

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Asam 2-hidroksipropana-1,2,3 trikarboksilat

Asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat termasuk asam organik kuat dengan rumus molekul $\text{HOOCCH}_2\text{-(COH)(COOH)-CH}_2\text{COOH}$ dan mempunyai BM 192,72. Terdapat dalam dua bentuk yaitu monohidrat dan anhidrat^[3]. Kristal asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat diperoleh dari larutan asam dalam keadaan dingin. Berupa kristal tak berwarna dan tembus cahaya.

Asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat monohidrat memiliki bentuk kristal ortorombik. Kristal air melunak pada 70 – 75 °C, dengan pemanasan cepat pada 100 °C kristal ini menjadi anhidrat, meleleh secara tajam pada 153 °C^[3,4].

Asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat anhidrat terbentuk dari larutan dalam keadaan panas. Kristal ini tidak berwarna dan tembus cahaya, terbentuk dari larutan dalam kelas holohedral pada sistem monoklinik dengan titik leleh 153 °C^[3,4].

2.2. *Aspergillus niger*^[5]

Kapang *Aspergillus* tersebar luas di alam, beberapa spesies digunakan dalam fermentasi makanan seperti *Aspergillus niger*. Kedudukan *Aspergillus niger* dalam taksonomi adalah sebagai berikut:

Divisio : Thallophyta

Kelas : Ascomycetes

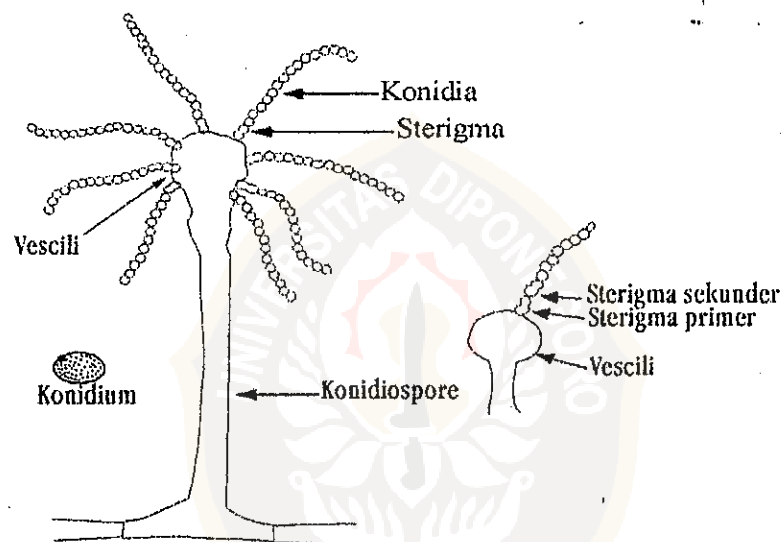
Ordo : Monoliales

Famili : Monoliaceae

Genus : *Aspergillus*

Spesies: *Aspergillus niger*

Ciri-ciri spesifik *Aspergillus niger* adalah mempunyai kepala konidia yang besar, bulat dan berwarna hitam, coklat hitam atau ungu coklat. Konidianya kasar dan mengandung pigmen. Konidia membentuk rantai berwarna hijau, coklat atau hitam. Jamur ini tumbuh pada temperatur optimum 35 – 37 °C dan pada pH 4,0 – 6,5 .



Gambar 1. Jamur *Aspergillus niger*

Aspergillus niger merupakan kapang yang dapat digunakan untuk menghasilkan berbagai jenis asam seperti asam oksalat, asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat, asam glukonat dan beberapa jenis enzim seperti amilase, pektinase, amiloglukosidase dan selulase.

Aspergillus niger dapat tumbuh cepat dengan menggunakan nutrisi yang ada disekelilingnya. Molekul-molekul sederhana seperti monosakarida yang terlarut disekeliling hifa dapat diserap langsung oleh hifa, tetapi polimer-polimer seperti amilum atau selulosa harus dipecah dulu oleh enzim-enzim-ekstraseluler yang dihasilkan oleh *Aspergillus niger* menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana sebelum diserap kedalam sel.

