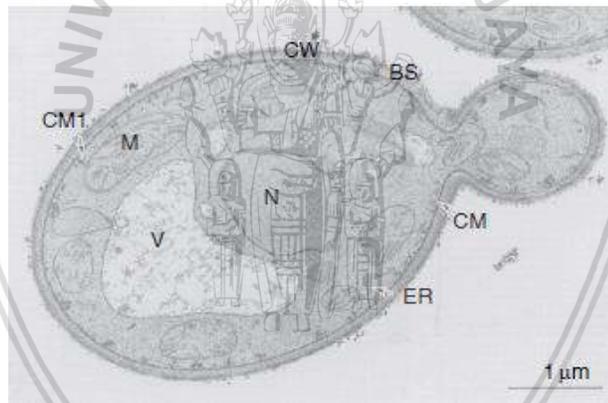


II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Khamir

2.1.1 Pengertian Khamir

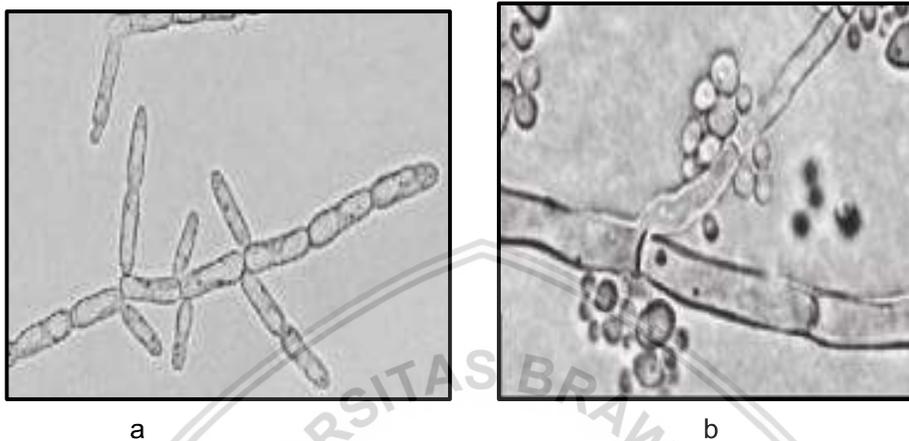
Khamir merupakan salah satu mikroorganisme yang memiliki rentang ekologi yang cukup luas dan mampu hidup pada lingkungan ekstrim serta banyak ditemukan pada lingkungan yang mengandung bahan organik tinggi. Jumlah khamir di tanah tidak sebanyak jumlah bakteri dan jamur benang, namun khamir dalam tanah mampu berperan dalam proses dekomposisi dan mineralisasi senyawa organik (Jumiyati *et al.*, 2012).. Khamir memiliki ukuran panjang sel berkisar 2-3 μm sampai 20-50 μm dan memiliki lebar sel 1-10 μm , tidak berflagel, bereproduksi secara aseksual dengan budding atau fussion, atau dapat memproduksi beberapa jenis konidia, yang disebut stalked konidia, *blastoconidia*, atau *arthoconidia* (Kavanagh, 2005).



Gambar 1. Penampakan khamir pada mikroskop. CM: membran sel; BS: bekas tunas; CW: dinding sel; ER: reticulum endoplasma; M: mitokondria; N: Nukleus; V:vakuola (Walker, 2009)

Khamir dapat berkembang biak secara seksual dan aseksual. Khamir yang berkembangbiak secara aseksual dan belum diketahui cara reproduksi seksualnya berasal dari genus *Brettanomyces*, *Sporobolomyces*, *Bullera*, *Rhodotula*, *Kloeckera*, *Trigonopsis*, dan *Schizoblastosporium* (Schneiter, 2004). Pseudohifa ialah sel yang umumnya mengalami pemanjangan, dihasilkan dari setiap tunas (Gambar 2a), sel pseudohifa berikatan dengan sel induk, sehingga membentuk rantai dan membentuk cabang (Barnett, 2011). Sel baru dari khamir berasal hifa dan pseudohifa. Hifa ialah perpanjangan sel atau rangkaian sel, filamen dari miselium, terdapat sekat yang membentuk lingkaran (Gambar 2b).

Reproduksi khamir secara seksual dilakukan dengan penggabungan askospora dengan nukleus atau dengan askospora lain. Selanjutnya memperbanyak melalui pembelahan sel vegetatif (Schneiter, 2004).



