

NO: 61 / 2 / BALAI RISET
DAN STANDARISASI INDUSTRI

DP /

A 503

**BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
S U R A B A Y A**

**PERENCANAAN PEMBUATAN PUPUK KOMPOS
DARI SAMPAH KOTA**

DISPERINDUSIP JATIM

**DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI**

03

**BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
S U R A B A Y A**

**PERENCANAAN PEMBUATAN PUPUK KOMPOS
DARI SAMPAH KOTA**

**DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI**

K A T A P E N G A N T A R

Perencanaan pembuatan Kompos dari sampah kota ini dimaksudkan untuk membuka kemungkinan kesempatan bagi para pengusaha, untuk dapat mengelola sampah dari bahan yang tidak berguna menjadi suatu hasil yang sangat bermanfaat bagi masyarakat yang berupa pupuk Kompos. Dengan mempergunakan alat alat seperti yang tercantum didalam tulisan ini, dan pula perkiraan kebutuhan modal diperlukan.

Semoga tulisan ini dapat membantu dan memberi petunjuk dalam pelaksanaannya.

DISPERPUSIP JATIM

I N T I S A R I

Pupuk kompos dibuat dari sampah organik, yaitu sampah kota yang telah bebas dari bagian-bagian yang tak terkomposkan seperti : kayu , keranjang, kulit kelapa, plastik, kertas, karet ban, logam-logam, kaleng, keramik, batu, bata, pecahan kaca dan benda-benda keras lainnya. Proses terjadi secara continue, dengan cara memfermentasikan sampah didalam Bio Stabilizer, dengan mempergunakan bakteri aerob. Adapun alat pelengkap yang dipergunakan adalah :

- Unit Crusher
- Unit Feeder.
- Conveyor.
- Bio Stabilizer.
- Conveyor
- Hammer Mills.

Kapasitas produksi = 202500 kg. per bulan.
 Harga produk = Rp. 20,- per kg.
 Harga bahan baku = Rp. 0,30 per kg.
 Modal tetap = Rp. 96.000.000,-
 Modal kerja = Rp. 2.812.500,-
 Biaya produksi = Rp. 35.000.000,-
 Keuntungan bersih = Rp. 10.000.000,-
 Nilai pada batas laba rugi = Rp. 12.000.000,-
 Presentase pada batas laba rugi = 25 %
 Kapasitas pada batas laba rugi = 168.750 kg.

PROYEK TAHUN 1980/1981 : OLEH : Ir.J.Soetopo

D A F T A R I S I.

B A B :

Halaman:

* KATA PENGANTAR	i
* INTI SARI	ii
* DAFTAR ISI	iii
* P E N D A H U L U A N	1
I. PENGOMPOSAN DARI BERBAGAI NEGERI	3
II. CARA-CARA PEMBUATAN KOMPOS DARI BERBAGAI NEGERI	4
III. MANFAAT DARI KOMPOS	9
- Aspek Pertanian	10
- Aspek Ekonomi	12
IV. PERENCANAAN PEMBUATAN KOMPOS DARI BAHAN DASAR SAMPAH KOTA	13
A. Perencanaan pengumpulan sampah kota...	13
B. "- lokasi penataan sampah pada pe- rusahaan kompos	15
C. "- lay out perusahaan kompos	18
D. "- pengolahan kompos dari sampah kota	19
E. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan kompos	21
F. Proses pengomposan pada Biostabilizer.. . . .	27
G. Perhitungan perkiraan sampah	28
V. PERKIRAAN UNTUNG RUGI	30
Daftar Kepustakaan	33
Lampiran : Gambar Biostabilizer	34.

P E N D A H U L U A N

Masalah sampah merupakan masalah sulit yang dihadapi oleh kota-kota di negara kita. Harus diakui bahwa dari kota kecil sampai metropolitan, sampai sekarang belum dapat memecahkan persoalan ini dengan baik. Volume sampah setiap hari ibaratnya gunung yang tak seimbang dengan usaha-usaha kecil penanggulangannya.

Sampah memang nyatanya bukan masalah sederhana yang seperti kelihatannya : tinggal dicarikan tempat pembuangan, semua bawa sama, buang! begitu saja.

Masalah sampah melibatkan masalah cara penampungan, pengangkutan, masalah lingkungan dan lain sebagainya.

Pemerintah setempat dapat pasti dikatakan mempunyai kegiatan untuk menangani tentang sampah. Wajar bila pemerintah langsung bertanggung jawab terhadap kebersihan kotanya terutama dari kotoran sampah yang di produksi oleh warganya. Sebab sampah mempunyai pengaruh terhadap :

- Kesehatan :

Tumpukan sampah merupakan salah satu pusat penyebab timbulnya berbagai penyakit, sebab tumpukan sampah merupakan tempat yang dapat menyuburkan terhadap bibit-bibit penyakit yang dapat membahayakan kesehatan manusia.

- B a n j i r :

Tumpukan sampah dapat membantu jalannya air dalam riol-riol atau selokan-selokan. Akibatnya pada musim penghujan tiba air yang seharusnya lewat selokan akan meluap.

- Pandangan :

Tumpukan sampah menjadikan pandangan yang kurang sedap. Malahan dapat mengganggu pernapasan, disebabkan bau yang di timbulkannya sangat merangsang.

Dan masih banyak lagi pengaruh-pengaruh yang negatif terhadap kehidupan sehari - hari.

Tetapi apakah memang benar sampah selalu menjadi momok yang harus di-kawatirkan ? Sesungguhnya sampah amat berguna.

Kegunaan itu antara lain :

1. Sampah dapat merubah tanah gersang menjadi sangat subur.
2. Sampah dapat menahan terjadinya erosi tanah.
3. Sampah dapat menyebabkan berkurangnya tenaga pengangguran.
4. Dan lain-lain.

Untuk inilah, maka Dinas Pengembangan pada Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Surabaya di percayakan untuk membuat suatu perencanaan pembuatan kompos (pupuk organik) dari sampah kota (sampah organik). Secara singkat dalam garis besar perencanaan ini dapat di uraikan sebagai berikut :

Pertama/tama mencari literatur-literatur yang menyangkut pembuatan kompos dari berbagai Negara, kemudian dari hasil tersebut di coba untuk merancang dengan kondisi sampah di Surabaya. Kecuali tersebut diatas, perencanaan ini dicoba untuk diperlengkapi dengan perhitungan-perhitungan segi ekonominya.

Harapan dari perancang, semoga bermanfaat.

BAB. I

PERKOMPOSAN DARI BERBAGAI NEGERI.* Di Negeri Belanda.

Pengomposan/penguraian sampah-sampah organik dari kota telah dilaksanakan/dikerjakan di beberapa tempat selama beberapa tahun dan ternyata lebih murah dari pembakaran sampah. Kemudian di daerah-daerah dekat pasaran kompos yang baik sama murahannya dengan cara penimbunan tanah yang saniter.

Pembuangan sampah dengan cara pengomposan dan hasilnya di-jual sebagai pupuk, seperti yang telah dilakukan di negara-negara Denmark, Jerman, ~~USA~~, India, Afrika Selatan dan lain-lain terbukti sangat ekonomis.

* Di California.

The Compost Corporation of America, dalam analisisnya yang di gunakan sebagai dasar perencanaan pabrik kompos, ternyata telah mendapatkan bahwa kompos di lihat dari nilai zat haranya, sama baiknya seperti pupuk kandang dan bebas dari biji-biji rerumputan, dan dapat di buat secara menguntungkan dengan harga lebih murah dari pada pupuk kandang.

* Searbrook.

Dari hasil-hasil percobaannya dengan bantuan Pilot Proyect -- Composting Plant di Jacoma Washington, telah memperkirakan bahwa sampah-sampah dari Jacoma dapat di komposkan dengan memberikan keuntungan kepada kotanya.

Suatu hal mesti di-ingat bahwa tujuan yang penting dari produksi dan pasaran kompos adalah menjaga efisiensi agar kompos dapat di jual dengan harga yang dapat di-beli oleh petani.

Hal ini dapat di-kerjakan dengan berhasil di Negeri Belanda, India dan Israel.

BAB. II

CARA-CARA PEMBUATAN KOMPOS DARI BERBAGAI NEGERIA. Cara HOWARD atau cara INDORE (India).

Pada tahun 1931 SIR ALBERT HOWARD (orang Inggris) membuat kompos dari macam-macam sampah, termasuk juga sampah kota (India). Sampah di tumpuknya berlapis setiap hari, dan penumpukan itu dilakukan sekendor mungkin dan di usahakan agar tumpukan sampah menjadi aerob, cukup udara (O_2) didalamnya. Tumpukan yang berlapis lapis tadi di seling dengan kotoran-kotoran ternak (hewan) dan kadang-kadang di tambah dengan lumpur kembang dari selokan kota (riool).

