

II. DESKRIPSI PROSES

A. Macam – macam proses

Pada dasarnya ada tiga proses untuk memproduksi *monosodium glutamat*, yaitu :

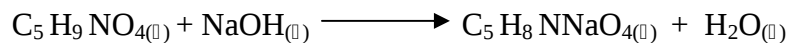
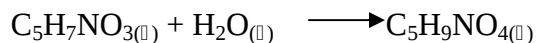
1. Proses Hidrolisis
2. Proses Sintesis
3. Proses Fermentasi

Uraian masing-masing reaksi diatas adalah sebagai berikut :

1. Proses Hidrolisis

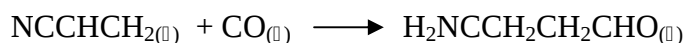
Proses hidrolisis yaitu proses hidrolisis protein dengan asam sulfat, yang diperoleh dari kacang-kacangan, jagung atau padi-padian. Bahan baku biji jagung yang sudah digiling $\square$ SO₂ untuk dijadikan larutan gluten yang mengandung 70% protein. Selanjutnya dilakukan pemisahan antara filtrat (gluten) dengan ampas jagung (pati, serat, abu, dan minyak) menggunakan *filter press*. Kemudian gluten tersebut dihidrolisis pada suhu 110°C dan tekanan 1 atm dengan penambahan H₂SO₄, sehingga terurai menjadi asam amino.

Reaksi hidrolisis :



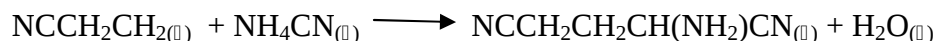
2. Reaksi Fridel-Crafts

Proses sintesis yang mengubah *acrylonitrile* menjadi *cyanopropionaldehyde* yang terdiri dari hidroformitasi olefin dengan hidrogen dan karbon monoksida pada temperatur sedang dan tekanan tinggi.



Setelah itu dengan menggunakan reaksi stecker, *cyanopropionaldehyde* direaksikan dengan amina sianida yang diperoleh dari pembakaran partial *methane* dan ammonia sehingga dihasilkan *amino glutaronitrite*.

Reaksi :



Hidrolisis amino *glutaronitrite* dengan menambah NaOH sehingga dihasilkan *glutamic acid*, yang selanjutnya dikristalkan dengan cara menetralkan larutan alkali dan merecycle larutan *glutamic acid* yang mengandung asam sulfat pada titik isoelektrik dengan pH 3,2 dari asam amino tersebut. Selanjutnya dilakukan *optical resolution*, yaitu proses pemutaran campuran nomor-nomor *optical* dari asam glutamat yang mengandung leburan *racemic* dari asam glutamat pada konsentrasi tertentu, sehingga kristal L dan D akan keluar secara bergantian dengan masing-masing isomer aktifnya. Selanjutnya di *centrifuge* dan dikeringkan sehingga diperoleh asam glutamat (McKetta, 1983).

3. Proses fermentasi

Secara umum tahapan pembuatan MSG dengan menggunakan proses fermentasi adalah sebagai berikut:

- *Seeding*

Tangki seeding ini mirip tangki fermentor tapi lebih kecil volumenya. Di tangki ini bakteri tersebut dibiarkan berkembangbiak dengan baik, dilengkapi dengan pengaduk, alat pendingin, pemasukan udara dan lain-lain.

- Fermentasi

Setelah dari tangki seeding, bakteri tersebut dipindahkan ke tangki fermentor. Di tangki ini mulailah proses fermentasi yang sebenarnya berjalan. Pengawasan proses merupakan pekerjaan yang sangat penting. Pengaturan pH dengan pemberian NH_3 , pemberian udara, jumlah gula, jumlah bakteri harus selalu diamati.

- Pengambilan asam glutamat

Setelah fermentasi selesai ± 30 -40 jam cairan hasil fermentasi yaitu TB (Thin Broth) dipisahkan untuk mengurangi kadar airnya kemudian ditambahkan HCl

untuk mencapai titik isoelektrik pada $\text{pH} \pm 3,2$.

- Netralisasi atau refining pada tahapan ini dilakukan pencampuran NaOH.
- Kristalisasi asam glutamat.
- Tahap lanjutan pereaksian asam glutamat dengan NaOH sehingga terbentuk monosodium glutamat liquor.
- Decolorisasi atau penjernihan warna menggunakan karbon aktif.
- Kristalisasi monosodium glutamat, menghasilkan kristal monosodium glutamat yang masih mengandung liquor.
- Pengeringan kristal monosodium glutamat dengan menggunakan Rotary dryer sehingga didapatkan kristal Monosodium glutamat yang mempunyai kemurnian tinggi $\pm 99,7 \%$.

