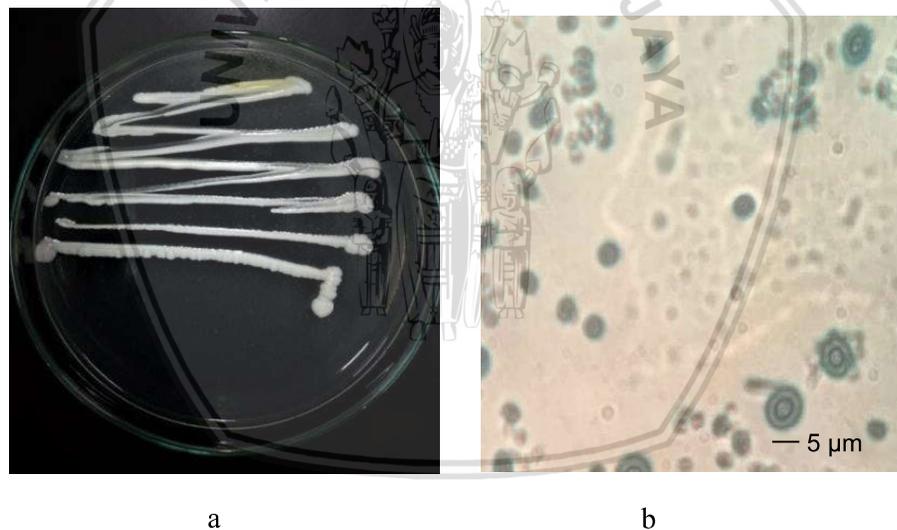


## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Identifikasi Makroskopis koloni dan Mikroskopis Sel-Sel Khamir

Hasil isolasi khamir dari lahan yang terdapat residu fungisida ziram diketahui 5 genus khamir yaitu *Arxiozyma* sp., *Rodothorulla* sp., *Saccharomyces* sp., *Pichia* sp., dan *Candida* sp.. Berikut ini hasil pengamatan genus khamir secara koloni dan mikroskopis.

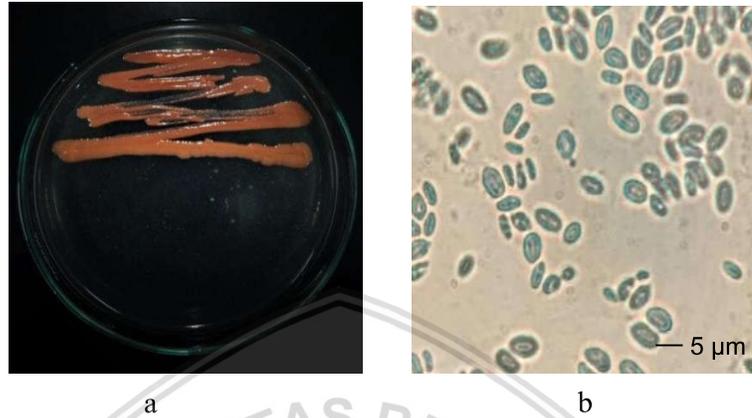
***Arxiozyma* sp.** Koloni khamir *Arxiozyma* sp. setelah dua hari setelah inokulasi (HSI) berwarna putih, bertekstur butiran, elevasi timbul dan permukaan mengkilap (Gambar 3a). Sedangkan identifikasi secara mikroskopis didapat hasil bentuk sel oval, pertunasan multilateral, dan memiliki ukuran sel 2,18-3,51  $\mu\text{m}$  (Gambar 3b). Menurut Kurtzman (2011) *Arxiozyma* sp. setelah tiga HSI berwarna putih kecoklatan, berbentuk bulat, memiliki ukuran 2,9-7,5  $\mu\text{m}$ , dan bentuk sel tunggal.



Gambar 4. Koloni khamir *Arxiozyma* sp. a. Koloni pada media PDA, b. Mikroskopis sel

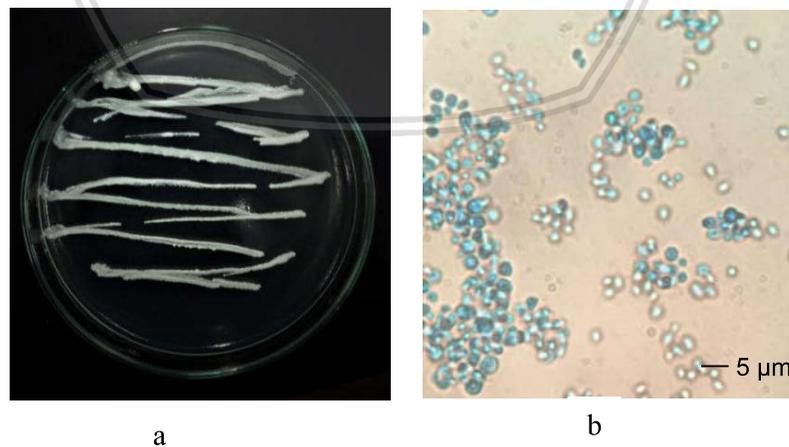
***Rhodotorula* sp.** Koloni dari khamir *Rhodotorula* Sp. setelah dua HSI berwarna merah muda, bertekstur butiran, elevasi timbul dan permukaan mengkilap (Gambar 4a). Sedangkan identifikasi secara mikroskopis didapat hasil bentuk sel bulat telur, tipe pertunasan multilateral, dan memiliki ukuran 1,58-2,28  $\mu\text{m}$  (Gambar 4b). Menurut Kurtzman (2011) *Rhodotorula* sp. setelah tiga HSI

