

BAB II PROSES PRODUKSI

A. Tinjauan Pustaka

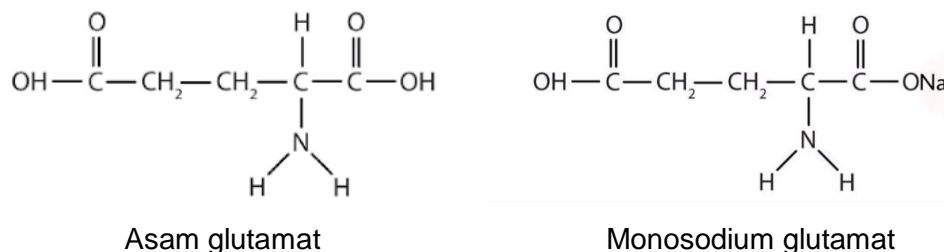
1. Monosodium Glutamat (MSG)

Monosodium glutamate (MSG) yang dikenal dengan nama populer sebagai vetsin telah lama digunakan sebagai penyedap. Penggunaan MSG begitu meluas seperti di rumah tangga, di rumah makan juga oleh penjaja makanan dipinggir jalan. MSG digunakan sebagai penyedap karena meningkatkan rasa dan aroma. Bau dan rasa sedap yang ditimbulkan dikatakan sebagai rasa kelima setelah empat rasa dasar yaitu asin, manis, asam, dan pahit. Orang Jepang menyebut “*umami*”, orang Amerika menyebut istilah “*savory*” yang pada prinsipnya berarti sedap atau enak yang digunakan untuk menghasilkan rasa yang lebih enak ke dalam masakan (Suryanto, 2015).

Monosodium glutamat (MSG) adalah garam natrium (sodium) dari asam glutamat, suatu asam amino yang terdapat dalam semua jenis protein. Monosodium glutamat dikenal sebagai bahan tambahan untuk pembangkit cita rasa. Istilah pembangkit cita rasa (*flavor enhancer/flavor potentiator*) digunakan untuk bahan yang dapat meningkatkan rasa enak yang tidak diinginkan dari suatu makanan. Sedangkan bahan pembangkit itu sendiri tidak atau sedikit mempunyai cita rasa (Naqiyah, 2014).

Menurut Yuliarti (2007) MSG adalah garam sodium dari asam glutamat yang ada secara alami dalam tubuh kita. Asam glutamat merupakan bagian dari kerangka utama berbagai jenis molekul protein yang terdapat dalam makanan secara alami dan dalam jaringan tubuh manusia. Asam glutamat merupakan salah satu dari 20 asam amino yang ditemukan pada protein, sementara MSG merupakan monomer dari asam glutamat. Asam glutamat terdiri dari dua bentuk yaitu bentuk terikat (*in bound*) dan bentuk bebas (*in free form*). Bentuk terikat merupakan asam glutamat yang terikat pada asam amino lain membentuk protein, selanjutnya bentuk bebas merupakan asam glutamat yang tidak berikatan dengan protein. Glutamat bebas tersebut dapat bereaksi dengan ion sodium (natrium) membentuk garam MSG. Jenis garam lain seperti garam kalium glutamat dan kalsium glutamat ternyata juga memiliki daya pembangkit citarasa (Winarno, 2004). Sukawan (2008) menyatakan bahwa perbedaan struktur kimia MSG

dengan asam glutamat hanya terletak pada salah satu gugus karboksil asam glutamate yang mengandung hidrogen diganti dengan natrium sehingga membentuk monosodium glutamate.



Gambar 5. Struktur Asam Glutamat dan *Monosodium Glutamate* (Ball, 2011).

2. Bahan Baku Pembuatan Monosodium Glutamat (MSG)

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan MSG adalah tetes tebu, *dextrose*, dan *raw sugar*. Gula-gula yang dimanfaatkan bakteri sebagai substrat adalah *fermentable sugar* (sukrosa, fruktosa dan glukosa). Selain *cane molasses*, tepung tapioka yang merupakan pati dan *raw sugar* juga dapat digunakan untuk bahan baku fermentasi MSG (Kurihara, 2009).

Bahan baku utama yang digunakan adalah tetes tebu (*cane molasses*) yang merupakan produk samping dari industri gula. Setiap 3,22 ton tetes tebu (dengan kandungan gula sebesar 50%) dapat menghasilkan monosodium glutamat sebanyak 1 ton. Standar kadar gula tetes tebu yang digunakan pada proses fermentasi berkisar 50-60% (Winarno, 2004).

Selain bahan baku utama juga terdapat bahan pembantu dalam pembuatan MSG. Bahan pembantu tersebut adalah amonia (NH₃), asam sulfat (H₂SO₄), HCl, NaOH, karbon aktif, "*beet molasses*" dan "*raw sugar*", urea, air, anti buih, vitamin dan mineral, tepung tapioka, enzim, aronvis (Sukawan, 2008).

a. Tetes Tebu (*Cane Molasses*)

Tetes tebu merupakan hasil samping dari proses pembuatan gula tebu (*Saccharum officinarum*). Tetes tebu berwujud cair kental yang diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula yang tidak dapat dibentuk lagi menjadi sukrosa, namun masih mengandung gula dengan kadar yang tinggi (Hambali, 2007).

Di Indonesia, tetes tebu banyak digunakan sebagai bahan baku. Monosodium Glutamat (MSG), industri alkohol, ragi makanan ternak, dan pelet. Disamping itu juga cukup berpotensi untuk dikembangkan dalam pengolahan gula cair (*liquid sugar*), ragi roti, asam sitrat, dan asam asetat. Tetes tebu merupakan

campuran kompleks yang mengandung sukrosa, gula invert, garam-garam dan bahan non gula. Tetes dapat bersifat asam dan mempunyai pH 5,5-6,5 yang disebabkan adanya asam-asam organik bebas (Juwita, 2012).

Ada dua bentuk tetes yang keduanya merupakan hasil samping dari industri gula tebu. Pertama adalah tetes hitam yang mengandung residu dan merupakan hasil samping setelah dilakukan operasi kristalisasi tebu. Tetes hitam mengandung 50% bobot gula yang terdiri dari 60-70% sukrosa dan gula invert. Bentuk kedua adalah tetes pekat yaitu cairan gula yang diuapkan sehingga mengandung 70-80% gula yang terdiri dari 70% gula invert. Berat jenis tetes bervariasi antara 1,34-1,49 dengan indikasi rata-rata 1,43. Viskositas juga menunjukkan perubahan terhadap perbedaan suhu dan konsentrasi (Yuliarti, 2007).

b. Beet Molasses

Beet *molasses* adalah sirup sisa pengolahan gula bit, dimana tidak ada lagi gula yang dapat dikristalkan dengan cara konvensional. *Beet molasses* berupa cairan hitam kental yang utamanya digunakan sebagai pakan ternak maupun untuk tujuan fermentasi di industri (Draycott, 2006).

Molase dari bit berbeda dengan molase dari tebu, yang disebut sebagai molase bit adalah sisa proses kristalisasi gula. Jadi tidak ada pengklasifikasian molase. Molase bit 50% dari berat kering merupakan gula. Sebagian besar merupakan sukrosa dan juga mengandung glukosa dan fruktosa. Molase bit mengandung biotin (vitamin B7) dalam jumlah terbatas. Vitamin ini berguna untuk pertumbuhan. Molase ini juga mengandung garam-garaman yaitu kalsium, potassium, oksalat dan klorida (Mc Donald *et al*, 2001).

Molase gula bit memiliki lebih banyak sakarosa dengan kandungan non-gula serta pengotor yang lebih banyak dibanding dengan tetes tebu yang mengandung rafinosa dan betain. Pemanfaatan molase dari gula bit untuk konsumsi jarang dilakukan karena rasa pahit dan aromanya, namun beberapa hasil penelitian menunjukkan dengan menggunakan dosis yang tepat, molase dapat digunakan pada produk roti dan daging tanpa mengubah rasa secara drastis. Fungsi penggunaan molase gula bit pada makanan adalah untuk mengurangi kandungan air dalam makanan yang dikenal sebagai proses dehidrasi osmotik (Mc Donald *et al*, 2001).

c. Raw Sugar

Raw *sugar* merupakan gula yang belum dimurnikan sehingga masih ada kandungan selain gula dan biasanya berwarna kekuningan hingga coklat tua (Asadi, 2007).

Raw sugar adalah gula mentah berbentuk kristal berwarna kecoklatan dengan bahan baku dari tebu. Gula tipe ini adalah produksi gula “setengah jadi” dari pabrik-pabrik penggilingan tebu yang tidak memiliki unit pemutihan yang biasanya jenis gula inilah yang banyak diimpor untuk kemudian diolah menjadi gula kristal putih maupun gula rafinasi (Wahyudi, 2013).

d. Amonia (NH₃)

Pada proses pembuatan MSG, amonia berfungsi sebagai sumber nitrogen (Azzahrawani, 2010).

e. Asam Sulfat (H₂SO₄)

Asam sulfat digunakan pada proses dekalsifikasi dan kristalisasi. Pada proses dekalsifikasi tetes tebu asam sulfat berfungsi untuk menurunkan kandungan kalsium (Ca) pada tetes tebu. Sedangkan pada proses kristalisasi, asam sulfat berfungsi sebagai pengatur pH larutan cairan hasil dari proses fermentasi (Jennie, 2001).

f. Natrium Hidroksida (NaOH)

Pada pembuatan MSG digunakan bahan baku pendukung berupa NaOH 20%. NaOH 20% ini ditambahkan sehingga dihasilkan asam glutamat, yang selanjutnya dikristalkan dengan cara menetralkan larutan alkali dan merubah larutan asam glutamat yang mengandung asam sulfat pada titik isoelektrik dengan pH 3,2 dari asam amino tersebut (Utami, 2009).

g. Karbon Aktif

Karbon aktif dengan luas permukaan yang besar dapat digunakan untuk berbagai aplikasi yaitu sebagai penghilang warna, penghilang rasa, penghilang bau, dan agen pemurni dalam industri makanan (Rosdelima, 2014). Karbon aktif digunakan pada saat proses dekolorisasi yang berfungsi untuk menyerap warna coklat kehitaman yang dihasilkan oleh MSG cair.

h. Air

Air adalah suatu komponen utama untuk semua media fermentasi dan ini dibutuhkan dalam mendukung kelancaran proses. Beberapa faktor yang dianggap perlu diperhatikan meliputi pH padatan terlarut dan kontaminasi benda asing.

