



LAPORAN SKRIPSI – TK141581

**PEMBUATAN PUPUK ORGANIK TAHAN PENYAKIT
HAWAR DAUN BAKTERI UNTUK TANAMAN PADI-
PADIAN**

Oleh :

**Luqman Hanifianto
NRP. 2313 100 111**

**Mohammad Rifki
NRP. 2313 100 122**

**Dosen Pembimbing 1:
Ir. Nuniek Hendriane, M.T.
NIP. 19571111 198601 2 001**

**Dosen Pembimbing 2:
Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng
NIP. 19590730 198603 2 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT PROPOSAL – TK141581

**MAKING ORGANIC FERTILIZER HOLD
FOR BACTERIAL LEAF BLIGHT CEREAL
CROPS**

Written by :

Luqman Hanifianto

NRP. 2313 100 111

Mohammad Rifki

NRP. 2313 100 122

Advisor 1:

Ir. Nuniek Hendriane, M.T.

NIP. 19571111 198601 2 001

Advisor 2:

Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng

NIP. 19590730 198603 2 001

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMBUATAN PUPUK ORGANIK TAHAN PENYAKIT
HAWAR DAUN BAKTERI UNTUK TANAMAN PADI-
PADIAN**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

**Luqman Hanifianto
Mohammad Riski**

**(2313100111)
(2313100122)**

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Nuniék Hendriani, M.T..... (Pembimbing 1)

2. Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti,..... (Pembimbing 2)

M.Eng

3. Setiyo Gunawan, ST. Ph.D..... (Penguji 1)

4. Dr. Yeni Rahmawati, ST, M.T..... (Penguji 2)

Surabaya,
Juli 2017

ABSTRAK

Xanthomonas Oryzae Pv *Oryzae* (Xoo) merupakan mikroorganisme yang menyebabkan penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB) pada padi yang merugikan petani. *Pseudomonas flourescens* (Pf) berpotensi menjadi agen pengendali Xoo dan *Azotobacter chroococcum* (Az) dapat membantu padi lebih tahan penyakit sehingga berpotensi untuk membantu mengurangi dampak HDB pada tanaman padi dalam bentuk pupuk organik. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah pertanian jagung menjadi pupuk organik dan mempelajari mikroorganisme yang dapat menghasilkan pupuk organik terbaik dan tahan terhadap penyakit tanaman padi HDB (hawar daun bakteri) yang disebabkan oleh mikroorganisme *Xanthomonas Oryzae*.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan pupuk organik dari limbah pertanian jagung menggunakan metode *rotary drum composting* dengan bantuan Bioactivator EM4 dan bakteri Pf dan Az. Variabel yang digunakan adalah Pf dan Az dengan perbandingan 1:1,1:2, 2:1, 1:3, 3:1 dan EM4 sebanyak 15 ml. langkah pertama untuk pembuatan pupuk ini adalah dengan mempersiapkan bahan dan menguji C,N,P, dan K limbah pertanian jagung yang telah dicacah, kemudian mencampurkan limbah jagung dengan EM4 dan bakteri Pf & Az, selanjutnya memasukkannya kedalam *rotary drum composting* dan diaerasi dengan rate udara 14L/menit/variabel, setelah itu dibiarkan selama 15 hari untuk pengomposan dan diaduk sebanyak 3x sehari. Pupuk yang dihasilkan akan diuji pada tanaman padi yang diinjeksikan Xoo dengan metode *clipping method*. Pengujian ketahanan terhadap penyakit menggunakan Area Under Disease Progres Curve (AUDPC) dan Diuji juga dengan

tinggi batang dan berat gabah yang dihasilkan. Hasil yang diberikan dari penelitian ini adalah untuk pertumbuhan tanaman terbaik terdapat pada variabel perbandingan mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense* : *Azotobacter chroococum* 1:2.

Kata Kunci : *Xanthomonas Oryzae* , HDB , *Pseudomonas Flourescens*, *Azotobacter Chrococum* , Pupuk Organik, EM4

ABSTRACT

Xanthomonas oryzae Pv oryzae (Xoo) are microorganisms that cause HDB disease in rice were detrimental to farmers. *Pseudomonas flourescens* (Pf) could potentially be Xoo control agents and *Azotobacter chroococcum* (Az) can help rice more resistant to HDB disease, and potential as reduce the impact of HDB in rice plants in the form of organic fertilizer. The purpose of this study is to utilize agricultural waste into organic fertilizer and maize studying microorganisms that can produce the best organic fertilizer and rice plants resistant to disease HDB (bacterial leaf blight) caused by *Xanthomonas oryzae* microorganisms.

In this research will be conducted by making organic fertilizer from agricultural waste corn using rotary drum composting with the help of EM4 Bioactivator, Pf and Az bacteria. The variables used were Pf and Az in the ratio 1:1, 1:2, 2:1, 1:3, 3:1 and EM4 15 ml. the first step in the manufacture of this fertilizer is to prepare the material and test C, N, P, and K agricultural waste corn chopped, then mix the waste corn with EM4 and bacteria Pf & Az, then put it into a rotary drum composting and aerated with air rate air 14L / min / variable, then and for 15 days for composting and stirred as much as 3 times a day. The resulting fertilizer will be tested in rice is injected Xoo method clipping method. Testing disease resistance using the Area Under Disease Progress Curve (AUDPC) and tested well with stem height and weight of grain produced. The results of this study are for the best growth of plants found in the variable comparison of microorganisms *Pseudomonas fluorecense* : *Azotobacter chroococum* 1:2.

Keywords: *Xanthomonas oryzae*, HDB, *Flourescens*
Pseudomonas, *Azotobacter Chrococum*, Organic Fertilizer,
EM4

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhana Wa Ta'ala yang telah memberikan kekuatan sehingga kami dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **“Pembuatan Pupuk Organik Tahan Penyakit Hawar Daun Bakteri Untuk Tanaman Padi-padian”**. Skripsi ini merupakan syarat kelulusan bagi mahasiswa tahap sarjana di Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.

Selama penyusunan laporan ini, kami banyak sekali mendapat bimbingan, dorongan, serta bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Nuniek Hendrianie, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan saran dan masukan.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II serta Kepala Laboratorium Pengolahan Limbah Cair Industri, yang telah memberikan saran dan masukan.
3. Bapak Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.
4. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia.
5. Orang tua dan saudara-saudara kami serta teman - teman, atas doa, bimbingan, perhatian, dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, yang membutuhkan saran yang konstruktif demi penyempurnaannya.

Surabaya, Juli 2017

Penyusun

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

DAFTAR ISI

Cover	
Lembar Persetujuan	
Abstrak.....	ii
Abstract.....	iv
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	v
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel	xi
Bab I Pendahuluan	
I.1. Latar belakang	1
I.2. Rumusan masalah	6
I.3. Tujuan Penelitian.....	7
I.4. Manfaat Penelitian.....	7
Bab II Tinjauan Pustaka	
II.1 Limbah Pertanian Jagung	9
II.1.1 Pemanfaatan Limbah Pertanian Jagung	12
II.2 Padi	13
II.2.1 Morfologi Tanaman Padi	14
II.2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Padi	18
II.2.3 Penyakit Tanaman Padi	20
II.2.3.1 Penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB)	20
II.2.3.2 Karakteristik Bakteri <i>Xanthomonas</i> <i>Oryzae</i>	22
II.3 Bioactivator EM4	24
II.4 Bakteri <i>Pseudomonas Fluorescens</i>	28
II.5 Bakteri <i>Azotobacter Choroococcum</i>	29
II.6 Kompos.....	31

II.7 Standart Kualitas Kompos.....	34
II.8 Urea.....	37
II.9 Penelitian Terdahulu.....	40
Bab III Metodologi Penelitian	
III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	43
III.2 Kondisi Operasi.....	43
III.2.1 Kondisi Operasi untuk Pembiakan Mikroorganisme.....	43
III.2.2 Kondisi Operasi Komposting	43
III.3 Variabel	44
III.3.1 Bahan dan Peralatan	44
III.3.1.1 Bahan	44
III.3.1.2 Rangkaian Alat	44
III.4 Prosedur Penelitian	45
III.4.1 Tahap Persiapan	45
III.4.2 Tahap Operasi	47
III.4.2.1 Pengomposan Limbah Pertanian Jagung	47
III.4.2.2 Aplikasi Kompos pada Tanaman Padi	47
III.5 Skema Penelitian	49
III.6 Prosedur Analisa	50
III.6.1 Prosedur Perhitungan Jumlah Mikroba dengan Metode <i>Counting Chamber</i>	50
III.6.2 Uji Analisa Ketahanan Terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri	51
III.6.3 Prosedur Analisa C,N,P, dan K	52
III.7 Jadwal Kegiatan	62
Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan	

IV.1 Hasil Penelitian	63
IV.2 Pembahasan.....	65
IV.2.1 Peningkatan Kadar NPK	65
IV.2.2 Penggunaan Kompos Terhadap Tanaman	69
Bab V Kesimpulan dan Saran	83
Daftar Pustaka	85
Appendiks A1	
Daftar Notasi	