Ia menampung pula air kencing dan kotoran ternak dengan jerami atau bahan lain yang di pakai sebagai alas tidur ternak itu (sehingga kotoran ternak yang cair maupun yang padat bercampur dan meresap pada jerami alas tidur itu). Bahan yang penuh dengan zat nitrogen itu dicampurkan pada tumpukan-tumpukan sampah.

Pengomposan cara Indore ini berlangsung selama 90 hari dengan dibalik-balik ~~sampai~~ 2 kali yaitu tiap bulan satu kali, kompos yang di buat dengan cara demikian, di sanggap pupuk dalam tempo satu bulan setelah pembalikan yang kedua kalinya.

Ukuran alas tumpukan HOWARD ini ialah $2,5 \times 2,5 \text{ m}^2$, sedang tingginya di katakan hanya 60 cm (HACKENDERG 1948).

Kemudian ukuran ini dapat di pertinggi sampai 1,50 m, bahkan dapat di buat lebih tinggi lagi (di laksanakan di Inggris, karena mekani sasi memungkinkan).

B. Cara WIJSTER (negeri Belanda).

WIJSTER adalah nama sebuah tempat di negeri Belanda, tempat pengumpulan sampah dari kota-kota Den Haag, Groningen dan Zandvoort.

Pengangkutan dari kota-kota itu ketempat penampungan sampah di lakukan dengan kereta api istimewa yang khusus di buat untuk keperluan itu. Konstruksi kereta keretanya (gerbongnya) istimewa pula, ia mempunyai dasar (alas) yang miring dan di lengkapi dengan tutup besar di samping (yang merupakan pintu yang merangkap menja di dinding kalau pintu itu sedang dalam keadaan tertutup). Jika formasi gerbang-gerbang sampah ini sudah sampai pada tempat tujuannya, pintu yang semula berfungsi sebagai dinding itu di buka dengan serentak dan otomatis dari satu sentral yang di kerjakan oleh masinis di lokomotif dengan suatu tekanan uap dari lokomotif itu pula.

Sampah dalam gerbong-gerbong itu jatuh meluncur kebawah dalam sekejap saja. Dengan cara itu sampah yang dimuat dalam gerbong gerbong sampah sebanyak 16 buah gandengan dan yang seluruhnya berjumlah 500 ton itu (satu angkutan) dapat di keluarkan dalam tempo tidak lebih dari 30 detik.

Tempat penumpukan atau penampungan sampah itu adalah terletak dibawah suatu " Jembatan " kereta api (viaduct). Viaduct ini tingginya 6 m, panjangnya 475 m, banyaknya viaduct semacam ini adalah 4 jalur yang sejajar, dengan jarak 16 m satu sama lain.

Sampah yang sudah di jatuhkan dari atas viaduct tadi di ratakan dengan kraan pengaduk yang besar.

Kemudian tumpukan itu disamprot dengan air; air penyemprot di pompa dari suatu kolom (bak besar) di dekatnya yang dialirkan melalui pipa-pipa induk melewati (menyusur) viaduct, sedangkan ujung-ujung pipa cabang dimana air menyemprot terletak dalam jarak-jarak tertentu di sebelah menyebelah viaduct itu. Air kelebihan dari dalam tumpukan itu di alirkan kembali ke kolom, melalui saluran-saluran yang dibuat khusus di lantai dasar tumpukan.

Dengan demikian bahan-bahan mineral yang larut dari tumpukan itu tidak hilang, tetapi di kembalikan lagi bersama dengan air semprotan

tumpukan itu. Kecuali itu air dalam kolom akan mengandung banyak mikro organisme yang ikut larut bersama air kelebihan tersebut, dan pH air ini menjadi tinggi ($\text{pH} \pm 8$).

Hal ini akan menyebabkan bertambahnya kegiatan proses pengomposan, sehingga suhu tumpukan naik dengan cepat. Setelah penyempitan itu berlangsung selama 24 jam maka suhu sudah mencapai 70°C bahkan kemudian mencapai angka $80 - 90^{\circ}\text{C}$. Suhu inilah yang dapat mematikan sumber-sumber penyakit sekalipun kuman-kuman itu mampu membentuk spora yang resisten terhadap panas (misalnya bakteri *Miltvuur*) tak dapat mereka bertahan lebih lama lagi.

Percobaan-percobaan dan penyelidikan-penyelidikan terakhir membuktikan hal yang demikian (DIREN DE JONG 1963). Lapisan paling luar ± setebal 20 cm tak dapat mencapai suhu sedemikian tingginya, jadi tumpukan perlu di bolak-balik. Menurut catatan, kompos sudah " Jadi " dalam waktu 3 - 4 bulan yaitu jika bahan-bahan komposnya (sampah) di kumpulkan dalam musim dingin (musim salju) sedangkan untuk mengomposkan sampah musim panas di butuhkan waktu yang agak lama, 6 sampai 8 bulan (PIJLS 1954).

Setelah peragian itu selesai, kompos sampah tadi di keduk - dan kemudian di angkut dengan lori yang berjalan dengan kabel untuk dibawa ke dalam suatu " pabrik kompos " untuk di bersihkan dari bahan-bahan keras yang ikut tercampur dalam sampah dan yang tidak hancur pada waktu peragian di bawah viaduct.

Potongan-potongan dan pecahan-pecahan kaca, batu, bata dan barang-barang lain di hancurkan (dipukuli) dalam pabrik itu, sedang logam logam di pisahkan secara magnetis.

Sebelum di perdagangkan, kompos itu di lembutkan (di bikin halus) dan di saring. Warna pupuk ini seperti rupa tanah saja, dan boleh di kata tidak berbau, dan dapat di angkut dengan kapal atau truk-truk ke konsumen, (yang jauh dari pabrik).

Jadi dengan cara atau proses yang boleh dikatakan relatif sederhana (dan relatif murah) itu, sampah yang "menjijikkan masyarakat " dapat di rubah menjadi pupuk yang sangat berharga, yang rata-rata mempunyai kadar $N = 0,4 - 0,5 \%$

$$P_{2}O_{5} = 0,4 - 0,5 \%$$

$$K_{2}O = 0,2 \%$$

$$CaO = 0,3 \%$$

Pabrik kompos ini (di WIJSTER) mencatat bahwa sampah yang beratnya 120.000 ton dapat ditampungnya. Sedang bila sudah menjadi kompos hanya tinggal 20 % saja, dari berat semula.

C. Cara BACCARI (Italia) dan cara VERDIER (Perancis).

Sebagai tempat pengumpulan sampah dan pengomposannya, Baccari menggunakan kotak yang berbentuk kubus sebesar $20 m^3$, semula kotak itu terbuat dari batu atau beton. Pengomposan mula-mula berjalan secara an-aerob, jadi tertutup dari udara sama sekali. Proses an-aerob ini di biarkan berjalan sampai 18 hari lamanya, dan suhu tumpukan bisa naik sampai $65^{\circ}C$.

Kemudian prosesnya di ganti dan di rubah untuk di teruskan secara aerob. Untuk hal tersebut udara di masukkan kedalam kotak (kotak ini di namakan cel fermentasi) dengan jalan di pompakan melalui lubang-lubang (rooster) di atas kotak itu. Dalam waktu seminggu saja suhu kompos di dalam kotak dapat naik sampai $70^{\circ}C$, bahkan terus naik sampai $80^{\circ}C$ untuk kemudian menurun lagi dengan pelan-pelan sampai selesainya peragian dalam kotak.

Dengan menggunakan cara ini pengomposan sudah dapat selesai dalam waktu 35 sampai 40 hari. Di Inggris proses pengomposan seperti tersebut di atas telah dapat di percepat menjadi 16 hari. Cara pengomposan BACCARI memberi keuntungan besar, yaitu bahwa karena adanya suhu yang tinggi yang dapat di capai dalam proses itu maka pupuk kompos yang dihasilkan nanti tidak mengandung larva, parasit dan bakteri pathogen.

Lobang-lobang diatas kotak selain berfungsi untuk mengalirkan udara kedalam kotak, juga berfungsi untuk mencegah padatnya massa paling bawah, karena hembusan udara dari bawah. Air kelebihan dari dalam kotak dapat pula di alirkan keluar dengan mudah.