Selain itu air juga merupakan pelarut bahan baku dan pencuci mesin produksi (Stundbury dan Whitaker, 1994).

i. Anti buih (Defoamer)

Anti buih adalah bahan tambahan pangan yang digunakan untuk mencegah atau mengurangi pembentukan buih (Peraturan Menkes, 2012). Anti buih biasa digunakan sebagai surfaktan dimana penggunaannya dapat mengurangi laju transfer oksigen sehingga memacu produksi asam amino. Zat tersebut akan mengubah permeabilitas sel terhadap asam glutamate.

j. Vitamin dan Mineral

Vitamin dan mineral penting untuk ditambahkan pada proses pembuatan MSG, vitamin dan mineral yang ditambahkan antara lain biotin, vitamin B1, H_2PO_4 , $MnSO_4$, dan Fe_2SO_4 (Stundbury dan Whitaker, 1994).

k. Enzim

Enzim memiliki peranan yang penting dalam proses biokimia selama pembuatan monosodium glutamate. Peran dari enzim sebagai katalis dalam pemecahan makromolekul (pati) menjadi molekul yang lebih sederhana (glukosa). Selama proses hidrolisis pati tersebut, enzim yang diperlukan adalah enzim α -amilase dan enzim glucoamilase (Jennie, 2001).

l. Mikroorganisme Penghasil Asam Glutamat

Glutamat merupakan asam amino bebas yang banyak terdapat di dalam sitoplasma bakteri. Supaya dapat digunakan maka bakteri penghasil glutamat harus melakukan dua hal yaitu, melakukan overproduksi glutamat dan mengekresikannya ke dalam *broth*. Umumnya asam glutamat dihasilkan dari proses produksi. Berbagai macam strain bakteri telah dikembangkan untuk menjadi penghasil asam glutamat. Beberapa jenis bakteri penghasil asam glutamat dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Beberapa Jenis Bakteri Penghasil Asam Glutamat

Genus	Spesies
<i>Corynebacterium</i>	<i>C. glutamicum</i>
	<i>C. elium</i>
	<i>C. ealunae</i>
	<i>C. herculis</i>
<i>Brevibacterium</i>	<i>B. flavum</i>
	<i>B. divaricatum</i>
	<i>B. aminogeues</i>
	<i>B. lactofermentum</i>
<i>Microbacterium</i>	<i>M. saliconovolum</i>
	<i>M. aminophophilum</i>
<i>Arthobacterium</i>	<i>A. aminofeieus</i>
	<i>A. globivermis</i>

(Kuswanto dan Sudarmaji, 1990).

Berbagai strain bakteri penghasil asam glutamat termasuk dalam genus *Corynebacterium* dan *Brevibacterium* yang diisolasi dan digunakan secara komersial. Bakteri ini hanya menghasilkan L-asam glutamat rata-rata 30-50 gram/liter dari medium, sebagian besar dilepaskan ke dalam medium yang membuat isolasi berikutnya menjadi lebih mudah. Bakteri penghasil L-asam glutamat biasanya gram positif, tidak membentuk spora, non motil dan membutuhkan biotin untuk mengoptimalkan pertumbuhannya. Tidak adanya biotin selama fase pertumbuhannya menyebabkan integritas struktur dinding sel. Dengan demikian terjadi kebocoran asam glutamat ke dalam medium. Bakteri ini dapat menggunakan berbagai sumber karbohidrat meliputi glukosa, fruktosa, sukrosa, maltose, ribose atau xylose yang biasanya diturunkan dari berbagai macam substrat meliputi pati, *cane molasses*, *beet molasses* atau gula. Sumber nitrogen juga dibutuhkan yang dalam prakteknya dapat diperoleh dari berbagai bahan ammonia atau urea (Maga dan Tu, 1994).

Sifat bakteri asam glutamat antara lain strain bakteri ia memiliki dinding sel yang tidak permeable terhadap asam glutamat yang dihasilkan, suhu optimum 30°-37°C dengan pH optimum sekitar 7-8, permeabilitas dinding sel perlu dipertinggi supaya asam glutamat yang dihasilkan dapat dikeluarkan dari dalam sel sehingga tidak ada hambatan balik (*feedback inhibition*). Teknik yang dilakukan agar dinding sel lebih permeable antara lain :

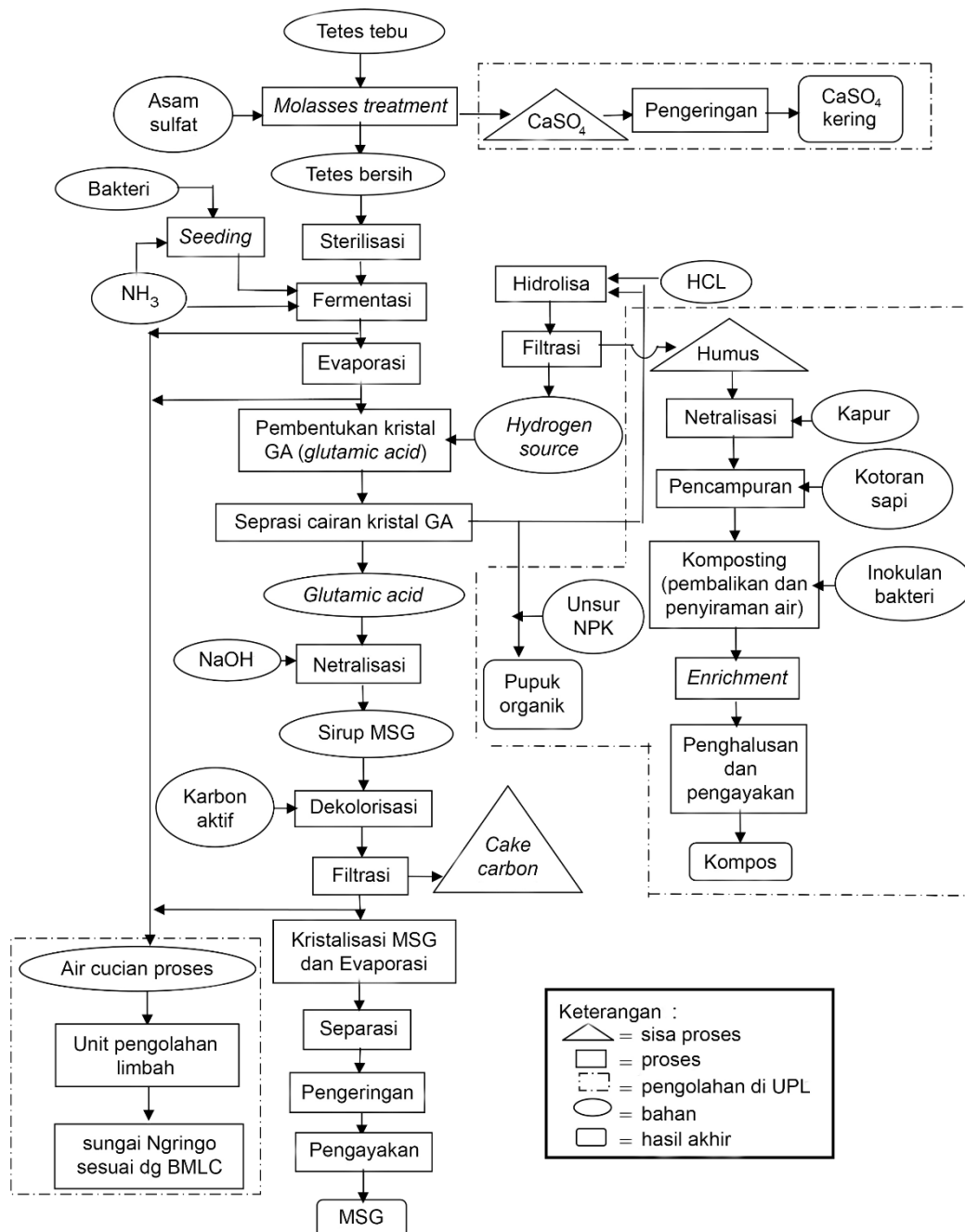
- Pemberian biotin secukupnya supaya tidak mematikan sel. Titik kritis kadar biotin maksimal adalah 0,5 µg/g sel kering.
- Penambahan antibiotika penisilin secukupnya

- Penambahan asam lemak C16-18 jenuh atau ester dengan polialkohol yang hidrolis.

Dari beberapa jenis bakteri penghasil asam glutamat yang disebut di atas, *Brevibacterium* yang paling sering digunakan. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi bakteri ini hanya memerlukan sedikit penambahan biotin dari ammonia secukupnya (Kuswanto dan Sudarmaji, 1990).

3. Proses Produksi Monosodium Glutamat (MSG)

Proses produksi Monosodium Glutamat pada umumnya dibagi menjadi beberapa tahap. Menurut Triastuti (2006) tahap yang paling utama yaitu fermentasi, isolasi dan *refinery*. Diagram alir proses produksi MSG menurut Triastuti (2006) dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Alir Proses Produksi MSG
Sumber : (Triastuti, 2006)

a. *Molasses treatment*

Molasses treatment adalah perlakuan untuk menghilangkan zat-zat pada tetes yang tidak dikehendaki. Zat-zat yang tidak dikehendaki tersebut berupa unsur Ca yang tinggi yang berada dalam tetes. Selain itu juga untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang terikut pada tetes (Triastuti, 2006).

Proses produksi monosodium glutamat dimulai dari proses dekalsifikasi, yaitu proses penghilangan kalsium yang terdapat pada bahan baku tetes tebu menggunakan asam sulfat. Proses dekalsifikasi tersebut akan menghasilkan Treated Cane Molasses (TCM) yang digunakan sebagai media pertumbuhan saat proses fermentasi. Asam sulfat yang ditambahkan juga berfungsi sebagai pengontrol pH antara 2,8 – 3,2 pada suhu 50°C selama \pm 4 jam. Konsentrasi asam sulfat yang ditambahkan berbanding lurus dengan kalsium pada tetes tebu, artinya semakin besar kadar kalsium yang terdapat pada tetes tebu, maka akan semakin besar pula konsentrasi asam sulfat yang dibutuhkan pada proses dekalsifikasi (Pratiwi, 2017).

Proses selanjutnya yaitu dengan mengalirkan tetes tebu kedalam tangki sedimentasi dan menggunakan alat sedimentasi yang disebut hane thickner. Tetes tebu yang telah dialirkan kedalam tangki tersebut diendapkan selama 4 jam. Tetes tebu yang telah melalui proses dekalsifikasi disebut TCM yang kemudian dialirkan ke dalam tangki TCM dan siap digunakan untuk fermentasi (Pratiwi, 2017).

