

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

II.1.1 Tetes Tebu (*Cane Molasses*)

Tetes tebu (molase) merupakan hasil samping yang diperoleh dari tahap pemisahan kristal gula. Tetes tebu ini cukup berpotensi karena masih mengandung gula sekitar 50-60 % selain sejumlah asam amino dan mineral.

Tetes 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 (Kumalaningsih dan Hidayat, 1995).

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 (Dellweg, 1983).

II.1.2 Tepung Tapioka

Tepung tapioca merupakan hasil olahan dari ubi kayu (*Manihot esculante cranz*) setelah melalui cara pengolahan yang meliputi pengupasan penghancuran, ekstraksi, penyaringan, pengendapan dan pengeringan.

Tepung tapioca merupakan granula-granula pati yang banyak terdapat dalam sel umbi ketela pohon dan sebagai karbohidrat dengan bagian terbesar selain protein, lemak dan komponen-komponen lainnya yang berbeda dalam jumlah relative kecil

Tepung tapioca mengandung amilosa 17% dan amlopektin 83% dengan ukuran granula 3-3,5 mikrometer. Nisbah amilosa dan amilopektin yang cukup tinggi menyebabkan proses penyerapan air selama pemasakan juga semakin tinggi. Berdasarkan besar kecilnya air yang diserap dalam granula pati akan menentukan daya kembang pada saat pemasakan. Semakin tinggi air yang terikat dalam granula pati, semakin besar pula daya kembang yang dihasilkan.

Bila suspensi pati dalam air dipanaskan akan terjadi proses gelatinisasi mula-mula menjadi keruh dan akhirnya menjadi jernih pada suhu tertentu. Terjadinya transaksi larutan pati tersebut biasanya diikuti pembengkakan granula. Bila energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat dari pada daya tarik-menarik antar molekul pati di dalam granula, air dapat masuk ke dalam butir-butir pati.

II.1.3 Bahan Pendukung Pembuatan MSG

Bahan pendukung untuk pembuatan MSG adalah sebagai berikut (Bellitz dan Grosch, 1999):

- H_2SO_4
- NH_3
- HCL
- NaOH
- Defoamer
- H_3PO_4
- Urea
- $MgSO_4$
- Penicilin
- Dextrose
- Aronvis
- Karbon aktif

II.1.4 Proses Produksi MSG

II.1.4.1 Proses Fermentasi

MSG dibuat melalui proses fermentasi dari tetes-gula (molases) 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).

II.1.4.2 Proses 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 perbedaaan bobot jenis masing-masing komponen (Winarno, 1995).

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, 1995).

II.1.4.3 Proses Purifikasi

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 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).

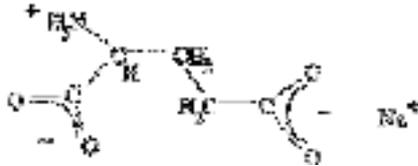
Larutan MSG yang telah memiliki kekentalan 260Be diuapkan pada kondisi vakum bertekanan 64 cmHg atau setara dengan titik didih 69 gram MSG pelarutan. Pemberian umpan akan menyebabkan terbentuknya MSG karena larutan dalam keadaan jenuh. Umpan yang diberikan sekitar 2% lalu inti kristal yang terbentuk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

II.1.4.4 Proses 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).

II.2 Uraian Tugas Khusus

Monosodium glutamat (MSG) merupakan senyawa dengan rumus kimia $C_5H_8NO_4Na.H_2O$ yang terdiri atas natrium sebanyak 12%, glutamat 78% dan air 10%. MSG bersifat larut dalam air.



Gambar 2.1 Struktur kimia MSG (*anonym, 2010*)

Pada mulanya tahun 1908, Dr. Kikunae Ikeda menemukan sumber rasa gurih atau yang disebut dengan umami dari kaldu rumput laut (kombu). Namun karena sifat fisik dan kimia dari asam glutamat murni tidak menarik secara komersial maka Dr. Ikeda mensenyawakan glutamat dengan sodium menjadi monosodium glutamat yang saat ini dikenal dengan sebutan MSG ataupun vetsin. Pada akhirnya diproduksi bumbu masak yang menjadi sumber umami dengan merk AJI-NO-MOTO yang hingga saat ini telah digunakan luas di hampir 100 wilayah negara. Dengan adanya permintaan pasar yang besar maka produksi asam glutamat mulai dikembangkan dengan cara fermentasi setelah ditemukannya bakteri penghasil asam glutamat pada tahun 1962, hal ini dilakukan karena dapat menghasilkan asam glutamat dengan jumlah yang besar (Jenie, 2001).

