

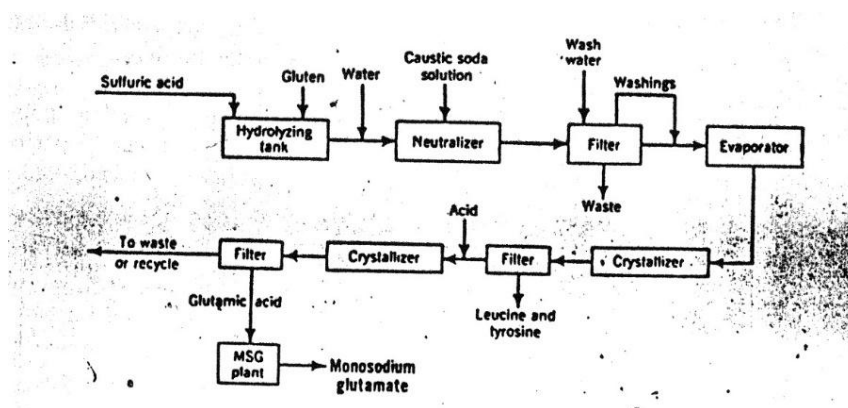
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

Macam-macam Proses di dalam industri pabrik monosodium glutamat dalam proses pembuatannya terdiri dari tiga proses, yaitu :

1. Proses hidrolisis
2. Proses sintesis
3. Proses fermentasi

II.1.1 Proses Hidrolisis



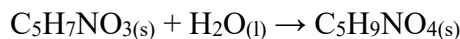
Gambar II.1 Diagram alir proses hidrolisis

Proses hidrolisis yaitu proses hidrolisis protein dengan asam sulfat, yang diperoleh dari gluten gandum atau jagung. Bahan baku biji jagung yang sudah digiling terlebih dahulu terlebih dahulu dimasak dengan menggunakan *steam* dengan menambah SO_2 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 150°C dan tekanan 1 atm dengan penambahan H_2SO_4 , sehingga terurai menjadi asam amino.



PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI

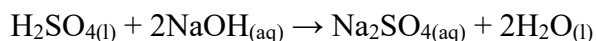
Reaksi hidrolisis :



(Asam piroglutamat) (Air) (Asam glutamat)

Hasil dari hidrolisis didinginkan dan dinetralkan dengan NaOH. Sebelumnya NaOH padat dilarutkan dengan air pada *mixer* dan diumpangkan menuju neutralizer.

Reaksi penetralan :

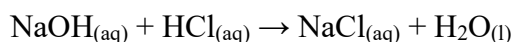


(As. Sulfat) (Natrium Hidroksida) (Natrium Sulfat) (Air)

Kemudian dilakukan pemisahan filtrat antara filtrat dan endapan Na_2SO_4 dengan menggunakan *rotary drum vacuum filter* pertama. Filtrat hasil penyaringan dipisahkan dalam *evaporator triple effect forward feed* yang dilengkapi dengan *barometric condenser*.

Kemudian produk yang telah dipisahkan, diumpangkan menuju kristalizer untuk mengkristalkan asam glutamat, leusin dan tyrosin. Setelah asam glutamat, leusin dan tyrosin dikristalkan ditambahkan HCl sebanyak 30% berat untuk menetralkan larutan yang mengandung sodium hidroksida.

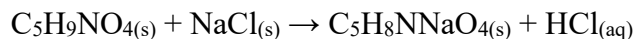
Reaksi :



(Natrium Hidroksida) (Asam Klorida) (Natrium Klorida) (Air)

Setelah penetralan NaOH yang didapatkan NaCl lalu dicampurkan dengan Asam glutamat.