Tetes yang digunakan diperoleh dari berbagai pabrik gula, sehingga akan diperoleh jenis atau kualitas tetes yang berbeda. Kemudian tetes dari tangki-tangki penampung dicampur menjadi satu dengan perbandingan tertentu dalam tangki-tangki penampung dicampur menjadi satu dengan perbandingan tertentu dalam tangki timbang. Kemudian dialirkan ke dalam bak penampung yang terbuat dari beton. Pembersihan tetes dari pengotor merupakan tahap pertama pengolahan tetes. Setelah melalui tahap pencampuran maka tetes dimasukkan ke tangki *molases treatment*. Pembersihan tetes mulai dilakukan di tangki *molases treatment* dengan pemasakan dan menambahkan asam sulfat. Pemasakan tetes bertujuan untuk mengurangi kadar cadan kotoran lain yang tidak dikehendaki. (Triastuti, 2006).

Proses sakarifikasi merupakan proses yang dilakukan setelah proses dekalsifikasi. Sakarifikasi dilakukan untuk mengatasi rendahnya kadar glukosa pada TCM dengan cara menambahkan tepung tapioka. Tepung tapioka akan dihidrolisis menggunakan enzim alfa-amilase dan enzim glucoamilase menjadi glukosa, yang kemudian ditambahkan pada TCM dengan perbandingan TCM : Tepung tapioka adalah 3:1. Enzim alfa-amilase yang telah di hidrolisis menghasilkan glukosa dan dextrin. Pemutusan ikatan alfa-1,6-glikosidik dilakukan dengan cara melakukan proses lanjutan, yaitu dengan penambahan enzim

glukoamilase. Titik control penambahan enzim glukoamilase yaitu pada pH 4,5 dengan suhu 55 – 60. Keseluruhan proses sakarifikasi ini dihasilkan glukosa. Glukosa yang dihasilkan ini merupakan parameter penghentian aktivitas enzim dengan cara pH larutan diturunkan hingga 2,5 yang selanjutnya akan dibawa proses fermentasi (Kunamneni, 2005).

b. Fementasi

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.

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktifitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Terjadinya fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan sebagai akibat dari pemecahan-pemecahan kandungan bahan pangan tersebut. Hasil-hasil fermentasi terutama tergantung pada jenis bahan pangan (substrat), macam mikroba dan kondisi sekelilingnya yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba dan metabolisme mikroba tersebut.

Bakteri yang banyak digunakan dalam pembuatan MSG adalah bakteri *Brevibacterium lactofermentum*. Pertama-tama biarkan kultur yang telah diinokulasi dimasukkan kedalam tabung berisi medium prastarter dan diinkubasi selama 16 jam pada suhu 31°C. Selanjutnya biarkan prastarter diinokulasi kedalam tangki starter.

Penurunan pH akibat terbentuknya asam pada proses pembentukan prastarter tidak diinginkan karena akan menghambat pola pertumbuhan. Penambahan garam (CaCO_3) sebanyak 3% kedalam tebu prastarter berguna untuk mencegah agar pH tidak rendah dari 7. Didalam tangki pembibitan penggunaan CaCO_3 tidaklah mungkin karena akan menyebabkan efek samping berupa kerak dan endapan serta akan mengurangi efek pertumbuhan mikroba. Penambahan urea ke dalam tangki pembibitan akan mengurangi pH dan dapat menggantikan fungsi CaCO_3 . Nilai pH tertinggi yang terjadi akibat peruraian urea diharapkan tidak lebih dari 7,4 sedangkan pH terendah tidak kurang dari 6,8. Hasil dari fermentasi adalah asam glutamat dalam bentuk cair yang masih tercampur dengan sisa fermentasi (Rahadian dan Putri, 2008).

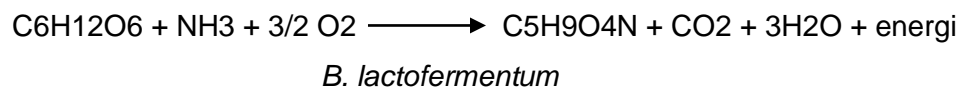
MSG dibuat melalui proses fermentasi dari tetes-gula (*molasses*) dengan bantuan mikroba. Sebelum mikroba tersebut digunakan untuk proses fermentasi pembuatan MSG, maka terlebih dahulu mikroba tersebut diperbanyak (dalam istilah mikrobiologi dibiakkan atau dikultur) dalam suatu media substrat. Proses ini dikenal sebagai proses pembiakan bakteri, dan dilakukan terpisah dengan proses fermentasi. Setelah bakteri itu tumbuh dan berbiak, maka kemudian bakteri tersebut diambil untuk digunakan sebagai agen-biologik pada proses fermentasi selanjutnya dan menghasilkan asam glutamat. Asam Glutamat yang terjadi dari proses fermentasi ini, kemudian ditambah soda (*Sodium Carbonate*) atau NaOH, sehingga akan terbentuk Monosodium Glutamat (MSG). MSG yang terjadi ini, kemudian dimurnikan dan dikristalisasi, sehingga merupakan serbuk kristal murni, yang siap di jual di pasar (Handodjo, 1995).

Proses fermentasi asam glutamat ini paling sering dijalankan secara feed-batch, dimana gula ditambahkan secara kontinyu maupun waktu tertentu tanpa mengeluarkan media biakannya selama proses fermentasi. *Seed culture* ditumbuhkan pada medium glukosa, kalium fosfat, magnesium sulfat, *yeast extract* dan urea sebagai sumber nitrogen. Kultur yang lebih besarmenggunakan medium tumbuh gula yang lebih murah seperti tetes tebu atau bit dan hidrolisat pati dari jagung atau ubi kayu. Sumber gula yang digunakan tergantung dengan lokasi geografis dari proses tersebut. Contohnya sirup glukosa dari jagung digunakan di Amerika Serikat, tapioka (dari singkong) di Asia Selatan dan tetes tebu atau bit molase digunakan di Eropa. Amonia dan amonium sulfat digunakan sebagai sumber nitrogen. Amonia juga dapat digunakan untuk mengontrol pH selama fermentasi. Serta sumber vitamin dan nutrisi lainnya juga digunakan untuk proses fermentasi (Ikeda, 2003).

Proses fermentasi dimulai setelah menambahkan *C. Glutamicum* ke dalam tangki fermentasi. Volume seed culture yang ditambahkan bervariasi tetapi umumnya dalam kisaran 200-1000 liter, kemudian 10.000-20.000 liter dan akhirnya pada tangki produksi sekitar 50.000-500.000 liter. Proses fermentasi dikontrol pada setiap tahap meliputi *cell density*, komposisi nutrisi, suhu, pH, aerasi, laju agitasi dan laju aliran gula. Asam oleat (0,65 ml/liter) dapat ditambahkan pada awal fermentasi untuk mendorong ekskresi glutamat. pH diatur dengan amonia dan dipertahankan pada angka 7,8 selama proses. (Ikeda,2003).

Setelah 14 jam pertumbuhan, suhu meningkat dari 32-33°C sampai 38°C. Selama proses fermentasi *fed-batch*, sekitar 160 g glukosa per liter dimasukkan ke dalam bioreaktor. Fermentasi akan berlangsung sekitar 36 jam. Setelah proses selesai, *broth* dipompa dari bioreaktor ke tangki *recovery*. *Yield* asam glutamat yang dihasilkan dari fermentasi skala besar dapat mencapai 100 g / l. Hal ini menunjukkan bahwa dalam bioreaktor 100.000 liter akan mampu menghasilkan sekitar 10.000 kg asam glutamat (Ikeda, 2003).

Selama proses fermentasi terjadi pembentukan asam glutamat oleh bakteri *B. lactofermentum* sebagai metabolit primer. Reaksi yang terjadi adalah:



Reaksi tersebut terjadi melalui siklus krebs pada mitokondria bakteri. Substrat utama pada media fermentasi yaitu glukosa yang ditambahkan amoniak serta oksigen yang menghasilkan asam glutamat, karbon dioksida, air, dan energi. Karbondioksida yang dihalikan selama proses fermentasi harus diminimalisir kadarnya dengan menggunakan antifoam karena akan menyebabkan terbentuknya buih yang dapat mengganggu proses fermentasi dan pada akhirnya hasil kristal MSG yang terbentuk akan rapuh dan sangat porous.

Penambahan amoniak (NH₃) ke dalam media fermentasi akan menyebabkan pembelokan siklus krebs secara enzimatik dengan katalis enzim glutamate dehydrogenase yang dihasilkan oleh bakteri *C. Glutamicum*. Hal ini juga mempengaruhi permeabilitas dinding sel menjadi lebih tinggi sehingga ekstraksi asam glutamat dari dalam sel menjadi lebih mudah. Bakteri tersebut lebih mengutamakan mengubah α ketoglutarat menjadi asam glutamat daripada suksinil KoA karena pada proses ini memerlukan energi yang relatif kecil. Alasan lain yang mendasari yaitu senyawa antara α ketoglutarat akan diubah menjadi suksinil KoA oleh enzim α ketoglutarat dehidrogenase. Dalam siklus krebs senyawa suksinil KoA merupakan satu-satunya senyawa yang berenergi tinggi sehingga sangat berpotensi memungkinkan kekurangan enzim α ketoglutarat dehidrogenase. Hal ini akan mengakibatkan α ketoglutarat akan terakumulasi, dengan adanya ammonia (NH₃) dan tenaga pereduksi NADH + H⁻ sehingga akan berubah menjadi asam glutamat (Moraes, 2011).

Medium yang baik untuk fermentasi asam L-glutamat mengandung nitrogen dengan kadar 9,5%. Contoh sumber nitrogen yang dapat ditambahkan ke dalam

medium adalah amonium klorida atau amonium sulfat. Bakteri yang menghasilkan asam glutamat juga memiliki aktivitas urease yang kuat sehingga urea juga dapat digunakan sebagai sumber nitrogen. Ion amonium berpengaruh pada pertumbuhan sel dan pembentukan produk sehingga konsentrasinya dalam medium harus dikontrol pada konsentrasi rendah. Tingkat keasaman (pH) medium sangat mudah menjadi asam karena ion amonium terasimilasi dan dihasilkan asam glutamat. Amonia dalam bentuk gas lebih baik daripada basa cair dalam menjaga pH pada level 7-8, sebagai pH optimum untuk produksi asam L-glutamat (Rifa'i, 2018).

