

## VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Isolat Rizobakter dari Bibit *Eucalyptus pellita*

Isolat rizobakter berasal dari bibit *Eucalyptus pellita*. Diperoleh 25 isolat dari pembibitan nursery PT. Arara Abadi, Perawang. Bibit yang digunakan sebagai sampel berumur dua bulan yang ditanam menggunakan *pottray* yang berukuran 72 cc. Media dasar yang digunakan yaitu *cocopeat* yang telah di *treatment*.

Jumlah bakteri pada sampel tanah dan akar bibit *Eucalyptus pellita* yang berumur 2 bulan yaitu  $132 \times 10^6$  *Colony Forming Unit* (CFU). Faktor pengenceran yang dipilih adalah  $10^{-4}$  karena dengan faktor pengenceran ini jumlah koloni dalam cawan petri tidak terlalu banyak dan juga tidak terlalu sedikit, rata-rata terdapat 132 koloni perpetri yang diulang secara triplo sehingga mudah untuk mendapatkan isolat murni.

Dari 25 isolat rizobakter memiliki karakteristik yang bervariasi dan berbeda berdasarkan penampakan bentuk, tepi, elevasi, permukaan dan warna yang diamati pada media NA padat. Bentuk isolat rizobakter didominasi dengan bentuk bulat, tepi halus, elevasi konfek, permukaan mengkilat dan warna putih (Tabel 4.1.). Sebanyak 25 isolat tersebut kemudian disimpan pada agar miring (*stock culture*) untuk digunakan dalam pengujian selanjutnya.

Tabel 4.1. Karakteristik Morfologi Isolat Rizobakter pada Media NA

No	Isolat	Bentuk atas	Bentuk tepi	Elevasi	Permukaan	Warna
1	EP1	Menyebar tidak teratur	Bergelombang	Konfek	Tidak mengkilat	Putih kekuningan
2	EP2	Bulat	Bergelombang	Konfek	Mengkilat	Putih kekuningan
3	EP4	konsentrik	Bergelombang	Konfek	Mengkilat	Putih kekuningan
4	EP5	Bulat	Halus	Gunung	Mengkilat	Jingga
5	EP6	Menyebar tidak teratur	Bergelombang	Konfek	Tidak mengkilat	Agak bening
6	EP7	Bulat	Halus	Umbonat	Tidak mengkilat	Putih

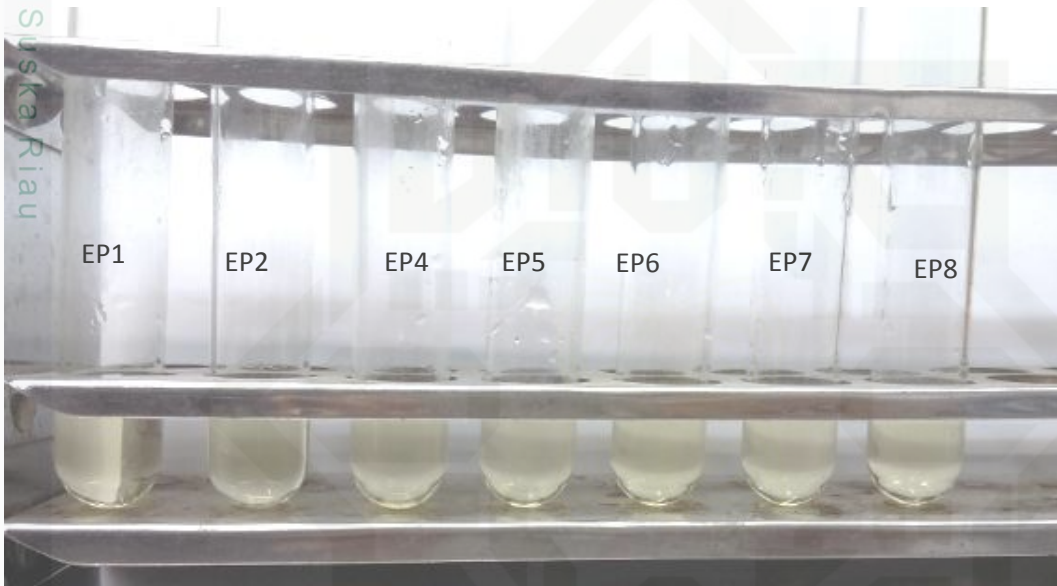
7	EP8	Bulat	Halus	Timbul	Tidak mengkilat	Abu-abu
8	EP10	Bulat	Halus	Timbul	Tidak mengkilat	Putih kekuningan
9	EP11	Menyebar tidak teratur	Lobat	Berbukit	Tidak mengkilat	Putih kekuningan
10	EP12	Bulat	Halus	Konfek	Mengkilat	Putih
11	EP13	Bulat	Halus	Konfek	Mengkilat	Jingga kemerahan
12	EP15	Bulat	Halus	Gunung	Mengkilap	Putih kekuningan
13	EP16	filamen	Bergelombang	Berbukit	Mengkilap	Putih kekuningan
14	EP17	Bulat	Bergelombang	Konfek	Mengkilap	Putih kekuningan
15	EP18	Bulat	Halus	Konfek	Mengkilap	Putih kekuningan
16	EP19	konsentrik	Halus	Gunung	Mengkilap	Putih
17	EP20	filiform	Silat	Timbul	Tidak mengkilap	Putih
18	EP21	Bulat	Halus	Timbul	Mengkilap	Jingga
19	EP22	Bulat	Halus	Konfek	Tidak mengkilap	Kuning
20	EP24	Bulat	Halus	Konfek	Mengkilap	Jingga kekuningan
21	EP25	filiform	Halus	Konfek	Mengkilap	Putih
22	EP26	Menyebar tidak teratur	Bergelombang	Timbul	Mengkilap	Agak bening
23	EP27	filiform	Halus	Konfek	Mengkilap	Putih kekuningan
24	EP28	Bulat	Halus	Gunung	Mengkilap	Jingga
25	EP29	konsentrik	Halus	Konfek	Mengkilap	Cream

