



TUGAS AKHIR - TK145501

PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC) DARI BONGGOL PISANG MELALUI PROSES FERMENTASI

CANDRA ADITYA
NRP. 2313 030 044

AZIZUL PRADNA QOIDANI
NRP. 2313 030 062

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M.Sc

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - TK145501

PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC) DARI BONGGOL PISANG MELALUI PROSES FERMENTASI

CANDRA ADITYA
NRP. 2313 030 044

AZIZUL PRADNA QOIDANI
NRP. 2313 030 062

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M.Sc

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - TK145501

MAKING OF LIQUID ORGANIC FERTILIZER (POC) FROM BANANA SHOOTS USING FERMENTATION PROCESS

CANDRA ADITYA
NRP. 2313 030 044

AZIZUL PRADNA QOIDANI
NRP. 2313 030 062

Supervisor
Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M.Sc

STUDY PROGRAM OF DIII CHEMICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL CHEMICAL ENGINEERING
Faculty of Vocation
Institute Technology of Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL : PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC) DARI BONGGOL MELALUI PROSES FERMENTASI

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Departemen Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

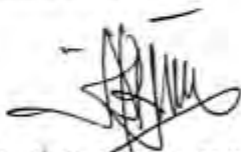
Oleh

Candra Aditya
Azizul Pradna Qoidani

(NRP 2314 030 044)
(NRP 2314 030 062)

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

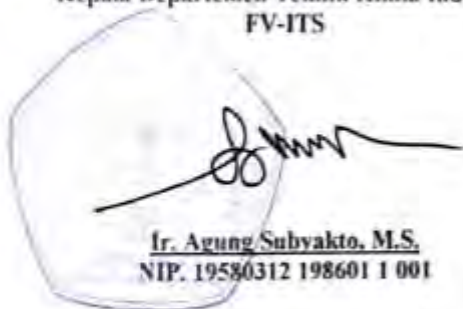
Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M.Sc.
NIP. 19380708 198701 1 001

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Kimia Industri
FV-ITS



Ir. Agung Subyakto, M.S.
NIP. 19580312 198601 1 001

SURABAYA, 21 JULI 2017

LEMBAR REVISI

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 27 Juli 2017 untuk tugas akhir dengan judul **"Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Dari Bonggol Pisang Melalui Proses Fermentasi"**, yang disusun oleh :

Candra Aditya
Azizul Pradna Qoidani

(NRP 2314 030 044)
(NRP 2314 030 062)

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Ir. Imam Syafril, MT



2. Ir. Elly Agustiani, M.Eng



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

3. Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, MSc.



SURABAYA, 27 JULI 2017

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan bagi seluruh alam. Hanya dengan Rahmat dan Hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul “Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dari Bonggol Pisang Melalui Proses Fermentasi”.

Tugas akhir ini disusun sebagai tugas yang harus ditempuh dan diselesaikan di akhir semester ini sebagai persyaratan kelulusan Program Studi DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS. Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah mahasiswa dapat memahami dan mampu mengenal prinsip-prinsip perhitungan dari peralatan-peralatan industri terutama industri kimia yang telah dipelajari di bangku kuliah serta aplikasinya dalam sebuah perencanaan pabrik.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan serta bimbingan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kami Rahmat, Hidayah-Nya serta memberikan kesabaran dan kekuatan yang tidak terkira kepada hamba-Nya.
2. Ayah, Ibu, adik, serta keluarga yang senantiasa telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis secara moril dan materiil serta do'a yang membuat penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu serta usaha yang maksimal.
3. Kepala Departemen Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS, Ir. Agung Subyakto, M.S.
4. Ketua Program Studi DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS, Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.
5. Koordinator Tugas Akhir Program Studi DIII Teknik Kimia Industri Fakultas Vokasi-ITS, Warlinda Eka Triastuti, S.Si, MT.

6. Ibu Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M.Sc sebagai Dosen pembimbing yang selalu mengawasi dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
7. Segenap Dosen, staff dan karyawan Program Studi DIII Teknik Kimia, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
8. Rekan-rekan seperjuangan, angkatan 2014 Program Studi DIII Teknik Kimia, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
9. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan mohon maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak jika dalam proses dari awal sampai akhir penulisan penelitian Tugas Akhir ini ada kata-kata atau perilaku yang kurang berkenan. Terima kasih atas perhatiannya dan kerjasamanya.

Surabaya, 3 Agustus 2017
TTD

Penulis

“PEMBUATAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC) DARI BONGGOL PISANG MELALUI PROSES FERMENTASI”

Nama Mahasiswa : 1. Candra Aditya 2314 030 044
2. Azizul Pradna Q. 2314 030 062
Program Studi : DIII Teknik Kimia Industri ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, MSc.

ABSTRAK

Pupuk adalah bahan yang diberikan ke dalam tanah baik yang organik maupun yang kimia dengan maksud untuk mengganti kehilangan unsur hara dari dalam tanah dan bertujuan untuk meningkatkan produksi tanaman dalam keadaan lingkungan yang baik. Secara umum pupuk dibagi menjadi dua jenis yaitu pupuk organik dan pupuk kimia. Pupuk kimia saat ini sering digunakan umumnya oleh petani. Padahal penggunaan pupuk kimia secara terus menerus mampu meningkatkan ketidakseimbangan hara dalam tanah, bahkan dapat menimbulkan masalah sosial dan berdampak buruk terhadap kesehatan. Maka dari itu digunakan pupuk organik sebagai solusi alternatif untuk meningkatkan produksi tanaman dengan aman. Salah satu bahan baku pupuk organik adalah bonggol pisang yang mengandung cukup banyak nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman. Dengan penambahan molases, air cucian beras, dan air kelapa lalu difermentasi dalam bentuk cair dapat menambah unsur hara pada pupuk organik cair (POC) tersebut.

Sedangkan untuk tahapan yang digunakan pada penelitian ini antara lain menyiapkan bahan dengan menghancurkan bonggol pisang menjadi ukuran lebih kecil. Selanjutnya ke tahap proses memasukkan bonggol pisang ke dalam reaktor, setelah itu menuangkan air cucian beras, air kelapa dan molases kedalam reaktor, lalu mengaduk bahan tersebut hingga merata, kemudian menutup reaktor dan membiarkan proses fermentasi selama 7 hari lalu menyaring campuran tersebut sehingga mendapatkan

cairan saja. Untuk proses analisa kadar N menggunakan labu Kjedhal, analisa kadar P menggunakan Spektrofotometri UV Visible, analisa kadar K menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom

Pupuk organik cair yang memiliki kualitas paling optimum adalah pada variabel perbandingan larutan dan padatan, 3 : 3 dengan menggunakan starter dimana pada uji analisa didapatkan kandungan makro N sebanyak 101.41 ppm, P_2O_5 sebanyak 233.84, dan K_2O sebanyak 2007.74 ppm

Kata kunci: *pupuk, pupuk organik cair, bonggol pisang , fermentasi*

"MAKING OF LIQUID ORGANIC FERTILIZER (POC) FROM BANANA SHOOTS USING FERMENTATION PROCESS"

Name : 1. Candra Aditya 2314 030 044
2. Azizul Pradna Q. 2314 030 062
Department : DIII Teknik Kimia Industri FV - ITS
Lecturer : Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, MSc.

ABSTRACT

Fertilizers are materials that are supplied to both organic and chemical soil with the intent to replace nutrient losses from the soil and aim to increase crop production in good environmental conditions. In general, fertilizer is divided into two types: organic fertilizer and chemical fertilizer. Chemical fertilizers today are commonly used by farmers. Whereas the use of chemical fertilizers continuously able to increase the nutrient imbalance in the soil, can even cause social problems and adversely affect health. Therefore, organic fertilizer is used as an alternative solution to increase crop production safely. One of the basic ingredients of organic fertilizer is a banana shoots that contains enough nutrients needed by the plant. With the addition of molasses, rice washing water, and coconut water then fermented in liquid form can add nutrients to the liquid organic fertilizer (POC).

As for the stages used in this study, among others, prepare the material by destroying the banana bonggol into smaller size. Next to the process stage of entering the banana hump into the reactor, then pour the laundry water of rice, coconut water and molasses into the reactor, then stir the material evenly, then close the reactor and let the fermentation process for 7 days then filter the mixture to get the fluids . For the process of N content analysis using Kjehdal flask, P-content

analysis using UV Visible Spectrophotometry, K content analysis using Atomic Absorption Spectotometry

Liquid organic fertilizer which has the most optimum quality is the variable of solution and solid ratio, 3: 3 by using starter where in the analysis test obtained the macro N content of 101.41 ppm, P_2O_5 as much as 233.84, and K_2O 2007.74 ppm

Keywords: *fertilizer, liquid organic fertilizer, banana shoots, fermentation*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR GRAFIK	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Inovasi Produk	5
1.5 Manfaat Produk	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pupuk	1
2.2 Unsur Hara yang Dibutuhkan Tanaman	5
2.3 Dampak Penggunaan Pupuk Kimia	14
2.4 Mikroorganisme Lokal sebagai Pupuk Organik	10
2.5 Bonggol Pisang	18
2.6 Tahap Fermentasi Anaerob	20
2.7 Tahap Degradasi	23
2.8 Analisa Unsur Hara Pupuk Organik	24
BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK	
3.1 Tahap Pelaksanaan	1
3.2 Bahan yang Digunakan dalam Proses Fermentasi	1
3.3 Peralatan yang Digunakan	1
3.4 Variabel yang Dipilih	1
3.5 Prosedur Pembuatan	1
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Percobaan dan Perhitungan	1
4.2 Pembahasan	3

BAB V NERACA MASSA	
5.1 Neraca Massa Bahan	1
BAB VI NERACA PANAS	
6.1 Data <i>Heat Capacity</i>	1
6.2 Neraca Panas Proses.....	1
BAB VII ANALISA KEUANGAN	
7.1 <i>Fixed Cost</i>	1
7.2 <i>Variable Cost</i>	1
7.3 Analisa Biaya	1
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR PUSTAKA	x
BIOGRAFI PENULIS	xi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tahap Fermentasi Anaerobik	20
Gambar 5.1	Proses Fermentasi Pupuk Organik Cair dari Bonggol Pisang	1
Gambar 5.2	Aliran Bahan Proses Fermentasi	2

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap pH POC tanpa Penambahan Starter	3
Grafik 4.2 Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap pH POC dengan Penambahan Starter	4
Grafik 4.3 Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap Suhu POC tanpa Penambahan Starter.....	5
Grafik 4.3 Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap Suhu POC tanpa Penambahan Starter.....	6
Grafik 7.1 Break Event Point Kg	3

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persyaratan Teknis Pupuk Organik	2
Tabel 2.2	Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik.....	3
Tabel 4.1	Hasil Pupuk Organik Cair yang Didapatkan	1
Tabel 4.2	Hasil Uji Fisik Pupuk Organik Cair	1
Tabel 4.3	Hasil Analisa pH Pupuk Organik Cair	2
Tabel 4.4	Hasil Analisa Suhu Pupuk Organik Cair	2
Tabel 6.1	Data Heat Capacity komponen Makro	1
Tabel 6.2	Data Heat Capacity Air	1
Tabel 7.1	Biaya Fixed Cost Selama 1 Tahun	1
Tabel 7.2	Variable Cost Bahan Baku	1
Tabel 7.3	Perhitungan Total Biaya.....	3

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Akhir-akhir ini, pupuk anorganik semakin banyak digunakan. Hampir semua petani menggunakan pupuk kimia seperti Urea, Za, dan KCL, sebagai nutrisi untuk tanaman dalam kegiatan pertanian maupun perkebunan mereka. Penggunaan ini tentunya berdasar pada keunggulan penggunaan pupuk kimia yang memiliki pengaruh antara lain pemberiannya dapat terukur dengan tepat, kebutuhan tanaman akan hara dapat dipenuhi dengan perbandingan yang tepat dan dalam waktu yang cepat, kadar unsur yang dikandungnya tinggi, sehingga dengan pemberian yang sedikit dapat memenuhi kebutuhan tanaman, banyak diperjualbellikan sehingga mudah didapat, proses pengangkutan ke lahan lebih mudah karena jumlah yang diangkut lebih sedikit, dan cepat diserap oleh tanaman. Hal yang diharapkan oleh para petani dalam penggunaannya, pupuk kimia mampu memberikan hasil yang optimal dan sebuah keuntungan dari segi ekonomi bagi para petani.

Ketergantungan ini semakin tinggi setelah adanya subsidi harga dari pemerintah, yang membuat pupuk sedikit lebih murah dan mudah didapatkan oleh para petani. Hampir setiap musim panen petani membeli pupuk bersubsidi. Penelitian yang dilakukan oleh Miftahul Huda dkk. di suatu daerah di Bojonegoro, menunjukkan bahwa dalam melakukan aktifitas bercocok tanamnya para petani lebih cenderung menggunakan pupuk kimia, karena dianggap penggunaan pupuk ini lebih praktis walaupun harga pupuk ini sedikit mahal. Hitungan biaya kebutuhan pupuk setiap musim panen yang juga disajikan pada penelitian tersebut mencapai 550 ribu rupiah.

Namun demikian, seperti yang dinyatakan oleh Syahril Abdullah dalam penelitiannya, penggunaan pupuk anorganik saja secara terus menerus dapat menyebabkan ketidakseimbangan hara



dalam tanah, bahkan dapat menimbulkan masalah sosial, ekonomi, meningkatnya biaya produksi, menurunnya kualitas hasil pertanian dan menurunnya kualitas lingkungan akibat polusi air, tanah, dan udara. Penggunaan input kimiawi dengan dosis tinggi tidak saja berpengaruh menurunkan tingkat kesuburan tanah, tetapi juga berakibat pada merosotnya keragaman hayati dan meningkatnya serangan hama, penyakit dan gulma. Dampak negatif lain yang dapat ditimbulkan oleh pertanian anorganik adalah tercemarnya produk-produk pertanian oleh bahan kimia yang selanjutnya akan berdampak buruk terhadap kesehatan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka perlu sebuah solusi untuk mengurangi ketergantungan para petani terhadap penggunaan pupuk anorganik dengan mensubstitusinya menggunakan pupuk organik. Pupuk organik yang selama ini telah digunakan meliputi pupuk kandang, pupuk kompos, dan pupuk organik cair membuktikan memiliki daya dukung yang baik dalam mengembalikan kesuburan tanah. Seperti yang dikatakan oleh Sutanto (2006), hal ini disebabkan karena pupuk organik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dan daya mengikat air serta mengaktifkan mikro organisme tanah. Dengan adanya perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah maka kesuburan tanah juga akan meningkat.

Salah satu pupuk organik yang sering digunakan adalah *Effective Microorganism* (EM-4) atau yang sering disebut MOL (Mikro Organisme Lokal). MOL adalah cairan yang berbahan dari berbagai sumber daya alam yang tersedia setempat. MOL mengandung unsur hara makro (N, P, K) dan mikro, serta mengandung mikroba yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan dan sebagai agen pengendali hama penyakit tanaman. Berdasarkan kandungan yang terdapat dalam MOL tersebut, maka MOL dapat digunakan sebagai pendekomposer, pupuk hayati, dan sebagai pestisida organik terutama sebagai fungisida (*Suhastyo, 2011*)

Para petani memformulasi MOL berdasarkan pengalaman atau pemahaman yang diambil dari pelatihan yang diberikan oleh



para inisiator SRI. Berbagai larutan MOL dapat dibuat dari berbagai bahan yang tersedia disekitar kita. Beberapa contoh larutan MOL yang dibuat para petani antara lain: MOL buah-buahan, MOL daun gamal, MOL bonggol pisang, MOL sayuran, MOL rebung, MOL limbah dapur, MOL protein dan lain-lain (Suhastyo, 2011).

Keunggulan penggunaan larutan MOL yang paling utama adalah murah. Bahan-bahan yang ada disekitar kita seperti buah-buahan busuk, rebung, daun gamal, keong, urin sapi, urin kelinci serta sisa makanan dapat digunakan sebagai bahan pembuat MOL. Bahan-bahan ini menentukan unsur-unsur hara yang akan terkandung di dalam MOL. Maka semakin tinggi kandungan unsur hara pada bahan pembuatan MOL, akan semakin tinggi pula unsur hara yang dikandung oleh MOL, dan akan semakin baik ketika digunakan.

Menurut Munadjim (1983), bonggol pisang ternyata mengandung gizi yang cukup tinggi dengan komposisi yang lengkap, mengandung karbohidrat (66%), protein, air, dan mineral-mineral penting. Menurut Sukasa dkk. (1996), bonggol pisang mempunyai kandungan pati 45,4% dan kadar protein 4,35%. Suhastyo (2011) mengatakan, bonggol pisang mengandung mikrobial pengurai bahan organik. Mikrobial pengurai tersebut terletak pada bonggol pisang bagian luar maupun bagian dalam Jenis mikrobial yang telah teridentifikasi pada MOL bonggol pisang antara lain *Bacillus sp.*, *Aeromonas sp.*, dan *Aspergillus niger*. Mikrobial inilah yang biasa mendekomposisi bahan organik.

Selain Bonggol Pisang, dalam pembuatan MOL juga ditambahkan Air Kelapa dan Air Cucian Beras. Peran air kelapa dalam pembuatan MOL ini adalah, seperti yang dijelaskan oleh Joko Samudro (2015), air kelapa secara khusus sangat kaya akan kandungan kalium (K)/potassium. Selain mempunyai berbagai macam mineral, kandungan air kelapa juga terdapat gula yang sangat bervariasi antara 1,7 %-2,6 %, juga terdapat Protein antara 0,07 %-0,55 %. Beberapa jenis kandungan kimiawi air kelapa



antara lain Kalium (K) atau potassium, Vitamin C (asam askorbat, protein, lemak, hidrat arang. Mineral yang terkandung pada air kelapa ialah zat besi (Fe), fosfor (P) dan gula yang terdiri dari glukosa, fruktosa dan sukrosa. Kadar air berkisar 95,5 gram dari setiap 100 gram buah kelapa. Berbagai kandungan tersebut tentu dibutuhkan selama proses pembuatan MOL.

Sedangkan peranan air cucian beras pada pembuatan MOL, seperti yang dijelaskan oleh Joko Samudro (2015), telah diketahui oleh berbagai penelitian, bahwa ia memiliki kandungan nutrisi yang tinggi. Adapun beberapa kandungan nutrisi utama pada air cucian beras diantaranya Karbohidrat sebesar 85 % hingga 90 % yang berupa pati, gula, protein, gluten, selulosa, hemiselulosa, dan juga beberapa jenis vitamin B yang tergolong cukup tinggi. Air limbah cucian beras diketahui mempunyai mikroba/bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang banyak di gunakan sebagai bahan baku POC (Pupuk Organik Cair)

Berdasarkan hal-hal yang telah diuraikan di atas, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai MOL. MOL yang dihasilkan diharapkan memiliki unsur hara yang cukup dan mampu menggantikan penggunaan pupuk kimia sebagai sumber unsur hara buatan yang ternyata memiliki dampak buruk terhadap kelangsungan pertanian, lingkungan, dan kesehatan. Hasil ini juga diharapkan mampu mengurangi ketergantungan petani terhadap penggunaan pupuk kimia, dan mampu diterapkan dengan mudah oleh para petani sehingga meningkatkan kemandirian mereka mencukupi kebutuhan pupuk untuk kegiatan pertanian dan perkebunan.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, permasalahan yang akan dibahas dalam inovasi produk ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pengaruh penggunaan Bonggol Pisang dan gula yang dicampurkan ke dalam Air Kelapa dan Air Cucian Beras dengan perbandingan volume padatan dan



cairan 1:3, 2:3, dan 3:3, sebagai pupuk organik terhadap kandungan N, P, dan K?

2. Bagaimanakah pengaruh penggunaan *starter bioaktivator* dan tanpa penggunaan *starter bioaktivator* pada pembuatan Pupuk Organik Cair dari Bonggol Pisang terhadap kandungan N, P, dan K?

I.3 Batasan Masalah

Dalam inovasi pembuatan produk Mikro Organisme Lokal (MOL) ini, dilakukan pembatasan masalah dengan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan adalah Bonggol Pisang, Air Kelapa, dan Air Cucian Beras, Gula/molase serta *Starter Bioaktivator*
2. Perlakuan yang diterapkan adalah dengan menggunakan komposisi pencampuran Bonggol Pisang dan Gula dengan Air kelapa dan Air Cucian Beras (padatan dan cairan) dengan perbandingan 1:3, 2:3, dan 3:3
3. Waktu analisis dilakukan pada masa fermentasi 7 hari
4. Analisis hanya dilakukan untuk menguji kandungan unsur hara makro N, P, dan K

I.4 Tujuan Inovasi Produk

Tujuan inovasi pembuatan produk pupuk organik cair ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan Bonggol Pisang dan gula yang dicampurkan ke dalam Air Kelapa dan Air Cucian Beras dengan perbandingan volume padatan dan cairan 1:3, 2:3, dan 3:3, sebagai pupuk organik terhadap kandungan N, P, dan K
2. Mengetahui pengaruh penggunaan *starter bioaktivator* dan tanpa penggunaan *starter bioaktivator* pada pembuatan Pupuk Organik Cair dari Bonggol Pisang terhadap kandungan N, P, dan K?

