

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Produksi GA<sub>3</sub> pada medium Czapek Dox Broth (CDB) dan Potato Dextrosa Broth (PDB)

GA<sub>3</sub> dapat diproduksi secara *submerged fermentation* menggunakan media yang berbeda tetapi medium sintetik yang paling banyak dideteksi memproduksi GA<sub>3</sub> adalah medium Czapek Dox (CDB). Limabelas isolat indigenus mampu memproduksi GA<sub>3</sub> pada medium CDB sedangkan jika menggunakan medium *Potato Dextrose Broth* (PDB) hanya dihasilkan oleh 7 isolat seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Produksi GA<sub>3</sub> oleh isolat lokal Riau pada medium *Czapek Dox Broth* (CDB) dan *Potato Dextrose Broth* (PDB) setelah 7 hari inkubasi

Isolat	Konsentrasi GA <sub>3</sub> (g/L)	
	Medium CDB	Medium PDB
<i>Aspergillus sp II</i>	6,918 <sup>k</sup> ± 0,058	-
<i>Penicillium PNE6</i>	5,567 <sup>j</sup> ± 0,446	0,694a ± 0,070
<i>Aspergillus sp II TT</i>	4,203 <sup>i</sup> ± 0,135	-
<i>Penicillium PNE4</i>	2,221 <sup>h</sup> ± 0,111	4,4e ± 0,128
<i>Aspergillus fumigatus TT</i>	2,021 <sup>gh</sup> ± 0,052	2,518c ± 0,016
<i>Aspergillus sp II KP</i>	1,851 <sup>fg</sup> ± 0,150	2,103b ± 0,279
<i>Aspergillus fumigatus KP</i>	1,638 <sup>ef</sup> ± 0,021	-
<i>Aspergillus fumigatus KK</i>	1,543 <sup>c</sup> ± 0,206	-
<i>Penicillium PNE17</i>	1,230 <sup>d</sup> ± 0,124	-
<i>Penicillium PNE11</i>	1,017 <sup>d</sup> ± 0,283	2,888d ± 0,047
<i>Penicillium PNE</i>	0,997 <sup>d</sup> ± 0,128	-
<i>Penicillium PNE7</i>	0,670 <sup>c</sup> ± 0,084	-
<i>Acremonium PNE10</i>	0,483 <sup>bc</sup> ± 0,163	-
LL-B07	0,312 <sup>ab</sup> ± 0,098	1,874b ± 0,085
<i>Trichoderma PNE4</i>	0,150 <sup>a</sup> ± 0,043	0,865a ± 0,127

Keterangan: 1. Produksi GA<sub>3</sub> pada kedua medium, masing-masing dianalisis secara terpisah  
2. Analisis dilakukan hanya pada isolat yang menghasilkan GA<sub>3</sub>

Semua isolat mampu memproduksi GA<sub>3</sub> pada CDB diduga karena medium *Czapek Dox Broth* menyediakan sumber C berupa sukrosa serta nutrisi dan garam mineral yang lebih lengkap sehingga lebih mendukung fermentasi GA. Menurut Rangaswamy (2012) dari semua sumber karbon yang ada, sukrosa merupakan substrat yang memberikan hasil terbaik di bawah kondisi optimal dengan konsentrasi GA<sub>3</sub> mencapai 15 g/L. Selanjutnya menurut Sleem (2013), pada *Fusarium moniliforme* sumber C yang terbaik untuk produksi asam giberelat adalah fruktosa dan sukrosa yaitu 0.609 dan 0.525 g/l. Machado (2001) menyatakan adanya kombinasi antara C, N, K, Mg, P, S dan beberapa garam mineral lain dalam suatu medium sangat penting untuk meningkatkan produksi giberelin agar lebih efisien.

Medium *Potato Dextrose Broth* memiliki sumber C berupa dekstrosa dan ekstrak kentang. Produksi GA<sub>3</sub> pada medium ini hanya dihasilkan oleh 7 isolat saja. Hal ini diduga karena pengaruh sumber karbon yang berlebihan pada medium yaitu dekstrosa dan ekstrak kentang dapat menyebabkan represi enzim yang mensintesis giberelin. Menurut Bauman (2004), represi enzim terjadi bila suatu medium memiliki dua atau lebih substrat (sumber karbon), sehingga substrat yang lebih sederhana akan digunakan terlebih dahulu daripada substrat yang lebih kompleks, akibatnya enzim penghidrolisis substrat yang lebih kompleks akan ditekan sintesisnya. Hal ini menyebabkan pembentukan produk fermentasi kurang optimal dan bahkan terhambat.

Lima belas isolat jamur menghasilkan asam giberelat pada medium CDB dengan perbedaan yang signifikan antara semua perlakuan. Pada medium ini, *Aspergillus* sp II memproduksi GA<sub>3</sub> tertinggi yaitu sebanyak 6,918 g/L namun isolat ini tidak memproduksi GA<sub>3</sub> pada medium PDB. Produksi asam giberelat tertinggi dalam penelitian ini melebihi hasil yang diperoleh Rangaswamy (2012) pada medium CDB

yang melaporkan bahwa *F. moniliforme* menghasilkan asam giberelat sebanyak 6,5 g/L. Namun dalam penelitian Jaroszuk-Scisel *et al.* (2014), produksi asam giberelat oleh *Fusarium culmorum* berkisar antara 2,452 – 59,675 g/L.