D. Cara FRAZIER (Amerika).

FRAZIER di Chicago (Amerika Serikat) menggunakan kotak yang lebih besar lagi, yaitu yang berukuran 90 m^3 dan yang dapat memuat - sampah sampai 50 ton. Sampah sebanyak ini bisa di jadikan kompos dalam tempo 5 sampai 7 hari.

Caranya demikian :

Sampah yang sudah terkumpul di dalam kotak itu di gerakan (diaduk) secara terus-menerus, dengan begitu maka komposnya menjadi homogen. Yang menjadi titik berat disini ialah caranya menggunakan udara. Setelah di pompakan kedalam kotak, udara yang kemudian keluar lagi itu di tampung kembali untuk di masukkan lagi kedalam kotak peragian.

Jadi udara yang dipakai itu lebih banyak mengandung carbon dioksida. Selain itu udara tersebut mengandung mikro-organisme yang tadinya berasal dari dalam tempat peragian, dan yang ikut terbawa oleh udara yang di alirkan melalui tumpukan itu. Semuanya itu menyebabkan proses pengomposan dapat di percepat.

BAB. III
MANFAAT DARI KOMPOS.

Di negara seperti Amerika Serikat yang sangat terpuak oleh apa yang dinamakan sebagai "krisis energi" sudah tentu tidak mengherankan apabila masalah sampah kota di carikan cara-cara pemanfaatnya kembali sebagai suatu sumber energi.

Sebelum embargo minyak Arab di tahun 1973 di seluruh Amerika Serikat baru ada dua buah pabrik yang mau berjibaku memproses sampah kota menjadi energi. Kini jumlah pabrik demikian di Amerika Serikat telah meningkat sampai sejumlah 16 buah, masing-masing dengan teknologi yang berbeda-beda.

Kota Chicago mempunyai pabrik pengolah sampah yang di kelola oleh kota Praja dengan kapasitas mengolah 700 ton sampah tiap hari menjadi keping-keping bahan bakar dengan equivalen energi 120.000 -- ton batu bara setahunnya.

Teknologi lain yang pada dasarnya ialah membakar sampah dalam tungku-tungku pembakaran yang kuat, menghasilkan uap air yang pada gilirannya menghidupi pembangkit tenaga listrik. Atau bisa juga langsung untuk pemanasan.

Sistim yang di pandang paling maju ialah yang di sebut CEA -- proses yang mengubah sampah menjadi serbuk halus berwarna coklat yang disebut ECO-FUEL II. Setelah bagian sampah yang berat dan berlogam dipisahkan tinggal sampah selulosa yang merupakan sisa-sisa tanaman. Ini diberi zat kimia macam-macam demikian, kemudian dijadikan serbuk. Serbuk itulah yang dapat di bakar untuk menjadi sumber energi.

Kota LENINGRAD dengan penduduk lebih dari 1,3 juta orang sudah tentu dapat di bayangkan, mempunyai masalah sampah kota yang berat jika tidak di atasi dengan cara-cara penanggulangan yang efektif. Sampah yang diangkut dengan truk ke pabrik di pisahkan dulu bagian

logamnya secara magnetis kemudian di masukkan kedalam drum-drum rak-sasa. Setelah mengalami fermentasi secara biologis, hasilnya berwar-na coklat tua yang dijual sebagai bahan bakar untuk pemanas-pemanas ruma-rumah menghadapi musim dingin. Dalam hal pengembangannya pada 1977 perusahaan ini telah menghasilkan pula gas-gas bahan bakar.

Menurut percobaan-percobaan ahli-ahli di luar negeri bibit-bi-bit penyakit dapat dibunuh dengan cara pengomposan. Dari percobaan di China, Scott, menyimpulkan sebagai berikut :

- Dengan pengomposan aerob penyakit-penyakit yang berasal da-ri kotoran manusia dapat di hancurkan.
- *Ascaris lumbricoides* hancur sama sekali bila kompos dibolak-balik sampai 4 kali setelah 30 hari.

* A s p e k P e r t a n i a n :

Sebagai mana diketahui bahwa pupuk untuk pertanian ada dua jenis pupuk :

- Pertama adalah pupuk buatan pabrik atau di kenal dengan pu-puk, seperti Z.A; D.S; UREA; N.P.K. dan lain-lainnya.
- Kedua adalah pupuk alam, atau di kenal dengan pupuk organik.

Yang termasuk pupuk organik adalah :

- pupuk kandang.
- kotoran manusia.
- pupuk hijau (daun-daun dan batang dari tanaman-ta-naman leguminosa dan sebagainya).
- pupuk guano (tahi burung) dan
- k o m p o s.

Fungsi dari pada pupuk organik/pupuk alam ialah untuk menging-gikan kesuburan fisik dari pada tanah. Jadi jelasnya pupuk alam memperbaiki tanah tempat di mana tanaman tumbuh.

zat-zat dari pupuk pabrik adalah zat-zat makanan bagi tumbuh-tumbuhan yang dapat langsung di isap dan digunakan oleh tanaman supaya baik pertumbuhannya dan tinggi hasilnya.

Yang penting dalam pupuk alam adalah bahan organik dan bukannya zat-zat untuk tanaman.

Tanah dalam arti pertanian adalah suatu media yang selalu berubah-ubah keadaannya. Ia dapat membangun atau dapat rusak tergantung dari sekitarnya. Oleh karena itu tanah pertanian yang baik adalah tanah subur (banyak kandungan humusnya).

* Fungsi pupuk organik (terutama kompos).

1. Memperbesar kesuburan tanah untuk masa depan dan mempertahankan kadar air. Selain itu, pupuk organik dapat digunakan untuk sekali pemakaian pupuk alam di daerah-daerah pertanian kering.
2. Memperbaiki struktur tanah. Dengan adanya bahan-bahan organik keadipula jasad-jasad renik dalam tanah dapat berkembang dengan suburanya demikian pula serangga-serangga dan cacing-cacing dalam tanah. Binatang-binatang ini membantu pembentukan tanah menjadi gembur. Peredaran udara lancar, kelembaban teratur dan akar-akar akan tumbuh dengan sempurna.
3. Dapat meningkatkan manfaat (efisiensi penggunaan pupuk buatan) pabrik sebab dapat mengikat zat-zat yang berasal dari pupuk pabrik, sehingga tidak mudah dibawa hanyut oleh air.
4. Dapat memperkecil terjadinya erosi sebab tanah-tanah yang banyak mengandung humus mudah meresap air kedalam tanah, sehingga air hujan tidak mengalir pada permukaan tanah, tetapi secara sedikit-sedikit mengalir kebagian yang lebih rendah, sehingga terbentuklah mata air.

Aspek ekonomi

* A s p e k e k o n o m i :

Secara garis besarnya keuntungan-keuntungan ekonomi yang di hasilkan oleh pembuatan kompos dari sampah sebagai berikut :

- a. Mengurangi anggaran belanja kota Madya sehubungan dengan pembuangan sampah.
- b. Memberikan keuntungan kepada pabrik-pabrik yang ada hubungannya dengan kompos. Selain dari itu menampung tenaga untuk di pekerjakan di pabrik.
- c. Memberikan hasil yang lebih tinggi kepada produksi pertanian dalam menggunakan kompos dan dengan ongkos yang rendah.

Keuntungan ekonomis dari penggunaan pupuk organik sudah umum diketahui oleh petani di samping keuntungan teknis untuk tanah maupun tanaman.

BAB. IV
PERENCANAAN PEMBUATAN KOMPOS DARI BAHAN DASAR
SAMPAH KOTA.

A. Perencanaan pengumpulan sampah kota :

Sebagaimana diketahui bahwa produksi sampah berasal dari :

- Rumah tangga.
- Pasar pasar.
- Perusahaan-perusahaan.

Untuk membatasi dan jangan terlalu menyimpang dengan judul perencanaan ini, maka perencanaan membatasi perencanaan pengumpulan sampah yang berasal dari rumah tangga dan yang berasal dari pasar pasar.

Menurut perencanaan, pengumpulan sampah yang berasal dari rumah tangga seyogyanya dijalankan dengan perencanaan yang masak. Misalnya : pengambilan sampah dari rumah tangga dilakukan 7 hari sekali atau 7 hari dua kali. Untuk ini disediakan tiap rumah tangga 1 drum yang mempunyai kapasitas 75 sampai 100 liter sampah, sebagai dasar perhitungannya adalah sebagai berikut :

Satu keluarga terdiri dari 5 orang (suami, isteri dan 3 orang anak) dan tiap orang dapat menthasilkan 1 - 1,5 hari maka untuk 7 hari - dihasilkan + 10 liter sampah/orang.