**I.5 Manfaat Inovasi Produk**

Manfaat yang dapat diambil dari inovasi pembuatan produk pupuk organik cair yang dilakukan adalah :

1. Dihasilkan pupuk organik dengan kandungan hara N, P, dan K yang cukup untuk kebutuhan tanaman
2. Dapat dihasilkan pupuk organik yang mampu mensubstitusi ketergantungan petani terhadap pupuk kimia yang memiliki dampak buruk.
3. Dihasilkan pupuk organik yang dapat meningkatkan hasil panen namun tidak merusak lingkungan.
4. Dihasilkan pupuk organik kualitas baik yang ekonomis dan dapat diterapkan oleh petani secara mandiri sebagai pendukung keberdayaan petani.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Pupuk

Pupuk adalah bahan yang diberikan ke dalam tanah baik yang organik maupun yang anorganik dengan maksud untuk mengganti kehilangan unsur hara dari dalam tanah dan bertujuan untuk meningkatkan produksi tanaman dalam keadaan lingkungan yang baik (*Indranada, 1989*).

Pupuk memiliki peranan penting sebagai salah satu faktor dalam peningkatan produksi komoditas pertanian. Hal ini menjadikan pupuk sebagai sarana produksi yang strategis. Untuk menyediakan pupuk ditingkat petani diupayakan memenuhi 6 azas tepat yaitu: Tempat, jenis, waktu, jumlah, mutu, dan harga yang layak sehingga petani dapat menggunakan pupuk sesuai kebutuhan (*Marsono, 2001*).

Berdasarkan atas pembentukannya, pupuk dapat dibedakan menjadi pupuk alam dan pupuk buatan. Pupuk alam adalah pupuk yang langsung di dapat dari alam misalnya pupuk organik (pupuk kandang dan kompos) dan sebagainya. Jumlah dan jenis unsur hara dalam pupuk alam terdapat secara alami. Pupuk buatan adalah pupuk yang di buat di pabrik dengan jenis dan kadar unsur hara sengaja di tambahkan kedalam pupuk tersebut dalam jumlah tertentu. Pupuk anorganik misalnya: Pupuk N (Urea), P (TSP), KCL dan lain-lain (*Harjowigeno, 1995*).

II.1.1 Pupuk Kimia

Pupuk anorganik adalah pupuk yang berasal dari bahan-bahan sintesis atau bukan alami (kimia) yang pada umumnya hanya mengandung unsur tertentu. Terbuat dengan proses fisika, kimia, atau biologis. pada umumnya pupuk anorganik dibuat oleh pabrik. Bahan bahan dalam pembuatan pupuk anorganik berbeda beda, tergantung kandungan yang diinginkan. Misalnya unsur hara fosfor terbuat dari batu fosfor, unsure hara nitrogen terbuat dari urea. Pupuk anorganik sebagian besar bersifat hidroskopis.



Hidroskopis adalah kemampuan menyerap air diudara, sehingga semakin tinggi higroskopis semakin cepat pupuk mencair (Setyorini, 2004).

Pupuk makro kimia dibuat sebagai hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan atau biologis, dan merupakan hasil industri pembuat pupuk, yang merupakan sumber hara N, P dan atau K dengan kandungan N, P_2O_5 dan K_2O masing-masing minimal 10%. Untuk pupuk anorganik majemuk (*compound*) yang mengandung lebih dari satu unsur hara (NPK, NK, NP, PK) harus mengandung minimal 10% berupa N, P_2O_5 , maupun K_2O bagi masing-masing unsur (Setyorini, 2004).

Kandungan hara dalam pupuk anorganik terdiri atas unsur hara makro utama yaitu nitrogen, fosfor, kalium; hara makro sekunder yaitu: sulfur, calsium, magnesium; dan hara mikro yaitu: tembaga, seng, mangan, molibden, boron, dan kobal. Pupuk anorganik dikelompokkan sebagai pupuk hara makro dan pupuk hara mikro baik dalam bentuk padat maupun cair. Berdasarkan jumlah kandungan haranya pupuk anorganik dapat dibedakan sebagai pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Beberapa ketentuan pupuk alternatif adalah sebagai berikut:

- 1) Jumlah unsur hara makro dan mikro pupuk majemuk masing-masing harus mengandung minimal dua unsur;
- 2) Pupuk fosfat alam yang dilarutkan dalam asam kuat (partially acidulated rock phosphohate =PARP) kadar P_2O_5 larut asam sitrat harus >10%;
- 3) Unsur mikro dalam pupuk hara makro dianggap sebagai unsur ikutan; dan
- 4) Pupuk hara campuran, kadar unsur makro mengikuti syarat mutu pupuk hara makro dan kadar unsur mikro mengikuti syarat mutu pupuk hara mikro. Persyaratan lain adalah semua jenis pupuk tidak diperbolehkan mengandung logam berat yang dapat membahayakan kesehatan dan keamanan lingkungan. Batas toleransi maksimal kandungan logam berat sebagai bahan ikutan dalam pupuk anorganik adalah sebagai berikut: As = 100



ppm, Hg = 10 ppm, Cd= 100 ppm, dan Pb = 500 ppm. Untuk menentukan kadar hara pupuk ditetapkan dengan Metode standar uji mutu pupuk anorganik dan disajikan pada tabel (Setyorini, 2004).

Tabel II.1. Persyaratan Teknis Pupuk Organik

Jenis hara	Pupuk hara makro padat		Pupuk hara makro cair		Pupuk hara mikro padat		Pupuk hara mikro cair	
	Tunggal	Majemuk	Tunggal	Majemuk	Tunggal	Majemuk	Tunggal	Majemuk
Nitrogen (total)	Sesuai SNI	Total N, P_2O_5	Min. 20 %	Total N, P_2O_5	-	-	-	-
Fosfor (P_2O_5)	Sesuai SNI	dan K_2O Min.	Min. 8 %	dan K_2O Min.	-	-	-	-
Kalium (K_2O)	Sesuai SNI	30 %	Min 15 %	10 %	-	-	-	-
Seng (Zn)	-	Maks. 0,5%	-	Maks. 0,25%	Sesuai SNI	Min. 0,5%	-	Min. 0,25%
Boron (B)	-	Maks. 0,25%	-	Maks.0,125%	Sesuai SNI	Min.0,25%	-	Min. 0,125%
Tembaga (Cu)	-	Maks. 0,5%	-	Maks. 0,25%	Sesuai SNI	Min. 0,5%	-	Min. 0,25%
Mangan (Mn)	-	Maks.0,5%	-	Maks. 0,25%	Sesuai SNI	Min. 0,5%	-	Min.0,25%
Molibden (Mo)	-	Maks.0,001 %	-	Maks.0,001%	Sesuai SNI	Min.0,001%	-	Min. 0,001%
Kobal (Co)	-	Maks.0,002%	-	Maks.0,0005%	-	Min.0,002%	-	Min.0,0005
Bluret	-	Maks. 1%	Maks. 1 %	Maks. 1%	-	-	-	-

II.1.2 Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan bahan yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan, seperti pupuk kandang, kompos, pupuk hijau, jerami, dan bahan lain yang dapat berperan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan organik tidak dapat menggantikan peran dari pupuk anorganik sebagai pemasok hara, karena kandungan unsur hara dalam bahan organik relatif rendah, namun demikian bahan organik dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik (Soedardjo, 2000).

Pupuk organik mengandung unsur karbon dan nitrogen dalam jumlah yang sangat bervariasi, dan imbalanced unsur tersebut sangat penting dalam mempertahankan atau memperbaiki kesuburan tanah. Nisbah karbon nitrogen tanah harus selalu dipertahankan setiap waktu karena nisbah kedua unsur tersebut merupakan salah satu kunci penilaian kesuburan tanah. Nisbah



C/N kebanyakan tanah subur berkisar 1 sampai 2. Penambahan bahan organik dengan nisbah C/N tinggi mengakibatkan tanah mengalami perubahan imbalanced C dan N dengan cepat, karena mikroorganisme tanah menyerang sisa pertanian dan terjadi perkembangbiakan secara cepat (*Sutanto, 2002*).

Pupuk organik merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dan alami dari pada bahan pembenah buatan/sintesis. Pada umumnya pupuk organik mengandung hara makro N, P, K rendah tetapi mengandung hara mikro dalam jumlah cukup yang sangat diperlukan pertumbuhan tanaman. Sebagai bahan pembenah tanah, 5 pupuk organik mencegah terjadinya erosi, pergerakan permukaan tanah (*Crusting*) dan retakan tanah, mempertahankan kelengasan tanah serta memperbaiki pengaliran air (*Internal drainase*). Penempatan pupuk organik kedalam tanah dapat dilakukan seperti pupuk kimia (*Sutanto, 2002*).

Dalam Setyorini terdapat persyaratan pupuk organik menurut Peraturan mentan No.2/Pert/HK.060/2/2006 (10-25) dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel II.2 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik

No	Parameter	Kandungan	
		Padat	Cair
1	C-organik (%)	≥12	≥ 4,5
2	C/N rasio	10-25	-
3	Bahan ikutan (kerikil, beling dan plastik)	≤ 2	-
4	Kadar air - Garmula - Curah	4-12 13-20	
5	pH	4-8	4-8
6	Kadar total -P ₂ O ₅ (%) - K ₂ O (%)	< 5 <5	< 5 <5



Macam – macam pupuk organik adalah sebagai berikut:

1. Kompos

Pupuk kompos adalah pupuk yang dibuat dengan cara membusukan sisa-sisa tanaman. Pupuk jenis ini berfungsi sebagai pemberi unsur-unsur hara yang berguna untuk perbaikan struktur tanah.

2. Pupuk hijau

Pupuk hijau adalah bagian tumbuhan hijau yang mati dan tertimbun dalam tanah. Pupuk organik jenis ini mempunyai imbalanced C/N rendah, sehingga dapat terurai dan cepat tersedia bagi tanaman. Pupuk hijau sebagai sumber nitrogen cukup baik didaerah tropis, yaitu sebagai pupuk organik sebagai penambah unsur mikro dan perbaikan struktur tanah.

3. Pupuk kandang

Pupuk kandang adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan. Kandungan hara dalam pupuk kandang rata-rata sekitar 55 % N, 25 % P_2O_5 , dan 5 % K_2O . Makin lama pupuk kandang mengalami proses pembusukan, makin rendah perimbangan C/N nya

(Susetya, 2002).

II.2 Unsur Hara yang Dibutuhkan Tanaman

Unsur hara tanaman adalah unsur yang diserap oleh tumbuhan. Menurut Hanafiah, unsur kimiawi yang dianggap esensial sebagai unsur hara tanaman adalah jika memenuhi tiga kriteria sebagai berikut:

- Unsur ini harus terlibat langsung dalam penyediaan nutrisi yang dibutuhkan tanaman.
- Unsur ini tersedia agar tanaman dapat melengkapi siklus hidupnya.
- Jika tanaman mengalami defisiensi hanya dapat diperbaiki dengan unsur tersebut.

Unsur hara makro esensial jika dibutuhkan dalam jumlah



besar, biasanya diatas 500 ppm dan yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit, biasanya kurang dari 50 ppm disebut mikro esensial. Yang tergolong ke dalam unsur hara makro antara lain Nitrogen, hidrogen, oksigen, fosfor, kalium, belerang, kalsium dan magnesium. Sedangkan unsur hara mikro antara lain boron, besi, mangan, tembaga, seng, molibdenum, dan khlorin. Menurut Sutejo, (1995 :22-39) jumlah besar yang dibutuhkan tanaman unsur hara tanaman dibedakan menjadi unsur hara makro dan mikro. Unsur makro terdiri atas:

1. Carbon, Oksigen, dan Hidrogen (C, O, H)

Carbon, Oksigen, dan Hidrogen, merupakan bahan baku dalam pembentukan jaringan tubuh tanaman. Berada dalam bentuk H_2O (air), H_2CO_3 (asam arang), dan CO_2 dalam udara.

- a. Carbon (C)

Penting sebagai pembangun bahan organik, karena sebagian besar bahan kering tanaman terdiri dari bahan organik, diambil dalam bentuk CO_2 .

- b. Oksigen (O)

Terdapat dalam bahan organik sebagai atom dan termasuk pembangun bahan organik, diambil dalam bentuk CO_2 .

- c. Hidrogen (H)

Merupakan elemen pokok pembangun bahan organik, suplai dari air.

2. Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman yang pada umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagianbagian vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar, tetapi kalau terlalu banyak dapat menghambat pembungaan dan pembuahan pada tanamannya. Fungsi nitrogen bagi tanaman adalah sebagai berikut:



- a. Untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman.
- b. Dapat menyehatkan pertumbuhan daun, daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau (pada daun muda berwarna kuning).
- c. Meningkatkan kadar protein dalam tubuh tanaman.
- d. Meningkatkan kualitas tanaman penghasil daun-daunan.
- e. Meningkatkan berkembangbiaknya mikroorganisme di dalam tanah.

Nitrogen diserap oleh akar tanaman dalam bentuk NO_3^- (nitrat) dan NH_4^+ (amonium), akan tetapi nitrat ini segera tereduksi menjadi amonium. Kekurangan unsur Nitrogen dapat terlihat dimulai dari daunnya, warnanya yang hijau agak kekuningan selanjutnya berubah menjadi kuning lengkap. Jaringan daun mati daun mati inilah yang menyebabkan daun selanjutnya menjadi kering dan berwarna merah kecoklatan. Pada tanaman dewasa pertumbuhan yang terhambat ini akan berpengaruh pada pembuahan, yang dalam hal ini perkembangan buah tidak sempurna, umumnya kecil-kecil dan cepat matang. Kandungan unsur N yang rendah dapat menimbulkan daun penuh dengan serat, hal ini dikarenakan menebalnya membran-sel daun sedangkan selnya sendiri berukuran kecil-kecil.

3. Fosfor

Fosfor diambil tanaman dalam bentuk H_2PO_4^- , dan HPO_4 . Secara umum, fungsi dari fosfor (P) dalam tanaman dapat dinyatakan sebagai berikut:

- a. Dapat mempercepat pertumbuhan akar.
 - b. Dapat mempercepat serta memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa.
 - c. Dapat mempercepat pembungaan dan pemasakan buah, biji atau gabah.
-



d. Dapat meningkatkan produksi biji-bijian.

Fosfor didalam tanah dapat digolongkan dalam 2 bentuk, yaitu bentuk organis dan bentuk anorganis. Di dalam tanah fungsi P terhadap tanaman adalah sebagai zat pembangun dan terikat dalam senyawa-senyawa organis. Dan sebaliknya hanya sebagian kecil saja yang terdapat dalam bentuk anorganis sebagai ion-ion fosfat. Fungsi fosfat dalam tanaman adalah dapat mempercepat pertumbuhan akar semai, mempercepat pertumbuhan tanaman, meningkatkan produk biji-bijian dan dapat memperkuat tubuh tanaman padi-padian sehingga tidak mudah rebah.

Bagian-bagian tubuh tanaman yang bersangkutan dengan pembiakan generatif, seperti daun-daun bunga, tangkai-tangkai sari, kepala-kepala sari, butirbutir tepung sari, daun buah seta bakal biji ternyata mengandung P. Jadi, unsur banyak diperlukan untuk pembentukan bunga dan buah. Defisiensi unsur hara ini akan menimbulkan hambatan pada pertumbuhan sistem perakaran, daun, batang, seperti misalnya pada tanaman serelia (padi-padian, rumput-rumputan penghasil biji yang dapat dimakan, jewawut, gandum, jagung), daun-daunnya berwarna hijau tua/keabu-abuan, mengkilap, sering pula terdapat pigmen merah pada daun bagian bawah, selanjutnya mati. Tangkai-tangkai daun kelihatan lancip-lancip. Pembentukan buah jelek, merugikan hasil biji.

4. Kalium

Kalium diserap dalam bentuk K^+ (terutama pada tanaman muda). Kalium banyak terdapat pada sel-sel muda atau bagian tanaman yang banyak mengandung protein, inti-inti sel tidak mengandung kalium. Zat kalium mempunyai sifat mudah larut dan hanyut, selain itu mudah difiksasi dalam tanah. Zat Kalium yang tidak diberika secara cukup, maka efisiensi N



dan P akan rendah, dengan demikian maka produksi yang tinggi tidak dapat diharapkan. Kalium berperan membantu:

- a. Pembentukan protein dan karbohidrat.
- b. Mengeraskan jerami dan bagian kayu dari tanaman.
- c. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit.
- d. Meningkatkan kualitas biji/buah.

Defisiensi gejala yang terdapat pada daun, pada awalnya tampak agak mengerut dan kadang-kadang mengkilap, selanjutnya sejak ujung dan tepi daun tampak menguning, warna seperti ini tampak pula diantara tulang-tulang daun, pada akhirnya daun tampak bercak-bercak kotor, berwarna coklat, dan jatuh kemudian mengering dan mati. Gejala yang terdapat pada batang yaitu batangnya lemah dan pendek-pendek, sehingga tanaman tampak kerdil. Gejala yang tampak pada buah, misalnya buah kelapa dan jeruk yaitu buahnya banyak yang berjatuh sebelum masak, sedang masak buahnya berlangsung lambat. Bagi tanaman yang berumbi yang mengalami defisiensi K hasil umbinya sangat kurang dan kadar hidrat arangnya demikian rendah.

5. Kalsium

Kalsium diserap dalam bentuk Ca^{++} , sebagian besar terdapat dalam daun berbentuk kalsium pektat yaitu bagian lamella pada dinding sel. Selain itu terdapat juga pada batang, berpengaruh baik dalam pertumbuhan ujung dan bulu-bulu akar. Kalsium terdapat pada tanaman yang banyak mengandung protein. Beberapa fungsi kalsium yaitu:

- a. Kalsium dapat menetralkan asam-asam organik yang dihasilkan pada metabolisme.
- b. Kalsium penting bagi pertumbuhan akar.
- c. Kalsium dapat menetralkan tanah asam, dapat menguraikan bahan organik, tersedianya pH dalam tanah tergantung pada kalsium.



Defisiensi unsur Ca menyebabkan terhambatnya pertumbuhan sistem perakaran. Gejala yang tampak pada daun, dimana daun-daun muda selain berkeriput mengalami perubahan warna, pada ujung dan tepi-tepinya klorosis (berubah menjadi kuning) dan warna ini menjalar diantara tulang-tulang daun, jaringan-jaringan daun pada beberapa tempat mati. Kuncup-kuncup yang telah tumbuh mati. Defisiensi unsur Ca menyebabkan pertumbuhan tanaman demikian lemah. Karena pengaruh terkumpulnya zat-zat lain yang banyak pada sebagian dari jaringan-jaringannya, dan menyebabkan distribusi zat-zat yang penting bagi pertumbuhan bagian yang lain terhambat (tidak lancar).

6. Magnesium

Magnesium diserap dalam bentuk Mg^{++} , merupakan bagian dari klorofil. Mg ini termasuk unsur yang tidak mobil dalam tanah. Kadar Mg di dalam bagianbagian vegetatif dapat dikatakan rendah daripada kadar Ca, akan tetapi di dalam bagian-bagian generatif malah sebaliknya. Mg banyak terdapat dalam buah dan juga dalam tanah. Ada beberapa faktor seperti temperatur, kelembapan pH, dan beberapa faktor lainnya dapat mempengaruhi tersedianya Magnesium di dalam tanah. Defisiensi Mg menimbulkan gejala-gejala yang tampak pada bagian daun, terutama daun-daun tua. Klorosis tampak diantara tulang-tulang daun, sedangkan tulang-tulang daun itu sendiri tetap berwarna hijau. Bagian di antara tulang-tulang daun itu secara teratur berubah menjadi kuning dengan bercak-bercak merah kecoklatan. Daun-daun ini mudah terbakar oleh teriknya sinar matahari karena tidak mempunyai lapisan lilin, karena itu banyak yang berubah warnamenjadi coklat tua/kehitaman dan mengkerut. Defisiensi Mg menimbulkan pengaruh pertumbuhan biji.