Di dalam proses pembuatannya ada beberapa tahapan proses dimulai dari proses *pre-treatment*, *fermentasi*, *isolasi*, dan *purifikasi*. Proses *pre-treatment* sendiri terdiri dari proses *Dekalsifikasi* dan *Saccharifikasi*. Proses *pre-treatment* bahan baku bertujuan untuk memecah beberapa komponen bahan baku yang masih bersifat kompleks meliputi dekalifikasi pada *Cane Molasses (CM)*, serta sakarifikasi dan liquerifikasi pada tepung tapioca. Pada *Beet Molasses (BM)* tidak dilakukan karena tidak di temukan kadar kalsium (Ca). Tetes tebu yang digunakan

oleh PT. Ajinomoto Indonesia harus memenuhi spesifikasi dari AJIS yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 2.1 Standar tetes tebu ajis AJIS

Parameter	Nilai
Total Padatan	Min 85° BE
Gula	Min 50%
Kadar Ca (Kalsium)	Max 1,2%
Kadar K (Kalium)	Max 2%
Warna	0,02 – 2
AI (Anti-Impurities)	325 %
Specific Gravity (sg)	1,37 – 1,42 *act 1,42

Sumber: PT. Ajinomoto Indonesia (2017)

II.2.1 Dekalsifikasi

Proses dekalsifikasi di PT. Ajinomoto Indonesia terletak di bawah naungan bagian produksi H1 (persiapan material). Proses dekalsifikasi merupakan proses awal dalam pembuatan MSG yang bertujuan untuk menghilangkan unsur kalsium (Ca) yang terdapat pada cane mollasses dengan penambahan Asam Sulfat 98% sehingga menghasilkan *Treated Cane Molasses (TCM)*. Adanya kalsium akan mengakibatkan efek buruk pada proses produksi, di antaranya:

- Menyebabkan terbentuknya kerak pada pipa yang dapat mengganggu aliran bahan dan menghambat laju perpindahan panas.
- Pada saat proses fermentasi akan menyebabkan tekanan osmotik cairan tinggi sehingga tidak akan dihasilkan hasil yang maksimal dan akan mengganggu proses selanjutnya.
- Pada saat kristalisasi, kalsium akan menyebabkan sulit terbentuknya kristal sehingga terjadi penurunan mutu MSG.

Proses dekalsifikasi ini dilakukan dalam suatu reaktor dengan penambahan asam sulfat 98%, kondisi pH=2,7 dan suhu 65°C sehingga Ca^{2+} akan terikat dengan

ion sulfat dari H_2SO_4 lalu membentuk endapan *gypsum* ($CaSO_4$). Reaksi pengendapan yang terjadi adalah sebagai berikut:



Dalam tangki reaktor terdapat alat pengaduk (*agitator*) yang akan mengaduk bahan. Sistem agitasi diperlukan dalam reaktor tersebut agar semua bahan tercampur merata, sehingga reaksi dapat berjalan dengan lancar. Penambahan asam sulfat selain untuk bereaksi mengikat kalsium juga digunakan sebagai pengatur pH. H_2SO_4 bertugas untuk mengontrol pH pada titik isoelektrik, yaitu sekitar 2,5 - 3,3 pada temperatur $65^\circ C$ selama ± 5 jam. Jumlah asam sulfat yang ditambahkan tergantung pada kadar kalsium yang terdapat pada cane mollasses sebagai umpan (kualitas cane mollasses). Perbandingan asam sulfat dengan kalsium bervariasi berdasarkan kondisi bahan yang digunakan. Semakin tinggi kadar kalsiumnya, maka semakin tinggi pula asam sulfat yang dibutuhkan untuk mengendapkan kalsium. Selain itu, juga ditambahkan koagulan untuk membantu proses penggumpalan kalsium pada cane mollasses. Cane Mollases dari tangki dekalsifikasi ini telah mengalami perlakuan, yaitu dipompa ke dalam tangki sedimentasi untuk proses pemisahan antara cane mollasses dengan endapan (*gypsum*). Proses dekalsifikasi ini menghasilkan light liquor (TCM) sebagai produk utama dan heavy liquor sebagai produk samping:

- a. *Light Liquor/Treated Cane Mollasses* (TCM), dengan kadar kalsium rendah yang selanjutnya akan dialirkan menuju tangki TCM dan siap digunakan untuk proses fermentasi. Dengan kandungan seperti berikut :

Tabel 2.2 Standar *Treated Cane Mollasses* (TCM)

Parameter	Nilai
Gula	38 – 42 gr/dL
Kadar Ca (Kalsium)	Max \leq 100 mg/dL
AI (Anti-Impurities)	< 275 %
Specific Gravity (sg)	1,23 – 1,25

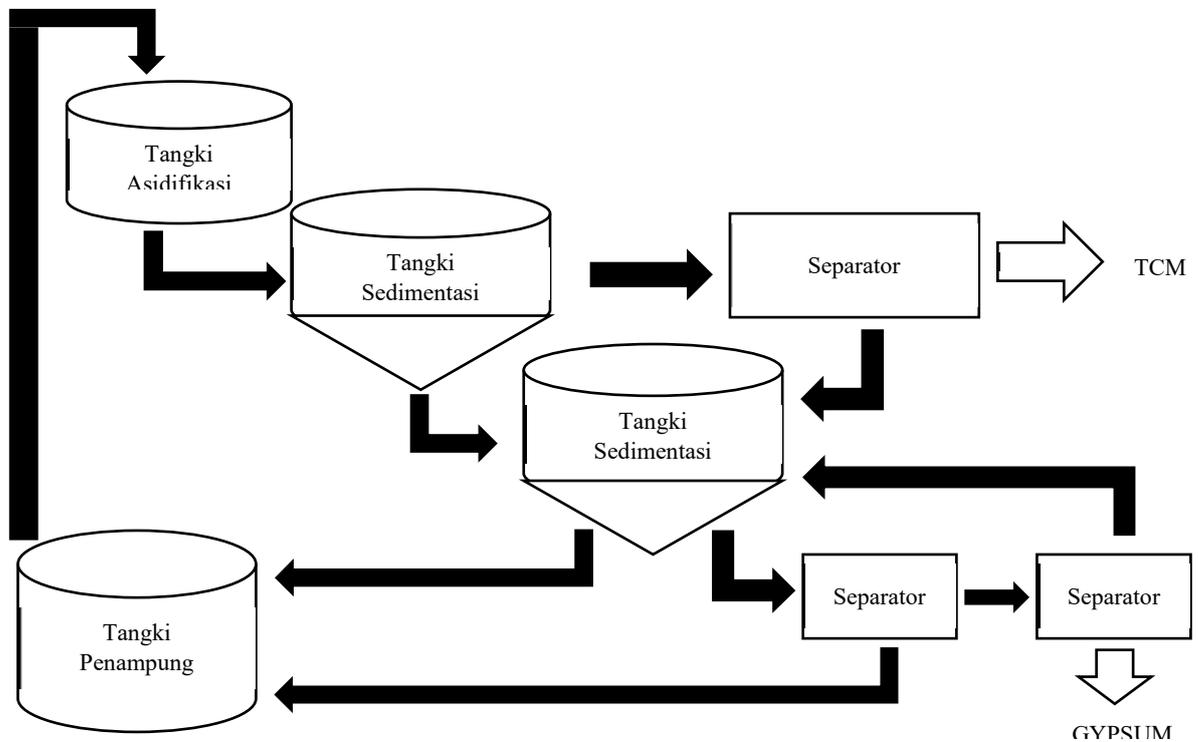
Sumber: PT. Ajinomoto Indonesia (2019)

- b. *Heavy Liquor*, yang selanjutnya akan menjadi *gypsum* setelah mengalami beberapa proses lanjutan. Produk samping ini selanjutnya diproses kembali untuk dijual ke beberapa perusahaan.