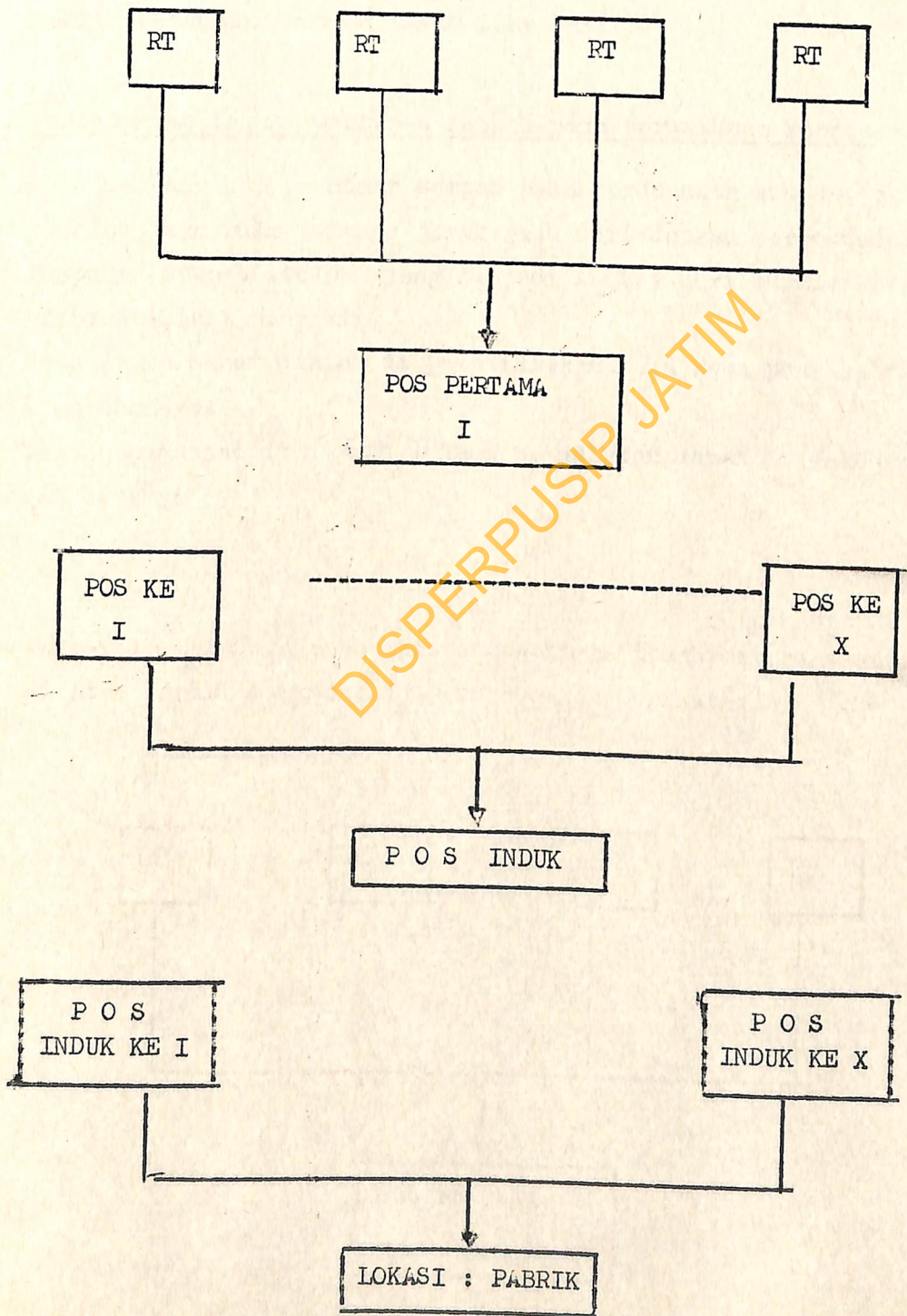
Untuk 5 orang menghasilkan + 50 liter/keluarga/7 hari.

Bahan konstruksi dari drum seyogyanya terbuat dari aluminium. Hal ini untuk mencegah terjadinya korosi.

Bagaimana agar pelaksanaan tentang penyediaan drum tersebut terlaksana dan aman, adalah urusan dari Pemerintah Daerah setempat dengan warganya.

Cara-cara pengumpulan..

Cara-cara pengumpulan sampah sebagaimana telah di jelaskan tersebut di atas dapat dilaksanakan secara bagan berikut :



Pengumpulan sampah dari pasar-pasar hampir tidak mungkin disamakan dengan pengumpulan sampah dari rumah tangga.

Pasar tiap hari memproduksi sampah yang tidak kecil jumlahnya, volumenya maupun beratnya.

Maka pengumpulan sampah dari pasar yang di bawa atau di angkat ke pabrik pembuatan kompos harus tiap hari.

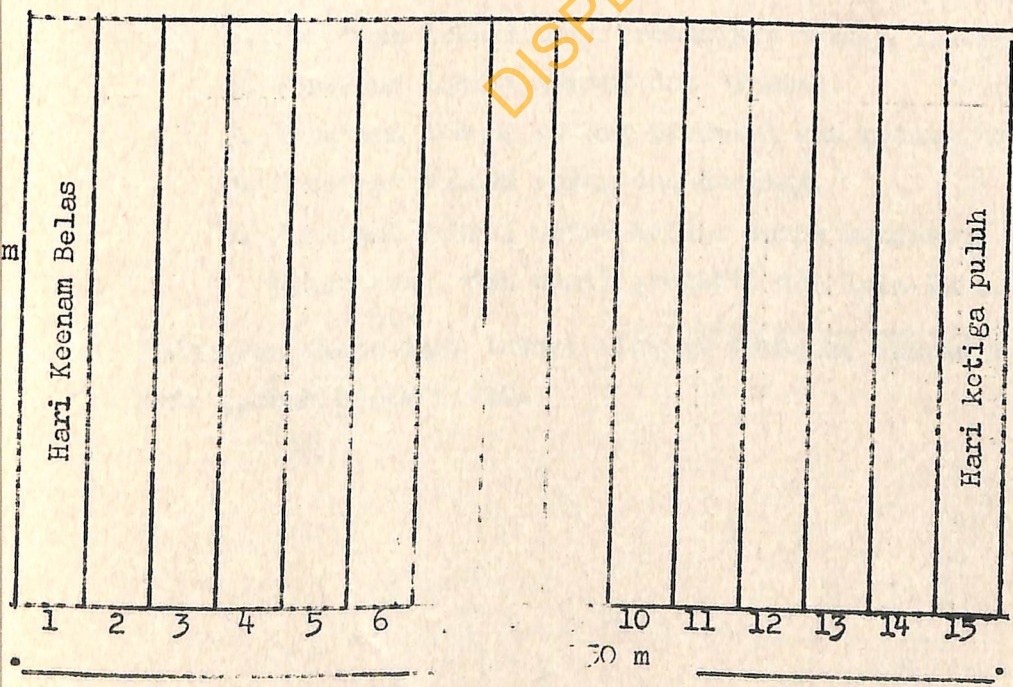
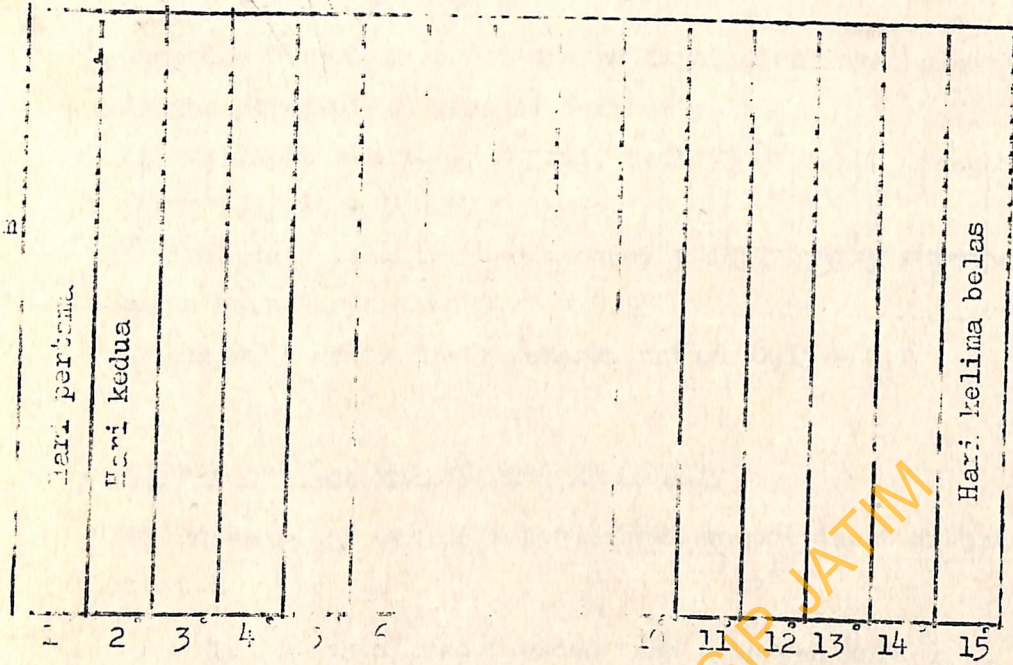
B. Perencanaan lokasi penataan sampah pada perusahaan kompos.