7. Sulfur (S)

Sulfur diserap dalam bentuk SO_4^{2-} . Sulfur yang larut



dalam air akan segera diserap akar tanaman, karena zat ini sangat diperlukan tanaman (terutama tanaman-tanaman muda) pada pertumbuhan pemula dan perkembangannya. Pada kenyataannya S yang dibutuhkan banyak terdapat didalam tanah, sehingga tanahjarang menderita kekurangan S, bahkan terjadi kadang-kadang keracunan S. Pada tanah pertanian banyak ditemukan bentuk senyawa belerang lainantara lain, belerang organis, sulfat yang larut dalam air, sulfat yang terabsorpsi, sulfat yang tidak larut (BaSO_4) dan sulfat yang tidak larut yang bersenyawa dengan CaCO_3 . Defisiensi S gejalanya klorosis terutama pada daun-daun muda, perubahan warna tidak berlangsung serempak, melainkan pada bagian daun selengkapny, warna hijau makin pudar berubah menjadi hijau sangat muda, kadang mengkilap keputih-putihan dan kadang perubahannya tidak merata tetapi berlangsung padabagian daun selengkapny. Menurut (Sutejo, 1995), yang termasuk unsur hara mikro adalah:

a. Besi (Fe)

Zat besi penting dalam pembentukan hijau daun (klorofil), pembentukan zat karbohidrat, lemak, protein, dan enzim. Tersedianya zat besi dalam tanah secara berlebihan, misalnya karena pemupukan dengan zat ini yang overdosis, dapat membahayakan bagi tanaman yaitu keracunan. Sebagai pupuk zat besi ini dipakai dalam bentuk larutan yang disemprotkan melalui daun atau dalam bentukbubuk yang diinjeksikan pada tanah. Gejala defisiensi Fe tampak pada daun muda, mula-mula tidak secara bersamaan berwarna hijau muda pucat atau hijau kekuningan, sedangkan tulang daun serta jaringannya tidak mati. Kemudian tulang daun terjadi klorosis, yang tadinya hijau menjadi kuning dan adapula yang menjadi putih. Dan jika terjadi pada musim kemarau, daun-daun muda banyak yang menjadi kering danberjatuhan.



b. Borium

Borium diserap tanaman dalam bentuk BO_3 dan berperan dalam pembentukan/pembiakan sel terutama pada titik tumbuh pucuk, juga dalam pertumbuhan tepungsari, bunga dan akar. Kekurangan unsur ini dapat berpengaruh pada kuncup-kuncup pucuk yang tumbuh dan akibatnya dapat mematikan. Juga pertumbuhan meristem akan terganggu, dapat menyebabkan terjadinya kelainan-kelainan dalam pembentukan berkas pembuluh. Sehingga pengangkutan makanan menjadi terganggu, dan pembentukan tepung sarinya menjadi jelek. Kekurangan Borium banyak terjadi pada tanah berpasir dan tanah yang kaya akan kapur.

c. Mangan (Mn)

Mangan diserap tanaman dalam bentuk Mn^{+} . Mangan diperlukan oleh tanaman untuk pembentukan zat protein dan vitamin terutama vitamin C. Mn juga penting untuk mempertahankan kondisi hijau daun pada daun yang tua. Tersedianya Mn bagi tanaman tergantung pada pH tanah, dimana pH rendah Mangan akan banyak tersedia. Kelebihan Mn bisa dikurangi dengan cara menambah zat fosfor dan kapur. defisiensi Mn gejalanya daun-daun muda antara tulang-tulang daun secara bersamaan terjadi klorosis, dari warna hijau menjadi kuning dan selanjutnya putih.

d. Tembaga (Cu)

Unsur tembaga diserap oleh akar tanaman dalam bentuk Cu^{++} . Tembaga sangat diperlukan dalam pembentukan enzim-enzim dan juga pembentukan hijau daun (klorofil). Pada umumnya tanah jarang sekali kekurangan Cu, apabila terjadimaka akan berpengaruh pada daun yaitu daun bercorng-coreng (belang), ujungdaun memutih, dan juga pada



pertumbuhan tanaman menjadi tidak normal (pelayuan cepat disertai batang-batang tanaman melemah).

e. Seng (Zn)

Zn diserap tanaman dalam bentuk Zn^{++} . Dalam keadaan yang sedikit Zn sudah cukup untuk tanaman dan apabila kelebihan dapat menjadi racun bagi tanaman. Kekurangan Zn terjadi pada tanah-tanah yang asam sampai sedikit netral. Defisiensi Zn dapat menyebabkan pertumbuhan vegetatif terhambat selainjuga dapat menghambat pertumbuhan biji. f. Molibdenum (Mo) Mo diserap akar tanaman dalam bentuk MoO_4 (ion Molibdat). Mo dalam tanah terdapat dalam bentuk MoS_2 . Tersedianya Mo bagi tanaman dipengaruhi oleh pH. Dalam hal ini apabila pH rendah maka tersedianya Mo bagi tanaman akan kurang. Mo diperlukan tanaman dalam jumlah yang sedikit. Defisiensi unsur ini menimbulkan beberapa gejala pada tanaman, antara lain pertumbuhannya tidak normal, terutama pada sayur-sayuran. Secara umum daun-daunnya mengalami perubahan warna, kadang-kadang mengalami pengkerutan terlebih dahulusebelum mengering dan mati.

f. Klorida (Cl)

Dari hasil analisis pada tanaman ternyata bahwa Cl banyak terdapat pada abu tanaman (relatif besar) dari hasil penyelidikan Cl banyak terdapat pada tanaman yang mengandung serat. Terhadap tanaman yang menghasilkan tepung, Cl memberikan pengaruh yang jelek terhadap kualitas tepungnya. Defisiensi Cl dapat menimbulkan gejala pertumbuhan daun yang kurang normal (terutama padatanaman sayuran), daun akan nampak kurang sehat dan berwarna tembaga. Menurut Gardner, dkk, (2008:137) bahwa variasi dalam kuantitas macam-macam nutrisi esensial yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman itu



sangat besar. Kebutuhan kuantitatif tergantung pada jenis tanaman budidaya, tingkat hasil panen, dan nutrisi tertentu tersebut. Status nutrisi dalam jaringan tumbuhan dan pertumbuhan tanaman sehubungan dengan status tersebut dapat dideskripsikan sebagai defisiensi, peralihan, cukup, dan beracun. Konsentrasi kritis jaringan didefinisikan sebagai konsentrasi tepat dibawah konsentrasi yang memberikan pertumbuhan optimum; tingkat konsentrasi minimum jaringan adalah konsentrasi yang memberikan pertumbuhan mendekati maksimum. Fenomena ini merupakan landasan untuk menguji status nutrisi jaringan sebagai petunjuk untuk memberikan rekomendasi dalam pemupukan (*Hanafiah, 2007*).

II.3 Dampak Penggunaan Pupuk Kimia.

Pupuk kimia merupakan pupuk yang dibuat di pabrik secara kimia, seperti Urea, Phonska, dan lain lain. Manfaat dari penggunaan pupuk kimia menghasilkan peningkatan produktifitas tanaman yang cukup tinggi. Namun penggunaan pupuk kimia dalam jangka waktu yang relatif lama umumnya berakibat buruk pada kondisi tanah. Tanah menjadi cepat mengeras, kurang mampu menyimpan air dan pH tanah menjadi asam yang pada akhirnya akan menurunkan produktifitas tanaman (*Parman, 2007*).

Penggunaan pupuk kimia selalu diikuti dengan masalah lingkungan, baik terhadap kesuburan biologis maupun kondisi fisik tanah serta dampak pada konsumen. Pemberian pupuk kimia dapat merangsang pertumbuhan secara keseluruhan khususnya cabang, batang, daun, dan berperan penting dalam pembentukan hijau daun (*Lingga, 2008*). Banyak dampak dalam penggunaan pupuk kimia, diantaranya:

- 1) Bahan sintetis dan bukan alami.
- 2) Kekurangan unsur hara tertentu tampak nyata, karena pupuk kimia pada umumnya hanya mengandung unsur tertentu.



- 3) Tekstur tanah terpengaruh. Karena pupuk kimia harus diberikan dalam jumlah banyak selama bertahun-tahun, tetapi makin lama tampak terjadi penurunan produksi, berarti biaya masukan makin besar dan keuntungan menurun.
- 4) Keseimbangan organisme yang menyebabkan tanah lebih subur dan produktif menjadi rusak karena pengaruh negatif bahan kimia pertanian. Tanah berubah menjadi keras. Pengolahan tanah menjadi tidak murah lagi. Sebagai pengganti sapi / kerbau harus digunakan traktor, dan makin lama diperlukan traktor yang lebih kuat.
- 5) Diperlukan penyiraman yang frekuensinya lebih pendek, karena kemampuan menahan air menjadi lebih rendah.
- 6) Karena unsur hara segera larut, maka unsur tersebut segera mengalami pelindian ke bawah. Apabila hujan terbatas menyebabkan tanaman terpengaruh oleh pupuk yang tidak larut.
- 7) Karena pertumbuhan tanaman terlalu cepat maka tanaman menjadi sangat mudah terserang hama dan penyakit. Untuk menanggulangi serangan diperlukan insektisida dan pestisida kimia.
- 8) Kemungkinan besar meracuni tanah dan tanaman, demikian juga terjadi peningkatan residu kimia pada bahan pangan dan pakan ternak.
- 9) Pencemaran terhadap lingkungan melalui air, udara, tanah dan kehidupan tanaman.
- 10) Produknya kurang enak, mengandung residu bahan kimia pertanian dan mudah rusak.
- 11) Sebagian besar bahan kimia pertanian adalah barang impor atau dibuat oleh pabrik yang memerlukan energi fosil, sehingga mengurangi devisa negara untuk import.
- 12) Bahan dasar (mineral, minyak, bahan kimia pertanian lainnya) tersedia dalam waktu relatif singkat akan habis. Dengan demikian ketersediaan pupuk organik makin berkurang, akibatnya lahan yang ketergantungannya



cukup besar pada bahan tersebut makin lama merana dan tanaman tidak dapat berproduksi lagi.

II.4 Mikroorganisme Lokal (MOL) sebagai Pupuk Organik

Bermula dari budidaya padi dengan metode SRI (System of Rice Intensification) yang mulai dikembangkan di Indonesia pada tahun 1997, petani memanfaatkan mikroorganisme lokal (MOL) yang diyakini mampu memelihara kesuburan dan meningkatkan produktivitas tanah. Saat ini penggunaan larutan MOL sebagai pupuk organik cair sudah berkembang tidak hanya untuk tanaman padi tetapi juga tanaman pertanian lainnya seperti sayuran, palawija dan buah-buahan (*Handayani, 2015*).

Menurut Purwasmita (2009), larutan MOL merupakan larutan hasil fermentasi dengan bahan baku berbagai sumber daya yang tersedia di sekitar lingkungan, seperti nasi, daun gamal, keong mas, bonggol pisang, air kencing, limbah buah-buahan, limbah sayuran dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut merupakan tempat yang disukai oleh mikroorganisme sebagai media untuk hidup dan berkembangnya mikroorganisme yang berguna dalam mempercepat penghancuran bahan-bahan organik (dekomposer) atau sebagai tambahan nutrisi bagi tanaman. Larutan MOL mengandung unsur hara makro, mikro, dan mengandung mikroorganisme yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan, dan agen pengendali hama dan penyakit tanaman sehingga baik digunakan sebagai dekomposer, pupuk hayati, dan pestisida organik.

Bahan baku pembuatan MOL bermacam-macam dengan memanfaatkan bahan-bahan yang tersedia di lingkungan setempat, sehingga kandungan unsur hara dan mikroorganismenya juga bervariasi. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kualitas berbagai macam larutan mikroorganisme lokal (MOL) sebagai pupuk organik cair sehingga akan diketahui manfaat yang lebih spesifik dari masing-masing MOL sebagai sumber informasi bagi petani maupun masyarakat umum dalam penggunaannya (*Handayani, 2015*).



Manfaat dari metabolit yang terkandung di dalam MOL sebagai hasil fermentasi terhadap bahan baku tersebut merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme dalam tanah sehingga dapat meningkatkan kesuburan biologi tanah. Disamping itu, mikroorganisme yang telah tumbuh dan berkembang selama proses pembuatan MOL akan mendominasi rhizosfer tanaman, sehingga tidak mudah terserang penyakit. Molase selain mengandung sukrosa yang cukup tinggi (45%-55%), juga mengandung asam-asam organik sebagai sumber C bagi pertumbuhan mikroorganisme. Fermentasi molase oleh mikroorganisme fermentatif yang berasal dari buah-buahan menghasilkan asam organik lainnya misal asam sitrat, sehingga pH MOL umumnya cenderung asam. Kondisi asam ini baik untuk produksi fitohormon (Auksin, Gibberalin, dan Sitokinin) yang diketahui berperan dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif, generatif, dan pemasakan buah. Asam amino selain berperan dalam jalur metabolisme N tanaman dan sumber N bagi mikroorganisme, secara khusus Triptofan dikenal sebagai prekursor metabolisme Auksin, sedangkan asam amino Levulinat diketahui sebagai prekursor pembentukan klorofil (*Salma, 2015*).

Menurut *Salma (2015)* MOL dapat dibuat dengan menggunakan bahan-bahan alami yang ada di sekitar (Bonggol Pisang, Akar Bambu, buah-buahan, dll.) yang dicampurkan ke dalam cairan molase/gula, air cucian beras (air leri), air kelapa tua, dan air bersih. Peran air kelapa dalam pembuatan MOL ini adalah, seperti yang dijelaskan oleh *Joko Samudro (2015)*, air kelapa secara khusus sangat kaya akan kandungan kalium (K)/potassium. Selain mempunyai berbagai macam mineral, kandungan air kelapa juga terdapat gula yang sangat bervariasi antara 1,7 %-2,6 %, juga terdapat Protein antara 0,07 %-0,55 %. Beberapa jenis kandungan kimiawi air kelapa antara lain Kalium (K) atau potassium, Vitamin C (asam askorbat, protein, lemak, hidrat arang. Mineral yang terkandung pada air kelapa ialah zat besi (Fe), fosfor (P) dan gula yang terdiri dari glukosa, fruktosa dan sukrosa. Kadar air berkisar 95,5 gram dari setiap 100 gram



buah kelapa. Berbagai kandungan tersebut tentu dibutuhkan selama proses pembuatan MOL. Seperti misalnya, kandungan gula dibutuhkan sebagai nutrisi selama proses fermentasi MOL. Lalu, kandungan mineral dan unsur hara juga turut menyumbang kandungan mineral dan unsur hara pada MOL yang dihasilkan.

Sedangkan peranan air cucian beras pada pembuatan MOL, seperti yang dijelaskan oleh Joko Samudro (2015), telah diketahui oleh berbagai penelitian, bahwa ia memiliki kandungan nutrisi yang sangat-sangat melimpah. Adapun beberapa kandungan nutrisi utama pada air cucian beras diantaranya Karbohidrat sebesar 85 % hingga 90 % yang berupa pati, gula, protein, gluten, selulosa, hemiselulosa, dan juga beberapa jenis vitamin B yang tergolong cukup tinggi. Air limbah cucian beras diketahui mempunyai mikroba/bakteri *Pseudomonas fluorescens* yang banyak di gunakan sebagai bahan baku POC (Pupuk Organik Cair). Bakteri *Pseudomonas fluorescens* sejenis mikroba atau mikroorganisme yang beradaptasi serta mengkloning dengan baik pada sistem perakaran (akar tanaman) serta mempunyai keunggulan mensintesis metabolit untuk proses menghambat perkembangbiakan pathogen. Kebanyakan dari para petani yang mengadopsi pola organik selalu menggunakan air cucian beras dalam proses pembuatan pupuk cair organik. Dengan penambahan air cucian beras ke dalam pupuk hayati merupakan cara murah untuk meningkatkan kekebalan dan kesuburan tanaman terhadap serangan penyakit.

II.5 Bonggol Pisang

Semua bagian tanaman pisang mulai dari akar sampai daun memiliki banyak manfaat, terutama yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah buahnya. Sedangkan bagian tanaman pisang yang lain, yaitu jantung, batang, kulit buah, dan bonggol jarang dimanfaatkan dan dibuang begitu saja menjadi limbah pisang. Bonggol pisang ternyata mengandung gizi yang cukup tinggi dengan komposisi yang lengkap. Menurut Munadjim (1983), Bonggol pisang mengandung karbohidrat (66%), protein,



air, dan mineral-mineral penting. Menurut Sukasa dkk. (1996), bonggol pisang mempunyai kandungan pati 45,4% dan kadar protein 4,35%.

Produk olahan dari bonggol pisang yang banyak beredar di pasaran saat ini, adalah kripik bonggol pisang. Mengingat tingginya kandungan yang terdapat pada bonggol pisang, maka perlu ditingkatkan lagi pemanfaatan produk-produk baru yang berbahan dasar bonggol pisang, seperti pembuatan empal dari bonggol pisang yang mengandung serat tinggi sebagai pengganti empal daging yang harganya tinggi di pasaran. Bonggol pisang juga dapat dijadikan sebagai sumber mikroorganisme pengurai bahan organik atau dekomposer (Wulandari, 2009).

Pisang merupakan jenis tanaman yang mempunyai beberapa komposisi baik pada kandungan karbohidrat, protein, fosfor dan kandungan lainnya yang penting dan dibutuhkan oleh manusia. Komposisi antara satu jenis pisang dengan lainnya hampir sama hanya jumlah kandungan gizinya yang berbeda. Adapun kandungan dalam bonggol pisang ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel II.3 Kandungan Gizi Pada Bonggol Pisang

No.	Kandungan Gizi	Bonggol Basah	Bonggol Kering
1.	Kalori (kal)	43	425
2.	Protein (gram)	0,36	3,45
3.	Lemak (gram)	0	0
4.	Karbohidrat (gram)	11,6	66,20
5.	Kalsium (mg)	15	60
6.	Fosfor (mg)	60	150
7.	Zat Besi (mg)	0,5	2
8.	Vitamin A (SJ)	0	0
9.	Vitamin B1 (mg)	0,01	0,04
10.	Vitamin C (mg)	12	4,00
11.	Air	86	20,00
12.	Bagian yang dapat	100	100

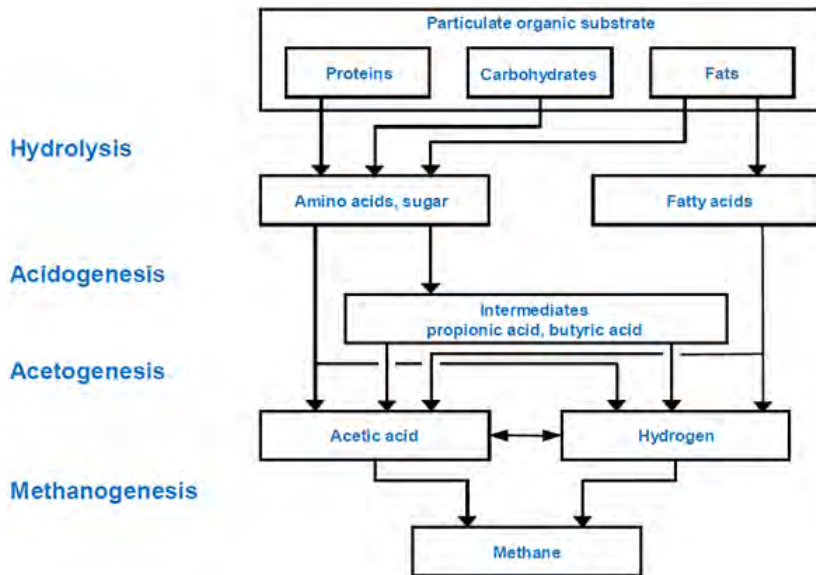


	dikonsumsi (%)		
	(Maudi, 2008)		

Bonggol pisang mengandung mikrobia pengurai bahan organik. Mikrobia pengurai tersebut terletak pada bonggol pisang bagian luar maupun bagian dalam. Jenis mikrobia yang telah diidentifikasi pada MOL bonggol pisang antara lain *Bacillus sp.*, *Aeromonas sp.*, dan *Aspergillus nigger*. Mikrobia inilah yang biasa menguraikan bahan organik. Mikrobia pada MOL bonggol pisang akan bertindak sebagai dekomposer bahan organik yang akan dikomposkan (Suhastyo, 2011).

II.6 Tahap Fermentasi Anaerob

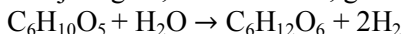
Fermentasi anaerobik dilakukan oleh mikroorganisme yang hidup di lingkungan tanpa oxygen. Dekomposisi sampah organik terjadi dalam empat tahap: hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis.





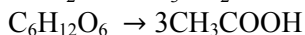
1. Hidrolisis

Selama hidrolisis, bakteri mengubah partikulat substrat organik menjadi cairan monomer dan polimer, misalnya protein, karbohidrat dan lemak diubah menjadi asam amino, monosakarida, dan asam lemak. Persamaan reaksi 1 mencontohkan reaksi hidrolisis dimana sampah organik dipecah menjadi gula, dalam hal ini, glukosa.



2. Asidogenesis

Pada tahap ke 2, bakteri asidogenesis mengubah produk dari reaksi hidrolisis menjadi asam dengan ikatan pendek yang volatile, keton, alkohol, hydrogen, dan karbon dioksida. Produk utama dari asidogenesis adalah asam propanoate ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$), asam butirat ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$), asam asetat (CH_3COOH), asam formiat (HCOOH), asam laktat ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$), etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) dan methanol (CH_3OH), dan lainnya. Dari produk ini, hydrogen, karbondioksida, dan asam asetat akan langsung menuju proses ke tiga, asetogenesis, dan akan dimanfaatkan secara langsung pada proses selanjutnya oleh bakteri metanogenik. Persamaan reaksi 1, 2, dan 3 menunjukkan contoh 3 reaksi asidogenesis umum di mana glukosa dikonversi menjadi etanol, propionat dan asam asetat.

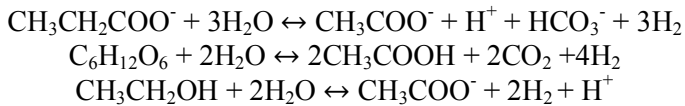


3. Asetogenesis

Pada tahap 3, asetogenesis, sisa produk asidogenesis, misalnya asam propanoat, asam butirat, dan alkohol diubah oleh bakteri asetogenik menjadi hydrogen, karbon dioksida dan asam asetat. Hydrogen memiliki

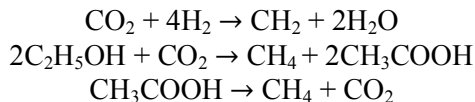


peran perantara yang penting pada proses ini, Karena reaksi hanya akan terjadi jika tekanan parsial hydrogen cukup rendah untuk menyebabkan terkonversinya seluruh asam secara termodinamis. Tekanan parsial yang rendah ini disebabkan oleh bakteri penangkap hydrogen dalam sampah, sehingga konsentrasi hydrogen dari digester menjadi sebuah indikator baik buruknya digester. Persamaan reaksi 5 merepresentasikan perubahan propionate menjadi asetat, yang hanya akan terjadi pada tekanan hydrogen rendah. Glukosa (persamaan reaksi 6), dan etanol (persamaan reaksi 7) juga diubah menjadi asetat selama proses ke tiga dari proses fermentasi anaerob.



