STRUKTUR INDUSTRI ASAM SITRAT

Oleh : Ir. Karsini

Abstract

Citric acid is crystalline organic acid which is widely used in industries.

The requirement of this acid tends to increase every year, following the industrial development.

Along with this line, it is there for necessary to look for cheap and readily available material to fulfill the demand.

Citric acid fermentation is an extremely complex process so in order to obtain hegher concentration of citric acid, some main factors should be taken in concentration, for example, microorganism, medium composition, aeration, ratio volume to area surface and medium stirring.

In addition, the problem of citric acid industry is the waste product. Because it can make pollution if it piled up abudantly.

Actually the organic solid waste can be used for compost as organic fertilizer, and an-organic solid waste can be used for home decoration and so on.

I. PENDAHULUAN.

Asam sitrat ialah asam organik yang berbasa tiga dan mengkristal dengan bentuk rombis dan mengandung satu molekul air kristal; nama lain asam sitrat ialah asam hidroksi trikarbosilat atau asam dua hidroksi 1, 2, 3 propana tri karboksilat.

Sifat-sifat asam sitrat ialah mempunyai berat molekul 192, 12, bentuk kristal putih; specific gravity pada 20°C : 1,542; titik-leleh 153°C.

Asam sitrat banyak digunakan dalam industri makanan, minuman, farmasi dan lain-lain.

Dalam industri makanan, asam sitrat digunakan sebagai bahan tambahan, misalnya pada pembuatan selai, sirop, anggur dan minuman ringan.

Dalam bidang farmasi digunakan sebagai pencampur obat-obatan dan kosmetik.

II. TEORI PROSES PEMBUATAN ASAM SITRAT.

Pada mulanya asam sitrat diisolasi dari buah-buahan seperti jeruk, nanas dan lain-lain, kemudian dikristalisasi. Tetapi karena kebutuhan asam sitrat sangat besar, maka dicari metoda-metoda lain untuk memproduksi asam sitrat secara besar-besaran.

Dapat juga dengan proses sintesa kimia atau proses fermentasi dengan menggunakan mikroba tertentu.

Seorang peneliti mengemukakan ada berbagai jenis mikroba yang dapat digunakan untuk membuat asam sitrat. Tetapi untuk tujuan skala industri, biasanya digunakan *Aspergillus niger* yang mempunyai sifat bawaan khusus.

*) Kepala Balai Penelitian Kimia Organik dan Fermentasi, Balai Besar Industri Kimia.

Peneliti yang lain mengatakan, bahwa pembuatan asam sitrat secara fermentasi berdasarkan media yang dipakai dapat dibagi menjadi dua cara, yaitu :

1. Fermentasi dalam media cair.
2. Fermentasi dalam media padat.

Fementasi dalam media cair dapat dibagi menjadi dua cara, yaitu :

- 1). Fermentasi dengan susunan kultur pada permukaan media.
- 2). Fementasi dengan Kultur yang tercelup kedalam media.

Sebagai bahan baku untuk sistem fermentasi asam sitrat dalam media padat dapat dipakai batang padi, onggok dan bagas.

Adapun untuk sistem fermentasi dalam media cair dapat digunakan molasse atau tetes dan bermacam-macam hidrolisat padi.

Ada juga peneliti yang menyebutkan bahwa proses pembuatan asam sitrat digolongkan dalam 4 langkah, sebagai berikut :

1. Pembuatan larutan.

Larutan yang mempunyai kadar gula 14 — 22% merupakan sumber karbon. Bila bahan dasar yang dipakai pati, maka tidak dapat langsung difermentasi, tetapi harus mengalami hidrolisa terlebih dahulu untuk merubah pati menjadi senyawa yang mengandung gula.

pH larutan diatur sampai 3,4 — 3,5.

Kemudian larutan disterilkan selama ± 15 menit pada suhu 121°C . Sebelum dilakukan fermentasi, larutan didinginkan sampai 30°C .