#### 4.2. Kemampuan rizobakter dalam menghasilkan hormon IAA

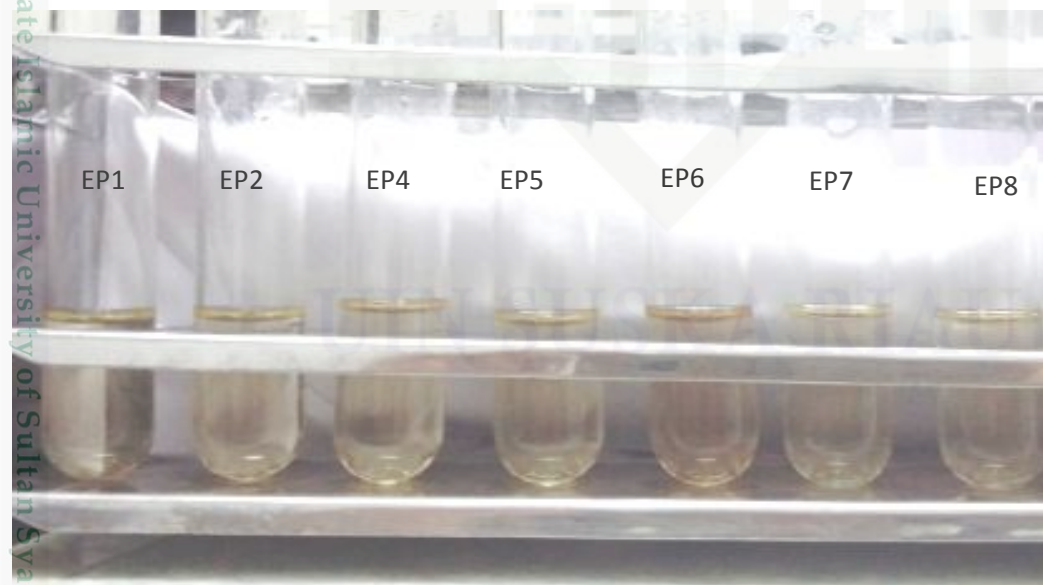
Uji kualitatif dilakukan dengan pemberian reagen Salkowski dengan ditandai terbentuknya warna merah muda pada suspensi setelah diteteskan reagen Salkowski, pada Gambar 4.1. terjadi perubahan suspensi menghasilkan warna

merah muda setelah ditetaskan reagen Salkowski dan didiamkan selama satu jam didalam ruang gelap.

Bakteri yang mampu menghasilkan IAA secara kualitatif akan berwarna merah muda karena adanya interaksi antara IAA dengan Fe membentuk senyawa kompleks  $[Fe_2(OH)_2(IA)_4]$ . Interaksi tersebut terjadi pada suasana asam, reaksi yang terbentuk ada dua macam yaitu reaksi kompleks dan reaksi redoks. Warna merah muda yang semakin pekat menunjukkan kandungan IAA yang dihasilkan oleh bakteri semakin tinggi (Kovacs, 2009)



(a)



(b)

Gambar 4.1. Uji IAA; (a) sebelum Diberi Reagen Salkowski, (b) setelah Diberi Reagen Salkowski

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.1. merupakan uji IAA secara kualitatif dengan cara mengambil supernatan dari suspensi isolat rizobakter menggunakan sentrifuge kemudian supernatan diberi reagen Salkowski, gambar (a) merupakan supernatan yang belum diberi reagen Salkowski dan belum menghasilkan warna merah muda, gambar (b) menunjukkan supernatan yang sudah diberi reagen Salkowski dan menghasilkan warna merah muda yang bervariasi setelah diteteskan reagen Salkowski. Supernatan dari isolat yang mampu menghasilkan warna merah muda menunjukkan bahwa isolat tersebut mampu menghasilkan hormon IAA, semakin pekat warna merah muda pada supernatan maka semakin tinggi IAA yang mampu dihasilkan oleh isolat tersebut.

Uji kuantitatif dilakukan dengan mengukur absorbansi suspensi menggunakan spektrofotometer untuk mengetahui konsentrasi (ppm) suspensi ditetapkan dengan memasukan nilai hasil absorpsi kedalam persamaan  $Y = 0,012X - 0,003$ , persamaan ini berasal dari kurva standar IAA (Lampiran 3). Dari 25 isolat rizobakter terdapat 24 isolat yang mampu menghasilkan hormon IAA. Isolat rizobakter mampu menghasilkan hormon IAA mencapai 0,08-4,33 ppm, hormon IAA tertinggi dihasilkan pada isolat EP6 sebesar 4,33 ppm (Tabel 4.2.). terdapat 24 isolat rizobakter yang dapat dimanfaatkan sebagai pemacu pertumbuhan *Eucalyptus pellita* karena mampu menghasilkan hormon IAA. Isolat EP6 merupakan isolat terbaik karena memiliki kadar hormon IAA tertinggi sebesar 4,33 ppm dan memiliki konsentrasi lebih tinggi dibandingkan penelitian Anggara dkk. (2014) pada bakteri endofit dari akar tanaman ubi jalar varietas Papua Patippi dengan kadar hormon IAA tertinggi 0,5525 ppm tanpa pemberian triptofan.

