BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Khamir

Khamir dibedakan dari kapang karena bentukmya yang uniseluler. Sel khamir mempunyai ukuran yang bervariasi, dengan panjang 1-5 μm sampai 20-50 μm dan lebar 1-10 μm. Berbentuk bulat, oval, silinder, botol, atau lainnya. Sebagai sel tunggal, khamir tumbuh lebih cepat daripada kapang yang membentuk filamen. Khamir juga lebih efektif dalam memecah komponen kimia dibandingkan kapang, karena mempunyai perbandingan permukaan yang lebih luas (Fardiaz, 1992)

Kebutuhan khamir terhadap air lebih sedikit dibandingkan dengan bakteri pada umumnya, namun beberapa jenis khamir membutuhkan air lebih banyak daripada kapang. Jenis khamir tertentu mempunyai persyaratan A_w yang rendah, dan termasuk organisme osmofilik. Interval A_w untuk pertumbuhan optimal khamir antara 0,62-0,65. pH optimum bagi pertumbuhan khamir adalah 4,0-4,5 , dan tidak dapat tumbuh dengan baik pada media yang bersifat alkalis. Khamir tumbuh baik pada kondisi aerob, tetapi untuk jenis khamir fermentatif dapat tumbuh secara anaerob, walaupun lambat. Secara umum gula merupakan sumber energi yang paling baik, jenis khamir oksidatif dapat menggunakan asam organik dan alkohol (Rahayu, 1988).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Menurut Fardiaz (1992), ada beberapa cara reproduksi atau perkembangbiakan khamir , yaitu :

1. Pertunasan, yaitu terbentuknya tunas dari sel induk.
2. Pembelahan, yaitu terbelahnya sel induk.
3. Pembelahan Tunas, yaitu kombinasi antara pertunasan dan pembelahan.
4. Sporulasi atau pembentukan spora dibedakan atas spora seksual dan spora aseksual. Reproduksi dengan spora seksual disebut reproduksi generatif (seksual), sedangkan yang lainnya merupakan reproduksi vegetatif (aseksual).

Menurut Kockova *et al.* (1990), sel khamir membutuhkan nutrisi yang tepat untuk pertumbuhan dan pembelahan sel. Nutrisi tersebut diperoleh dari lingkungan yang tersedia dalam media. Komponen-komponen dasar nutrisi bagi khamir adalah sebagai berikut :

1. Air, yang terkandung dalam medium pertumbuhan.
2. Sumber karbon (D-glukosa, D-fruktosa, D-mannosa, beberapa menggunakan sukrosa dan maltosa).
3. Sumber Nitrogen (pepton, ekstrak yeast)
4. Elemen-elemen penting untuk pembentukan dinding sel (elemen biogenik), yaitu oksigen, hidrogen, fosfor, magnesium , dan kalsium.
5. Elemem-elemen yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit (oligobiogenik) ,"trace element", atau mikroelemen.
6. Vitamin dan substansi pertumbuhan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Menurut Rij (1987 dalam Barnett *et.al.*, 1989), khamir dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom : Fungi

Divisio : Eumycota

Subdivisio : Ascomycotina (khamir yang membentuk spora dalam askus)

Basidiomycotina (Membentuk spora dalam basidium)

Deuteromycotina (Tidak membentuk spora seksual atau "fungi imperfecti").

Khamir mampu menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis sukrosa, melobiosa, rafinosa, inulin, dan pati. Dapat memfermentasikan heksosa, disakarida, dan hanya beberapa yang dapat memfermentasikan inulin dari pati, misalnya *Kluyveromyces fragilis, K. marxianus, K. lactis, K. cicerisporus, Candida kefyr, C. pseudotropicalis, C. salmenticensis,C. macedoniensis ,Torulopsis collicxulosa, Debaromyces cantarelly* Caprioti, *D. pharffi* Caprioti, *Schizosaccharomyces pombe. Rhodotorula sp, Pichia guilermondii, Hansenula beijerinchii, Schawanniomyces allucius, Saccharomyces fermentati, S. rosei,* dan *S. flozenzani* (Vandamme and Derycke, 1983 dalam Handayani,1995)

Identifikasi khamir dapat dilakukan dengan melihat morfologi dan fisiologinya. Pada umumnya ciri-ciri morfologi dibutuhkan untuk mengidentifikasi sampai genus, sedangkan ciri-ciri fisiologis dibutuhkan untuk mengidentifikasi sampai spesies.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Menurut Kirsop *et al.* (1984), ciri-ciri morfologi dan fisiologi yang dapat digunakan untuk identifikasi meliputi :

1. Bentuk sel :bulat, oval, filamen, memanjang .
2. Ukuran sel : lebar, panjang
3. Cara reproduksi aseksual :
   - pertunasan (bipolar, multipolar)
   - bentuk septa
   - miselium (semu , sejati)
   - basidium (arthrospora, blastospora, ballistospora, klamidospora , endospora)
4. Cara reproduksi seksual :
   - askospora (konjugasi, bentuk askus, bentuk askospora, dinding askospora, jumlah askospora dalam setiap askus)
   - teliospora
5. Karakteristik kultural :
   - tumbuh pada media cair : tipe depositnya, pelikel, cincin
   - tumbuh pada medium agar : warna koloni, tekstur, kenampakan permukaan.