Gambar 2. Penampakan koloni khamir secara mikroskopis. a. Pseudohifa, b. Hifa (Kruzman, *et al.*, 2011)

Khamir bersifat aerob yaitu mutlak memerlukan oksigen. Khamir yang bersifat fermentatif yang hidup dalam keadaan anaerob yaitu tidak memerlukan oksigen bebas. Nutrisi yang diperlukan khamir untuk pertumbuhan yaitu nitrogen dalam bentuk sederhana atau kompleks misalnya dalam bentuk ammonia dan urea atau asam amino dan polipeptida (Suriawiria, 2005). Khamir memiliki habitat yang luas mencakup dataran, perairan dan udara. Khamir di alam dapat hidup sebagai saprofit yang berperan penting dalam siklus biogeokimia pada ekosistem. Selain sebagai saprofit, khamir dapat hidup sebagai epifit, endofit maupun parasit (Indrawan, 2007).

2.1.2 Faktor-Faktor yang Dapat Mempengaruhi Pertumbuhan Jamur

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan jamur menurut Fardiaz (1992) yaitu:

a. Kelembaban dan Air.

Air berperan dalam reaksi metabolik di dalam sel dan merupakan alat pengangkutan zat gizi ke dalam sel atau hasil buangan keluar sel. Jika kelembaban dan air kurang maka jamur akan sulit untuk melakukan reaksi metabolik.

b. Suhu.

Suhu mempengaruhi pertumbuhan organisme kenaikan suhu dapat mempercepat reaksi metabolisme dan pertumbuhan organisme. Namun jika suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah maka organisme akan mati.

c. Oksigen dan pH.

Jamur bersifat aerobik sehingga pertumbuhan jamur membutuhkan oksigen. Pernapasan jamur di dalam media dapat dipengaruhi oleh tingkat kemasaman, tetapi umumnya mampu bernapas dengan baik pada tingkat pH rendah. Pertumbuhan hifa dan pernapasan dipengaruhi oleh perubahan pH.

d. Makanan.

Mikroorganisme memerlukan suplai makanan untuk sumber energi dan menyediakan unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Jamur dan kapang mempunyai enzim hidrolitik, beberapa mempunyai enzim amylase, pektinase, proteinase, dan lipase untuk mencerna bahan makanan.

2.1.3 Pemanfaatan Khamir sebagai Agens Bioremediasi

Beberapa jenis khamir ditemukan memiliki potensi yang mampu digunakan dalam bidang bioremediasi. Salah satu contoh khamir tersebut adalah *Yarrowia lipolytica*, dikenal untuk menurunkan limbah pabrik kelapa sawit (Oswal *et al.*, 2002), bahan Peledak (Jain *et al.*, 2004) dan Hidrokarbon lainnya, seperti alkana, asam lemak, lemak dan minyak (Fickers *et al.*, 2005). Jenis khamir *Candida tropicalis* yang diisolasi dari limbah Industri dipakistan mampu menurunkan kadar Kadmium dan Tembaga (Rehman, 2009).

Jenis mikroba yang digunakan dalam mendegradasi minyak yang telah mencemari air laut adalah mikroba *Candida* sp. (Nurharyati *et al.*, 2004) memanfaatkan hidrokarbon minyak untuk pertumbuhan dengan memotong hidrokarbon alifatik dan aromatik. Terdapat 56 spesies khamir yang mampu mendegradasi hidrokarbon (Komagata *et al.*, 1964) dan diantaranya adalah dari genus *Candida*, *Rhodospirium*, *Rhodoturula*, *Saccharomyces*, *Sporobolomyces*, *Trichosporium* dan *Clodosporium* (Ahearn *et al.*, 1976).

Khamir lain yang digunakan dalam bioremediasi misalnya *Candida tropicalis* Castellani, *S. cerevisiae*, dan *Candida utilis* Henneberg berperan penting dalam membersihkan limbah industri bahan kimia yang tidak diinginkan.

Agaricus bisporus (Lange) Sing dan *Letinus oleoides* Comb. penting dalam dekomposisi ligniselulosa (Chivukula dan Renganathan, 1995).

2.2 Bioremediasi

2.2.1 Pengertian Bioremediasi

Bioremediasi merupakan proses penguraian limbah organik atau anorganik polutan secara biologi dalam kondisi terkendali dengan tujuan mengontrol dan mereduksi bahan pencemar dari lingkungan (Suryani, 2012). Bioremediasi merujuk pada penggunaan secara produktif proses biodegradatif untuk menghilangkan atau mendetoksi polutan biasanya kontaminan tanah, air dan sedimen yang mencemari lingkungan dan mengancam kesehatan masyarakat (Crawford, 1996).

