

Studi Awal Desain Pabrik Pupuk Organik Granul Dari *Organic Waste*

Zulfatul Hanna, Anggun Dwi Apriliani dan Juwari Purwo Sutikno
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: joecheits@yahoo.com

Abstrak— Banyak pertanian di Indonesia yang masih bergantung pada penggunaan pupuk kimia. Padahal penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan bahan organik tanah. Untuk menyeimbangkannya saat ini petani juga sedang menggalakkan penggunaan pupuk organik. Sehingga membuat kebutuhan pupuk organik meningkat setiap tahunnya. Pendirian pabrik pupuk organik granul ini dapat memenuhi kebutuhan pupuk organik untuk petani. Proses pembuatan pupuk organik granul terdiri dari pencampuran bahan baku, yakni sampah organik, kotoran sapi, kotoran domba, dan dipotong dengan rotary knife cutter. Tahap berikutnya adalah proses fermentasi, dengan penambahan *bioactivator* agar meningkatkan kandungan C-organik, phosphor, dan kalium. Selanjutnya adalah proses granulasi, pembesaran dari partikel dengan proses aglomerasi. Ukuran yang diharapkan pada proses granulasi ini adalah 2-4 mm sehingga produk undersize maupun oversize akan dikembalikan ke dalam granulator setelah melewati screener. Selanjutnya pupuk organik granul dikeringkan. Selanjutnya produk dipisahkan berdasarkan ukurannya lalu didinginkan di *Rotary cooler*. Setelah keluar dari *Rotary Cooler* suhu keluaran sekitar 40 °C dan masih mengandung kadar air sebesar 13,7%. Produk dari *rotary cooler* siap untuk di *packaging* dan masuk ke dalam pupuk organik granul *storage*. Dari analisa ekonomi didapatkan BEP sebesar 45% dengan POT sesudah pajak sebesar 4,8 tahun.

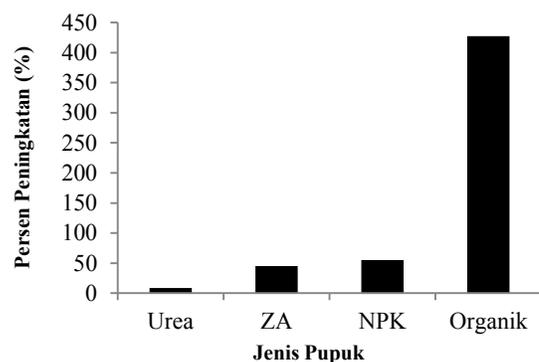
Kata Kunci — Pupuk Organik Granul, Sampah organik, Kotoran sapi, Kotoran domba, Pertanian

I. PENDAHULUAN

Saat ini pertanian di Indonesia masih bergantung pada penggunaan pupuk anorganik (pupuk kimia). Padahal penggunaan pupuk kimia secara terus menerus dapat menyebabkan penurunan bahan organik tanah dan bahkan sebagian besar lahan pertanian mengandung bahan organik rendah (<2 %), sedangkan kandungan ideal organik dalam tanah seharusnya adalah 3 %. Tanah dengan kandungan bahan organik rendah akan berkurang kemampuannya dalam mengikat pupuk kimia, sehingga efektivitas dan efisiensinya menurun akibat pencucian dan fiksasi. [1]

Terjadinya pemasaman tanah dapat diakibatkan penggunaan pupuk nitrogen buatan secara terus menerus dalam jumlah besar [2]. Kerusakan tanah secara fisik dapat diakibatkan karena kerusakan struktur tanah yang dapat menimbulkan pemadatan tanah. Kerusakan struktur tanah ini dapat terjadi akibat pengolahan tanah yang salah atau penggunaan pupuk kimia secara terus menerus [3]. Kerusakan biologi ditandai oleh penyusutan populasi maupun berkurangnya biodiversitas organisme tanah, dan terjadi biasanya bukan kerusakan sendiri, melainkan akibat dari kerusakan lain (fisik dan atau kimia). Sebagai contoh penggunaan pupuk nitrogen (dalam bentuk ammonium sulfat dan *sulfur coated urea*) yang terus menerus selama 20 tahun dapat menyebabkan pemasaman tanah sehingga populasi cacing tanah akan turun dengan drastis [4]. Pupuk anorganik seperti urea mengandung banyak nitrogen sebesar 45 %. Kandungan Nitrogen yang besar mengandung kandungan asam yang besar sehingga dapat merusak tanah [5]