2. Proses fermentasi.

Larutan yang telah dingin dan diperkaya dengan nutrisi, diinokulasi dengan inokulum, dan selanjutnya difermentasi selama 10 — 14 hari dalam wadah yang terletak di dalam ruang fermentasi. Ruangan ini dialiri dengan udara bersih dan suhu dijaga antara $28 - 30^{\circ}\text{C}$, yang merupakan suhu optimum untuk pembuatan asam sitrat.

3. Proses pembuatan Calcium sitrat.

Larutan hasil fermentasi dimasukkan ke dalam tangki untuk memisahkan larutan dari miselium jamur. Setelah terpisah, larutan dimasukkan ke dalam presipitator dan ditambah dengan kapur pada $\text{pH} = 3$, sehingga berbentuk endapan Calsium sitrat.

Endapan dipisahkan dan selanjutnya asam sitrat yang masih ada dalam larutan diendapkan sebagai Calcium sitrat dengan penambahan kapur pada $\text{pH} = 7$.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

Calsium sitrat yang terbentuk kemudian disaring dan endapannya dicuci dengan air.

4. Proses pemurnian hasil.

Endapan Calcium sitrat dimasukkan ke dalam tangki dan ditambah 25% H_2SO_4 pada suhu antara 55 – 60^o C.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

Endapan CaSO_4 yang terjadi dipisahkan dari asam sitratnya melalui filter, sebagai hasil samping. Larutan asam sitratnya dihilangkan warna dan baunya dengan menambahkan karbon aktif. Selanjutnya asam sitrat yang sudah murni dipekatkan dalam evaporator pada 100 rpm, 70°C , 21 cmHg dan dikristalkan. Kemudian kristal yang diperoleh dikeringkan melalui alat pengering.

III. PROSES PRODUKSI ASAM SITRAT SKALA INDUSTRI.

Pada umumnya industri asam sitrat yang sudah beroperasi di dalam negeri menggunakan bahan baku dan bahan penolong sebagai berikut :

- Bahan baku : ampas angkok kering, dedak, sekam, mikroba.
- Bahan penolong : kapur, asam sulfat, karbon aktif, dan nutrisi untuk mikroba.

Tahap proses produksi asam sitrat skala industri meliputi :

1. Proses peragian.

Pada tahap proses peragian, maka reaksi yang terjadi pada proses perubahan ongkok menjadi asam sitrat adalah sebagai berikut :

Dalam proses peragian ini reaksi berjalan lambat.

2. Proses penetralan.

Dalam proses ini terjadi penetralan asam sitrat dengan kapur. Asam sitrat encer yang diperoleh dari hasil peragian direaksikan dengan air kapur.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

Adapun Ca(OH)_2 yang digunakan diperoleh dengan mereaksikan kapur tohor dengan air.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

3. Proses penguraian Calcium sitrat dengan asam sulfat.

Calcium sitrat sebagian dikeringkan untuk diekspor, dan sebagian lainnya langsung diproses menjadi asam sitrat dengan menambahkan asam sulfat. Kebanyakan asam sitrat yang dihasilkan untuk konsumsi di dalam negeri.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

Calcium sitrat

Asam sitrat.

Diagram alir proses pembuatan asam sitrat skala industri ditunjukkan seperti gambar 1, dan Skema perubahan Glukosa menjadi Asam Sitrat seperti Gambar 2.

Gambar 1 : Diagram alir proses pembuatan asam sitrat skala Industri.

Gambar 2 : Skema Perubahan Glukosa menjadi Asam Sitrat (PRESCOTT dan DUNN, 1959).

III. POKOK PERMASALAHAN INDUSTRI ASAM SITRAT DAN PEMBAHASAN.

Walaupun industri asam sitrat telah mampu beroperasi di Indonesia, namun perlu dikaji mengenai beberapa hal seperti :

1. Kemungkinan untuk mendapatkan kemudahan dalam penyediaan bahan baku dan bahan penolong.

Hal ini perlu mendapat perhatian, karena lokasi industri asam sitrat yang ada, tidak semuanya berdekatan dengan sumber bahan baku, sehingga adanya biaya transportasi yang mahal akan menambah biaya produksi. Akibatnya industri kurang mampu bersaing dalam pemasaran hasil produksi. Di samping itu juga kontinuitas penyediaan bahan baku kurang terjamin.