Produksi hormon IAA oleh bakteri dapat terjadi karena adanya prekursor berupa triptofan. Asam amino triptofan dapat ditemukan pada media yaitu pada pepton. Pepton berfungsi sebagai mikronutrien pada suatu media (Anggara dkk., 2014). Triptofan dari pepton pada media akan diubah menjadi hormon IAA oleh bakteri. Perubahan tersebut dapat dilakukan menggunakan dua jalur yaitu jalur *Indole-3-acetamide* (IAM) dan *Indole-3-piruvat* (IpyA). Jalur IAM hanya bisa dilakukan oleh bakteri, sedangkan jalur IpyA dapat dilakukan oleh tanaman dan bakteri (Spaepen *et. al.*, 2007).

#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penambahan konsentrasi triptofan yang bervariasi dapat menghasilkan konsentrasi IAA yang berbeda dan semakin tinggi konsentrasi triptofan maka konsentrasi IAA yang dihasilkan juga akan semakin tinggi (Patten dan Glick, 2001). Konsentrasi IAA pada kultur bakteri yang ditumbuhkan pada media dengan penambahan triptofan umumnya lebih tinggi dari pada konsentrasi IAA pada kultur yang ditumbuhkan pada media tanpa triptofan (Widiati, 2007). Penelitian Sukmadewi dkk. (2015) media kultur yang diberi triptofan mampu menghasilkan konsentrasi hormon IAA (32,84 ppm), sedangkan penelitian Widiati (2007) media kultur yang diberi triptofan mampu menghasilkan konsentrasi hormon IAA (67,2 ppm).

Tabel 4.2. Hasil Uji Rizobakter dalam Menghasilkan IAA

No	Isolat	Absorbansi	ppm
1	EP1	0,015	1,25
2	EP2	0,009	0,75
3	EP4	0,005	0,42
4	EP5	0,012	1,00
5	<b>EP6</b>	<b>0,052</b>	<b>4,33</b>
6	EP7	0,003	0,25
7	EP8	0,019	1,58
8	EP10	0,018	1,50
9	EP11	0,007	0,58
10	EP12	0,011	0,92
11	EP13	0,010	0,83
12	EP15	0,015	1,25
13	EP16	0,039	3,25
14	EP17	0,019	1,58
15	EP18	0,016	1,33
16	EP19	0,005	0,42
17	EP20	0,012	1,00
18	EP21	0,002	0,17
19	EP22	0,027	2,25
20	EP24	0,006	0,50
21	EP25	0,000	0,00
22	EP26	0,027	2,25
23	EP27	0,009	0,75
24	EP28	0,013	1,08
25	EP29	0,001	0,08

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 4.3. Kemampuan Rizobakter dalam Melarutkan Fosfat

Isolat rizobakter memiliki perbedaan kemampuan dalam melarutkan fosfat. Hal ini dapat dilihat dari luas dan kejernihan zona bening yang terbentuk di sekitar koloni. Semakin luas dan jernih zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri menandakan bakteri tersebut memiliki kemampuan yang tinggi dalam melarutkan fosfat yang terikat dalam medium Pikovskaya. Perbedaan kemampuan ini bisa terjadi dikarenakan perbedaan asam organik yang diproduksi oleh setiap isolat rizobakter (Astuti, 2008).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 25 isolat rizobakter terdapat 18 isolat rizobakter mampu membentuk zona bening yang bervariasi pada media Pikovskaya yang ditambah *tri-calcium phosphate* sebagai sumber fosfat, indeks pelarutan fosfat mencapai 333-8. terbentuknya zona bening ini menunjukkan bahwa 18 isolat tersebut mampu melarutkan fosfat sehingga menjadi bentuk fosfat yang terlarut yang tersedia bagi tanaman. Isolat rizobakter EP2 menghasilkan indeks pelarutan fosfat tertinggi yaitu 333 yang dapat dimanfaatkan sebagai pelarut fosfat didalam tanah. Indeks pelarutan fosfat EP2 lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Widayanti (2007) dengan indeks kelarutan fosfat tertinggi 55,6 dan penelitian Widawati dan Muharam (2012) dengan indeks kelarutan fosfat tertinggi 160.

Bakteri pelarut fosfat merupakan bakteri yang mempunyai kemampuan dalam melarutkan P di dalam tanah. Bakteri ini mampu memproduksi dan melepaskan asam organik yang dapat membentuk kompleks stabil dengan kation-kation pengikat P di dalam tanah sehingga mengubah fosfat menjadi bentuk yang mudah terlarut (Gheeta *et al.*, 2014).