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Tanaman Jagung.....	9
Gambar II.2 Tanaman Padi.....	13
Gambar II.3 Morfologi Gabah Pada Tanaman Padi..	15
Gambar II.4 Morfologi Bungan dan Malai Pada Tanaman Padi.....	18
Gambar II.5 Gejala Penyakit HDB.....	21
Gambar II.6 Koloni <i>Xanthomonas Oryzae</i> pada media YDC.....	22
Gambar II.7 Morfologi Bakteri <i>Xanthomonas Oryzae</i>	23
Gambar II.8 Bioactivator EM4.....	24
Gambar II.9 Morfologi Bakteri <i>Pseudomonas Flourescens</i>	29
Gambar II.10 Bakteri <i>AzotobacterChroococcum</i>	31
Gambar III.1 Skema Susunan Alat Rotary Drum Composter.....	44
Gambar III.2 Himasitometer.....	50
Gambar Grafik IV.1 Hasil Analisa C, N, C/N Rasio, P, K Setelah Pengomposan 15 Hari Pada Limbah Pertanian Jagung pada variabel 1:1 ; 1:2 ; dan 1:3.....	66
Gambar Grafik IV.2 Hasil Analisa C, N, C/N Rasio, P, K Setelah Pengomposan 15 Hari Pada Limbah Pertanian Jagung pada variabel 1:1; 2:1; dan 3:1	67
Gambar Grafik IV.3 Pertumbuhan tanaman padi dengan variabel <i>Pseudomonas flourescens</i> : <i>Azotobacter chroococcum</i> (1:1).....	69

Gambar Grafik IV.4 Pertumbuhan Tanaman Padi dengan Variabel <i>Pseudomonas fluorescense</i> : <i>Azotobacter chroococum</i> (1:2).....	70
Gambar Grafik IV.5 Pertumbuhan Tanaman Padi dengan Variabel <i>Pseudomonas fluorescense</i> : <i>Azotobacter chroococum</i> (2:1).....	71
Gambar Grafik IV.6 Pertumbuhan Tanaman Padi dengan Variabel <i>Pseudomonas fluorescense</i> : <i>Azotobacter chroococum</i> (1:3).....	72
Gambar Grafik IV.7 Pertumbuhan Tanaman Padi dengan Variabel <i>Pseudomonas fluorescense</i> : <i>Azotobacter chroococum</i> (3:1).....	73
Gambar IV.8 Tanaman Padi Tanpa <i>Xanthomonas</i> <i>oryzae</i>	74
Gambar Grafik IV.9 Intensitas Serangan HDB Perbandingan <i>Pseudomonas fluorescense</i> : <i>Azotobacter chroococum</i>	79
Gambar IV.10 Tanaman Padi dengan <i>Xanthomonas</i> <i>oryzae</i>	80

DAFTAR TABEL

Tabel I-1 Standart Baku Mutu Pupuk Organik.....	2
Tabel I-2 Kandungan Hara Senyawa Limbah Jagung	4
Tabel II-1 Produksi Jagung Tahun 2011-2015.....	10
Tabel II-2 Komposisi Kimia Biji Jagung	11
Tabel II-3 Tabel Pemanfaatan limbah Pertanian Jagung.....	12
Tabel II-4 Kandungan Kotoran Ternak.....	32
Tabel II-5 Sumber Bahan Kompos, Kandungan N, dan C/N Ratio.....	33
Tabel II-6 Standart Kualitas kompos Berdasarkan Peraturan Pertanian RI.....	35
Tabel II-7 Standar kualitas urea berdasarkan peraturan pertanian RI	39
Tabel II-8 Beberapa hasil penelitian terdahulu.....	40
Tabel III-1 Jadwal Kegiatan Skripsi.....	62
Tabel IV.1 Hasil Analisa C, N,C/N Ratio P, K Bahan Baku.....	63
Tabel IV.2 Hasil Analisa C, N, C/N Rasio, P, K Setelah Pengomposan 15 Hari Pada Limbah Pertanian Jagung.....	64

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

Daftar Pustaka

- Abdurrachman, S , dkk. 2009. “Pemupukan Tanaman Padi”.
Bogor : Balai Besar Penelitian Tanaman Padi
- Aizawa, Shin-ichi. 2014 . *The Flagellar World : Electron Microscopic Images of Bacterial Flagella and Related Surface Structures Electron Microscopic Images of Bacterial Flagella and Related Surface Structures* . Tokyo : Elsevier inc.
- Hidayat, Nur, dkk. 2014. “Pengaruh Penambahan Kotoran Kambing dan EM4 Terhadap C/N Kompos dari Limbah Baglog Jamur Tiram” .Yogyakarta : UPT-BPPTK LIPI
- Hifni,H.R dan M. Kardin.1993 . “Penyakit Hawar Daun Bakteri Padi di Indonesia” . Bogor : Risalah Seminar Puslibangtan
- Higa, T. 1988. *Studies on the aplication of microorganisms in nature farming.The practical aplication of effective microorngnisms in japan*: unpublished
- Himastuti, Hita, dkk. 2012. “Peran Mikroorganisme Azotobacter chroococcum, Pseudomonas fluorescens, dan Aspergillus niger pada Pembuatan

- Kompos Limbah Sludge Industri Pengolahan Susu".
JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1
IRRI.2006.[http://www.knowledgebank.irri.org/ricebreeding
course/Breeding_for_disease_resistance_Blight.htm](http://www.knowledgebank.irri.org/ricebreeding_course/Breeding_for_disease_resistance_Blight.htm).
Diakses pada tanggal 23 Januari 2017 22.27
- Makarim, A.K. dkk 2009. "Morfologi dan fisiologi tanaman padi". Puslitbangtan, Badan Litbang Pertanian.
- Morrison, L.A . 2004. *TAXONOMIC CLASIFICACION OF GRAIN SPECIES*, Elsevier Ltd : Oregon
- Rainey , Paul B. 1999. *Adaptation of pseudomonas flourescens to the plant Rhizosphere*. Environmental Microbiology (1999) 1(3), 243–257
- Rhodes,M.E. 1959. *The Characterization of Pseudomonas fluorescens*. J. gen. Microbiol. 21, 221-265.
- Saraswati , Rasti ,dkk. 2007. “Metode Analisis Biologi Tanah” . Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian
- Schalau, J. 2002. *Plant Immune System. Agricultur and Natural Resources Arizona Cooperative Extention.*, Yavapai Countri.
- Tan, K.H. 1994. Environmental Soil Science. Manual Dekker INC. New York 10016. USA.

- Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*.
International Rice Research Institute: Los Banos,
Philippines.
- Zuraidah. 2013. *Test of Some Bacteria Inhibiting The Growth
of Xanthomonas oryzae pv. oryzae in Rice Plants*.
Banda Aceh : Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi,
Biologi Edukasi Vol 5, Nomor 1.

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

DAFTAR NOTASI

Y_i	:	kejadian atau keparahan penyakit pada waktu ke-(i)
Y_{i+1}	:	kejadian atau keparahan penyakit pada waktu ke-(i+1)
T_i	:	waktu pengamatan ke-(i)
t_{i+1}	:	waktu pengamatan ke-(i+1)
n	:	jumlah pengamatan
V_1	:	larutan asam sulfat yang digunakan untuk titrasi sampel, ml
V_2	:	volume H_2SO_4 yang digunakan untuk titrasi blanko, ml
N	:	normalitas larutan H_2SO_4
P	:	faktor pengenceran, ml
W	:	berat contoh, mg
K_a	:	kadar air, %
C	:	P_2O_5 dari pembacaan kurva standart, ml
A	:	berat cawan, mg
B	:	berat cawan + media, mg
C	:	cawan + media ($105^\circ C$), mg
D	:	cawan + media ($700^\circ C$), mg

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

BABI

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Kebutuhan pangan, khususnya beras, terus meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Peningkatan produksi padi nasional tetap menjadi prioritas pemerintah, karena beras selain sebagai makanan pokok penduduk Indonesia, juga sebagai barang ekonomi, sosial, dan politik. Oleh karena itu, perluasan areal panen dan peningkatan produktivitas padi menjadi suatu keharusan guna memenuhi kebutuhan di atas.

Dalam upaya peningkatan produksi padi selain perluasan lahan-lahan suboptimal seperti lahan kering, lahan sawah tadah hujan dan lahan rawa pasang surut (termasuk lahan gambut) diperlukan juga upaya peningkatan produktivitas padi yaitu meningkatkan ketahanan padi terhadap penyakit serta meningkatkan gabah yang bisa dihasilkan setiap hektare nya dengan cara pemupukan (Makarim E, 2007).

Di era modern seperti saat ini penggunaan pupuk sudah menjadi hal yang umum khususnya pupuk anorganik. Banyaknya penggunaan pupuk sangat mempengaruhi dalam kemajuan pertanian di Indonesia. Berbagai perusahaan pupuk urea juga semakin meningkatkan produksinya untuk memenuhi kebutuhan pertanian di Indonesia. Namun, penggunaan pupuk kimia yang berlebihan dapat berdampak negatif pada tanah serta lingkungan. Dampak negatif tersebut sudah sepatasnya dihentikan atau setidaknya dikurangi, karena jika tidak diberhentikan atau dikurangi maka secara perlahan maka struktur tanah akan rusak.

Efisiensi penggunaan pupuk kimia saat ini sudah menjadi suatu keharusan. Karena industri pupuk kimia telah beroperasi penuh, sedangkan rencana perluasan sejak tahun 1994 hingga saat ini belum terlaksana. Di sisi lain, permintaan pupuk kimia dalam negeri dari tahun ke tahun terus meningkat. Diperkirakan beberapa

tahun mendarat Indonesia terpaksa makin banyak mengimpor pupuk kimia. Upaya peningkatan efisiensi telah mendapat dukungan kuat dari kelompok peneliti bioteknologi berkat keberhasilannya menemukan pupuk organik yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia. Pengembangan industri pupuk organik mempunyai prospek yang cerah dan menawarkan beberapa keuntungan, baik bagi produsen, konsumen, maupun bagi perekonomian nasional (Setyorini, 2005).

