

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

##### 4.1.1 Isolasi *Aspergillus* dari Roti Tawar

Isolasi kapang *Aspergillus* dilakukan pada 3 jenis roti tawar yang telah berjamur (berdasarkan harga), yaitu roti tawar berharga cukup mahal (merk B) yang diperoleh dari Toko B, berharga sedang (merk P) dari Toko T dan berharga murah dari Pasar J (merk M), masing-masing berada di Semarang. Hasil isolasi dari ketiga jenis roti tawar tersebut adalah diperolehnya 11 jenis isolat kapang. Seleksi lebih lanjut berdasarkan pada ciri morfologi masing-masing isolat (identifikasi morfologis), dari 11 jenis isolat tersebut dihasilkan 6 jenis isolat kapang *Aspergillus*. Nama-nama isolat dan merk roti tawar tempat ditemukannya isolat tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3. Nama-nama isolat beserta merk roti tawar tempat tumbuhnya

No.	Merk Roti	Nama Isolat
1.	B	Isolat 1
		Isolat 2
		Isolat 3
		Isolat 4
2.	P	Isolat 5
3.	M	Isolat 6

Sumber: data primer Yoyon Muzayyin (2002).

Adapun ciri-ciri koloni dan morfologi masing-masing isolat kapang

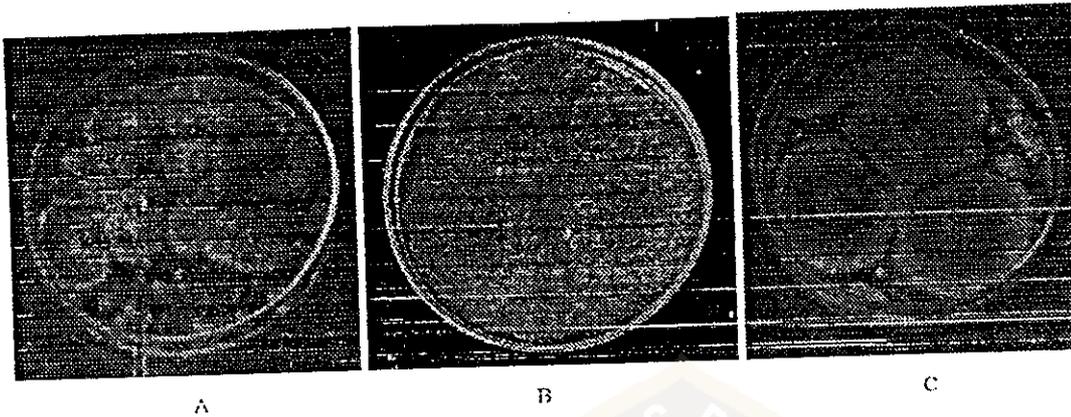
*Aspergillus* dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

## Gambar 4.4. Hasil p

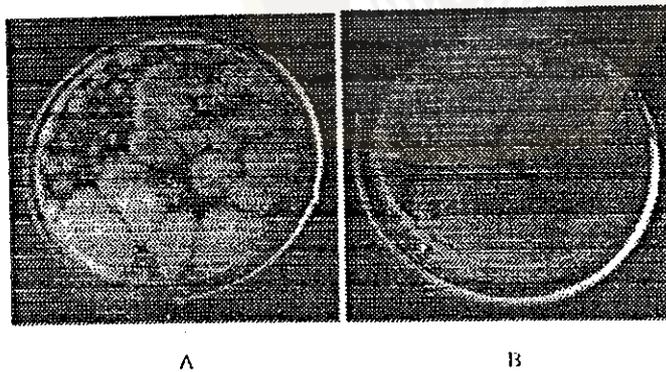
	Isolat		
	4	5	6
koloni pada media diameter koloni ( $\mu\text{m}$ ) warna koloni tekstur koloni Reverse of color Radial furrows" Growing zone" Exudate drop"	rata <sup>2</sup> 4,6 hitam "granulary" - + + -	2,1-3,0 kuning muda "granulary" kuning tua - + -	rata <sup>2</sup> 0,7 hijau abu <sup>2</sup> pucat "velvety", "outer" hijau-kuning - - -
koloni pada media diameter koloni ( $\mu\text{m}$ ) warna koloni tekstur koloni Reverse of color Radial furrows" Growing zone" Exudate drop"	coklat-hijau 3,5-5,8 "granulary" - + - -	kuning muda 3,3-3,7 "granulary" - - - -	kuning abu <sup>2</sup> 1,3-1,6 "velvety"; berbukit coklat-kuning - - -
konidial entuk warna ukuran ( $\mu\text{m}$ ) permukaan usunan	"globose" coklat tua 2,5-5 kasar "radiate"	"globose"/ "subglobose" hijau pucat 2-3 halus "radiate"	"subglobose", elips, silindris hijau kekuningan 2-5 kasar "radiate"
sepala konidial entuk warna bentuk: entuk warna usunan ukuran ( $\mu\text{m}$ )	"globose" coklat kehutaman	"globose" kuning	"subglobose" hijau kuning kecoklatan
setula: ukuran ( $\mu\text{m}$ )	"ampulliform" coklat "uniseriate" (18-21)x(7-11)	"ampulliform" hijau "uniseriate" (11-16)x(3-5)	"ampulliform" hijau kuning kecoklatan "uniseriate" (3-6)x3
setula: ukuran ( $\mu\text{m}$ )	-	-	-
setula: entuk warna diameter ( $\mu\text{m}$ )	"globose" coklat tua 62,5-87,5	"globose" hijau-kuning 20-35	"clavate" <sup>1</sup> / <sub>3</sub> fertil - 5-16
konidiofor: warna permukaan tepa panjang ( $\mu\text{m}$ ) diameter ( $\mu\text{m}$ )	- halus - 2875 15-22,5	hijau muda halus - 200-630 5-8	- halus + 110-177,5 5-12,5
struktur tambahan klerotia Hülle cell" Leistotesium skospora	- - - - -	- - - - -	+ + + - -
nama kelompok	<i>A. niger</i>	<i>A. wentii</i>	<i>A. ornatus</i>