Bakteri pelarut fosfat menghasilkan asam-asam organik yaitu asam sitrat, format, suksinat, asetat, propionate, butirat, dan oksalat. bakteri pelarut fosfat juga menghasilkan enzim alkaline phosphatase pada media Pikovskaya (Setiawati dan Miharja, 2008). Enzim fosfatase merupakan kompleks enzim penting didalam tanah yang berfungsi memutuskan ikatan fosfat yang terikat oleh senyawa-senyawa organik menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman (Widawati dan Muharam, 2012).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4.3. Hasil Uji Rizobakter dalam Melarutkan Fosfat

No.	Isolat	Indeks pelarutan fosfat
1	EP1	16
2	<b>EP2</b>	<b>333</b>
3	EP4	24
4	EP5	12
5	EP6	24
6	EP7	18
7	EP8	0
8	EP10	136
9	EP11	58
10	EP12	32
11	EP13	49
12	EP15	0
13	EP16	8
14	EP17	144
15	EP18	179
16	EP19	34
17	EP20	0
18	EP21	35
19	EP22	0
20	EP24	0
21	EP25	70
22	EP26	0
23	EP27	30
24	EP28	0
25	EP29	41

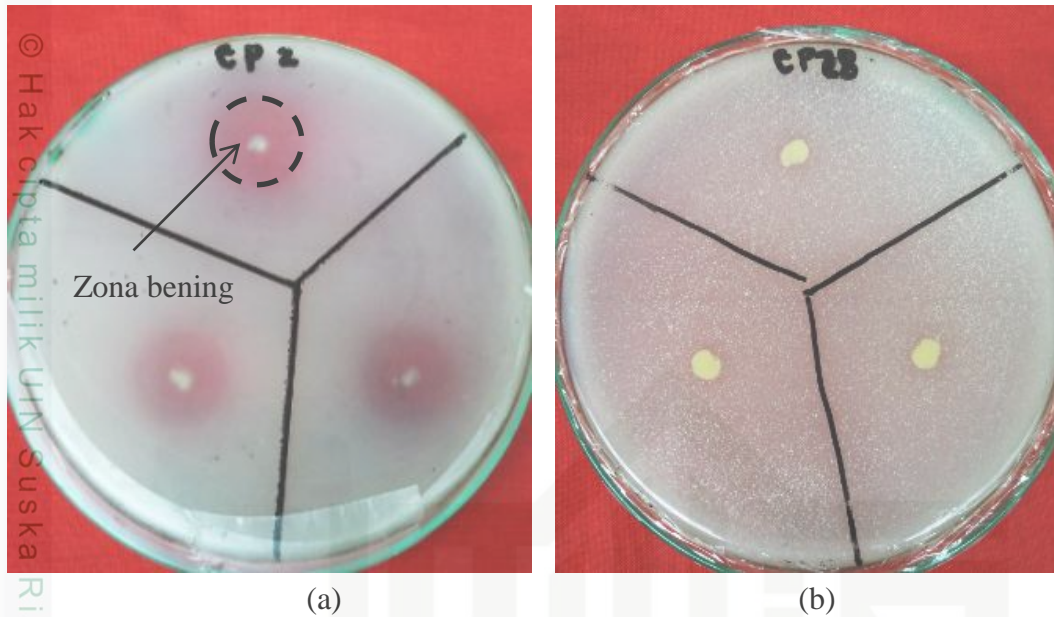
Asam organik menghidrolisis fosfat terikat menjadi fitat, selanjutnya enzim fitase (fosfomosterase) akan menghidrolisis fitat menjadi myo-inositol dan fosfat. Fitase bakteri yang ada di daerah rhizosfer berperan dalam menurunkan bentuk fitat yang terikat. Fosfat terserap oleh akar tanaman oleh kerja 3- dan 6-(4)-fitase. Berdasarkan hal tersebut maka rizobakteria pelarut fosfat memiliki peran yang sangat penting dalam membantu tanaman menyediakan dan menyerap fosfat (Idriss *et al.*, 2002).

Bakteri pelarut fosfat juga mempunyai kemampuan untuk memproduksi metabolit sekunder berupa antibiotik dalam spektrum yang luas yang dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme lain. bakteri pelarut fosfat yang diuji menghasilkan beberapa jenis antibiotika yang berperan aktif dalam penghambatan patogen (Setiawati dan Miharja, 2008).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





Gambar 4.2. Hasil Uji Pelarut Fosfat; (a) Terbentuk Zona Bening, (b) Tidak Terbentuk Zona Bening

Gambar 4.2. merupakan hasil uji pelarut fosfat, gambar (a) menunjukkan bahwa rizobakter mampu membentuk zona bening pada media Pikovskaya sedangkan pada gambar (b) bakteri rizobakter tidak mampu membentuk zona bening. Isolat rizobakter yang mampu membentuk zona bening dikarenakan tidak dapat memproduksi asam organik yang efektif dalam memecah ikatan fosfat-kalsium dalam media Pikovskaya, sedangkan isolat yang tidak membentuk zona bening atau tidak mempunyai kemampuan melarutkan fosfat dikarenakan memproduksi asam organik yang berbeda yang tidak efektif untuk memecah ikatan fosfat-kalsium (Astuti, 2008).

#### 4.4. Kemampuan Rizobakter sebagai Agen Biokontrol

##### 4.4.1. Kemampuan Rizobakter terhadap *Cylindrocladium* sp.

Dari 25 isolat rizobakter terdapat 16 isolat yang mampu menghasilkan daya hambat terhadap *Cylindrocladium* sp. Daya hambat isolat rizobakter dalam menghambat *Cylindrocladium* sp. mencapai 52,68%-3,03%, daya hambat tertinggi pada isolat EP11 yaitu mencapai 52,68% (Tabel 4.4.). Isolat EP11 merupakan isolat rizobakter terbaik untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh *Cylindrocladium* sp. karena memiliki nilai daya hambat tertinggi.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Menurut Anderson *et al.* (2004) menyatakan salah satu mekanisme kerja rizobakteri dalam menghambat pertumbuhan jamur adalah melalui produksi enzim. Fernando *et al.* (2006) mengatakan bahwa kemampuan *Pseudomonas sp.* sebagai antagonis jamur karena menghasilkan berbagai senyawa antibiotik seperti senyawa fenazin, pirolnitritin, pioluteorin, diasetil floroglusinol, dan rhamnolipid.