Tabel I.1 Standart/Baku Mutu Pupuk Organik

Parameter	Kandungan	
	Padat	Cair
C-Organik	≥12	≥4,5
C/N ratio	Okt-25	-
Bahan pengotor (%)	≤2	-
Kadar air: granula	04-Des	-
Curah	13-20	-
Kadar logam berat:		
As (ppm)	≤10	≤10
Hg (ppm)	≤1	≤1
Pb (ppm)	≤50	≤50
Cd (ppm)	≤10	≤10
pH	04-Agu	04-Agu
Kadar total		
Phospor (P_2O_5) %	<5	<5
Kalium (K_2O)%	<5	<5
Mikroba patogen (<i>E.Coli</i> , <i>Salmonella</i>)	dicantumkan	dicantumkan
Kadar unsur mikro (%):		
Zn, Cu, Mn	Maks 0,500	Maks 0,2500
Co	Maks 0,002	Maks 0,0005
B	Maks 0,250	Maks 0,1250
Mo	Maks 0,001	Maks 0,0010
Fe	Maks 0,400	Maks 0,0400

Sumber: Suriadikarta dan setyorini

Salah satu cara untuk mengurangi pemakaian pupuk kimia adalah pemakaian kompos atau pupuk organik lainnya. Di dalam tanah pupuk organik dirombak mikroba menjadi humus atau bahan organik tanah yang berguna sebagai pengikat butiran-butiran primer tanah menjadi butiran sekunder. Saat ini pupuk organik menjadi sangat penting bagi petani, tetapi teknologi pembuatan pupuk organik belum banyak diketahui oleh para petani. Oleh karena itu pemerintah telah membuat strategi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik dan meningkatkan penggunaan pupuk organik berdasarkan sifat dan tingkat kesuburan tanah.

Prinsip dari pembuatan pupuk organik adalah menurunkan C/N ratio bahan organik, sehingga sama dengan rasio C/N tanah (< 20). Semakin tinggi C/N ratio bahan maka proses pembuatan pupuk akan semakin lama karena C/N ratio harus diturunkan. C/N ratio merupakan perbandingan dari pasokan energi mikroba yang digunakan terhadap nitrogen untuk sintesis protein (*Jurnal Bonorowo, Vol 1, 2013*).

Bahan organik yang akan digunakan sebagai bahan pupuk organik adalah limbah jagung. Hal ini karena banyak limbah jagung yang tidak dimanfaatkan namun hanya dibakar oleh penduduk sekitar sehingga mengakibatkan polusi udara.

Pada padi nitrogen merupakan unsur pokok pembentuk protein dan penyusun utama protoplasma, khloroplas, dan enzim. Dalam kegiatan sehari-hari peran nitrogen berhubungan dengan aktivitas fotosintesis, sehingga secara langsung atau tidak nitrogen sangat penting dalam proses metabolisme dan respirasi. Pembentukan anakan, tinggi tanaman, lebar daun dan jumlah gabah dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen (Ismunadji dan Dijkshoorn, 1971). Pada saat ini sangat jarang dijumpai tanah yang tidak membutuhkan tambahan nitrogen untuk menghasilkan produksi padi yang tinggi. Bahkan di daerah-daerah yang menanam padi secara intensif, masukan nitrogen semakin banyak

diperlukan , karena laju kehikangan nitrogen pada tanah yang sering ditanami padi sangat tinggi (*Abdurrachman sarlan , dkk, 2004*).

Tabel I.2 Kandungan hara senyawa limbah jagung

Senyawa	Kandungan
N (%)	2,97
P (%)	0,3
K (%)	2,39
Ca(%)	0,41
Mg(%)	0,16
Fe (mg/Kg)	132
Cu (mg/Kg)	12
Zn (mg/Kg)	21
Mn (mg/Kg)	117
B (mg/Kg)	17

Sumber: Tan, 1994

Pada tanah – tanah dengan kadar bahan organik rendah (<1% C), tanah berpasir, tanah berkadar fosfor rendah , tanah tergenang terus menerus dan tanah alkalin (PH > 7,0) dengan volatilisasi NH₃ tinggi, sering kekurangan N. Akibat kekurangan N menyebabkan tanaman kerdil, daun kekuningan (klorosis) terutama daun tua, anakan sedikit dengan daun kecil kecil, serta jumlah gabah menjadi sedikit, yang mana akan membuat produktivitas pertanian padi menjadi berkurang (*Abdurrachman sarlan , dkk, 2004*).

Maka untuk memenuhi kebutuhan nitrogen perlu adanya penambahan pupuk organik yang banyak mengandung nitrogen.

Untuk itu dapat dilakukan dengan bantuan bakteri perombak nitrogen seperti *Azotobacter chroococcum* (Himastuti, Hita, 2012).

Azotobacter sp. adalah bakteri gram negatif, bersifat aerobik, polymorphic dan mempunyai berbagai ukuran dan bentuk. Bakteri ini memproduksi polysacharides. *Azotobacter* sp. sensitif terhadap asam, konsentrasi garam yang tinggi dan temperatur di atas 35°C. Terdapat empat spesies penting dari *Azotobacter* yaitu *Azotobacter chroococcum*, *Azotobacter agilis*, *Azotobacter paspali* dan *Azotobacter vinelandii* dimana *Azotobacter chroococcum* adalah spesies yang paling sering ditemui di dalam kandungan tanah. *Azotobacter* mempunyai sifat aerobik maka dari itu bakteri ini memerlukan oksigen sehingga dengan adanya aerasi, pertumbuhan dari *Azotobacter* dapat ditingkatkan. *Azotobacter* mampu mengubah nitrogen (N_2) dalam atmosfer menjadi amonia (NH_4^+) melalui proses pengikatan nitrogen dimana amonia yang dihasilkan diubah menjadi protein yang dibutuhkan oleh tanaman (Himastuti, Hita, 2012).

Selain kebutuhan hara yang harus terpenuhi, untuk meningkatkan produktivitas padi perlu adanya peningkatan pertahanan padi dari penyakit. Penyakit yang sering ada pada padi adalah HDB (Hawar Daun Bakteri). Penyakit HDB disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas Oryzae*. Bakteri tersebut dapat menginfeksi tanaman padi dari mulai pembibitan sampai panen. Gejala penyakit HDB pada tanaman di pesesmaian, biasanya dicirikan oleh warna menguning pada tepi daun yang tidak mudah diamati. Gejala yang ditemukan pada fase pertumbuhan anakan sampai fase pemasakan adalah gejala hawar sampai berupa garis kekuningan pada daun bendera.

HDB merupakan termasuk lima besar penyakit berbahaya baik di daerah tropik maupun sub tropik. HDB berbahaya tidak hanya potensi epidemiknya, tetapi juga patogennya dapat ditularkan melalui biji dan dapat bertahan hidup dalam biji selama semusim. Bahkan di india sampai 11 bulan. Di indonesia HDB

juga merupakan salah satu penyakit terpenting tanaman padi, terutama pada tanaman padi sawah. Penyakit HDB dapat mengurangi produktifitas panen padi sampai 60% (kardin dan hifini, 1993).

Berbagai usaha penanggulangan penyakit ini telah banyak dilakukan, antara lain dengan menggunakan bahan kimia sintetik seperti asam benzoat dan nitrit, ataupun aplikasi pestisida berbahan dasar senyawa antibiotik (Asman, 1996). Penggunaan senyawa kimia sebagai pupuk dan pestisida serta antibiotik dalam penanganan penyakit tanaman dapat menyebabkan resistensi terhadap bakteri, menimbulkan residu, dan pencemaran lingkungan. (Zuraidah , 2013)

Alternatif biokontrol seperti aplikasi mikroba pengendali hayati menghasilkan zat antimikrob tanpa mencemari lingkungan. Bakteri mampu menghasilkan senyawa metabolit yang memiliki efek bakterisidal atau bakteristatik untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Genus bakteri yang umum digunakan dan menghasilkan zat antimikrob berupa bakteriosin ialah *Bacillus sp.* (Bizani dan Brandelli, 2002; He et al., 2005).

Menurut Zuraidah (2013), *Pseudomonas aeruginosa*, *P. fluorescens Pf*, *Bacillus cereus*, dan *Bacillus sp.* memiliki potensi yang baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen tanaman padi *Xanthomonas oryzae*. Sehingga pembiakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* pada pupuk akan membantu meningkatkan pertahanan tanaman padi terhadap penyakit HDB.

I.2. Rumusan Masalah

1. Mengatasi banyaknya limbah pertanian jagung
2. Memberi nilai tambah limbah pertanian jagung sebagai pupuk organik

I.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah pertanian jagung menjadi pupuk organik.
2. Mempelajari jenis mikroorganisme yang dapat menghambat penyakit HDB (Hawar Daun Bakteri) yang disebabkan oleh mikroorganisme *Xanthomonas Oryzae*.

I.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah membantu para petani jagung dan jamur untuk dapat memanfaatkan hasil limbah dari pertanian untuk diolah menjadi pupuk organik yang memiliki hasil yang baik untuk tanaman padi.

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Limbah pertanian jagung



Gambar II.1 Tanaman Jagung

Sistem taksonomi tanaman jagung adalah sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)
- Divisio : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
- Sub Divisio : Angiospermae (berbiji tertutup)
- Classis : Monocotyledone (berkeping satu)
- Ordo : Graminae (rumput-rumputan)
- Familia : Graminaceae
- Sub famili : Panicoideae
- Genus : *Zea*
- Species : *Zea mays L.*

(Morrison , L.A , 2004)

Jagung merupakan salah satu sumber pangan dunia selain gandum dan padi. Selain itu jagung juga memiliki beberapa manfaat lain, diantaranya dapat digunakan sebagai bahan baku pupuk organik yaitu dengan memanfaatkan limbahnya (bonggol, kulit, daun, dan batang) dari tanaman jagung.