B. Pemilihan Proses

Dalam menentukan proses yang dipilih dapat dilakukan dengan membandingkan beberapa variabel seperti kondisi operasi dan harga bahan baku yang diperlukan. Pada tabel berikut dapat dilihat perbandingan dari ketiga proses tersebut.

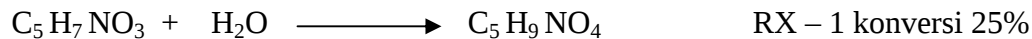
Tabel 3. Macam-macam proses

Proses	Bahan Baku	Kondisi operasi	Yield (%)	Konversi
Hidrolisis	Gluten jagung	$T = 150^\circ\text{C}$, $\text{pH} : 3,2$	15-25	RX-1: 25 % dan RX-2 : 80 %
Fermentasi	molases	$T = 30^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 7-8$	86	RX-1 : 81,7 dan RX-2 : 80 %
sintesis	acrylonitrile			

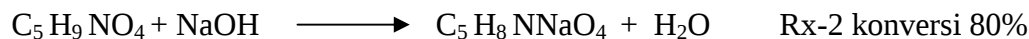
Disamping membandingkan kondisi operasi, faktor ekonomi juga turut berperan, hal ini dapat dilihat pada perbandingan ekonomi kasar dan energi bebas gibbs pada tiap reaksi.

1. Perhitungan ekonomi kasar berdasarkan bahan baku yang dibutuhkan

a. Proses hidrolisis dengan basis 100 kmol



Mol	100	100	-
Reaksi	25	25	25
Sisa	75	75	25



Mol	25	25	-
Reaksi	20	20	20
Sisa	5	5	20

$$\begin{aligned} \text{Massa C}_5\text{H}_7\text{NO}_3 &= \text{mol C}_5\text{H}_7\text{NO}_3 \times \text{BM C}_5\text{H}_7\text{NO}_3 \\ &= 100 \times 129 \text{ kg/mol} \\ &= 12900 \text{ kg CH}_2\text{OCH}_2 \end{aligned}$$

$$\text{Harga C}_5\text{H}_7\text{NO}_3 = \text{Rp. 2.500/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga C}_5\text{H}_7\text{NO}_3 &= \text{Rp. 2.500/kg} \times 12.900 \text{ kg} \\ &= \text{Rp. 32.250.000,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa NaOH} &= \text{mol NaOH} \times \text{BM NaOH} \\ &= 25 \times 40 \text{ kg/mol} \\ &= 1000 \text{ kg NaOH} \end{aligned}$$

$$\text{Harga NaOH} = \text{Rp. 7.500/kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga NaOH} &= \text{Rp. 7.500/kg} \times 1000 \text{ kg} \\ &= \text{Rp. 7.500.000,-} \end{aligned}$$

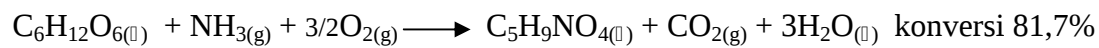
$$\begin{aligned}
 \text{Massa } C_5 H_8 NNaO_4 &= \text{mol } C_5 H_8 NNaO_4 \times C_5 H_8 NNaO_4 \\
 &= 20 \times 169 \text{ kg/mol} \\
 &= 3.380 \text{ kg } C_5 H_8 NNaO_4
 \end{aligned}$$

$$\text{Harga } C_5 H_8 NNaO_4 = \text{Rp. } 15.000/\text{kg}$$

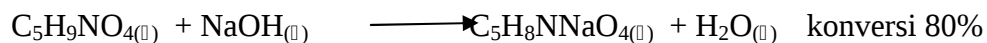
$$\begin{aligned}
 \text{Harga } C_5 H_8 NNaO_4 &= \text{Rp. } 15.000/\text{kg} \times 3.380 \text{ kg} \\
 &= \text{Rp. } 50.700.000,-
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Keuntungan} &= \text{harga jual produk} - \text{harga beli bahan baku} \\
 &= \text{harga total } C_5 H_8 NNaO_4 - (\text{harga Massa } C_5 H_7 NO_3 + \text{harga Massa NaOH}) \\
 &= \text{Rp. } 50.700.000 - (\text{Rp. } 32.250.000 + \text{Rp. } 7.500.000) \\
 &= \text{Rp. } 10.950.000,-
 \end{aligned}$$

b. Proses fermentasi molasses basis 100 kmol



Mol	100	100	150	-		
Reaksi	81,7	81,7	122,55	81,7	81,7	245,1
Sisa	18,3	18,3	27,45	81,7	81,7	245,1