Sumber: data primer

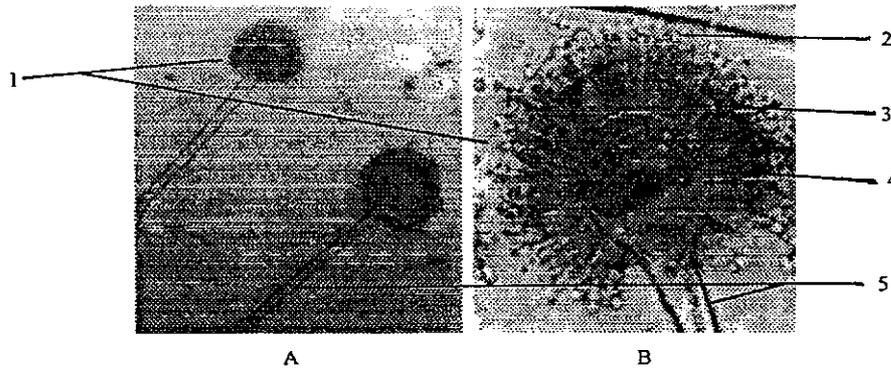
Penampakan koloni dan morfologi masing-masing isolat *Aspergillus* dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini.



Gambar 4.10. Penampakan koloni bagian atas isolat 1 yang diinkubasi pada suhu ruang. Koloni berumur 5 hari pada medium CDA, bertekstur "granularty" dan memperlihatkan adanya "growing zone" (A). Isolat 1 berumur 8 hari pada medium CDA siap pakai, bertekstur "granularty" memperlihatkan adanya "growing zone" dan "eksudat drop" (B). Penampakan koloni berumur 5 hari pada medium PDA, bertekstur "velvety" dan memperlihatkan adanya "growing zone" (C) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



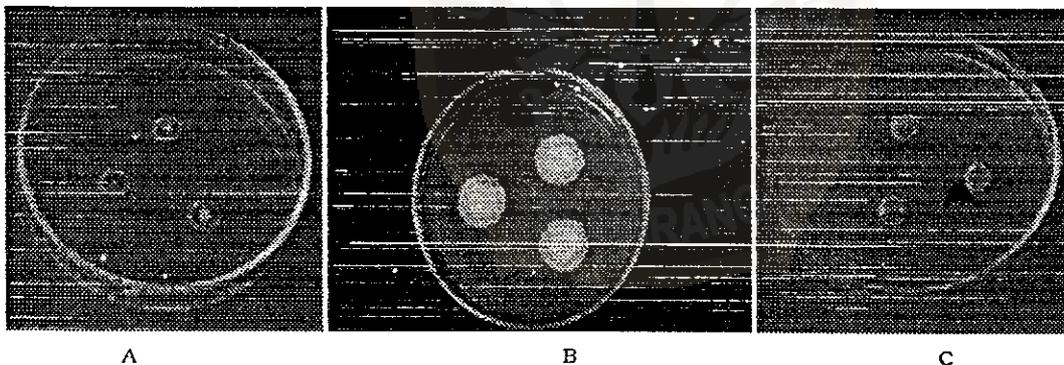
Gambar 4.11. Penampakan "reverse of colony" isolat 1 pada medium CDA yang memperlihatkan adanya "radial furrows" (A) dan PDA (B) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



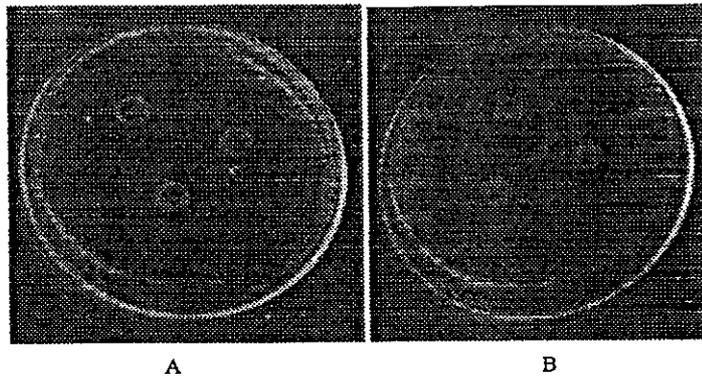
Keterangan:

1. Kepala konidia
2. Konidia
3. Fialid
4. Vesikel
5. Konidiofor

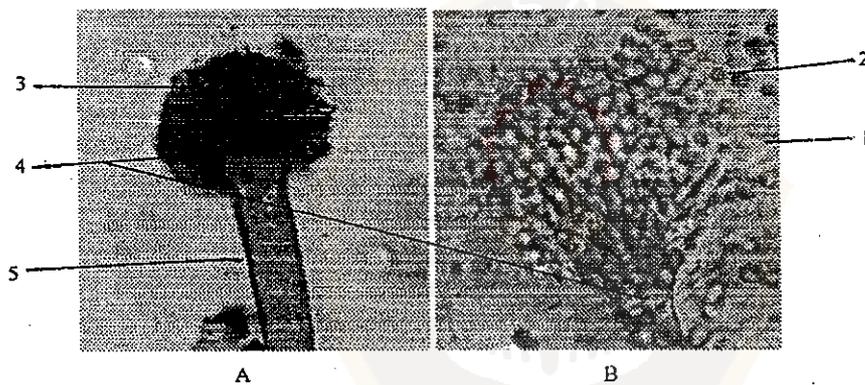
Gambar 4.12. Morfologi isolat 1 berumur 5 hari pada perbesaran 100X (A) dan 400X (B). Struktur konidia "radiate" dan fialid "uniseriate" (seri tunggal) terlihat jelas pada perbesaran 400X (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