Produksi GA3 pada medium PDB menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara masing-masing perlakuan, kecuali *Penicillium* PN6 dengan PNE4 dan *Aspergillus* sp II dengan LL-B07. Konsentrasi asam giberelat tertinggi pada medium PDB ini melebihi hasil yang diperoleh Muddapur *et al.* (2015), yang melaporkan bahwa konsentrasi tertinggi *G. fujikuroi* menghasilkan asam giberelat pada  $0,680 \pm 22.00$  g/L. Lale *et al.* (2006) juga melaporkan bahwa konsentrasi asam giberelat yang dihasilkan oleh mutan *G. Fujikuroi* pada medium CDB adalah 0,7 g/L. Selain itu, produksi asam giberelat oleh *Fusarium moniliforme* strain FM583 dilaporkan mampu menghasilkan asam giberelat dengan konsentrasi yang cukup tinggi yaitu 2,694 g/L (Kiong 1997).

#### **4.2. Pengaruh pH Akhir Medium Czapek Dox Broth (CDB) dan Potato Dextrose Broth (PDB)**

Pengukuran pH akhir medium dilakukan pada akhir masa inkubasi. Pengukuran ini bertujuan untuk melihat korelasi antara pH akhir medium dengan produksi GA3. pH akhir medium berkisar antara 3 – 6,7 (Tabel 4.2).

Produksi GA3 pada medium *Czapek Dox Broth* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kontrol dan masing-masing perlakuan, kecuali pada perlakuan *Aspergillus fumigatus* KK, *Aspergillus* sp II KP, *Aspergillus* sp II, *Penicillium* PNE17, *Penicillium* PNE11, *Penicillium* PN6 dan LL-B07. pH akhir medium CDB cenderung mengalami kenaikan. Kenaikan pH pada medium CDB diduga karena adanya akumulasi amonia dari hasil perombakan salah satu komponen medium

seperti sodium nitrat. Menurut Jennings (1989) jamur menghasilkan amonia selama pertumbuhannya disebabkan karena adanya perombakan sumber nitrogen.

Tabel 4.2. pH akhir medium fermentasi oleh isolat lokal Riau pada medium CDB dan PDB pada masa inkubasi 7 hari

Isolat	pH awal	pH akhir	
		Medium CDB	Medium PDB
Kontrol	5	5 <sup>a</sup> ± 0	5 <sup>d</sup> ± 0
<i>Aspergillus</i> sp II	5	4,7 <sup>a</sup> ± 0,577	-
<i>Penicillium</i> PNE6	5	5,3 <sup>ab</sup> ± 0,577	3 <sup>a</sup> ± 0
<i>Aspergillus</i> sp II TT	5	6 <sup>bc</sup> ± 0	-
<i>Penicillium</i> PNE4	5	6,3 <sup>c</sup> ± 0,577	4,3 <sup>bc</sup> ± 0,577
<i>Aspergillus fumigatus</i> TT	5	6 <sup>bc</sup> ± 0	6 <sup>e</sup> ± 0
<i>Aspergillus</i> sp II KP	5	4,7 <sup>a</sup> ± 0,577	4,7 <sup>cd</sup> ± 0,577
<i>Aspergillus fumigatus</i> KP	5	6 <sup>bc</sup> ± 0	-
<i>Aspergillus fumigatus</i> KK	5	5 <sup>a</sup> ± 0	-
<i>Penicillium</i> PNE17	5	5,3 <sup>ab</sup> ± 0,577	-
<i>Penicillium</i> PNE11	5	5 <sup>a</sup> ± 0	4 <sup>b</sup> ± 0
<i>Penicillium</i> PNE	5	6 <sup>bc</sup> ± 0	-
<i>Penicillium</i> PNE7	5	6 <sup>bc</sup> ± 0	-
<i>Acremonium</i> PNE10	5	6,7 <sup>c</sup> ± 0,577	-
LL-B07	5	4,7 <sup>a</sup> ± 0,577	3,3 <sup>a</sup> ± 0,577
PNE4	5	6 <sup>bc</sup> ± 0	4 <sup>b</sup> ± 0

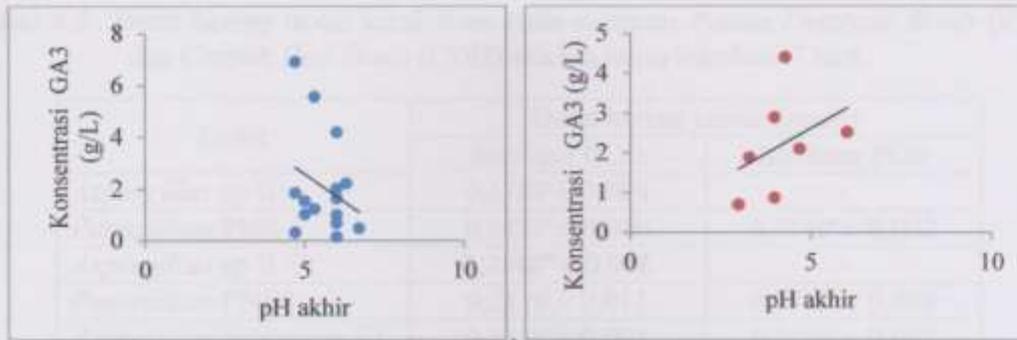
Keterangan: 1. pH akhir pada kedua medium, masing-masing dianalisis secara terpisah

2. Analisis hanya dilakukan pada isolat yang menghasilkan GA<sub>3</sub>

sebagai akibat dari konsentrasi nitrogen yang melebihi kebutuhan pertumbuhan jamur.