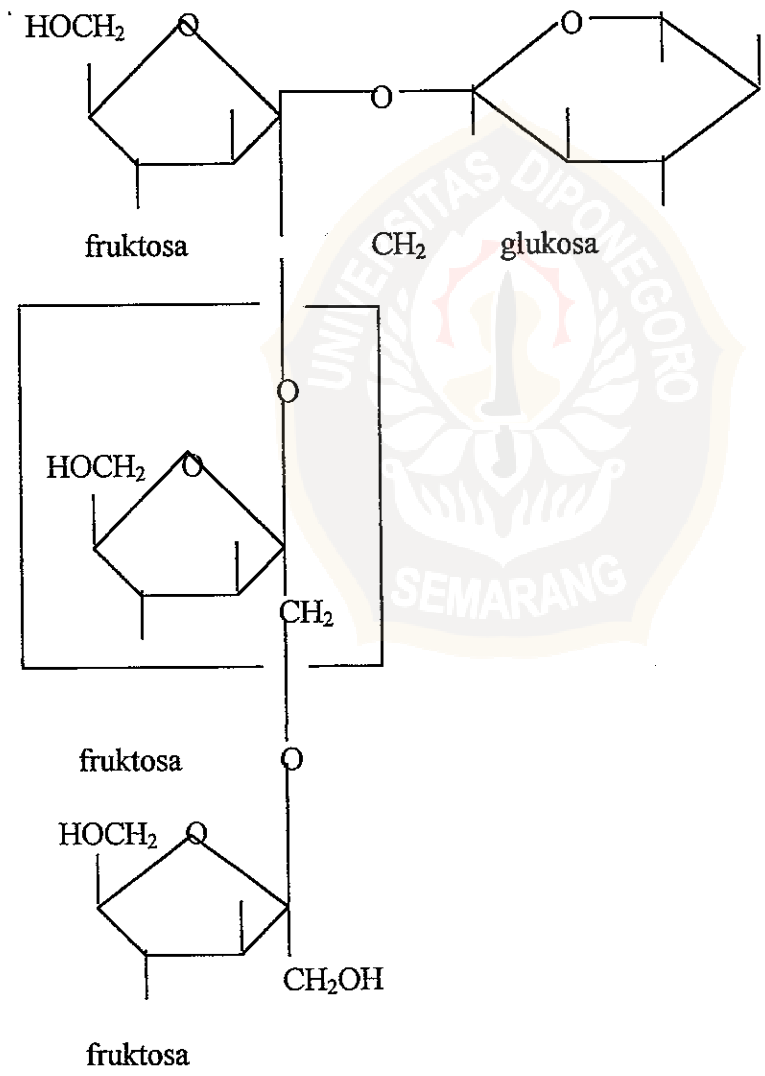
Karakter fisiologisnya meliputi proses fermentasi, asimilasi, nutrisi untuk pertumbuhan, suhu pertumbuhan, produksi asam organik, pati, komposisi dinding sel dll.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

B. Inulin

Inulin merupakan polifruktan yaitu polimer fruktosa rantai linier dengan ikatan β- 2,1 fruktanosidik dengan satu unit terminal glukosa di ujung. Ditemukan dalam umbi akar dahlia dan tanaman lain yang banyak mengandung pati seperti jagung, kentang, umbi ketela rambat (Alais *et al.*, 1986; Byun dan Nahm, 1978).

Struktur kimia inulin adalah sebagai berikut :



Gambar 01. Struktur Kimia Inulin (Vandamme and Derycke,1983 dalam Handayani, 1995)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Inulin tidak larut dalam air dingin, bahkan dalam air yang bersuhu 55°C inulin hanya larut 5%. Inulin dapat digumpalkan atau terendapkan dalam campuran etanol-air, dan dapat dihidrolisis dalam medium asam pada suhu tinggi (Vandamme and Derycke, 1983 dalam Handayani, 1995)

Lebih lanjut dikatakan oleh Byun dan Nahm (1987) bahwa total persentase gula sebagai fruktosa dalam inulin bervariasi dari 75 – 98 persen tergantung pad a pertumbuhan dan kondisi penyimpanan setelah dipanen. Inulin ini sangat potensial sebagai bahan baku pembuatan HFS dan ethanol.