berwarna merah muda, butiran, mengkilap, bentuk sel ovoidal, bersel tunggal, dan memiliki ukuran 2,00-10,10  $\mu\text{m}$ .



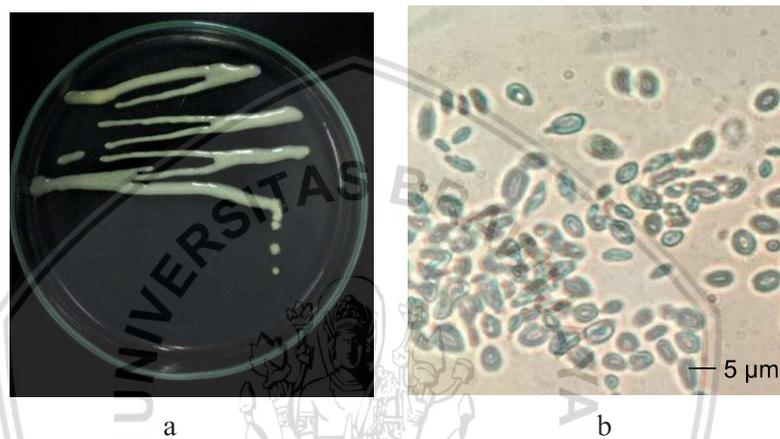
Gambar 5. Koloni khamir *Rhodotorula* sp. a. Koloni pada media PDA, b. Mikroskopis sel

***Saccharomyces* sp.** Koloni dari khamir *Saccharomyces* Sp. setelah dua HSI berwarna putih, bertekstur padat, elevasi rata dan permukaan mengkilap (Gambar 5a). Sedangkan Identifikasi secara mikroskopis didapat hasil bentuk sel oval, tipe pertunasan multilateral, dan memiliki ukuran 1,75-2,07  $\mu\text{m}$  (Gambar 5b). Menurut Kurtzman (2011) *Saccharomyces* sp setelah tiga HSI koloni berwarna putih krem, bertekstur padat, bentuk sel silindris, sel tunggal dan memiliki ukuran sel 3,50-11,00  $\mu\text{m}$ .



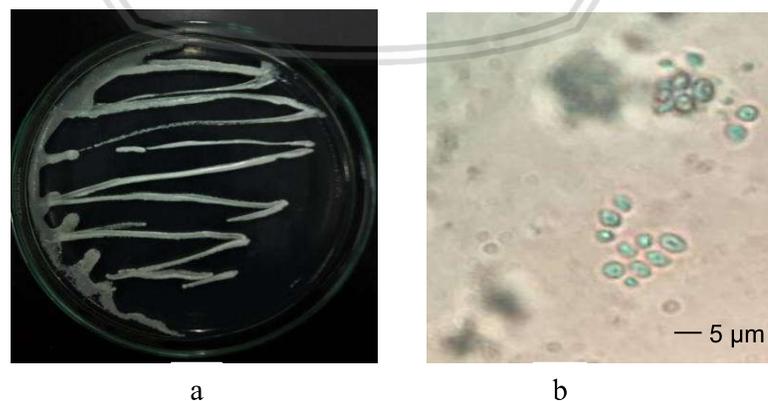
Gambar 6. Koloni khamir *Saccharomyces* sp. a. Koloni pada media PDA, b. Mikroskopis sel

***Pichia sp.*** Koloni dari khamir *Pichia Sp.* setelah dua HSI berwarna putih, bertekstur butiran, elevasi cembung dan permukaan mengkilap (Gambar 6a). Sedangkan Identifikasi secara mikroskopis didapat hasil bentuk sel ovoidal, tipe pertunasan multilateral, dan memiliki ukuran 1,62-3,00  $\mu\text{m}$  pada dua HSI (Gambar 6b). Menurut Kurtzman (2011) *Pichia sp.* setelah tiga HSI berbentuk silindris, memiliki ukuran 2,00-8,50  $\mu\text{m}$ , koloni berwarna putih, dan bersel tunggal.