Menurut umurnya dan bijinya tanaman jagung dapat dibagi menjadi 3 jenis, diantaranya adalah:

1. Berumur pendek (genjah): 75-90 hari, contoh: genjah kertas, genjah warangan, arjuna, dan abimanyu.
2. Berumur sedang (tengahan): 90-120 hari, contoh: hibrida C1, hibrida IPB4, hibrida CP1 & CP2.
3. Berumur panjang: lebih dari 120 hari, contoh: bastar, kuning, harapan, kania putih, dan bima.

Sedangkan menurut bentuk bijinya, tanaman jagung dapat dibagi menjadi 7 jenis, yaitu: *Flint Corn*, *Sweet Corn*, *Dent Corn*, *Flour Corn*, *Waxy Corn*, *Pod Corn*, *Pop Corn* (Retno Arianingrum, M.Si).

Di Indonesia, produksi Jagung sebagai bahan pangan pokok berada di urutan ketiga setelah padi dan ubikayu. Produksi jagung nasional selama lima tahun terakhir dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel II.1 Produksi Jagung Tahun 2011-2015

Tahun	Jumlah (Ton)
2011	17643250
2012	19387022
2013	18511853
2014	19008426
2015	19612435

(Sumber : BPS.go.id)

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa produksi jagung mulai tahun 2011 hingga 2015 mengalami peningkatan (BPS.go.id). Selain itu dari data BPS diperoleh Hal ini juga menunjukkan bahwa limbah pertanian jagung yang meliputi batang , daun serta tongkol jagung tersebut jumlahnya juga banyak.

Biji pada tanaman jagung adalah bagian yang kaya akan karbohidrat, sebagian besar karbohidrat ada pada endospermium. Kandungan karbohidrat dapat mencapai 80% dari seluruh bahan kering biji. Karbohidrat berbentuk padi yang umumnya berupa campuran amilosa dan amilopektin.

Secara umum biji jagung terdiri dari endosperma, lembaga, kulit ari, dan tipcap (tudung pangkal biji). Bagian utama pada jagung adalah endosperma yang merupakan bagian terbesar dari biji jagung dengan kandungan yang hampir seluruhnya mengandung karbohidrat baik pada bagian lunak (*fluory endosperm*) maupun bagian yang keras (*horny endosperm*). Berikut adalah data komposisi kimia yang ada pada biji jagung:

Tabel II.2. Komposisi Kimia Biji Jagung

Komponen	Biji Utuh	Endosperm	Lembaga	Kulit Ari	Tip Cap
Protein (%)	3,7	8,0	18,4	3,7	9,1
Lemak (%)	1,0	0,8	33,2	1,0	3,8
Serat Kasar (%)	86,7	2,7	8,8	86,7	-
Abu (%)	0,8	0,3	10,5	0,8	1,6
Pati (%)	71,3	87,6	8,3	7,3	5,3
Gula (%)	0,34	0,62	10,8	0,34	1,6

(Sumber : Watson, 2003)

II.1.2 Pemanfaatan limbah pertanian jagung

Tabel II.3 Tabel pemanfaatan limbah pertanian jagung

No	Uraian	Keterangan
1	Pemanfaatan Limbah	
	a. Memanfaatkan	90%
	b. Belum memanfaatkan	10%
2	Bagian limbah yang dimanfaatkan	
	a. Daun	92,5%
	b. Batang	5%
	c. Klobot	2,5%
3	Pemanfaatan limbah jagung untuk :	
	a. Pakan ternak sapi	92,5%
	b. Bahan pupuk organik	7,5%
4	Pemanfaatan teknologi pengolahan limbah	
	a. Sudah menggunakan	25%
	b. Belum menggunakan	75%

Sumber : Anonymous (2012)

Menurut Eka Triana (2013), Sebagian besar petani belum menggunakan teknologi dalam proses pemanfaatan limbah pertanian jagung baik diolah sebagai pakan ataupun pupuk tetapi hanya 25% petani yang menggunakan teknologi dalam proses pengolahannya, yaitu melakukan fermentasi sederhana. Sedangkan, 75% petani lainnya memberikan limbah jagung secara langsung pada ternaknya. Walaupun hampir semua limbah pertanian mengandung serat kasar tinggi tetapi dengan penerapan teknologi yang sederhana limbah tersebut dapat diubah menjadi sumber energi bagi ternak. Bagian limbah yang dimanfaatkan diantaranya 92,5% berupa daun, 5% batang, dan 2,5% klobot. Pemanfaatan limbah jagung dapat dilihat pada tabel II.3.

Saat ini limbah tanaman jagung dibuang atau dibakar saja dan hanya sebagian kecil peternak yang memanfaatkannya sebagai pakan.

II.2. PADI



Gambar II.2 Tanaman Padi

Sistem taksonomi tanaman padi adalah sebagai berikut:

- Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)
- Divisio : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
- Sub Divisio : Angiospermae (berbiji tertutup)
- Classis : Monocotyledone (berkeping satu)
- Ordo : Graminae (rumput-rumputan)
- Familia : Graminaceae
- Sub famili : Ehrhartoideae

Genus : *Oryza*

Species : *Oryza Sativa*.

(Morrison , L.A , 2004)

Padi merupakan tanaman semusim (*annual*) berumur pendek kurang dari 1 tahun. Akarnya serabut mencapai kedalaman 20-30 cm, tinggi batang beragam (0,5 – 2 m), berbatang bulat dan berongga yang disebut jerami. Helai daun bangun garis, dengan tepi kasar dan panjangnya 15 – 80 cm. Bunga padi terdiri dari tangkai bunga, kelopak bunga *lemma* (gabah padi yang besar), *palea* (gabah padi yang kecil), putik, kepala putik, tangkai sari, kepala sari, dan bulu (*awu*) pada ujung *lemma*

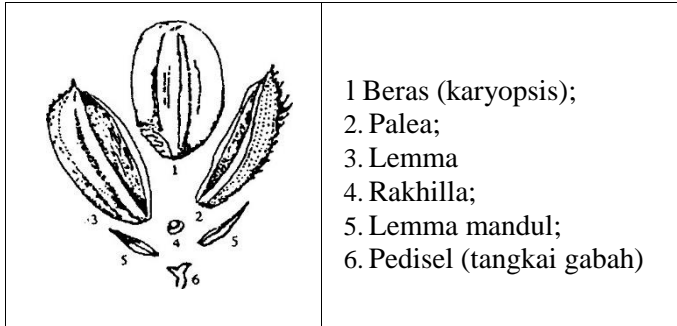
II.2.1 Morfologi Tanaman Padi

Morfologi tanaman padi meliputi :

1. Gabah

Gabah terdiri atas biji yang terbungkus oleh sekam. Biji yang sehari-hari dikenal dengan nama beras pecah kulit adalah karyopsis yang terdiri atas janin (*embrio*) dan *endosperma* yang diselimuti oleh lapisan *aleurone*, kemudian *tegmen* dan lapisan terluar disebut *perikarp*. Dalam jenis-jenis *japonika*, sekam terdiri atas *gluma rudimenter* dan sebagian dari tangkai gabah (*pedicel*), sedangkan pada jenis-jenis *indica*, sekam dibentuk oleh *palea*, *lemma mandul*, dan *rakhilla* (Chang dan Bardenas, 1976; Yoshida, 1981).

Bobot gabah beragam dari 12—44 mg pada kadar air 0%, sedangkan bobot sekam rata-rata adalah 20% bobot gabah. Faktor konversi dari gabah ke beras pecah kulit adalah 0,8 dan dari beras pecah kulit ke gabah adalah 1,25. Akan tetapi, faktor konversi tersebut berbeda berdasarkan varietas (Yoshida, 1981).



Gambar II.3 Morfologi gabah pada tanaman padi

2. Akar

Akar berfungsi sebagai penguat/penunjang tanaman untuk dapat tumbuh tegak, menyerap hara dan air dari dalam tanah untuk selanjutnya diteruskan ke organ lainnya di atas tanah yang memerlukan.

Akar tanaman padi termasuk golongan akar serabut. Akar primer (radikula) yang tumbuh sewaktu berkecambah bersama akar-akar lain yang muncul dari janin dekat bagian buku skutellum disebut akar seminal, yang jumlahnya antara 1-7. Apabila terjadi gangguan fisik terhadap akar primer, maka pertumbuhan akar-akar seminal lainnya akan dipercepat. Akar-akar seminal selanjutnya akan digantikan oleh akar-akar sekunder yang tumbuh dari buku terbawah batang. Akar-akar ini disebut adventif atau akar-akar buku karena tumbuh dari bagian tanaman yang bukan embrio atau karena munculnya bukan dari akar yang telah tumbuh sebelumnya. .

Perkembangan akar sangat dipengaruhi oleh tersedianya N. Pertumbuhan akar hanya akan terjadi secara aktif bila kadar N pada batang lebih dari 1 %. (Karim, Makarim .A, 2009).

3. Daun dan Tajuk

Daun merupakan bagian dari tanaman yang berwarna hijau karena mengandung khlorofil (zat hijau daun). Adanya klorofil ini menyebabkan daun tanaman dapat mengolah sinar radiasi surya menjadi karbohidrat/energi untuk tumbuh-kembangnya organ-organ tanaman lainnya atau disebut sebagai sources.

Daun tanaman padi tumbuh pada batang dalam susunan yang berselangseling, satu daun pada tiap buku. Tiap daun terdiri atas (i) helai daun; (ii) pelepah daun yang membungkus ruas; (iii) telinga daun (auricle); (iv) lidah daun (ligde). Adanya telinga dan lidah daun pada padi dapat digunakan untuk membedakannya dengan rumput-rumputan pada stadia bibit (seedling) karena daun rumput-rumputan hanya memiliki lidah atau telinga daun atau tidak ada sama sekali (Karim, Makarim .A, 2009).