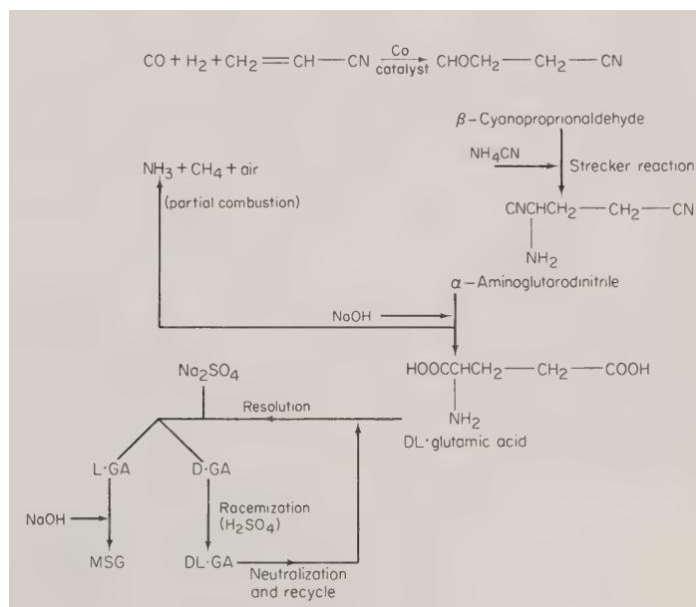
Reaksi :



(As. Glutamat) (Natrium Klorida) (Monosodium Glutamat)(As. Klorida)

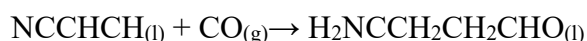
Produk akan dipisahkan dengan *centrifuge*, sehingga padatan asam glutamat dengan liquor yang berupa air dan NaCl akan terpisah. Padatan asam glutamat yang masih mengandung sedikit air dikeringkan dengan menggunakan *rotary dryer* untuk mendapatkan produk asam glutamat kering (Faith Keyes, 1961).

II.1.2 Proses sintesis



Gambar II.2 Proses Sintesis Kimia

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



(*acrylonitrile*) (karbon monoksida) (*cyanopropionaldehyde*)



PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI

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

Reaksi :



(*cyanopropionaldehyde*) (amonia sianida) (*aminoglutarrodinitrite*) (air)

Hidrolisis amino *glutaronitrite* dengan menambah NaOH sehingga dihasilkan asam glutamat, yang selanjutnya dikristalkan dengan cara menetralkan larutan alkali dan me-recycle larutan asam glutamat yang mengandung asam sulfat pada titik isoelektrik dengan pH 3,2 dari asam amino tersebut. Selanjutnya dilakukan *optical resolution*, yaitu proses pemutaran campuran nomer-nomer *optical* dari asam glutamat yang mengandung leburan *recemic* 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).

II.1.3 Proses Fermentasi

Pada metode ini, *L-glutamic acid* disintesa dengan bantuan strain mikroorganisme yang spesifik. Bakteria yang digunakan pertama-tama dfiisolasi terlebih dahulu, contohnya seperti *Corynebacterium glutamicum*, *Brevibacterium lactofermentum*, *Brevibacterium flavum*, dan *Micrococcus Glutamicus*. Berbagai bakteri tersebut dapat mengolah berbagai jenis gula seperti glukosa, fruktosa, sukrosa, maltosa, dan lain-lain), yang didapatkan dari tepung, molase tebu, atau gula, yang menjadi sumber karbon. Selain glukosa, nitrogen dan ammonium seperti ammonium klorida, amonia atau ammonium sulfat serta urea juga sangat penting untuk proses fermentasi. Namun, konsentrasi ion ammonium perlu dikontrol karena dapat mengganggu pertumbuhan sel dan pembentukan produk. Di sisi lain, pH juga cenderung menjadi lebih asam ketika ion ammonium diserap dan *L-glutamic acid*



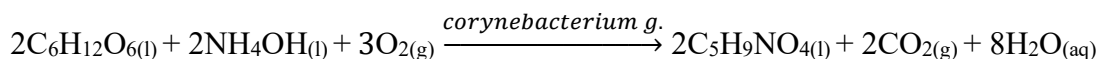
PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI

diproduksi. Ammonia dapat menjaga pH pada 7-8, yang merupakan pH optimum L-glutamic acid.

Proses fermentasi sendiri terjadi pada tangki yang bersih dan terisolasi yang mengandung kultur starter, sumber nutrisi seperti glukosa dan ammonia, serta faktor pertumbuhan seperti mineral dan vitamin. Variabel seperti pH, temperatur dan penambahan nutrisi serta oksigen terlarut harus dikontrol. Karena fermentasi merupakan proses aerobik, maka oksigen harus terus di supply dan setiap tangki harus ada pengaduk. Setelah akumulasi glutamat mencapai jumlah cukup, tangki kemudian di sentrifugasi dan di filter untuk menghilangkan mikroorganisme dan zat pengotor (Thuy Nguyen, dkk. 2019).