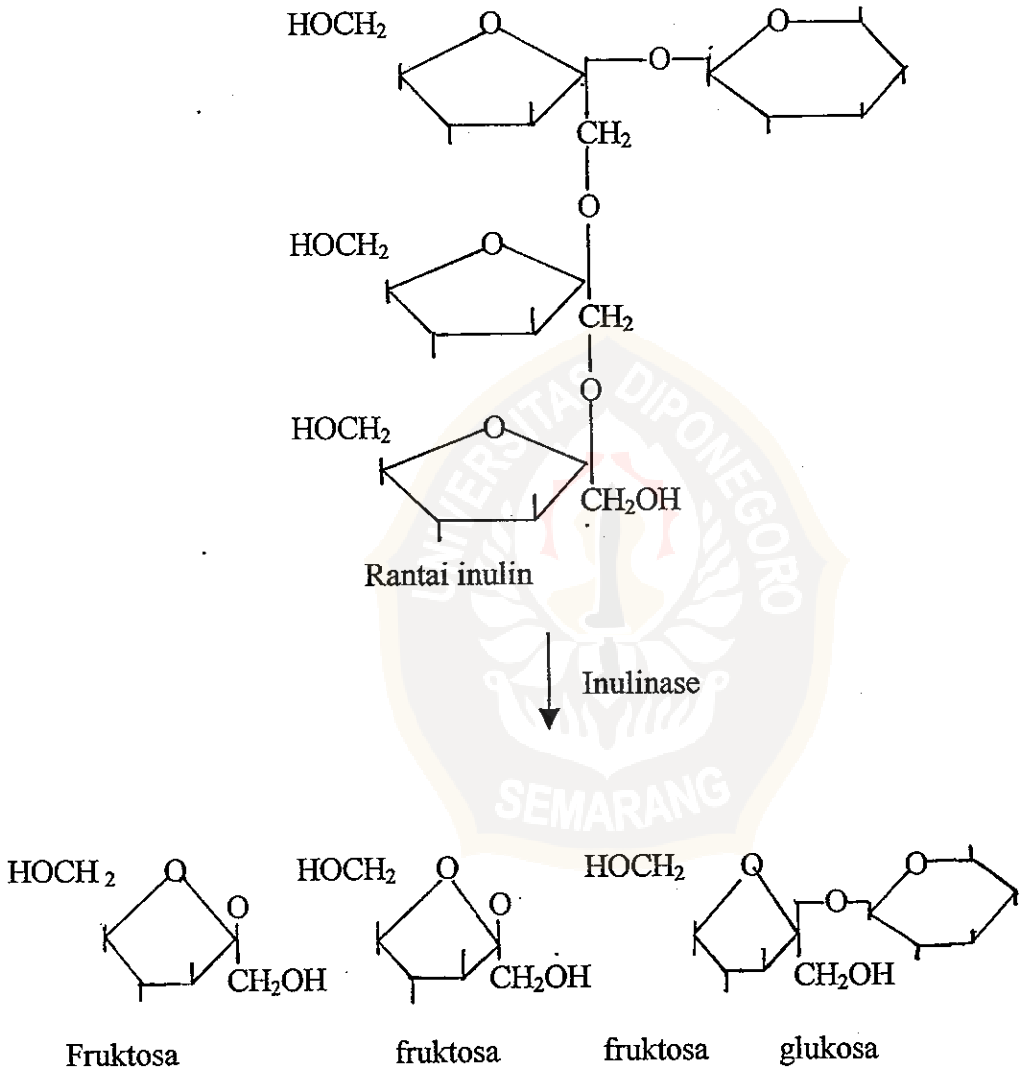
HFS atau sirup fruktosa kadar tinggi biasanya dibuat dari bahan dasar pati (amilum). Proses pembuatan sirup fruktosa secara komersial dilakukan secara enzimatik. Enzim yang banyak dikembangkan adalah enzim yang berasal dari mikrobia (Xiao *et al.*, 1989).

Pembuatan HFS secara konvensional dilakukan dengan menghidrolisis amilum menjadi glukosa dan selanjutnya diteruskan dengan isomerisasi menjadi fruktosa dengan menggunakan enzim glukosa isomerase. Sirup fruktosa juga dapat dibuat dari bahan dasar inulin dengan cara hidrolisis menggunakan asam atau enzim. Hidrolisis inulin dapat dilakukan dengan menggunakan asam pH 1 – 2 pada suhu tinggi 80^0 – 100^0 C, namun hasil yang diperoleh kualitasnya rendah, karena akan terbentuk fraksi yang berwarna gelap dengan hasil samping yang tidak diinginkan seperti difructose anhydrase (Byun dan Nahm, 1978; Allais *et al*,. 1986; Xiao *et al.*, 1988). Hidrolisis inulin dengan menggunakan enzim dapat menghindari kerugian tersebut, enzim yang mampu untuk menghidrolisis inulin adalah inulinase.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

C. Inulinase

Inulinase merupakan enzim hidrolase yang mampu menghidrolisis inulin menjadi sejumlah besar fruktosa dan sedikit glukosa dengan memotong satuan fruktosa dari inulin pada posisi terminal β- 2,1, dalam suatu proses tunggal (Tisnajaja dkk., 1998 ; Bajpai and Margaritis, 1987).