Sifat-sifat daun merupakan salah satu sifat morfologik yang berkaitan erat dengan produktivitas tanaman. Jennings et al. (1979) memasukkan daun sebagai organ yang harus diukur dalam pemuliaan, seperti ketegakan, panjang, lebar, ketebalan, warna, kelembutan, dan penuaan daun. Sifat-sifat daun yang dikehendaki adalah daun yang tumbuhnya tegak, tebal, kecil, dan pendek. Luas daun total pada tiap satuan luas lahan disebut Indeks Luas Daun (ILD). ILD akan mencapai maksimal kira-kira sebelum berbunga. ILD optimal tanaman padi antara 4-7.

Selain daun, tajuk yang merupakan kumpulan daun yang tersusun rapi dengan bentuk, orientasi, dan besar (dalam jumlah dan bobot) tertentu antar varietas padi sangat beragam. Bentuk tajuk dapat dinyatakan dalam nilai menggunakan parameter statistik, skewness, yaitu kesimetrisan distribusi luas daun. Koefisien skewness padi IR64 sebesar +0, 177. Semakin kecil nilai skewness,

semakin luas bagian daun tanaman di bagian atas dan semakin berat biomas yang dihasilkan, akibat lebih efektifnya tajuk menyerap radiasi surya (Karim, Makarim .A, 2009).

4. Batang

Batang berfungsi sebagai penopang tanaman, penyalur senyawa-senyawa kimia dan air dalam tanaman, dan sebagai cadangan makanan: Hasil tanaman yang tinggi harus didukung dengan batang padi yang kokoh. Bila tidak, tanaman akan rebah terutama di daerah yang sering dilanda angin kencang.

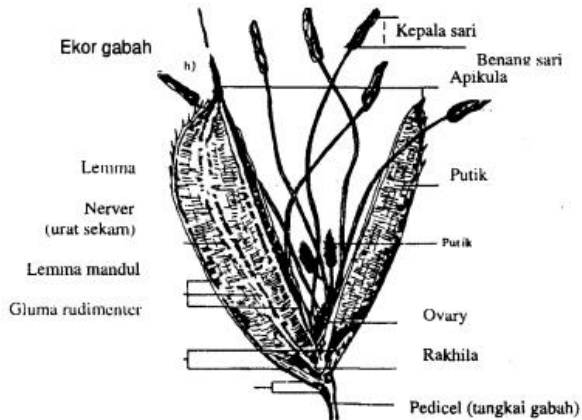
Batang terdiri atas beberapa ruas yang dibatasi oleh buku. Daun dan tunas (anakan) tumbuh pada buku. Pada permukaan stadia tumbuh batang yang terdiri atas pelepah-pelepah daun dan ruas-ruas yang tertumpuk padat. Ruas-ruas tersebut kemudian memanjang dan berongga setelah tanaman memasuki stadia reproduktif. Oleh karena itu, stadia reproduktif disebut juga sebagai stadia perpanjangan ruas.

Kerebahan tanaman dapat menurunkan hasil tanaman secara drastis. Kerebahan umumnya terjadi akibat melengkung atau patahnya 2 antarbuku batang terbawah, yang panjangnya lebih dari 4 cm. Batang yang pendek dan kaku merupakan sifat yang dikehendaki dalam pengembangan varietas-varietas unggul padi karena tanaman menjadi tahan rebah, perbandingan antara gabah dan jerami lebih seimbang, dan tanggap terhadap pemupukan nitrogen (Karim, Makarim .A, 2009).

5. Bunga dan Malai

Bunga padi secara keseluruhan disebut malai. Tiap unit bunga pada malai dinamakan spikelet yang pada hakikatnya adalah bunga yang terdiri atas tangkai, bakal buah, lemma, palea, putik, dan benang sari serta beberapa organ lainnya yang bersifat inferior. Tiap unit bunga pada

malai terletak pada cabang-cabang bulir yang terdiri atas cabang primer dan sekunder (Karim, Makarim .A, 2009).



Gambar II.4 Morfologi Bunga dan malai pada tanaman padi

II.2.2 Syarat Tumbuh Tanaman Padi

1. Tanah

Tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman padi adalah tanah sawah yang kandungan fraksi pasir, debu, lempung dalam perbandingan tertentu dan air dalam jumlah yang cukup. Padi dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang ketebalan lapisan atasnya antara 18–22 cm (Siswoputranto, 1976).

2. Derajat Keasaman Tanah (pH)

Derajat keasaman (pH) tanah yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman padi berkisar antara 4–7. Pada umumnya tanah di Indonesia ber-pH rendah (asam), yaitu berkisar antara 4,0 – 5,5. Sehingga tanah ber-pH 4 – 7 seringkali dikatakan cukup netral meskipun sebenarnya masih agak asam.

3. **Cahaya Matahari**
Intensitas cahaya matahari yang relatif rendah merupakan salah satu penyebab rendahnya produktivitas. Menurut Sasmita *et al.* (2006) intensitas cahaya rendah mengakibatkan terganggunya laju fotosintesis dan sintesis karbohidrat dan berakibat menurunnya laju pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Intensitas cahaya matahari yang tinggi selama periode pengisian bulir dapat meningkatkan produksi biomass yang berakibat terhadap tingginya bulir yang masak yang selanjutnya akan meningkatkan hasil tanaman padi.
4. **Suhu dan kelembapan**
Tanaman menghendaki suhu dan kelembapan yang tertentu. Tanaman padi secara umum membutuhkan suhu minimum 11°- 25°C untuk perkecambahan, 22°- 23°C untuk pembungaan, dan 20°- 25°C untuk pembentukan biji. Untuk pembenihan tanaman padi diperlukan kelembapan yang tinggi.
5. **Curah Hujan**
Tanaman padi membutuhkan curah hujan yang baik, rata – rata 200 mm/bulan atau 1.500-2.000 mm/tahun, dengan distribusi selama 4 bulan. Curah hujan yang baik akan memberikan dampak yang baik dalam pengairan, sehingga genangan air yang diperlukan tanaman padi di sawah dapat tercukupi (Hasanah, 2007).
6. **Pemupukan**
Pemupukan bertujuan untuk menambah unsur – unsur hara yang diperlukan tanaman. Unsur – unsur yang diperlukan tanaman tersebut meliputi unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro merupakan unsur – unsur hara yang mutlak diperlukan tanaman dalam jumlah relatif banyak. Adapun unsur hara mikro adalah unsur – unsur hara yang diperlukan tanaman tetapi dalam jumlah sedikit. Unsur hara makro yang diperlukan tanaman padi meliputi nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), sulfur

(S), karbon (C), hidrogen (H), Oksigen (O₂), dan magnesium. Unsur hara mikro yang diperlukan tanaman cabai meliputi besi (Fe), boron (B), seng (Zn), tembaga (Cu), mangan (Mn), Klorida (Cl), dan molibdenum (Mo) (Ir. Final Prajnananta, 1999).

II.2.3. Penyakit Tanaman Padi

II.2.3.1. Penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB)

Kebutuhan akan beras yang demikian tinggi menyebabkan pasokan beras ke sentra-sentra penjualan harus selalu terjaga. Tetapi pasokan beras selalu mengalami fluktuasi atau adanya kendala-kendala produksi di pusat penghasil beras. Berbagai kendala diakibatkan oleh beberapa permasalahan diantaranya anomali iklim seperti curah hujan yang tidak menentu dan penyakit tanaman padi yang biasa disebut hawar daun bakteri (HDB).

HDB adalah penyakit penting pada tanaman padi yang diakibatkan oleh bakteri dan umum disebut sebagai penyakit kresek. Sebaran penyakit ini sangat luas dan menyerang tanaman terutama pada saat stadia generatif. Penyakit ini sering dianggap tidak begitu penting oleh sebagian petani karena tanaman yang terserang biasanya masih bisa dipanen hasilnya. Kerugian yang timbul akibat *Xanthomonas* adalah kualitas gabah hasil panen yang rendah, hal ini terlihat pada saat penggilingan beras yang dihasilkan banyak pecahnya (Sarhad J.Agric , 2007).

Hawar Daun Bakteri (HDB) disebabkan oleh *Xanthomonas oryzae* (Xoo) merupakan salah satu penyakit yang secara ekonomis dapat menurunkan kuantitas serta kualitas produksi tanaman padi (Goto, 1998). Penyakit ini tersebar hampir di seluruh daerah pertanaman padi di Indonesia baik di dataran rendah maupun dataran tinggi baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Penyakit ini pada musim hujan biasanya berkembang lebih pesat dibandingkan musim kemarau. Kerugian hasil yang

disebabkan oleh HDB dapat mencapai 60%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bila tingkat keparahan sebesar 20% sebulan sebelum panen, penyakit ini sudah mulai menurunkan hasil (Deptan, 2011).



Gambar II.5 Gejala Penyakit HDB

Berbagai usaha penanggulangan penyakit ini telah banyak dilakukan, antara lain dengan menggunakan bahan kimia sintetik seperti asam benzoat dan nitrit, ataupun aplikasi pestisida berbahan dasar senyawa antibiotik (Asman, 1996). Penggunaan senyawa kimia sebagai pupuk dan pestisida serta antibiotik dalam penanganan penyakit tanaman dapat menyebabkan resistensi terhadap bakteri, menimbulkan residu, dan pencemaran lingkungan (*Zuraida, vol 5, 2013*).