Tentang hal penataan sampah pada perusahaan kompos, perlu diperhitungkan pula tentang jarak jauh dari daerah berpenduduk, sebab tumpukan sampah itulah yang menjadi sumber dari segala kotoran serta bibit-bibit penyakit.

Kecuali tersebut diatas di perhitungkan pula kemampuan pabrik kompos tiap harinya.

Sedang penataan di daerah lokasi perusahaan dapat di gambarkan sebagai berikut :

DISPERPUSP JATIM



Dimana satu jalur (hari pertama) mempunyai volume sebanyak :

$$(75 \times 1 \times 1) \text{ m}^3 = 75 \text{ m}^3.$$

Sampah sebanyak tersebut diatas dapat disediakan oleh 1 buah truk dengan perhitungan sebagai berikut :

1 truk dapat memuat $15 \text{ m}^3/\text{rit}$, jadi 75 m^3 dapat diangkut oleh 1 truk dalam $75 / 15 = 5$ rit.

Menurut data yang telah ada density dari sampah kota pada waktu musim hujan berkisar antara $0,25 - 0,35$.

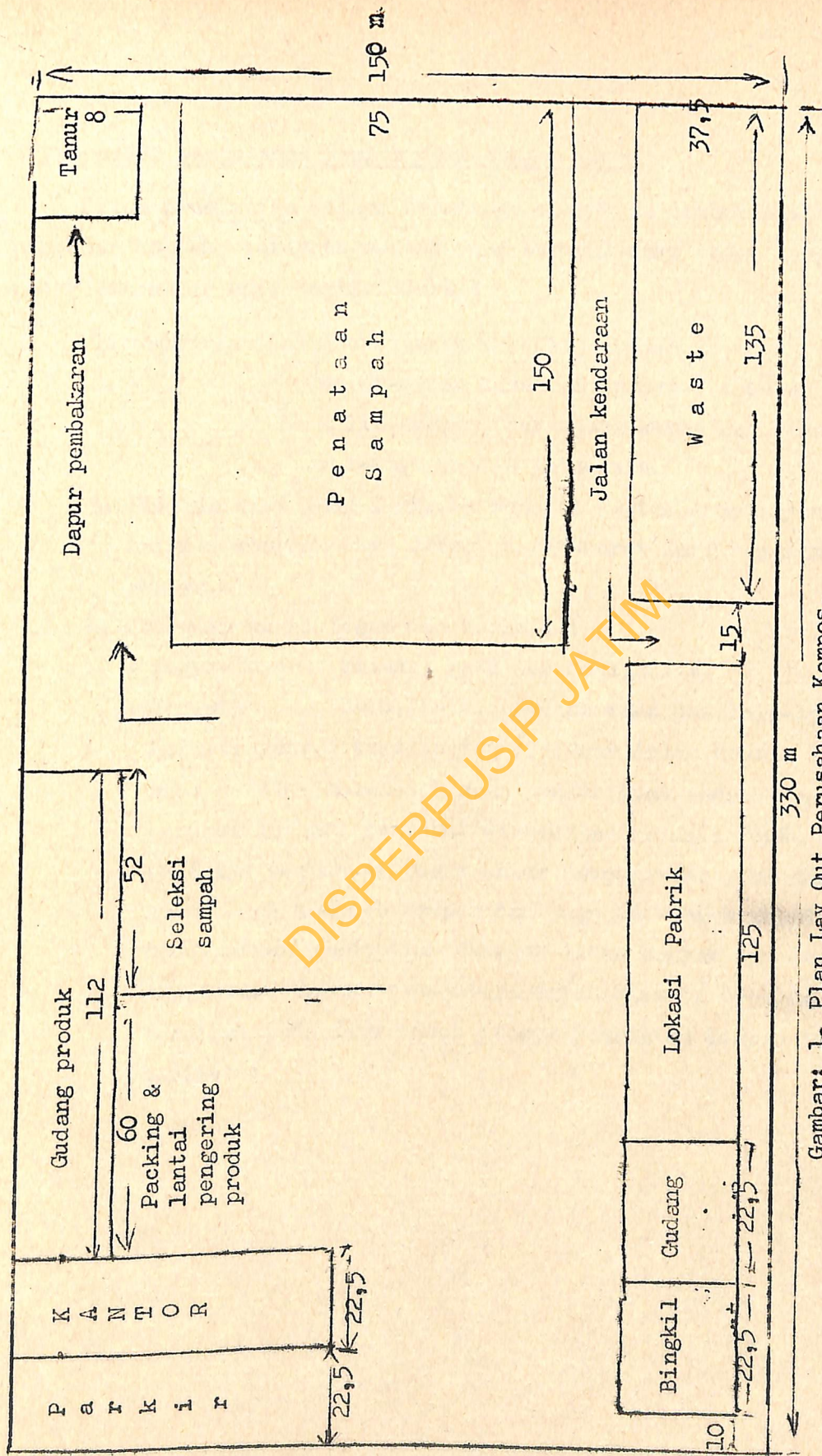
Sedang pada waktu musim kemarau antara $0,15 - 0,2$.

C. Perencanaan Lay Out Perusahaan Kompos :

Perencanaan lay out dari perusahaan kompos dapat dibuat sebagai berikut :

1. Penataan lokasi bahan baku (sampah kota).
2. Penataan lokasi sortiran bahan baku (seleksi)
3. Penataan lokasi pembakaran.
4. Penataan lokasi dari unit peralatan pembuatan kompos.
5. Penataan lokasi unit pembangkit tenaga listrik.
6. Penataan lokasi kantor dan bengkel.
7. Penataan lokasi gudang produksi dan gudang kebutuhan pabrik.
8. Penataan lokasi aging dan packing.
9. Penataan lokasi untuk keluar masuk kendaraan pengangkutan bahan baku, dan hasil produksi dan lain-lain.

Sedangkan skema dari lokasi -lokasi tersebut diatas dapat dilihat pada gambar berikut ini.



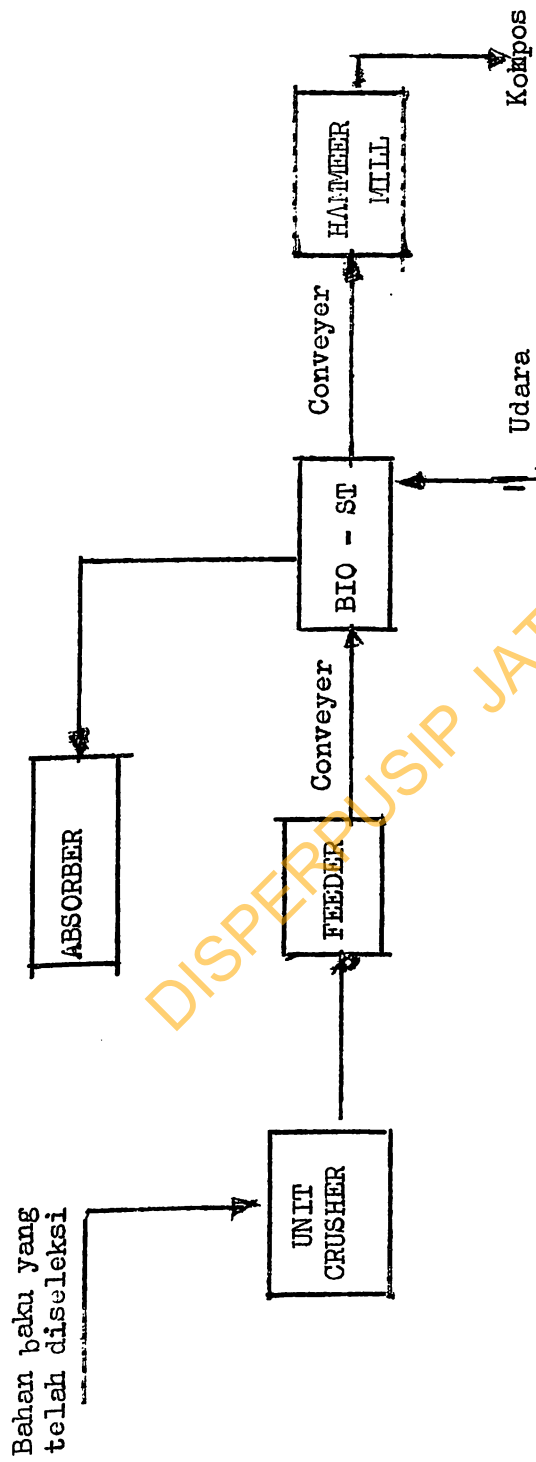
Gambar; 1. Plan Lay Out Perusahaan Kompos.