Tabel 4.4. Hasil Uji Daya Hambat Rizobakter terhadap *Cylindrocladium Sp.*

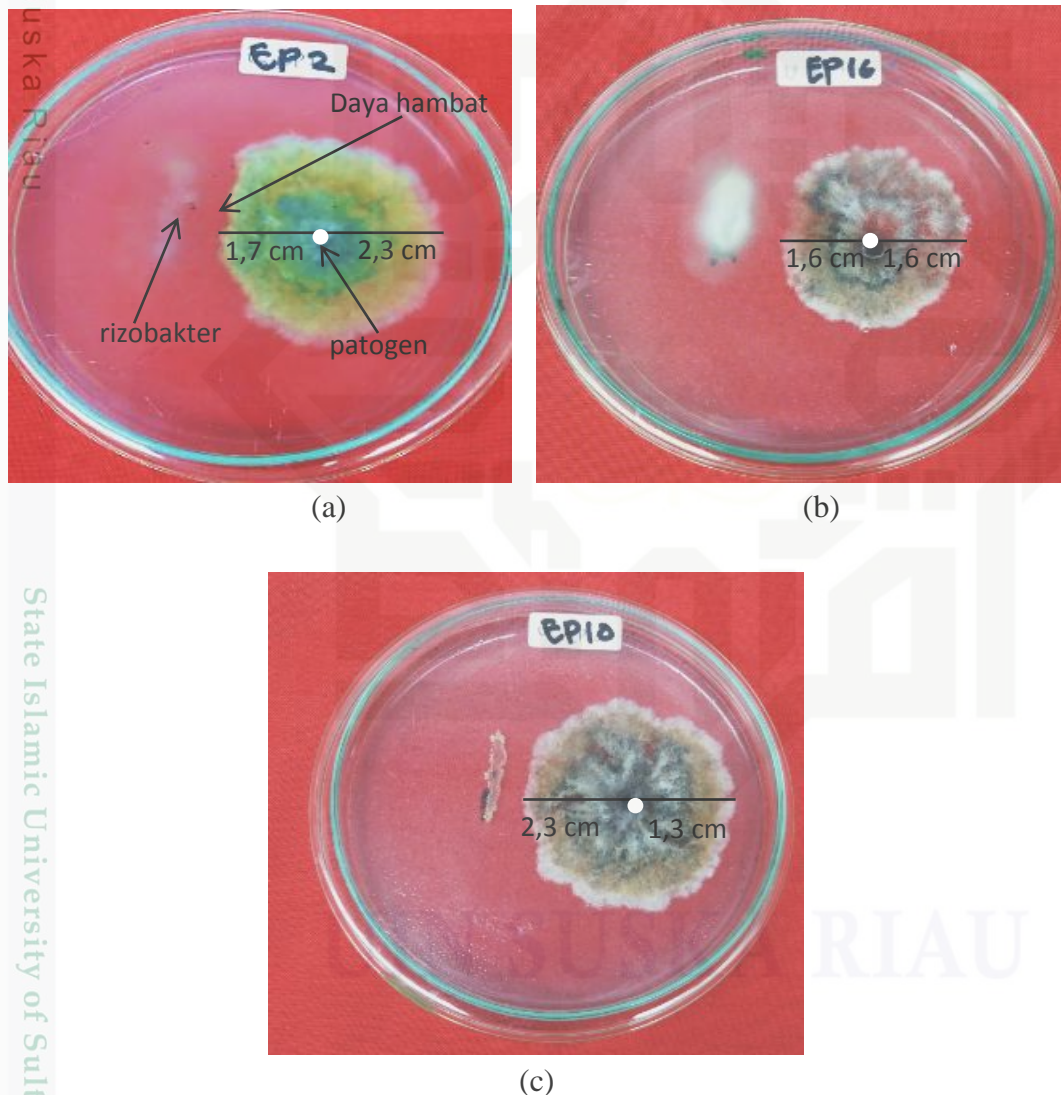
No.	Isolat	Daya hambat (%)
1	EP1	5,56
2	EP2	24,73
3	EP4	20,29
4	EP5	0,00
5	EP6	12,02
6	EP7	28,89
7	EP8	-7,69
8	EP10	-12,91
9	<b>EP11</b>	<b>52,68</b>
10	EP12	-4,36
11	EP13	0,00
12	EP15	11,23
13	EP16	0,00
14	EP17	-0,56
15	EP18	15,17
16	EP19	3,03
17	EP20	0,00
18	EP21	16,75
19	EP22	-1,32
20	EP24	8,70
21	EP25	36,67
22	EP26	41,92
23	EP27	41,92
24	EP28	6,52
25	EP29	25,26

Bedasarkan pengamatan Abidin dkk. (2015) secara mikroskopis dengan pewarnaan, struktur sel pada hifa jamur patogen mengalami pertumbuhan yang tidak normal diakibatkan antifungal yang dihasilkan bakteri antagonis. Hifa jamur tersebut mengalami malformasi. Hal tersebut ditandai dengan bagian tidak berwarna pada hifa (lisis). Kemudian hifa tersebut berukuran lebih besar dibandingkan dengan hifa normal jamur tersebut. Kemudian hifa tersebut mengecil pada bagian ujung.