4. Methanogenesis

Tahap ke empat, sebagai tahap terakhir disebut metanogenesis. Selama tahap ini, mikroorganisme mengubah hydrogen dan asam asetat yang dibentuk oleh pembentuk asam menjadi gas metana dan karbondioksida. Bakteri yang bertanggungjawab dalam konversi ini disebut metanogen dan anaerob yang sempurna. Penstabilan sampah dicapai ketika gas metan dan karbondioksida dihasilkan

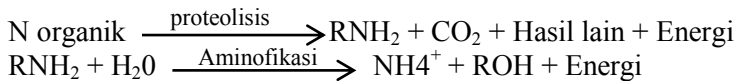




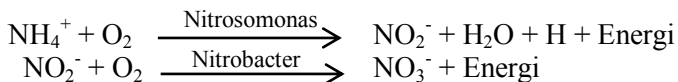
II. 7 Proses Degradasi

II.7.1 Penguraian Nitrogen

Penguraian N organik terutama protein melibatkan dua proses mikrobiologi yaitu amonifikasi dan nitrifikasi. Amonifikasi merupakan mengubah N organik menjadi amonium melalui proses proteolisis dan aminofikasi. Proteolisis adalah pelepasan amino dari bahan organik. Aminofikasi adalah reduksi N amino menjadi NH_3 . Adapun reaksinya adalah sebagai berikut (Nitihadiprawiro, 1999)



Apabila O_2 tersedia dan faktor-faktor lingkungan lain mendukung NH_4 akan mudah dioksidasi menjadi NO_2^- (nitrit) dan NO_3^- (nitrat). Oksidasi ini disebut nitrifikasi dan berlangsung dengan dua langkah yaitu nitritasi dan nitratasi. Secara sederhana proses nitrifikasi adalah sebagai berikut



II.7.2 Penguraian Carbon

Kondisi aerobik dan kondisi anaerobik sangat berperan dalam tahap-tahap penguraian bahan organik. Secara umum penguraian aerobik menghasilkan dalam bentuk CO_2 dan penguraian anaerobik menghasilkan unsur C dalam bentuk alkohol. Karbon digunakan sebagai sumber energi dan nitrogen sebagai sumber protein untuk perkembangan dan pertumbuhan mikroorganisme. Pada kondisi aerobik karbon diubah menjadi CO_2 dan sel bakteri, sedangkan dibawah kondisi anaerobik karbon organik diubah menjadi CO_2 , metana dan senyawa produksi lainnya. Secara sederhana reaksi sebagai berikut (Jenie, 1993)

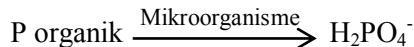


Kondisi aerobik : $C \text{ organik} + O_2 \rightarrow C_5H_7O_2N + CO_2$

Kondisi anaerob : $C \text{ organik teroksidasi} + \text{asam organik} + \text{sel mikroba} + \text{metana} + CO_2 + \text{alkohol}$

II.7.3 Penguraian Fosfor

Menurut Hayland (2005), konversi secara mikrobial pada fosfor disebut mineralisasi. Konversi yang terjadi adalah menguraikan P organik (misalnya: asam nukleat, fosfolipid, dan inositol fosfat) menjadi $H_2PO_4^-$ atau HPO_4^{2-} , yang merupakan P terlarut bagi tumbuhan atau disebut sebagai ortofosfat.



II.7.4 Penguraian Kalium

Ion K diabsorpsi oleh tanaman yang akan membantu proses fisiologi tanaman seperti fotosintesis atau respirasi sehingga kalium diserap dalam bentuk K^+ . Kalium pada sel tanaman zat ini terdapat sebagai ion didalam cairan sel dan keadaan demikian akan merupakan bagian yang penting dalam melaksanakan turgor yang disebabkan oleh tekanan osmosis (Mulyadi 1994). Berdasarkan ketersediaan kalium bagi tanaman kalium dibagi menjadi K tidak tersedia (K dalam batuan mineral), K lambat tersedia (K yang tidak dapat dipertukarkan) dan K tersedia (K yang dapat dipertukarkan dan K dalam larutan tanah). K yang dapat dipertukarkan adalah K dalam bentuk organik (Buckman dan Brady 1979).

II.8 Analisis Kandungan Unsur Hara Pada Pupuk Organik

II.8.1 Analisis Kandungan N Menggunakan Metode Kjeldahl

Metode kjeldahl merupakan metode yang sederhana untuk penetapan nitrogen total pada asam amino, protein dan senyawa yang mengandung nitrogen. Sampel didestruksi dengan asam sulfat dan dikatalisis dengan katalisator yang sesuai sehingga akan menghasilkan amonium sulfat. Setelah

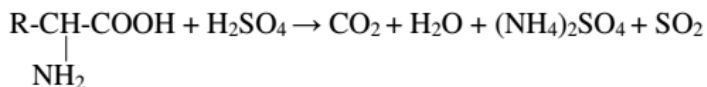


pembebasan dengan alkali kuat amonia yang terbentuk disuling uap secara kuantitatif kedalam larutan penyerapan dan ditetapkan secara titrasi. Metode ini cocok digunakan secara semimikro, sebab hanya memerlukan jumlah sampel dan pereaksi yang sedikit dan waktu analisis yang pendek (*Makiyah, 2013*).

Prinsip cara analisis metode kjeldahl adalah mula-mula bahan didestruksi dengan asam sulfat pekat menggunakan katalis butiran Zn. Amonia yang terjadi ditampung dan dititrasi dengan bantuan indikator. Cara kjeldahl pada umumnya dapat dibedakan atas dua cara yaitu cara makro dan semimakro. Cara makro kjeldahl digunakan untuk contoh yang sukar dihomogenisasi dan besar contoh 1-3 g, sedangkan semimakro dirancang untuk contoh ukuran kecil yaitu kurang dari 300 mg dari bahan yang homogen. Cara analisis tersebut akan berhasil baik dengan asumsi nitrogen dalam bentuk ikatan N-N dan N-O dalam sampel tidak terdapat dalam jumlah besar. Analisis protein metode kjeldahl pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu proses destruksi, proses destilasi dan tahap titrasi (*Makiyah, 2013*).

1. Tahap Destruksi

Pada tahap ini sampel dipanaskan dalam asam sulfat pekat sehingga terjadi destruksi menjadi unsur-unsur. Elemen karbon, hydrogen peroksida menjadi CO , CO_2 dan H_2O . Sedangkan nitrogen (N) akan berubah menjadi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Dianjurkan menggunakan K_2SO_4 atau CuSO_4 . Dengan penambahan katalisator tersebut titik didih asam sulfat akan dipertinggi sehingga destruksi berjalan lebih cepat. Selain katalisator yang disebutkan tadi dapat diberikan selenium. Selenium dapat mempercepat proses oksidasi karena zat tersebut selain menaikkan titik didih juga mudah mengadakan perubahan valensi tinggi ke valensi lebih rendah atau sebaliknya.

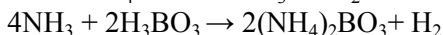
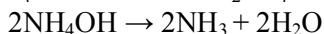
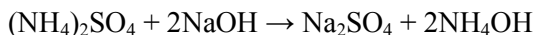


(*Makiyah, 2013*)



2. Tahap Destilasi

Pada tahap destilasi ammonium sulfat dipecah menjadi amonia (NH_3) dengan penambahan NaOH sampai alkalis dan dipanaskan. Agar selama dititrasi tidak terjadi superheating ataupun pemercikan cairan atau timbulnya gelembung gas yang besar maka dapat ditambahkan logam seng (Zn). Amonia yang dibebaskan selanjutnya akan ditangkap oleh asam klorida atau asam borat 4% dalam jumlah yang berlebihan. Agar kontak antara asam dan amonia lebih baik maka diusahakan ujung tabung 24 destilasi tercelup sedalam mungkin dalam asam. Untuk mengetahui asam dalam keadaan berlebih maka diberi indikator misalnya metilen blue dan pp. Reaksi yang terjadi pada tahap ini:



(Makiyah, 2013)

3. Tahap Titrasi

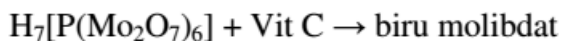
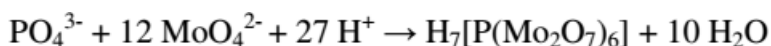
Apabila penampung destilat digunakan asam klorida maka sisa asam klorida yang bereaksi dengan amonia dititrasi dengan NaOH standar (0,1 N). Akhir titrasi ditandai dengan tepat perubahan warna larutan menjadi merah muda dan tidak hilang selama 30 detik bila menggunakan indikator pp. Apabila penampung destilasi digunakan asam borat maka banyak asam borat yang bereaksi dengan amonia dapat diketahui dengan titrasi menggunakan asam klorida 0,1 N dengan indikator *brom cresol green* dan metil merah. Akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna larutan dari biru menjadi merah muda. Setelah diperoleh % N, selanjutnya dihitung kadar proteinnya dengan mengalikan suatu faktor. Besarnya faktor perkalian N menjadi protein ini tergantung pada presentase N yang menyusun protein dalam suatu bahan (Makiyah, 2013).



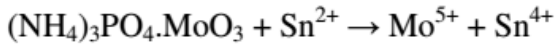
II.8.2 Analisis Kandungan P menggunakan Spektrofotometer UV-Visible

Tahap analisis kadar fosfor yaitu dengan destruksi yang bertujuan untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam sampel pupuk cair dengan menggunakan asam nitrat pekat dan HClO_4 pekat. Kemudian sampel didestruksi hingga sampel hanya tersisa 0,5 mL. Pada awal destruksi timbul gas berwarna kecoklatan dan menimbulkan bau yang sangat menyengat. Kemudian setelah larutan tersisa 0,5 mL dinginkan dan kemudian diencerkan dengan aquades hingga tanda batas. Pengukuran kuantitatif kadar fosfor dengan spektrofotometri UV-Vis dengan menggunakan campuran larutan amonium molibdat, asam sulfat 5 N asam askorbat dan kalium antimonil tartrat (pereaksi pembangkit warna) dan akan menimbulkan warna biru pada larutan tersebut. Kemudian mengukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum 713 nm (*Makiah, 2013*).

Dalam medium asam ortofosfat membentuk kompleks yang berwarna kuning dengan molibdat. Dengan adanya asam askorbat dan antimoniltartrat kompleks fosfomolibdat berwarna biru terbentuk. Antimoniltartrat ditambahkan untuk melengkapi reduksi kompleks fosfomolibdenum kuning menjadi kompleks fosfomolibdenum biru. Antimoniltartrat meningkatkan intensitas warna biru dan menyebabkan pengukuran absorbansi yang lebih sensitif. Rekasinya adalah :(*Makiah, 2013*)



Agar absorbansinya dapat diukur, kompleks fosfomolibdat tersebut harus direduksi oleh agen pereduksi yaitu asam askorbat. Dengan penambahan pereduksi itu akan terbentuk larutan berwarna biru yang merupakan molybdenum (V). Reaksi yang terjadi adalah:



(Makiyah, 2013)

II.8.3 Analisis Kandungan K menggunakan Spektrofotometr Serapan Atom

Penentuan kadar K menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Sebelum dianalisis terlebih dahulu sampel didestruksi dengan tujuan mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam sampel dengan menggunakan asam kuat HNO_3 dan HClO_4 . Pada saat destruksi timbul asap berwarna kuning kecoklatan kemudian dilanjutkan hingga sampel tersisa 0,5 mL pada labu ukur 50 mL. Kemudian setelah dingin diencerkan dengan aquades hingga tanda batas agar tidak mengkristal. Setelah itu didiamkan semalaman agar mengendap setelah itu diambil 1 mL dimasukkan kedalam labu ukur 25 mL dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas sehingga didapat larutan yang jernih kemudian diukur dengan spektrofotometer serapan atom (Makiyah, 2013).

BAB III

METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

III.1 Tahap Pelaksanaan

Proses pembuatan pupuk organik cair dari bonggol pisang ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik Lantai 2 Kampus DIII Teknik Kimia FTI-ITS. Pembuatan pupuk organik cair dari bonggol pisang ini dilaksanakan selama 4 bulan (Februari 2017 – Mei 2017).

III.2 Bahan yang Digunakan dalam Proses Fermentasi

Bahan yang digunakan pada proses ini adalah bonggol pisang, air kelapa, air cucian beras, gula/molases, serta reagen-reagen yang dibutuhkan untuk tahap analisis

III.3 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan yaitu oven, erlenmeyer, gelas ukur 1000 ml, cawan porslen, *beaker glass* 1000 ml, reaktor/digester untuk fermentasi, blender/crusher, saringan.

III.4 Variabel yang Dipilih

Variabel percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Variabel tetap :
 1. Metode yang digunakan yaitu Fermentasi Anaerobik
 2. Bahan yang digunakan yaitu Bonggol Pisang
 3. Waktu fermentasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 7 hari
- Variabel berubah :
 1. Komposisi atau perbandingan pencampuran Bonggol Pisang dan Gula dengan Air kelapa dan Air Cucian Beras (padatan dan cairan) dengan perbandingan 1:3, 2:3, dan 3:3
 2. Penambahan starter dan tanpa penambahan starter pada masing-masing perbandingan variabel



III.5 Prosedur Pembuatan

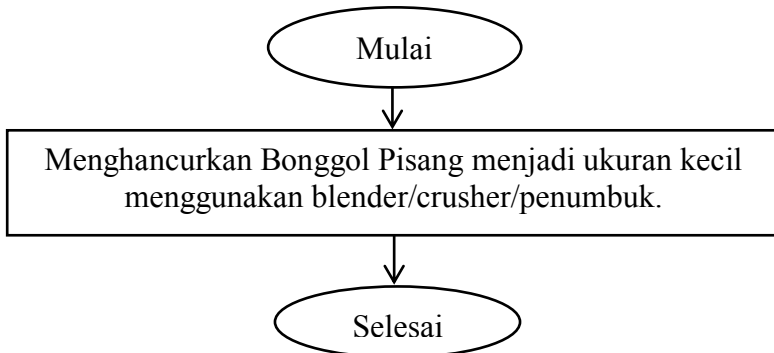
III.5.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan penelitian berupa studi literatur yang berkaitan dengan perancangan penelitian seperti karakteristik Bonggol Pisang, Pupuk Organik menggunakan Mikroorganisme Lokal (MOL), serta unsur-unsur hara yang diperlukan oleh tumbuhan. Setelah dilakukan studi mengenai perihal tersebut, dilakukan penyusunan variabel serta kondisi operasi yang tepat. Pada tahap ini juga dilakukan observasi laboratorium mengenai peralatan dan bahan yang dibutuhkan. Studi observasi dilaksanakan di laboratorium Kimia Organik D3 Teknik Kimia FTI-ITS.



III.5.2 Tahap Pembuatan Produk

III.5.2.1 Proses *Pretreatment* Bahan Baku

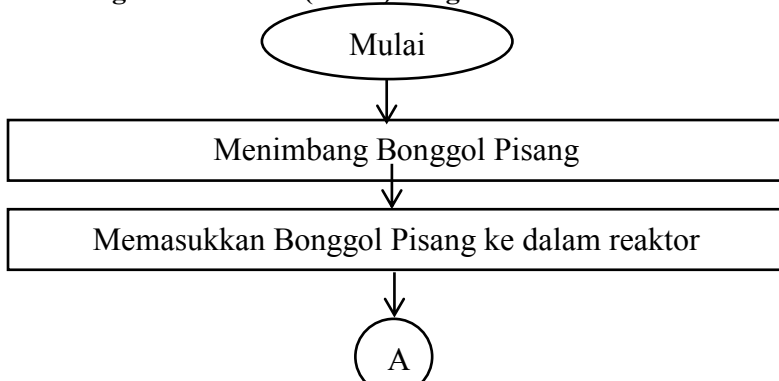


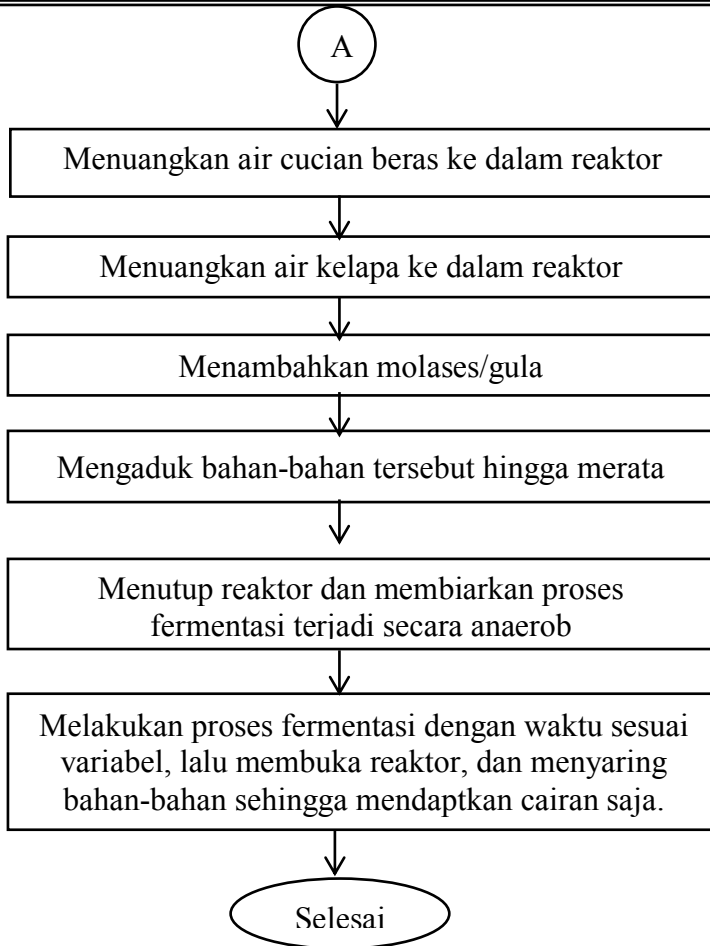
Berikut adalah penjelasan dari diagram alir proses pretreatment bahan baku yang dilakukan :

1. Menghancurkan Bonggol Pisang menjadi ukuran kecil
Proses ini bertujuan untuk memperkecil ukuran bonggol pisang agar luas permukaan kontak yang terjadi ketika proses fermentasi lebih besar, sehingga fermentasi berjalan lebih optimal.

III.5.3.2 Proses Pembuatan Pupuk Organik Cair

Mikroorganisme Lokal (MOL) dengan Metode Fermentasi





Berikut adalah penjelasan dari diagram alir proses pembuatan Pupuk Organik Cair Mikroorganisme Lokal (MOL) dengan Metode Fermentasi:

1. Menimbang Bonggol Pisang: Bonggol Pisang yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 2 Kg sebagai bahan baku.



2. Memasukkan Bonggol Pisang ke dalam reaktor: Bonggol Pisang sebanyak 2 Kg tersebut dimasukkan ke dalam reaktor fermentasi yang terbuat dari ember dengan penutupnya yang telah dipasang selang sebagai aliran gas keluar.
3. Menuangkan air cucian beras ke dalam reaktor: Menuangkan air cucian beras sebanyak 1,5 Liter ke dalam reaktor.
4. Menuangkan air kelapa ke dalam reaktor: Menuangkan air kelapa sebanyak 1,5 liter ke dalam reaktor
5. Menambahkan molases/gula: menambahkan molases sebanyak 0,5 liter ke dalam reaktor, atau bisa digantikan menggunakan gula pasir/gula aren sebanyak 500 gram.
6. Mengaduk bahan-bahan tersebut hingga merata: Mengaduk bahan-bahan yang sudah dimasukkan ke dalam reaktor agar tercampur rata.
7. Menutup reaktor dan membiarkan proses fermentasi terjadi secara anaerob: Tutup reaktor dipasang selang yang digunakan untuk mengalirkan gas hasil fermentasi keluar dari reaktor.
8. Melakukan proses fermentasi dengan waktu sesuai variabel, lalu membuka reaktor, dan menyaring bahan-bahan sehingga mendapatkan cairan saja.
9. Melakukan metode yang sama untuk variabel-variabel yang telah ditentukan: Variabel komposisi bahan campuran Air Kelapa dan Air Cucian Beras 1:0 dan 0:1, serta variabel waktu fermentasi 7 dan 14 hari.