2.3. *Maranta arudinaceae*^[2]

Taksonomi

Divisio : Spermatophyta

Sub Divisio: Angiospermae

Kelas : Monocotyledoneae

Ordo : Zingiberales

Famili : Marantaceae

Genus : Maranta

Spesies : *Maranta arudinaceae*

Maranta arudinaceae adalah herba berumpun dengan tinggi 1,0 – 1,5 m. Rhizoma putih dan dibungkus sisik yang saling tumpang tindih. Daun oval dengan panjang 10 – 15 cm. Bunganya kecil-kecil, terletak pada pangkal ujung dan panjangnya 2 cm dengan kelopak hijau dan mahkota putih. Umbi *Maranta arudinaceae* mempunyai susunan kimia sebagai berikut: lipid 0,1 %, air 69 – 72 %, amilum 19,4 – 21,7 %, selulosa 0,6 – 1,3 %, protein 1,0 – 2,2 %, abu 1,3 – 1,4 % dan

mengandung sejumlah karbohidrat lain. Sedangkan susunan kimia residu kering umbi *Maranta arudinaceae* adalah: lipid 0,3 %, amilum 50,4 – 64 %, protein 2,3 – 3,7 %, selulosa 14 – 14,8 %.

2.4. Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu reaksi oksidasi reduksi dalam sistem biologi yang dapat menghasilkan energi, dimana sebagai akseptor dan donor elektron digunakan senyawa organik seperti karbohidrat^[6]. Fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat materi karena materi tersebut mengalami katabolisme.

Mikroorganisme yang bersifat fermentatif dapat mengubah polisakarida menjadi alkohol, asam dan karbondioksida. Dalam proses fermentasi, mikroorganisme mengalami proliferasi dan diaktifkan metabolismenya dalam materi yang digunakan dalam batas-batas tertentu.

Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi karbohidrat adalah: konsentrasi karbohidrat, pH, temperatur, aerasi dan garam-garam anorganik^[7]. Bagaimana faktor-faktor tersebut mampu mempengaruhi fermentasi untuk menghasilkan asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat akan dijelaskan berikut ini:

1. Konsentrasi Karbohidrat

Pada umumnya karbohidrat dalam fermentasi asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber karbon^[7]. Konsentrasi karbohidrat yang cukup diperlukan dalam produksi asam ini.

Asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat maksimal dihasilkan pada medium yang mempunyai kandungan karbohidrat 14 – 22 % (w/v)^[7,8]. Apabila konsentrasi karbohidrat kurang dari 14 % total medium, maka sejumlah besar karbohidrat ini tidak dapat diubah menjadi asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat^[9]. Selain sebagai sumber karbon, karbohidrat juga diperlukan dalam optimasi proses fermentasi, karena satu galur mikroorganisme yang berproduksi secara baik dalam suatu sumber karbohidrat tertentu pada umumnya tidak dapat digunakan pada sumber karbohidrat lain tanpa mengalami penurunan hasil^[8].

2. Garam-Garam Anorganik

Selain karbohidrat didalam medium fermentasi harus tersedia unsur-unsur seperti nitrogen, potasium, fosfor, sulfur dan magnesium^[9]. Biasanya sumber nitrogen adalah garam amonium sulfat atau garam amonium nitrat. Garam amonium lebih disukai karena dapat mengakibatkan pH medium turun yang merupakan syarat terbentuknya asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat^[7,8].

3. pH Medium

Medium dengan pH rendah sangat penting bagi keberhasilan fermentasi asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat^[7,8], karena pada pH rendah produksi asam oksalat akan terhambat dan zat-zat kontaminan dapat diminimalkan^[9]. Pada pH kurang dari 3, asam 2-hidroksipropana-1,2,3-trikarboksilat merupakan produk utama, dan pada pH lebih besar asam oksalat juga diproduksi dalam konsentrasi tinggi.

4. Aerasi^[8]

Aerasi merupakan faktor yang penting dalam produksi asam 2-hidroksi-propana-1,2,3-trikarboksilat. Jika pemberian aerasi dihentikan selama beberapa menit maka produksi asam 2-hidroksi-propana-1,2,3-trikarboksilat akan terhenti dan tidak dikembalikan lagi ke tingkat semula meskipun aerasi dilanjutkan lagi.

