

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum Tentang Khamir

Khamir adalah organisme uniseluler yang termasuk golongan fungi. Bentuk sel khamir biasanya *sphaeris*, oval atau silindris dan umumnya perbanyak sel terjadi melalui proses pertunasan (*budding*). Pada proses pertunasan, sel anak akan terbentuk melalui penonjolan ke arah luar dari sel induk, tunas tersebut kemudian membesar dan terlepas dari induknya. Khamir biasanya tidak membentuk filamen atau miselium, populasi sel khamir merupakan kumpulan dari beberapa sel tunggal. Sel khamir mempunyai ukuran yang lebih besar dari sel bakteri dan dapat dibedakan berdasarkan ukuran dan kehadiran struktur selnya yang sangat jelas. Khamir hidup pada habitat yang mengandung gula cukup banyak, seperti pada buah, bunga, dan kulit kayu (Brock *et al.*, 1994).

Sel khamir mempunyai ukuran yang bervariasi, yaitu dengan panjang 1-10 μm , dan lebar 1–5 μm (Fardiaz, 1992). Menurut Kratochvilova (1990), sel khamir mempunyai bermacam-macam bentuk yang biasanya menunjukkan karakteristik dari spesiesnya. Beberapa bentuk khamir, diantaranya elips atau bulat telur seperti buah jeruk lemon, batang atau silindris. Bentuk sel khamir akan berubah karena adanya pengaruh kondisi eksternal seperti komposisi medium, keasaman, konsentrasi substrat, tegangan permukaan, potensial redoks, dan sebagainya. Bentuk dasar dari sel khamir adalah ellipsoid, perubahan bentuk yang umum terjadi adalah bentuk sferikal, memanjang atau kadang-kadang filamen.

Khamir tidak mempunyai klorofil sehingga tidak dapat menghasilkan zat organik yang dibutuhkan melalui fotosintesis dari komponen-komponen anorganik, seperti yang terjadi pada tumbuhan tingkat tinggi, alga dan beberapa bakteri, oleh karena itu khamir hidup sebagai organisme saprofit atau parasit. Khamir memiliki dinding sel yang tipis dan agak kasar, nukleus telah terorganisasi dengan baik dan memiliki membran inti (eukariot) (Phaff *et al.*, 1978).

Khamir memiliki habitat yang tersebar luas di alam, walaupun tidak seluas penyebaran bakteri (Jutono, 1972). Menurut Phaff (1990), secara umum habitat khamir dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu pada tumbuhan, hewan, tanah, dan lingkungan air. Khamir dapat dijumpai pada tumbuhan di bagian daun yang mengandung karbohidrat, pada bunga, buah, dan batang tanaman.

2.2. Pertumbuhan Khamir

Pertumbuhan sel khamir berarti bertambahnya volume atau ukuran sel, jumlah sel ataupun biomasanya. Pertumbuhan ini dapat digambarkan sebagai sebuah kurva logaritmik. Jumlah sel pada waktu inkubasi tertentu dapat diamati dengan mengukur densitas optik kultur tersebut. Jumlah sel atau biomassa sel diplotkan pada sumbu ordinat sedangkan waktu (jam) diplotkan dalam sumbu absis. Kurva pertumbuhan ini menunjukkan adanya perubahan kultur khamir selama fase-fase yang berbeda dalam siklus pertumbuhan. Siklus pertumbuhan khamir tidak jauh berbeda dengan mikroorganisme lainnya. Fase-fase dalam

siklus pertumbuhannya terdiri atas fase lag, fase logaritmik (fase eksponensial), fase stationer, dan fase kematian (Kratochvilova, 1990).