Pada medium PDB menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kontrol dan masing-masing perlakuan, kecuali pada perlakuan *Aspergillus* sp II KP. Pada medium PDB, pH akhir medium cenderung mengalami penurunan Hal tersebut diduga karena proses fermentasi yang banyak menghasilkan asam-asam organik, termasuk asam giberelat.

Produksi asam giberelat tidak berkorelasi dengan pH akhir medium CDB maupun PDB dengan nilai signifikan berturut-turut 0.303 dan 0.377. Hubungan antara pH akhir kedua medium dengan konsentrasi asam giberelat, dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Korelasi antara pH akhir medium kultur isolat lokal Riau dengan konsentrasi asam giberelat pada medium A: *Potato Dextrose Broth* (PDB), B: *Czapek Dox Broth* (CDB)

#### 4.3. Berat Kering Jamur pada Medium *Potato Dextrose Broth* (PDB) dan *Czapek Dox Broth* (CDB)

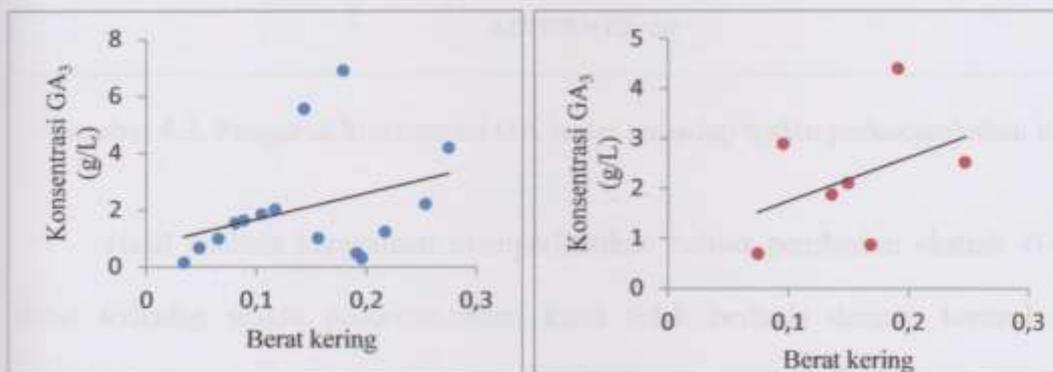
Pengukuran berat kering dilakukan pada filtrat jamur setelah 7 hari fermentasi. Pengukuran ini bertujuan untuk melihat korelasi antara berat kering dengan konsentrasi asam giberelat yang dihasilkan. Hasil berat kering miselium isolat dapat dilihat pada Tabel 4.3. Berat kering miselium isolat pada medium CDB memiliki perbedaan yang signifikan antara masing-masing perlakuan, kecuali pada *Aspergillus fumigatus* KK dan *Aspergillus fumigatus* KP. Jamur *Aspergillus* sp II TT memiliki biomassa tertinggi yaitu 0,2748 gram. Hasil uji ANOVA pada medium PDB menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara masing-masing perlakuan. Isolat LL-B07 dan PNE4 menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan *Aspergillus* sp II KP. Jamur *Aspergillus fumigatus* TT memiliki biomassa tertinggi yaitu 0,2469 gram. Umumnya isolat mempunyai berat kering yang lebih tinggi pada medium CDB.

Tabel 4.3 Berat kering isolat lokal Riau pada medium *Potato Dextrose Broth* (PDB) dan *Czapek Dox Broth* (CDB) setelah masa inkubasi 7 hari.

Isolat	Berat kering jamur (gram)	
	Medium CDB	Medium PDB
<i>Aspergillus</i> sp II	0,1789 <sup>j</sup> ± 0,004	-
<i>Penicillium</i> PN6	0,1433 <sup>f</sup> ± 0,006	0,0748 <sup>a</sup> ± 0,002
<i>Aspergillus</i> sp II TT	0,2748 <sup>m</sup> ± 0,006	-
<i>Penicillium</i> PNE4	0,2539 <sup>j</sup> ± 0,011	0,1913 <sup>d</sup> ± 0,009
<i>Aspergillus fumigatus</i> TT	0,1169 <sup>f</sup> ± 0,001	0,2469 <sup>e</sup> ± 0,027
<i>Aspergillus</i> sp II KP	0,1047 <sup>e</sup> ± 0,005	0,1499 <sup>bc</sup> ± 0,001
<i>Aspergillus fumigatus</i> KP	0,0885 <sup>d</sup> ± 0,002	-
<i>Aspergillus fumigatus</i> KK	0,0809 <sup>d</sup> ± 0,002	-
<i>Penicillium</i> PNE17	0,2168 <sup>k</sup> ± 0,010	-
<i>Penicillium</i> PNE11	0,1564 <sup>b</sup> ± 0,002	0,0958 <sup>a</sup> ± 0,001
<i>Penicillium</i> PNE	0,0654 <sup>c</sup> ± 0,005	-
<i>Penicillium</i> PNE7	0,0482 <sup>b</sup> ± 0,007	-
<i>Acremonium</i> PNE10	0,1913 <sup>j</sup> ± 0,004	-
LL-B07	0,1957 <sup>j</sup> ± 0,004	0,136 <sup>b</sup> ± 0,010
PNE4	0,0344 <sup>a</sup> ± 0,004	0,1689 <sup>e</sup> ± 0,01