D. Perencanaan pengolahan kompos dari sampah kota.

Dalam penelitian selama berminggu-minggu ke lokasi-lokasi penimbunan sampah, ternyata sampah yang berasal dari rumah tangga dan pasar bercampur baur terdiri dari :

1. Campuran dari daun-daunan (berhijau daun)
 2. " " serat-serat kasar (misalnya) : sabut dari kulit kelapa, keranjang-keranjang bekas sayur-sayuran dan lain-lain.
 3. Plastik dari yang lembaran seperti kertas sampai yang lembaran-lembaran bekas ember, karet-karet dari ban dan sebagainya.
 4. Sebagian kecil logam dan keramik :
 - Logam-logam : kaleng, paku dan sebagainya.
 - Keramik : batu, bata, pecahan kaca dan lain-lain.
- Seperti yang diterakan dan digambar dalam bentuk lay out, maka setelah melalui bagian penyortiran sampah yang sudah berumur 15 hari tersebut dimasukkan ke unit "SCRUSHER" . Unit ini mempunyai tugas untuk memperlebar permukaan juga membuat homogen sampah dan juga bakteri-bakteri aerob mendapatkan kesempatan oksigen lebih banyak dan dapat hidup subur. Untuk selanjutnya dapat diikuti seperti yang terlihat pada flow sheet proses pembuatan kompos sebagai berikut :

Gambar: 2. FLOW SHEET PROSES PEMBUATAN KOMPOS.



E. Factor-factor yang mempengaruhi pembuatan kompos.

Kompos adalah hasil penguraian/perombakan dari sampah (zat organis) menjadi bentuk zat kimia yang lebih sederhana dengan per-tolongan binatang-binatang kecil (serangga-serangga, cacing dan lain-lain) dan jazat-jazat renik (bakteri dan jamur).

Bila penguraiannya/perombakannya berlangsung lebih lanjut kompos itu menjadi humus dan akhirnya menjadi mineral-mineral (air, CO_2 , amoniak, P_2O_5 , K_2O dan lain-lain).

Lamanya penguraian dari sampah menjadi kompos tergantung dari pada:

- a. Jumlah dan macamnya jazat-jazat hidup sebagai pengurai/perombak.
 - b. Kelembaban
 - c. S u h u
 - d. Udara (aerasi).
 - e. Susunan/jenis sampah
 - f. I k l i m.
 - g. Ukuran helaian/potongan sampah.
 - h. Cara menempatkan/menyusun sampah yang hendak dikomposkan.
- a. Jumlah dan macamnya jazad-jazad hidup sebagai pengurai/perombak.

Benda-benda yang dapat di komposkan (sampah hijau, kotoran manusia, pupuk kandang dan lain-lain) biasanya mengandung ba-nyak jazad-jazad renik (microorganisme) dari berbagai jenis se-perti bakteri, cendawan dan makluk-makluk hidup lainnya.

Binatang-binatang kecil yang ikut merombak sampah menjadi kompos ialah :

Serangga-serangga, cacing, siput dan lain-lain. Dan jenis-jenis dari jasad renik ialah sebangsa jamur dan bakteri. Jasad-jasad-reniki itu ada yang aktif mengadakan pembusukan dan ada yang ti-dak aktif. Makin banyak jumlah jasad renik yang aktif merombak - sampah menjadi kompos, makin sedikit waktu yang di perlukan.

b. Kelembaban :

Kadar air yang dikandung dalam sampah sangat penting untuk berkembang biaknya jasad-jasad renik.

Kadar air yang diperlukan berbeda-beda menurut tempat, keadaan dan jenis sampah. Tetapi berkisar antara 40 - 80 %. Menurut Tuan ACHARYA untuk sampah yang banyak mengandung kertas dibutuhkan kadar air antara 40 - 50 %.

c. S u h u :

Seperti halnya dengan kelembaban keaktifan merombak dan berkembang biaknya jasad-jasad renik tergantung dari pada suhu yang tepat. Biasanya diperlukan suhu yang agak tinggi $\pm 60^{\circ} \text{C}$ (50 - 70°C). Suhu ini timbul karena adanya fermentasi yang aerob. Dengan suhu yang tinggi ini bibit-bibit penyakit dan telur lalat bisa di musnahkan, demikian pula biji-biji rumput rumputan.

d. U d a r a :

Udara dibutuhkan untuk penguraian yang sempurna dari pada sampah. Biasanya tumpukan sampah di bolak-balik untuk memperoleh udara yang cukup atau dengan menyemprotkan udara ke dalam silo tertutup pada mesin pengomposan system " DANO ". Banyaknya udara yang diperlukan atau banyaknya membolak-balik sampah tergantung dari pada kadar air dan macamnya material.

Makin besar aerasi (pemberian udara) pada tingkat penguraian pertama, makin besar aktifitas jasad-jasad renik dalam proses penguraian, dan makin pendek waktu penguraian, oleh karena itu akan mengurangi waktu dan tempat yang di perlukan untuk pengomposan.

e. Susunan / jenis sampah:

Sampah yang terdiri dari kertas-kertas atau jerami-jerami atau lain-lainnya sangat sulit di uraikan. Sebaliknya kotoran-kotoran hewan, kotoran anusia atau sampah-sampah yang banyak mengandung sisa-sisa daun^m sangat mudah busuk dan memerlukan tempo yang singkat.

Atau dengan kata lain sampah yang perbandingan C / N-nya tinggi (kertas dan jerami) lebih lama dan lebih sukar diuraikan dari - pada sampah yang mempunyai perbandingan C / N-nya rendah (kotoran ternak, manusia).

Sampah yang mempunyai perbandingan C / N-nya tinggi harus ditambah dengan kotoran-kotoran ternak, kotoran manusia, air seni atau lain-lain lagi agar penguraian lebih mudah dan lebih singkat.

f. I k l i m :

Proses penguraian akan lebih cepat dan lebih sempurna di daerah panas (Indonesia) dari pada daerah dingin. Oleh karena itu tumpukan sampah dalam proses pengomposan di daerah dingin lebih tebal dan lebih tinggi dari pada di daerah panas.

Selain dari pada suhu, anginpun mempunyai pengaruh terhadap proses penguraian. Angin yang kencang dan daerah dapat memperlambat pengomposan. Untuk menghindari ini tumpukan sampah di perbesar dan bagian-bagian yang kena angin langsung di basahi. Hujan tidak begitu berpengaruh dalam proses pengomposan. Akan tetapi kalau pengomposan itu ada di daerah yang banyak hujannya maka untuk menghindari kerugian kerugian tumpukan sampah di perbesar dan bentuk tumpukan setengah lingkaran. alasannya harus di bu at dari lantai yang keras.

g. Ukuran helaian/potongan sampah.

Sampah yang di giling/dipotong-potong sebelum di komposkan akan lebih cepat hancurnya. Kalau dengan cara yang paling sederhana membuat kompos memerlukan 6 - 8 bulan, maka dengan di potong-potong/digiling lebih dahulu hanya di perlukan 7 hari.

Keadaan ini disebabkan karena kontak dengan jasad-jasad renik lebih intim, disebabkan luas permukaan sampah lebih besar dan selain dari pada itu lapisan lilin yang melindungi daun-daun akan pecah-pecah dan hancur waktu penggilingan.

Keuntungan lain sampah lebih homogen, aerasi lebih lancar, sehingga suhu tinggi yang diinginkan dapat dicapai, kandungan air dan aerasi mudah di kontrol, mudah di pindah-pindahkan dan di kerjakan.