**III.5.3 Prosedur Analisis****III.5.3.1 Analisis Kadar N (SNI 19-7030-2004)**

- a. Penentuan N-Organik
 1. Menimbang teliti 0,25 g sampel dimasukan kedalam labu kjeldahl.
 2. Menambah 0,25 g selenium mixture dan 3 mL H_2SO_4 pa, mengocok hingga campuran merata dan membiarkan 2 jam supaya diperarang.
 3. Mendestruksi sampai sempurna dengan suhu bertahap 150°C hingga akhirnya suhu maksimum 350°C dan diperoleh cairan jernih (3 jam).
 4. Setelah dingin, mengencerkan dengan sedikit aquades agar tidak mengkristal.
 5. Memindah larutan secara kuantitatif ke dalam labu didih destilator volume 250 mL, menambah aquades hingga setengah volume labu didih dan sedikit batu didih.
 6. Menambah 10 mL NaOH 40%.
 7. Menyiapkan penampung destilat yaitu 10 mL asam borat 1% dalam erlenmeyer 100 mL yang ditambah dengan 3 tetes indikator conway, dan dihentikan ketika cairan dalam erlenmeyer sudah mencapai sekitar 75 mL.
 8. Menitrasi distilat dengan H_2SO_4 0,05 N hingga titik akhir (warna larutan berubah dari warna hijau menjadi merah muda) mL titran ini dinamakan A mL, kemudian dilakukan hal yang sama pada penetapan blanko mL, titran ini disebut A1 mL.
- b. Penentuan N- NH_4
 1. Menimbang teliti 1 g sampel, memasukan ke dalam labu didih destilator, menambah sedikit batu didih, 0,5 mL parafin cair, dan 10 mL aquades. Blangko adalah 100 mL aquades ditambah batu didih dan parafin cair.



2. Menyiapkan penampung destilat yaitu 10 mL asam borat 1% dalam erlenmeyer 100 mL yang ditambah 3 tetes indikator conway.
 3. Mendestilasi dengan menambahkan 10 mL NaOH 40%. Destilasi selesai bila volume cairan dalam erlenmeyer sudah mencapai 75 mL.
 4. Mentitrasi destilat dengan larutan baku H_2SO_4 0,05N hingga titik akhir (warna larutan berubah dari hijau menjadi merah jambu) mL titran ini disebut B mL, kemudian dilakukan hal yang sama pada blanko mL titran ini disebut B1 mL.
- c. Penentuan N- NO_3
1. Sisa penetapan N- NH_4 dibiarkan dingin lalu ditambah aquades (termasuk blanko) hingga volume semula.
 2. Menyiapkan penampung destilat yaitu 10 mL asam borat 1% dalam erlenmeyer 100 mL yang ditambah dengan 3 tetes indikator conway.
 3. Mendestilasi dengan menambahkan 2 g devarda alloy. Destilasi dimulai tanpa pemanasan agar buih tidak meluap setelah buih hampir habis pemanasan dimulai dari suhu rendah setelah mendidih suhu dinaikan menjadi normal. Destilasi selesai setelah cairan mencapai 75 mL.
 4. Mentitrasi distilat dengan larutan baku H_2SO_4 0,05N hingga titik akhir (warna larutan berubah dari hijau menjadi merah muda) mL titran ini dinamakan C mL, kemudian dilakukan juga pada blanko mL titran ini disebut C1 mL.

Perhitungan:

Kadar N (%) = $(A \text{ mL} - A1 \text{ mL}) \times 0,05 \times 14 \times 100/\text{mg}$
contoh $\times \text{fk}$

Kadar N- NH_4 (%) = $(B \text{ mL} - B1 \text{ mL}) \times 0,05 \times 14 \times$
 $100/\text{mg}$ contoh $\times \text{fk}$



$$\text{Kadar N-NO}_3(\%) = (C \text{ mL} - C1 \text{ mL}) \times 0,05 \times 14 \times 100/\text{mg contoh} \times \text{fk}$$

$$\text{Kadar N-organik}(\%) = (\text{kadar N-organik dan N-NH}_4) - \text{kadar N-NH}_4$$

$$\text{Kadar N total}(\%) = \text{kadar N-organik} + \text{N-NH}_4 + \text{N-NO}_3$$

Keterangan:

A mL: mL titran untuk contoh (N-organik dan N-NH₄)

A1 mL: mL titran untuk blanko (N-organik dan N-NH₄)

B mL: mL titran untuk contoh (N-NH₄)

B1 mL: mL titran untuk blanko (N-NH₄)

C mL: mL titran untuk contoh (N-NO₃)

C1 mL: mL titran untuk blanko (N-NO₃)

14: bobot setara N

fk: faktor koreksi kadar air = $100 / (100 - \% \text{ kadar air})$

III.5.3.2 Analisis Kadar P

a. Preparasi Sampel

1. Menimbang 0,5 g sampel memasukan kedalam labu Kjeldahl,
2. Menambah 5 mL HNO₃ dan 0,5 mL HClO₄, mengocok-kocok dan membiarkan semalam.
3. Memanaskan mulai dengan suhu 100°C, setelah uap kuning habis suhu dinaikkan hingga 200°C.
4. Destruksi diakhiri bila sudah keluar uap putih dan cairan dalam labu tersisa sekitar 0,5 mL didinginkan dan diencerkan dengan aquades dan volume ditepatkan menjadi 50 mL.
5. Mengocok hingga homogen dan membiarkan semalam atau menyaring dengan kertas saring W-41 agar mendapat ekstrak jernih (ekstrak A).

b. Pembuatan Pereaksi Pembangkit Warna

1. Pereaksi pekat; Menimbang sebanyak 12 g (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O. Menambahkan 0,275 g kalium antimonitrat. Menambahkan 140 mL H₂SO₄ pa,



- kemudian mengencerkan dengan aquades hingga 1000 mL.
2. Pereaksi encer; Menimbang 0,53 g asam askorbat. Menambah 50 mL pereaksi pekat dijadikan 500 mL dengan air bebas ion.
- c. Pembuatan Larutan Standar P
1. Larutan standar Fosfor dari larutan standar Fosfor 50 ppm dibuat variasi 2; 4; 6; 8 dan 10 ppm.
 2. Sebanyak 2; 4; 6; 8 dan 10 mL larutan standar 50 ppm dimasukkan dalam labu ukur 50 mL dan ditambah aquades sampai tanda batas.
- d. Penentuan Panjang Gelombang maksimal
1. Memasukkan sebanyak 1 mL larutan standar fosfor 8 ppm ke dalam labu ukur 10 mL kemudian menambahkan larutan pereaksi 9 mL hingga tanda batas
 2. Mendiamkan selama 15 menit.
 3. Memasukkan larutan kedalam kuvet UV-Vis dan mengukur absorbansinya pada panjang gelombang antara 650-50 nm.
- e. Pembuatan kurva kalibrasi
1. Menyiapkan 7 buah labu ukur 25 mL
 2. Mengisi labu nomor 1 dengan blanko, dan labu 2 sampai 7 dengan larutan standar fosfor 2; 4; 6; 8; dan 10 ppm, masing-masing sebanyak 1 mL.
 3. Menambah pereaksi sebanyak 9 mL setelah itu mendiamkan selama 15 menit.
 4. Memasukan larutan ke dalam kuvet dan mengukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimal.
- f. Penetapan kadar P pada sampel



1. Mengambil 1 mL ekstrak A dan memasukkan ke dalam labu ukur 25 mL kemudian ditambah aquades hingga tanda batas kemudian dikocok sampai homogen (ekstrak B).
2. Memipet 1 mL ekstrak B ke dalam labu ukur volume 25 mL, begitupun masing-masing deret standar P ditambah 9 mL pereaksi pembangkit warna ke dalam setiap contoh dan deret standar, dikocok hingga homogen.
3. Membiarkan 15 menit, lalu mengukur dengan UV-Vis pada panjang gelombang 713 nm.

Perhitungan:

$$\text{Kadar P (\%)} = \text{ppm kurva} \times \text{mL ekstrak} / 1000 \text{ mL} \times 100 / \text{mg contoh} \times \text{fp} \times 31 / 95 \times \text{fk}$$

Keterangan:

Ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan

antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah dikurangi blanko

fk = faktor koreksi kadar air = $100 / (100 - \% \text{ kadarair})$

fp = faktor pengenceran

100 = faktor konversi ke %

31 = bobot atom P

95 = bobot molekul PO_4

III.5.3.3 Analisis Kadar K

a. Pembuatan Larutan Standar K

1. Larutan standar K dari larutan standar kalium 20 ppm dibuat larutan standar dengan variasi 2; 4; 6; 8; 10 ppm.
2. Dengan cara mengambil sebanyak 1; 2; 3; 4 dan 5 mL larutan standar kemudian dimasukkan ke dalam



labu ukur 10 mL ditambah aquades hingga tanda batas.

b. Pembuatan Kurva Kalibrasi

1. Larutan yang telah dibuat diukur absorbansinya dengan menggunakan SSA kemudian diplotkan kedalam grafik sehingga diperoleh kurva kalibrasi kalium.

c. Penetapan kadar K dalam sampel

1. Menimbang 0,5 g contoh kedalam labu Kjeldahl, ditambah 5 mL HNO_3 pa dan 0,5 mL HClO_4 pa.
2. Mengocok-kocok dan membiarkan semalam.
3. Memanaskan mulai dengan suhu 100°C , setelah uap kuning habis suhu dinaikkan 200°C .
4. Destruksi diakhiri bila sudah keluar uap putih dan cairan dalam labu tersisa 0,5 mL.
5. Mendinginkan dan mengencerkan dengan H_2O dan menepatkan volume menjadi 50 mL.
6. Mengocok hingga homogen dan membiarkan semalam atau menyaring dengan kertas saring W-41 agar mendapat ekstrak jernih (ekstrak A).
7. Memipet 1 mL ekstrak A dan memasukkan ke dalam labu ukur 25 mL
8. Menambah aquades hingga tanda batas, kemudian mengocok sampai homogen (ekstrak B).
9. Mengukur K dengan menggunakan SSA dengan deret standar sebagai pembandin

Perhitungan:

Kadar K (%) = $\text{ppm kurva} \times \text{mL ekstrak} / 1000 \text{ mL} \times 100/\text{mg contoh} \times \text{fk}$

Keterangan:

Ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva regresi hubungan

antara kadar deret standar dengan pembacaannya setelah



dikurangi blanko

fk = faktor koreksi kadar air = $100 / (100 - \% \text{ kadar air})$

100 = faktor konversi ke %

BAB IV

HASIL PERCOBAAN, ANALISA, DAN PEMBAHASAN

IV.1 HASIL PERCOBAAN DAN PERHITUNGAN

Percobaan pembuatan pupuk organik cair dilakukan menggunakan bahan berupa Bonggol Pisang, Air Kelapa, Air Leri, Starter bakteri dan Gula. Bahan-bahan tersebut kemudian dicampurkan, dan dimasukkan dengan jumlah Air Kelapa 900 ml, Air Cucian Beras 900 ml, gula 180 gr, starter bakteri (EM4) 180 ml, dan Bonggol Pisang sesuai variabel ke dalam tangki fermentor dan difermentasi selama 7 hari. Selanjutnya setelah waktu fermentasi tercapai, cairan dengan padatan dipisahkan menggunakan cara penyaringan (filtrasi). Pengujian yang dilakukan pada percobaan ini antara lain uji fisik, dan kadar N, P, serta K.

Percobaan dilakukan menggunakan variabel sebagai berikut:

1. Dengan penambahan starter (EM4), perbandingan bahan Bonggol Pisang dan Cairan (Air Cucian Beras dan Air Kelapa) 1:3, 2:3, dan 3:3
2. Tanpa penambahan starter (EM4), perbandingan bahan Bonggol Pisang dan Cairan (Air Cucian Beras dan Air Kelapa) 1:3, 2:3, dan 3:3

Hasil Percobaan dan Analisis disajikan dalam tabel-tabel berikut:

**Tabel IV.1** Hasil Pupuk Organik Cair yang Didapatkan

Variabel		Bahan					Hasil	
Starter	Perbandingan Bahan	Bonggol Pisang (gr)	Cairan (Air Leri : Air Kelapa) (ml)	Gula (gr)	Air (gr)	Starter (EM4) (ml)	Padatan/ Ampas (gr)	Cairan/ Pupuk (ml)
Tanpa penambahan	1:3	600	1800	180	180	0	511	2100
	2:3	1200	1800	180	180	0	929	2390
	3:3	1800	1800	180	180	0	776	2950
Dengan Penambahan	1:3	600	1800	180	180	180	202	2650
	2:3	1200	1800	180	180	180	436	2580
	3:3	1800	1800	180	180	180	541,5	3418

Tabel IV.2 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Cair
 (Peraturan Menteri Pertanian No.
 70/Permentan/SR.140/10/2011)

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	pH		4-9
2	N	ppm	30000-60000
3	P ₂ O ₅	ppm	30000-60000
4	K ₂ O	ppm	30000-60000

**Tabel IV.3** Hasil Uji Fisik Pupuk Organik Cair

Variabel		Warna	Bau
Starter	Perbandingan Bahan		
Tanpa penambahan	1:3	Kuning kecokelatan	Bau menyengat seperti buah busuk
	2:3	Cokelat	Bau menyengat seperti buah busuk
	3:3	Cokelat Terang	Bau menyengat seperti tape busuk
Dengan Penambahan	1:3	Kuning kecokelatan gelap	Bau menyengat seperti buah busuk
	2:3	Kuning kecokelatan	Bau menyengat seperti buah busuk
	3:3	Kuning kecokelatan	Bau menyengat seperti buah busuk

Tabel IV.4 Hasil Analisa pH Pupuk Organik Cair

Variabel		pH Awal	pH Akhir
Starter	Perbandingan Bahan		
Tanpa penambahan	1:3	5	4
	2:3	6	4
	3:3	5	5
Dengan Penambahan	1:3	6	4
	2:3	7	4
	3:3	5	4

**Tabel IV.5** Hasil Analisa Suhu Pupuk Organik Cair

Variabel		T Awal	T Akhir
Starter	Perbandingan Bahan		
Tanpa penambahan	1:3	28	30
	2:3	29	29
	3:3	29	29,5
Dengan Penambahan	1:3	31	29
	2:3	31	27
	3:3	30	30

Tabel IV.6 Hasil Analisa NPK Bahan untuk Pembuatan Pupuk Organik Cair

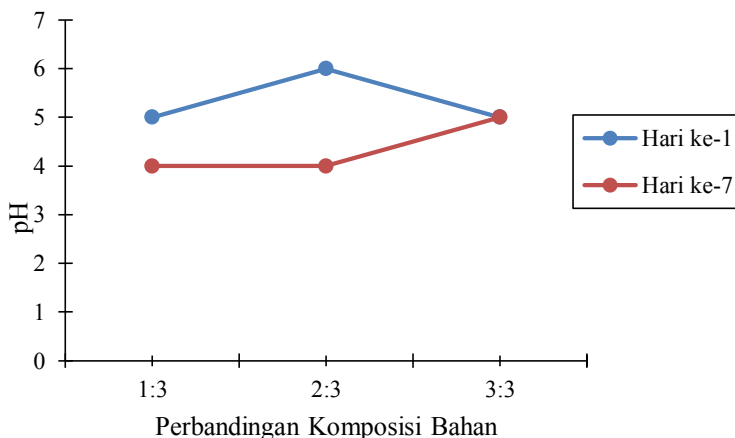
Bahan	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)
Bonggol Pisang	7740	4730	123940
Cairan (Air Cucian Beras + Air Kelapa)	81.33	58.21	1400

**Tabel IV.7** Hasil Analisa NPK Pupuk Organik Cair

Variabel		N (ppm)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)
Starter	Perbandingan Bahan			
Tanpa penambahan	1:3	98.06	141.11	1606.44
	2:3	150.56	143.56	2410.26
	3:3	67.84	136.18	2651.28
Dengan Penambahan	1:3	84.93	139.46	2007.74
	2:3	90.85	155.88	2169.23
	3:3	101.41	233.84	2007.74
PERMENTAN No. 70/Permentan/SR.140/10/2011		30000 - 60000	30000 - 60000	30000 - 60000

IV.2 PEMBAHASAN

Proses fermentasi yang digunakan dalam pembuatan Pupuk Organik Cair ini adalah anaerob, yang merupakan proses fermentasi tanpa adanya oksigen. Menurut Purwarendra (2006), yang menandakan bahwa fermentasi telah berjalan adalah ketika telah timbul bercak-bercak putih pada permukaan cairan yang berwarna kuning kecokelatan dengan aroma khas yang menyengat. Hasil yang didapatkan pada percobaan seperti yang telah disajikan pada **Tabel IV.3** menunjukkan kesesuaian dengan literatur, sehingga dapat dipastikan bahwa proses fermentasi telah berjalan dan dihasilkan pupuk cair organik.



Grafik IV.1 Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap pH POC tanpa Penambahan Starter

Grafik IV.1 menunjukkan hasil analisa pH hari ke-1 dan 7 pada POC dengan perbandingan komposisi bahan 1:3, 2:3, dan 3:3 yakni 5 menjadi 4, 6 menjadi 4, dan 5.

Menurut Suriawiria (2003), nilai pH turun pada awal proses penguraian bahan organik karena adanya aktivitas bakteri seperti bakteri asam laktat, yang menghasilkan asam organik seperti asam laktat, asam asetat atau asam piruvat. Asam-asam organik ini berasal dari penguraian karbohidrat, protein dan lemak. Sehingga hasil analisa menunjukkan bahwa proses penguraian bahan organik terjadi selama percobaan berlangsung. Namun pada percobaan dengan variabel 3:3 tidak terjadi perubahan pH dari hari ke-1 hingga 7. Hal ini karena kekurangtelitian praktikan dalam melakukan pengukuran pH pada hari ke-1 ataupun ke-7.

Namun seharusnya, sesuai dengan standar nilai pH SNI pupuk organik 19-7030-2004, nilai pH akhir dari produk adalah 6,80-7,49. Selain itu, kenaikan pH ini seharusnya terjadi setelah

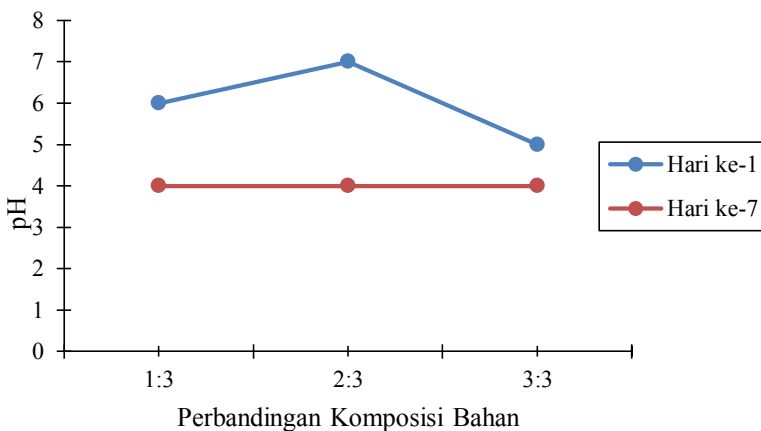


beberapa hari disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam pemecahan nitrogen organik menjadi amonia (*Jenie, 1993*).

Selain itu juga disebabkan oleh munculnya mikroorganisme lain dari bahan yang diuraikan seperti bakteri metana yang mampu memecah asam asetat menjadi gas metana, sehingga pH akan kembali meningkat. Mikroorganisme ini akan memanfaatkan asam-asam organik yang dihasilkan sehingga pH bahan akan kembali naik setelah beberapa hari (*Mulyadi, 1994*).

Sedang nilai pH akhir pada produk POC hasil percobaan adalah asam, antara 4-5. Hal ini diduga disebabkan oleh proses penguraian yang belum sempurna, sehingga proses seharusnya diteruskan melebihi 7 hari.

Pada percobaan yang dilakukan, komposisi bahan tidak berpengaruh pada perubahan pH akhir dari produk. Menurut Fitria (2008), perbedaan penurunan nilai pH tersebut disebabkan oleh perbedaan jumlah asam organik yang dihasilkan. Penurunan nilai pH disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang ditentukan oleh kondisi bahan yang diuraikan. Keterbatasan unsur akan menyebabkan aktivitas mikroorganisme yang rendah pula. Ketidaksesuaian ini dapat disebabkan karena kekurangtelitian praktikan dalam melakukan pengukuran nilai pH ketika percobaan.



**Grafik IV.2** Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap pH POC dengan Penambahan Starter

Grafik IV.1 menunjukkan hasil analisa pH hari ke-1 dan 7 pada POC dengan perbandingan komposisi bahan 1:3, 2:3, dan 3:3 yakni 6 menjadi 4, 7 menjadi 4, dan 5 menjadi 4.

Menurut Suriawiria (2003), nilai pH turun pada awal proses penguraian bahan organik karena adanya aktivitas bakteri seperti bakteri asam laktat, yang menghasilkan asam organik seperti asam laktat, asam asetat atau asam piruvat. Asam-asam organik ini berasal dari penguraian karbohidrat, protein dan lemak. Sehingga hasil analisa menunjukkan bahwa proses penguraian bahan organik terjadi selama percobaan berlangsung.

Namun seharusnya, sesuai dengan standar nilai pH SNI pupuk organik 19-7030-2004, nilai pH akhir dari produk adalah 6,80-7,49. Selain itu, kenaikan pH ini seharusnya terjadi setelah beberapa hari disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam pemecahan nitrogen organik menjadi amonia (*Jenie, 1993*).

Selain itu juga disebabkan oleh munculnya mikroorganisme lain dari bahan yang diuraikan seperti bakteri metana yang mampu memecah asam asetat menjadi gas metana, sehingga pH akan kembali meningkat. Mikroorganisme ini akan memanfaatkan asam-asam organik yang dihasilkan sehingga pH bahan akan kembali naik setelah beberapa hari (*Mulyadi, 1994*).