Di Indonesia, sebagian besar produksi asam glutamat umumnya menggunakan medium fermentasi berasal dari tetes tebu yang merupakan produk hasil samping pabrik gula. Selain tetes tebu, biasanya juga kombinasikan dengan sumber gula lain karena gula dari tetes tebu masih kurang mencukupi untuk pertumbuhan bakteri. Sumber gula lainnya seperti *raw sugar* atau beet molasses (Rifa'i, 2018). Tetes tebu berwarna coklat kehitaman seperti kecap, memiliki bau khas gula, dan viskositasnya tinggi. Selain mengandung gula, tetes tebu juga mengandung komponen lain yang berfungsi untuk pertumbuhan bakteri. Salah satu komponen penting dalam tetes tebu adalah biotin atau vitamin B7. Menurut *Handbook of Molasses, Cane Molasses* mengandung komponen gula sukrosa 32 %, glukosa 14 %, dan fruktosa 16 %. Sumber lain, misalnya dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Gula Indonesia memberikan data yang berbeda-beda namun masih dalam kisaran yang sama (Rifa'i, 2018).

Menurut Rajaram (2014), proses produksi asam glutamat adalah dengan menggunakan medium yang disimpan dalam shaker incubator selama 48 jam. Kemudian di sentrifugasi pada 10.000 g suhu 40°C selama 10 menit. Komposisi medium untuk memproduksi asam glutamat yang paling optimum (g/L) : glukosa-50.0; urea-8.0; biotin-0.002; K_2HPO_4 -1.0; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ -2.5; $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ -0.1; $CaCO_3$ -1.6. pH media di buat menjadi 7.0 dengan penambahan NaOH 1N atau HCl 1N.

Selama proses fermentasi asam glutamat, dilakukan kontrol terhadap beberapa faktor yakni O_2 , NH_4^+ , pH, asam phosphate dan biotin. Apabila aerasi selama fermentasi cukup akan terbentuk asam glutamat sedangkan apabila kurang akan terbentuk asam laktat atau suksinat. Ammonia (NH_4^+) dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber nitrogen. Apabila jumlahnya kurang maka akan

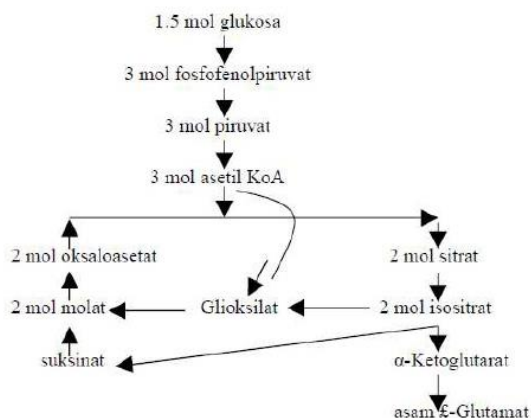
terbentuk asam α -ketoglutarat sedangkan apabila berlebih akan terbentuk glutamine. Pengaturan pH selama proses fermentasi asam glutamat juga berpengaruh terhadap hasil fermentasi, dimana pH yang asam akan membentuk glutamin dan N-asetoglutamin. Sedangkan pada pH netral atau basa lemah, asam glutamat akan terbentuk optimal. Penambahan asam fosfat yang kurang akan menghasilkan valin sedangkan adanya biotin yang berlebih akan membentuk asam laktat dan asam suksinat. Selain itu juga seperti halnya proses fermentasi pada umumnya, suhu fermentasi diatur sesuai dengan suhu optimum dari mikroba yang digunakan agar mikroba tersebut dapat lebih optimum berperan dalam proses fermentasi (Rifa'i, 2018).

c. Proses pembentukan asam glutamate

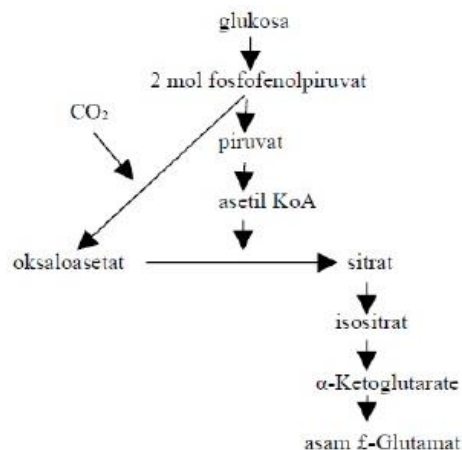
Pembentukan asam glutamat dari glukosa membutuhkan sekurang-kurangnya 16 tahap reaksi enzimatik. Asam α -ketoglutarat diubah menjadi asam glutamat melalui reaksi reduktif aminasi (penambahan NH_3). Enzim yang mengkatalisis reaksi tersebut adalah *NADP-specific glutamic acid dehydrogenase*. Untuk mengaktifkan enzim tersebut diperlukan NADPH_2 . Untuk mengubah glukosa menjadi senyawa dengan tiga atom dan dua atom karbon, disamping menggunakan jalur HMP (*hexomonophosphate*) juga menggunakan jalur EMP (*embdenmeyerhoff-parnas*). Lintasan HMP menghasilkan lebih banyak NADPH_2 yang diperlukan untuk reaksi konversi asam α -ketoglutarat menjadi asam glutamat. Fermentasi asam glutamat merupakan fermentasi aerobik, maka kekurangan oksigen selama proses fermentasi menyebabkan jalur EMP lebih dominan. Hasilnya adalah banyak dihasilkannya asam-asam organik lain, seperti asam laktat, akibatnya asam glutamat yang terakumulasi berkurang (Rifa'i, 2018).

Penambahan amoniak (NH_3) ke dalam media fermentasi akan menyebabkan pembelokan siklus krebs secara enzimatik dengan katalis enzim *glutamate dehydrogenase* yang dihasilkan oleh bakteri *Brevibacterium lactofermentum*. Hal ini juga mempengaruhi permeabilitas dinding sel menjadi lebih tinggi sehingga ekstraksi asam glutamat dari dalam sel menjadi lebih mudah. Bakteri tersebut lebih mengutamakan mengubah α ketoglutarat menjadi asam glutamat daripada suksinil KoA karena pada proses ini memerlukan energi yang relatif kecil. Alasan lain yang mendasari yaitu senyawa antara α ketoglutarat akan diubah menjadi suksinil KoA oleh enzim α ketoglutarat dehidrogenase. Dalam siklus krebs senyawa suksinil KoA merupakan satu-satunya senyawa yang berenergi tinggi sehingga sangat

berpotensi memungkinkan kekurangan enzim α ketoglutarat dehidrogenase. Hal ini akan mengakibatkan α ketoglutarat akan terakumulasi, dengan adanya ammonia (NH_3) dan tenaga pereduksi $\text{NADH} + \text{H}^+$ sehingga akan berubah menjadi asam glutamat (Moraes, 2011).



Gambar 7. Jalur pembentukan asam glutamat melalui siklus glioksilat (Rifa'i, 2018).



Gambar 8. Jalur pembentukan asam glutamat melalui fosfoenolpiruvat (Rifa'i, 2018).

Proses pembentukan asam glutamat diawali ketika glukosa sebagai sumber karbon dipecah menjadi fraksi C-3 dan C-2 secara mikrobiologis melalui jalur *Embden Meyerhoff-Parnas* (EMP) dan jalur *Pentosa Phosphate*, kemudian fraksi ini disalurkan ke dalam siklus Asam Tri-Karboksilat (*TCA Cycle*). Kunci prekursor asam glutamat adalah α -ketoglutarat, yang dibentuk dalam siklus TCA melalui asam sitrat dan isositrat, kemudian dikonversi ke asam glutamat melalui reduksi aminasi dengan ion NH_4 bebas. Tahap akhir ini dikatalisis NADP yang tergantung

pada glutamat dehidrogenase. NADPH_2 diperlukan dalam tahap reaksi ini dan dilengkapi melalui dekarboksilasi oksidatif dari isositrat menjadi ketoglutarat dengan enzim isositrat dehidrogenase. NADPH_2 kemudian diregenerasi dengan aminasi reduksi dari α -ketoglutarat (Rifa'i, 2018).

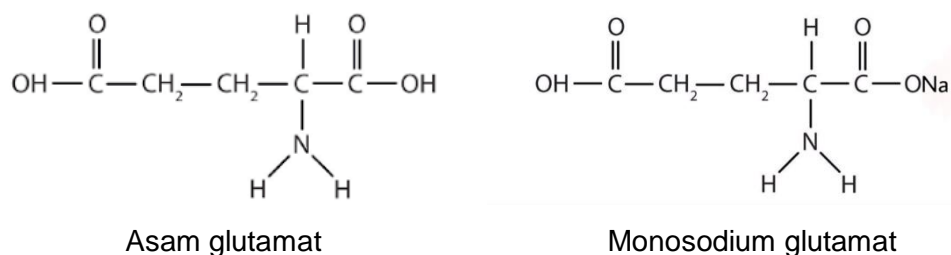
d. Isolasi

Proses isolasi merupakan proses untuk memisahkan produk hasil fermentasi dengan bahan lain yang tidak diinginkan untuk proses selanjutnya. Proses ini dilakukan dengan sentrifugasi yaitu proses pemisahan dua komponen atau lebih yang didasarkan atas perbedaan bobot jenis masing-masing komponen (Winarno, 1990).

Hasil akhir dari proses fermentasi adalah *Thin Broth* (TB) yang mengandung asam glutamat (GA). TB akan mengalami proses pemekatan atau pengurangan kadar air yang dilakukan menggunakan evaporator terlebih dahulu sebelum kandungan GA tersebut diambil (Triastuti, 2006).

Pembentukan kristal dilakukan dengan mengatur pH larutan hingga mencapai titik isoelektrik asam glutamat dengan menambahkan HCl. Titik isoelektrik- α -GA adalah pada pH 3,2 sehingga pada pH tersebut kristal α -GA terbentuk paling banyak dan mudah dipisahkan dari larutan *Glutamic Mother* (GM) ketika dalam SDC (*Super Decanter*) (Triastuti, 2006).

Asam glutamat kristal kasar awalnya disuspensikan dalam air dan akan terlarut, kemudian dinetralkan dengan bantuan natrium hidroksida dan sehingga berubah menjadi garam monosodium. Larutan tersebut akan mengalami dekolorisasi dengan penambahan karbon aktif yang dapat menangkap *impurities* dari larutan monosodium, diperlukan juga untuk dikonsentrasikan pada tekanan vakum pada suhu 60°C sebelum mengalami pendinginan untuk dikristalisasi. Kristal tersebut kemudian akan diisolasi dan mengalami purifikasi (Ault, 2004).



Gambar 9. Struktur Asam Glutamat dan *Monosodium Glutamate* (Ball, 2011).

Kristal murni asam glutamat dilarutkan dalam air sambil dinetralkan dengan NaOH atau dengan Na_2CO_3 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 30°C dengan konsentrasi MSG sebesar 55 gram/larutan (Said, 1991).

