



BAB VIII UNIT PENGOLAHAN AIR LIMBAH

VIII.1 Limbah Cair

A. Sumber Limbah Cair PT. Ajinomoto Indonesia

Limbah cair yang dihasilkan oleh PT. Ajinomoto berasal dari berbagai sumber, di antaranya adalah

1. Limbah proses separasi I

Limbah ini merupakan limbah cair yang dihasilkan dari proses separasi antara kristal asam glutamat dengan cairan sisa fermentasi (*glutamic mother*). Cairan tersebut telah mengalami daur ulang untuk *recovery* produk sehingga dapat menjadi kristal asam glutamat. Sisa separasi cairan yang tidak dapat dikristalisasi karena kelarutannya yang rendah akan dimanfaatkan sebagai pupuk pelengkap cair (PPC) dengan merek AMINA.

2. Limbah proses separasi II

Limbah ini merupakan limbah cair yang dihasilkan dari proses separasi antara kristal MSG dengan cairan induk (*mother liquor*). Cairan tersebut telah mengalami daur ulang untuk *recovery* produk sehingga dapat menjadi kristal MSG. Sisa separasi cairan yang tidak dapat dikristalisasi akan dimanfaatkan sebagai cairan sumber protein untuk ternak yang bermerek FML.

3. Limbah pencucian kristal

Limbah pencucian ini merupakan limbah hasil pencucian kristal asam glutamat. Limbah cair yang dialirkan dari unit fermentasi ini merupakan cairan hasil pencucian kristal yang ketiga. Cairan hasil pencucian yang pertama dan kedua digunakan kembali dalam proses untuk dicampur dengan cairan induk karena masih banyak mengandung asam glutamat. Cairan pada pencucian ketiga memiliki kandungan asam glutamat



yang telah jauh berkurang sehingga tidak digunakan kembali.

4. Limbah pencucian alat

Limbah cair pencucian ini didapatkan dari pencucian alat dan fasilitas pabrik. Pencucian dilakukan secara langsung di tempat dan di dalam ruang pencucian. Fasilitas yang dicuci secara langsung di antaranya fermentor, tangki dekalsifikasi, tangki kristalisasi, dan separator sedangkan fasilitas yang dicuci di dalam ruang pencucian di antaranya palet, wadah penyimpanan kristal, forklift, rak penirisan dan lainnya. Pencucian dilakukan dengan menyemprotkan air menggunakan tekanan tinggi sehingga pengotor yang tertinggal dalam alat tersebut akan luntur. Pencucian langsung di tempat dilakukan setiap setelah melakukan proses sedangkan pencucian di dalam ruang pencucian dilakukan setiap satu bulan sekali.

5. Limbah kegiatan operasional

Selain dihasilkan dari kegiatan produksi, limbah cair juga dihasilkan dari beberapa tempat atau fasilitas kantor. Kantin, toilet, dan wastafel merupakan tempat yang menghasilkan limbah cair. Setiap hari tempat tersebut digunakan untuk berbagai kegiatan sehingga selalu ada limbah cair yang dihasilkan setiap harinya. Limbah cair ini tidak dibuang begitu saja ke lingkungan melainkan dikirim ke departemen terkait untuk diolah terlebih dahulu bersama limbah cair lainnya.

B. Jenis Limbah Cair di PT. Ajinomoto Indonesia

Dilihat dari segi bisa tidaknya limbah cair dimanfaatkan, limbah cair PT. Ajinomoto Indonesia terbagi menjadi:

1. Limbah cair yang dapat dimanfaatkan

Limbah cair yang dihasilkan dari proses separasi I, yaitu *glutamic mother* sudah tidak dapat dikristalisasi karena



kelarutannya yang rendah. Limbah cair tersebut masih memiliki kandungan bahan organik dan unsur mikro yang cukup tinggi sehingga masih bisa dimanfaatkan. Limbah cair ini dimanfaatkan menjadi bahan tambahan pupuk cair bermerek amina. Selain itu juga ada limbah cair hasil dari proses separasi II yaitu *mother liquor* yang

sudah tidak dapat dikristalisasi lagi. Limbah cair tersebut akan dimanfaatkan menjadi cairan sumber protein untuk ternak.

2. Limbah cair yang tidak dapat dimanfaatkan

Limbah cair yang tidak dapat dimanfaatkan diperoleh dari pencucian kristal, pencucian alat, kantin, toilet, dan berbagai kegiatan operasional lain. Limbah cair tersebut akan dikirim ke seksi *Waste Water Treatment* (WWT) untuk diolah sebelum dibuang ke lingkungan. Limbah cair ini harus dipastikan sesuai dengan standar atau peraturan yang berlaku sebelum dibuang.

Berdasarkan pengolahan yang dilakukan, limbah cair dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. Limbah cair dari proses pencucian dan kantin

Limbah cair yang dihasilkan dari proses separasi I, yaitu *glutamic mother* sudah tidak dapat dikristalisasi karena kelarutannya yang rendah. Limbah cair tersebut masih memiliki kandungan bahan organik dan unsur mikro yang cukup tinggi sehingga masih bisa dimanfaatkan. Limbah cair ini dimanfaatkan menjadi bahan tambahan pupuk cair bermerek amina. Selain itu juga ada limbah cair hasil dari proses separasi II yaitu *mother liquor* yang sudah tidak dapat dikristalisasi lagi. Limbah cair tersebut akan dimanfaatkan menjadi cairan sumber protein untuk ternak.

b. Limbah cair dari MCK (Mandi Cuci Kakus)

Limbah cair ini dihasilkan dari kegiatan Mandi Cuci



Kakus (MCK) perusahaan. Limbah cair yang berasal dari MCK akan diolah secara terpisah dengan limbah cair proses produksi & kantin. Pengolahan yang dilakukan menggunakan fasilitas *Sewage Treatment Plant* (STP). STP didesain untuk menjadi tempat penyaringan limbah MCK. Di dalam fasilitas ini ada beberapa sekat yang digunakan proses pengolahan limbah cair. Selain itu, juga dilengkapi dengan pipa disinfektan yang berada di sekat terakhir yang akan diberikan klorin. Dalam proses ini terjadi secara aerobik, dalam kondisi tersebut bakteri cepat mengkonsumsi sampah organik dan mengubahnya menjadi karbondioksida.