Dari tangki penyimpanan, cane mollasses dipompa ke tangki dekalsifikasi. Pada proses ini, juga dilewatkan steam dengan suhu 65°C. Setelah proses dekalsifikasi, akan masuk ke dalam tangki pengendap (*thickener*). Sebelum memasuki tangki pengendap, akan ditambahkan koagulan pada sepanjang pipa perjalanan transpor menuju tangki pengendap. Waktu yang dibutuhkan untuk mengendapkan adalah sekitar 4 jam. Pada tangki ini akan terpisah antara *heavy liquor* yang terbentuk dengan *light liquor*.

Setelah melalui proses pengendapan, cane mollasses yang berada di tangki penampungan akan dialirkan ke dalam *dekanter*. *Dekanter* adalah alat pemisah berdasarkan perbedaan berat jenis dengan menggunakan prinsip sentrifugal, bisa antara fase *liquid-liquid* maupun *liquid-solid*. Prinsip kerja alat ini adalah cairan atau suspensi dimasukkan ke dalam *dekanter* yang biasanya berbentuk silinder dari bagian porosnya. *Dekanter* kemudian diputar dengan kecepatan tertentu, tergantung bahan yang akan dipisahkan. Dalam hal ini, antara cane mollasses dengan *gypsum* yang mungkin masih ikut dalam aliran sebagian besar adalah cane mollasses. *Dekanter* tersebut akan mengeluarkan *light liquor* akhir atau TCM dan selanjutnya akan masuk ke dalam tangki penampung yang akan disterilisasi bersama dengan hasil dari sakarifikasi.

II.2.2 Rangkaian Proses Dekalsifikasi



Gambar 2.2 Rangkaian Proses Dekalsifikasi

A. Proses Asidifikasi

Pada tangki asidifikasi, dilakukan proses pengasaman CM (Cane Molasses) dengan menggunakan larutan asam kuat yaitu H_2SO_4 (Asam Sulfat) dengan konsentrasi 98%. Pengasaman dilakukan hingga pH menjadi 2,4 untuk menjaga agar CM tidak terkontaminasi bakteri dan sekaligus untuk mengendapkan gypsum. Disini juga dilakukan pengaukan dan pemanasan yang bertujuan untuk mempercepat terjadinya reaksi, pemanasan dilakukan dengan menggunakan steam dengan suhu sekitar $65^{\circ}C$ dan pengadukan sekitar 200 rpm.

Proses dekalsifikasi ini dilakukan dalam suatu reaktor dengan penambahan asam sulfat 98%, sehingga Ca^{2+} akan terikat dengan ion sulfat dari H_2SO_4 lalu membentuk endapan *gypsum* ($CaSO_4$). Reaksi pengendapan yang terjadi adalah sebagai berikut:



Di tangki asidifikasi memang bertujuan untuk mengendapkan kandungan kalsium yang ada pada CM, karena kalsium dapat mengganggu dalam proses pembuatan MSG selanjutnya, kalsium juga bisa menimbulkan kerak pada alat – alat yang digunakan sehingga akan sering terjadi penyumbatan apabila mengandung kalsium yang sangat tinggi. Setelah proses pengasaman selesai selanjutnya dilanjutkan menuju tangki sedimentasi dengan ditambahkan koagulan agar endapan yang terbentuk semakin solid dan mudah dipisahkan.

B. Tangki Sedimentasi

Dalam tangki sedimentasi dilakukan pemisahan antara CM dengan CaSO_4 (Gypsum) dengan bantuan gravitasi. Cara kerja dalam tangki sedimentasi adalah dengan memasukkan feed kedalam vessel ditengah tangki lalu feed akan mulai terpisah menjadi endapan dan cane molasses dengan bantuan gaya gravitasi. Terdapat layer – layer film yang bersifat elektrostatis untuk mencegah endapan tidak naik ke permukaan, sedangkan untuk CM yang lolos akan overflow menuju separator. Sedimentasi memerlukan holding time sekitar 10 jam agar endapan yang terbentuk semakin banyak dengan bantuan gaya gravitasi tersebut. Di dalam tangki sedimentasi juga terdapat sebuah agitator untuk mencegah endapan menempel di dinding – dinding bawah dari tangki sedimentasi dengan peputaran yang sangat lambat. Setelah dilakukan holding time, cairan yang overflow dilanjutkan menuju separator dan endapan dilanjutkan menuju tangka sedimentasi selnjutnya. Dalam tangki sedimentasi ke 2 ini dilakukan hal yang sama dengan sebelumnya namun disini feed sudah menjadi sangat kental dikarenakan feed ini merupakan endapan dari tangki sedimentasi yang pertama. Proses yang terjadi juga sama cairan yang ringan akan overflow menuju tangki penampung untuk selanjutnya akan di recycle lagi menuju tangki asidifikasi dan untuk endapannya akan dilanjutkan menuju separator.