Keterangan: 1. Berat kering isolat pada kedua medium, masing-masing dianalisis secara terpisah  
2. Analisis dilakukan hanya pada isolat yang menghasilkan GA<sub>3</sub>

Berdasarkan hasil uji korelasi, diketahui bahwa antara berat kering jamur dengan konsentrasi asam giberelat yang dihasilkan tidak berkorelasi, baik pada medium PDB maupun CDB (Gambar 4.2).



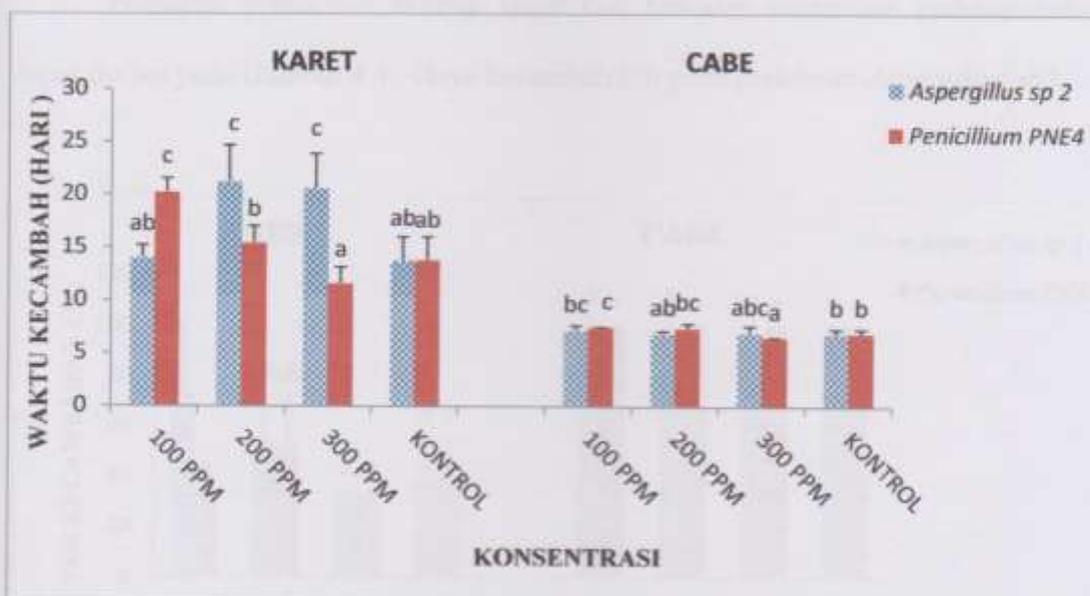
Gambar 4.2. Korelasi antara berat kering isolat lokal Riau dengan konsentrasi asam giberelat pada medium A: *Czapek Dox Broth* (CDB), B: *Potato Dextrose Broth* (PDB)

Menurut Bilkay *et al.*(2010) biomassa mikroba yang tinggi selalu disertai dengan produksi asam giberelat yang tinggi pula. Namun hasil yang diperoleh dalam penelitian ini berbeda, dimana jamur dengan biomassa tertinggi bukan merupakan jamur yang menghasilkan asam giberelat tertinggi.

#### 4.4. Uji perkecambahan (Germination seeds)

##### 4.4.1. Waktu dan Persentase Perkecambahan

Pemberian ekstrak kasar GA dari isolat lokal terhadap biji karet dan cabe memberikan waktu perkecambahan yang bervariasi seperti terlihat pada Gambar 4.3