C. Spesifikasi Limbah Cair

Limbah cair dapat merusak kesehatan, karena kandungan yang ada didalamnya dapat menurunkan kadar oksigen yang terlarut dalam air. Tujuan utama penanganan limbah cair adalah untuk mengurangi BOD dan COD, partikel tercampur, serta membunuh mikroorganisme patogen. Limbah ini dapat diolah dan dimanfaatkan sebagai pupuk cair yang digunakan sebagai pengganti urea dan cairan sumber protein untuk ternak.

Limbah dari tahap separasi I, yaitu *glutamic mother* dialirkan ke seksi amina untuk dinetralisasi atau dilakukan penambahan NH_3 . Cairan yang mempunyai pH 3 hasil separasi pada proses kristalisasi awal dinetralkan dengan amoniak. Kandungan unsur-unsur mikro yang terdapat pada AMINA antara lain N, P, K, Ca, Mg, Fe, dan Mn. Pupuk cair AMINA yang diproduksi memiliki kandungan yang dapat dilihat pada **Tabel 8.1**. Pupuk cair mengandung bahan organik, nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta unsur mikro seperti Mg, Fe, dan Mn. Pupuk cair AMINA



didistribusikan ke beberapa daerah untuk berbagai jenis tanaman seperti jagung, ketela, tebu, dan padi.

Tabel VIII. 1 Kandungan AMINA

Item	AMINA
pH	4,66-6,31
C-org (%)	5,51-11,97
N-total (%)	3,58-4,45
P (%)	0,05-0,32
K (%)	0,99-1,39
Ca (%)	0,03-0,08
Mg (%)	0,07-0,13
Na (%)	0,41-0,63
S (%)	2,85-3,54
Cl (%)	0,08-0,84



Fe (mgL ⁻¹)	154-175
Mn (mgL ⁻¹)	7,0-8,0
Cu (mgL ⁻¹)	3,0-5,0
Zn (mgL ⁻¹)	4,0-6,0

Sumber: Atmaja (2008)

Selain produk pupuk cair AMINA tersebut, terdapat FML (*Fermented Mother Liquor*) yang merupakan *co-product* dari proses separasi II kristal MSG PT. Ajinomoto Indonesia yang berbentuk cairan. FML merupakan suatu bahan yang mengandung protein dan senyawa amino bebas yang cukup tinggi. Pemberian pada ransum akan dapat meningkatkan laju pertumbuhan mikroba rumen, sehingga akan meningkatkan pencernaan serat ransum dan pasokan asam amino yang dibutuhkan. Kandungan protein yang cukup tinggi dan berasal dari sari bahan utama tetes tebu yang difermentasi, dalam industri pakan ternak FML dapat digunakan sebagai sumber protein alternatif. FML yang diproduksi memiliki kandungan yang dapat dilihat pada Tabel 8.2.

Tabel VIII. 2 Kandungan FML

Item	FML
pH	3,25
SG	1.182
<i>Moisture (%)</i>	63,53
Protein (%)	22,44
Ca (%)	0,07
K (%)	1,00
Na (%)	0.62



P (%)	0,09
S (%)	3,4
Cl (%)	0,54
Total asam amino bebas (%)	3-5

Sumber: PT. Ajinomoto Indonesia (2016)

Semua limbah cair yang tidak dapat dimanfaatkan akan dikirim ke seksi WWT (*Waste Water Treatment*). Limbah tersebut berasal dari proses pencucian kristal, pencucian alat, kantin, toilet, wastafel dan kegiatan operasional lainnya. Limbah cair yang masuk dan hasil akhir dari proses WWT dengan sampel dikirim ke laboratorium QC PT. Ajinomoto Indonesia yang akan dianalisa dengan standar yang telah ditetapkan pemerintah dan dari pihak perusahaan.

Setelah pengolahan yang telah dilakukan oleh PT. Ajinomoto Indonesia terhadap limbah cair yang dihasilkan maka untuk mengetahui layak tidaknya air limbah yang telah diolah dapat dilihat berdasarkan standar yang ada. Syarat air limbah harus sesuai dengan AJIS mengenai baku mutu limbah cair. Spesifikasi mutu limbah yang dihasilkan oleh PT. Ajinomoto Indonesia sebelum, baku mutu, dan setelah pengolahan limbah cair dapat dilihat pada Tabel 8.3.

Tabel VIII. 3 Spesifikasi limbah cair

Item	Sebelum	Baku Mutu	Setelah
COD	1920 ppm	<100 ppm	96 ppm
BOD	640 ppm	<80 ppm	32 ppm
NH ₃ – N	111.418 ppm	<5 ppm	3 ppm



TSS	75 ppm	<50 ppm	15 ppm
pH	5	6-9	6,8

Sumber: PT. Ajinomoto Indonesia (2016)

Berdasarkan standar buangan limbah cair tersebut di atas dapat dikatakan bahwa limbah cair yang dihasilkan oleh PT. Ajinomoto Indonesia setelah

mengalami pengolahan terlebih dahulu dapat dibuang ke lingkungan atau Sungai Brantas secara aman.

D. Proses Pengolahan Limbah Cair

Karakteristik limbah yang dihasilkan oleh suatu industri yang satu dengan lainnya pasti memiliki perbedaan meskipun industri tersebut memiliki parameter pencemar yang sama dengan industri lainnya. Perbedaan karakteristik inilah yang menyebabkan sistem pengolahan limbah di masing-masing industri memiliki perbedaan. PT. Ajinomoto Indonesia sangat peduli terhadap lingkungan, maka limbah cair yang dihasilkan tidak begitu saja dibuang melainkan diproses terlebih dahulu.

Departemen yang menangani tentang pengolahan limbah adalah departemen P-6 tepatnya seksi WWT dan Amina. Departemen pengolahan limbah ini menerima limbah dari PT. Ajinomoto Indonesia dan PT. Ajinex International. Total limbah yang dihasilkan oleh PT. Ajinomoto Indonesia sebesar 950 m³/hari dan PT. Ajinex International menghasilkan limbah sebesar 750 m³/hari. Pengolahan limbah cair ini ditangani oleh seksi WWT dengan mendirikan instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang memiliki luas 2.530 m². Proses pengolahan limbah cair di PT. Ajinomoto Indonesia dilakukan dengan dua cara yaitu secara biologi dan kimiawi.