Alternatif biokontrol seperti aplikasi mikrob pengendali hayati menghasilkan zat antimikrob tanpa mencemari lingkungan. Bakteri mampu menghasilkan senyawa metabolit yang memiliki efek bakterisidal atau bakteriostatik untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Genus bakteri yang umum digunakan dan menghasilkan zat antimikrob berupa bakteriosin ialah *Bacillus* sp. (Bizani dan Brandelli, 2002; He et al., 2005). Agen biokontrol yang sudah digunakan antara lain *Pseudomonas*

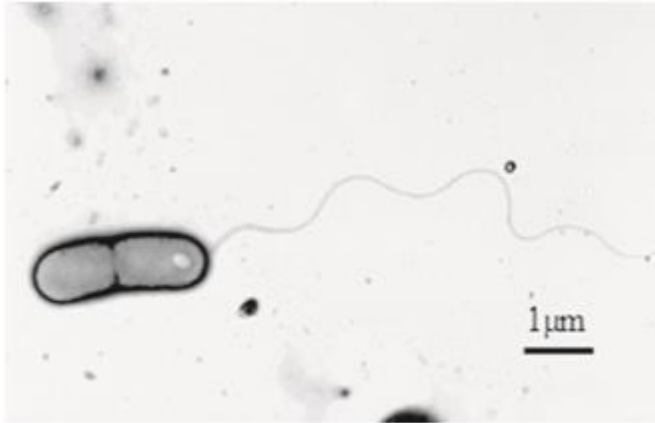
fluorescens dan *Bacillus subtilis*. Formulasi campuran kedua bakteri tersebut telah diaplikasikan untuk mengendalikan penyakit pustul bakteri kedelai yang disebabkan oleh *Xanthomonas campestris* pv. *glycines* (Zuraida, vol 5, 2013).

II.2.3.2. Karakteristik Bakteri *Xanthomonas oryzae*

Berdasarkan bentuknya, bakteri *Xanthomonas oryzae* merupakan bakteri yang termasuk dalam kelompok bakteri Basil karena berbentuk batang. *Xanthomonas oryzae* adalah bakteri yang memiliki alat gerak berupa flagel. Ukuran flagel bakteri ini sangat kecil, tebalnya 0,02 – 0,1 mikro, dan panjangnya melebihi panjang sel bakteri. Flagel yang dimilikinya hanya satu sehingga bakteri *Xanthomonas oryzae* termasuk dalam golongan bakteri *monotrik* (Aizawa, shin-ichi, 2014).



Gambar II.6 Koloni *Xanthomonas oryzae* pada Media YDC



Gambar II.7 Morfologi bakteri *Xanthomonas oryzae*

Menurut Sarhad J.Agric (2007), sifat dari *Xanthomonas Oryzae* yaitu memiliki koloni yang berwarna kuning, cembung, berlendir, serta memiliki tekstur yang mengkilap. Faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan reproduksi bakteri *Xanthomonas oryzae* adalah suhu, kelembapan, dan cahaya. Suhu optimum untuk perkembangan bakteri ini adalah 30°C (Aizawa, shin-ichi, 2014).

Xanthomonas oryzae dapat di injeksikan ke dalam tanaman padi untuk keperluan study dan riset dengan 3 cara yaitu :

1. Clipping method

Sekitar 1-2 cm daun padi dipotong dengan gunting yang sebelumnya telah dicelupkan ke dalam suspensi bakteri. Metode ini sangat efisien untuk menginokulasikan mikroorganisme dalam jumlah besar.

2. Spraying method

Inokulum bakteri pada konsentrasi 10^8 - 10^9 sel bakteri/ ml di spray kan ke tanaman. Metode ini tidak sesuai untuk digunakan selama musim kemarau karena humiditas sangat rendah sehingga membuat bakteri sulit bertahan.

3. Dipping Method
Akar dari benih kecambah padi dicelupkan pada suspensi bakteri untuk inokulasi sebelum di tanam. Metode ini digunakan untuk menguji penyakit HDB pada fase kresek (www.knowledgebank.irri.org).

II.3. Bioaktivator EM4



Gambar II. 8 Bioaktivator EM4

EM4 merupakan suatu cairan yang berwarna coklat dan beraroma manis asam yang didalamnya berisi campuran beberapa mikroorganisme hidup yang menguntungkan bagi proses penyerapan/persediaan unsur hara dalam tanah. Penemu Teknologi *EM* adalah seorang ilmuwan besar bernama Teruo Higa, melalui teknologi *Effective Microorganism (EM)* (Higa, T , 1988).

Menurut Higa, T (1988), campuran kultur mikroorganisme memiliki kegunaan yang lebih efisien dan lebih lama efeknya

untuk tanah dan tanaman dari pada satu macam kultur saja. Efective microorganisme dibedakan menjadi 5 macam, yaitu:

1. EM1 yang berupa media padat berbentuk butiran yang mengandung 90% actinomicetes. Berfungsi untuk mempercepat proses pembentukan kompos dalam tanah.
2. EM2 merupakan Campuran kultur yang terdiri dari bakteri fotosintesis, *actinomyces*, ragi dan jamur yang mengandung 10 genus dan 80 spesies disusun berdasarkan perbandingan tertentu. Berbentuk kultur dalam kaldu ikan dengan pH 8,5. dalam tanah mengeluarkan antibiotik untuk menekan patogen.
3. EM3 merupakan campuran kultur bakteri fotosintesis terdiri dari 95% bakteri fotosintetik dengan pH 8,5 dalam kaldu ikan yang berfungsi membantu tugas EM2. Sakarida dan asam amino disintesa oleh bakteri fotosintetik sehingga secara langsung dapat diserap tanaman.
4. EM4 kultur merupakan campuran bakteri *Lactobacillus* dan bakteri panghasil asam laktat serta bakteri yang lainnya. *Lactobacillus* yang berfungsi menguraikan bahan organik tanpa menimbulkan panas tinggi karena mikroorganisme anaerob bekerja dengan kekuatan enzim.
5. EM5 berupa pestisida organik. (Higa, T, 1988)

Kandungan EM4 terdiri dari bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, actinomicetes, ragi dan jamur fermentasi. Bakteri fotosintetik membentuk zat-zat bermanfaat yang menghasilkan asam amino, asam nukleat dan zat-zat bioaktif yang berasal dari gas berbahaya dan berfungsi untuk mengikat nitrogen dari udara. Bakteri asam laktat berfungsi untuk fermentasi bahan organik jadi asam laktat, percepat perombakan bahan organik, lignin dan cellulose, dan menekan pathogen dengan asam laktat yang dihasilkan. Actinomicetes menghasilkan zat anti mikroba dari asam amino yang dihasilkan bakteri fotosintetik. Ragi menghasilkan zat antibiotik, menghasilkan enzim dan hormon, sekresi ragi menjadi substrat untuk mikroorganisme efektif bakteri asam laktat actinomicetes. Cendawan fermentasi mampu mengurai bahan organik secara cepat yang menghasilkan alkohol ester anti

mikroba, menghilangkan bau busuk, mencegah serangga dan ulat merugikan. Kandungan mikroorganisme utama dalam EM4 yaitu:

1. Bakteri Fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp.)

Bakteri ini mandiri dan swasembada, membentuk senyawa bermanfaat (antara lain, asam amino, asam nukleik, zat bioaktif dan gula yang semuanya berfungsi mempercepat pertumbuhan) dari sekresi akar tumbuhan, bahan organik dan gas-gas berbahaya dengan sinar matahari dan panas bumi sebagai sumber energi. Hasil metabolisme ini dapat langsung diserap tanaman dan berfungsi sebagai substrat bagi mikroorganisme lain sehingga jumlahnya terus bertambah.

2. Bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.)

Dapat mengakibatkan kemandulan (sterilizer) mikroorganisme yang merugikan, oleh karena itu bakteri ini dapat menekan pertumbuhan; meningkatkan percepatan perombakan bahan organik menghancurkan bahan organik seperti lignin dan selulosa serta memfermentasikannya tanpa menimbulkan senyawa beracun yang ditimbulkan dari pembusukan bahan organik. Bakteri ini dapat menekan pertumbuhan fusarium, yaitu mikroorganisme merugikan yang menimbulkan penyakit pada lahan/ tanaman yang terus menerus ditanami.

3. Ragi / Yeast (*Saccharomyces* sp)

Melalui proses fermentasi, ragi menghasilkan senyawa bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintetik atau bahan organik dan akar-akar tanaman. Ragi juga menghasilkan zat-zat bioaktif seperti hormon dan enzim untuk meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar. Sekresi Ragi adalah substrat yang baik bakteri asam laktat dan Actinomycetes.

4. *Actinomycetes*

Actinomycetes menghasilkan zat-zat anti mikroba dari asam amino yang dihasilkan bakteri fotosintetik. Zat-zat anti mikroba ini menekan pertumbuhan jamur dan bakteri. Actinomycetes hidup berdampingan dengan bakteri fotosintetik

bersama-sama meningkatkan mutu lingkungan tanah dengan cara meningkatkan aktivitas anti mikroba tanah.

5. Jamur Fermentasi (*Aspergillus* dan *Penicilium*)

Jamur fermentasi menguraikan bahan secara cepat untuk menghasilkan alkohol, ester dan zat anti mikroba. Pertumbuhan jamur ini membantu menghilangkan bau dan mencegah serbuan serangga dan ulat-ulat merugikan dengan cara menghilangkan penyediaan makanannya. Tiap species mikroorganisme mempunyai fungsi masing-masing tetapi yang terpenting adalah bakteri fotosintetik yang menjadi pelaksana kegiatan EM terpenting. Bakteri ini disamping mendukung kegiatan mikroorganisme lainnya, ia juga memanfaatkan zat-zat yang dihasilkan mikroorganisme lain.

Fungsi EM4 adalah untuk mengaktifkan bakteri pelarut, meningkatkan kandungan humus tanah *lactobacillus* sehingga mampu memfermentasikan bahan organik menjadi asam amino. Bila disemprotkan di daun mampu meningkatkan jumlah klorofil, fotosintesis meningkat dan mempercepat kematangan buah dan mengurangi buah busuk. Juga berfungsi untuk mengikat nitrogen dari udara, menghasilkan senyawa yang berfungsi antioksidan, mengemburkan tanah, meningkatkan daya dukung lahan, meningkatkan cita rasa produksi pangan, memperpanjang daya simpan produksi pertanian, meningkatkan kualitas air.