Gambar 4.13. Penampakan koloni bagian atas isolat 2 yang diinkubasi pada suhu ruang. Koloni berumur 5 hari pada medium CDA, bertekstur "granulary" (A). Isolat 2 berumur 8 hari pada medium CDA siap pakai, bertekstur "velvety" (B). Penampakan koloni pada medium PDA umur 5 hari, bertekstur "velvety" (C) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



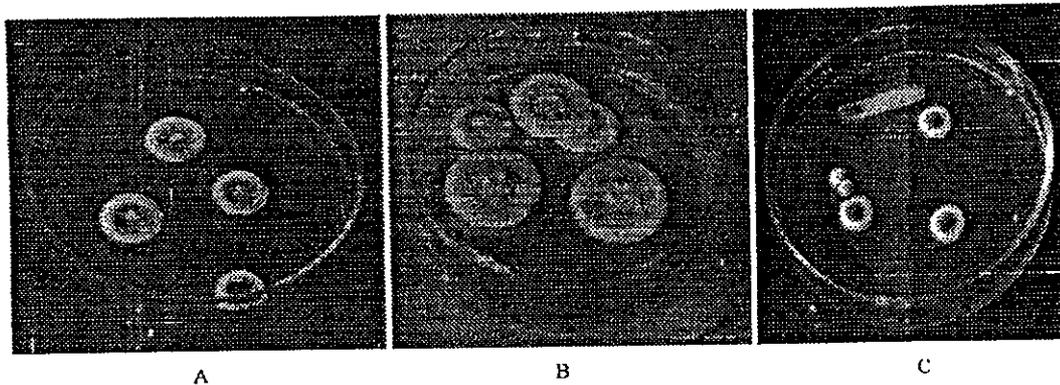
Gambar 4.14. Penampakan "reverse of colony" isolat 2 pada medium CDA (A) dan PDA (B)  
(Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



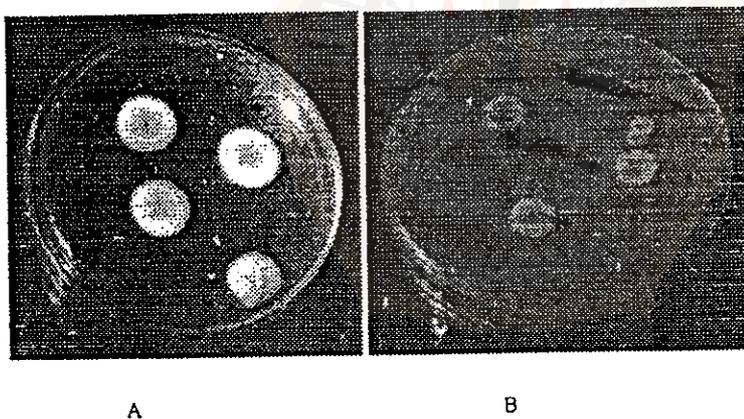
Keterangan:

1. Kepala konidia
2. Konidia
3. Fialid
4. Vesikel
5. Konidiofor

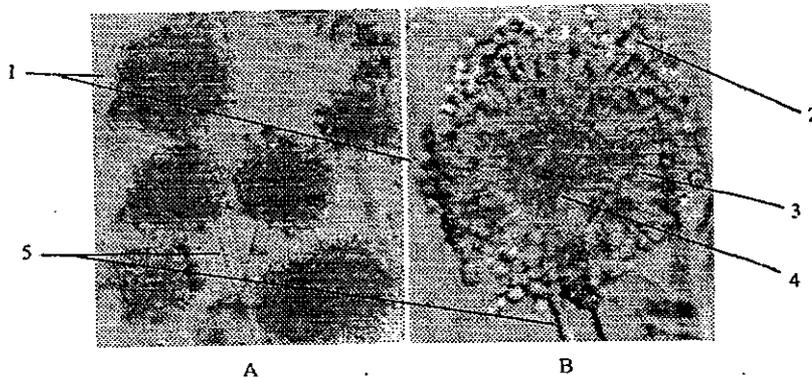
Gambar 4.15. Morfologi isolat 2 berumur 5 hari pada perbesaran 100X. Terlihat jelas struktur filialid "uniseriate" (A) dan konidia "radiate" (B) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



Gambar 4.16. Penampakan koloni bagian atas isolat 3 yang diinkubasi pada suhu ruang. Koloni berumur 5 hari pada medium CDA, bertekstur "cottony" (A). Isolat 3 berumur 8 hari pada medium CDA siap pakai, bertekstur "cottony" (B). Penampakan koloni berumur 5 hari pada medium PDA, bertekstur "velvety" dan memperlihatkan adanya "growing zone" (C) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



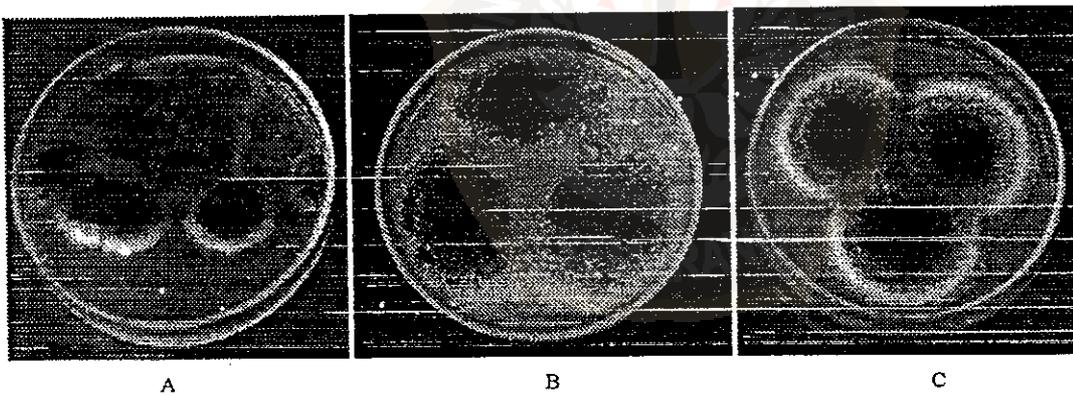
Gambar 4.17. Penampakan "reverse of colony" isolat 3 pada medium CDA yang memperlihatkan adanya "radial furrows" (A) dan PDA (B) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