Eliza *et al.* (2007) menyatakan bahwa senyawa antifungal yang dihasilkan oleh bakteri secara umum mengakibatkan terjadinya pertumbuhan yang abnormal pada hifa (*malformasi*), yang ditunjukkan dengan pembengkakan dan pemendekan hifa yang mengakibatkan hifa tidak dapat berkembang dengan sempurna. Disamping itu juga ditemukan hifa patogen yang mengalami lisis, hal ini disebabkan karena bakteri menghasilkan enzim kitinase yang dapat melisis dinding sel patogen, dinding sel beberapa cendawan patogen dilaporkan disusun oleh senyawa kitin.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4.3. Uji Daya Hambat Rizobakter dengan *Cylirocladium* sp.; (a) Terdapat Daya Hambat, (b) Tidak Terdapat Daya Hambat, (c) Pertumbuhan Hifa Lebih Panjang Kearah Rizobakter

Gambar 4.3. merupakan hasil uji daya hambat rizobakter dengan *Cylindrocladium* sp., gambar (a) menunjukkan bahwa hifa terhambat untuk tumbuh kearah rizobakter yang merupakan agen atagonis sehingga ukuran jari-jari pertumbuhan cendawan patogen atau *cylindrocladium* sp. berbeda jari-jari pertumbuhan cendawan patogen ke arah rizobakter lebih pendek dibandingkan pertumbuhan jari-jari cendawan patogen ke arah tanpa ada rizobakter dan terjadinya daya hambat juga ditandai dengan bentuk pertumbuhan cendawan tidak bulat utuh tetapi datar pada daerah dekat rizobakter. Gambar (b) menunjukkan bahwa rizobakter tidak mampu menghambat pertumbuhan cendawan patogen ditandai dengan hifa pada cendawan patogen tumbuh sempurna dan jari-jari cendawan patogen berukuran sama dari segala arah.

Terdapat beberapa isolat yang tidak menghasilkan daya hambat dan nilai daya hambatnya minus persen seperti pada isolat EP8, EP10, EP12, EP17, EP22 dengan nilai daya hambat -0,56% s/d -12,91% (Tabel 4.4.), hal ini terjadi karena pertumbuhan jari-jari hifa cendawan pada arah rizobakter lebih panjang dibandingkan dengan arah pertumbuhan hifa kearah lainnya (Gambar 4.3. (c)), hal ini diduga rizobakter tidak menghasilkan antifungal melainkan rizobakter memberikan kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan cendawan dari segi nutrisi, kelembaban dan pH.

#### 4.4.2. Kemampuan Rizobakter terhadap *Ralstonia solanacearum*

Uji antagonisme isolat rizobakter bertujuan menentukan kemampuan penghambatan dari masing-masing isolat rizobakter terhadap pertumbuhan bakteri patogen *Ralstonia solanacearum*. Kemampuan penghambatan isolat rizobakter terhadap *Ralstonia Solanacearum* didasarkan pada diameter zona bening yang terbentuk di sekitar koloni isolat rizobakter. Semakin besar diameter zona bening yang terbentuk menunjukkan bahwa semakin besar pula kemampuan isolat rizobakter menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Ralstonia solanacearum*.

Dari 25 isolat rizobakter terdapat 9 isolat yang mampu menghasilkan daya hambat terhadap *Ralstonia solanacearum*. Daya hambat isolat rizobakter dalam menghambat *Ralstonia solanacearum* mencapai 2,33-0,47 cm (Tabel 4.5.). Isolat rizobakter yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Ralstonia solanacearum* dapat dijadikan agens antagonis untuk pengendalian penyakit layu

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

bakteri yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum* yang ditandai dengan gejala daun layu dimulai dari daun pucuk diikuti daun bagian bawah dalam waktu cepat. Daya hambat tertinggi pada isolat EP20 yaitu mencapai 2,33 cm nilai daya hambat penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Aeny dkk. (2007) yang melakukan uji antagonis terhadap *Ralstonia solanacearum* dengan bakteri antagonis berasal dari rizosfer tanaman pisang dan gulma putri malu dengan nilai daya hambat terbesar 1,42 cm. Isolat EP20 merupakan isolat terbaik yang dapat digunakan untuk agen antagonis pengendalian penyakit yang disebabkan oleh *Ralstonia solanacearum*.