Penggunaan pupuk di Indonesia meningkat dari tahun 2008 hingga 2009 dan peningkatan paling drastis terjadi pada pupuk organik. Hal ini disebabkan banyaknya petani yang mulai sadar akan dampak penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus. Persentase peningkatan penggunaan pupuk dari tahun 2008-2009 [1] dapat ditunjukkan oleh grafik di bawah ini.



Gambar 1. Grafik Persentase Peningkatan Penggunaan Pupuk dari Tahun 2008-2009

Kebutuhan pupuk organik meningkat setiap tahunnya, seiring dengan meningkatnya permintaan dari sektor pertanian maupun perkebunan. Menurut survey yang dilakukan tahun 2011 kebutuhan pupuk organik mencapai 12,3 juta ton, tahun 2012 meningkat mencapai 12,6 juta ton, dan tahun 2013 meningkat mencapai 12,9 juta ton [6]

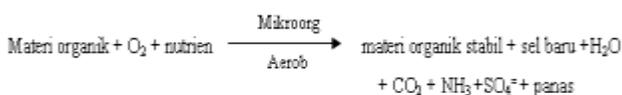
Di Indonesia sebagian besar sampah merupakan sampah organik. Penelitian mengenai sampah padat di Indonesia menunjukkan bahwa 80% merupakan sampah organik. Salah satu penghasil sampah organik terbesar di pulau Jawa Tengah adalah di daerah Temanggung yaitu sebesar 841,32 m³ per hari m³ per hari pada tahun 2013. Jika ditinjau dari bahan yang lain seperti Jerami, di daerah Temanggung dalam sekali panen padi menghasilkan sebanyak kurang lebih 20.140 ton jerami. Dan di daerah Temanggung merupakan penghasil ternak khususnya sapi dan domba sehingga dalam sehari kotoran sapi yang dihasilkan adalah 1.468 kg dan kotoran domba yang dihasilkan sebesar 3.939,39 kg [8]. Sampah organik, jerami dan kotoran ternak adalah bahan baku yang baik dalam pembuatan pupuk, karena mengandung unsur hara makro dan mikro yang baik untuk tanah [1].

Oleh karena itu dengan melihat potensi bahan baku yang melimpah serta guna memenuhi kebutuhan dalam sektor pertanian di Indonesia, pendirian Pabrik Pupuk Organik granul dari limbah organik ini akan memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Seleksi Proses Produksi

Seleksi proses dilakukan untuk memilih proses yang akan digunakan pada pembuatan pabrik untuk mendapatkan produk yang baik dalam segi ekonomis maupun teknis. Pemilihan proses pada pembuatan pabrik Organik Granul ini terletak pada proses fermentasi. Proses ini dilakukan dengan cara batch. *Batch Process* merupakan fermentasi dengan cara memasukan media dan inokulum secara bersamaan ke dalam bioreactor dan pengambilan produk dilakukan pada akhir fermentasi. Pada *system batch*, bahan media dan inokulum dalam waktu yang hampir bersamaan di masukan ke dalam bioreactor, dan pada saat proses berlangsung akan terjadi terjadi perubahan kondisi di dalam *bioreactor* (nutrient akan berkurang dan produk serta limbah). Pada *system fermentasi Batch*, pada prinsipnya merupakan sistem tertutup, tidak ada penambahan media baru, ada penambahan oksigen (O₂) dan *aerasi*. Batch Fermentation banyak diterapkan dalam dunia industri, karena kemudahan dalam proses sterilisasi dan pengontrolan alat. Bioreaktor tipe batch memiliki keuntungan lain yaitu dapat digunakan ketika bahan tersedia pada waktu-waktu tertentu dan bila memiliki kandungan padatan tinggi (25%). Bila bahan berserat, tipe batch akan lebih cocok dibandingkan tipe kontinyu [7]. Pada proses fermentasi ini diperlukan penambahan oksigen agar terjadi reaksi pengompomposan secara aerob seperti berikut :