Menurut Kratochvilova (1990), pertumbuhan dan perbanyakannya, sel khamir membutuhkan nutrisi yang cukup dan sesuai, sel akan mengambil nutriennya dari lingkungan atau medium. Nutrisi dasar yang dibutuhkan oleh khamir adalah: air, karbon, dan nitrogen. Khamir juga membutuhkan elemen-elemen penting lain yaitu: elemen biogenik untuk pembentukan organel-organel sel (oksigen, hidrogen, fosfor, dan magnesium), elemen oligobiogenik (*trace element* atau mikroelemen) yang dibutuhkan dalam jumlah kecil seperti vitamin, dan substansi pertumbuhan lain. Medium khamir harus memiliki kandungan air yang cukup, sedikitnya 30% untuk bentuk khamir dan 20% untuk bentuk hifa. Air menyusun lebih dari 85% massa sel dan berada dalam bentuk terikat maupun tidak terikat. Air yang terikat dibutuhkan sebagai bahan penyusun struktur sel, sedangkan air bebas digunakan sebagai sarana transportasi selama metabolisme, tempat terjadinya reaksi metabolisme dan penyimpanan sementara senyawa antara. Air bebas juga digunakan untuk membuang kelebihan panas.

Khamir adalah organisme kemoheterotropik yang membutuhkan karbon dan nitrogen, terutama dalam bentuk organik. Bentuk karbon yang paling mudah untuk digunakan adalah sakarida, yang digunakan baik untuk reaksi oksidatif maupun anoksidatif. Sebagai sumber C dapat pula digunakan heksosa, misalnya D-glukosa, D-fruktosa, dan D-manosa, yang ditambahkan pada medium dengan konsentrasi 1 – 10%, sebagai sumber nitrogen umumnya disediakan dalam bentuk organik, seperti pepton atau ekstrak khamir. Asam amino dapat digunakan sebagai

sumber nitrogen maupun sumber karbon pada saat yang bersamaan dan biasanya ditambahkan dalam medium pertumbuhan dengan proporsi seperti yang terdapat di alam (Kratochvilova, 1990).

Kecepatan pertunasan khamir sangat penting untuk mendapatkan biomassa yang maksimal, terutama apabila medium sintesis digunakan sebagai substrat. Kecepatan pertunasan dapat diketahui dari jumlah sel atau biomassa yang diproduksi pada keadaan dan interval waktu tertentu. Pertambahan biomassa khamir juga dapat ditentukan dengan cara tidak langsung, misalnya dengan menghitung viskositas atau kenaikan absorbansi cahaya (Kratochvilova, 1990).

2.3. *Rhodotorula mucilaginosa*

Menurut Carlile and Watkinson (1994), klasifikasi *R. mucilaginosa* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Mycota
Phylum : Eumycota
Class : Deuteromycetes
Order : Cryptococcales
Family : Cryptococcaceae
Genus : *Rhodotorula*
Spesies : *Rhodotorula mucilaginosa*

Spesies dari genus *Rhodotorula* memproduksi pigmen dalam jumlah yang cukup besar sehingga koloninya bewarna merah, dimana warna merah ini bervariasi tergantung dari komposisi pigmen. Pigmen karotenoid dari spesies-

spesies *Rhodotorula* disusun oleh dua komponen utama, torulen dan torularhodin. Konsentrasi dari dua komponen utama ini berbeda dari satu spesies ke spesies yang lain, dan menghasilkan warna merah yang berbeda pula (Phaff *et al.*, 1978). Menurut Frengova *et al.*, (1997), khamir jenis ini dapat digunakan sebagai sumber lipid, protein (sistein dan metionin) dan β -karotena. A_w (Water Activity) minimum untuk pertumbuhannya adalah 0,89 – 0,92 memiliki temperatur minimum 0,5 – 5°C dan maksimum 35°C, tumbuh optimum pada suhu 29–30°C.

Menurut Costa *et al.*, (1987), β -karotena merupakan salah satu pigmen karotenoid yang penting untuk pewarna pada makanan, pertumbuhan dan perbaikan jaringan tubuh, meningkatkan kesehatan kulit, mencegah rabun senja serta berperan dalam pembentukan tulang dan gigi. Penelitian medis terbaru menunjukkan bahwa makanan yang kaya akan β -karotena dapat membantu mengurangi resiko kanker paru-paru.