Reaksi yang terjadi ketika menggunakan proses fermentasi antara lain :

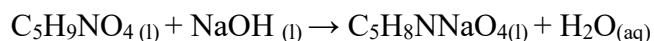
Pada saat proses fermentasi terjadi reaksi :



(Molase) (Ammonium Hidroksida) (Oksigen) → (Asam glutamat)
(Karbon dioksida) (Air)

Konversi : 95%

Ketika proses netralisasi terjadi reaksi :



(Asam glutamat) (NaOH) → (Monosodium Glutamat) (Air)

Konversi : 100%

(Amir Mustofa, 2020)



PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI

Tabel II.1 Perbandingan Proses

No	Aspek	Metode		
		Hidrolisis	Sintesis	Fermentasi
1	Bahan baku	Bahan baku yang digunakan adalah gluten gandum	Bahan baku yang digunakan adalah akrilonitril, hidrogen sianida, NaOH	Bahan baku yang digunakan mudah ditemukan berupa molase, glukosa, ammonia, dan bakteri
2	Yield	40%	66%	60%
3	Kondisi Operasi	Suhu yang digunakan sebesar 150°C dengan tekanan 38 atm	Suhu tinggi dan tekanan 40 atm pada beberapa tahap	Suhu yang digunakan sebesar 30-35°C dengan tekanan 1 atm
4	Kemurnian	70%	90%	99%
5	Harga bahan baku utama	65000/kg	33000/kg	5250/kg
6	Produk samping	Limbah asam	Limbah kimia berbahaya	CO ₂ , Fermented Mother Liquor

Proses pembuatan Monosodium Glutamat yang dipilih adalah metode fermentasi dan bakteri yang dipilih ialah *Corynebacterium Glutamicum* karena bakteri ini paling sesuai. Fermentasi dipilih dengan alasan :

1. Ketersediaan bahan baku molase yang melimpah di Indonesia, sehingga menjaga kelangsungan berdirinya pabrik monosodium glutamat.
2. Proses fermentasi tidak memerlukan tekanan operasi yang tinggi sehingga biaya produksi lebih bisa ditekan.
3. Kemurnian produk yang lebih tinggi