Tujuan utama pengolahan limbah cair adalah mengurangi kandungan BOD, bahan padat tersuspensi, dan organisme patogen. Agar tujuan itu tercapai, biasanya dioperasikan unit pengolahan limbah yang terdiri dari

- a) Pengolahan pendahuluan : penyaringan, bak penangkap bahan padat, pencacah,
- b) Pengolahan tahap pertama: sedimentasi,
- c) Pengolahan tahap kedua : berupa pengolahan biologis yang dapat menggunakan proses lumpur aktif, kolam oksidasi, saringan tetes atau *Rotating Biological Contactor* (RBC),
- d) Pengolahan tahap ketiga : *ammonia stripping*, pertukaran ion, nitrifikasi- denitrifikasi, serta desinfeksi. Terakhir adalah penanganan lumpur yang terdiri dari tahap:
 - 1) Pelumatan lumpur,
 - 2) Pemadatan lumpur,
 - 3) Pengeringan lumpur .

(Soeparman dan Suparmin,
2002).

E. Pengolahan Limbah Cair dari Pencucian dan Kantin

a. Pengolahan Limbah Cair Tahap Biologis

Pengolahan limbah cair di PT. Ajinomoto Indonesia bersifat aerobik yang memanfaatkan jasad renik tumbuh pada limbah cair tersebut. Sistem yang digunakan PT. Ajinomoto Indonesia adalah *activated sludge* (lumpur aktif) dengan pertimbangan sistem ini bersifat sederhana, efisiensi tinggi dan memerlukan waktu yang relatif singkat (10 jam). Lumpur aktif digunakan pada proses pengolahan limbah cair secara biologis. Lumpur aktif adalah endapan lumpur dan air limbah yang telah mengalami aerasi secara teratur. Lumpur ini digunakan untuk



mempercepat proses stabilisasi air limbah karena banyak mengandung bakteri pengurai sehingga baik untuk menguraikan zat organik yang terkandung dalam air limbah. Tujuan dari pengolahan limbah cair secara biologis adalah memanfaatkan mikroorganisme untuk menyempurnakan oksidasi bahan organik yang terkandung dalam air sehingga menghasilkan CO₂ dan H₂O. Hal tersebut diharapkan akan menurunkan kadar COD dan BOD limbah cair.

Mikroorganisme yang digunakan untuk pengolahan limbah dengan sistem lumpur aktif ini diambil dari daerah sekitar sungai Brantas. Mikroorganisme yang dominan di dalam lumpur aktif tersebut adalah *Vorticellasp*. Menurut Wulandari dkk (2010), *Vorticellasp* merupakan protozoa (organisme sel tunggal) yang bersilia dan paling umum dalam lumpur aktif. Protozoa merupakan indikator biologis kondisi lumpur aktif. Keberadaan organisme ini

merupakan indikator kondisi aerob. Protozoa juga bertindak sebagai indikator kondisi toksik, karena protozoa lebih sensitif terhadap toksisitas dibandingkan bakteri.

Pengolahan limbah cair secara biologis ini dilakukan dengan menggunakan tangki aerasi dan tangki pengendapan. Dalam tangki aerasi ini terjadi pertumbuhan lumpur dan air menjadi bersih akibat bahan organik digunakan oleh sel mikroba. Hal ini menyebabkan kadar BOD dalam limbah menjadi berkurang atau tereduksi. BOD berkurang melalui proses lumpur aktif kurang lebih 95% dengan waktu pengolahan selama 8-10 jam. Dari tangki aerasi limbah dialirkan ke dalam tangki tangki pengendapan. Dalam tangki ini terjadi pengendapan (sedimentasi) massa lumpur aktif yang memanfaatkan gaya gravitasi. Sedimentasi dimaksudkan untuk



memisahkan flokulan biologis yang dihasilkan oleh bakteri yang ada dalam lumpur aktif dengan air limbah yang telah diolah dengan lumpur aktif. Lumpur aktif hasil sedimentasi sebagian didaur ulang ke dalam tangki aerasi sedang sebagian lagi dialirkan ke dalam *belt press* untuk disaring dan dipadatkan. *Overflow* yang lain dialirkan ke unit pengolahan kimiawi.

b. Pengolahan Limbah Cair Tahap Kimiawi

Pengolahan limbah secara kimiawi dilakukan dengan cara menambahkan bahan kimia (padat, cair, dan gas) ke dalam air limbah. Penambahan bahan kimia ini bertujuan untuk menghilangkan material pencemar yang terdapat dalam limbah cair baik yang bersifat terlarut ataupun koloid dengan proses koagulasi. Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel, sedangkan flokulasi merupakan proses penggabungan partikel yang telah mengalami proses destabilisasi.

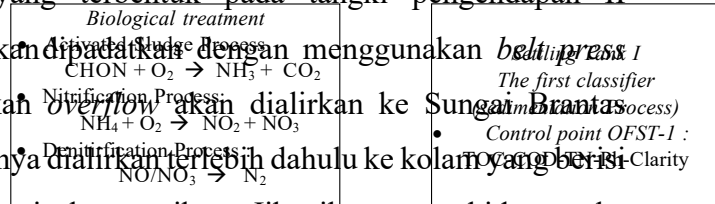
Pada proses ini, koagulan ditambahkan pada aliran *overflow* dari tangki pengendapan I. Terdapat 3 tangki tertutup dan 1 buah tangki pengendapan (*settling tank*) pada proses secara kimiawi. Pada tangki 1 ditambahkan *Poly Aluminium Chloride* (PAC). Pada tangki 2 ditambahkan NaOH untuk mengembalikan pH 6-7, yang kemudian pada tangki 3 ditambahkan *Anionic*

Polymer (AP). Cara kerja AP adalah menstabilkan koloid dengan membentuk jembatan antara koloid yang satu dengan koloid yang lainnya.

Setelah keluar dari tangki penambahan bahan kimia tersebut, cairan dialirkan menuju tangki pengendapan II. Pada tangki ini akan terjadi pengendapan yang kedua dan diharapkan air yang dihasilkan sudah benar-benar memenuhi syarat untuk dibuang