Gambar 7. Koloni khamir *Pichia sp.* a. Koloni pada media PDA, b. Mikroskopis sel

***Candida sp.*** Koloni dari khamir *Candida Sp.* setelah dua HSI berwarna putih, bertekstur butiran, elevasi datar dan permukaan tidak mengkilap (Gambar 7a).



Gambar 8. Koloni khamir *Candida sp.* a. Koloni pada media PDA, b. Mikroskopis sel

Identifikasi secara mikroskopis didapat hasil bentuk sel bulat telur, tipe pertunasan multilateral, dan memiliki ukuran 1,63-1,78  $\mu\text{m}$  pada dua hsi (Gambar 7b). Menurut Kurtzman (2011) *Candida* sp. setelah tiga HSI dapat tumbuh 3,0-10,0  $\mu\text{m}$ , bentuk sel ovoidal, bersel tunggal atau berpasangan, dan warna koloni putih hingga krem.

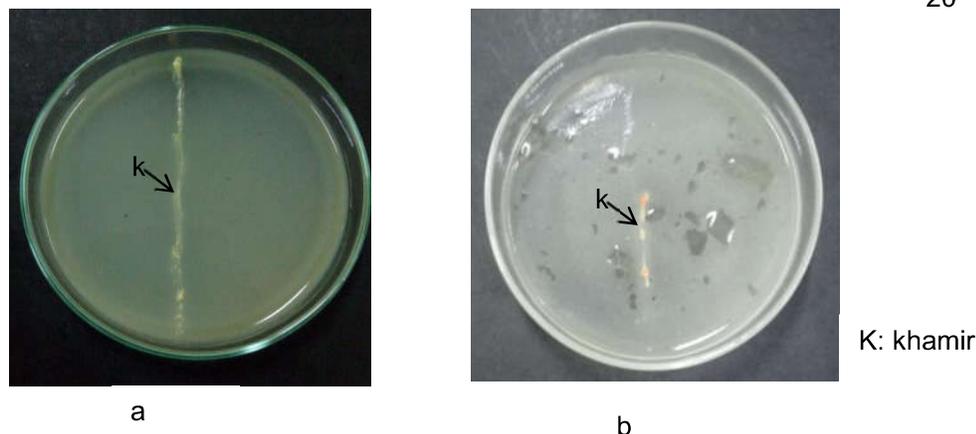
#### 4.2 Uji Adaptasi Khamir pada Fungisida Berbahan Aktif Ziram

Dari hasil uji adaptasi diketahui bahwa rerata panjang koloni kelima khamir hingga konsentrasi 10 kali adalah sama (Tabel 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa kelima khamir berpotensi sebagai agen pendegradasi fungisida ziram. Khamir yang tumbuh tidak terputus-putus sepanjang diameter cawan Petri merupakan khamir yang dapat beradaptasi dengan maksimal. Sedangkan khamir yang tumbuh terputus-putus merupakan khamir yang tidak dapat beradaptasi dengan maksimal (Gambar 9). Menurut Radwan (2009) beberapa khamir dapat menguraikan ikatan hidrokarbon seperti  $\text{H}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ , dan  $\text{C}_3\text{H}_8$  dan menjadikannya sumber energi untuk bertahan hidup. Berbeda dengan pernyataan Nelson (1971) bahwa pestisida chlordine berhasil menghambat kemampuan metabolisme khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam mengubah substrat metan seperti laktat atau etanol menjadi gula yang difermentasi yaitu galaktosa atau fruktosa yang menyebabkan khamir sulit bernapas dan mati. Khamir mempunyai sifat untuk mempertahankan diri pada keadaan yang ekstrim sejak dilakukan inokulasi. Struktur sel jamur mempunyai pengaruh dalam ketahanan terhadap fungisida.

Tabel 2. Rerata Panjang Koloni Khamir (cm) pada Berbagai Konsentrasi Fungisida Ziram

Khamir	Konsentrasi Fungisida Ziram					
	0* (kontrol)	2*	4*	6*	8*	10*
<i>Arxiozyma</i> sp.	9,0	8,8	5,7	8,7	6,8	5,9
<i>Rhodotorulla</i> sp.	9,0	8,5	3,3	4,2	3,7	5,7
<i>Saccharomyces</i> sp.	9,0	9,0	5,0	4,2	4,0	3,3
<i>Pichia</i> sp.	9,0	8,1	5,0	5,0	6,0	6,7
<i>Candida</i> sp.	9,0	9,0	5,8	6,4	5,5	5,0

Keterangan: \* kali konsentrasi anjuran produk fungisida



Gambar 9. Perbedaan koloni khamir dalam uji adaptasi khamir pada pestisida ziram secara *invitro*. a. Khamir *Candida* sp. mampu beradaptasi, b. Khamir *Rhodotorula* sp. tidak mampu beradaptasi.