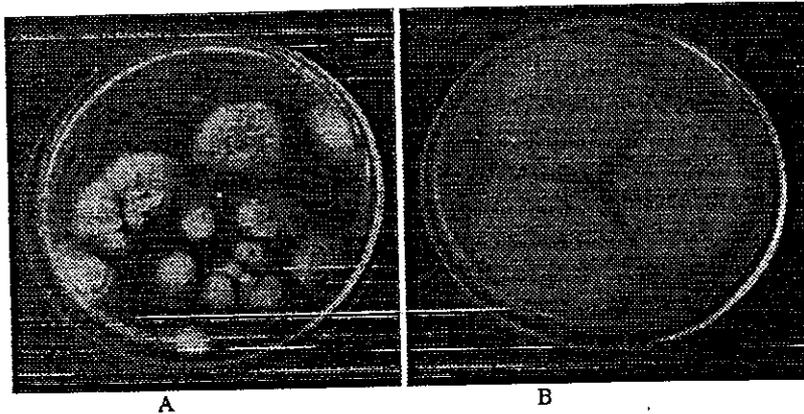
Keterangan:

1. Kepala konidia
2. Konidia
3. Filialid
4. Vesikel
5. Konidiofor

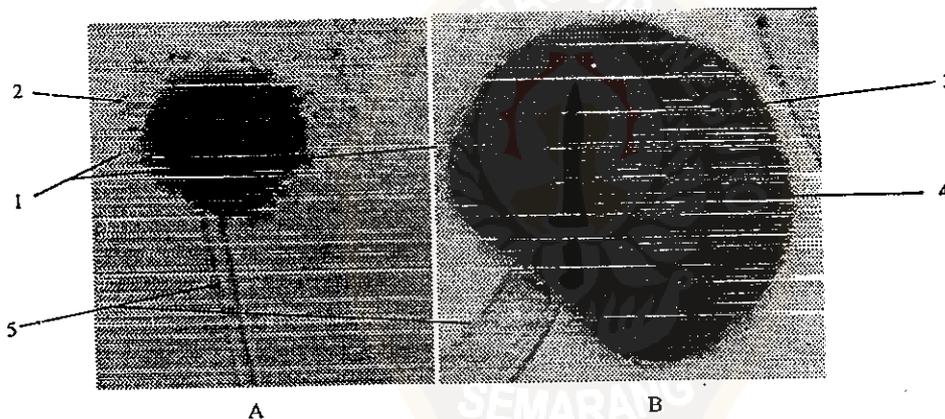
Gambar 4.18. Morfologi isolat 3 berumur 5 hari pada perbesaran 100X (A) dan 400X (B). Struktur konidia "radiate" dan filialid "uniseriate" (seri tunggal) terlihat jelas pada perbesaran 400X (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



Gambar 4.19. Penampakan koloni bagian atas isolat 4 yang diinkubasi pada suhu ruang. Koloni berumur 5 hari pada medium CDA, bertekstur "granulaty" (A). Isolat 1 berumur 8 hari pada medium CDA siap pakai, bertekstur "granulaty" dan memperlihatkan adanya "growing zone" (B). Penampakan koloni berumur 5 hari pada medium PDA, bertekstur "granulaty" dan memperlihatkan adanya "growing zone" (C) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



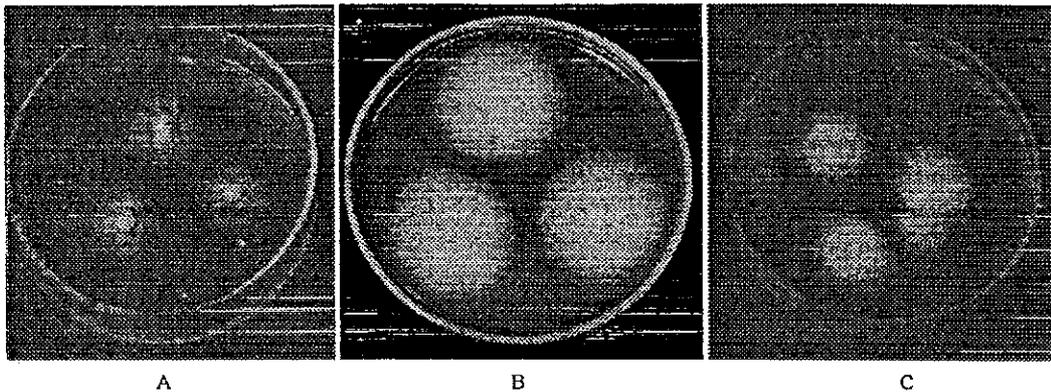
Gambar 4.20. Penampakan "reverse of colony" isolat 4 pada medium CDA, terlihat sangat jelas adanya "radial furrows" (A). Isolat 4 juga memperlihatkan adanya "radial furrows" di "reverse of colony"-nya pada medium PDA (B) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



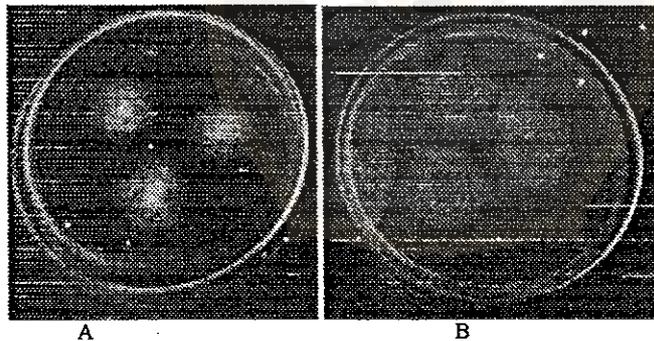
Keterangan:

1. Kepala konidia
2. Konidia
3. Fialid
4. Vesikel
5. Konidiofor

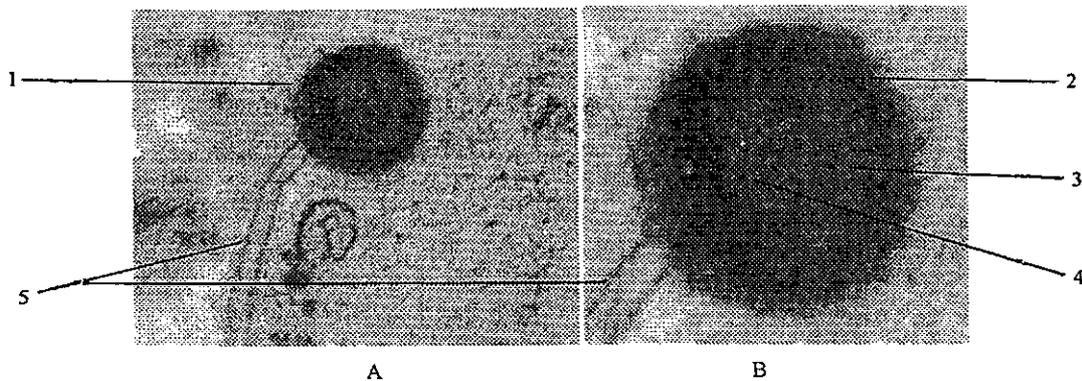
Gambar 4.21. Morfologi isolat 4 berumur 5 hari pada perbesaran 100X (A) dan 400X (B). Terlihat struktur fialid "uniseriate" (B) dan konidia "radiate" (A) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



Gambar 4.22. Penampakan koloni bagian atas isolat 5 yang diinkubasi pada suhu ruang. Koloni berumur 5 hari pada medium CDA, bertekstur "granulary" renggang (A). Isolat 5 berumur 8 hari pada medium CDA siap pakai, bertekstur "granulary" (B). Penampakan koloni berumur 5 hari pada medium PDA, bertekstur "granulary" dan memperlihatkan adanya "growing zone" (C) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



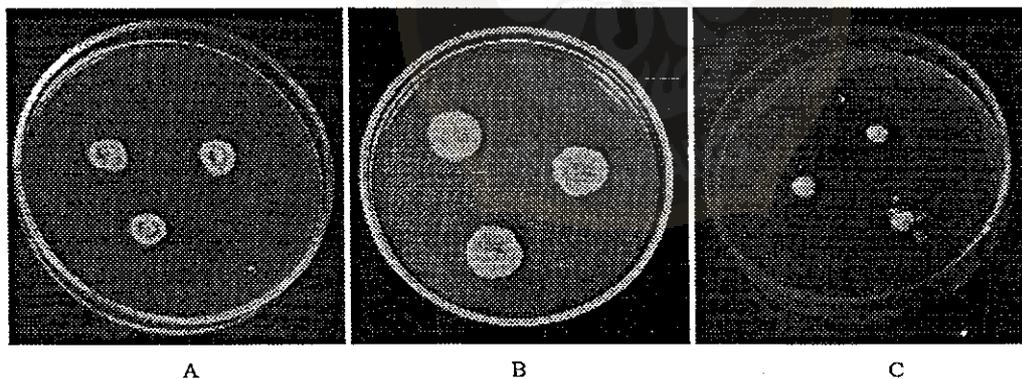
Gambar 4.23. Penampakan "reverse of colony" isolat 5 pada medium CDA (A) dan memperlihatkan pembentukan warna kuning tua pada medium PDA (B) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



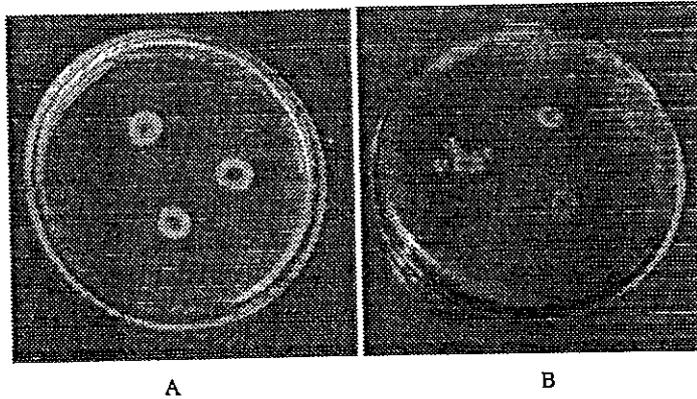
Keterangan:

1. Kepala konidia
2. Konidia
3. Fialid
4. Vesikel
5. Konidiofor

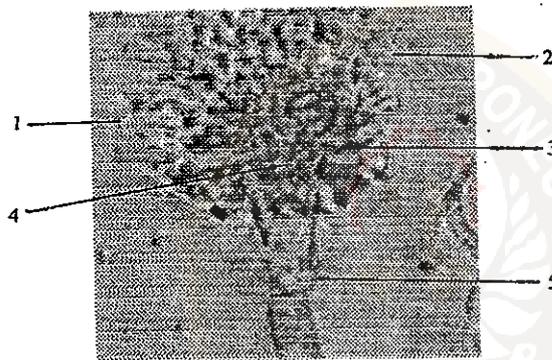
Gambar 4.24. Morfologi isolat 5 berumur 5 hari pada perbesaran 100X (A) dan 400X (B). Terlihat struktur fialid "uniseriate" pada perbesaran 400X (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



Gambar 4.25. Penampakan koloni bagian atas isolat 6 yang diinkubasi pada suhu ruang. Koloni berumur 5 hari pada medium CDA, bertekstur "velvety" dan berbukit(A). Isolat 6 berumur 8 hari pada medium CDA siap pakai, bertekstur "velvety" (B). Penampakan koloni berumur 5 hari pada medium PDA, bertekstur "velvety" dan terdapat "outer" (C) (Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



Gambar 4.26. Penampakan "reverse of colony" isolat 6 pada medium CDA (A) dan PDA (B)  
(Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).