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 90% sehingga bisa didapatkan MSG yang berkualitas baik (Winarno, 1990).

e. Purifikasi

Proses pemurnian dibutuhkan dalam proses bioindustri untuk mengurangi larutan fermentasi. Secara umum, pemurnian produk fermentasi melalui beberapa tahapan utama yaitu penghilangan kotoran, ekstraksi dan purifikasi (Nurhidayat, 2017). Kristalisasi merupakan metode yang terpenting dalam purifikasi senyawa-senyawa yang mempunyai berat molekul rendah (Mc Cabe *et al*, 1994).

Kristalisasi merupakan metode yang terpenting dalam purifikasi senyawa-senyawa yang mempunyai berat molekul rendah. 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 Na_2CO_3 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 26-28⁰ Be. Pada suhu 30°C dengan konsentrasi MSG sebesar 55 gram/larutan (Winarno, 2004).

Penambahan arang aktif sebanyak 5% (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 "*vacum 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 (Sukawan, 2008).

Larutan MSG yang telah memiliki kekentalan 26°Be diapukan 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. Ada beberapa faktor dan kondisi yang harus dipenuhi dalam proses kristalisasi antara lain suhu selama proses pendinginan dan viskositas. Kandungan zat pengotor dan berat jenis juga faktor dominan dalam menentukan kualitas Kristal (Rahadian dan Putri, 2008).

f. Pengerinan dan Pengayakan

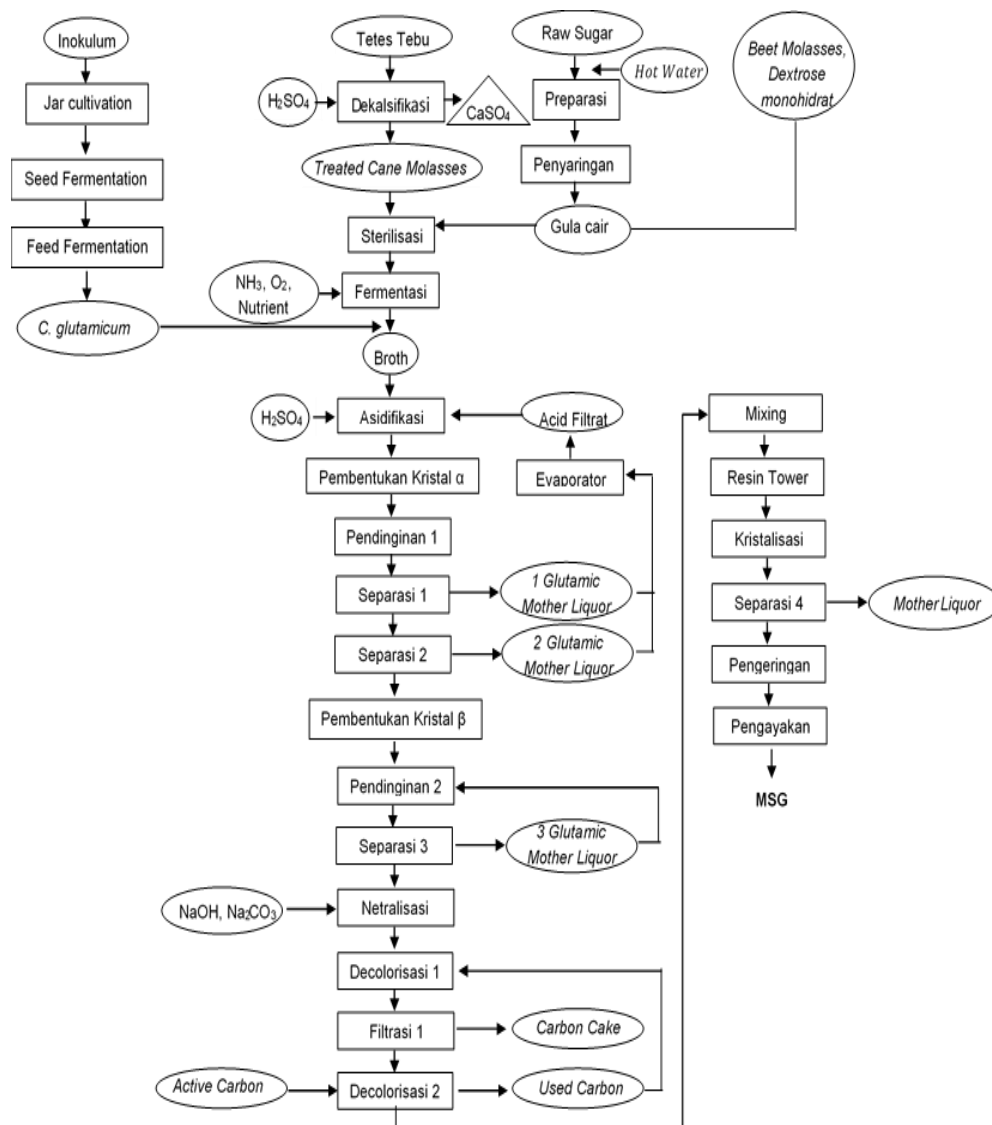
Kristal MSG yang dihasilkan dari proses kristalisasi dipisahkan dengan metode sentrifugasi dari cairannya. Filtrat hasil penyaringan dikembalikan pada proses pemurnian dan kristal MSG yang dihasilkan setelah disaring kemudian dikeringkan dengan udara panas dalam lorong pengerinan (Said, 1991). Pengerinan dilakukan menggunakan *fluidized bed dryer*. Prinsip pengerinan dengan *fluidized bed dryer* adalah udara panas bersuhu 90°C dialirkan dari bawah tumpukan kristal menuju bagian atas (Triastuti, 2006).

Kristal yang sudah kering itu kemudian 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 sudah diayak dalam bentuk kering tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam karung plastik berukuran 50 kg atau sesuai dengan yang diinginkan untuk kemudian disimpan sementara dalam gudang penyimpanan sebelum digunakan untuk keperluan dan tujuan lain (Said, 1991).

B. Uraian Proses Produksi *Monosodium Glutamat* di PT. Cheil Jedang Indonesia

Secara garis besar proses produksi Monosodium Glutamat yang berbahan dasar tetes tebu dan *raw sugar* di PT. Cheil Jedang Indonesia Jombang terbagi menjadi beberapa tahap yaitu tahap fermentasi, tahap isolasi dan tahap purifikasi. Sebelum tahap fermentasi dilakukan tentunya bahan baku yang digunakan akan masuk ke tahap preparasi. Hal ini karena pada bahan baku yang digunakan

terdapat beberapa komponen yang harus dihilangkan. Seperti pada tetes tebu akan dilakukan dekalsifikasi untuk menghilangkan komponen Ca yang ada didalamnya maka akan ditambahkan H_2SO_4 dan pada *raw sugar* akan dilarutkan menggunakan air panas untuk menghilangkan kotoran yang masih terikut didalamnya. Berikut ini diagram alir proses produksi MSG di PT. Cheil Jedang Indonesia Jombang.



Gambar 10. Diagram Alir Proses Produksi MSG
Sumber : PT. Cheil Jedang Indonesia Jombang (2020).

1. Incoming Material

Setiap perusahaan memiliki standar operasional tersendiri. Sebelum melakukan proses produksi PT. Cheil Jedang memiliki standar mutu bahan baku

yang digunakan. Sebelum bahan baku digunakan maka pihak QC akan melakukan sampling untuk memastikan kualitas bahan baku telah sesuai standar. Bahan baku pembuatan Monosodium Glutamat terdiri dari *raw material* dan *sub material*. *Raw material* terdiri atas *cane molasses*, *beet molasses* dan *raw sugar*. Penentuan minimal standar total gula yang ada pada *cane molasses* sebesar 55%, *beet molasses* sebesar 52% dan *raw sugar* sebesar 95%. Standar ini digunakan agar bahan baku yang digunakan dapat memenuhi kebutuhan kadar gula yang dibutuhkan pada saat proses fermentasi. Apabila bahan baku yang digunakan tidak memenuhi standar maka bahan baku berstatus *reject* dan dikembalikan ke *supplier*. Selain itu parameter lain yang di tinjau adalah konsentrasi, masa jenis dan kadar air. Hal ini juga berlaku untuk *sub material* seperti H_2SO_4 , $MgSO_4$, $NaCl$, $NaOH$, Al_2CO_3 . Demi menjaga kekonsistenan kualitas produk maka bahan baku yang diterima harus disertai dokumen berupa COA (*Certificate of Analysis*).

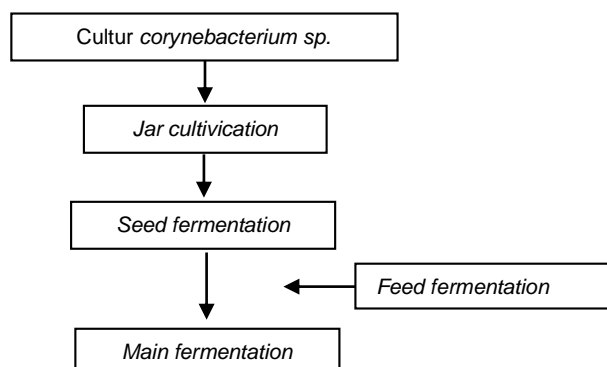
2. Penyimpanan dan Preparasi Material

Bahan yang telah lolos uji standar yang ditentukan, maka bahan baku akan disimpan di gudang. Pada bahan baku *raw material* seperti *raw sugar* sebelum dilakukan proses, maka harus dilakukan preparasi. Proses fermentasi membutuhkan *raw sugar* dalam bentuk cair. Maka proses preparasi ini bertujuan untuk membuat larutan gula yang berasal dari *raw sugar*. *Raw sugar* akan dipindahkan ke *hopper* menggunakan bantuan alat berupa *loader*. *Raw sugar* dari *hopper* akan masuk ke *water tank* untuk dilarutkan bersama *hot water* dengan suhu $80^{\circ}C$. setelah terbentuk larutan gula maka akan dilakukan penyaringan menggunakan *filter drum*. Pada proses preparasi selain bertujuan untuk melarutkan gula juga bertujuan sebagai tahap sterilisasi bahan baku. Larutan gula akan dialirkan melalui pipa untuk di transfer ke proses fermentasi.