EM4 juga melindungi tanaman dari serangan penyakit karena sifat antagonisnya terhadap pathogen yang dapat menekan jumlah pathogen di dalam tanah atau pada tubuh tanaman. Manfaat EM4 adalah sebagai berikut :

- Memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.
- Meningkatkan produksi tanaman dan menjaga kestabilan produksi.
- Memfermentasi dan mendekomposisi bahan organik tanah dengan cepat (bokashi).
- Menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

- Meningkatkan keragaman mikroba yang menguntungkan di dalam tanah.

II.4. Bakteri *Pseudomonas fluorescens*

Pseudomonas merupakan bakteri berbentuk batang dengan ukuran sel $0.5 - 1.0 \times 1.5 - 5.0 \mu\text{m}$, motil dengan satu atau lebih flagella, gram negatif, aerob obligat, tidak membentuk spora dan katalase positif, menggunakan H_2 , atau karbon sebagai sumber energinya, beberapa spesies bersifat patogen bagi tanaman, kebanyakan tidak dapat tumbuh pada kondisi masam. Serta tumbuh pada suhu $25 - 30 \text{ }^\circ\text{C}$ (Rhodes, M.E, 1959).

Daerah tanah disekitar akar merupakan wilayah sangat penting untuk pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Pada akar tanaman terdapat banyak mikroorganisme, baik yang eukariotik maupun prokariotik yang saling berinteraksi dan berkompetisi satu sama lain serta dengan akar tanaman. Bakteri ini sering disebut sebagai *Rhizobacter*. Aktivitas masing – masing bakteri ini dapat mempengaruhi pertumbuhan dan fisiologi dari bakteri lainnya, dan dapat berakibat pada komposisi kimia dan fisika dari tanah. Selain mempengaruhi komposisi tanah yang dapat berupa mineral, interaksi dari semua mikroorganisme ini juga dapat mempengaruhi adaptasi tanaman terhadap kondisi kimia serta mempengaruhi kerentanan tanaman terhadap penyakit (Rainey, Paul B, 1999).

Pseudomonas merupakan komponen penting dalam akar, karena dapat membantu meningkatkan kesehatan tanaman. *Pseudomonas fluorescens* merupakan salah satu bakteri PGPR (Plant growth-promoting rhizobacter) yang mana hidup pada akar tanaman. *Pseudomonas fluorescens* memberikan banyak keuntungan pada tanaman dengan beberapa mekanisme, namun pada umumnya yaitu membantu membunuh bakteri – bakteri patogen pada tanaman. Sejauh ini telah dikonfirmasi bahwa *Pseudomonas fluorescens* menghasilkan zat alelopati yang berupa racun, antibiotik dan siderofor. Alelopati merupakan senyawa

kimia yang dilepas oleh suatu organisme yang dapat menghambat atau memacu pertumbuhan organisme lain yang tumbuh bersama pada suatu lahan. Sedangkan siderofor adalah senyawa pengompleks Fe^{3+} atau pengkhelat besi spesifik yang dihasilkan oleh beberapa jenis mikroba untuk menyembunyikan unsur besi di lingkungan rizosfir, sehingga tidak tersedia bagi perkembangan mikroba patogen (Rainey, Paul B, 1999).

Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam tanah juga membantu pertumbuhan tanaman dan menyediakan unsur hara fosfat pada tanah. Menurut Louw dan Webley (1959), Pengkhelatan Fe^{3+} dari FeP oleh siderofore (ferric-specific chelates) yang diproduksi oleh beberapa bakteri pelarut fosfat juga diyakini sebagai salah satu mekanisme pelarutan hara P pada tanah-tanah masam.



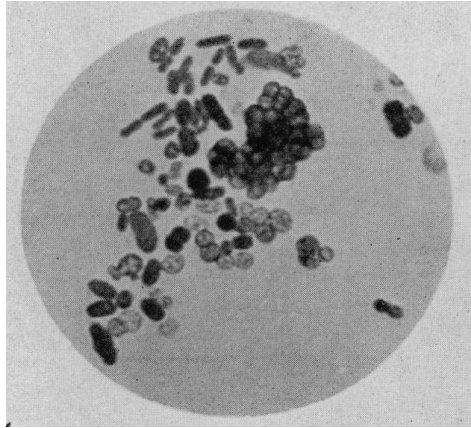
Gambar II.9. Gambar morfologi bakteri *Pseudomonas fluorescens*

II.5. Bakteri *Azotobacter Chroococcum*

Bakteri *Azotobacter* merupakan bakteri rizosfir yang dapat memfiksasi nitrogen (N_2) udara. Pada umumnya bakteri ini dimanfaatkan sebagai penyumbang nitrogen dan hormon pertumbuhan bagi tanaman. *Azotobacter* adalah bakteri penambat

nitrogen aerobik yang mampu menambat nitrogen dalam jumlah yang cukup tinggi, bervariasi 2 – 15 mg nitrogen / gr sumber karbon yang digunakan. Pada medium yang sesuai, *Azotobacter* mampu menambat 10-20 mg nitrogen/gr gula. Kemampuan ini tergantung kepada sumber energinya, keberadaan nitrogen yang terpakai, mineral, reaksi tanah dan faktor lingkungan yang lain, serta kehadiran bakteri tertentu. Faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi penambatan nitrogen antara lain suhu, kelembaban tanah, pH tanah, sumber karbon, cahaya dan penambahan nitrogen. Di samping itu jumlah bakteri penambat nitrogen pada perakaran, potensial redoks dan konsentrasi oksigen juga dapat mempengaruhi aktivitas penambatan nitrogen (*Prabu, 2015*). Bakteri ini sangat sensitif terhadap pH rendah sehingga pada $pH < 6$ *Azotobacter* jarang dijumpai. Biakan *Azotobacter* spp. dapat berkembang dan membentuk koloni pada cawan agar yang diinkubasi dalam suhu ruang. Bakteri ini mempunyai kemampuan tumbuh dalam substrat yang banyak mengandung karbohidrat dan tidak mengandung nitrogen. Koloni *Azotobacter* berkembang cukup cepat dan mempunyai ciri khusus yang memungkinkan untuk dikenali. Secara visual *Azotobacter* dapat dikenal dengan ciri-ciri: koloni kecil dan banyak, mengkilap, biasanya mempunyai permukaan yang datar dengan sedikit cekung di bagian tengah, seperti susu dan kelihatan bening. Warna koloni sangat tergantung pada spesies, misalnya *A.chroococcum* biasanya menghasilkan pigmen coklat atau hitam (*Saraswati, Rasti, dkk, 2007*).

Bakteri *Azotobacter* diketahui pula mampu mensintesis substansi yang secara biologis aktif dapat meningkatkan perkecambahan biji, tegakan dan pertumbuhan tanaman seperti vitamin B, asam indol asetat, giberelin, dan sitokinin. Selain itu, *Azotobacter* juga memiliki kemampuan dalam metabolisme senyawa fenol, halogen, hidrokarbon, dan juga berbagai jenis pestisida.



Gambar II.10. Gambar bakteri *Azotobacter*

Bakteri *Azotobacter* yang diaplikasikan pada tanah pertanian akan terus mempersubur tanah karena bakteri tersebut akan semakin banyak jumlahnya di dalam tanah dan terus bekerja memfiksasi nitrogen, dan menaikkan biomassa tanaman pertanian (Prabu, 2015).

II.6. Kompos

Bahan dasar pupuk organik, baik dalam bentuk kompos maupun pupuk kandang dapat berasal dari limbah pertanian. Seperti, jerami dan sekam padi, kulit kacang tanah, ampas tebu, blotong, batang jagung, dan bahan hijauan lainnya. Pupuk organik merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dibanding bahan pembenah lainnya. Nilai pupuk yang dikandung pupuk organik pada umumnya rendah dan sangat bervariasi, misalkan unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) tetapi juga mengandung unsur mikro esensial lainnya. Sebagai bahan pembenah tanah, pupuk organik membantu dalam mencegah terjadinya erosi dan mengurangi terjadinya retakan tanah. Pemberian bahan organik mampu meningkatkan kelembapan tanah.

Macam – macam pupuk organik adalah sebagai berikut:

1. Pupuk Kandang

Secara umum setiap ton pupuk kandang mengandung 5 kg N, 3 kg P_2O_5 dan 5 kg K_2O serta unsur – unsur hara esensial lain dalam jumlah yang relatif kecil. Sifat – sifat dari pupuk kandang adalah sebagai berikut:

- Kotoran ayam mengandung N tiga kali lebih besar daripada pupuk kandang
- Kotoran kambing mengandung N dan K masing – masing dua kali lebih besar dari pada kotoran sapi.
- Kotoran babi mengandung P dua kali lebih banyak dibandingkan dengan kotoran sapi.
- Pupuk kandang dari kuda atau kambing mengalami *fermentasi* dan menjadi panas lebih cepat daripada pupuk kandang yang terbuat dari kotoran sapi dan babi. Karena itu banyak petani menyebut pupuk kandang sapi dan babi sebagai *pupuk dingin* (cold manures), berikut adalah kandungan kotoran dari hewan ternak (sapi, babi, kuda, kambing, unggas/ayam):

Tabel II.4 Kandungan Kotoran Ternak

Ternak	N	P_2O_5	K_2O
Unggas (ayam)	1,70	1,90	1,50
Ternak	N	P_2O_5	K_2O
Domba	0,55	0,31	0,15
Sapi	0,29	0,17	0,35
Kuda	0,44	0,17	0,35
Babi	0,60	0,41	0,13

(Sumber :Bonorowo, 2013)

- Kandungan unsur hara dalam kotoran ayam adalah yang paling tinggi, karena bagian cair (urine)

tercampur dengan bagian padat. Kandungan unsur hara dalam pupuk (Bonorowo, 2013).