Keterangan:

1. Kepala konidia
2. Konidia
3. Fialid
4. Vesikel
5. Konidiofor

Gambar 4.27. Morfologi isolat 6 berumur 5 hari pada perbesaran 1000X, terlihat vesikel berbentuk "clavate"  $\frac{1}{3}$  fertil, struktur fialid "uniseriate" dan konidia "radiate"  
(Sumber: data primer Yoyon Muzayyin, 2002).

#### 4.1.2 Aktivitas Enzimatis Isolat-isolat *Aspergillus* dari Roti Tawar

Aktivitas enzimatis keenam isolat yang diperoleh dari 3 jenis roti tawar dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5. Aktivitas enzimatis isolat-isolat *Aspergillus* dari roti tawar.

Isolat	Aktivitas Enzimatis			
	Amilolitik*	Selulolitik*	Lipolitik*	Proteolitik**
1	++	++	+	++++
2	-	+	+++	-
3	++	++	+++	++
4	+	+	-	+++
5	+++	+	++	+++
6	-	+	++	-

Sumber: data primer Yoyon Muzayyin (2002).

#### Keterangan:

##### \*Zona hidrolisis relatif (h):

+ :  $0 < h \leq 2$  mm

++ :  $2 < h \leq 4$  mm

+++ :  $4 < h \leq 6$  mm

- : tidak terdapat zona hidrolisis

##### \*\*Pencairan gelatin (p):

+ :  $0 < p \leq 2$  cm

++ :  $2 < p \leq 4$  cm

+++ :  $4 < p \leq 6$  cm

++++ :  $6 < p \leq 8$  cm

- : tidak terjadi pencairan gelatin

## 4.2. Pembahasan

Terdapat 11 isolat kapang yang ditemukan pada roti tawar, 6 diantaranya termasuk *Aspergillus* dan 5 lainnya adalah anggota beberapa kapang lain. *Aspergillus* merupakan jenis kapang yang biasa hidup pada berbagai jenis makanan termasuk roti tawar. Menurut Samson *et al.* (1984) *Aspergillus* merupakan kontaminan umum yang sering ditemukan pada berbagai jenis substrat, lebih sering dari *Penicillium*. Isolat *Aspergillus* yang terdapat pada merk B sebanyak 4 jenis (isolat 1, 2, 3 dan 4), P dan M masing-masing berjumlah 1 isolat (isolat 5 dan 6).

Isolat 1 yang diperoleh dari roti tawar merk B diidentifikasi sebagai anggota kelompok *A. flavus*. Ciri-ciri yang dimiliki oleh isolat 1 adalah kepala konidia hijau kekuningan, bersusunan “radiate”, tidak dijumpai adanya metula (“uniserial”) dan vesikel berbentuk “globose”. Menurut Raper and Fennel (1965) isolat *Aspergillus* yang memiliki ciri utama kepala konidia menunjukkan beberapa warna hijau teduh (“green shade”) lebih spesifiknya hijau-kuning terang (“bright yellow-green”) ketika muda, kadang-kadang menjadi coklat saat tua, “loosely radiate”, dapat “uniserial” / “biserial” dan vesikel bukan “clavate” merupakan anggota kelompok *A. flavus*.

Isolat 2 yang diperoleh dari roti tawar merk B termasuk kelompok *A. ornatus*. Ciri-ciri yang terdapat pada isolat 2 adalah kepala konidia berwarna hijau gelap, tidak ditemukan adanya metula (“uniserial”) dan vesikel berbentuk “clavate” <sup>2</sup>/<sub>3</sub> fertil. Raper and Fennel (1965) menyatakan bahwa isolat *Aspergillus*

yang memiliki ciri utama kepala konidia berwarna hijau-kuning sampai hijau abu-abu atau hijau biru ketika muda yang menjadi gelap pada sebagian spesies, vesikel berbentuk “clavate” atau “subclavate” dan bertipe “uniseriate” merupakan anggota kelompok *A. ornatus*.

Isolat 3 yang diperoleh dari roti tawar merk B adalah salah satu anggota kelompok *A. ochraceus*. Hal ini karena isolat 3 memiliki ciri antara lain kepala konidia berwarna kuning kecoklatan, berbentuk “globose”, bertipe “radiate”, tidak dijumpai adanya metula (“uniseriate”), pertumbuhan dan pembentukan spora pada medium CDA cukup baik. Sesuai dengan pendapat Raper and Fennel (1965) yang menyatakan bahwa isolat *Aspergillus* yang termasuk anggota kelompok *A. ochraceus* memiliki ciri utama yaitu kepala konidia berwarna kuning “ochraceus” atau kecoklatan teduh muda (“light brownish shade”), berbentuk “globose”, bertipe “radiate”, pertumbuhan dan pembentukan spora pada medium “Czapek’s Agar” biasanya cukup baik.

Isolat 4 yang diperoleh dari roti tawar merk B merupakan anggota kelompok *A. niger*. Hal ini berdasarkan penyesuaian antara ciri yang dimiliki isolat 4 dengan pendapat Raper and Fennel (1965). Ciri-ciri yang ditunjukkan isolat 4 adalah adanya kepala konidia berwarna coklat kehitaman, berbentuk “globose”, bertipe “ radiate, tidak ditemukan adanya metula (“uniseriate”), pertumbuhan dan pembentukan spora pada medium CDA cukup baik. Menurut Raper and Fennel (1965) isolat *Aspergillus* yang termasuk ke dalam anggota

kelompok *A. niger* memiliki ciri utama kepala konidia berwarna hitam atau coklat gelap teduh (“dark brown shade”), berbentuk “globose”, bertipe “radiate”, pertumbuhan dan pembentukan spora pada medium “Czapek’s Agar” sangat baik.