3. Proses 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. Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktifitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Pada proses fermentasi Monosodium Glutamat di PT. Cheil Jedang Indonesia memanfaatkan bakteri dari genus *Corynebacterium sp.* Untuk menghasilkan *glutamic acid* (GA). Proses fermentasi dimulai dengan

menumbuhkan *Corynebacterium sp.* yang berupa padatan. Pada fase ini bakteri masih mengalami dorman dan akan ditumbuhkan pada *jar cultivation*. Pada tahap ini bakteri ditumbuhkan dalam suatu media sebanyak 150 liter *jar* agar dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Selanjutnya bakteri akan dipindahkan pada media yang lebih besar dengan kapasitas 40 kL yaitu pada tahap *seed fermentation*. Tahap ini memfokuskan untuk perkembangbiakan bakteri sehingga jumlah vitamin dan mineral yang di tambahkan memiliki proporsi lebih banyak agar dapat mencapai kondisi maksimal untuk tumbuh dan memeperbanyak diri. Tahap selanjutnya adalah memindahkan bakteri dalam *main fermentation* dengan kapasitas 400 kL. Pada tahap ini memiliki tujuan untuk mehasilkan produk. Agar dapat menghasilkan produk *glutamic acid* (GA) maka bakteri membutuhkan glukosa. Sumber gula yang didapat berasal dari *cane molasses*, *beet molasses*, *raw sugar* dan *dextrose monohidrat*. Selain komponen karbon yang berasal dari gula, pada tahap fermentasi juga membutuhkan unsur nitrogen yang berasal dari NH_3 . Selain itu *corynebacterium* bersifat aerob, sehingga perlu dilakukan aerasi pada saat proses fermentasi. Sumber udara diperoleh dari atmosfer yang sebelumnya telah dilakukan proses penyaringan dengan mikrofilter. Sehingga dalam udara tidak terdapat debu, kotoran maupun mikroorganisme lain yang dapat menyebabkan kontaminasi. Pemberian nutrisi dilakukan secara kontinyu seiring dengan semakin habis nutrisi dimakan oleh bakteri. Setelah bakteri mencapai fase stasioner maka dilakukan pengambilan *broth glutamic acid* (GA) dengan cara melakukan *shock condition* pada bakteri yaitu dengan meningkatkan pH dan temperatur, *broth* yang didapatkan kemudian akan masuk ke tahap refinery. Berikut ini diagram alir proses fermentasi.



Gambar 11. Diagram alir fermentasi MSG PT. Cheil Jedang Indonesia Jombang
Sumber : PT.Cheil Jedang Indonesia Jombang (2020)

4. Proses refinery

Proses *refinery* atau pemurnian Monosodium Glutamate (MSG) pada PT. Cheil Jedang Indonesia Jombang berlangsung melalui beberapa tahapan yaitu isolasi, purifikasi hingga pengayakan yang dilakukan secara kontinyu.

Awal proses pemurnian adalah penerimaan *broth*, merupakan hasil dari proses fermentasi beberapa bahan yang nantinya menghasilkan produk utama GA (*glutamic acid*). Kandungan pada *broth* sendiri adalah *free glutamic acid*, mineral, kalsium, raw sugar dan kulit bakteri. *Broth* sendiri dibedakan menjadi 2 hasil yaitu:

a) MBO (*middle broth*)

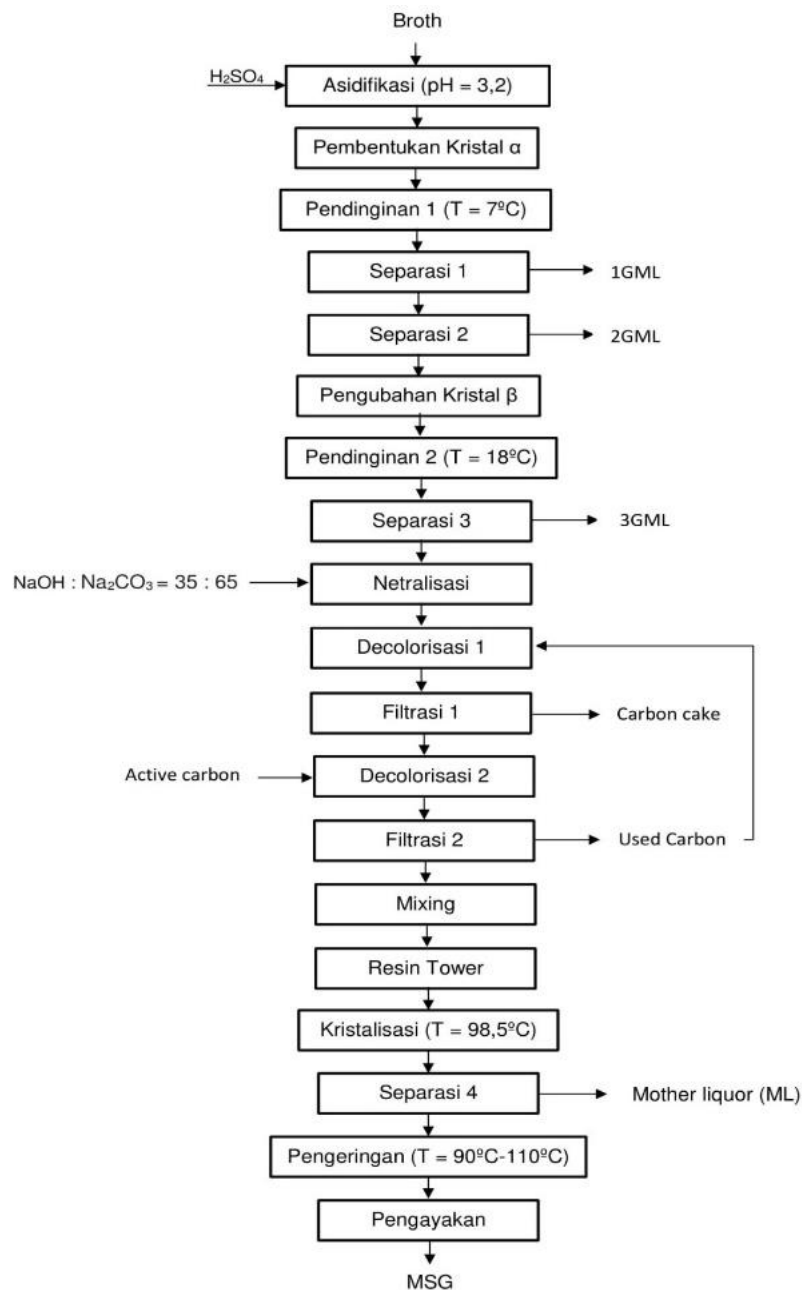
Middle *broth* merupakan hasil yang didapatkan dari fermentasi yang kandungan atau konsentrasi untuk GA (*glutamic acid*) masih rendah, ini disebabkan oleh setiap pemanenan hasil dari proses fermentasi dilakukan secara bertahap dengan kontrol pertumbuhan.

b) FBO (*final broth*)

Final broth merupakan hasil akhir paling baik dengan konsentrasi GA (*glutamic acid*) yang tinggi didapatkan, ini disebabkan karena pada proses fermentasi bakteri telah mencapai stasioner akhir untuk segera di panen. Spesifikasi dari *broth* sendiri saat penerimaan dari proses fermentasi sebagai berikut :

Konsentrasi minimal	: 110-145
Ph	: 6,8 – 7,2
CV	: 148 – 153
SG	: 1,065 – 1,045
Viskositas	: 1,5 – 2,5

Proses refinery pada PT. Cheil Jedang Indonesia Jombang dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 12. Diagram alir proses *Refinery* MSG
PT. Cheil Jedang Indonesia Jombang
Sumber : PT.Cheil Jedang Indonesia Jombang (2020).

5. Proses Isolasi

Proses isolasi dilakukan untuk memisahkan asam glutamat dari cairan fermentasi *Hakko Broth* (HB). HB yang mengandung asam glutamate dipisahkan dari bahan lain yang tidak diinginkan, yang terdapat dalam cairan induk (*mother*

liquor). Tahap isolasi terdapat 5 proses utama yang dapat memisahkan HB, antara lain asidifikasi, separasi, pendinginan, pengubahan kristal, dan netralisasi.

1) Asidifikasi

Proses ini mempunyai tujuan untuk menurunkan suhu yang sebelumnya dari tangki broth 38°C menjadi 18°C dan juga menurunkan pH dengan menambahkan larutan asam sulfat (H_2SO_4) dan acid filtrat yang diperoleh dari PCA (*slurry*) agar terbentuk kristal α dan membuat GA berada pada titik isoelektrik. Titik isoelektrik adalah kondisi dimana molekul pada GA yaitu GA^+ dan GA^- memiliki konsentrasi yang sama, yaitu pH 3,2 yang akan membuat solubilitas dari molekul GA turun. Pada proses digunakan sebanyak 5 tangki berkapasitas 108kl. Prosesnya penambahan H_2SO_4 dan acid filtrat dilakukan secara bertahap dari tangki satu sampai tangki kelima. Hal ini merupakan proses terpenting dari karena proses ini menentukan broth yang menghasilkan GA (*glutamate acid*) dalam bentuk kristal α dan menentukan untuk lanjut ke proses selanjutnya. Jika dalam penambahan dan didapat hasil yang terbentuk bukan kristal α tetapi kristal β , broth dinyatakan tidak layak untuk proses selanjutnya. Penanganannya adalah broth yang mengandung kristal β akan dilakukan penurunan pH dengan menambahkan asam sulfat sampai diketahui pH netral dan akan diproses oleh PCA untuk dijadikan *acid filtrat* yang nantinya digunakan kembali sebagai bahan yang ditambahkan pada tangki asidifikasi.

2) Pendinginan 1

Merupakan proses yang bertujuan menguatkan kristal α yang sudah terbentuk dari proses asidifikasi sebelum masuk ke sentrifugasi. Mencegah kristal larut karena akibat kenaikan suhu. Proses pendinginan menggunakan LCHW (*Low Chiller Water*) temperature 7°C. Broth dari tangki asidifikasi akan mengalir melewati *plate cooler* dan bersamaan dengan LCHW, berjalan secara kotinyu overflow dari tangki satu sampai kelima bertahap dan setiap perpindahan broth ke tangki selanjutnya akan melewati *plate coolers* sampai suhu broth antara di bawah 12°C, untuk kapasitas tangkinya 108kl.