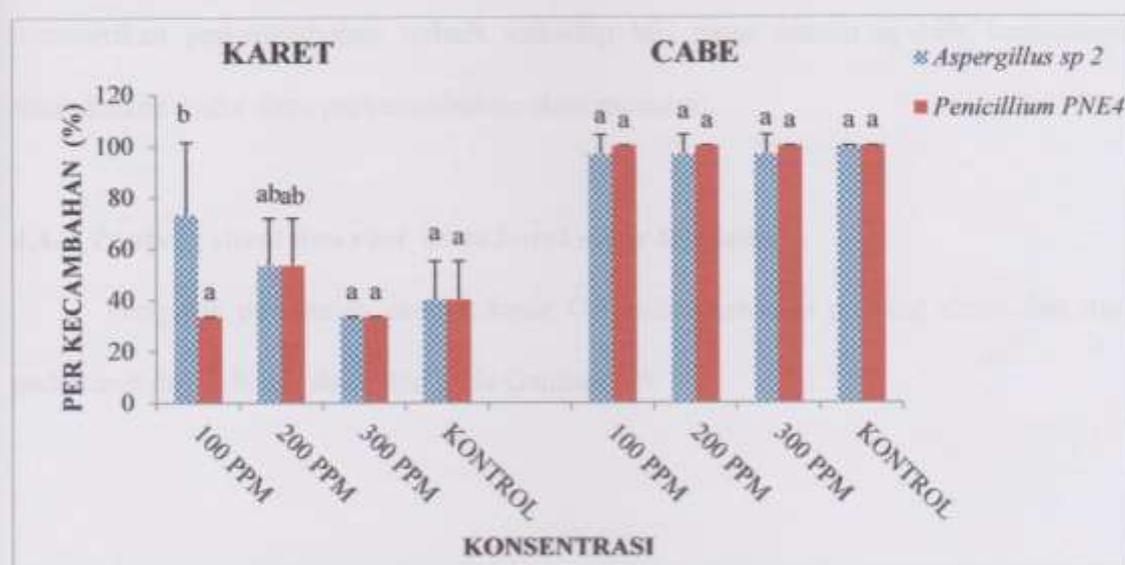


Gambar 4.3. Pengaruh konsentrasi GA isolat terhadap waktu perkecambahan biji .

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwa pemberian ekstrak GA dari isolat terhadap waktu perkecambahan karet tidak berbeda dengan kontrol secara statistik dan pada beberapa perlakuan lebih lambat berkecambah dibandingkan kontrol. Walau tidak berbeda nyata namun hasil yang terbaik terdapat pada pemberian ekstrak *Penicillium PNE4* konsentrasi 300 ppm yaitu 11,6 hari sedangkan kontrol 13,8 hari. Pada

cabe, pemberian *Penicillium* PNE4 konsentrasi 300 ppm juga menunjukkan memicu perkecambahan lebih awal. GA berfungsi mendorong proses terjadinya sintesis enzim dalam benih seperti amilase, protease dan lipase. Enzim ini akan merombak dinding sel endosperm benih dan menghidrolisis protein dan pati yang terdapat dalam biji sehingga memberikan energi bagi perkembangan embrio dan radikula akan mendobrak endosperm dan kulit biji sehingga biji mampu berkecambah. Menurut Sleem *et al.* (2013), asam gibberelat dapat menginduksi aktivitas enzim hidrolitik selama perkecambahan biji.

Pengaruh pemberian ekstrak kasar GA terhadap persentase perkecambahan dapat dilihat pada Gambar 4.4. Daya kecambah biji pada perlakuan *Aspergillus sp2*



Gambar 4.4. Pengaruh konsentrasi GA isolat terhadap perkecambahan biji (%)

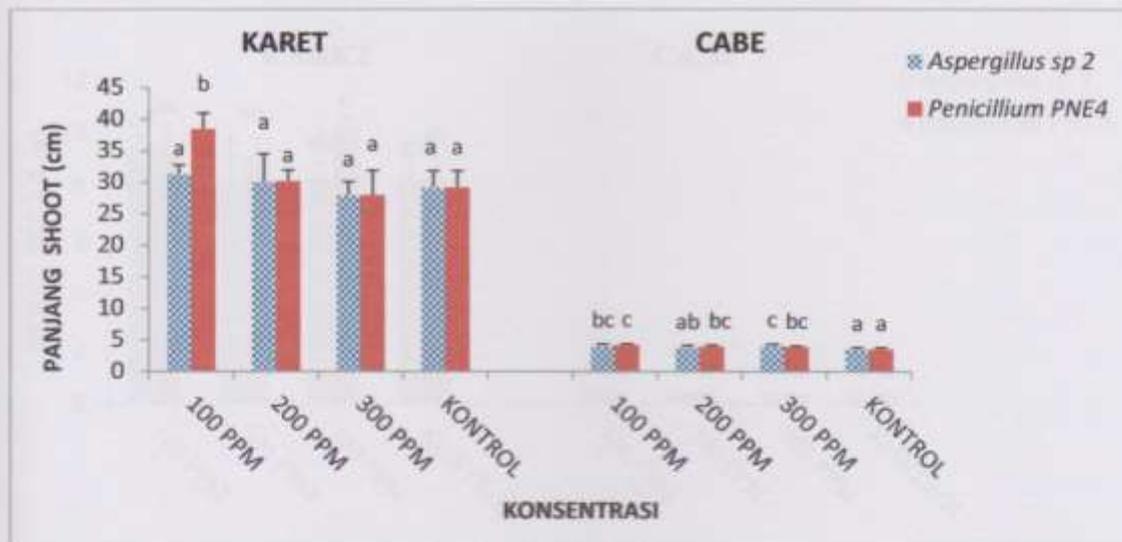
100 ppm memiliki kemampuan lebih tinggi dibandingkan kontrol. Pada awal perkecambahan, konsentrasi 300 ppm memberikan waktu yg tercepat tetapi jika dilihat dari daya kecambah perlakuan ekstrak *Aspergillus sp2* 100 ppm lebih optimum. Hal

ini membuktikan bahwa pemberian ekstrak GA *Aspergillus* sp2 100 ppm lebih mendukung utk daya perkecambahan karena biji karet mempunyai kulit biji yg keras sehingga daya kecambah menjadi lama.