- h. Cara menempatkan/menyusun sampah yang hendak dikomposkan : *)
Tumpukan seyogyanya jangan terlalu tinggi apalagi didaerah panas, karena dapat memusnahkan jasad jasad renik. Kalau terlalu rendah akan banyak panas yang keluar, karenanya akan banyak pula bakteri pathogen yang mati.
Yang baik tingginya 1,5 - 1,8 m dan untuk sampah segar sebaiknya 1 - 1,2 m saja.

Perhitungan material balance yang menyangkut kejadian unit Bio Stabilizer, serta angkutan sampah setiap hari :

Panjang Silo : 5 m

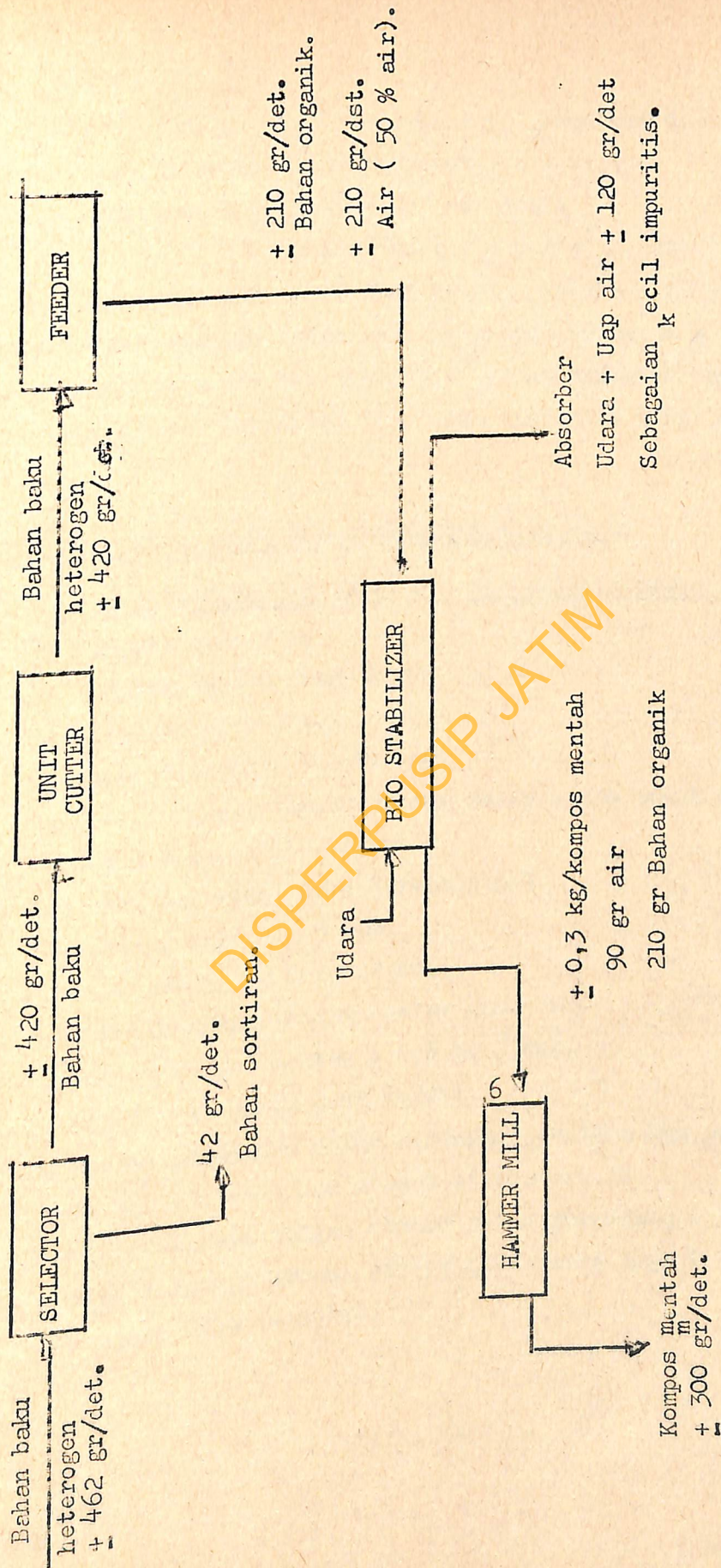
Diameter : 1 m

Volume maksimum dari sampah yang mengisi Silo - 60 % dari volume Silo. Density sampah = $\pm 0,3$.

- *) Penyusunan yang tepat dimaksudkan untuk dematangkan kompos dalam tempo yang sesingkat-singkatnya

Material balance perencanaan pembuatan kompos dari sampah kota:

Material Balance Perencanaan Pembuatan Kompos dari Sampah Kota.



Bila diambil bahan baku heterogen yang mempunyai density rata-rata (pada waktu musim hujan dan kemarau) = $\pm 0,3$,

$$\begin{aligned} \text{Maka volume sampah} &= 462/0,3 \text{ cm}^3 \text{ per detik} \\ &= 1540 \text{ cm}^3/\text{det} = \pm 5,5 \text{ m}^3 / \text{jam.} \end{aligned}$$

Dengan dasar ini maka Silo akan bekerja selama $\pm 13 - 14$ jam /hari dan akan membutuhkan bahan baku heterogen sebanyak $\pm 75 \text{ m}^3$.

Bahan baku heterogen sebanyak 75 m^3 dapat diangkut hanya oleh satu buah truk dengan kapasitas 15 m^3 dan tiap hari bekerja sebanyak 5 rit.

DATA-DATA TEKNIK DARI BIO STABILIZER, ATAU SILO.

Gambar dari Silo ini dapat dilihat pada lampiran :

1. Panjang Silo 5 m.
2. Panjang bagian pengeluaran 0,3 m
3. Diameter Silo 1 m.
4. Tebal dinding 0,7 - 0,8 mm.
5. Diperlengkapi dengan lubang untuk udara masuk serta lubang untuk pemasukan sampah.
6. Bahan konstruksi dari Karbon Steel.
7. Putaran Silo 4 - 5 Rpm.
8. Daya penggerak Motor 2 PK.
9. Diperlengkapi dengan Syster gear box.
10. Produk kompos mentah $\pm 0,5 \text{ kg} / \text{det}$.
11. Bahan baku masuk 0,42 Kg/det.
12. Proses permulaan untuk mencapai keseimbangan perlu waktu 12 jam (d disesuaikan dengan literature).
13. Diperlengkapi dengan sistim pisau pemanjang (8 buah).
14. Diperlengkapi dengan sistim pisau segi tiga (36 buah) sepanjang Silo tersebut.

F. PROSES PENGOMPOSAN PADA BIO STABILIZER.

$$\begin{aligned}
 * \text{ Volume dari Bio Stabilizer} &= \pi \times R^2 \times L \\
 &= 3,14 \times 0,5^2 \times 5 \text{ m}^3 \\
 &= 3,925 \text{ m}^3 \quad 4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$* \text{ Volume maksimum dari sampah dalam Silo} = 60 \% \text{ Vol Silo} = 0,6 \times 4 \text{ m}^3 = 2,4 \text{ m}^3 \quad 2,5 \text{ m}^3$$

$$* \text{ Density bahan baku rata-rata} = 0,3$$

$$* \text{ Berat isi} = 0,75 \text{ Ton atau } 750 \text{ Kg.}$$

Untuk mencapai kondisi proses yang sesuai dengan literatur maka membutuhkan waktu \pm 12 jam; dan direncanakan suhu proses mencapai $50 - 60^\circ \text{ C}$.

Panas atau suhu ini timbul dengan sendirinya berhubung sampah organik didalam Silo mengalami proses fermentasi. Setelah mencapai suhu yang diinginkan seperti tersebut diatas, maka lubang pengeluaran dibuka sedemikian sehingga produk yang keluar dibuat hanya $\pm 0,3 \text{ kg / det}$.

Sedang pemasukan bahan baku dibuat $\pm 0,4 \text{ kg / det}$. Untuk selanjutnya proses berjalan secara kontinue.

* Fungsi dari pisau memanjang kecuali sebagai penghancur sampah karena perputaran Silo, juga sebagai penguat dari Silo tersebut.

* Fungsi dari pisau segi tiga (tinggi pisau 10 cm) adalah sebagai pendorong dari bahan baku yang berada didalam Silo untuk menuju kepintu pengeluaran (out put).

Lebar salah satu sisi segitiga diperhitungkan dengan banyaknya produk keluar, dengan rumus :

$$\text{Dimana } : \text{ ① } - \frac{1}{4} \times 60 \times D^2 \times p \times n \times k \times \text{ ② } \text{ kg/jam.}$$

② = jumlah produk yang keluar tiap jam.

D = diameter dengan satuan dm.