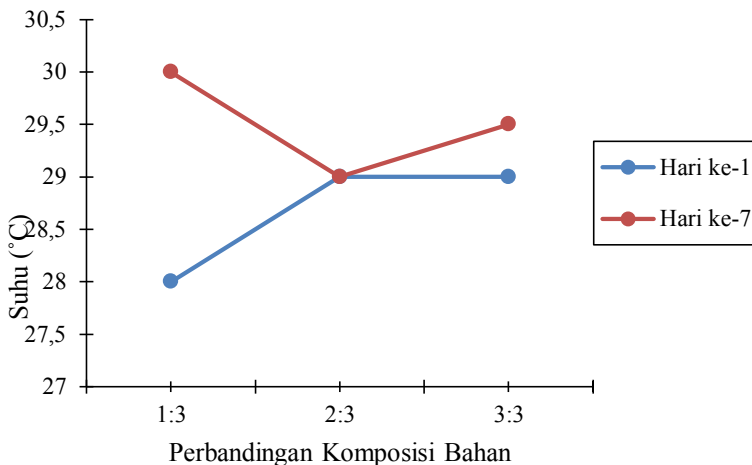
Sedang nilai pH akhir pada produk POC hasil percobaan adalah asam (4). Hal ini diduga disebabkan oleh proses penguraian yang belum sempurna, sehingga proses seharusnya diteruskan melebihi 7 hari.

Pada percobaan yang dilakukan, komposisi bahan tidak berpengaruh pada perubahan pH akhir dari produk. Menurut Fitria (2008), perbedaan penurunan nilai pH tersebut disebabkan oleh perbedaan jumlah asam organik yang dihasilkan. Penurunan nilai pH disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang ditentukan oleh kondisi bahan yang diuraikan, dimana keterbatasan unsur akan menyebabkan aktivitas mikroorganisme yang rendah pula. Ketidaksesuaian ini diduga karena



kekurangtelitian praktikan dalam melakukan pengukuran nilai pH ketika percobaan.

Penambahan starter bakteri juga seharusnya memiliki pengaruh pada perubahan pH. Sedangkan hasil percobaan yang ditunjukkan pada **grafik IV.1** dan **IV.2**, yakni antara POC tanpa starter dan menggunakan starter menunjukkan nilai yang sama. Menurut Fitria (2008), penambahan inokulan bakteri akan menyebabkan proses penguraian bahan organik menghasilkan asam organik akan berlangsung lebih cepat. Terbentuknya asam-asam organik tersebut diduga merupakan hasil dari penguraian bahan organik oleh mikroorganisme yang terdapat dalam EM4 terutama oleh bakteri *Lactobacillus* sp. Sehingga ketidaksesuaian diduga karena kekurangtelitian dalam melakukan pengukuran pH.



Grafik IV.3 Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap Suhu POC tanpa Penambahan Starter

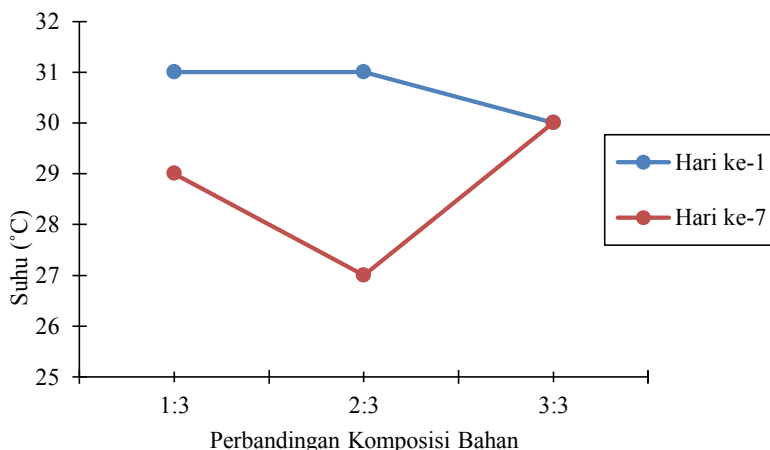
Grafik IV.3 menunjukkan hasil analisa suhu pada hari ke-1 dan hari ke-7 pada POC dengan perbandingan bahan 1:3, 2:3,



dan, 3:3 tanpa penambahan starter sebesar 28 dan 30 °C, 29 °C, 29 dan 29,5 °C.

Menurut Sutedjo dan Mulyani (1991) suhu mempunyai pengaruh baik karena mampu menurunkan patogen (mikroba atau gulma) yang berbahaya. Jika suhu dalam proses pembuatan pupuk cair hanya berkisar kurang dari 20 °C maka pupuk organik cair dinyatakan gagal, sehingga perlu diulang kembali.

Variabel komposisi bahan tidak berpengaruh signifikan pada hasil POC, karena proses yang terjadi selama pembuatan pupuk organik cair adalah sama. Pupuk organik cair yang telah dihasilkan memiliki nilai suhu yang telah sesuai dengan standar SNI pupuk organik 19-7030-2004, yakni berkisar antara 26-30 °C



Grafik IV.4 Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap Suhu POC tanpa Penambahan Starter

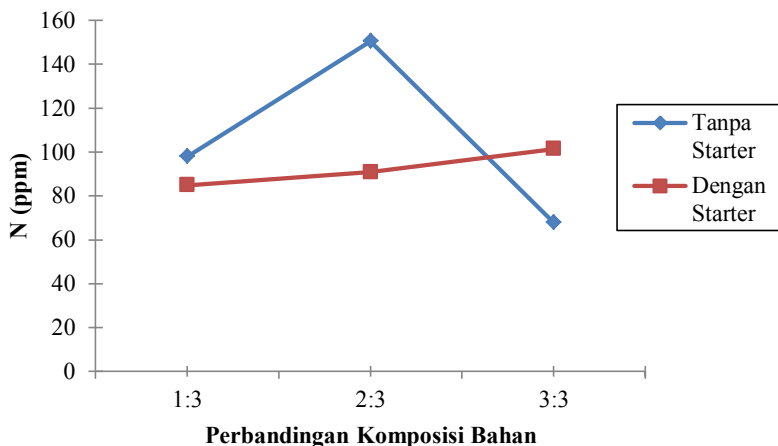
Grafik IV.3 menunjukkan hasil analisa suhu pada hari ke-1 dan hari ke-7 pada POC dengan perbandingan bahan 1:3, 2:3, dan, 3:3 dengan penambahan starter bernilai fluktuatif, sebesar 31 dan 29 °C, 31 dan 27 °C, serta 30 °C.



Menurut Sutedjo dan Mulyani (1991) suhu mempunyai pengaruh baik karena mampu menurunkan patogen (mikroba atau gulma) yang berbahaya. Jika suhu dalam proses pembuatan pupuk cair hanya berkisar kurang dari 20 °C maka pupuk organik cair dinyatakan gagal, sehingga perlu diulang kembali.

Variabel komposisi bahan tidak berpengaruh signifikan pada hasil POC, karena proses yang terjadi selama pembuatan pupuk organik cair adalah sama. Pupuk organik cair yang telah dihasilkan memiliki nilai suhu yang telah sesuai dengan standar SNI pupuk organik 19-7030-2004, yakni berkisar antara 26-30 °C.

Penambahan Starter tidak mempengaruhi perbedaan suhu secara signifikan, hal ini dikarenakan proses yang terjadi selama pembuatan pupuk organik cair adalah sama.



Grafik IV.5 Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap Kandungan Nitrogen Produk POC

Grafik IV.5 menunjukkan hasil analisa kandungan Nitrogen (N) Produk POC pada perbandingan bahan 1:3, 2:3, dan, 3:3 tanpa penambahan starter bernilai 98.06, 150.56, dan 67.84 ppm. Sedangkan produk POC pada perbandingan bahan 1:3, 2:3,



dan 3:3 dengan penambahan starter memiliki kandungan N sebesar 84.93, 90.85, dan 101.41 ppm.

Pada grafik di atas, produk POC tanpa penambahan starter memiliki nilai kandungan Nitrogen yang fluktuatif, terdapat penurunan dari variabel 2:3 menuju 3:3, yakni dari 150.56 ppm menjadi 67.84 ppm. Seharusnya produksi N pada pupuk dengan variabel komposisi 3:3 akan lebih besar, karena Bonggol Pisang yang diuraikan pada variabel tersebut lebih banyak jumlahnya. Hal ini berkaitan dengan sumber bahan organik yang semakin besar jumlahnya, maka seharusnya produk dari penguraian bahan organik tersebut juga akan semakin besar. Menurut Aminah (2003), mikroorganisme akan mengikat nitrogen tetapi tergantung pada ketersediaan karbon. Apabila ketersediaan karbon terbatas (C/N terlalu rendah) tidak cukup senyawa sebagai sumber energi yang dapat dimanfaatkan mikroorganisme untuk mengikat nitrogen bebas. Ketersediaan karbon disuplai oleh Bonggol Pisang yang ditambahkan. Seperti yang ditunjukkan oleh grafik nilai Nitrogen pada POC yang ditambahkan starter, semakin besar jumlah Bonggol Pisang yang ditambahkan nilai Nitrogen pada produk juga semakin besar.

Fluktuasi ini dapat disebabkan karena kurang terjaganya kondisi tangki fermentor saat proses fermentasi atau penguraian berlangsung. Menurut Notohadiprawiro (1999), laju penguraian bahan organik ditentukan oleh faktor bahan organik itu sendiri dan faktor luar (lingkungan). Faktor lingkungan bertindak lewat pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme. Faktor lingkungan yang terutama berpengaruh ialah suhu, nilai C/N, dan pH.

Selanjutnya, apabila membandingkan antara nilai Nitrogen yang terkandung di dalam produk POC tanpa penambahan starter dan dengan penambahan starter, kandungan Nitrogen yang paling besar terdapat pada POC tanpa penambahan starter. Sejak pada variabel 1:3 hingga 2:3, POC tanpa starter mengandung Nitrogen yang lebih besar, yakni 98.06 dan 150.56 ppm, kecuali pada variabel 3:3 tanpa starter yang terjadi

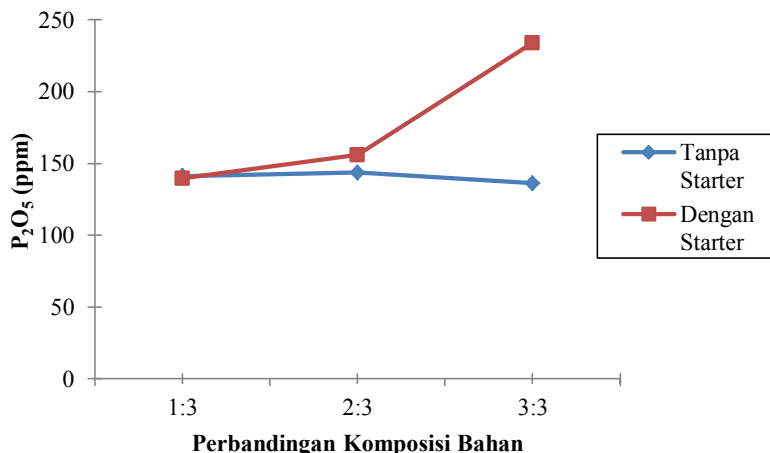


penurunan. Seharusnya penambahan starter atau aktivator akan mempengaruhi kandungan Nitrogen pada produk menjadi lebih baik karena aktivator, oleh Gaur (1983) yang diacu dalam Fitria (2008), didefinisikan sebagai bahan yang dapat mempercepat penguraian bahan organik. Ketidaksesuaian ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah terjadi perbedaan pre-treatment yang sempat dilakukan oleh praktikan, yakni pada bahan yang akan difermentasi menggunakan starter sempat praktikan cuci. Sedangkan bahan yang difermentasi tanpa starter tidak diberikan perlakuan pencucian. Pencucian dapat berpengaruh pada kandungan-kandungan hara yang dapat terlarut pada air seperti nitrogen dalam bentuk amonia. Selain itu pencucian juga dapat menghilangkan mikroorganisme dari tanah yang seharusnya terikut dalam bahan. Fenomena terlarutnya nitrogen dalam air yang ada di alam sering dijumpai pada salah satu penyebab terjadinya eutrofikasi. Eutrofikasi ini adalah fenomena air yang terlalu tinggi kandungan nitrogennya karena banyak residu nitrogen yang ada di tanah terikut air permukaan hingga sampai ke sungai, danau, dan sebagainya.

Kandungan Nitrogen dalam produk POC yang dihasilkan masih dalam kisaran 84.93 – 105.56 ppm. Kandungan ini masih jauh dari kisaran yang distandarkan ada pada POC melalui Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR. 140/10/2011 sebesar 30000 – 60000 ppm. Hal ini dapat dipengaruhi oleh proses penguraian bahan organik yang belum sempurna, seperti yang ditunjukkan oleh hasil analisa pH pada **Tabel IV.4**, bahwa pH pada akhir proses fermentasi berkisar antara 4 – 5. Menurut Suriawiria (2003), nilai pH turun pada awal proses penguraian bahan organik karena adanya aktivitas bakteri seperti bakteri asam laktat, yang menghasilkan asam organik seperti asam laktat, asam asetat atau asam piruvat. Asam-asam organik ini berasal dari penguraian karbohidrat, protein dan lemak. Lalu menurut Jenie dan Rahayu (1993), setelah beberapa hari akan terjadi peningkatan nilai pH. Nilai pH yang kembali meningkat dapat disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam pemecahan



nitrogen organik menjadi ammonia. pH yang masih tergolong asam pada saat praktikum tersebut menandakan bahwa saat waktu fermentasi mencapai 7 hari proses penguraian bahan organik masih belum selesai, sehingga perlu dilakukan lebih lama lagi. Hal ini juga dapat disebabkan oleh N yang terkandung dalam bahan juga belum mencukupi standar. Berdasarkan hasil analisa bahan yang disajikan pada **Tabel IV.6**, Bonggol Pisang mengandung Nitrogen sebanyak 7740 ppm.



Grafik IV.6 Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap Kandungan P_2O_5 Produk POC

Grafik IV.5 menunjukkan hasil analisa kandungan P_2O_5 dalam Produk POC pada perbandingan bahan 1:3, 2:3, dan, 3:3 tanpa penambahan starter bernilai 141.11, 143.56, dan 136.18 ppm. Sedangkan produk POC pada perbandingan bahan 1:3, 2:3, dan 3:3 dengan penambahan starter memiliki kandungan P_2O_5 sebesar 139.46, 155.88, dan 233.84 ppm.

Kandungan P_2O_5 pada POC tanpa starter mengalami

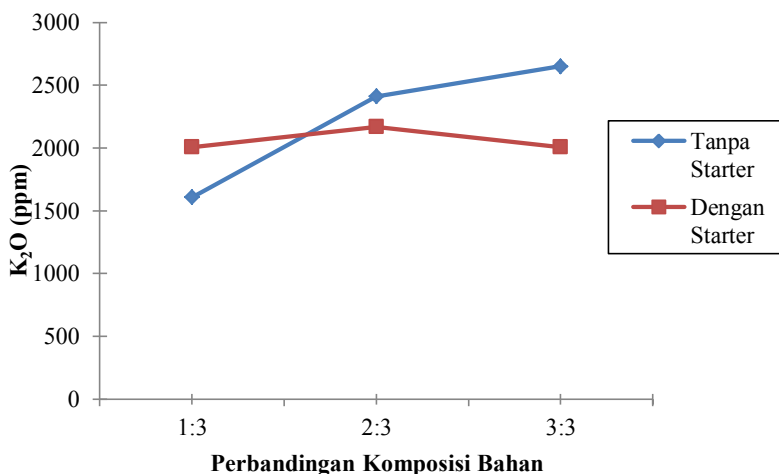


fluktuasi meskipun nilainya tidak berbeda jauh. Justru kandungan P_2O_5 pada POC tanpa starter cenderung tetap. Perbandingan komposisi bahan tidak memberikan perubahan yang signifikan. Sedikitnya perubahan kandungan P_2O_5 pada POC tanpa starter yang dihasilkan dapat disebabkan karena kurangnya bakteri pengurai P, sehingga banyak P yang tersisa dalam padatan. P_2O_5 yang terkandung dalam produk hanyalah kandungan P yang sebelumnya ada pada bahan cairan, yakni campuran Air Cucian Beras dan Air Kelapa. Hal ini mengacu pada literatur yang dituliskan oleh *Manure Management Technology Development Team* (2007), fermentasi memberikan dampak yang kecil pada kandungan P, kecuali memproses P terlarut pada bahan menggunakan bakteri yang berperan melakukan proses fermentasi secara anaerobik. Seluruh P yang terkandung dalam bahan akan tetap tertinggal pada slurry digester. Menurut Jenie dan Rahayu (1993), Penanganan anaerobik fosfat akan mengalami likuifikasi (pencairan) bahan organik dan senyawa Fosfor anorganik akan dilepaskan dari senyawa organik. Hasil dari unit anaerobik mengandung senyawa Fosfor terlarut dalam konsentrasi kecil. Hidrolisis fosfat yang terkondensasi menjadi ortofosfat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan konsentrasi mikroba. Hal ini dibuktikan dengan hasil analisa P_2O_5 pada POC yang ditambahkan starter. Kandungan P_2O_5 meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah bonggol yang digunakan. Lalu, meningkat secara drastis pada variabel perbandingan 3:3 yang menandakan bahwa fermentasi menggunakan starter berhasil menguraikan P yang ada pada Bonggol Pisang. Peningkatan kandungan P_2O_5 juga dikarenakan bertambahnya jumlah Bonggol Pisang sebagai sumber Fosfor. Hasil optimum kandungan P_2O_5 didapat pada POC dengan penambahan starter variabel 3:3, yakni sebesar 233.84 ppm.

Kandungan P_2O_5 dalam produk POC yang dihasilkan masih dalam kisaran 139.46 – 233.84 ppm. Kandungan ini masih jauh dari kisaran yang distandarkan ada pada POC melalui Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR. 140/10/2011



sebesar 30000 – 60000 ppm. Hal ini dapat dipengaruhi oleh proses penguraian bahan organik yang belum sempurna, seperti yang ditunjukkan oleh hasil analisa pH pada **Tabel IV.4**, bahwa pH pada akhir proses fermentasi berkisar antara 4 – 5. Menurut Suriawiria (2003), nilai pH turun pada awal proses penguraian bahan organik karena adanya aktivitas bakteri seperti bakteri asam laktat, yang menghasilkan asam organik seperti asam laktat, asam asetat atau asam piruvat. Asam-asam organik ini berasal dari penguraian karbohidrat, protein dan lemak. Lalu menurut Jenie dan Rahayu (1993), setelah beberapa hari akan terjadi peningkatan nilai pH. Nilai pH yang kembali meningkat dapat disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam pemecahan nitrogen organik menjadi ammonia. pH yang masih tergolong asam pada saat praktikum tersebut menandakan bahwa saat waktu fermentasi mencapai 7 hari proses penguraian bahan organik masih belum selesai, sehingga perlu dilakukan lebih lama lagi.



Grafik IV.7 Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan terhadap Kandungan K₂O Produk POC

Grafik IV.5 menunjukkan hasil analisa kandungan K₂O dalam Produk POC pada perbandingan bahan 1:3, 2:3, dan, 3:3



tanpa penambahan starter bernilai 1606.44, 2410.26, dan 2651.28 ppm. Sedangkan produk POC pada perbandingan bahan 1:3, 2:3, dan 3:3 dengan penambahan starter memiliki kandungan K_2O sebesar 2007.74, 2169.23, dan 2007.74 ppm.

Pada grafik, ditunjukkan bahwa kandungan K_2O pada POC tanpa starter meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah Bonggol Pisang yang digunakan. Peningkatan ini disebabkan karena bertambahnya pisang membuat sumber K juga bertambah sehingga kandungan K_2O dalam produk juga meningkat. Namun pada POC yang menggunakan starter, kandungan K_2O lebih sedikit dibandingkan dengan POC yang tidak menggunakan starter dan justru cenderung tidak berubah secara signifikan sejalan dengan bertambahnya jumlah Bonggol Pisang yang digunakan, Seharusnya menurut Donahue (1970) yang diacu dalam Fitria (2008), penambahan aktivator/starter (EM4) akan meningkatkan kandungan K_2O disebabkan oleh terbentuknya asam organik selama proses penguraian pada pupuk lebih banyak dan akan menyebabkan daya larut unsur-unsur hara seperti Ca, P dan K menjadi lebih tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena proses penguraian bahan organik menggunakan mikroorganisme akan mengurangi kandungan K_2O pupuk organik cair. Seperti yang dinyatakan oleh Fitria (2008), penurunan kandungan K_2O diduga disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Mikroorganisme selain merombak Kalium juga menggunakan Kalium untuk aktivitas metabolisme hidupnya. Sehingga, meskipun seharusnya kandungan K_2O meningkat karena adanya produksi asam-asam organik oleh mikroorganisme yang menyebabkan kelarutan K^+ meningkat, Kalium yang dirombak juga digunakan lagi untuk aktivitas metabolisme hidup dari mikroorganisme tersebut. Hasil optimum kandungan K_2O didapat pada POC tanpa penambahan starter variabel 3:3, yakni sebesar 2651.28 ppm.