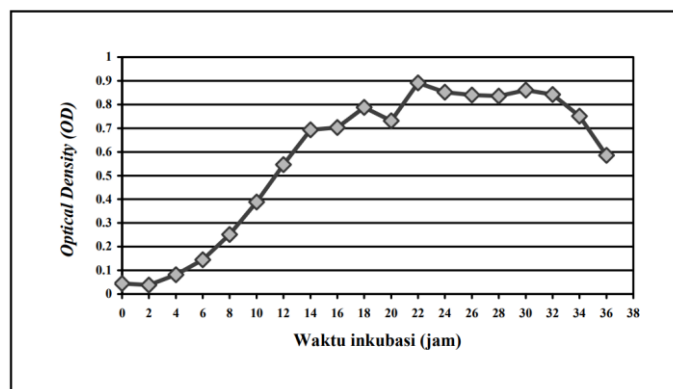


PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI

II.1.3.1. Mikroorganisme yang Berperan

Pada tahun 1956, program penelitian di Kyowa Hakko Kogyo Co., Ltd., Tokyo, yang bertujuan untuk memperoleh mikroorganisme yang dapat mengumpulkan asam glutamat secara ekstraseluler. Di antara banyak isolat yang ditemukan, terdapat koloni yang mungkin cocok untuk tujuan tersebut. Isolat ini dinamakan *Corynebacterium glutamicum*. *Corynebacterium glutamicum* adalah mikroorganisme yang sudah banyak dikenal sebagai penghasil asam amino termasuk asam glutamat. (Abe, 1967). *Corynebacterium glutamicum* yang sebelumnya disebut dengan nama *Brevibacterium lactofermentum* (Liebl, 1991), termasuk kategori Generally Recognized As Safe (GRAS). Selama pertumbuhan, bakteri jelas memerlukan sumber energi, sumber karbon, sumber nitrogen, serta semua makronutrien dan unsur mikro (semua dalam formulasi yang sesuai untuk diserap oleh organisme) untuk memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh komposisi kimia seluler. Selain itu, secara bervariasi, suplemen pertumbuhan organik lain seperti asam amino, basa nukleotida, atau vitamin diperlukan untuk pertumbuhan. Sebagian besar strain spesies *Corynebacterium* tumbuh dengan baik pada 30°C dalam media peptone-ekstrak ragi standar seperti media *Corynebacterium* (DSMZ, Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH, mengandung: 1% peptone kasein, 0,5% ekstrak ragi, 0,5% glukosa, dan 0,5% NaCl; pH 7,2–7,4), meskipun pertumbuhan pada media yang sangat kaya seperti Brain Heart Infusion (Difco) seringkali lebih cepat dan lebih melimpah. Amonium merupakan sumber nitrogen yang sangat baik untuk *C. glutamicum*. Dalam lingkungan dengan konsentrasi tinggi senyawa ini, difusi amonia tak bermuatan (NH_3), yang berada dalam kesetimbangan dengan amonium terprotonasi (NH_4^+), melintasi membran sitoplasma ke dalam sitoplasma sudah cukup untuk pertumbuhan (Eggeling, 2005). Sejumlah penelitian juga menyimpulkan bahwa mikroorganisme ini termasuk yang tidak berbahaya bagi kesehatan (Follettie, 1990). *Corynebacterium glutamicum* merupakan produk rekayasa genetik rekombinan dari *Corynebacterium glutamicum* ATCC 13869. Menurut penelitian, strain mutant *Corynebacterium glutamicum* yang berbeda yang

L-glutamat dalam jumlah besar (800.000 t/a) dengan laju pertumbuhan optimal pada pH 7-8,5 dan pada suhu 30-37 C (Bushra Niaz, 2009). Pola pertumbuhan bakteri pada kultur sekali unduh akan memperlihatkan empat fase pertumbuhan utama, yaitu fase adaptasi (fase lag), fase eksponensial (fase logaritmik), fase stasioner dan fase kematian (Crueger and Crueger, 1990). Penelitian yang dilakukan terhadap pola pertumbuhan *C. glutamicum* pada medium sekali unduh juga menunjukkan ke-4 fase pertumbuhan utama, yaitu fase adaptasi yang berlangsung dari awal inokulasi sampai jam ke-2, dilanjutkan fase logaritmik sampai waktu inkubasi jam ke-22, fase stasioner terjadi pada jam ke 22 sampai jam ke-30 selanjutnya *C. glutamicum* memasuki fase kematian (Mursyanti, 2005).



Gambar II.3 Pola pertumbuhan C. Glutamicum pada medium fermentasi selama 38 jam inkubasi.

Mikroba yang umumnya digunakan berasal dari strain Coryneform (Shyamkumar et al. 2014) yang mempunyai sifat dapat tumbuh pada substrat yang mengandung jumlah glukosa tinggi dan kondisi nutrisi yang dibatasi. Mikroba penghasil asam glutamat sangat menyukai media yang kaya akan gula. Selain glukosa, urea dan biotin juga berperan penting dalam pertumbuhan mikrobanya (Kinoshita 1967). Hal ini berkaitan dengan persentase rendemen yang dihasilkan dari sekresi asam glutamat mikroba penghasilnya. Salah satu mikroba yang umum digunakan yaitu *Corynebacterium glutamicum* (Fahimitabar et al. 2021).



PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI

II.2 Uraian Proses Pembuatan Monosodium Glutamat dengan Proses Fermentasi

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

II.2.1. Sterilisasi

Molase terlebih dahulu diencerkan dari 48% menjadi 10% yang kemudian disterilisasi di tangki sterilisasi (F-114) menggunakan uap panas bersuhu 121°C dan langsung didinginkan dengan cooler hingga suhu menjadi 34°C, selanjutnya molase akan dibagi ke beberapa saluran pipa yang akan masuk ke alat seeding dan fermentor.