Pada prinsipnya hasil akhir proses ini adalah sel-sel baru, CO₂, air, amoniak, sulfat dan senyawa organik baru bersifat stabil yang dinamakan kompos. Kompos biasanya mengandung unsur lignin yang sukar terurai dalam jangka waktu yang singkat. Sedangkan nutrien yang digunakan adalah larutan *effective microorganisme*. Kandungan mikroba dalam

EM₄ sangat efektif digunakan untuk limbah rumah tangga, limbah pasar dan lain-lain. Manfaat dari bioaktivator ini diantaranya adalah mempercepat proses fermentasi limbah organik, menurunkan kadar COD, menekan bau yang tidak sedap (H₂S dan NH₃). Penambahan bioaktivator ini bertujuan untuk mempercepat pendegradasian bahan baku. Penambahan bioaktivator biasanya dilakukan pada awal pengomposan untuk merangsang perkembangan mikroorganisme tersebut dalam menguraikan bahan organik [6]

III. URAIAN PROSES

III.1. Spesifikasi Bahan Baku

Bahan baku utama pada proses pembuatan pupuk organik granul adalah menggunakan bahan sampah organik, kotoran sapi dan domba, jerami, filter dengan spesifikasi di bawah ini :

Tabel 1. Spesifikasi Bahan Baku Pupuk Organik Granul Berdasarkan seleksi proses, maka proses yang digunakan

Spesifikasi	Sampah Organik	Kotoran Sapi	Kotoran Domba	Jerami	Filler
Bentuk	padat, cair	padat, cair	padat, cair	padat, cair	Granul
Warna	Beragam	Beragam	Beragam	Beragam	-
Bau	Berbau	Berbau	Berbau	Berbau	-
Kadar N	2%	1,28%	0,65%	0,66%	-
Kadar P	1%	0,19%	0,35%	0,07%	-
Kadar K	2%	0,93%	0,30%	0,93%	-
Kadar Air	53%	18,82%	51,3%	30%	-
Density	490 lb/yd ³	1685 lb/yd ³	1685 lb/yd ³	550lb/yd ³	-
Ukuran granul	-	-	-	-	0,15-1,5 mm,
Bulk	-	-	-	-	1000
Density	-	-	-	-	kg/cm ³

dalam pembuatan pupuk organik granul terdiri atas

III.2. Uraian proses terpilih

Berdasarkan seleksi proses, maka proses yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik granul terdiri atas

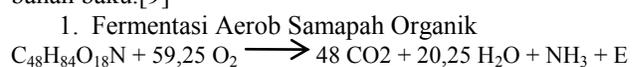
1. Penghancuran Bahan Baku

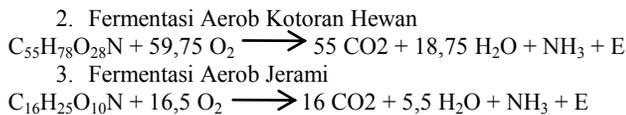
Raw material yang masuk yaitu sampah organik, kotoran sapi, kotoran domba, dan jerami dihancurkan menggunakan rotary knife cutter lalu dicampur ke dalam *mixer*. Tujuannya adalah mempermudah pencampuran jika ditambahkan molase, bakteri EM₄ maupun clay. Selain itu mempermudah proses fermentasi yang nantinya produk dari hasil fermentasi tersebut akan dijadikan dalam bentuk granul di dalam granulator.