Gambar 02. Proses Pemecahan Inulin oleh Inulinase

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Enzim ini pertama kali diisolasi dari tanaman yang mengandung inulin yaitu dari famili Compositae. Inulinase bersifat adaptif, karena hanya terbentuk bila ada senyawa atau subtrat tertentu yang bertindak sebagai induser. Substrat yang berperan sebagai induser dalam sintesis inulinase adalah inulin (Xiao *et al.*, 1988).

Inulinase mempunyai nama lain fruktosianidase, dan menurut "Internatonal Union of Biochemistry, Enzyme Commision in Enzyme Nomenclatur" digolongkan sebagai 2, 1 -D – fructan – fructanohydrolase (E.C. 3.2.1.7) (Bajpai and Margaritis, 1987). Berdasarkan hidrolisis terhadap inulin, inulinase dapat dibedakan menjadi 2, yaitu; exonulinase dan endonulinase. Exonulinase memecah inulin dari ujung non reduktif, sedangkan endonulinase memecah inulin secara acak menjadi oligosakarida. Sampai saat ini sifat inulinase yang exonulinase lebih banyak diketahui daripada yang endoinulinase (Allais *et al.*, 1986).

Inulinase adalah enzim ekstraseluler, sehingga memiliki sifat yang lebih tahan terhadap perubahan lingkungan. Fungsi biologik enzim ekstraseluler adalah untuk menghidrolisis molekul besar menjadi molekul kecil di luar sel. Besarnya aktivitas inulinase dinyatakan sebagai banyaknya μmol fruktosa yang dibebaskan dari setiap ml enzim per menit, dan dinyatakan dalam unit per ml (U/ml) (Byun and Nahm, 1978).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

D. Tanaman Ketela Rambat *(Ipomoea batatas*).

Tanaman ketela rambat (*Ipomoea batatas*) merupakan tanaman merambat yang bervariasi, warna batang, umbi dan bentuk daunnya (Lingga, 1992). Sampai saat ini pemanfaatan tanaman ini belum maksimal, antara lain umbinya sebagai bahan baku industri tradisional, "chips" di Sumatera Barat, kremes di Jawa Barat, makanan pokok di Irian Jaya, dan juga sebagai teman minum kopi, sedangkan daunnya dapat digunakan sebagai lalapan atau dibuat sayur. Taksonomi dari ketela rambat menurut Heyne (1987), adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Classis	: Dicotyledoneae
Ordo	: Tubitflorae
Familia	: Convolvulaceae
Genus	: Ipomoea
Species	: *Ipomoea batatas*

Umbinya mengandung karbohidrat 27,9 % per 100 gram (Anonim, 1996), biaya pengelolaan tanaman ini murah, sehingga merupakan bahan yang sangat potensial sebagai sumber pemanis alami. Karbohidrat yang yang terkandung pada umbi diantaranya adalah inulin yang merupakan bahan dasar pembuatan 'High Frctose Syrup" (HFS) (Tjokrodikoesoemo, 1986; Lutong, 1993 dalam Wijanarko dkk., 2001).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

E. Rhizosfer

Rhizosfer adalah suatu daerah yang terdapat di sekitar akar tanaman, mengandung bahan-bahan yang dilepaskan dari akar. Pada daerah ini aktivitas metabolisme akar mengubah karakteristik tanah. Gas, bahan terlarut, dan partikel-partikel yang dikeluarkan oleh akar (Rhizodeposisi), dapat menyebabkan populasi mikrobia dalam tanah terstimulasi dan mikrobia akan mengambil manfaat dari nutrisi – nutrisi yang dihasilkan oleh tumbuhan. Mikrobia yang berada pada rhizosfer tumbuh menggunakan mineral – mineral yang terdapat dalam bahan atau senyawa yang dilepaskan oleh akar, seperti karbon, selanjutnya mikroorganisme akar menghasilkan enzim untuk mendegradasi nutrisi. Dalam proses ini nutrisi – nutrisi esensial dirombak dari bentuk komplek ke bentuk yang lebih sederhana, kemudian digunakan oleh mikrobia (Klein , 1992).

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)