Mol	81,7	81,7	-		
Reaksi	65,36	65,36	65,36	65,36	
Sisa	16,34	16,34	65,36	65,36	

$$\begin{aligned}
 \text{Massa } C_6H_{12}O_6 &= \text{mol } C_5 H_7 NO_3 \times \text{BM } C_5 H_7 NO_3 \\
 &= 100 \times 180 \text{ kg/mol} \\
 &= 18.000 \text{ kg } CH_2OCH_2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 &= \text{Rp. 1.800/kg} \\ \text{Harga C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 &= \text{Rp. 1.800/kg} \times 18.000 \text{ kg} \\ &= \text{Rp.32.400.000,-}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa NaOH} &= \text{mol NaOH} \times \text{BM NaOH} \\ &= 81,7 \times 40 \text{ kg/mol} \\ &= 3.268 \text{ kg NaOH}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga NaOH} &= \text{Rp. 7.500/kg} \\ \text{Harga NaOH} &= \text{Rp. 7.500/kg} \times 3.268 \text{ kg} \\ &= \text{Rp.24.510.000,-}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa NH}_4 &= \text{mol NH}_4 \times \text{BM NH}_4 \\ &= 100 \text{ kmol} \times 18 \text{ kg/kgmol} \\ &= 1.800 \text{ kg NH}_4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga NH}_3 &= 1.800\text{kg} \times \text{Rp. 3.150/kg} \\ &= \text{Rp. 5.670.000}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4 &= \text{mol C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4 \times \text{C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4 \\ &= 65,36 \times 169 \text{ kg/mol} \\ &= 11.045 \text{ kg C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4\end{aligned}$$

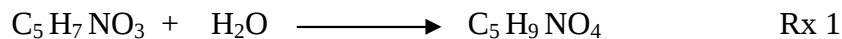
$$\begin{aligned}\text{Harga C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4 &= \text{Rp. 15.000/kg} \\ \text{Harga C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4 &= \text{Rp. 15.000/kg} \times 11.045 \text{ kg} \\ &= \text{Rp. 165.687.600,-}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keuntungan} &= \text{harga jual produk} - \text{harga beli bahan baku} \\ &= \text{harga total C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4 - (\text{harga Massa C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{harga Massa NaOH} + \text{Massa NH}_4) \\ &= \text{Rp. 165.687.600} - (\text{Rp.32.400.000} + \text{Rp. 24.510.000} + \text{Rp. 5.670.000}) \\ &= \text{Rp. 103.095.000,-}\end{aligned}$$

2. Pemilihan proses meninjau dari energi Gibbs (ΔG°).

• ΔG° proses hidrolisis pada suhu standar (25 °C)

Data dari : Perry's Chemical Engineering Handbook diperoleh ΔG° pada 25 °C :



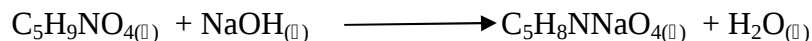
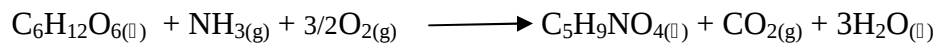
$\Delta G^\circ (25^\circ\text{C}) = \Delta G^\circ \text{ produk} - \Delta G^\circ \text{ reaktan} :$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{-1} &= (\Delta G^\circ \text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4) - (\Delta G^\circ \text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_3 - \Delta G^\circ \text{H}_2\text{O}) \\ &= (160,1) - (-113,9 + (-237,129)) \\ &= 511,129 \text{ kJ/kmol.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{-2} &= (\Delta G^\circ \text{C}_5\text{H}_8\text{NNaO}_4 + \Delta G^\circ \text{H}_2\text{O}) - (\Delta G^\circ \text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4 - \Delta G^\circ \text{NaOH}) \\ &= (183,7 + (-237,129)) - (-113,9 + (-419,150)) \\ &= 479,6 \text{ kJ/kmol.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ &= \Delta G^\circ_{-1} + \Delta G^\circ_{-2} \\ &= (511,129 \text{ kJ/kmol.} + 479,6 \text{ kJ/kmol.}) \\ &= 990,75 \text{ kJ/kmol.} \end{aligned}$$

• ΔG reaksi fermentasi pada suhu standar (25 °C)