2. Fermentasi dan Granulasi

a. Proses Fermentasi

Bahan baku dari *mixer* kemudian dimasukkan ke dalam fermentor dengan menambahkan *bioaktivator*, yaitu EM₄. Penambahan *bioaktivator* ini bertujuan untuk meningkatkan kandungan C-organik, phosphor, dan kalium. Oksigen dan senyawa-senyawa yang mudah terdegradasi. Suhu akan meningkat dengan cepat di atas 50°- 70° C . Pada proses ini, pH juga akan meningkat. Diharapkan C/N rasio nya sebesar 10-15. C/N rasio sangat berpengaruh pada spesifikasi produk. Berikut adalah reaksi fermentasi aerob untuk masing-masing bahan baku.[9]





b. Proses Granulasi

Material yang telah homogen dari *pug mill* kemudian digranulasi di dalam *Granulator*. Granulasi atau proses pembentukan granul, merupakan pembesaran dari partikel-partikel dengan proses aglomerasi. Aglomerasi adalah proses dimana partikel-partikel yang halus saling menempel membentuk butiran yang lebih besar, dalam hal ini sebagian atau seluruh material-asal masih dapat diidentifikasi dan sebagian lainnya mungkin sudah berubah menjadi senyawa baru melalui reaksi kimia. Proses granulasi atau pembutiran di *Granulator* ini dilakukan dengan bantuan steam. Pemakaian steam ini diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan pupuk organik granul yang terbaik

3. Proses Drying

Untuk mengeringkan pupuk organik granul di dalam *Dryer* digunakan udara panas dari sistem utilitas. Temperatur udara panas *inlet dryer* berkisar 120°C. Temperatur gas panas *outlet dryer* dijaga sekitar 70 – 80°C. Gas panas dari dalam *dryer* dipisahkan dari debu yang terbawa oleh *Dryer Cyclone*. Debu dari *Dryer Cyclone* dikembalikan ke *Raw Material Conveyor* untuk digranulasi kembali. Pada proses pengeringan pupuk organik granul ini menggunakan dua *rotary dryer* dikarenakan kadar air yang masuk pada *dryer* masih terlalu besar. Setelah keluar dari *dryer* pertama, suhu keluaran sekitar 75 °C dan masih mengandung kadar air sebesar 20%. Sedangkan pada *dryer* kedua suhu keluaran sekitar 85 °C dan masih mengandung kadar air sebesar 4%.

4. Cooler dan Finishing Unit

Pupuk organik granul kering keluar dari *Dryer 2* dibawa ke *Screen 1* untuk diayak sebelum masuk ke *Rotary Cooler*. Hasil atas (over size) dihaluskan di *Crusher* dan hasilnya masuk ke *Raw Material Conveyor* untuk digranulasi kembali. Hasil bawah dipisahkan menjadi *product size* dan *under size*. *Product size* dengan ukuran 2 – 4 mm (5 – 9 mesh) masuk ke *Dryer Conveyor* untuk dialirkan ke *Dryer Bucket Elevator* sedangkan *under size* masuk ke *Raw Material Conveyor* untuk digranulasi kembali. *Product onsize* dari *screen II* dialirkan ke *Cooler* untuk didinginkan. Pendinginan ini dilakukan dengan cara mengalirkan udara (suhu kamar) ke dalam *Cooler* dengan sistem *counter current*. Setelah keluar dari *Rotary Cooler* suhu keluaran sekitar 40 °C dan masih mengandung kadar air sebesar 13,7%. Produk dari *rotary cooler* siang untuk di *packaging* dan masuk ke dalam pupuk organik granul *storage*.

Berdasarkan spesifikasi bahan baku dan uraian proses diatas, maka didapatkan produk pupuk organik granul memiliki bentuk butiran coklat, tidak berbau dan mudah larut di dalam air dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Produk Pupuk Organik Granul

Spesifikasi Produk	Nilai	Satuan
pH	4-8	
C/N ratio	12-25	%
Senyawa Organik	68	%
N	2	%

P ₂ O ₅	1	%
K ₂ O	2	%
H ₂ O	4-16	%
Ukuran	2-4	mm

Hasil spesifikasi produk telah memenuhi Standart National Indonesia (SNI).