Kandungan K_2O dalam produk POC yang dihasilkan masih dalam kisaran 1606.44 – 2651.28 ppm. Kandungan ini masih jauh dari kisaran yang distandarkan ada pada POC melalui



Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR. 140/10/2011 sebesar 30000 – 60000 ppm. Hal ini dapat dipengaruhi oleh proses penguraian bahan organik yang belum sempurna, seperti yang ditunjukkan oleh hasil analisa pH pada **Tabel IV.4**, bahwa pH pada akhir proses fermentasi berkisar antara 4 – 5. Menurut Suriawiria (2003), nilai pH turun pada awal proses penguraian bahan organik karena adanya aktivitas bakteri seperti bakteri asam laktat, yang menghasilkan asam organik seperti asam laktat, asam asetat atau asam piruvat. Asam-asam organik ini berasal dari penguraian karbohidrat, protein dan lemak. Lalu menurut Jenie dan Rahayu (1993), setelah beberapa hari akan terjadi peningkatan nilai pH. Nilai pH yang kembali meningkat dapat disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dalam pemecahan nitrogen organik menjadi ammonia. pH yang masih tergolong asam pada saat praktikum tersebut menandakan bahwa saat waktu fermentasi mencapai 7 hari proses penguraian bahan organik masih belum selesai, sehingga perlu dilakukan lebih lama lagi.

BAB V

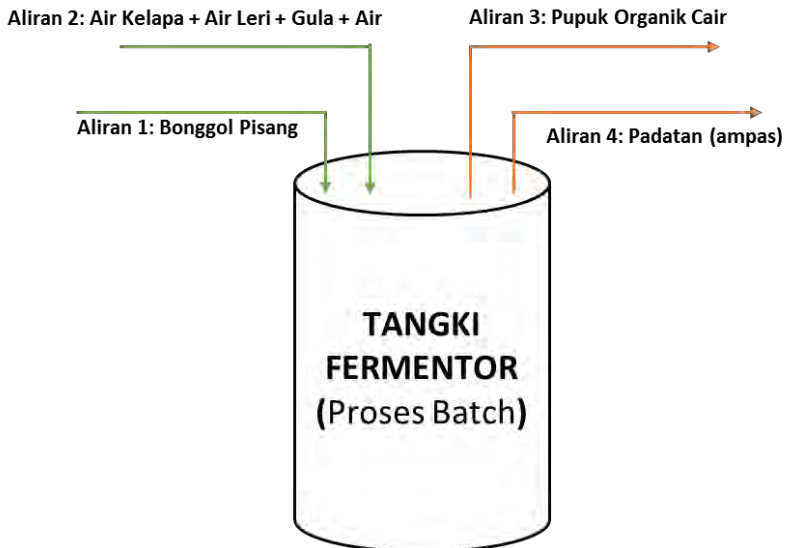
NERACA MASSA

V.1 Neraca Massa

Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Bonggol Pisang yang dicampurkan dengan Air Kelapa, Air Cucian Beras, Gula dan Air pada salah satu Tangki Fermentor.

Bahan Baku: Basis 122.04 gram Bonggol Pisang Kering

- Bonggol Pisang : 1800 gram (basah, 93.22% Kadar Air) = 122.04 gram (kering, 6.78% Kadar Air)
- Gula : 180 gram
- Air : 180 gram
- Air Kelapa + Air Cucian Beras (1:1) : 1800 gram



Gambar V.1 Diagram Proses Fermentasi Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Bonggol Pisang



Gambar V.2 Diagram Aliran Bahan Proses Fermentasi Pembuatan POC

Tabel V.1 Neraca Massa Overall Tangki Fermentor

MASUK		KELUAR	
Komponen Masuk	Massa Komponen (g)	Komponen Keluar	Massa Komponen (g)
ALIRAN 1		ALIRAN 3	
Bonggol Pisang	122.04	Pupuk Organik Cair	3418
TOTAL ALIRAN 1	122	TOTAL ALIRAN 3	3418
ALIRAN 2		ALIRAN 4	
Cairan (Air Kelapa + Air Cucian Beras)	1800		
Gula	180	TOTAL ALIRAN 3	541.5
Air	180		
TOTAL ALIRAN 2	2160	Pengurangan Massa Air*	1677.96
TOTAL MASUK	2282	TOTAL KELUAR	2282

Neraca Massa Overall Proses Fermentasi:

$$M_1 + M_2 = M_3 + M_4$$

$$M_2 = M_{\text{Cairan}} + M_{\text{Air}} + M_{\text{Gula}}$$

$$M_1 + (M_{\text{Cairan}} + M_{\text{Air}} + M_{\text{Gula}}) = M_3 + M_4$$



Perhitungan Neraca Massa Overall:

$$122.04 \text{ g} + (1800 \text{ g} + 180 \text{ g} + 180 \text{ g}) = 3418 \text{ g} + 541.5 \text{ g} - (93.22\% \times 1800 \text{ g})$$

$$122.04 \text{ g} + 2160 \text{ g} = 3418 \text{ g} + 541.5 \text{ g} - 1677.96 \text{ g}$$

MASUK				KELUAR			
Komp onen Masuk	Kad ar (%)	Massa Masuk (g)	Massa Komp onen (g)	Kompo nen Keluar	Kadar (%)	Massa Keluar (g)	Massa Komp onen (g)
ALIRAN 1				ALIRAN 3			
Air	6.78	122.04	8.274	Air	94.985	3418	3246.571
N	0.774		0.94459	N	0.01014		0.34662
P	0.473		0.5772492	P	0.01021		0.34898
K	12.394		15	K	0.1666		5.69439
Kandungan Lain	79.58		97.118	Kandungan Lain	4.83		165
TOTAL ALIRAN 1			122	TOTAL ALIRAN 3			3418
ALIRAN 2				ALIRAN 4			
Air	97.718	1800	1758.925	Air	70	541.5	378.5881
N	0.008133		0.146394	N	0.13746		0.7444
P	0.00582		0.1048	P	0.0615		0.333
K	0.14		2.52	K	2.20706		11.9512



Kandungan Lain	2.13		38.304	Kandungan Lain	28		149.883 2
Total			1800				
Glu kosa	100	180	180	TOTAL ALIRAN 3			541.5
Air	100	180	180				
TOTAL ALIRAN 2			2160	Pengurangan Massa Air*			1677.96
TOTAL MASUK			2282	TOTAL KELUAR			2282

Tabel V.2 Neraca Massa Komponen Tangki Fermentor

Catatan:

- Kadar N, P, dan K pada 'aliran masuk-keluar' didasarkan pada hasil analisis
- *Pengurangan kadar air sebanyak 93.22% dari berat Bonggol Pisang Basah dikarenakan hitungan neraca massa berbasis 'berat bahan bonggol pisang kering' sedangkan produk merupakan hasil dari penggunaan Bonggol Pisang Basah.

Perhitungan Neraca Massa Komponen:

- **Neraca Massa Air**

$$\begin{aligned}
 (M_1 \times \%Air_1) + ((M_{cairan} \times \%Air_{cairan}) + M_{Air}) \\
 = (M_3 \times \%Air_3) + (M_4 \times \%Air_4) \\
 - (M_1 \times \%Air_{(wb)1})
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} &122.04 \text{ gram} \times 6.78\% + (1800 \text{ gram} \times 97.718\% \\ &\quad + 180 \text{ gram}) \\ &= 3418 \text{ gram} \times 94.985\% \\ &\quad + 541.5 \text{ gram} \\ &\quad \times 70\% - 1677.96 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &8.274 \text{ gram} + 1758.925 \text{ gram} + 180 \text{ gram} \\ &= 3246.571 \text{ gram} \\ &\quad + 378.5881 \text{ gram} - 1677.96 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$1947.2 \text{ gram} = 1947.2 \text{ gram}$$

- **Neraca Massa N**

$$M_{\text{Nitrogen}1} + M_{\text{Nitrogen}2} = M_{\text{Nitrogen}3} + M_{\text{Nitrogen}4}$$

$$\begin{aligned} &(M_1 \times \%N_1) + (M_2 \times \%N_2) \\ &= (M_3 \times \%N_3) + (M_4 \times \%N_4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &122.04 \text{ gram} \times 0.774\% + 1800 \text{ gram} \\ &\quad \times 0.008133\% \\ &= 3418 \text{ gram} \times 0.010141\% \\ &\quad + 541.5 \text{ gram} \times 0.13746\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &0.94459 \text{ gram} + 0.146394 \text{ gram} \\ &= 0.34662 \text{ gram} + 0.7444 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$1.09 \text{ gram} = 1.09 \text{ gram}$$

- **Neraca Massa P**

$$M_{\text{Fosfor}1} + M_{\text{Fosfor}2} = M_{\text{Fosfor}3} + M_{\text{Fosfor}4}$$

$$\begin{aligned} &(M_1 \times \%P_1) + (M_2 \times \%P_2) \\ &= (M_3 \times \%P_3) + (M_4 \times \%P_4) \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 &122.04 \text{ gram} \times 0.473\% + 1800 \text{ gram} \\
 &\quad \times 0.008133\% \\
 &= 3418 \text{ gram} \times 0.01021\% \\
 &\quad + 541.5 \text{ gram} \times 0.06150\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0.5772492 \text{ gram} + 0.1048 \text{ gram} \\
 &= 0.34898 \text{ gram} + 0.333 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$0.68 \text{ gram} = 0.68 \text{ gram}$$

- **Neraca Massa K**

$$M_{\text{Kalium}1} + M_{\text{Kalium}2} = M_{\text{Kalium}3} + M_{\text{Kalium}4}$$

$$\begin{aligned}
 &(M_1 \times \%K_1) + (M_2 \times \%K_2) \\
 &= (M_3 \times \%K_3) + (M_4 \times \%K_4)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &122.04 \text{ gram} \times 12.394\% + 1800 \text{ gram} \times 0.14\% \\
 &= 3418 \text{ gram} \times 0.1666\% \\
 &\quad + 541.5 \text{ gram} \times 2.20706\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &15 \text{ gram} + 2.52 \text{ gram} \\
 &= 5.69439 \text{ gram} + 11.9512 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$17.646 \text{ gram} = 17.646 \text{ gram}$$

BAB VI NERACA PANAS

VI.1 Data *Heat Capacity*

Berikut ini data heat capacity pada komponen makro pupuk yang diuji

Tabel VI.1 Data Heat Capacity komponen Makro (Cal/gram.°C)

Komponen	Solid	Liquid
O	4,063	5,975
P	5,497	7,409
K	6,214	7,887
N	6,214	7,887

(metode : kopp's rule)

Tabel VI.2 Data Heat Capacity Air

T (°C)	Cal/gram.°C
0	1.0080
10	1.0019
20	0.9995
25	0.9989
30	0.9987
40	0.9987

(source: Geankoplis,2003)



VI.2 Neraca Panas Proses

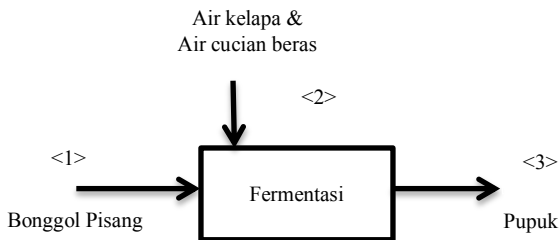
VI.2.1. Fermentasi

Fungsi :

Proses terjadinya reaksi secara anaerobik guna meningkatkan unsur hara mikro (N, P, & K) dan meningkatkan mikroorganisme pada pupuk.

Kondisi Operasi:

$T = 30^{\circ}\text{C}$; $P = 1 \text{ atm}$; $t = 7 \text{ hari}$; $T_{\text{ref}} = 25^{\circ}\text{C}$



Tabel VI.3 Neraca Panas Total

Masuk	H Masuk (cal)	Keluar	H keluar (cal)
Aliran <1>		Aliran <3>	
Nitrogen	29,34839887	Nitrogen	3,5879845
Fosfor	15,86569426	Fosfor	12,1817014
Kalium	469,9535602	Kalium	121,9632572
Air	41,31777697	Air	3472,8877351
Aliran <2>		Q loss	5838,0888313
Nitrogen	5,77304739		
Fosfor	3,88150101		
Kalium	99,3762		
Air	8783,193331		
Total	9448,709509	Total	9448,7095095

BAB VII ESTIMASI BIAYA

Estimasi biaya produksi pupuk organik cair dari bonggol pisang dengan kapasitas produksi sebesar 36 kg perhari.

7.1 Investasi Alat (Fixed Cost)

Tabel 7.1 Biaya Fixed Cost Selama 1 Tahun

No.	Keterangan	Kapasitas	Kuantitas	Harga Per Unit (Rp)	Total Biaya (Rp)
1.	Fermentor Tank	30 L	4	5.040.000	700.000
2.	Appo (pencacah bahan)	-	2	10.000.000	1.500.000
3.	Vacuum Drum Filter	-	1		47.000.000
4.	Storage Tank	200	4	5.000.000	5.000.000
5.	Instalasi Listrik				
6.	Lain-lain				
TOTAL					54.440.000
TOTAL/Bulan					4.536.666
No.	Keterangan	Kuantitas	Harga	Total Biaya (Rp)	
1.	Air	2 m ³	6.000	12.000	
2.	Listrik	1250 kWh	1.114	1392500	
TOTAL				1.404.500	
No.	Keterangan	Kuantitas	Harga	Total Biaya/Bulan (Rp)	
1.	Gaji Karyawan	5	3.500.000	17.500.000	
2.	Sewa Bangunan	1	20.000.000	1.666.666	
TOTAL				19.166.666	

$$\begin{aligned}
 \text{Total Fixed Cost per Bulan} &= 4.536.666 + 1.404.500 + \\
 &\quad 19.166.666 \\
 &= \text{Rp. } 25.107.833,-
 \end{aligned}$$



7.2 Variable Cost

Tabel 7.2 Variable Cost Bahan Baku

No.	Keterangan	Kuantitas (Kg)	Harga Per Kg (Rp)	Total Biaya (Rp)	Total Biaya x36 (Rp)
1.	Bonggol Pisang	2	-	-	-
2.	Air Cucian Beras	1,5	-	-	-
3.	Air Kelapa	1,5	2000	3000	108000
4.	Gula	0,5	12500	6250	225000
5.	EM4	0,24	17000	4250	153000
TOTAL				13500	486000

7.3 Analisa Biaya

Total biaya produksi dalam 1 hari = Rp. 486000,-
 Biaya produksi perbulan = Rp. 486000 x 20
 = Rp. 9.720.000,-

Total produksi pupuk organik cair dari bonggol pisang perhari adalah 36 Kg.

Total produksi perbulan = 36 Kg x 20 hari
 = 720 Kg

Total biaya produksi perbulan = Fixed Cost (FC) + Variabel Cost (VC)
 = Rp. 25.107.833 + Rp. 9.720.000
 = Rp. 34.827.833,-

$$\text{Harga pokok produksi} = \frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Total produksi}}$$

$$\text{Harga pokok produksi} = \frac{\text{Rp.34.827.833}}{720} = \text{Rp.48.372,99} -$$

$$\text{Harga Jual} = \frac{\text{HPP}}{1 - \% \text{Mark up}}$$



$$\begin{aligned} &= \frac{48.372,99}{(1 - 0,5)} \\ &= \text{Rp.} 96.743,98,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba} &= \text{Harga jual} - \text{HPP} \\ &= 96.743,98 - 48.372,99 \\ &= \text{Rp.} 48371,98,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil Penjualan per Bulan} \\ \text{Hasil Penjualan/Bulan} &= \text{Harga jual} \times \text{Jumlah} \\ \text{produk/bulan} &= 96.743,98 \times 720 \\ &= \text{Rp.} 69.655.666,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba per Bulan} \\ \text{Laba/Bulan} &= \text{Laba} \times \text{Jumlah produk/bulan} \\ &= 48371,98 \times 720 \\ &= \text{Rp.} 34.827.833,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BEP Kg} &= \frac{\text{FC}}{\text{P} - \text{VC}} \\ \text{BEP Kg} &= \frac{\text{Rp.} 25.107.833,-}{(\text{Rp.} 96.743/\text{Kg} - \text{Rp.} 13.500/\text{Kg})} \end{aligned}$$

$$\text{BEP Kg} = 301,6 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{BEP (dalam rupiah)} &= \frac{\text{Biaya tetap}}{1 - \frac{\text{Biaya variabel}}{\text{Penjualan bersih}}} \\ \text{BEP (dalam rupiah)} &= \frac{\text{Rp.} 25.087.833,00}{1 - \frac{\text{Rp.} 13500,00}{\text{Rp.} 69.655.666,00}} \end{aligned}$$

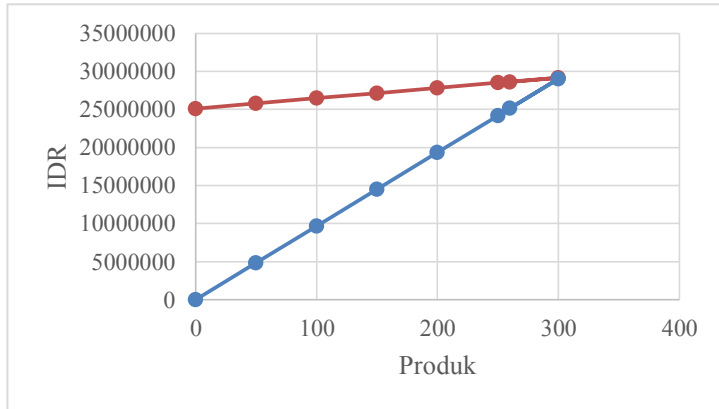
$$\text{BEP (dalam rupiah)} = \text{Rp.} 25.112.700,-$$



Break even point (BEP) adalah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. BEP ini digunakan untuk menganalisa proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa uang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal. Berikut adalah tabel perhitungan biaya penjualan untuk memperoleh BEP :

Tabel 7.3 Perhitungan Total Biaya

Pupuk (Kg)	Penghasilan total (Rp)	fixed cost (Rp)	variabel cost (Rp)	total biaya (Rp)
0	0	25107833,33	0	25107833,33
50	4837199,074	25107833,33	675000	25782833,33
100	9674398,148	25107833,33	1350000	26457833,33
150	14511597,22	25107833,33	2025000	27132833,33
200	19348796,3	25107833,33	2700000	27807833,33
250	24185995,37	25107833,33	3375000	28482833,33
300	29023194,44	25107833,33	4050000	29157833,33
260	25153435,19	25107833,33	3510000	28617833,33



Grafik 7.1 Break Event Point Kg

Jadi dilihat dari grafik diatas, titik kembali modal atau titik impas perusahaan diperoleh pada volume penjualan 301 Kg. Apabila perusahaan telah mencapai angka penjualan tersebut, maka dapat diartikan bahwa perusahaan telah mencapai titik dimana perusahaan tidak mengalami kerugian atau memperoleh keuntungan.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VIII

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan pembuatan pupuk organik cair dari bonggol pisang melalui proses fermentasi dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pupuk organik cair dengan kandungan Nitrogen tertinggi didapat pada variabel perbandingan padatan dan cairan, 2 : 3 tanpa starter yaitu sebesar 150,56 ppm
2. Pupuk organik cair dengan kandungan P_2O_5 tertinggi didapat pada variabel perbandingan padatan dan cairan, 3 : 3 dengan starter yaitu sebesar 233,84 ppm
3. Pupuk organik cair dengan kandungan K_2O tertinggi didapat pada variabel perbandingan padatan dan cairan, 3 : 3 tanpa starter yaitu sebesar 2651,28 ppm
4. Pupuk organik cair yang memiliki kandungan paling optimum adalah pada variabel perbandingan larutan dan padatan, 3 : 3 dengan menggunakan starter dimana pada uji analisa didapatkan kandungan makro N sebanyak 101.41 ppm, P_2O_5 sebanyak 233.84, dan K_2O sebanyak 2007.74 ppm
5. Pupuk organik cair yang dihasilkan jika dibandingkan dengan standar pada Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR.140/10/2011 masih belum memenuhi standar



Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOTASI

No.	Notasi	Keterangan	Satuan
1.	Cp	<i>Heat Capacities</i>	Cal/gr.°C
2.	m	Massa	gr
3.	P	Tekanan	atm
4.	T	Suhu	°C
5.	T _{ref}	Suhu Referensi	°C
6.	t	Waktu	min

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, T & A.Y. Rahayu. (2004). *Analisis Efisiensi Serapan N, Pertumbuhan, dan Hasil Beberapa Kultivar Kedelai Baru dengan Cekaman Kekeringan dan Pemberian Pupuk Hayati*. Agrosains Semarang.
- Arinong, A.R., Kaharuddin, dan Sumang. (2005). *Aplikasi Berbagai Pupuk Organik Pada Tanaman Kedelai di Lahan Kering*. J. Sains & Teknologi, Agustus. Bandung: Gowa. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan.
- Darmosarkoro, W., E. S. Sutarta, & Erwinsyah. (2002). *Pengaruh Kompos TKS terhadap Sifat Tanah*. Malang: UNM
- Dewantoro, G. Frobel. (2013). *Pengaruh Pemupukan Anorganik terhadap Produksi Tanaman Jagung sebagai Sumber Pakan*. Manado: Zootek Sournal
- Hadisuwito, S. (2007). *Membuat Pupuk Kompos Cair*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Hanafiah, K.A. (2007). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah..* Jakarta: Grafindo Persada
- Handayani, S. H. (2015). *Uji Kualitas Pupuk Organik Cair dari Berbagai Macam Mikroorganisme Lokal (MOL)*.
- Makiyah, M. (2013). *Analisis Kadar N, P dan K Pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko*.
- Maudi, F. (2008). *Pemanfaatan Bonggol Pisang sebagai Bahan Pangan Alternatif melalui Program Pelatihan Pembuatan Steak dan Nugget Bonggol Pisang di Desa Cihideung Udik, Kabupaten Bogor*. Bogor: Bogor Agricultural University.
- Munadjjim. (1983). *Teknologi Pengolahan Pisang*. Jakarta: Gramedia.
- Salma, S. (2015). *Pembuatan MOL Dari Bahan Baku Lokal Sebagai Dekomposer dan Pemacu Tumbuh Tanaman*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.

