknos*, 1 (3), 156-162.

- Khairiah, E., S. Khotimah., dan A. Mulyadi. 2013. Karakterisasi dan Kepadatan Bakteri Pendegradasi Selulosa pada Tanah Gambut di Desa Parit Banjar Kabupaten Pontianak. *Protobiont*. 2(2): 87-92.
- 6 Liu, C. H., X. Chen., T. T Liu., B. Lian., Y. Gu., V. Caer., Y. R. Xue., & B. T. Wang. (2007). Study of The Antifungal Activity of *Acinetobacter baumannii* LCH001 In Vitro and Identification of its Antifungal Components. *Appl Microbiol Biotechnol*, 76 (2), 459-466.
- 18 Murtiyaningsih, H., & M. Hazmi. (2017). Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah. *Agritrop*, 15(2) , 293-308. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/>
- 11 Nurfitriani, S., & Handayanto, E. (2017). Dekomposisi Kulit Kopi oleh Bakteri Selulolitik yang Diisolasi dari Timbunan Kulit Kopi Di Perkebunan Kalibendo, Jawa Timur. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 4 (2), 503-514.
- 20 Prihatiningsih, N. & Djatmiko, H. A. (2014). Karakter *Bacillus subtilis* B315 Sebagai Antibakteri *Ralstonia solanacearum* dan Antijamur *Colletotrichum* sp. Seminar Nasional Pengendalian Penyakit pada Tanaman Pertanian Ramah Lingkungan. Fakultas Pertanian UGM Yogyakarta.
- Rahayu, A, G., Y. Yahyani., & F. Puspita. (2014). “Uji Aktivitas Selulolitik dari Tiga Isolat Bakteri *Bacillus* sp. Galur Lokal Riau.” *JOM FMIPA Unri*, 1(2), 19–27.
- 3 Raka, I. G. (2006). Eksplorasi dan Cara Aplikasi Agensia Hayati *Trichoderma* sp. Sebagai Pengendali Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Dinas Pertanian Tanaman Pangan UPTD Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Holtikultura. Bali.
- Rupaedah, B., D. V. Amanda., R. Indrayanti., N. Siani., B. Sukmadi., A. Ali., A. Wahid., T. Firmansyah., & M. Sugianto. (2018). Aktivitas *Stenotrophomonas rhizophila* dan *Trichoderma* sp. Dalam Menghambat Pertumbuhan *Ganoderma boninense*. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 5 (1), 53–63.
- 3 Safriani, Syamsuddin., & Marlina. (2016). Daya Hambat Rizobakteri Terhadap Pertumbuhan Koloni Patogen Terbawa Benih Cabai Merah Secara In Vitro dan Pengaruhnya Terhadap Viabilitas Benih. *Jurnal Kawista*, 1(1), 50-58
- Saropah, D. A. (2012). Penentuan Kondisi Optimum Ekstrak Kasar Selulase Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi dari Bekatul. Skripsi. Malang
- Seprianto. (2017). Isolasi dan Penapisan Bakteri Selulolitik dari Berbagai Jenis Tanah sebagai Penghasil Enzim Selulase. *IJOBB*, 1 (2), 64-70
- 1 Soeka, Y. S., & E. Triana. (2016). Pemanfaatan Limbah Kulit Udang Untuk Menghasilkan Enzim Kitinase dari *Streptomyces macrosporeus* InaCC A454. *J.Kim.Terap. Indones*, 18(1), 91-101.
- Wafa, A. (2017). Sebaran Vertikal Mikroba Fungsional pada Perakaran Kelapa Sawit dan Potensinya sebagai Agens Pengendalian Hayati *Ganoderma boninense* Pat. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- 21 Wahyuni, D., Siti, K. dan Riza, L. 2015. Eksplorasi Bakteri Selulolitik pada Tingkat Kematangan Gambut yang Berbeda di Kawasan Hutan Lindung Gunung Ambawang Kabupaten Kubu Raya. *Protobiont*. 4 (1) : 69-76.
- 14 Wang, H. K., Y. H. Yan., J. M. Wang., H. P. Zhang., & W. Qi. (2012). Production and Characterization of Antifungal Compounds Produced by *Lactobacillus plantarum* IMAU10014. *Journals.plos.org*, 7 (1), 1-7.
- 2 Wulandari, H., Zakiatulyaqin., & Supriyanto. (2012). Isolasi Dan Pengujian Bakteri Endofit Dari Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) Sebagai Antagonis Terhadap Patogen Hawar Beludru (*Septobasidium* sp.). *Jurnal Perkebunan dan Lahan Tropika*, 2(2), 23-31.