$\Delta G^\circ (25^\circ\text{C}) = \Delta G^\circ \text{ produk} - \Delta G^\circ \text{ reaktan} :$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{-1} &= (\Delta G^\circ \text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_4 + \Delta G^\circ \text{H}_2\text{O} + \Delta G^\circ \text{CO}_2) - (\Delta G^\circ \text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_3 + \Delta G^\circ \text{H}_2\text{O} + \\ &\quad \Delta G^\circ \text{H}_2\text{O}) \\ &= (160,1 + (-237,129) + (-394,359)) - (-111,71 + (-16,450)) \\ &= -599,59 \text{ kJ/kmol.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ}_{-2} &= (\Delta G^{\circ} \text{C}_5 \text{H}_8 \text{NNaO}_4 + \Delta G^{\circ} \text{H}_2\text{O}) - (\Delta G^{\circ} \text{C}_5 \text{H}_9 \text{NO}_4 - \Delta G^{\circ} \text{NaOH}) \\
 &= (183,7 + (-237,129)) - (-113,9 + (-419,150)) \\
 &= 479,6 \text{ kJ/kmol.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta G^{\circ} &= \Delta G^{\circ}_{-1} + \Delta G^{\circ}_{-2} \\
 &= (-599,59 \text{ kJ/kmol.} + 479,6 \text{ kJ/kmol.}) \\
 &= -119,965 \text{ kJ/kmol.}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Perbandingan proses berdasarkan potensial ekonomi dan Δ Gibbs

Keterangan	Fermentasi	Hidrolisis
Keuntungan	Rp. 103.095.000,-	Rp. 10.950.000,-
Δ Gibbs	- 119,965 kJ/kmol.	990,75 kJ/kmol

Berdasarkan hal diatas maka proses pembuatan monosodium glutamat yang dipilih adalah metode fermentasi dengan alasan:

1. Ketersediaan bahan baku molasses yang melimpah di Indonesia, sehingga menjaga kelangsungan berdirinya pabrik monosodium glutamat.
2. Proses fermentasi tidak memerlukan tekanan operasi yang tinggi seperti suhu 30°C sehingga biaya produksi lebih bisa ditekan dan yield yang dihasilkan lebih tinggi.
3. Dari perhitungan ekonomi kasar proses fermentasi jauh lebih menguntungkan dibandingkan proses hidrolisis
4. Dari energi bebas gibbs dapat diketahui reaksi fermentasi lebih spontan, dengan kata lain tidak memerlukan energy yang besar agar dapat bereaksi.

Disamping pemilihan proses dilakukan pula pemilihan mikroorganisme yang akan digunakan pada proses fermentasi. Mikroorganisme yang ikut berperan dalam reaksi pembuatan MSG, maka dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, seperti yang tercantum dalam Tabel berikut.

Tabel 4. Mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan molases

mikroorganisme	fungi	Aspergillus Terrus	Micrococcus Glutamicus
Suhu operasi (°C)	23-32	25-32	28-30
Waktu fermentasi (jam)	24-96	48-90	30-40
Pemisahan	Ekstraksi	Ekstraksi	Resin
Kondisi	Aerob	Aerob	Aerob
Produk (gr/L)			40
Yield (%) total			86
KemurnianMSG (%)			99

Berdasarkan tabel diatas maka dapat disimpulkan bahwa bakteri yang dipilih ialah *Micrococcus glutamicus* karena memiliki waktu fermentasi yang relative cepat dan memiliki yield yang cukup tinggi yaitu 86 %.

C. Uraian singkat proses

Secara garis besar proses produksi MSG melalui tahap-tahap persiapan bahan baku dan bahan pembantu, fermentasi, kristalisasi, dan netralisasi serta pengeringan dan pengayakan.

1. Persiapan bahan baku dan bahan pembantu

Dalam pembuatan MSG digunakan bahan baku berupa tetes tebu sebagai sumber karbohidrat. Tetes tebu diolah terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan Ca dengan menambahkan H_2SO_4 . Setelah itu tetes disterilisasi dengan menggunakan uap panas bersuhu maksimum $120^{\circ}C$ selama 10 hingga 20 menit dan siap di fermentasi dalam tabung yang juga disterilisasi (Said, 1991).