P = tinggi dari pisau segi tiga dihitung dengan satuan dm.

- n = Jumlah putaran Bio Stabilizer.
- ρ = density dari bahan baku.
- f = faktor koreksi 0,25 - 0,3.
- * Berat Silo berhubung dengan density dari Carbon Steel = $7,8 \text{ gr/cm}^3$
- dan tebal Silo $\pm 0,6 \text{ mm}$, dapat ditemukan seberat = $\pm 600 \text{ kg}$.

G. PERHITUNGAN PERKIRAAN HARGA SAMPAH :

- * Diumpamakan penduduk salah satu kota ± 50.000 orang.
- Dapat memproduksi 75 m^3 sampah / hari.
- * 1 truk dapat muat $\pm 15 \text{ m}^3$ / rit.
- 1 r. t (dari baprik kompos ke setasiun atau pos penimunan sampah, kembali lagi ke pabrik)
- Satu harinya dimisalkan dapat mengangkat 5 nir.
- * Harga truk baru + Rp. 14.000.000,-
- * Nilai penghapusan diperhitungkan selama 3 tahun.
- Maka dari keempat data tersebut diatas dapat digunakan untuk memperhitungkan harga sampah tiap Kg.
- Dengan catatan oleh Pemerintah Daerah dapat disubsidi untuk pemborong sampah $\pm \text{Rp. } 400,- / \text{m}^3$ sampah.

A. PERHITUNGAN PERKIRAAN BIAYA SEBUAH TRUK TIAP BULANNYA:

- Penghapusan sebuah truk :		
$1/12 \times 1/3 \times \text{Rp. } 14.000.000,-$	. . . . .	Rp. 390.000,-
- Bunga : $2/100 \times \text{Rp. } 14.000.000,-$	. . . . .	" 280.000,-
- Reparasi : $0,5/100 \times \text{Rp. } 14.000,-$	. . . . .	" 70.000,-
- Gaji 1 sopir + 1 pembantu	. . . . .	" 100.000,-
		Rp. 840.000,-
		=====

B. Perhitungan

B. PERHITUNGAN PERKIRAAN BIAYA LANGSUNG SEBUAH TRUK TIAP BULANNYA.

- Dimisalkan tiap rit mempunyai jarak \pm 20 Km, maka untuk 5 rit = $5 \times 20 @ 100 \text{ Km/hari}$.
- Kebutuhan bahan bakar solar dan olie :

Solar : $30 \times \text{Rp. } 1000,-$	.....	Rp. 30.000,-
Olie : $30 \times \text{Rp. } 2000,-$	.....	" 60.000,-
		Rp. 90.000,-

C. PERHITUNGAN PERKIRAAN BIAYA TENAGA KERJA TIAP BULANNYA.

- Satu truk butuh 4 orang untuk bongkar muat sampah. dengan gaji harian Rp.1500,- /orang untuk 8 jam kerja per-hari.
- Biaya yang diperlukan $4 \times \text{Rp. } 1500,- = \text{Rp. } 180.000,-$

R E S U M E :

A = Rp.	840.000,-
B = "	90.000,-
C = "	180.000,-
	Rp. 1.110.000,-

Jumlah : Rp.1.110.000,- / truk/ bulan.

Sampah yang dapat diangkut $75 \text{ m}^3 / \text{hari} = 2250 \text{ m}^3 / \text{bulan}$. untuk tiap truknya.

* BIAYA SAMPAH ATAU HARGA SAMPAH:

$1/2250 \times \text{Rp. } 1.110.000,- = \pm \text{Rp. } 493 / \text{m}^3 /$

1 Bila harga ini diperhitungkan dengan subsidi dari Pemerintah Daerah sebesar Rp.400,- / m^3 , maka harga sampah untuk pabrik hanya Rp. 493,- - Rp. 400,- = Rp.93,- / m^3

* Berat sampah $\pm 0,3 \text{ Ton/m}^3 = 300 \text{ kg} / \text{m}^3$
berarti pabrik membeli sampah seharga Rp.93,- / 300 = Rp.0,3 per Kg.

B A B. V

PERKIRAAN UNTUNG RUGI.I. A. MODAL TETAP.

1. Tanah, butuh 5 Ha = 50.000 m ² .		
harga tiap m ² = Rp.1000,-		Rp. 50.000.000,-
2. Lantai proses lanjutan 5000 m ² Beaya pengerjaan @ Rp. 1000,-/m ² .		
Jumlah beaya = 5000 x Rp.1000,-	"	5.000.000,-
3. Bangunan sesuai dengan plan lay out, harga bangunan Rp. 30.000,- per m ²	"	20.000.000,-
4. Peralatan : sesuai dengan flow diagram lengkap dengan pembangkit tenaga	"	7.000.000,-
5. Satu buah truk	"	14.000.000,-
Jumlah modal tetap . . .	Rp.	<u>96.000.000,-</u>

B. <u>MODAL KERJA</u> (untuk 3 bulan).		
Bahan baku : 3 x 0,3 x 675.000,-	Rp.	607.500,-
Gaji : pimpinan	"	600.000,-
2 Staf	"	600.000,-
Sopir dan pembantu	"	300.000,-
Buruh kasar 4 orang	"	135.000,-
Buruh pabrik 8 orang	"	270.000,-
Operator genset 2 orang	"	300.000,-
Jumlah :	Rp.	<u>2.812.500,-</u>

II. Perhitungan Biaya

II. PERHITUNGAN BIAYA.

Biaya tetap 4 x Rp. 600.000,-	Rp. 2.400.000,-
2 staf	" 2.400.000,-
Sopir dan pembantu	" 1.200.000,-

Penyusutan :

Peralatan 40/100 x 21.000.000,-	" 2.400.000,-
bangunan 55/100 x Rp. 25.000.000,- . . .	" 1.250.000,-
biaya umum 10/100 x Rp. 2.000.000,-	" 200.000,-

Bunga Modal :

12/100 x 96.000.000,-	Rp. 11.520.000,-
18/100 x 2.000.000,-	" 360.000,-
Lain-lain : Asuransi, biaya pengawasan mutu dan lain-lain dianggap negatip.	" - - - - -

Jumlah : Rp. 27.730.000,-
dibulatkan jadi Rp. 28.000.000,-

Biaya tidak tetap :

Bahan baku : 2250 x 0,3 x 12	Rp. 2.430.000,-
Peralatan dan lain-lain 4 x 750.000,- . . .	" 3.000.000,-
Buruh kasar x 4 x 405.000,-	" 1.620.000,-
Packing : negatip, penjualan dengan sistim bulk dan lokal	- - - - -

Jumlah = Rp. 7.050.000,-
dianggap Rp. = 7.000.000,-

Jadi jumlah biaya produksi :

@ Rp. 28.000.000,-
" 7.000.000,-

35.000.000,-
=====

PERHITUNGAN UNTUNG RUGI.

Harga penjualan Rp. 20,- per Kg.

Density sampah = 0,3

Berat kompos = $30/100 \times$ berat sampah

Harga jual kompos = $202500 \times 12 \times 20 =$

Rp. 48.600.000,-

" 35.000.000,-

Biaya produksi

Profit kotor : Rp. 13.600.000,-

" 2.720.000,-

Pajak = $20/100 \times$ Rp. 13.600.000,-..

Profit bersih: Rp. 10.878.000,-

Profit bersih dianggap = Rp. 10.000.000,-

Pengembalian Modal :

$\frac{10.000.000}{98.800.000,-} \times 100 \% = 10 \% \text{ atau } \pm 10 \text{ tahun}$

Perhitungan batas laba rugi :

a. Nilai pada batas laba rugi :

$\frac{10.000.000,-}{7.000.000,-} = \text{Rp. } 11.627.906.$

$\frac{7.000.000,-}{48.600.000,-}$

Harga ini dibulatkan Rp. 12.000.000,-

b. Persentase pada batas laba rugi:

$\frac{\text{Rp. } 12.000.000,-}{\text{Rp. } 48.600.000,-} \times 100 \% = \pm 25 \%$

c. Kapasitas pada batas laba rugi :

$25/100 \times 2250 \times 0,3 \times 1000$

= 168750 Kg.

=====

DAFTAR KEBUTUHAAN.

1. Brosur Brosur mengenai Pengomposan.
2. Departemen Perindustrian (B I P I K).
"Masalah Masalah Dalam Mempersiapkan Pabrik Kompos "
3. Doblo Volsky ,
" M a c h i n e E l e m e n t "
I
4. Sularso Ir. Ms.Mr.
" E l e m e n M e s i n ".

@@@

DISPERPUSIP JATIM