Daya perkecambahan biji cabe lebih besar dari karet, hal ini dapat disebabkan biji cabe mempunyai kulit biji yang lebih tipis. Pada biji cabe semua perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap persentase perkecambahan. Hal ini mungkin disebabkan oleh konsentrasi GA isolat yang terlalu tinggi untuk pada biji sehingga dapat menghambat perkecambahan. Menurut Mello *et al* (2009) konsentrasi GA3 1000 ppm optimum terhadap persentase perkecambahan *Penstemon digitalis* sedangkan bila konsentrasi ditingkatkan menjadi 1500 ppm, persentase perkecambahan biji menjadi menurun. Maryani (2008) menyatakan pemberian gibberelin pada konsentrasi 50 ppm memberikan perkecambahan terbaik terhadap biji rotan namun apabila konsentrasi ditingkatkan maka daya perkecambahan akan menurun.

#### **4.4.2. Panjang shoot dan root serta berat segar kecambah**

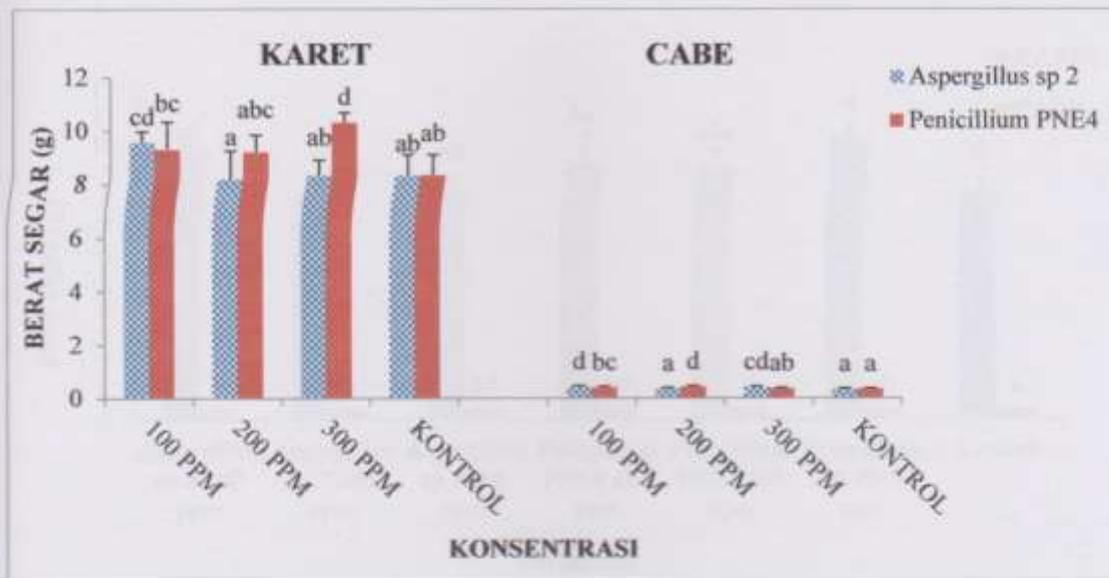
Pengaruh pemberian ekstrak kasar GA isolat terhadap panjang shoot dan root pada karet dan cabe dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Pengaruh ekstrak GA isolat terhadap panjang shoot kecambah

Pemberian ekstrak GA *Penicillium* sp. PNE4 100 ppm memberikan panjang shoot tertinggi pada karet dan cabe yang berbeda nyata dengan kontrol. Pengaruh pemberian ekstrak kasar GA isolat terhadap panjang shoot lebih banyak terlihat pada cabe dimana hampir semua perlakuan berbeda nyata dengan kontrol. Kadar gula yang naik pada sel akibat aktivasi enzim oleh gibberelin menyebabkan air masuk ke dalam sel sehingga sel memanjang. Menurut Moritz (1995) dan Wang *et al.* (1997) panjang shoot dapat dirangsang oleh GA1, GA3 dan GA4. Penelitian Little *et al.* (2003) pada konifer, GA menginduksi pertumbuhan shoot dengan meningkatkan panjang unit sel daripada jumlah sel.