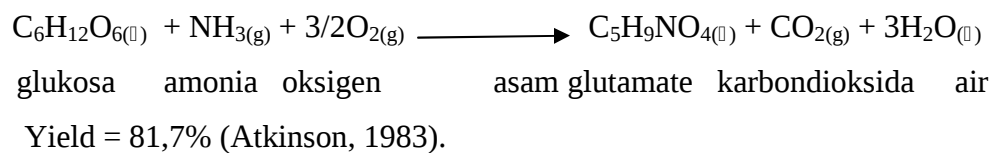
Selain bahan baku utama juga terdapat bahan pembantu dalam pembuatan MSG. Bahan pembantu tersebut adalah amina (NH_2), asam sulfat (H_2SO_4), HCl, NaOH, karbon aktif, “beet molasses” dan “raw sugar” (Susanto dan Sucipto, 1994).

2. Fermentasi

Fermentasi adalah suatu reaksi oksidasi reduksi di dalam sistem biologi yang menghasilkan energi. Fermentasi menggunakan senyawa organik yang biasanya digunakan adalah karbohidrat dalam bentuk glukosa. Senyawa tersebut akan diubah oleh reaksi reduksi dengan katalis enzim menjadi bentuk lain (Winarno, 1990).

Proses pembuatan monosodium glutamat dari molasses dengan menggunakan metode fermentasi menggunakan fermentor batch pada suhu 35°C dan tekanan atmosferis. Kandungan sukrosa dalam molasses dikonversi terlebih dahulu hingga terbentuk glukosa. Selanjutnya dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan bakteri *Micrococcus glutamicus*

Reaksi :



Hasil dari fermentasi adalah asam glutamat dalam bentuk cair yang masih tercampur dengan sisa fermentasi.

3. Kristalisasi dan Netralisasi

Kristalisasi merupakan metode yang terpenting dalam purifikasi senyawa-senyawa yang mempunyai berat molekul rendah (Mc Cabe, et al. 1994). Kristal murni asam glutamat yang berasal dari proses pemurnian asam glutamat digunakan sebagai dasar pembuatan MSG. Asam glutamat yang dipakai harus mempunyai kemurnian lebih dari 99 % sehingga bisa didapatkan MSG yang berkualitas baik. Kristal murni asam glutamat dilarutkan dalam air sambil dinetralkan dengan NaOH atau dengan Na₂CO₃ pada pH

6,6-7,0 yang kemudian berubah menjadi MSG. Pada keadaan asam glutamat akan bereaksi dengan Na dan membentuk larutan MSG. Larutan ini mempunyai derajat kekentalan 26 -280Be. Pada suhu 300C dengan konsentrasi MSG sebesar 55 gram/larutan (Winarno, 1990).

Penambahan arang aktif sebanyak % (w/v) digunakan untuk menjernihkan cairan MSG yang berwarna kuning jernih dan juga menyerap kotoran lainnya, kemudian didiamkan selama satu jam lebih untuk menyempurnakan proses penyerapan warna serta bahan asing lainnya yang berlangsung dalam keadaan netral. Cairan yang berisi arang aktif dan MSG kemudian disaring dengan menggunakan “vacuum filter” yang kemudian menghasilkan filter serta “cake” berisi arang aktif dan bahan lainnya. Bila kekeruhan dan warna filter tersebut telah sesuai dengan yang diinginkan maka cairan ini dapat dikristalkan (Said, 1991).

Larutan MSG yang telah memiliki kekentalan 260Be diuapkan pada kondisi vakum bertekanan 64 cmHg atau setara dengan titik didih 69 gram MSG pelarutan. Pemberian umpan akan menyebabkan terbentuknya MSG karena larutan dalam keadaan jenuh. Umpan yang diberikan sekitar 2% lalu inti kristal yang terbentuk secara perlahan-lahan akan diikuti dengan pemekatan larutan sehingga menghasilkan kristal yang lebih besar. Proses kristalisasi berlangsung selama 14 jam (Said, 1991).

4. Pengeringan dan pengayakan

Kristal MSG yang dihasilkan dari proses kristalisasi dipisahkan dengan metode sentrifugasi dari cairannya. Filtrat hasil penyaringan dikembalikan pada proses pemurnian dan kristal MSG yang dihasilkan setelah disaring kemudian dikeringkan dengan udara panas dalam lorong pengeringan, setelah itu diayak dengan ayakan bertingkat sehingga diperoleh 3 ukuran yaitu LLC (“Long Large Crystal”), LC (“Long Crystal”), dan RC (“Regular Crystal”), sedangkan FC (“Fine Crystal”) yang merupakan kristal kecil dikembalikan ke dalam proses sebagai umpan. Hasil MSG yang telah diayak dalam bentuk kering kemudian dikemas dan disimpan sementara dalam gudang sebelum digunakan untuk tujuan lainnya (Said, 1991).