Tabel 4.5. Hasil Uji Daya Hambat Rizobakter Terhadap *Ralstonia solanacearum*

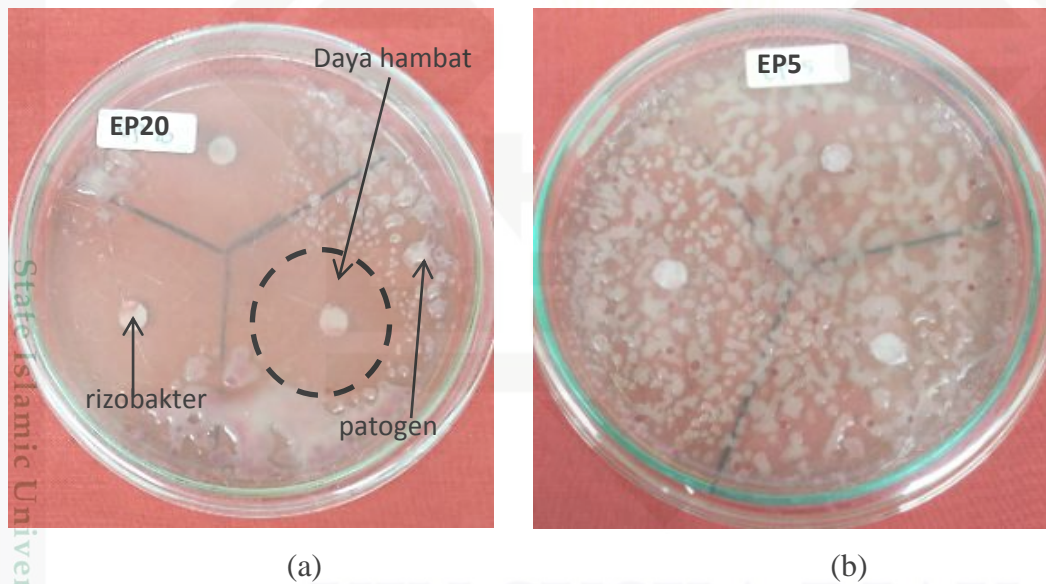
No.	Isolat	Daya hambat (cm)
1	EP1	0,00
2	EP2	0,97
3	EP4	0,47
4	EP5	0,00
5	EP6	0,00
6	EP7	0,00
7	EP8	0,00
8	EP10	2,07
9	EP11	0,00
10	EP12	0,67
11	EP13	2,20
12	EP15	0,00
13	EP16	0,00
14	EP17	0,00
15	EP18	0,00
16	EP19	0,00
<b>17</b>	<b>EP20</b>	<b>2,33</b>
18	EP21	0,00
19	EP22	1,13
20	EP24	0,00
21	EP25	1,03
22	EP26	0,00
23	EP27	0,00
24	EP28	1,23
25	EP29	0,00

Adanya reaksi antagonis ditandai dengan terbentuknya zona bening disekitar koloni agen biokontrol. Mekanisme antagonis diartikan sebagai penghambatan pertumbuhan suatu mikroorganisme oleh mikroorganisme lain sebagai reaksi atas terjadinya difusi oleh antibiotika yang dihasilkan. Bakteri antagonis umumnya menghasilkan antibiotik dalam rangka mendapatkan ruang atau nutrisi untuk

memenuhi kebutuhan makannya di alam yang sangat terbatas karena adanya persaingan dengan mikroorganisme lain (Aditya, 2006). Hersanti, dkk. (2009) juga menyatakan kemampuan rizobakter dalam menekan *Ralstonia solanacearum* disebabkan oleh kompetisi ruang dan antibiotis.

Bakteri rizobakter diketahui dapat digunakan untuk mengendalikan patogen melalui mekanisme kompetisi nutrisi dengan patogen. Pada kondisi lingkungan yang kekurangan Fe, sejumlah mikroorganisme memproduksi siderofor dan menghubungkan dengan respon membran untuk medapatkan Fe. *P. flourescens* dilaporkan sebagai bakteri yang mampu menghelat Fe (Dwivedi dan Johri, 2003).

Gambar 4.4. merupakan hasil uji rizobakter dengan *Ralstonia solanacearum*, gambar (a) menunjukan rizobakter mampu menghasilkan daya hambat pada media TZC yang telah disebar suspensi *Ralstonia solanacearum*, pada gambar (b) menunjukan rizobakter tidak mampu menghasilkan daya hambat pada media TZC yang telah disebar suspensi *Ralstonia solanacearum*.



Gambar 4.4. Uji Daya Hambat Rizobazkter dengan *Ralstonia solanacearum*; (a) Terdapat Daya Hambat, (b) Tidak Terdapat Daya Hambat

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

#### 4.5. Kemampuan Rizobakter dalam Menghasilkan Siderofor

Isolat rizobakter mampu menghasilkan siderofor ditandai dengan terbentuknya warna jingga pada media CAS. Terdapat 19 isolat rizobakter yang mampu menghasilkan siderofor (Tabel 4.6.). Siderofor merupakan molekul yang memiliki bobot molekul relatif rendah, sebagai agens spesifik pengelat ion Fe yang diuraikan oleh bakteri, cendawan, dan tumbuhan kelompok rumput-rumputan yang tumbuh pada keadaan cekaman lingkungan akibat Fe rendah. Siderofor memiliki afinitas tinggi untuk  $Fe^{3+}$  dan dapat memfasilitasi transportasi besi seluler (Yasmin, 2009).