3) Separasi 1

Pemisahan antara padatan kristal (*slurry*) dan cairan liquid secara fisikal menggunakan alat separator SDC (*Super Decanter centrifuge*) yang merupakan alat separasi padat dan cair yang bekerja dengan gaya sentrifugal (gravitasi). Prinsip kerja SDC adalah cairan broth akan di putar dengan kecepatan tinggi

sekitar 1000 rpm, sehingga padatan dan cairan akan terpisah berdasarkan densitasnya. Hasil dari separasi 1 adalah 1-*slurry* (padatan) antara dan hasil samping berupa cairan liquid 1GML (*grand moutther liquor*). Kemudian untuk hasil 1-*slurry* akan dilanjutkan proses separasi 2 dan hasil 1GML akan dilakukan evaporasi dan menjadi bahan baku yaitu acid filtrat yang digunakan untuk proses asidifikasi.

4) Separasi 2

Proses ini tidak jauh beda dengan separasi 1 hanya saja hasil yang diperoleh dinamakan 2-*slurry* dan 2GML. Tujuan dari separasi 2 adalah memisahkan kembali cairan cairan yang masih berada dari 1-*slurry*. Hasil dari separasi 2 yaitu 2-*slurry* akan disalurkan ke tangki pembentukan kristal β , sementara untuk 2GML akan di proses evaporasi dan menjadi bahan baku acid filtrat.

5) Pengubahan kristal β

Proses pembentukan kristal menjadi kristal β dengan bantuan panas steam suhu antara 85°C sampai 95°C. Dengan tujuan memperkecil impurities dari kristal. Pengaturan suhu sangat penting di proses ini, jika steam dimasukkan terlalu panas melebihi batas yang telah di tentukan kemungkinan terjadi terbentuknya kristal gama dan GA menjadi berkurang kadar airnya. Proses ini dilakukan dalam tangki berkapasitas 40kl, terdapat 2 tangki dan dilakukan secara bergantian.

6) Pendinginan 2

Proses pendinginan ini bertujuan untuk menguatkan kristal β yang terbentuk dan menurunkan suhu dari tangki pengubahan kristal β dari 85°C menjadi 18°C menggunakan HCW dan LCHW yang di alirkan pada *coil* berada dalam bagian dinding tangki *K-Cooling*. Dilakukan secara bertahap dalam 5 tangki. Tanki pertama menggunakan HCW dan tangki selanjutnya menggunakan LCHW yang temperaturnya lebih rendah dari pada HCW. Tujuan dilakukan secara bertahap untuk mengurangi resiko kerusakan pada kristal karena penurunan suhu secara tiba tiba.

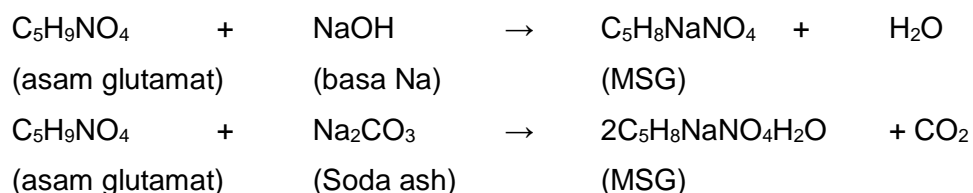
7) Separasi 3

Proses ini tidak jauh beda dengan proses separasi 1 dan separasi 2. Pada separasi 3 ini menghasilkan 3-*slurry* merupakan komponen terpadat dalam proses pemisahan ini dan akan dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu NL-0 (*Neutral liquid zero*). Sedangkan hasil samping 3GML merupakan komponen yang memiliki kandungan air antara sedikit slurry akan di daur ulang kembali tangki pendinginan

2 untuk di proses mencegah loss produk. 3-*slurry* akan ditambahkan Na_2CO_3 untuk awal penurunan pH sebelum produk diubah menjadi MSG.

8) Netralisasi

Proses netralisasi merupakan proses perubahan dari asam glutamat yang telah dimurnikan dengan serangkaian proses yang dilalui menjadi larutan *Monosodium Glutamat monohidrat* atau *Neutralized Liquor* (NL). Perubahan menjadi MSG dengan menggunakan bantuan NaOH dan Na_2CO_3 yang dicampurkan sampai pH diketahui mendekati netral atau netral. Hasil dari proses netralisasi ini adalah berupa MSG cair yang kemudian akan proses selanjutnya yaitu decolorisasi menggunakan arang aktif untuk menghilangkan zat pengotor warna. Reaksi perubahan asam glutamat menjadi MSG secara umum adalah reaksi basa menjadi garam dengan reaksi sebagai berikut :



6. Proses Purifikasi

Pada tahap purifikasi terdapat 5 proses yang digunakan, yaitu decolorisasi, filtrasi, mixing, kristalisasi dan separasi.

1) Decolorisasi 1 dan Filterpress 1

Proses menjernihkan *Monosodium Glutamate* (MSG) dari proses netralisasi dengan bantuan *used carbon* atau karbon aktif yang telah digunakan tetapi penggunaannya masih belum maksimal karena *used carbon* di dapat dari sisa karbon aktif *decolorasi 2* berbentuk cake yang telah di *filterpress*. *Used karbon* memungkinkan memiliki daya absorpsi yang masih cukup baik. Jika proses *decolorisasi 2* menggunakan karbon aktif maka memungkinkan akan banyak dan lebih besar pemakaian karbon aktif mengingat pengotor yang terbawa oleh netralisasi masih cukup banyak.

Dari tangki *decolorisasi 1* liquid akan di filtrasi. Pada *filterpress 1* NL akan dipisahkan menjadi NL-1 dengan pengotor yang disebut *cake* hasil dari NL yang terabsorpsi oleh *used carbon* yang kemudian akan di buang.

2) Decolorisasi 2 dan Filterpress 2

Liquid NL-1 kemudian dipindahkan menuju tangki *Decolorisasi 2* untuk dijernihkan lagi menggunakan karbon aktif. Sebelumnya karbon aktif yang berbentuk bubuk di preparasi menggunakan aquades sehingga karbon aktif berbentuk cair.

Kemudian hasil dari *decolorisasi 2* dilakukan filtrasi *filterpress 2* untuk dipisahkan antara *cake* dan liquid NL-2. Penjernihan terhadap *filterpress* hanya dilakukan dengan *drying* dikarenakan hasil *cake* akan digunakan kembali menjadi *used carbon* pada *decolorisasi 1* dan agar tidak terjadi *loss* produk. NL-2 adalah hasil utama dari proses *decolorisasi*, kemudian akan disaring menggunakan *microfilter* untuk menyaring pengotor yang tertinggal dan selanjutnya akan dikirim ke tangki *mixing*.

3) Pencampuran (Mixing)

Proses ini merupakan tahap pembentukan dari *fineliquid* FL terdiri dari pencampuran antara hasil NL-2 dengan ML dan larutan dari tangki *dissolving*. NL-2 merupakan komponen bahan utama pada proses *mixing* ini karena bahan utama inilah yang akan di ubah menjadi kristal MSG dan sementara bahan lainnya hanya untuk daur ulang. Pemberian ML-1 jangan sampai berlebihan karena jika berlebihan akan membuat kristal menjadi lebih ringan dan membuat penyerapan pengotor di resin tower tidak maksimal. Selain itu NL-2 jauh lebih bagus dari kedua bahan lainnya. Ketiga bahan tersebut dicampurkan pada tangki berpengaduk dan untuk menjaga keseragaman konsentrasi di dalam tangki dan terdapat steam yang berfungsi untuk menaikkan kelarutan bahan sehingga campuran yang masih berbentuk kristal akan dapat mencair dan teraduk campur dengan sempurna dengan komponen lain. Kemudian larutan tersebut akan di alirkan dicampurkan pada *mixing* tangki A dan *over flow* ke *mixing* tangki B. Hasil dari proses *mixing* yaitu FL-1 kemudian sebelum di transfer ke proses selanjutnya dari tangki *mixing* FL-1 akan dilakukan filtrasi menggunakan *microfilter*. *Microfilter* digunakan untuk menyaring pengotor-pengotor yang terdapat dari bahan-bahan *recycle* yang menjadi campuran #2NL. Filter yang digunakan adalah cloth berupa gulungan dengan ukuran diameter 50 mikrometer dan berjumlah 60 buah.

4) Resin Tower

Fine liquid yang telah didapat dan disaring dengan *microfilter* kemudian di transfer ke alat resin *ion exchanger*. Liquid akan masuk resin tower di tujuan untuk

menghilangkan pengotor-pengotor dan kontaminan. Resin tank berjumlah 5. Pada tangki resin ini liquid akan mengalir melewati resin dimana resin akan mengadsorpsi kontaminan. Kontaminan akan menempel pada permukaan resin. Hasil dari proses ini adalah produk yang sudah bersih. Karena bekerja secara adsorpsi, maka resin perlu diregenerasi jika sudah jenuh. Regenerasi dapat dilakukan dengan mencuci dengan gram NaCl yang akan melepaskan ikatan resin dengan pengotor.

5) Kristalisasi

Sebelum masuk tangki kristalisasi liquid dialirkan melalui *heat exchanger* berjenis plat HE, dengan tujuan untuk menukarkan panas agar lebih optimal. Liquid akan dialirkan berlawanan arah dengan steam di dalam plat begitu juga dengan steam yang dialirkan berlawanan arah dengan liquid.

Proses ini merupakan proses pertama yang dilalui untuk membentuk MSG dari bentuk cair menjadi Kristal hingga siap dipasarkan. Terdapat dua tipe *Crystallizer* yang digunakan, yaitu *double* dan *single effect* dengan total alat berjumlah 4 buah.

Pada *double effect Crystallizer*, atau X-Tal A dan X-Tal B, FL akan dialirkan lagi ke dalam sebuah *heat exchanger* untuk dilakukan pemanasan dengan menggunakan *steam*. Setelah dipanaskan menggunakan *steam heat exchanger*, liquid akan dimasukkan kedalam alat evaporator. Terdapat *vacum* yang bertugas untuk menghilangkan vapor berupa air yang telah dipanaskan dan menguap. Vakum juga berfungsi untuk menurunkan titik didih cairan sehingga proses dapat berjalan lebih cepat dan steam yang digunakan tidak terlalu boros. Agar lebih efisien, hasil evaporator sebagian kecilnya dialirkan lagi kedalam *heat exchanger* untuk dipanaskan ulang. *Steam* hasil evaporasi kemudian ditarik menggunakan pompa menuju ke *heat exchanger* yang diletakkan sebelum *crystallizer* A dan B, oleh sebab itulah sistem ini dinamakan *double effect crystallizer*.

Larutan yang telah dipekatkan di dalam evaporator kemudian akan dipanaskan kembali menggunakan *heat exchanger* yang menggunakan *steam* hasil evaporasi, dan dimasukkan kedalam *crystallizer* setelah sebelumnya melewati *homogenizer*. *Homogenizer* digunakan agar hasil kristalisasi dapat seragam dan berjalan dengan sempurna. Aliran masuk ke dalam *crystallizer* dirancang sedemikian rupa sehingga aliran masuk dari dua arah yang membentuk spiral. Tujuan dari rancangan ini adalah agar terdapat putaran di dalam *crystallizer*.