Jamur mempunyai kemampuan untuk mempertahankan diri dari penggunaan pestisida yang berulang-ulang (Sumardiyono, 2008). Berbeda dengan pernyataan Rodriguez (2011) bahwa pemberian fungisida Cabrio top pada konsentrasi yang tinggi akan menghambat pertumbuhan dan fermentasi khamir *S. cerevisiae*. Pada media PDA dan lingkungan diduga memiliki nutrisi makanan, pH, suhu, dan kelembaban yang sesuai untuk pertumbuhan khamir. Menurut Fardiaz (1992) khamir membutuhkan suhu 25-30°C, pH 2-8, air dan kelembaban, dan nutrisi makanan untuk mampu bertahan hidup dengan maksimal. Menurut Cabral (2003) khamir *Saccharomyces cerevisiae* mampu hidup pada uraian dari herbisida chlorinated phenoxyacetic yang bahkan lebih beracun dari herbisida aslinya dan mampu menghasilkan enzim lakase yang dapat mengurangi residu herbisida chlorinated phenoxyacetic pada pH 2,5-6,5. Menurut Chu (2006) khamir *Pichia pastoris* mampu mengurangi residu orghanopospat dan mampu hidup pada suhu 65°C serta pada pH 9.

#### 4.3 Uji Degradasi Fungisida Berbahan Aktif Ziram oleh Khamir

Pada uji degradasi diketahui bahwa kelima khamir berhasil mendegradasi fungisida ziram secara nyata. Hal tersebut diketahui dari rerata pertumbuhan koloni jamur *A.porri* pada perakuan penambahan khamir lebih tinggi secara nyata dari kontrol positif dan lebih rendah secara nyata dari kontrol negatif. Rerata koloni jamur *A.porri* lebih tinggi pada perlakuan penambahan khamir *Pichia* sp. dan *Rhodotorula* sp. dibandingkan dengan perlakuan penambahan khamir *Arxiozyma* sp, *Saccharomyces* sp, dan *Candida* sp.. Hal tersebut membuktikan

bahwa khamir *Pichia* sp. dan *Rhodotorula* sp. dapat mendegradasi fungisida ziram lebih besar dari perlakuan khamir *Arxiozyma* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Candida* sp. (Tabel 3). Pfaller (2007) menyatakan bahwa terdapat 17 spesies *Candida* yang merupakan penyebab penyakit pada manusia, namun 90% infeksi pada manusia disebabkan oleh khamir *Candida albicans* Robin, *Candida glabrata* H.W. Anderson, *Candida parapsilosis* Ashford, *Candida tropicalis* Castellani, dan *Candida kursei* Castellani. Dengan demikian penggunaan khamir *Candida* sp. sebagai agen pendegradasi tidak direkomendasikan karena perlu dilakukan identifikasi hingga tingkat spesies dan uji patogenitas pada manusia. Kemampuan khamir dalam mendegradasi daya racun fungisida ziram diduga karena khamir memiliki enzim untuk mengurai ikatan hidrokarbon. Enzim yang diduga untuk mendegradasi ikatan hidrokarbon adalah lakase. Enzim lakase dapat mengubah xenobiotik seperti pestisida yang merupakan salah satu sumber utama kontaminasi di dalam tanah menjadi sumber nutrisi (Mougin *et al.*, 2009). Menurut Csutak (2010) khamir dapat digunakan sebagai agen bioremediasi karena khamir mampu mengkonsumsi xenobiotik menjadi sumber karbon, sehingga ikatan hidrokarbon yang berada dalam pestisida mampu terurai dan menjadi sumber energi bagi khamir. Adanya reaksi enzim mikroorganisme berpengaruh dalam penguraian pestisida. Fungisida ziram mampu terdegradasi oleh cahaya dan air, hasil dari degradasi fungisida ziram yaitu carbon disulfide, Carbon Oxide Sulfide, Carbon dooxide, dan Dimethyldithiocarbamic acid (USEPA, 2004).

Tabel 3. Rerata diameter *Alternaria porri* pada uji degradasi fungisida ziram

Perlakuan	Rerata diameter <i>A. porri</i> (cm)± Standart Deviasi
Kontrol negatif (tanpa pestisida dan tanpa khamir)	6,70±0,611 c
Kontrol positif (tanpa khamir)	3,90±0,100 a
<i>Pichia</i> sp	5,90±0,305 bc
<i>Rhodotorulla</i> sp.	5,70±0,642 bc
<i>Saccharomyces</i> sp.	5,30±1,040 b
<i>Arxiozyma</i> sp.	5,30±0,513 b
<i>Candida</i> sp.	5,10±1,104 b

Keterangan: Angka-angka yang disertai huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%