Menurut ciri-ciri yang dimilikinya, isolat 5 yang diisolasi dari roti tawar merk P diidentifikasi sebagai anggota kelompok *A. wentii*. Isolat 5 ini memiliki ciri-ciri kepala konidia berwarna kuning, berbentuk “globose”, bertipe “radiate”, tidak dijumpai adanya metula (“uniseriate”), pertumbuhan dan pembentukan spora pada medium CDA cukup baik. Raper and Fennel (1965) berpendapat bahwa isolat *Aspergillus* yang termasuk ke dalam kelompok *A. wentii* memiliki ciri utama kepala konidia berwarna coklat-kuning sampai kekuningan kusam-teduh (“yellowish-buff shade”), berbentuk “globose”, bertipe “radiate”, pertumbuhan dan pembentukan spora pada medium “Czapek’s Agar” biasanya cukup baik.

Isolat 6 yang diperoleh dari roti tawar merk M diidentifikasi sebagai anggota kelompok *A. ornatus* seperti halnya isolat 2. Ciri-ciri yang dimiliki oleh isolat 6 adalah kepala konidia berwarna hijau kuning kecoklatan, tidak ditemukan adanya metula (“uniseriate”) dan vesikel berbentuk “clavate”  $\frac{1}{3}$  fertil.

Perbedaan banyaknya jenis isolat *Aspergillus* yang ditemukan pada masing-masing jenis roti tawar selain karena kapang ini merupakan kontaminan pada berbagai makanan, dapat dipengaruhi pula oleh komposisi bahan dasar. Kadar air, banyaknya garam dan gula yang ditambahkan dalam adonan roti tawar juga dapat mempengaruhi banyaknya jenis kapang.

Kemungkinan sangat besar bahwa roti tawar berharga mahal menyediakan kondisi yang lebih sesuai bagi pertumbuhan kapang *Aspergillus* dibandingkan kedua jenis lainnya. Komposisi bahan dasar roti tawar berharga mahal diduga paling baik. Roti tawar berharga mahal pada umumnya menggunakan gandum berkualitas, susu bubuk, mentega dan telur. Bahan dasar dalam pembuatan roti tawar berharga lebih murah berupa gandum berkadar gluten lebih rendah dan bahan pengembang (Anonim, 2002). Hal ini menyebabkan komposisi kimiawi, terutama senyawa organik seperti selulosa, lipid, protein maupun amilum masing-masing jenis roti tawar berbeda. Masing-masing jenis isolat *Aspergillus* yang tumbuh pada roti tawar menunjukkan kemampuan enzimatis (selulolitik, lipolitik, amilolitik dan proteolitik) tertentu. Menurut Fardiaz (1992) salah satu sifat kapang adalah membutuhkan makanan tertentu. Kebanyakan kapang dapat memproduksi enzim hidrolitik seperti amilase, pektinase, protease atau lipase, sehingga kapang mampu tumbuh pada makanan yang mengandung amilum, pektin, protein atau lipid.

Raper and Fennel (1965) menyatakan bahwa anggota-anggota kelompok *A. flavus* selain menghasilkan enzim-enzim, juga menghasilkan antibiotik tertentu, asam-asam organik, vitamin, faktor pertumbuhan dan steroid. Tetapi beberapa anggota kelompok ini juga diketahui memproduksi mikotoksin yang berbahaya bagi manusia dan hewan. Anggota-anggota kelompok *A. ochraceus* selain menghasilkan enzim-enzim, juga menghasilkan antibiotik, pigmen dan steroid. Beberapa kelompok *A. niger*, selain menghasilkan enzim-enzim, juga

menghasilkan antibiotik tertentu, vitamin, steroid, pigmen dan asam-asam organik, tetapi anggota-anggota kelompok ini juga diketahui dapat menyebabkan penyakit tertentu pada manusia dan hewan. Kelompok *A. wentii* memiliki anggota-anggota yang menghasilkan antibiotik dan asam-asam organik.

Mengingat disamping nilai ekonomisnya seperti telah dikemukakan di atas, beberapa jenis *Aspergillus* juga sangat berbahaya dan dapat mengganggu kesehatan manusia, maka sangat dianjurkan untuk tidak mengkonsumsi makanan yang telah ditumbuhi jamur. Pertumbuhan jamur pada makanan mudah dikenali, yaitu dengan adanya penampakan seperti kapas berwarna putih atau warna lainnya, terlihat adanya zona gelap atau seperti asap (Frazier and Westhoff, 1988).

#### 4.2.2 Aktivitas Enzimatis Isolat-isolat *Aspergillus* dari Roti Tawar

Kemampuan enzimatis isolat-isolat *Aspergillus* yang diisolasi dari 3 jenis (merk) roti tawar dapat dilihat pada Tabel 4.5 di atas. Kemampuan enzimatis yang diamati pada penelitian ini meliputi kemampuan amilolitik, selulolitik, lipolitik dan proteolitik isolat. Isolat 1 menunjukkan adanya aktivitas amilolitik, selulolitik, lipolitik maupun proteolitik. Adanya aktivitas selulolitik dan lipolitik ditunjukkan oleh isolat 2. Isolat 3 menunjukkan adanya aktivitas amilolitik, selulolitik, lipolitik maupun proteolitik. Adanya aktivitas amilolitik, selulolitik dan proteolitik ditunjukkan oleh isolat 4. Isolat 5 menunjukkan adanya aktivitas amilolitik, selulolitik, lipolitik maupun proteolitik. Adanya aktivitas selulolitik dan lipolitik ditunjukkan oleh isolat 6.

Isolat yang mampu menghidrolisis amilum (0,2%) dalam medium Amilum Agar diketahui dengan melihat pada pembentukan zona hidrolisis (transparan) di sekeliling koloninya diantara zona berwarna biru tua setelah digenangi larutan I<sub>2</sub>KI (Brock and Madigan, 1991). Terbentuknya zona transparan merupakan tanda bahwa telah terjadi pemecahan (hidrolisis) amilum pada medium tersebut, karena reaksi positif antara amilum dan I<sub>2</sub>KI adalah terbentuknya warna biru tua (Fessenden and Fessenden, 1999).