C. Separator

Separator yang digunakan ada 2 jenis, untuk yang jenis pertama digunakan separator dengan tipe yang dapat memisahkan dengan pemisahan sekitar 90%. Prinsip yang digunakan adalah dengan menggunakan prinsip peputaran cepat

dengan rpm sebesar 5.200 rpm. Feed yang masuk dari overflow tangki sedimentasi akan diputar dengan rpm yang sangat tinggi, didalam separator cairan yang ringan akan diteruskan menjadi TCM (Treated Cane Molasses) sedangkan cairan yang berat akan turun kebawah. Dibawah separator terdapat wadah atau bowl yang akan menampung padatan yang terpisah dan bowl ini akan membuka dalam waktu tertentu sehingga padatan akan jatuh kebawah menuju tangki sedimentasi ke 2. Di dalam separator juga ada sirip penahan agar padatan tidak ikut masuk didalam TCM nantinya. Untuk separator yang lain digunakan dengan tipe yang dapat memisahkan sekitar 35% antara padatan dan cairan. Dari tangki sedimentasi ke 2 dilanjutkan menuju separator, prinsip kerja sama dengan separator yang pertama namun dengantingkat pemisahan yang berbeda di separator yang ke 2 endapan atau padatan akan dilanjutkan menuju separator ke 3 dan cairan akan masuk tangki recycle. Dalam separator ke 3 dilakukan hal yang sama, padatan yang terbentuk merupakan gypsum dan cairan akan dilanjutkan ke tangki sedimentasi ke 2 untuk dilakukan pengendapan lagi.

Adanya kalsium akan mengakibatkan efek buruk pada proses produksi, di antaranya:

- a. Menyebabkan terbentuknya kerak pada pipa yang dapat mengganggu aliran bahan dan menghambat laju perpindahan panas.
- b. Pada saat proses fermentasi akan menyebabkan tekanan osmotik cairan tinggi sehingga tidak akan dihasilkan hasil yang maksimal dan akan mengganggu proses selanjutnya.
- c. Pada saat kristalisasi, kalsium akan menyebabkan sulit terbentuknya kristal sehingga terjadi penurunan mutu MSG.

II.2.3 Hasil dari Dekalsifikasi

A. TCM (Treated Cane Molasses)

TCM (Treated Cane Molasses) merupakan Cane Molasses atau CM yang telah dilakukan treatmen sebelumnya. TCM yang dihasilkan mempunyai kriteria – kriteria khusus untuk bisa dilanjtkan ke proses selanjutnya. CM perlu dilakukan treatmen agar tidak mengganggu dalam proses fermentasi selanjutnya dan juga tidak

menimbulkan hal – hal yang dapat mengganggu proses. Jadi dapat dikatakan TCM yang dihasilkan memiliki kandungan Ca yang sangat sedikit dibandingkan CM yang memiliki kandungan Ca yang tinggi.

B. Gypsum

Gypsum merupakan hasil pengendapan Ca dengan larutan H_2SO_4 . Karakteristik gypsum yang dihasilkan dalam proses ini adalah berwarna coklat dan cenderung memiliki moisture content cukup tinggi dan berbentuk pasta. Gypsum yang dihasilkan akan diteruskan menuju proses selanjutnya pada departemen Agridev PT Ajinomoto Indonesia dengan memberikan steam pada gypsum melalui pan hingga dicapai moisture content pada gypsum sebesar 15% dengan bentuk akhir gypsum berupa bongkahan – bongkahan kering. Produk yang dihasilkan diantaranya sebagai campuran pupuk, pakan ternak, dan produk pembenah tanah (nutrisi penyubur tanah).