Pemberian ekstrak GA pada biji karet dan cabe tidak berpengaruh terhadap panjang akar (Gambar 4.6.). Hasil analisa statistik terhadap faktor konsentrasi

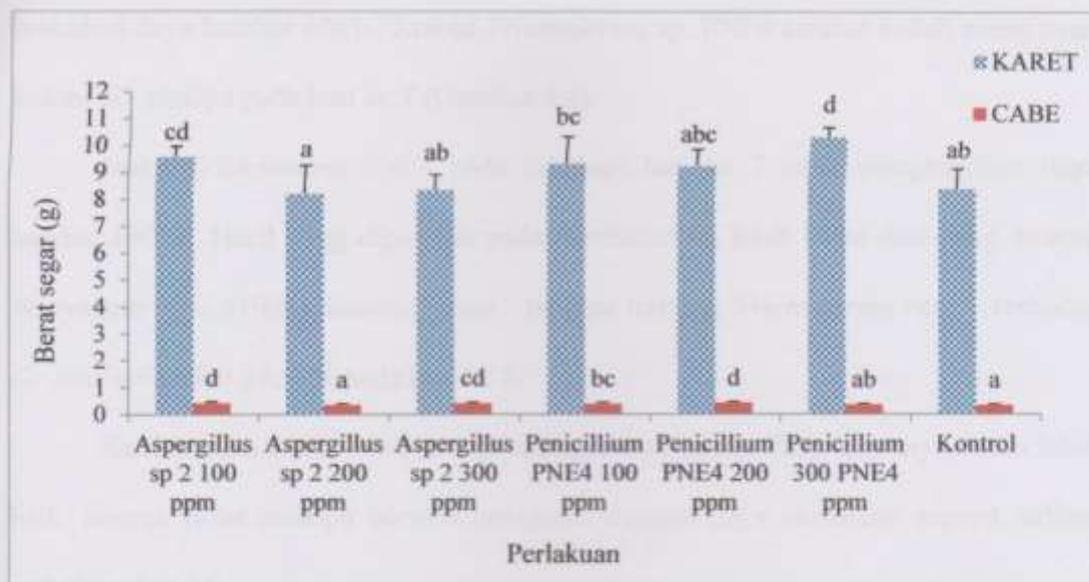


Gambar 4.6. Pengaruh ekstrak GA isolat terhadap panjang *root* kecambah

menunjukkan bahwa konsentrasi 100 ppm merupakan yang paling optimum terhadap panjang shoot dan root dan berbeda dengan kontrol (Gambar 4.7). Pada perlakuan ini, pemberian GA dari isolat lebih berperan pada pemanjangan *shoot* daripada *root*.

Pengaruh pemberian ekstrak kasar GA isolat terhadap berat segar kecambah karet dan cabe dapat dilihat pada Gambar 4.6. Berat segar kecambah, pada beberapa perlakuan lebih tinggi dan berbeda nyata daripada kontrol. Pemberian ekstrak kasar GA kedua jenis isolat pada kedua jenis tanaman cenderung meningkatkan berat kecambah. Pada karet, perlakuan ekstrak GA *Aspergillus* sp2 konsentrasi 100 ppm dan *Penicillium* PNE4 300 ppm memberikan berat segar terbaik dan berbeda nyata dengan kontrol. Pada cabe sebagian besar perlakuan mempengaruhi dan meningkatkan berat segar kecambah serta berbeda nyata dengan kontrol.

Pemberian ekstrak GA *Aspergillus* sp2 konsentrasi 100 ppm paling optimum memberikan berat segar kecambah secara signifikan dibanding kontrol pada kedua



Gambar 4.7. Pengaruh konsentrasi GA isolat terhadap berat segar kecambah

tanaman. Namun hal ini tidak terlihat keterkaitannya pada panjang shoot dan rootnya, hal ini dapat disebabkan oleh banyaknya percabangan akar pada perlakuan ini sehingga meningkatkan berat segar tanaman. GA dapat merangsang pembelahan sel. Fahmi (2013) menyatakan giberellin akan memacu pembentukan enzim seperti amilase yang menghidrolisis pati sehingga kadar gula dalam sel akan naik dan menyebabkan air lebih banyak masuk ke sel sehingga berat segar kecambah menjadi meningkat. Perubahan pati menjadi gula juga menghasilkan energi yang berguna untuk aktivitas sel dan pertumbuhan.

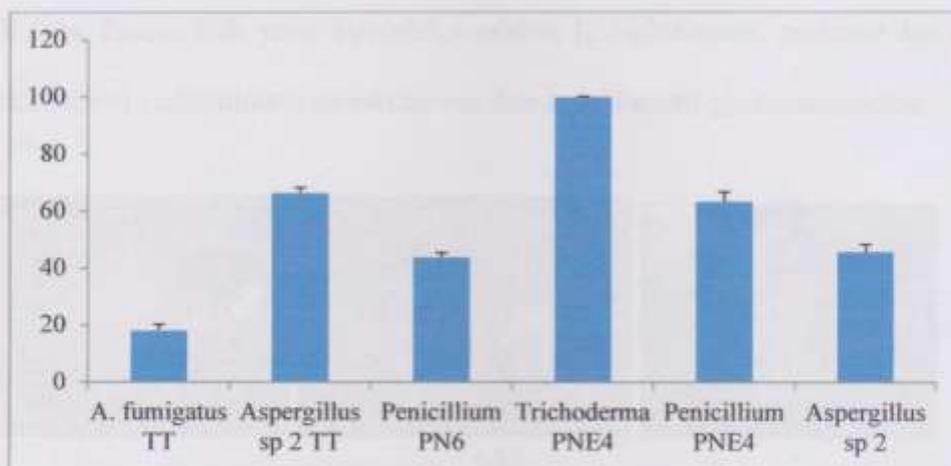
#### 4.5. Uji antagonis isolat terhadap jamur *Ganoderma phillippi* dan *Fusarium oxysporum*

Isolat terpilih sebanyak 5 isolat diuji potensi antagonisnya terhadap jamur patogen. Dari lima isolat terpilih hanya terdapat 1 isolat yang mempunyai daya antagonis terhadap *G. phillipi* yaitu *Trichoderma* sp.PNE4 pada hari ke 7 setelah

inokulasi daya hambat 100%. Koloni *Trichoderma* sp. PNE4 terlihat sudah menginvasi koloni *G. phillipi* pada hari ke 7 (Gambar.4.8).