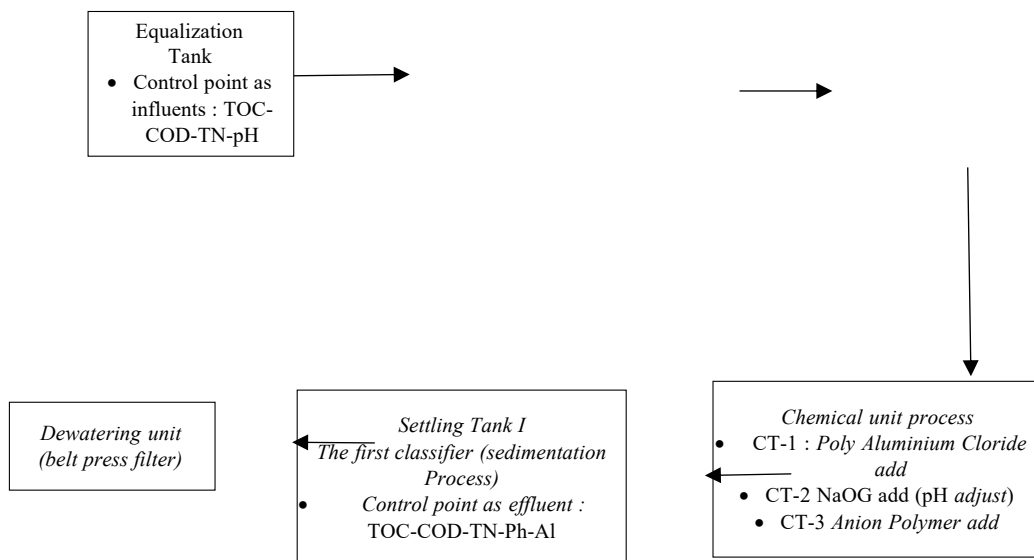
ke lingkungan. Sebelum limbah dibuang ke lingkungan, limbah tersebut harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014 tentang buangan industri. Selain itu, PT. Ajinomoto Indonesia sendiri memiliki aturan tentang standar limbah yang akan dibuang ke lingkungan yang termuat dalam AJIS.

Endapan yang terbentuk pada tangki pengendapan II selanjutnya akan dipadatkan dengan menggunakan *belt press filter* sedangkan *overflow* akan dialirkan ke Sungai Brantas yang sebelumnya dialirkan terlebih dahulu ke kolam yang berisi indikator biologis berupa ikan. Jika ikan tetap hidup maka *overflow* akan dibuang ke Sungai Brantas.



c. Mekanisme Proses Pengolahan Limbah Cair

Proses pengolahan limbah cair PT. Ajinomoto Indonesia dilakukan dengan beberapa tahap. Adapun tahapan secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 8.1.



Gambar VIII. 1 Diagram alir proses pengolahan limbah PT. Ajinomoto Indonesia (2016)



Untuk lebih jelas, proses pengolahan limbah cair PT. Ajinomoto Indonesia dilakukan pada beberapa tahap sebagai berikut:

1. *Gathering Tank*

Limbah cair yang akan masuk ke dalam proses pengolahan WWT ditampung terlebih dahulu pada suatu tangki penampung (*gathering tank*). Tangki penampung ini disediakan agar beban yang masuk ke dalam tangki aerasi tidak berfluktuasi terlalu besar. Jadi, tangki ini berfungsi untuk menjaga kestabilan *flow in* dari proses yang ada pada *aeration tank*, karena proses penghasilan limbah cair secara keseluruhan tidak sama pada setiap harinya dan tidak secara kontinyu. Volume dari tangki ini adalah sebesar 2.270 m³ dengan debit udara sebesar 1,35 m³/menit, serta waktu retensi 6 jam.

Gathering tank yang ada sekarang ini berupa plat besi yang dilapisi *filter glass*, serta dilengkapi dengan alat pengukur debit dan pengatur keasaman. Pada tangki ini terdapat *blower* untuk memberikan udara, sehingga bau dari limbah hilang. BOD maksimal tangki ini adalah 1000 ppm. Pada *gathering tank* dimasukkan *nutrient* yang mengandung unsur

nitrogen dan fosfat. Perbandingan BOD : N : P adalah 100 : 5 : 1. Setelah dari *gathering tank* maka limbah akan masuk ke proses selanjutnya, yaitu *aeration tank*

2. *Aeration Tank*

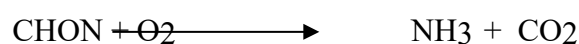
Limbah yang berasal dari *gathering tank* dialirkan ke *aeration tank* kemudian limbah yang tertampung di campur dengan *activated sludge* dengan penambahan bakteri *vorticella sp* dengan menggunakan proses pengolahan secara aerob. Alat ini mempunyai kapasitas 1440 m³



dengan spesifikasi tangki terbuat dari beton bertulang yang berlapis *fiber glass* serta dilengkapi dengan alat pengukur pH, DO, debit dan temperatur. Aerator berbentuk drum dengan bagian dalam yang berbentuk ulir serta terbuat dari PVC dipasang pada bagian dasar bak aerasi agar kontak antara udara, air limbah, dan mikroorganisme lebih baik. Proses yang terjadi pada tangki ini berlangsung selama 8-10 jam. Tujuan dari penambahan bakteri ini yaitu membantu mengurangi bahan organik.

Pada *aeration tank* limbah dari gathering tank dipompa dan dialirkan kedalam tangki aerasi, pada tangki aerasi ini lumpur yang mengandung mikroba perombak dicampur dengan limbah cair kemudian ditambahkan H₂SO₄ sehingga pH limbah dikontrol menjadi 7-8. Pada proses ini juga dilakukan penambahan udara dengan memasukkan udara (O₂) melalui *nozzle* dengan tujuan untuk mempercepat gelembung udara dengan air limbah sehingga dapat meningkatkan pemberian oksigen pada proses aerasi. Peletakan *nozle* diletakkan didasar tangki dan udara luar dipompa kedalam limbah cair dengan pompa bertekanan, kadar O₂ didalam limbah dipertahankan pada kadar 1ppm dengan pH 6-7.

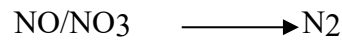
Pada proses aerasi terjadi beberapa tahapan yaitu proses pertama *activated sludge* ini bertujuan untuk menurunkan COD sehingga kadar COD yang terdapat dilimbah dapat berkurang



Tahapan kedua yaitu menurunkan kadar treated molases (TM)/nitrogen sehingga terjadi proses *nitrification* dimana bakteri berhenti bekerja serta kandungan NO₂ banyak



Tahapan ketiga yaitu proses denitrifikasi, proses ini terjadi secara aerob untuk mengurangi kadar O₂



Tujuan dari adanya sistem aerasi adalah :

1. Untuk proses absorpsi oleh bakteri untuk menyerap warna limbah
2. Oksidasi untuk memecah ikatan glukosa menjadi CO₂ + H₂O
3. Desimilasi untuk pertumbuhan bakteri/

Berhasil tidaknya proses pengolahan limbah banyak ditentukan oleh proses bak aerasi, oleh karena itu kondisi dalam bak aerasi harus benar-benar dijaga dan dikendalikan dengan baik.