2.4. Karotenoid

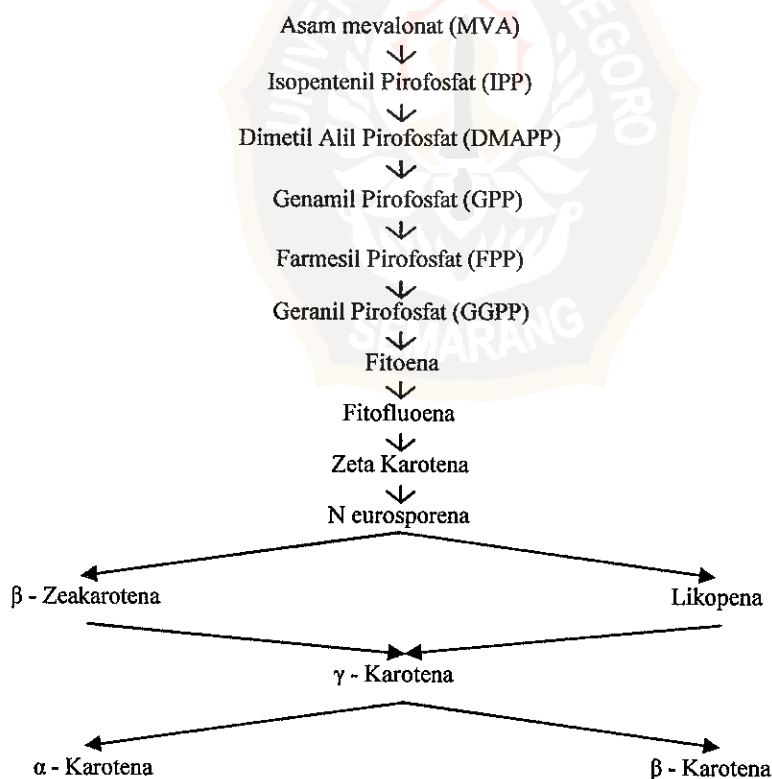
Karotenoid memiliki suatu kerangka yang terdiri dari 40 atom karbon (tetrapena) tersusun dari rantai poliisoprena simetris terhadap pusat. Karotenoid memiliki sifat mengabsorpsi pada daerah tampak, karena itu senyawa ini bewarna kuning hingga merah. Ada tiga jenis karotenoid, yaitu: karotena yang merupakan suatu hidrokarbon; xantofil yang merupakan turunan karotena teroksigenasi, dan asam karotenat (Manito, 1981).

Menurut Frengova *et al.*, (1997), khamir dapat mensintesis karotenoid dalam substrat yang mengandung monosakarida atau disakarida, serta substrat

alami seperti molasses. Sintesis karotenoid oleh khamir dengan substrat yang berasal dari laktosa jarang ditemukan di alam.

Karotenoid disintesis melalui jalur asam mevalonat. Sintesis karotenoid tidak terlepas dari metabolisme primer, sekalipun karotenoid merupakan metabolit sekunder (Griffin, 1981). Sintesis karotenoid dimulai dari asetil ko-A, yang diubah menjadi rantai C₅ terpenoid (isopentenil pirofosfat) melalui serangkaian reaksi (Phaff *et al.*, 1978).

Menurut Manito (1981), Pada pembentukan asam mevalonat (MVA), intermediat kuncinya berupa S-3-hidroksi-3-metil-glutaril KoA. Zat ini dapat dibentuk dari asam asetat (jalur utama) maupun L-Leusin (jalur sekunder).



Gambar 01. Skema hipotetik dari biosintesis karotena dalam tumbuhan tinggi, fungi, dan bakteri non fotosintetik (Manito, 1981).