Empat jenis isolat diketahui mampu menghidrolisis amilum pada medium Amilum Agar (membentuk zona hidrolisis) atau dengan kata lain menunjukkan adanya aktivitas amilolitik yaitu isolat 1, 3, 4 dan 5. Adanya hidrolisis amilum terjadi karena adanya aktivitas enzim amilase (Brock and Madigan, 1991). Tingginya kemampuan hidrolisis amilum ditentukan oleh besarnya zona hidrolisis relatif yang terbentuk (selisih antara diameter zona hidrolisis (transparan) dengan diameter koloni). Isolat 5 memiliki kemampuan menghidrolisis amilum yang paling tinggi, terlihat dari zona hidrolisis relatif (indeks zona hidrolisis relatif 4-6 mm). Kemampuan hidrolisis amilum oleh isolat-isolat *Aspergillus* dari yang tertinggi ke terendah setelah isolat 5 berturut-turut isolat 3 dan isolat 1 (zona hidrolisis relatif berada pada indeks 2- 4 mm) serta isolat 4, zona hidrolisis relatif berada pada indeks 0- 2 mm. Isolat yang tidak menunjukkan adanya aktivitas amilolitik, tidak terbentuk zona hidrolisis (transparan) sebagai hasil hidrolisis amilum, yaitu isolat 2 dan isolat 6. Jadi dapat dikatakan bahwa Isolat 5, 3, 1 dan 4 merupakan isolat-isolat penghasil enzim amilase, sedangkan isolat 2 dan 6 bukan merupakan isolat-isolat penghasil enzim ini.

Adanya aktivitas selulolitik atau telah terjadinya hidrolisis selulosa ditandai dengan zona hidrolisis (transparan) di sekeliling koloni isolat, diantara zona berwarna biru terang/muda. Kondisi ini terjadi setelah di sekeliling koloni isolat digenangi larutan  $H_2SO_4$  70%, diikuti dengan larutan  $I_2KI$  (Griffin, 1981).

Tabel 4.5 di atas menunjukkan bahwa semua isolat *Aspergillus* dari roti tawar mampu menghidrolisis selulosa berupa "carboxymethylcellulose" (CMC). Hal ini dibuktikan dengan adanya pembentukan zona transparan di sekeliling koloni isolat. Besarnya hidrolisis CMC juga ditentukan oleh besarnya zona hidrolisis relatif. Isolat 3 dan 1 memiliki zona hidrolisis relatif paling besar dengan indeks 2- 4 mm. Kemampuan kedua isolat tersebut diikuti oleh isolat 6, 4, 5 dan 2, semuanya dengan indeks 0- 2 mm.

Menurut Stainer *et al* (1984), hidrolisis selulosa terjadi karena adanya aktivitas enzim selulase. Enzim selulase merupakan enzim ekstraseluler /eksoenzim yang disintesis mikroorganisme karena adanya selulosa. Jadi dapat dikatakan bahwa semua isolat merupakan penghasil enzim selulase.

Adanya hidrolisis lipid berupa tributirin pada medium Tributirin Agar oleh masing-masing isolat *Aspergillus* ini ditandai dengan adanya zona transparan di sekeliling koloni, diantara zona keruh (Trihendrokesowo, 1989). Tabel 4.5 di atas menunjukkan bahwa terdapat 5 isolat yang mampu menghidrolisis tributirin. Isolat-isolat itu adalah isolat 1, 2, 3, 5 dan 6.

Isolat 2 dan 3 memiliki kemampuan menghidrolisis tributirin paling tinggi. Hal ini terlihat pada besarnya zona hidrolisis relatif yang dihasilkan, indeks 4 - 6 mm. Kemampuan menghidrolisis tributirin ini diikuti oleh isolat 6 dan 5

indeks zona hidrolisis relatif 2- 4 mm) dan isolat 1 (indeks 0- 2 mm). Isolat yang tidak mampu menghidrolisis tributirin adalah isolat 4. Hal ini terlihat dari tidak adanya zona hidrolisis relatif yang terbentuk.

Hidrolisis lipid berupa tributirin oleh isolat-isolat terjadi karena adanya aktivitas enzim lipase. Adanya substrat berlemak, seperti tributirin akan memacu sintesis enzim lipase (Trihendrokesowo, 1989). Hal ini berarti bahwa isolat 1, 2, 3, 5 dan 6 merupakan isolat penghasil enzim lipase, sedangkan isolat 4 bukan merupakan isolat penghasil lipase.

Hidrolisis protein berupa gelatin ditandai dengan adanya pencairan gelatin pada suhu rendah ( $\pm 4^{\circ}$  C), sedangkan tidak adanya hidrolisis gelatin ditandai dengan membekunya gelatin pada suhu tersebut. Terdapat 4 isolat yang mampu menghidrolisis gelatin, yaitu isolat 1, 3, 4, dan 5. Isolat 1 menunjukkan kemampuan menghidrolisis gelatin paling tinggi. Hal ini terlihat pada indeks pencairan gelatin 6- 8 cm, diikuti oleh isolat 4 dan 5 dengan indeks pencairan gelatin 4- 6 cm serta isolat 3 indeks pencairan gelatin 2- 4 cm.

Griffin (1981) menyatakan bahwa protease diinduksi oleh adanya protein, dengan kata lain isolat 1, 3, 4 dan 5 merupakan isolat-isolat penghasil protease, sedangkan isolat 2 dan 6 bukan merupakan isolat penghasil protease.

Isolat yang memiliki keempat macam kemampuan enzimatik, yaitu amilolitik, lipolitik, selulolitik dan proteolitik yang diujikan adalah isolat 1,3 dan 5. Aktivitas proteolitik dan selulolitik terbaik ditunjukkan oleh isolat 1, lipolitik dan selulolitik oleh isolat 3, sedangkan isolat 5 menunjukkan aktivitas amilolitik terbaik.