3. *Settling Tank 1*

Settling tank adalah tempat dimana lumpur akan mengendap di bagian bawah tangki, sehingga dapat terpisah dengan cairannya yang terletak di atas. Lumpur mengendap karena memiliki berat jenis yang lebih besar. *Settling tank* ini terbuat dari beton bertulang yang berlapis *fiber glass*. Debit limbah yang masuk ke dalam tangki ini adalah 3400 kl/hari dengan kapasitas sebesar 500 m³ dan proses di dalam tangki ini berlangsung selama 4 jam.

Tujuan spesifik dari proses ini adalah untuk memisahkan antara zat cair dengan zat padat. Zat padat pada tangki ini akan terkumpul di dasar dan membentuk endapan berupa lumpur aktif. Di dalam lumpur aktif tersebut terdapat koloni mikroorganisme yang membentuk gumpalan, gumpalan yang terbentuk ini dinamakan flok biologis. Menurut Anna dan Malte (1994), flok biologis yang terbentuk merupakan koloni bakteri yang tumbuh dalam lumpur aktif. Pembentukan flok ini terjadi ketika



koloni bakteri berkumpul dengan lumpur sebagai media perkumpulan.

Flok umumnya membentuk struktur khas yang membedakannya dengan campuran lainnya dalam lumpur aktif. Terbentuknya flok biologis berbanding lurus dengan jumlah bakteri yang ada. Hal tersebut membantu proses pengolahan limbah menjadi lebih optimal.

Koloni mikroorganisme yang membentuk flok biologis kemudian akan terus tumbuh dan semakin banyak sehingga akan terbentuk *biofilm*. Menurut Jamilah (2003), *biofilm* adalah lapisan yang merupakan koloni dari konsorsium mikroba yang menempel dan menutupi suatu permukaan benda padat di lingkungan berair. *Biofilm* merupakan cara hidup mikroorganisme yang dominan dibandingkan dengan cara hidup melayang-layang di dalam cairan. *Biofilm* inilah yang berfungsi sebagai degradator pada pengolahan limbah cair. Menurut Chasanah (2007), pada sistem pembuangan atau pengolahan limbah, di dalam *biofilm* terdapat berbagai macam mikroorganisme termasuk bakteri, protozoa, dan rotifera. Bakteri yang terdapat dalam *biofilm* berperan dalam menangkap materi organik dan menguraikannya, sedangkan protozoa dan rotifera berperan dalam menguraikan dan membuang suspensi padat, termasuk patogen dan mikroba.

Lumpur aktif dari bak sedimen ini dibagi menjadi 2, yaitu sebagian akan dikembalikan ke *aeration tank* dengan debit 1700 kl/hari untuk memulai kerja pada limbah baru, sedangkan yang sebagian lagi akan dialirkan dalam *belt press* untuk disaring dan dipadatkan. Pada proses ini dilengkapi dengan sistem agitasi, namun dengan kecepatan



putaran yang rendah. Kondisi ini dikarenakan agar lumpur dapat terkumpul dan dapat mengendap dengan cepat. Apabila sistem agitasi yang digunakan dengan kecepatan putaran yang tinggi, akan menyebabkan lumpur tersebar merata dan sulit mengendap.

4. Coagulant Tank

Limbah dari *settling tank* 1 dialirkan ke *coagulant tank* sebelum dibawa ke *settling tank* 2. Pada prinsipnya, koagulan dipakai untuk menguraikan senyawa organik dan anorganik. Terdapat tiga buah tangki

koagulan (CT-1, CT-2, dan CT-3) dengan kapasitas masing-masing 15 m³. Ketiga tangki tersebut memiliki fungsi masing-masing, yaitu;

a. Coagulant Tank 1

Pada tangki ini ditambahkan PAC (*Poly Aluminium Chloride*) yang bersifat asam. PAC bertindak sebagai koagulan pada proses koagulasi untuk membentuk *flock* dan menyebabkan menurunnya pH < 6. Penambahan PAC harus semaksimal mungkin, sehingga air yang dihasilkan juga maksimal.

b. Coagulant Tank 2

Pada tangki 2 ini ditambahkan NaOH 20% yang berfungsi untuk mengembalikan pH pada kisaran 6-7 (netralisasi).

c. Coagulant Tank 3

Pada tangki ini ditambahkan AP (*Anion Polymer*). AP ini merupakan *polyelectrolytes* yang merupakan *coagulant excellent* yang dapat menstabilkan koloid dengan membentuk jembatan antara koloid satu dengan koloid yang lain, selain itu AP berfungsi untuk



mengikat bahan anorganik seperti Fe, p, Mn dan lain lainnya. Pada prinsipnya adalah koagulan dipergunakan untuk menguraikan senyawa organik dan anorganik.

5. *Settling Tank 2*

Settling tank 2 ini memiliki kapasitas sebesar 500 m³. Cairan yang ada pada *settling tank 2* berasal dari *coagulant tank*. Pada tangki ini terjadi pengendapan flokulan. Limbah dari *settling tank2* ini siap dibuang ke Sungai Brantas, karena sudah memenuhi syarat. *Holding time* dari fasilitas ini adalah 4 jam.

6. *Belt Press*

Alat ini berupa penyaring ban bertekanan yang terdiri atas silinder dan ban yang terus berputar, sehingga sebagian besar air yang terkandung dalam lumpur berkurang hingga 15%. Cairan hasil saringan melewati *settling tank 3* untuk pengendapan dan padatnya dikeringkan untuk kemudian dibuang. Kapasitas alat ini adalah sebesar 600 kg/hari. Alat

press ini berisi lumpur yang masih mengendap pada *settling tank 1* dan *2* yang tidak digunakan tujuannya adalah untuk menurunkan kadar air padalumpur aktif.

7. *Settling Tank 3*

Pada tahap *settling tank 3*, cairan yang telah dipindahkan oleh *belt press*, kemudian diendapkan terlebih dahulu untuk menghindari kemungkinan masih ada lumpur yang terbawa. Setelah diendapkan, limbah dari *settling tank 3* ini siap untuk langsung dibuang ke Sungai Brantas.

8. Kolam Indikator

Air yang dihasilkan dari *settlinktank 2* dan *3*,



sebelum dibuang ke sungai Brantas akan dialirkan terlebih dahulu ke kolam indikator biologis. Kolam indikator biologis ini berisi ikan sebagai parameter dari keamanan air yang dihasilkan setelah pengolahan. Setelah dinyatakan aman barulah air hasil pengolahan dibuang.