II.2.2 Seeding

Proses ini dijalankan menggunakan tangki seeding (F-150). Proses ini bertujuan sebagai adaptasi dan mengembangbiakkan bakteri *Corynebacterium Glutamicum* dengan larutan dengan perlahan-lahan sambil menyesuaikan diri pada larutan larutan yang terdiri dari molase, dan O₂, serta ditambahkan pula nutrient berupa biotin. Seeding dilakukan pada suhu 34°C dan pada tekanan 1 atm selama 18 jam menggunakan proses semi-batch. Hasil dari seeding akan dilanjutkan ke proses fermentasi yaitu pada alat reaktor fermentor.

II.2.3. Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan molase, tambahan gas O₂, dan bakteri *Corynebacterium Glutamicum* dari proses seeding kemudian ditambahkan NH₄OH juga sebagai pengatur pH. Proses fermentasi akan berlangsung selama 48 jam pada tekanan 1 atm dan suhu 34°C dan pH dijaga sekitar 7-8, proses berlangsung semi-batch dengan penjadwalan sehingga proses dapat berlangsung kontinyu. Reaktor fermentor (R-210) dilengkapi dengan juga jaket pendingin karena proses pembentukan Asam Glutamat (C₅H₉NO₄) berlangsung secara eksotermis sehingga dibutuhkan pendingin agar suhu proses tetap berada pada suhu 34°C disertai pengadukan karena dilakukan penambahan media sebagai sumber makanan dari



PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI

bakteri. Proses fermentasi akan menghasilkan Asam Glutamat ($C_5H_9NO_4$) yang nanti akan menjadi bahan baku untuk menghasilkan Monosodium Glutamat (MSG). Asam Glutamat hasil fermentasi akan dilanjutkan ke alat decanter.

II.2.4 Decanter

Setelah proses fermentasi selesai larutan akan difilter menggunakan decanter (H-230). Di alat ini akan dipisahkan larutan asam glutamat dengan bakteri dan glukosa sisa. *Heavy phase* dari decanter yang merupakan larutan asam glutamat akan dilanjutkan menuju proses netralisasi sedangkan *light phase* yang berupa sisa-sisa bakteri akan dilanjutkan ke unit pengolahan limbah (UPL).

II.2.5 Netralisasi

Pada proses ini larutan dimasukkan ke dalam tangki netralisasi (R-250) untuk dilakukan proses netralisasi menggunakan NaOH yang sudah dilarutkan terlebih dahulu sampai 60% hingga terbentuk Monosodium Glutamat (MSG). Kondisi operasi pada suhu $34^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm.

II.2.6 Dekolorisasi

Proses dekolorisasi dilakukan dalam tangki dekolorisasi (M-260) dengan penambahan karbon aktif yang digunakan untuk menjernihkan larutan MSG yang berwarna kuning jernih dan juga untuk menyerap bau ataupun zat-zat pengotor lainnya, kemudian didiamkan selama 1 jam untuk menyempurnakan proses penyerapan warna serta bahan asing lainnya yang berlangsung dalam keadaan netral. Kondisi operasi pada suhu $34^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm yang berlangsung selama 1 jam dalam tangki.

II.2.7 Rotary Drum Vacuum Filter

Setelah proses dekolorisasi selesai larutan akan difilter menggunakan RDVF (H-270). Alat ini akan memisahkan larutan dari karbon aktif. Hasil penyaringan berupa karbon aktif yang akan dilanjutkan ke unit pengolahan limbah (UPL). Sedangkan filtrat akan dilanjutkan menuju proses evaporasi.



PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI

II.2.8 Evaporasi

Larutan Monosodium Glutamat hasil dekolorisasi masih mengandung air (H_2O) sehingga harus dikurangi kadar airnya. Larutan Monosodium Glutamat ($C_5H_8NNaO_4$) akan masuk ke dalam alat Evaporator, dimana larutan akan dilakukan proses pemekatan sampai kadar air 30%. Uap yang keluar dari evaporator 1 (V-310) akan digunakan sebagai uap di evaporator 2 (V-320). Uap dari evaporator 2 tersebut masuk ke kondensor (E-321) untuk mengkondensasi uap. Kemudian, Larutan keluar evaporator didinginkan sampai 30 °C. Setelah itu proses dilanjutkan ke dalam alat Crystallizer untuk proses kristalisasi.