Sehingga dipilihlah Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah sebagai lokasi pabrik pembuatan pupuk organik granul dari *organic waste* didasarkan pada beberapa aspek penilaian yaitu:

1. Lokasi dekat dengan sumber bahan baku
2. Letak geografis
3. Kondisi daerah Muara Enim
4. Ketersediaan sarana utilitas
5. Sarana transportasi



Gambar 2. Lokasi Pendirian Pabrik Pupuk Organik Granul

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Ekonomi

Setelah didapat hasil produksi, maka bisa dilakukan analisa ekonomi sebagai berikut

Tabel 3. Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi

Keterangan	Unit	Jumlah
Total investment cost	Rp	99.485.494.654,47
Interest	% per thn	8
IRR	%	21,8
POT	tahun	4,8
BEP	%	45
Harga pupuk organik granul	Rp	2000
Project life	tahun	15
Waktu konstruksi	tahun	2
Operasi pertahun	hari/tahun	330

V. KESIMPULAN

Dari hasil yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa studi awal perencanaan operasi pabrik dilakukan secara kontinyu, selama 24 jam/hari dengan total operasi selama 330 hari. Kapasitas produksi pabrik pupuk organik granul yang diinginkan adalah 47.861 ton / tahun

dengan massa konstruksi 2 tahun dimana rincian analisa ekonomi

Total Capital Investment	: Rp 99.485.494.654,47
IRR pada tahun ke sepuluh	: 34,4%
Payback Periode	: 4,82 tahun
BEP	: 45%

Dari hasil analisa ekonomi tersebut di atas, terlihat bahwa IRR sebesar 34,4 % berada di atas 8 % bunga pinjaman dengan POT pada tahun keempat menginjak tahun kelima. Selain itu terlihat pula bahwa fluktuasi bahan baku tidak memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap kenaikan atau penurunan nilai IRR pabrik sehingga pabrik pupuk organik granul ini layak untuk didirikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Orang tua beserta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang kepada kami; Bapak Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Setiyo Gunawan, ST., Ph.D selaku sekretaris Jurusan Teknik Kimia; Juwari Purwo Sutikno, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I, atas bimbingan dan arahan yang sudah diberikan; Prof. Ir. Renanto Handogo, M.S., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II, Fadlilatul Taufany S.T., Ph.D, dan Setiyo Gunawan, S.T., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran guna untuk perbaikan tugas pra desain pabrik ini; Bapak dan Ibu Dosen pengajar dan seluruh karyawan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri – ITS; Teman-teman Perdalpro's Crew yang telah memberikan bantuan dalam pembuatan Skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balai Penelitian Tanah, Administrator. (2005, October 28). "Pupuk Organik Tingkatkan Produksi Pertanian". <http://pustaka.litbang.pertanian.go.id/>.
- [2] Brady, N.C. "The Nature and Properties of Soils". 10 th edition. 621 pp. Macmillan Publishing Co., New York, NY. (1990)
- [3] Roidah, Ida Syamsu. "Manfaat Penggunaan Pupuk Organik untuk Kesuburan Tanah". Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo. Volume 1, Nomor 1. (2013).
- [4] Adams, J.F.C.C. Mitchell and H.H Bryant. "Soil Test Fertilizer Recommendations for Alabama Crops". Agron & Soils Dep. Ser. No. 178. Auburn University, AL. (1994)
- [5] Ogbodo, E. N. "Impact of the use of Inorganic Fertilizers to the Soils of the Ebonyi State Agro-Ecology, South-Eastern Nigeria". Journal of Environment and Earth Science. Vol 3, No. 7. (2013).
- [6] Badan Pusat Statistika Kabupaten Temanggung, Administrator. (2014, October 31). "Statistika Daerah Temanggung". <http://temanggungkab.bps.go.id/>.
- [7] Central Data Mediatama Indonesia, Administrator. (2013, October 20). "Studi Potensi Bisnis Industri Pupuk di

Indonesia 2013-2017".

<http://www.cdmione.com/source/Pupuk.pdf>.

- [8] Departemen Pertanian Sulawesi Selatan, Administrator. (2003, October 22). "Sistem Integrasi Padi-Ternak". <http://sulsel.litbang.pertanian.go.id/>.
- [9] Minier, M and Goma, G. "Biotechnology and Bioengineering". Vol 24, 1565-1579. (1982).
- [10] Tchobanoglous, George. "Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues". Singapore: McGraw-Hill. (1993).
- [11] Ulrich, Gael D. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons Inc. Canada. 1984.