2. Kemungkinan adanya peningkatan produktifitas, sehingga dapat diperoleh keuntungan yang lebih besar.

Hal ini menyangkut beberapa kondisi proses fermentasi yang terlibat. Fermentasi asam sitrat merupakan proses yang sangat kompleks. Oleh karena itu untuk mendapatkan hasil yang optimal perlu diperhatikan faktor-faktor sebagai berikut :

1). Mikroba.

Perlu diseleksi galur mikroba yang dipakai, untuk menghasilkan asam sitrat yang optimal.

2). Komposisi kimia.

Pada media fermentasi asam sitrat penting sekali adanya senyawa karbohidrat sebagai bahan dasar.

Larutan yang mengandung 14 – 20% gula dapat difermentasikan dengan baik.

Di samping unsur karbon, garam-garam anorganik yang mengandung nitrogen, kalium, fosfor, sulfur dan magnesium perlu ditambahkan sebagai nutrisi.

Penambahan garam-garam anorganik ini harus dalam batas tertentu dan dipilih pada keadaan yang optimum, misalnya tidak boleh lebih dari :

2,5 g/l NH_4NO_3

1,5 g/l KH_2PO_4

0,3 g/l MgSO_4

Elemen-elemen lain seperti besi, seng, tembaga dan mangan dibutuhkan dalam jumlah kecil untuk pertumbuhan *Aspergillus niger*.

3). pH.

Untuk mengaktifkan mikroba yang digunakan, kondisi larutan perlu diatur, yaitu pada pH 3,4 – 3,5.

Penggunaan pH rendah ini sangat menguntungkan, sebab memperkecil terjadinya kontaminasi dan menghambat pembentukan asam oksalat.

4). Suhu.

Kebanyakan jamur bersifat mesofil, tumbuh baik pada suhu kamar, dengan suhu optimum 25 – 30° C.

Selain mempengaruhi pertumbuhan mikroba, suhu juga berpengaruh pada kerja optimum sistem enzim.

Dikatakan oleh para peneliti, bahwa suhu $26 - 28^{\circ}\text{C}$ merupakan daerah optimum fermentasi asam sitrat.

5). Perbandingan volume dan luas permukaan.

Nilai perbandingan volume dan luas permukaan yang lebih kecil akan menghasilkan asam yang lebih tinggi, karena pada tempat yang luas permukaannya besar, pertumbuhan *Aspergillus niger* lebih meluas, sehingga asam sitra yang terbentuk lebih banyak dibandingkan dengan pertumbuhan *Aspergillus niger* pada tempat yang volumenya sama, tetapi luas permukaannya lebih kecil.

6). Sirkulasi oksigen.

Aspergillus niger adalah jamur yang bersifat aerob kuat, dan memerlukan banyak O_2 . Oleh karenanya faktor aerasi penting dalam fermentasi untuk pertumbuhan mikroba.

7). Pengadukan larutan media.

Faktor lain yang perlu diperhatikan terutama pada fermentasi kultur tercelup, adalah pengadukan larutan media.

Pengaruh yang baik yaitu pengadukan dapat membuat sirkulasi dalam media menjadi efektif untuk zat nutrisi dan zat tambahan lainnya.

3. Kemungkinan untuk dapat memperbaiki mutu asam sitrat.

Bila ditinjau dari sifat-sifatnya, maka asam sitrat yang bermutu baik mempunyai bentuk kristal yang berwarna putih.

Tetapi sering terjadi, bahwa asam sitrat yang dihasilkan dalam industri berwarna kuning, sehingga hasilnya kurang laku bahkan ditolak oleh importir.

Penguningan tersebut kemungkinan karena terjadinya kopresipitasi garam Ferro pada proses pemurnian/kristalisasi asam sitrat.