Pada pembentukan isopirenoid, dibutuhkan senyawa-senyawa intermediat berupa IPP (Isopentenil Pirofosfat) dan DMAPP (Dimetilalil Pirofosfat). Kedua intermediat tersebut berasal dari asam mevalonat (MVA). Gambar 02. menunjukkan biosintesis karotenoid dari asam mevalonat.

2.5. Air Kelapa

Air kelapa mulai diproduksi oleh kelapa yang berumur 5 bulan, dengan volume sekitar 2 gelas, merupakan cairan yang mempunyai rasa manis karena mengandung gula. Di dalam air kelapa juga terkandung substrat pertumbuhan, mineral, dan vitamin (Duke, 1983). Menurut Suhardiman (1994), kandungan gula tertinggi terjadi pada waktu buah kelapa masih muda, sehingga air terasa manis dan semakin tua rasa tersebut semakin berkurang. Air kelapa selain mengandung kalori, protein, dan mineral diperkirakan juga mengandung zat yang disebut sitokinin (hormon yang dapat mengaktifkan kegiatan jaringan sel atau sel-sel hidup). Jumlah air kelapa semakin berkurang sesuai dengan pertambahan umur buahnya, yaitu 18 gram per buah sebelum buah berdaging, 30 gram per buah muda, dan 8 – 10 gram setiap buah yang sudah tua. Demikian pula warna airnya, semakin tua buahnya semakin keruh airnya.

Air kelapa mengandung mineral 4%, gula rata-rata 2%, dan abu. Gula yang terdapat di dalam air kelapa adalah glukosa, fruktosa, dan sukrosa (Soedijanto *dkk.*, 1984). Tabel 01. menunjukkan komposisi kimia air kelapa.

Tabel 01. komposisi kimia air kelapa

Komponen	Duke (1983)	Anonim (1989)
Air	95%	95,5%
Karbohidrat	4,0%	3,8 gr/100 mL
Protein	0,1%	0,1 gr/100 mL
Lemak	0,1%	0,1 gr/100 mL
Abu	0,1%	-
Energi	-	17 kal/100 mL
Potassium	312 mg/100 g	-
Sodium	105 mg/100 g	-
Magnesium	30 mg/100 g	-
Kalsium	29 mg/100 g	15 mg/100 mL
Besi	0,1 mg/100 g	0,2 mg/100 mL
Tembaga	0,04 mg/100 g	-
Fosfor	37 mg/100 g	8 mg/100 mL
Sulfur	24 mg/100 g	-

(Duke, 1983; Anonim, 1989 dalam Isna 2002)

Menurut Grimwood (1979), karbohidrat yang terkandung dalam air kelapa tua, terdiri dari glukosa, fruktosa, dan sukrosa. Komposisi karbohidrat dalam air kelapa selengkapnya adalah:

Tabel 02. komposisi karbohidrat dalam air kelapa tua

Komponen	Kadar (%)
Glukosa	0,75
Fruktosa	0
Sukrosa	1,89

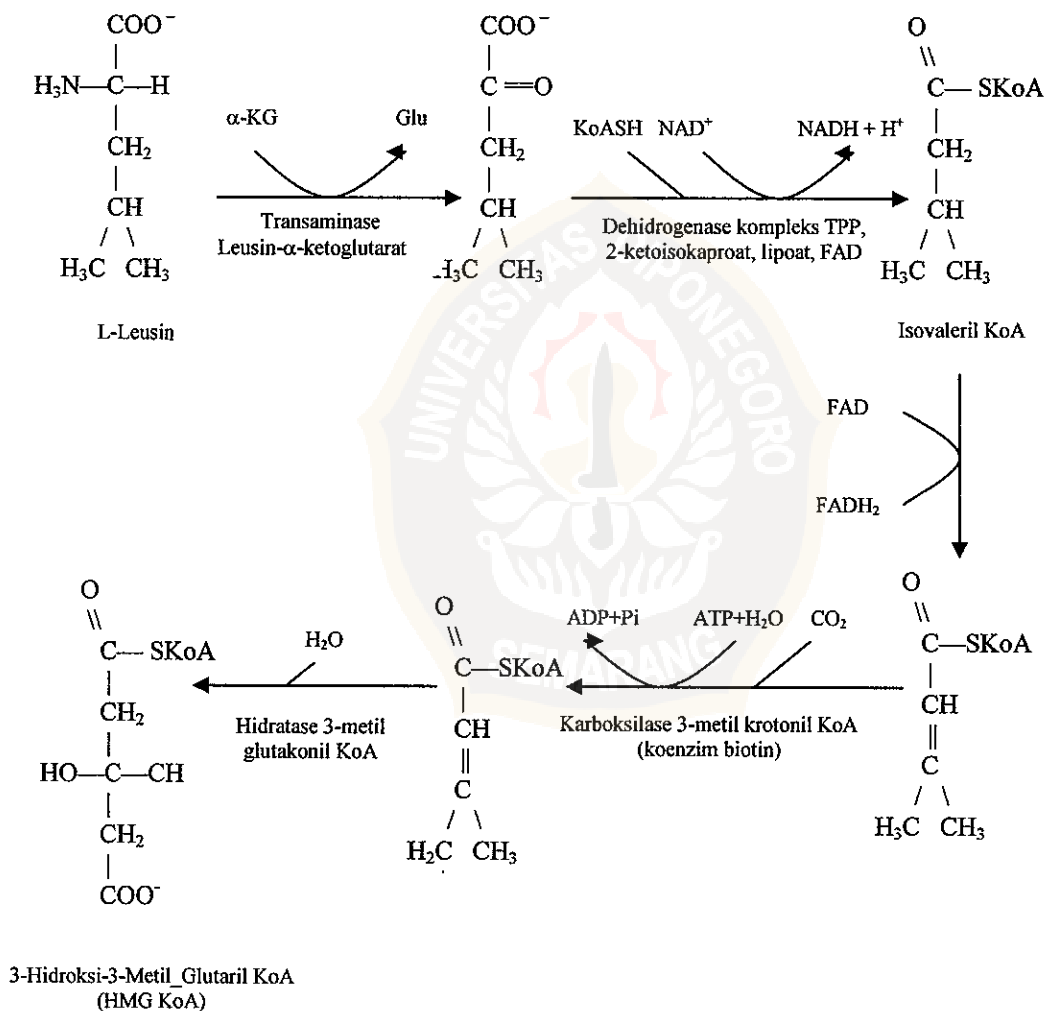
(Grimwood, 1979)

2.6. Asam Amino Leusin

Asam amino mempunyai gugus fungsional asam amino dan asam karboksilat. Dalam satu asam α -amino, keduanya melekat pada atom karbon (α) yang sama (Mayes *et al.*, 1990). Asam amino dapat menjadi sumber karbon dan sumber nitrogen dalam waktu yang bersamaan dan biasanya ditambahkan dalam

medium pertumbuhan dengan proporsi seperti yang terdapat di alam (Kratochvilova, 1990).

Katabolisme leusin dimulai dengan proses transaminasi yang diubah menjadi tioeste KoA, mengalami dekarboksilasi, oksidasi, karboksilasi, dan akhirnya dihidrasi membentuk 3-hidroksi-3-metil glutaril KoA (HMG KoA) (Montgomery, *et al.*, 1993).



Gambar 02. Katabolisme leusin (Montgomery *et al.*, 1993)

2.7. Hipotesis

Pertumbuhan dan produksi pigmen karotenoid *R. mucilaginosa* UICC Y-18 dipengaruhi oleh medium yang digunakan dan adanya prekursor. Penambahan asam amino leusin pada konsentrasi tertentu dalam medium air kelapa akan meningkatkan pertumbuhan dan produksi pigmen karotenoid *R. mucilaginosa* UICC Y-18.