- Samudro, J. (2015). *Manfaat Air Kelapa Untuk Pertanian Organik*. Retrieved from Organikilo.
- Setyorini, Diah, Suriadikarta A. Didi, & Hartatik Wiwik (2004). *Uji Mutu dan Efektifitas Pupuk Alternatif Anorganik*. New York: Balai Penelitian Tanah
- Suhastyo, A. A. (2011). *Studi Mikrobiologi dan Sifat Kimia Mikroorganisme Lokal (MOL) yang Digunakan Pada Budidaya Padi Metode SRI*. Bogor: Bogor Agricultural University.
- Sutanto, R. (2005). *Penerapan Pertanian Organik Pemasyarakatan dan Pengembangannya*. Kanisius. Yogyakarta
- Sukasa, I. M. (1996). *Majalah Ilmiah Teknologi Pertanian. Pengaruh Lama Fermentasi Media Bonggol Pisang Terhadap Aktivitas Glukoamilase dari Aspergillus niger NRRL*.
- Nurfitri, Arif (2013). *Karakteristik dan Uji Potensi Bionutrien PBAG yang Diaplikasikan pada Tanaman Padi*. Jakarta: Repository UPI Education
- Wiswasta, I. G. (2016). *Mikroorganisme Lokal (MOL) Sebagai Pupuk Organik Cair dari Limbah Pertanian dan Kaitannya dengan Ketersediaan Hara Makro dan Mikro*. *Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*. Denpasar: LPPM UNMAS DENPASAR.
- Wulandari, R. R. (2009). *Penerapan MOL (Mikroorganisme Lokal) Bonggol Pisang Sebagai Biostarter Pembuatan Kompos*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

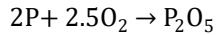
APPENDIKS

1. Konversi dari P menjadi P₂O₅

Tabel 1. Hasil Analisa P Pupuk Organik Cair

Variabel		P (ppm)	P ₂ O ₅ (ppm)
Starter	Perbandingan Bahan		
Tanpa penambahan	1:3	61.61	141.11
	2:3	62.68	143.56
	3:3	59.46	136.18
Dengan Penambahan	1:3	60.89	139.46
	2:3	68.06	155.88
	3:3	102.1	233.84

Perhitungan konversi dari P Menjadi P₂O₅ (Variabel 3:3 dengan starter)



$$\text{ppm } P_2O_5 = \frac{\text{ppm } P \times BM_{P_2O_5} \times k_{P_2O_5}}{BM_P \times k_P}$$

$$\text{ppm } P_2O_5 = \frac{102.1 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 142 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 1}{31 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 2}$$

$$\text{ppm } P_2O_5 = 233.84 \text{ mg/L}$$

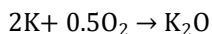
2. Konversi dari K menjadi K₂O

Tabel 2. Hasil Analisa K Pupuk Organik Cair

Variabel		K (ppm)	K ₂ O (ppm)
Starter	Perbandingan Bahan		
Tanpa penambahan	1:3	1333	1606.44
	2:3	2000	2410.26
	3:3	2200	2651.28
Dengan Penambahan	1:3	1666	2007.74
	2:3	1800	2169.23
	3:3	1666	2007.74

Perhitungan konversi dari K Menjadi K₂O

(Variabel 3:3 dengan starter)



$$\text{ppm } K_2O = \frac{\text{ppm } K \times BM_{K_2O} \times k_{K_2O}}{BM_K \times k_K}$$

$$\text{ppm } K_2O = \frac{1666 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 94 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 1}{39 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \times 2}$$

$$\text{ppm } K_2O = 2007.74 \text{ mg/L}$$

APPENDIKS A

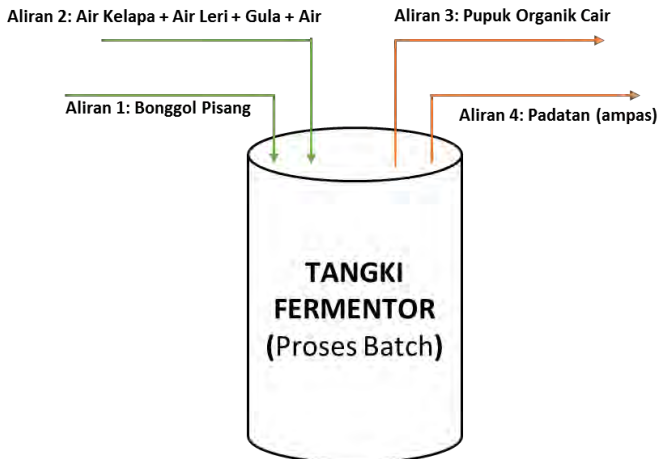
PERHITUNGAN NERACA MASSA

A.1 Neraca Massa

Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Bonggol Pisang yang dicampurkan dengan Air Kelapa, Air Cucian Beras, Gula dan Air pada salah satu Tangki Fermentor.

Bahan Baku: Basis 122.04 gram Bonggol Pisang Kering

- Bonggol Pisang : 1800 gram (basah, 93.22% Kadar Air) = 122.04 gram (kering, 6.78% Kadar Air)
- Gula : 180 gram
- Air : 180 gram
- Air Kelapa + Air Cucian Beras (1:1) : 1800 gram



Gambar V.1 Diagram Proses Fermentasi Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Bonggol Pisang



Gambar V.2 Diagram Aliran Bahan Proses Fermentasi Pembuatan POC

Tabel V.1 Neraca Massa Overall Tangki Fermentor

MASUK		KELUAR	
Komponen Masuk	Massa Komponen (g)	Komponen Keluar	Massa Komponen (g)
ALIRAN 1		ALIRAN 3	
Bonggol Pisang	122.04	Pupuk Organik Cair	3418
TOTAL ALIRAN 1	122	TOTAL ALIRAN 3	3418
ALIRAN 2		ALIRAN 4	
Cairan (Air Kelapa + Air Cucian Beras)	1800		
Gula	180	TOTAL ALIRAN 3	541.5
Air	180		
TOTAL ALIRAN 2	2160	Pengurangan Massa Air*	1677.96
TOTAL MASUK	2282	TOTAL KELUAR	2282

Neraca Massa Overall Proses Fermentasi:

$$M_1 + M_2 = M_3 + M_4$$
$$M_2 = M_{Cairan} + M_{Air} + M_{Gula}$$
$$M_1 + (M_{Cairan} + M_{Air} + M_{Gula}) = M_3 + M_4$$

Perhitungan Neraca Massa Overall:

$$122.04 \text{ gram} + (1800 \text{ gram} + 180 \text{ gram} + 180 \text{ gram})$$
$$= 3418 \text{ gram} + 541.5 \text{ gram} - (93.22\% \times 1800 \text{ gram})$$
$$122.04 \text{ gram} + 2160 \text{ gram} = 3418 \text{ gram} + 541.5 \text{ gram} - 1677.96 \text{ gram}$$

Tabel V.2 Neraca Massa Komponen Tangki Fermentor

MASUK				KELUAR			
Komponen Masuk	Kadar (%)	Massa Masuk (g)	Massa Komponen (g)	Komponen Keluar	Kadar (%)	Massa Keluar (g)	Massa Komponen (g)
ALIRAN 1				ALIRAN 3			
Air	6.78	122.04	8.274	Air	94.985	3418	3246.571
N	0.774		0.94459	N	0.01014		0.34662
P	0.473		0.5772492	P	0.01021		0.34898
K	12.394		15	K	0.1666		5.69439
Kandungan Lain	79.58		97.118	Kandungan Lain	4.83		165
TOTAL ALIRAN 1			122	TOTAL ALIRAN 3			3418
ALIRAN 2				ALIRAN 4			
Air	97.718	1800	1758.925	Air	70	541.5	378.5881
N	0.008133		0.146394	N	0.13746		0.7444
P	0.00582		0.1048	P	0.0615		0.333
K	0.14		2.52	K	2.20706		11.9512
Kandungan Lain	2.13		38.304	Kandungan Lain	28		149.8832
Total			1800				
Glukosa	100	180	180	TOTAL ALIRAN 3			541.5
Air	100	180	180				
TOTAL ALIRAN 2			2160	Pengurangan Massa Air*			1677.96
TOTAL MASUK			2282	TOTAL KELUAR			2282

Catatan:

- Kadar N, P, dan K pada 'aliran masuk-keluar' didasarkan pada hasil analisis
- *Pengurangan kadar air sebanyak 93.22% dari berat Bonggol Pisang Basah dikarenakan hitungan neraca massa berbasis 'berat bahan bonggol pisang kering' sedangkan produk merupakan hasil dari penggunaan Bonggol Pisang Basah.

Perhitungan Neraca Massa Komponen:

- **Neraca Massa Air**

$$(M_1 \times \%Air_1) + ((M_{cairan} \times \%Air_{cairan}) + M_{Air}) \\ = (M_3 \times \%Air_3) + (M_4 \times \%Air_4) - (M_1 \\ \times \%Air_{(wb)1})$$

$$122.04 \text{ gram} \times 6.78\% + (1800 \text{ gram} \times 97.718\% + 180 \text{ gram}) \\ = 3418 \text{ gram} \times 94.985\% + 541.5 \text{ gram} \times 70\% - 1677.96 \text{ gram}$$

$$8.274 \text{ gram} + 1758.925 \text{ gram} + 180 \text{ gram} \\ = 3246.571 \text{ gram} + 378.5881 \text{ gram} - 1677.96 \text{ gram}$$

$$1947.2 \text{ gram} = 1947.2 \text{ gram}$$

- **Neraca Massa N**

$$M_{Nitrogen1} + M_{Nitrogen2} = M_{Nitrogen3} + M_{Nitrogen4}$$

$$(M_1 \times \%N_1) + (M_2 \times \%N_2) = (M_3 \times \%N_3) + (M_4 \times \%N_4)$$

$$122.04 \text{ gram} \times 0.774\% + 1800 \text{ gram} \times 0.008133\% \\ = 3418 \text{ gram} \times 0.010141\% + 541.5 \text{ gram} \times 0.13746\%$$

$$0.94459 \text{ gram} + 0.146394 \text{ gram} \\ = 0.34662 \text{ gram} + 0.7444 \text{ gram}$$

$$1.09 \text{ gram} = 1.09 \text{ gram}$$

- **Neraca Massa P**

$$M_{Fosfor1} + M_{Fosfor2} = M_{Fosfor3} + M_{Fosfor4}$$

$$(M_1 \times \%P_1) + (M_2 \times \%P_2) = (M_3 \times \%P_3) + (M_4 \times \%P_4)$$

$$122.04 \text{ gram} \times 0.473\% + 1800 \text{ gram} \times 0.008133\% \\ = 3418 \text{ gram} \times 0.01021\% + 541.5 \text{ gram} \times 0.06150\%$$

$$0.5772492 \text{ gram} + 0.1048 \text{ gram} \\ = 0.34898 \text{ gram} + 0.333 \text{ gram}$$

$$0.68 \text{ gram} = 0.68 \text{ gram}$$

- **Neraca Massa K**

$$M_{Kalium1} + M_{Kalium2} = M_{Kalium3} + M_{Kalium4}$$

$$(M_1 \times \%K_1) + (M_2 \times \%K_2) = (M_3 \times \%K_3) + (M_4 \times \%K_4)$$

$$122.04 \text{ gram} \times 12.394\% + 1800 \text{ gram} \times 0.14\% \\ = 3418 \text{ gram} \times 0.1666\% + 541.5 \text{ gram} \times 2.20706\%$$

$$15 \text{ gram} + 2.52 \text{ gram} = 5.69439 \text{ gram} + 11.9512 \text{ gram}$$

$$17.646 \text{ gram} = 17.646 \text{ gram}$$

APPENDIKS B PERHITUNGAN NERACA PANAS

B.1 Perhitungan *Heat Capacity*

Berikut ini data heat capacity pada komponen makro pupuk yang diuji

Tabel B.1 Data Heat Capacity komponen Makro (Cal/gram.°C)

Komponen	Solid	Liquid
O	4,063	5,975
P	5,497	7,409
K	6,214	7,887
N	6,214	7,887

(metode : *kopp's rule*)

Tabel B.2 Data Heat Capacity Air (H₂O)

T (°C)	Cal/gram.°C
0	1.0080
10	1.0019
20	0.9995
25	0.9989
30	0.9987
40	0.9987

(source: *Geankoplis, 2003*)

B.2 Tahap Percobaan

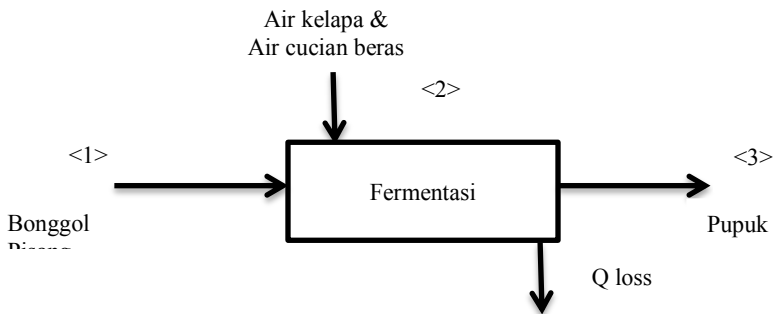
B.2.1. Fermentasi

Fungsi:

Proses terjadinya reaksi secara anaerobik guna meningkatkan unsur hara mikro (N, P, & K) dan meningkatkan mikroorganisme pada pupuk

Kondisi Operasi:

T = 30°C
P = 1 atm
t = 7 hari
T_{ref} = 25°C



Heat Balance pada proses fermentasi :

$$\Delta H_{in} = \Delta H_{out} + Q_{loss}$$

$$H_{Bonggol Pisang} + H_{Air Kelapa \& Air Leri} = H_{pupuk} + Q_{loss}$$

❖ Aliran *Enthalphy* Masuk Proses Fermentasi

1. Aliran 1 (Bonggol Pisang)

Menghitung panas *enthalphy* pada bahan masuk bonggol pisang :

Massa (kering) Bonggol Pisang = 122 gram
T_{masuk} = 30 °C
T_{ref} = 25 °C

- Nitrogen
 Massa Nitrogen = 0,9445896 gram
 $\Delta H = m \cdot cp \cdot dt$
 $\Delta H = 0,9445896 \cdot 6,214 \cdot 5$
 $\Delta H = 29,34839887 \text{ cal}$
- Fosfor
 Massa Fosfor = 0,5772492 gram
 $\Delta H = m \cdot cp \cdot dt$
 $\Delta H = 0,5772492 \cdot 5,497 \cdot 5$
 $\Delta H = 15,86569426 \text{ cal}$
- Kalium
 Massa Kalium = 15,1256376 gram
 $\Delta H = m \cdot cp \cdot dt$
 $\Delta H = 15,1256376 \cdot 6,214 \cdot 5$
 $\Delta H = 469,9535602 \text{ cal}$
- Air
 Massa air = 8,274312 gram
 $\Delta H = m \cdot cp \cdot dt$
 $\Delta H = 8,274312 \cdot 0,9987 \cdot 5$
 $\Delta H = 41,31777697$

Tabel B.3 *Enthalphy* Aliran 1

Masuk	H Masuk
	(Cal)
Nitrogen	29,34839887
Fosfor	15,86569426
Kalium	469,9535602
Air	41,31777697
Total	556,4854303

2. Aliran 2 (Air Kelapa & Air Cucian Beras)

Menghitung panas enthalphy pada bahan masuk air kelapa & air cucian beras:

Massa air kelapa & air cucian beras = 1800

$T_{\text{masuk}} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{ref}} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$

- Nitrogen
Massa Nitrogen = 0,146394gram
 $\Delta H = m \cdot cp \cdot dt$
 $\Delta H = 0,146394 \cdot 7,887 \cdot 5$
 $\Delta H = 5,77304739\text{ cal}$
- Fosfor
Massa Fosfor = 0,104778 gram
 $\Delta H = m \cdot cp \cdot dt$
 $\Delta H = 0,104778 \cdot 7,409 \cdot 5$
 $\Delta H = 3,88150101\text{ cal}$
- Kalium
Massa Kalium = 2,52 gram
 $\Delta H = m \cdot cp \cdot dt$
 $\Delta H = 2,52 \cdot 7,887 \cdot 5$
 $\Delta H = 99,3762\text{ cal}$
- Air
Massa air = 1758,925269 gram
 $\Delta H = m \cdot cp \cdot dt$
 $\Delta H = 1758,925269 \cdot 0,9987 \cdot 5$
 $\Delta H = 8783,193331\text{ cal}$

Tabel B.4 Enthalphy Aliran 2

Masuk	H Masuk
	(Cal)
Nitrogen	5,77304739
Fosfor	3,88150101
Kalium	99,3762
Air	8783,193331
Total	8892,224079

❖ **Aliran Enthalphy Keluar Proses Fermentasi**

1. Aliran 3 Pupuk

Menghitung panas enthalphy pada bahan keluar pupuk:

Massa pupuk = 1800

$T_{\text{keluar}} = 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{ref}} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

- Nitrogen

Massa Nitrogen = 0,484082763 gram

$\Delta H = m \cdot c_p \cdot dt$

$\Delta H = 0,484082763 \cdot 7,887 \cdot 1$

$\Delta H = 3,5879845 \text{ cal}$
- Fosfor

Massa Fosfor = 0,061504968 gram

$\Delta H = m \cdot c_p \cdot dt$

$\Delta H = 0,061504968 \cdot 5,49700 \cdot 1$

$\Delta H = 0,3380928 \text{ cal}$
- Kalium

Massa Kalium = 2,207063638 gram

$\Delta H = m \cdot c_p \cdot dt$

$\Delta H = 2,207063638 \cdot 6,21400 \cdot 1$

$\Delta H = 13,71469345 \text{ cal}$

- Air
 Massa air = 3477,408366 gram
 $\Delta H = m \cdot cp \cdot dt$
 $\Delta H = 3477,408366 \cdot 0.9987 \cdot 1$
 $\Delta H = 3472,8877351 \text{ cal}$

Tabel B.5 Enthalpy Aliran 3

Keluar	H Keluar
	(Cal)
Nitrogen	3,5879845
Fosfor	12,1817014
Kalium	121,9632572
Air	3472,8877351
Total	3610,6206782

Menghitung Q loss pada proses Fermentasi

Berdasarkan Neraca Panas Total proses Fermentasi

$$H_{\text{Bonggol Pisang}} + H_{\text{Air Kelapa \& Air Leri}} = H_{\text{pupuk}} + Q_{\text{loss}}$$

$$556,4854303 + 8892,224079 = 3610,6206782 + Q_{\text{loss}}$$

$$Q_{\text{loss}} = 556,4854303 + 8892,224079 - 3610,6206782$$

$$Q_{\text{loss}} = 5838,0888313 \text{ cal}$$

Tabel B.6 Neraca Panas Total

Masuk	H Masuk	Keluar	H Keluar
	(Cal)		(Cal)
Aliran <1>		Aliran <3>	
Nitrogen	29,34839887	Nitrogen	3,5879845
Fosfor	15,86569426	Fosfor	12,1817014
Kalium	469,9535602	Kalium	121,9632572
Air	41,31777697	Air	3472,8877351

Aliran <2>		Q loss	5838,0888313
Nitrogen	5,77304739		
Fosfor	3,88150101		
Kalium	99,3762		
Air	8783,193331		
Total	9448,709509	Total	9448,7095095

BIODATA PENULIS

PENULIS I



Azizul Pradna Qoidani. Dilahirkan di Surabaya 1 April 1996, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK ABA 36, SD Muhammadiyah 12, SMP Muhammadiyah 2, dan SMA Mujahidin. Setelah lulus dari SMA Mujahidin pada tahun 2014, penulis mengikuti Seleksi Ujian Masuk D3 ITS dan diterima di Program Studi D3 Teknik Kimia FTI-ITS dan terdaftar dengan

NRP. 2314 030 062. Selama menjadi mahasiswa penulis juga aktif dalam organisasi di Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Kimia FTI-ITS dan Lembaga Dakwah Jurusan FUKI AL-Ikrom ITS.

Alamat email: azizulpq@gmail.com

PENULIS II



Candra Aditya. Dilahirkan di Lamongan 05 Oktober 1995, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Tunas Rimba Lamongrejo, SDN Lamongrejo IV, SMPN 2 Ngimbang, dan SMAN 10 Malang (Sampoerna Academy). Setelah lulus dari SMAN 10 Malang (Sampoerna Academy) pada tahun 2014, penulis mengikuti Seleksi Ujian Masuk D3 ITS dan diterima di Program Studi D3 Teknik Kimia FTI-

ITS dan terdaftar dengan NRP. 2314 030 044. Selama menjadi mahasiswa penulis juga aktif dalam organisasi di Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Kimia FTI-ITS.

Alamat email: aditya.musehacker@gmail.com