Perputaran ini penting untuk meratakan panas yang ada di dalam *crystallizer* sehingga kristal yang dihasilkan dapat memiliki bentuk yang sama. Suhu internal *crystallizer* dijaga antara 63°C dengan *inlet* yang masuk *heat exchanger* maksimal bernilai 5°C, karena jika lebih dari nilai itu maka akan beresiko tinggi terdapat kerak di dasar *crystallizer* yang akan mengganggu proses kristalisasi akibat panas yang tidak merata dan aliran yang terhambat. *Crystallizer A* dan *B* beroperasi dalam kondisi kontinyu.

Perbedaan tangki *crystallizer C* dan *D* dengan *A* dan *B* adalah type *crystallizer C* dan *D* merupakan bertipe *single effect*. Pada system ini, tidak ada pre-evaporasi menggunakan evaporator, tetapi liquid akan tetap mengalir melalui *heat exchanger* sebelum memasuki *crystallizer*. *Heat exchanger* dikontrol hingga liquid yang telah terpanaskan memiliki suhu sekitar 75°C dan temperature ini sudah cukup untuk mengkristalkan liquid karena terdapat *vacum* yang meningkatkan tekanan di dalam *crystallizer*. Suhu internal *crystallizer* dijaga 60°C dan terdapat line untuk memasukkan *steam* jika dibutuhkan. Sama seperti *crystallizer A* dan *B*, terdapat sebagian kecil produk yang akan di daur ulang ke dalam *heat exchanger* agar produk yang dihasilkan maksimal.

Setelah melalui *crystallizer*, maka *slurry* akan dikirim ke alat separator yang berjumlah 3 buah (A-C). produk dari *crystallizer A* dan *B* akan dikirim ke separator *A*, *crystallizer C* dan *D* akan dikirim ke separator *B*, *crystallizer C* akan dikirim ke separator *C*, dan *steam* hasil proses akan dimasukkan ke dalam *surface condenser* untuk didinginkan. Separator digunakan untuk memisahkan Kristal MSG yang telah terbentuk dari *mother liquor*. Separator menggunakan prinsip sentrifugasi dimana umpan akan dimasukkan ke dalam saringan yang berputar, sehingga kristal yang berbentuk padat akan terpisah dari *mother liquor 1* (ML-1) akan dikirim ke proses selanjutnya untuk diseparasi lebih lanjut sebelum di-*recycle* kembali ke awal proses.

6) Separasi 4

Proses separasi 4 atau proses pemisahan terakhir ini bertujuan untuk memisahkan kristal MSG yang sudah terbentuk dan berwarna putih yang masih basah (*wet crystal*) dengan cairan induk yang masih tercampur. Pemisahan ini dilakukan dengan teknik sentrifugasi. Kecepatan centrifugal yang digunakan sekitar 3000rpm selama 15 menit. Hasil separasi akan menghasilkan kristal MSG

β dengan kondisi basah dengan kadar air 4-5% (*wet crystalization*) diperlukan proses pengeringan lebih lanjut untuk mengurangi kadar air.

Hasil samping dari proses ini berupa cairan induk atau Mother Liquor 1 (ML1). ML1 akan diproses kembali untuk didaur ulang dan dialirkan ke tangki *mixinghal* ini dilakukan agar dapat mengurangi *loss product*.

7) Pengeringan

Proses pengeringan MSG yang telah dimurnikan untuk selanjutnya dikirim untuk dipisahkan menurut ukuran. Proses ini dimulai setelah *slurry* pada proses kristalisasi dipisahkan oleh separator. Fase padat yang merupakan Kristal-kristal MSG kemudian akan dikirim menggunakan *vibrating conveyor* ke dalam *dryer*. Fungsi *dryer* adalah untuk mengeringkan MSG lebih lanjut dengan suhu antara 90°C-110°C. *Dryer* yang digunakan memiliki tiga ruangan dengan suhu masing-masing ruang yang berbeda meningkat seiring berjalannya MSG. MSG di dalam *dryer* akan digerakkan menggunakan *vibrating conveyor* sedemikian rupa agar dapat berjalan dengan lurus. Panas pada *dryer* menggunakan *steam*. Untuk mencegah terdapatnya kondensat pada produk, maka terdapat juga line *vacum* pada *dryer* sehingga terjadi penurunan suhu panas yang akan membantu proses pengeringan lebih cepat. Karena terdapat *vacum*, seringkali produk-produk yang berukuran kecil dan ringan terbawa oleh *vacum* dan berpotensi untuk menyumbat *vacum* dan menghasilkan kerusakan. Untuk mencegah hal tersebut, terdapat alat bernama *cyclone* dan *filter bag* untuk mencegah hal tersebut terjadi. Tugas *cyclone* adalah mengatur arah aliran udara sedemikian rupa agar *powder* tidak terbawa oleh udara hingga ke *vacum*. *Powder* yang terperangkap di dalam *cyclone* akan turun kembali ke *dryer* dengan sendirinya. Sementara itu, jika *powder* tetap terbawa, maka terdapat alat yang bernama *filter bag* yang berfungsi untuk menangkap *powder*. Jika *powder* tertangkap di *filter bag*, maka *powder* tersebut akan dikirim ke *dissolving tank* untuk di *recycle* ke awal proses *mixing*.

Setelah produk keluar *dryer*, maka terdapat *pneumatic conveyor* yang akan mengirim produk ke alat selanjutnya yaitu *shifter*. Untuk mencegah produk terbawa ke penarik terdapat *cyclone* seperti pada *dryer*.

8) Pengayakan

Kristal yang telah dikeringkan kemudian masuk ke alat *shifter* dengan bantuan *pneumatic conveyor*. Untuk mencegah produk terbawa ke penarik, maka terdapat *cyclone-cyclone* seperti yang terdapat pada *dryer*. Jika *powder* terlalu

ringan, maka akan direcycle atau daur ulang ke dalam tangki *dissolving* pada awal proses *mixing*. Didalam *shifter*, produk akan dipisahkan sesuai dengan ukurannya. Terdapat beberapa jenis produk yang dapat dipisahkan oleh shifter, yaitu *regular crystal*, *small crystal*, *fine crystal*, *powder*, dan *medium crystal*. Shifter memiliki *screen* yang bertingkat dan memiliki ukurannya masing-masing. Ukuran *screen* pada *shifter* untuk setiap jenis kristal adalah untuk medium kristal 25 - 45, reguler kristal 35 – 60, small kristal 60 -110, fine kristal 80 – 120. Terdapat vibrator dan bola-bola karet *foodgrade* yang berfungsi untuk menurunkan Kristal. Kristal yang paling besar tidak akan dapat menembus *screen* dan berkat vibrator akan bergerak ke bagian samping *shifter*, dimana Kristal akan dikirim ke *hopper*. Karena struktur tersebut, maka dapat dilihat bahwa semakin ke bawah, semakin kecil produk Kristal yang dihasilkan.

Hopper adalah tempat penampungan kristal yang sudah dipisahkan berdasarkan ukuran kristalnya. Setelah berada pada *hopper*, Kristal-kristal MSG akan langsung dikirimkan ke bagian *packing* untuk dimasukkan ke dalam kemasan.

Sebelum masuk ke dalam kemasannya pada ujung *hopper* terdapat alat bernama *magnetic trap* yang berfungsi untuk mencegah kontaminasi metal, terdapat magnet yang akan mengikat pengotor metal-metal tersebut. Proses refinery pun berakhir dengan masuknya Kristal MSG dari *hopper* ke bagian pengemasan.

7. Packing Product

Packing merupakan tahap akhir dalam proses produksi. Di PT. Cheil Jedang Indonesia terdapat empat line packing produksi yaitu yaitu *auto packer*, *semi auto packer*, *woven bag* dan *tycoon bag*. Pada proses packing MSG di PT. Cheil Jedang Indonesia tahap yang pertama adalah *filling*, merupakan suatu proses pengisian produk ke dalam kemasan. Pada tahap ini produk yang tertampung pada *hopper* akan turun dan masuk dalam kemasan. Kemudian dilakukan sealing pada kemasan primer yang terbuat dari plastik LDPE. Proses sealing dilakukan dengan menggunakan plat heater panas dengan suhu 195 – 220°C. selanjutnya dilakukan sewing yaitu proses penjahitan pada kemasan sekunder yang terbuat dari kertas craft. Hal ini bertujuan untuk memperkuat kemasan dan memberikan informasi produk yang tercetak pada kemasan. Selanjutnya dilakukan *printing lot number*. *Lot number* bertujuan untuk mengetahui identitas produk dari mulai ukuran Kristal,

shift produksi, industry yang memproduksi, jenis produk, berat produk dan tanggal produksi. Selanjutnya dilakukan pengecekan berat bruto produk dan kemasan. Produk akan melewati *belt conveyor* dan masuk ke dalam *metal detector* untuk mengetahui kandungan logam. Setelah itu produk akan memasuki X-Ray untuk mengetahui komponen benda asing yang ada dalam suatu produk. Baik pecahan kaca maupun plastik dapat diidentifikasi dengan X-ray. Produk kemudian disusun pada palet.

8. Quality Control

Setelah semua produk telah melewati tahap produksi, produk jadi akan dilakukan pengecekan keterlayakan oleh QC. Parameter pengecekan meliputi pH, *Whiteness*, masa jenis, kadar air, total mikrobiologi, ukuran mesh, organoleptik produk, kemurnian produk, kejernihan produk. Produk yang baru dikemas belum memiliki status *good product* atau *reject product* sehingga produk harus di *holding* terlebih dahulu selama dua hari untuk mendapatkan status dari hasil analisa oleh QC.

9. Gudang Finish Good

Setelah produk dinyatakan telah lolos uji. Maka akan dilakukan serah terima dari *packing* ke logistik. Pada tahap tersebut akan dilakukan serah terima produk dan dilakukan perhitungan jumlah *good product* dan *reject product*. Pada proses penyimpanan *good product* dan *reject product* dilakukan secara terpisah. Untuk *reject product* akan dikirim ke proses apabila terdapat kesalahan pada saat proses dan dikirim ke *repacking* apabila terjadi kesalahan pada tahap *packing*. Sedangkan untuk *good product* akan dikirim ke *customer* dengan adanya proses *stuffing*. Hal – hal yang perlu diperhatikan saat penyimpanan produk di gudang *finish good* meliputi suhu dan kebersihan gudang.