Isolat *Trichoderma* PNE4 pada inkubasi hari ke 7 telah menghasilkan daya hambat 100%. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dari yang didapat Widyastuti et al. (1998) dimana daya hambat terbesar *Trichoderma resei* terhadap *G. phillipi* adalah 94,58% pada hari ke 8.

Kemampuan isolat lokal sebagai antagonis terhadap *Fusarium oxysporum* lebih baik. Semua isolat mampu bersifat antagonis dengan daya bervariasi seperti terlihat pada Gambar 4.8.

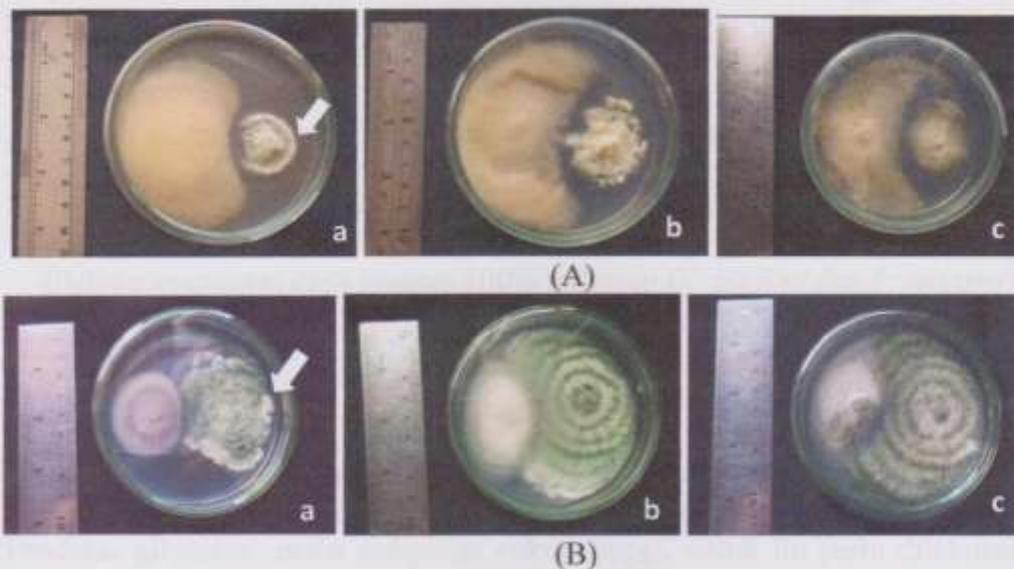


Gambar 4.8. Daya hambat *G. phillipi* oleh isolat pada medium PDA waktu inkubasi 8 hari.

Isolat yang mempunyai daya hambat tertinggi terhadap *F. oxysporum* adalah *Trichoderma* sp. PNE4 dengan daya hambat 100% diikuti *Aspergillus* sp2 TT yaitu 66,262 dan *Penicillium* PNE4 yaitu 63,246. Daya hambat *Trichoderma* sp PNE4 isolat lokal ini lebih tinggi dari yang diperoleh Sudirman et al (2011) yaitu 86% waktu

inkubasi 14 hari, Siameto (2010) yaitu 80,22% waktu inkubasi 6 hari, sedangkan Altinok (2015) yaitu 72,69% waktu inkubasi 7 hari.

Pada penelitian ini *Trichoderma* sp PNE4 mempunyai daya hambat 100% pada kedua jenis jamur patogen. Isolat *Trichoderma* sp PNE4 memperlihatkan sifat antagonis dengan mekanisme mikoparasit (Gambar 10). Mekanisme interaksi mikoparasit dimulai hifa mikoparasit yang menuju hifa patogen, setelah kontak hifa patogen tidak bisa tumbuh lagi ke arah isolat uji. Menurut Chet *cit.* Rohini (2010) hifa *Trichoderma* sp akan menggulung hifa, konidia dan klamidospora patogen dan berpenetrasi. Selama interaksi akan terjadi lisis protoplasma yang akan mengakibatkan hifa patogen menjadi menjadi lisis. Enzim litik yang diproduksi adalah 1, 3-glukanase, protease dan enzim kitinolitik seperti endokitinase, eksokitinases dan 1, 4-N-asetil-glukosaminidase.



Gambar 4.9. Mekanisme penghambatan oleh *Trichoderma* PNE4. A. Antagonis terhadap *G. phillipi*. B. Antagonis terhadap *F. oxysporum*. a. 6 hari, b. 7 hari, c. 11 hari. Tanda panah menunjukkan koloni *Trichoderma* PNE4.