F. Pengolahan Limbah Cair dari MCK

Pengolahan limbah cair yang berasal dari MCK dilakukan dengan menggunakan fasilitas *Sewage Treatment Plant* (STP). STP merupakan bangunan instalasi pengolahan limbah cair yang bertujuan agar limbah tidak mengandung zat pencemar lingkungan, sehingga layak untuk dibuang sesuai dengan peraturan pemerintah yang berlaku. Adapun tahapan pengola

han limbah cair dari MCK pada PT. Ajinomoto Indonesia sebagai berikut:

B. *Pretreatment*

Pada tahap ini dilakukan pemisahan padatan berukuran besar ataupun lemak, agar tidak terbawa pada unit pengolahan selanjutnya, agar tercipta performa pengolahan yang optimal. Air dialirkan lewat ruang aliran masuk di mana ada *screen* yang dapat menyaring benda padat. Selanjutnya air masuk ke penangkap lemak yang berguna untuk memisahkan lemak yang dapat

mengganggu proses biologi. Kemudian air akan menuju ke penjernihan pertama.

C. Penjernihan Pertama

Pada proses ini terjadi pemisahan partikel yang mengendap secara grafitasi (*suspended solid*) sehingga mengurangi beban



pengolahan pada unit selanjutnya. Pada proses ini berguna untuk membuat aliran jadi lebih tenang dan aliran dapat stabil.

D. *Rotating Biological Contactor* (RBC)

Proses pengolahan yang dilakukan adalah untuk menurunkan BOD dan COD yang ada pada air limbah, sehingga dapat memenuhi kualitas air yang layak ke lingkungan, BOD yang awalnya berkadar sekitar 190 ppm akan berkurang menjadi 17 ppm sedangkan COD yang awalnya sekitar 600 ppm akan berkurang menjadi 84 ppm. Pengolahan polutan dilakukan oleh mikroorganisme yang melekat pada permukaan *disk* yang berputar. Perputaran ini dilakukan guna memenuhi kebutuhan oksigen untuk kehidupan mikroorganisme dan mencegah terjadinya kondisi anaerob yang dapat menimbulkan bau. Pada saat *disk* berputar terjadi kontak biomassa yang dengan oksigen pada saat *disk* menyembul di permukaan dan terjadi kontak pada material organik yang ada pada air limbah untuk menjadi makanan pada saat *disk* terendam.

E. Penjernihan Akhir

Air limbah yang diolah selanjutnya dialirkan ke bak penjernihan akhir. Unit ini berfungsi sebagai penjernihan akhir untuk mengendapkan partikel- partikel yang masih belum terendapkan, serta biomassa yang telah mati.

F. Disinfeksi

Air olahan dari bak penjernihan akhir masih mengandung bakteri coli dan bakteri patogen. Untuk mengatasi hal tersebut, air limbah yang keluar dari bak penjernihan akhir dialirkan ke bak klorinasi untuk membunuh mikroorganisme patogen yang ada dalam air. Pada proses ini dilakukan penambahan *chlorine* yang bertujuan membunuh bakteri-bakteri patogen yang ada. Selanjutnya dari bak ini air limbah sudah boleh



dibuang ke badan air.

G. Effluent Tank

Air limbah yang telah diolah dalam bak klorinasi akan dialirkan menuju *effluent tank* sebelum dibuang ke lingkungan. Di dalam *effluent tank* didapatkan air yang sudah jernih dan bakteri patogen juga sudah mati sehingga air olahan dapat dibuang ke sungai Brantas.

H. Kolam Indikator

Air yang dihasilkan dari *effluent tank*, sebelum dibuang ke sungai Brantas akan dialirkan terlebih dahulu ke kolam indikator biologis. Kolam indikator biologis ini berisi ikan sebagai parameter dari keamanan air yang dihasilkan setelah pengolahan. Setelah dinyatakan aman barulah air hasil pengolahan dibuang.

G. Limbah Padat

Limbah padat atau bisa disebut sampah merupakan limbah yang terbanyak di lingkungan. Limbah padat yang dihasilkan selama proses produksi di PT. Ajinomoto 100% dapat diolah kembali menjadi produk atau bahan yang lebih bermanfaat sehingga limbah padat yang dihasilkan tidak dibuang ke luar yang dapat mengakibatkan dampak bagi masyarakat sekitar. Sumber dari limbah padat berasal dari kawasan perusahaan dan hasil dari proses produksi. Limbah padat yang dihasilkan diantaranya :

1. Limbah Kantin

Limbah kantin merupakan limbah sisa kantin yang dapat diolah kembali menjadi pakan ternak yang sebelumnya sudah dicampur dengan limbah ceceran sisa saji dan masakan pada saat proses pengemasan. Sisa dari limbah tersebut dicampur



menjadi satu dan diolah agar tercampur menjadi satu dan kemudian dilakukan proses penggilingan hingga campuran tersebut membentuk pelet. Setelah itu dilakukan pengemasan dan hasil pengolahan limbah tersebut diberi nama TRITAN (Sisa Kantin Plus) adalah bahan pakan ternak yang dihasilkan dari sisa makanan kantin dan sisa masako, sajiku yang berceceran.

2. Limbah daun-daunan (Organik)

Limbah daun-daunan dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk kompos. Proses pengomposan terjadi dimana bahan dedaunan mengalami proses penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Pembuatan pupuk kompos dengan cara mengatur dan mengontrol proses penguraian alami dari bahan organik agar terbentuk kompos dengan cepat. Proses ini meliputi pembuatan campuran bahan yang seimbang, pemberian air yang cukup, mengatur aerasi dan menambahkan aktivator pengomposan. Bahan(dedaunan) didiamkan selama beberapa waktu hingga kompos matang yaitu sekitar 2-6 minggu. Adapun ciri ciri kompos yang sudah matang adalah bentuk dari material pengomposan sudah lunak, warna kompos coklat-kehitaman, tidak berbau menyengat, dan mudah dihancurkan.

3. *Aluminium foil*

Limbah *aluminum foil* ini merupakan limbah hasil pengemasan produk masako. Aluminium merupakan bahan logam yang dapat diolah untuk perabotan rumah tangga. Limbah ini di jual kembali ke pengolah aluminium sehingga di PT. Ajinomoto tidak menimbulkan sampah dari pengemasan dan didapatkan pendapatan dari hasil penjualan sampah tersebut.