5. Temperatur^[9]

Temperatur yang digunakan tergantung pada mikroorganisme yang digunakan serta kondisi fermentasi. Temperatur yang digunakan berkisar antara 25 – 35 °C. Beglur dan Presscot mengusulkan suhu 26 – 28 °C sebagai temperatur optimum, dimana pada suhu 26 – 28 °C produksi asam 2-hidroksi-propana-1,2,3-trikarboksilat akan meningkat sedangkan pada suhu 30 °C keatas produksi asam 2-hidroksi-propana-1,2,3-trikarboksilat turun dan juga akan terbentuk asam oksalat.

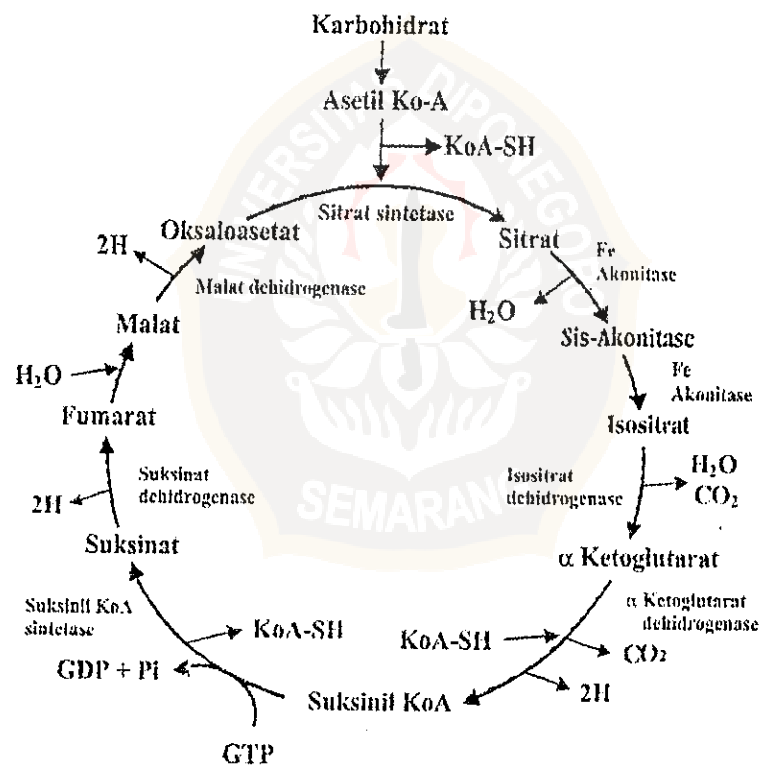
2.6. Siklus Asam Trikarboksilat

Siklus asam trikarboksilat adalah rangkaian reaksi dalam mitokondria yang melakukan oksidasi residu asetil menjadi karbondioksida dengan membebaskan hidrogen yang akhirnya membentuk air. Residu asetil ini terdapat dalam bentuk asetil-KoA yaitu suatu ester koenzim A^[10].

Mekanisme dalam siklus asam trikarboksilat pada kapang telah diketahui dan asam 2-hidroksi-propana-1,2,3-trikarboksilat adalah salah satu produk yang terakumulasi akibat kegagalan operasi siklus ini^[11]. Kegagalan siklus asam

trikarboksilat ini disebabkan semakin menipisnya nutrisi dalam medium terutama sumber karbon dan sumber nitrogen.

Dua enzim utama yang berhubungan dengan akumulasi asam 2-hidroksi-propana-1,2,3-trikarboksilat adalah akonitase dan isositrat dehidrogenase. Aktivitas dari enzim-enzim tersebut akan berkurang saat asam 2-hidroksi-propana-1,2,3-trikarboksilat terakumulasi, sedangkan aktivitas enzim yang mensintesa menjadi bertambah. Langkah akhir dari sintesa asam ini adalah kondensasi asetil- KoA dan oksaloasetat yang merupakan jalur utama pembentukan asam 2-hidroksi-propana-1,2,3-trikarboksilat^[11].



Gambar 2. Skema Siklus Asam Trikarboksilat