II.2.9 Kristalisasi

Kristalisasi digunakan alat Crystallizer (S-320) dengan suhu 30°C. Larutan Monosodium glutamat ($C_5H_8NNaO_4$) akan membentuk kristal. Larutan yang telah mengandung kristal akan dimasukkan ke dalam alat sentrifugasi.

II.2.10 Sentrifugasi

Hasil dari proses kristalisasi akan membentuk zat padat berupa kristal Monosodium Glutamat (MSG). Pada proses ini digunakan alat centrifuge (H-330) yang akan memisahkan kristal Monosodium Glutamat (MSG) dengan mother liquor yang akan dikembalikan ke crystallizer sedangkan produk yang dihasilkan (MSG) akan dikeringkan ke dalam Rotary Dryer.

II.2.11 Pengeringan

Proses pengeringan menggunakan alat berupa Rotary Dryer (B-340). Alat ini digunakan untuk proses pengeringan dengan bantuan blower untuk menguapkan air yang masih terkandung dalam produk Monosodium Glutamat (MSG) hingga mencapai kondisi yang diinginkan yaitu kadar air 0,1%. Pada rotary dryer dilengkapi dengan Cyclone (H-344) untuk memisahkan atau mengumpulkan debu atau partikel halus yang terbang bersamaan dengan udara panas.



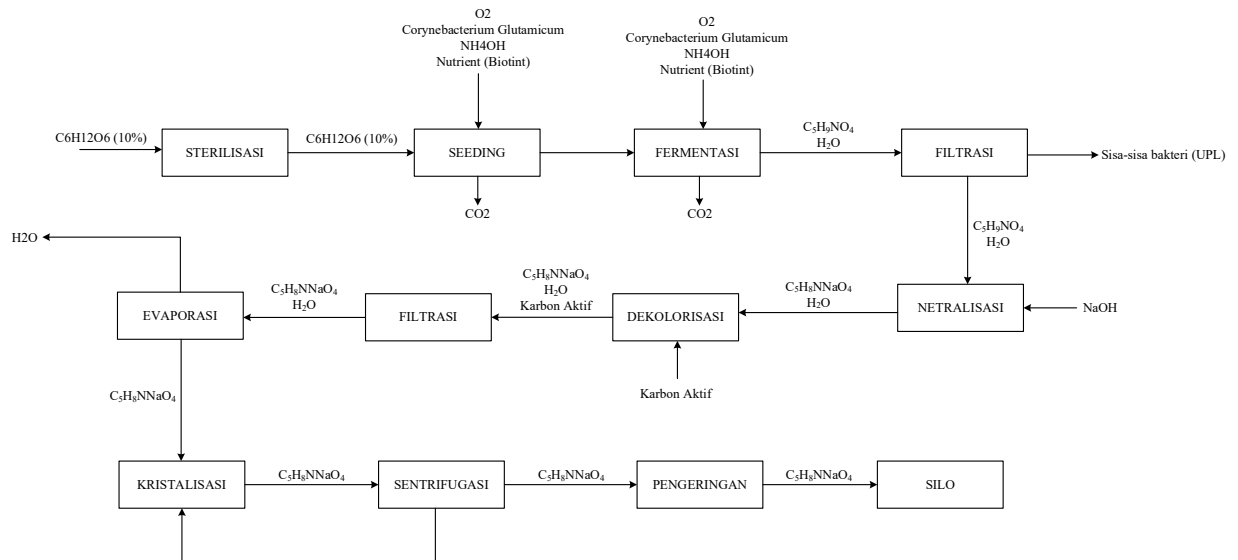
PRA RANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI

II.2.12 Penyimpanan

Kristal Monosodium Glutamat (MSG) yang sudah dikeringkan selanjutnya ditransportasikan menggunakan cooling conveyor (J-345) untuk mendinginkan kristal sampai suhu 30°C sebelum dikemas dan akan disimpan di dalam silo (F-350).

II.3 Diagram Alir

Secara garis besar proses dapat digambarkan dengan diagram blok sebagai berikut :



Gambar II.4 Blok Diagram Produksi MSG dari Molase