4. Gypsum

Gypsum merupakan hasil samping *sludge* yang tersisa dari proses dekalsifikasi berwarna putih kekuningan dan mempunyai bentuk seperti lumpur. Sludge yang dihasilkan oleh DCL (*Denatrid Carbon Liquid*) dikeringkan dengan cara pemanasan dan kemudian dijual ke pabrik semen sebagai bahan dasar pembuatan campuran semen.

5. Karbon Aktif

Merupakan bahan yang digunakan dalam proses dekolorisasi untuk menyerap warna. Setelah proses dekolorisasi, aktif karbon tersebut akan berubah menjadi limbah. Namun karbon aktif masih memiliki kadar karbon yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan lagi dan biasanya oleh PT Ajinomoto

Indonesia akan dijual kembali kepada produsen batu bata sebagai bahan campuran dalam pembakaran batu bata.

6. Limbah B3

Selain menghasilkan limbah limbah tersebut PT. Ajinomoto juga menghasilkan limbah B3 seperti limbah dari pecahan lampu, oli dsb. Limbah B3 ini akan dijual kembali dan didaur ulang oleh PT. PPLI, LEWIND yang sudah bekerja sama dengan PT. Ajinomoto.

H. Sanitasi

Sanitasi merupakan suatu kegiatan pengendalian yang terencana terhadap lingkungan produksi, bahan baku, peralatan dan pekerja untuk mencegah pencemaran pada hasil olahan, kerusakan hasil olahan, serta mengusahakan lingkungan kerja yang bersih dan sehat, aman serta nyaman. Dalam industri pangan, sanitasi bertujuan untuk menghasilkan produk yang aman dan bermutu baik bagi



konsumen. Agar tujuan sanitasi tercapai, maka perlu diperhatikan sanitasinya mulai dari bahan baku, pekerja, alat dan bahan, dan lingkungan pabrik. Menurut Murniyati dkk (2014), ada delapan kunci persyaratan sanitasi yaitu :

- a) Keamanan air,
- b) Kondisi dan kebersihan permukaan yang kontak dengan bahan pangan,
- c) Pencegahan kontaminasi silang,
- d) Menjaga fasilitas pencucian tangan, sanitasi, dan toilet,
- e) Proteksi dari bahan-bahan kontaminan,
- f) Pelabelan, penyimpanan, dan penggunaan bahan toksin yang benar,
- g) Pengawasan kondisi kesehatan personil,
- h) Menghilangkan serangga dan hama gudang dari unit pengolahan.

Sanitasi terhadap lingkungan pabrik yang dilakukan oleh PT. Ajinomoto Indonesia ini direncanakan secara menyeluruh, mulai kebersihan pabrik, lingkungan produksi, peralatan, hingga pekerjanya. Penerapan sanitasi di lingkungan pabrik dilakukan dengan cara terjadwal, yaitu adanya kegiatan “Kamis

bersih”, dimana semua karyawan dalam pabrik melakukan kerja bakti untuk membersihkan semua ruangan dalam setiap divisi. Setiap divisi dalam kaitannya dengan proses pengolahan produk memiliki prosedur masing-masing. Kegiatan ini dilakukan dengan tujuan agar kebersihan lingkungan produksi tetap terjaga. Penerapan sanitasi yang terarah dan terprogram akan mendukung terciptanya lingkungan yang kondusif untuk berjalannya proses produksi.

PT. Ajinomoto Indonesia telah melaksanakan program sanitasi dengan pengendalian yang tepat sesuai dengan persyaratan sanitasi yang telah ditetapkan. Sanitasi tersebut diterapkan pada sanitasi bahan baku, lingkungan produksi, peralatan, dan pekerja. Berikut penjelasan sanitasi yang dilakukan pada PT. Ajinomoto Indonesia:



1. Sanitasi Bahan Baku

Bahan baku utama dalam pembuatan MSG adalah tetes tebu. PT. Ajinomoto Indonesia membutuhkan tetes tebu secara kontinyu untuk proses produksi, sedangkan pabrik gula sebagai produsen tetes tebu hanya memproduksi selama 6 bulan dalam satu tahun. Oleh karena itu, agar proses produksi bisa berjalan, maka dilakukan penyimpanan tetes tebu dalam tangki tertutup. Sebelum masuk dalam tangki penyimpanan, tetes tebu yang diperoleh dari pabrik gula diperiksa terlebih dahulu oleh bagian *quality control*. Dalam penyimpanannya, tidak ada perlakuan khusus, hanya sajadiusahkan agar jangan ada air yang masuk dalam tangki penyimpanan, karena masuknya air akan menimbulkan pengenceran pada tetes tebu yang menyebabkan tekanan osmotik tetes tebu akan menurun.

2. Sanitasi lingkungan produksi

Lingkungan produksi adalah lingkungan yang ada di sekitar peralatandimana suatu rangkaian proses produksi berlangsung. Sanitasi lingkunganproduksi ini sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan proses produksi. Pada PT. Ajinomoto Indonesia, mesin atau peralatannya ada yang terdapat di dalam bangunan (*indoor*) dan ada pula yang terdapat di luar bangunan (*outdoor*). Adapun pembagian sanitasi lingkungan produksi sebagai berikut:

a. Sanitasi lingkungan produksi *Indoor*

Proses pengolahan yang berada di dalam bangunan dimulai dari proses kristalisasi I, separasi I, netralisasi, dekolonisasi, kristalisasi II, separasi II, pengeringan, dan pengemasan.

b. Bangunan bagian pengemasan

Bangunan ruang pengemasan merupakan bangunan



tertutup dan jarang terdapat jendela. Jendela yang kurang menyebabkan tidak ada fluktuasi suhu di ruang pengemasan karena cahaya matahari relatif kecil sehingga para pekerja dapat bekerja dengan nyaman dan secara tidak langsung dapat meningkatkan produktivitas kerja. Ruang pengemasan diatur kondisinya untuk mencegah kontaminasi pada produk seminimal mungkin dengan cara pengaturan suhu, penjagaan kebersihan pekerja yang bekerja di dalam ruang pengemasan, dan kebersihan ruangan pengemas. Aliran bahan dalam ruang pengemas menggunakan *belt conveyor*, sehingga aliran bahan dapat berjalan lancar.

c. Lingkungan produksi *outdoor*

Proses yang alatnya tidak dilindungi oleh bangunan meliputi proses sakarifikasi, dekalsifikasi, dan fermentasi. Tangki untuk dekalsifikasi dan fermentasi berukuran besar, sehingga akan memakan biaya yang tinggi jika ditutupi dengan bangunan. Tangki dekalsifikasi dan fermentasi terbuat dari *carbon steel*, pada bagian dalam dilapisi dengan *stainless steel*.