Garam Ferro yang ikut mengkristal dapat bersumber dari bahan baku atau bahan bantu yang digunakan seperti misalnya $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$.

Penggunaan $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ sebagai garam pengompleks harus digunakan dengan kadar tertentu.

Peneliti menyebutkan, bahwa konsentrasi penambahan $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ pada bahan baku molasse berkisar antara $0,4 - 0,8 \text{ g/l}$.

Peneliti lain menyimpulkan, bahwa konsentrasi penambahan garam $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ yang optimal pada produksi asam sitrat dari bahan molasse rata-rata $0,85 \text{ g/l}$.

Fungsi garam pengompleks seperti $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ dalam proses fermentasi asam sitrat yaitu untuk menon-aktifkan enzim Akonitase.

Secara teoritis dikatakan oleh beberapa peneliti, bahwa pada sintesa asam sitrat melalui fermentasi, prinsip akumulasi asam sitrat adalah dengan cara menon-aktifkan enzim Akonitase, yang antara lain dapat dilakukan dengan cara :

- 1). Menurunkan pH, sehingga larutan media fermentasi tidak pada pH optimum enzim.
- 2). Mengurangi kadar logam aktifator media, seperti Fe^{2+} Mn^{2+} , dengan garam kompleks $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$; atau dengan dekationisasi (Cation Exchange).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN.

KESIMPULAN :

1. Industri asam sitrat telah berkembang di Indonesia, tetapi tidak semua industri yang telah beroperasi berlokasi dekat dengan sumber bahan baku, sehingga yang berlokasi jauh dari sumber bahan baku akan kurang mampu bersaing dalam pemasaran hasil produksi, karena biaya produksi yang lebih tinggi.
2. Tingkat produktifitas yang tinggi masih belum dapat dicapai, karena kondisi optimum proses fermentasi belum terpenuhi.
3. Mutu hasil produksi masih belum memenuhi persyaratan importir, terbukti masih adanya hasil yang berwarna kuning dan bentuk kristal yang kurang memenuhi persyaratan importer.

S A R A N :

1. Pemilihan lokasi untuk pendirian industri asam sitrat perlu diperhitungkan dalam segi penghematan biaya produksi dan kemungkinan adanya dampak lingkungan akibat dari limbah industri yang dapat mengganggu daerah pemukiman penduduk.
2. Perlu peningkatan mutu hasil produksi dengan mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi hasil fermentasi, sehingga dapat memenuhi persyaratan yang dikehendaki para konsumen, terutama importir.

DAFTAR PUSTAKA

- MEHROTA, B.S. The fungi an second edition Oxford & IBH Pub, New Delhi, 1976.
- MULIAWATI S. dan TSAURI S. Pembuatan asam sitrat dari mollase dengan cara fermentasi Bul Biokimia (edisi khusus), 1979.
- PERRY, J.H. Chemical Engineers Hand Book, 4th edition Mc Graw Hill, New York, 1963.
- PRESCOTT, S.C and DUNN, C.G. Industrial Microbiology, 3rd. ed. Mc Graw Hill, New York, 1959.
- RAHARDJO, A.A., MULIAWATI S dan TSAURI S. Pengaruh komposisi media pada pembuatan asam sitrat secara fermentasi. Proceeding Seminar Teknologi Pangan IV, Bogor, 1979.
- ROHR, M, KUBICEK, C.P. and KOMINEK J. Citric acid. *Dalam* : Biotechnology Vol. 3 Rehm, H.J. and Reed, G (Eds), Verlag Chemic, Florida 1983.
- SALLE, A.J. Fundamental Principles of Bacteriology, 5th ed. Mc Graw Hill Company, New York, 1961.
- WINARNO, F.G. Enzim Pangan, PT. Gramedia, Jakarta 1983.
- WONGCHAI, V and JEFFERSON, W.E. Pyruvate Carboxylase of *Aspergillus niger* Partial purification and some properties. Fed. Proc. 1974.