7

Xue, Q. Y., Y. Chen., S. M. Lie., L. F. Chen., G. C. Ding., D. W. Guo., & J. H. Guo. (2009). Evaluation of The Strains of *Acinetobacter* and *Enterobacter* as Potential Biocontrol Agents Against Ralstonia Wilt of Tomato. *Biological Control*, 46, 252-258.

2

Živković, S., S. Stojanović., Ž. Ivanović., V. Gavrilović., T. Popović., & J. Balaž. (2010). Screening Of Antagonistic Activity Of Microorganisms Against Colletotrichum Acutatum And Colletotrichum Gloeosporioides. *Arch. Biol. Sci., Belgrade*, 62(3), 611-623.

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

19%

INTERNET SOURCES

11%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

media.neliti.com

Internet Source

2%

2

digilib.unila.ac.id

Internet Source

2%

3

scholar.unand.ac.id

Internet Source

1%

4

text-id.123dok.com

Internet Source

1%

5

repository.ipb.ac.id

Internet Source

1%

6

koreascience.or.kr

Internet Source

1%

7

www.jstage.jst.go.jp

Internet Source

1%

8

docplayer.info

Internet Source

1%

9

apsjournals.apsnet.org

Internet Source

1%

10

etheses.uin-malang.ac.id

Internet Source

1 %

11

e-journal.uajy.ac.id

Internet Source

1 %

12

Anis Zubaidah, Dony Prasetyo, Hany Handajani,
Sulis Puji Rohmah, Dyah Ayu Puspita.

"SCREENING BAKTERI SELULOLITIK DAN
AMILOLITIK PADA RUMEN SAPI SEBAGAI
KANDIDAT PROBIOTIK PADA BUDIDAYA
IKAN SECARA IN VITRO", Jurnal Riset
Akuakultur, 2019

Publication

1 %

13

pt.scribd.com

Internet Source

1 %

14

Francesca Valerio, Mariaelena Di Biase,
Leonardo Caputo, Teresa M. Creanza, Nicola
Ancona, Angelo Visconti, Paola Lavermicocca.

"Effect of Lactobacillus brevis-based
bioingredient and bran on microbiological,
physico-chemical and textural quality of yeast-
leavened bread during storage", Innovative
Food Science & Emerging Technologies, 2014

Publication

1 %

15

e-journal.unair.ac.id

Internet Source

1 %

16

ejournal.uin-malang.ac.id

17

faperta.uho.ac.id

Internet Source

1 %

18

journal.unhas.ac.id

Internet Source

1 %

19

psasir.upm.edu.my

Internet Source

1 %

20

Nur Prihatiningsih, Heru Adi Djatmiko. "ENZIM AMILASE SEBAGAI KOMPONEN ANTAGONIS BACILLUS SUBTILIS B315 TERHADAP RALSTONIA SOLANACEARUM KENTANG", JURNAL HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN TROPIKA, 2016

Publication

1 %

21

repository.unair.ac.id

Internet Source

1 %

22

repository.usu.ac.id

Internet Source

1 %

23

garuda.ristekdikti.go.id

Internet Source

1 %

24

jim.unsyiah.ac.id

Internet Source

1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On