3. Sanitasi Peralatan

Pada PT. Ajinomoto Indonesia, konstruksi peralatan dan bahan-bahan penyusun dirancang sedemikian rupa agar dapat mudah dilakukan pembersihan. Sanitasi peralatan ini dilakukan pada beberapa alat produksi antara lain:

a) Fermentor

Fermentor merupakan salah satu peralatan utama dalam produksi MSG, sehingga alat ini harus senantiasa dibersihkan setiap kali proses



fermentasi akhir. Pembersihan dilakukan dengan penyemprotan air ke dalam fermentor sehingga terisi $\frac{1}{4}$ bagian, dengan agitator, maka air akan membersihkan setiap bagian dari fermentor.

b) Tangki Dekalsifikasi

Bahan yang mengotori tangki dekalsifikasi adalah *gypsum* yang tertinggal dalam dinding tangki, untuk membersihkannya digunakan air yang disemprotkan menggunakan tekanan tinggi.

c) Tangki kristalisasi dan separator

Pembersihan kedua alat ini sama dengan fermentor. Akan tetapi pada peralatan ini tidak perlu sterilisasi. Pembersihan ini dilakukan secara periodik.

d) Tangki Penyimpanan Tetes Tebu

Pembersihan tangki ini dilakukan setiap lima tahun sekali dengan menggunakan air yang disemprotkan larutan klorin untuk membunuh mikroba dengan tekanan tinggi, sehingga kerak yang menempel di dinding mengelupas. Setelah itu, dibilas dengan air bersih, dan yang terakhir dilakukan pengeringan menggunakan uap panas.

Pada kegiatan sanitasi mesin/alat produksi ini, hampir semua dilakukan pembersihan langsung di tempat (*clean in place*). Selain itu, ada juga pembersihan peralatan yang dilakukan secara *clean out place*, yaitu dilakukan di ruang pencucian. Metode yang digunakan untuk membersihkan mesin, tangki, dan pipa pada peralatan proses produksi ini dilakukan dengan pembersihan di *monitoring* atau *control panel* oleh bagian QC pada setiap proses produksi. Pembersihan ini dilakukan secara *monitoring* dikarenakan semua proses produksi MSG ini menggunakan mesin secara otomatis. Pada



beberapa alat/mesin dan pipa yang ada di PT. Ajinomoto Indonesia dilakukan pembersihan 1 kali dalam 1 bulan.

4. Sanitasi Pekerja

Sanitasi terhadap pekerja di PT. Ajinomoto Indonesia juga dilakukan agar tidak dapat memberikan kontaminan terhadap produk yang diproduksi. Untuk itu, perusahaan memberikan fasilitas-fasilitas/sarana kerja untuk dapat digunakan secara optimal. Fasilitas-fasilitas/sarana kerja yang diberikan perusahaan meliputi:

- a. Helm pengaman dan sepatu khusus untuk pekerja di lapangan
- b. Kacamata pelindung untuk pekerja yang berhubungan dengan bahan atau zat yang berbahaya
- c. Sarung tangan, terdiri dari sarung tangan kulit untuk melindungi tangan dari benda yang tajam dan kasar, sarung tangan asbes untuk benda yang panas, dan sarung tangan karet untuk melindungi dari benda berbahaya
- d. Pelindung pernafasan, berfungsi untuk melindungi hidung dan mulut dari berbagai gangguan yang membahayakan. Pemakaiannya dilakukan di tempat yang berdebu pada saat penyimpanan karbon aktif, dan sebagainya.
- e. Penutup telinga, digunakan pada proses separasi I untuk melindungi telinga dari kebisingan. Untuk kebisingan sampai 95 dB digunakan *ear muff*.
- f. Pelindung muka, digunakan untuk melindungi muka dari dahi sampai batas leher terhadap bahan kimia, pancaran panas, pancaran ultra violet.
- g. Sepatu karet, untuk bagian pencucian
- h. Seragam, dibuat dengan desain tertentu tanpa menggunakan kancing untuk mencegah produk terkontaminasi jika kancing



lepas. Di samping itu pakaian harus bersih.

Selain sarana kerja yang telah diberikan perusahaan, terdapat pula stiker peringatan. Stiker peringatan ini terdapat di hampir seluruh bagian perusahaan, terlebih di bagian produksi. Stiker peringatan ini diharapkan dapat diperhatikan oleh seluruh karyawan yang ada dalam perusahaan agar dapat tercipta kesehatan dan keselamatan dalam bekerja. Stiker ini berupa pemasangan papan-papan tanda bahaya, seperti larangan merokok di area

produksi, tegangan tinggi, instruksi pemakaian *ear muff*, dan pelindung muka, jalur lalu lintas perusahaan, dan lain-lain.

Dalam hal sanitasi, juga dibutuhkan peralatan yang dapat menunjang sanitasi perusahaan, diantaranya adalah:

a) Peralatan Kebersihan

Peralatan kebersihan yang digunakan di PT. Ajinomoto Indonesia adalah sapu, alat pel, dan alat untuk mengumpulkan sampah.

b) *Cleaning agent*

Cleaning agent yang digunakan berupa pembersih lantai, deterjen, dan sabun pencuci tangan. Deterjen yang digunakan untuk mencuci peralatan diharuskan tidak bersifat korosif. Penggunaan deterjen ini hanya untuk pembersihan palet pada kegiatan distribusi dengan tujuan untuk membunuh mikroba, yaitu *sanitizer* berupa *hypochlorite*, yang biasa juga digunakan untuk mencegah tumbuhnya lumut pada mesin-mesin produksi.

c) Tempat Sampah

Tempat sampah yang terdapat di seluruh lingkungan



pabrik, maupun di setiap departemen ini dipisahkan berdasarkan jenis sampah, yang meliputi plastik, kertas, bahan organik, dan logam. Selain itu, pada tempat sampah bagian belakang juga dilapisi plastik, sehingga jika sampah yang dibuang mengandung air tidak akan keluar dari tempatsampah dan mengotori area sekelilingnya.

d) Toilet

Toilet terletak di luar yang jauh dari ruang produksi dan terdapat tembok untuk memisahkan kedua ruangan tersebut. Toilet juga dibedakan antara toilet pria dan wanita, dimana masing-masing toilet terdapat *wastafle* lengkap dengan sabun dan mesin pengering tangan.