Tabel 4.6. Hasil Uji Rizobakter dalam Menghasilan Siderofor

No.	Isolat	Produksi siderifor
1	EP1	+
2	EP2	+
3	EP4	+
4	EP5	-
5	EP6	+
6	EP7	-
7	EP8	-
8	EP10	+
9	EP11	+
10	EP12	+
11	EP13	-
12	EP15	+
13	EP16	+
14	EP17	+
15	EP18	+
16	EP19	+
17	EP20	+
18	EP21	-
19	EP22	+
20	EP24	+
21	EP25	+
22	EP26	+
23	EP27	-
24	EP28	-
25	EP29	+

Siderofor yang dihasilkan oleh bakteri endofit dapat berperan pada saat bakteri ini mengkolonisasi permukaan akar tanaman. Siderofor yang dihasilkan bakteri endofit dapat mempengaruhi ketersediaan  $Fe^{3+}$  di sekitar permukaan akar tanaman. Ketersediaan  $Fe^{3+}$  yang terbatas tersebut dapat diikat oleh siderofor yang dihasilkan oleh bakteri endofit sehingga mikroorganisme lain (bakteri

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

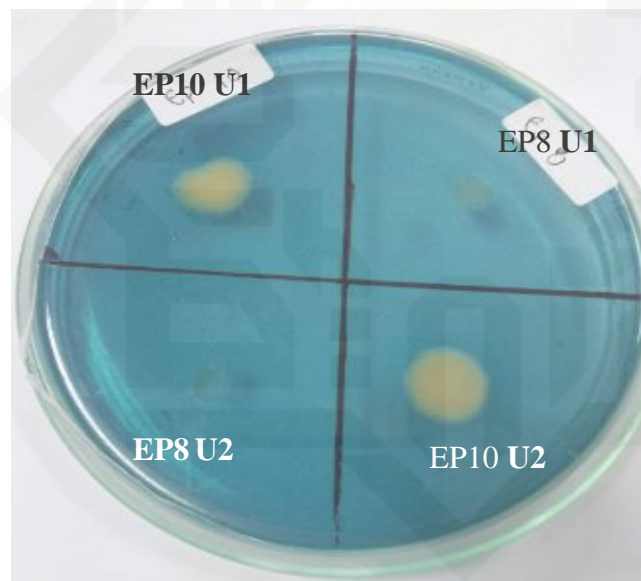
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



patogen) yang tidak menghasilkan siderofor tidak mendapatkan  $Fe^{3+}$  untuk pertumbuhannya. (Marwan, 2012).

Isolat bakteri penghasil siderofor mampu bersifat antagonis terhadap *Ralstonia solanacearum*, hal ini karena isolat-isolat bakteri penghasil siderofor dapat berkompetisi dalam perebutan unsur Fe dan menghambat pertumbuhan patogen dengan mengeluarkan senyawa antibiotik (Parida, 2012). Produksi siderofor oleh bakteri endofit diduga dapat berperan sebagai elicitor dalam mekanisme induksi ketahanan tanaman terhadap patogen, seperti peranan siderofor yang dihasilkan oleh rizobakteria (Marwan, 2012).

Gambar 4.5. menunjukkan bahwa isolat rizobakter EP10 mampu menghasilkan siderofor karena dalam uji media CAS isolat EP10 membentuk warna jingga. Isolat EP8 tidak mampu memproduksi siderofor karena tidak membentuk warna jingga pada media CAS.



Gambar 4.5. Uji Produksi Siderofor Isolat

#### 4.6. Rizobakter yang Memiliki Semua Aktivitas yang Diuji

Dari 25 isolat rizobakter terdapat dua isolat (EP2 dan EP4) yang dapat menghasilkan keempat aktivitas biologi yaitu hormon IAA, pelarut fosfat, agen biokontrol terhadap patogen (bakteri dan cendawan) dan produksi siderofor (Tabel 4.7.). Isolat EP2 dan EP4 memiliki semua karakteristik yang diuji pada penelitian ini dan salah satu dari isolat ini dapat dimanfaatkan sebagai pemacu pertumbuhan tanaman, bioprotektan, biofertilizer dan sebagai pengikat unsur Fe

di dalam tanah. Isolat EP2 dan EP4 dapat digolongkan sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*).

Tabel 4.7. Hasil Uji Aktivitas Biologi Rizobakter

No	Isolat	Aktivitas Biologi				
		IAA	Pelarut Fosfat	Agen Biokontrol		Siderofor
				Bakteri	Cendawan	
1	EP1	+	+	+	-	+
2	EP2	+	+	+	+	+
3	EP4	+	+	+	+	+
4	EP5	+	+	-	-	-
5	EP6	+	+	+	-	+
6	EP7	+	+	+	-	-
7	EP8	+	-	-	-	-
8	EP10	+	+	-	+	+
9	EP11	+	+	+	-	+
10	EP12	+	+	-	+	+
11	EP13	+	+	-	+	-
12	EP15	+	-	+	-	+
13	EP16	+	+	-	-	+
14	EP17	+	+	-	-	+
15	EP18	+	+	+	-	+
16	EP19	+	+	+	-	+
17	EP20	+	-	-	+	+
18	EP21	+	+	+	-	-
19	EP22	+	-	-	+	+
20	EP24	+	-	+	-	+
21	EP25	-	+	+	+	+
22	EP26	+	-	+	-	+
23	EP27	+	+	+	-	-
24	EP28	+	-	+	+	-
25	EP29	+	+	+	-	+

PGPR dapat berperan sebagai bioprotectan dan biostimulan. Bioprotectan berarti bahwa PGPR dapat berfungsi untuk menekan dan menghambat perkembangan hama dan penyakit (Khalimi dan Wirya, 2009). Biostimulan berarti bahwa PGPR berfungsi meningkatkan pertumbuhan tanaman karena PGPR memproduksi fitohormon yang terdiri atas IAA, Sitokinin dan Giberelin. PGPR berpotensi untuk meningkatkan produksi (Putri dkk, 2013). Mekanisme kerja PGPR di alam umumnya selalu berkaitan dengan mekanisme lain dari agensi pengendali hayati, seperti antibiotika, siderofor, dan persaingan (Soesanto, 2008).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.