2.2.2 Jenis-Jenis Bioremediasi

Jenis-jenis bioremediasi menurut Surtikanti (2011) dibagi menjadi 2 yaitu bioremediasi yang melibatkan mikroba dan bioremediasi berdasarkan lokasi, berikut penjelasannya:

a. Bioremediasi yang melibatkan mikroba terdapat 3 macam yaitu:

1. Biostimulasi

Biostimulasi merupakan memperbanyak dan mempercepat pertumbuhan mikroba yang sudah ada di daerah tercemar dengan cara memberikan lingkungan pertumbuhan yang diperlukan.

2. Bioaugmentasi

Bioaugmentasi merupakan penambahan produk mikroba komersial ke dalam limbah cair untuk meningkatkan efisiensi dalam pengolahan limbah secara biologi.

3. Bioremediasi Intrinsik

Bioremediasi intrinsik bioremediasi jenis ini terjadi secara alami dalam air atau tanah yang tercemar.

b. Bioremediasi berdasarkan lokasi terdapat 2 macam yaitu:

1. *In situ*

Bioremediasi yang dapat dilakukan langsung di lokasi tanah tercemar atau proses bioremediasi yang digunakan berada pada tempat lokasi limbah tersebut.

2. *Ex situ*

Bioremediasi yang dilakukan dengan mengambil limbah tersebut lalu ditreatment ditempat lain, setelah itu baru dikembalikan ke tempat asal. Lalu diberi perlakuan khusus dengan memakai mikroba.

2.3 Pestisida

2.3.1 Pengertian Pestisida

Pestisida adalah bahan yang digunakan untuk mengendalikan, menolak, atau membasmi organisme pengganggu. Pestisida menurut Undang-Undang No.12 Tahun 1992 adalah zat atau senyawa kimia, zat pengatur dan perangsang tumbuh, bahan lain, serta organisme renik, atau virus yang digunakan untuk melakukan perlindungan tanaman. Pestisida merupakan salah satu komponen pengendalian dalam konsep pengendalian hama terpadu. Pestisida secara cepat dapat menurunkan populasi hama dan mencegah meluasnya serangan, sehingga kehilangan hasil dapat berkurang (Hernayanti, 2015).

Secara umum berdasarkan jenis bahan kimia penyusun pestisida digolongkan menjadi golongan Ditiokarbamat, Organofosfat, Karbamat, Klorohidrokarbon, Arsen, Antikoagulan, Organoklorin, Organosulfur, dan Dinitrofenol (Sudarmo,1990). Berdasarkan sifat dan cara kerja pestisida dibagi menjadi racun kontak, racun lambung, dan racun pernapasan. Sehingga bentuk formulasi pestisida berbeda-beda sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Bentuk formulasi pestisida dibagi menjadi bentuk tepung halus, butiran, cair, tepung yang dapat larut dalam air, tepung yang disuspensikan kedalam air, suspense, dan solution (Wudianto, 2010).

Efek dari penggunaan pestisida berlebih yaitu dapat membunuh organisme bukan target, hama menjadi tahan terhadap pestisida yang sama, menimbulkan kanker pada manusia dan menimbulkan residu pada lingkungan sekitarnya (Komisi pestisida, 1997). Penyebab utama pencemaran lingkungan oleh pestisida adalah pengendapan dan residu pestisida yang digunakan untuk pengendalian gulma, hama, penyakit, dan serangga yang berhubungan dengan kesehatan manusia (Tarumingkeng, 1992). Residu merupakan senyawa kimia yang tertinggal dan menumpuk pada media tertentu.

2.3.2 Karakteristik Bahan Aktif Ziram

Pestisida berbahan aktif ziram termasuk dalam golongan ditiokarbamat. Berdasarkan gugusan molekulnya termasuk dalam jenis pestisida organofosfat, yaitu memiliki gugus ikatan sulfur (S) di dalam ikatan molekulnya (Tabel 1). Pestisida ziram bekerja secara kontak dan protektif. Cara kerja pestisida ziram dengan menghambat perkecambahan spora dan pertumbuhan miselia serta respirasi jamur sehingga jamur tidak berkecambah dan akhirnya jamur akan mati. Pestisida ziram merupakan pestisida yang memiliki sasaran yang luas pada umumnya digunakan untuk mengendalikan penyakit jamur seperti *C. capsici*, *C. capsici*, *A. porri*, *R. solani*, *P. oryzae*, *X. campestris*, dan *P. infestans*. Berikut adalah informasi dari senyawa ziram:

Tabel 1. Karakteristik Senyawa Ziram (FAO, 2017)

Nama umum (ISO) kimia (IUPAC)	Ziram Zinc dimethyldithiocarbamate
Formula molekul	$C_6H_{12}N_2S_4Zn$
Massa molekul	305.796 g/mol
Suhu titik lebur	240-250 ⁰ C
Peresisten	30 hari
Struktur formula	