2. Kompos

Kompos adalah bahan organik yang dibusukkan pada suatu tempat yang terlindung dari matahari dan hujan, diatur kelembabannya dengan menyiram air bila terlalu kering. Untuk mempercepat perombakan dapat ditambah kapur, sehingga terbentuk kompos dengan C/N rasio rendah yang siap untuk digunakan. Bahan untuk kompos dapat berupa sampah atau sisa – sisa tanaman tertentu (jerami dan lain - lain). Karakteristik dari kompos adalah:

- Mengandung unsur hara dalam jenis dan jumlah yang bervariasi
- Menyediakan unsur hara secara lambat dan terbatas
- Berfungsi untuk memperbaiki kesuburan tanah (setyorini)

Sumber bahan kompos bisa didapatkan dari macam-macam sumber, berikut kandungan yang digunakan untuk pembuatan kompos dilihat pada tabel II.5:

Tabel II.5 Sumber Bahan Kompos, Kandungan N, dan C/N ratio

Jenis bahan	Nitrogen per berat kering (%)	C/N rasio
Limbah cair dari Hewan	15-18	0,8
Darah Kering	10-14	3
Kuku dan Tanduk	12	-
Limbah ikan	4-10	4-5

Limbah minyak bijii-bijian	3-9	3-15
<i>Night Soil</i>	5,5-6,5	6-10
Lumpur limbah	5-6	6
Kotoran ternak unggas	4	-
Tulang	2-4	8
Rumput	2-4	12
Sisa tanaman hijau	3-5	10-15
Limbah pabrik bir	3-5	15
Limbah rumah tangga	2-3	10-16
Kulit biji kopi	1-2,3	8
Enceng gondok	2,2-2,5	20
Kotoran babi	1,9	-
Kotoran ternak	1,0-1,8	-
Jenis bahan	Nitrogen per berat kering (%)	C/N rasio
Limbah lumpur padat	1,2-1,8	-
Millet	0,7	70
Jerami gandum	0,6	80
Daun-daunan	0,4-1,0	40-80
Limbah tebu	0,3	150
Serbuk gergaji	0,1	500
Kertas	0,0	*

II.7. Standard kualitas kompos

Baku mutu pembuatan kompos harus memenuhi standar kualitas kompos seperti yang tertera pada tabel II.6:

**Tabel II.6 Standar Kualitas Kompos Berdasarkan Peraturan
Pertanian RI
(Lampiran I Permentan No. 28/Permentan/SR.1305/2009)**

PERSYARATAN TEKNIS MINIMAL PUPUK ORGANIK			
No.	Parameter	Persyaratan	
		Padat	Cair
1	C-organik (%)	>12	≥4
2	C/N rasio	15-25	
3	Bahan ikutan (%), (Plastik, kaca, kerikil)	<2	<2
4	Kadar air (%)	15-25*	
5	Kadar Logam Berat (ppm)		
	As	≤ 10	≤ 2,5
	Hg	≤ 1	≤ 0,25
	Pb	≤ 50	≤ 12,5
	Cd	≤ 10	≤ 2,5
6	pH	4-8	4-8
7	Kadar Total (%)		
	N	< 6***	< 2
	P ₂ O ₅	< 6**	< 2
	K ₂ O	< 6**	<2
PERSYARATAN TEKNIS MINIMAL PUPUK ORGANIK			
No.	Parameter	Persyaratan	
		Padat	Cair
8	Mikroba kontaminan (<i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i>) (cfu/g'cfu/ml)	<10 ²	<10 ²
9	Mikroba fungsional (Penambat N, pelarut P) (cfu/g:cfu/ml)	<10 ³	
10	Kadar unsur mikro (ppm)		
	Fe total	≤ 8000	≤ 800

**Tabel II.6 Standar Kualitas Kompos Berdasarkan Peraturan
Pertanian RI (Lanjutan)
(Lampiran I Permentan No. 28/Permentan/SR.1305/2009)**

	Mn	≤ 5000	≤ 1000
	Cu	≤ 5000	≤ 1000
	Zn	≤ 5000	≤ 1000
	B	≤ 2500	≤ 500
	Co	≤ 20	≤ 5
	Mo	≤ 10	

Keterangan :

*) Kadar air berdasarkan bobot asal

**) Bahan – bahan tertentu yang berasal dari bahan organik alami diperbolehkan mengandung kadar P_2O_5 dan $K_2O > 6\%$ (dibuktikan dengan hasil laboratorium)

***) $N_{total} = N_{organik} + N-NH_4 + N-NO_3$; $N_{kjeldahl} = N_{organik} + N-NH_4$;
C/N, $N=N_{total}$

Menurut Gaur (1982), secara umum kompos yang sudah matang dapat dicirikan dengan sifat sebagai berikut :

1. Berwarna cokelat tua hingga hitam dan remah.
2. Tidak larut dalam air, meskipun sebagian dari kompos bisa membentuk suspensi.
3. Sangat larut dalam pelarut alkali, natrium pirofosfar, atau larutan ammonium oksalat dengan menghasilkan ekstrak berwarna gelap dan dapat difraksionasi lebih lanjut menjadi zat humik, fulvik, dan humin.
4. Rasio C/N ≤ 30 tergantung dari bahan baku dan derajat humifikasi.
5. Memiliki kapasitas tukar kation dan absorpsi terhadap air yang tinggi.
6. Jika digunakan pada tanah, kompos dapat memberikan efek yang menguntungkan bagi tanah dan pertumbuhan tanaman.

7. Memiliki temperatur yang hampir sama dengan temperatur udara
8. Tidak berbau (Lina, 2007)

II.8. Urea

Urea CH_4N_2O adalah produk padat berbentuk mutiara atau biji-bijian; Ciri utamanya adalah N dalam bentuk amida (NH₂). Pupuk urea merupakan pupuk kimia yang memiliki kandungan nitrogen yang tinggi. Unsur nitrogen adalah zat hara yang diperlukan tumbuhan yaitu berfungsi untuk membantu pertumbuhan pada tanaman. Pupuk urea berbentuk kristal berwarna putih merupakan pupuk yang mudah larut dalam air dan bersifat higroskopis (sangat mudah menghisap air). Kandungan nitrogen pada urea adalah 46% atau sekitar 46kg nitrogen dalam 100kg urea (C. R. Sant Ana Filho, 2012).

Pupuk nitrogen (N) termasuk pupuk kimia buatan tunggal. Jenis pupuk ini termasuk pupuk makro. Sesuai dengan namanya, pupuk-pupuk dalam kelompok ini didominasi oleh unsur nitrogen (N). Adanya unsur lain didalamnya lebih bersifat sebagai pengikat atau juga sebagai katalisator. Adapun macam-macam jenis urea adalah sebagai berikut:

- **Urea Prill**

Urea prill merupakan urea yang berbentuk butiran halus berwarna putih. Dibandingkan dengan bentuk lainnya, urea prill mempunyai beberapa kelebihan berikut:

- a. Dikenal luas di kalangan petani sehingga menjadi prioritas utama pemupukan.
- b. Mudah didapatkan di KUD, pengecer pupuk, kios tani, tempat lain.
- c. Harga terjangkau petani.
- d. Mudah diaplikasikan. yaitu dengan disebar atau Kandungan N cukup tinggi, yaitu sekitar 46%.

- **Urea Super Granule (USG)**
Bentuk USG hampir sama dengan urea prill hanya ukuran butirannya sedikit lebih besar. Dari hasil penelitian, USG mampu meningkatkan produksi tanaman (padi 3,4 - 20,4% lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan urea prill.
- **Urea Ball Fertilizer**
Pupuk urea dengan bentuk bola-bola kecil ini memiliki daya respon cukup tinggi terhadap pertumbuhan tanaman Unsur N-nya dapat dilepas secara lambat dan diikat kuat oleh partikel tanah dan kemudian akan diserap akar tanaman. Bila melihat kelebihan pupuk urea bentuk bola ini mempunyai prospek cukup bagus. Namun, dilihat dari segi teknis dan komersial penerapannya belum dapat tersebar luas di lapangan. Penyebabnya adalah harganya lebih mahal dibandingkan urea prill ketersediaannya di Indonesia terbatas di kota-kota besar saja. Urea ball fertilizer lebih tepat digunakan sebagai pupuk susulan untuk mengimbangi kehilangan unsur N pada pemupukan urea prill.
- **Urea Briket**
Urea briket dihasilkan dari proses pemadatan urea. Penyempurnaan urea super granule. Bentuknya pipih seperti cakram, bersifat rapuh, mudah pecah. dan cepat lengket. Sifat-sifat kimia urea briket tidak jauh berbeda dengan urea prill dan urea super granule. Kelebihan urea briket, yaitu mudah larut dan unsur hara cepat tersedia. Sementara kekurangan urea ini di antaranya rapuh, lengket, dan harganya relatif mahal.
- **Urea Tablet**
Urea tablet juga berbahan dasar dari urea prill dengan proses pengempaan bertekanan tinggi, urea prill berubah bentuk menjadi tablet. Bila dibandingkan

dengan urea prill, urea tablet lebih banyak memiliki keunggulan seperti efisien, meningkatkan produksi tanaman, mengurangi atau menekan tumbuhnya gulma, mengurangi terjadinya pencemaran, dan menciptakan usaha baru bagi usahawan pupuk. Di kalangan petani dan masyarakat pengguna pupuk, urea tablet belum sepenuhnya dapat diterima. Faktor penyebab terbesar antara lain kebiasaan dan kepercayaan petani terhadap menggunakan urea prill belum dapat digoyahkan. Kekurangan lain dari penggunaan urea tablet adalah reaksi terhadap tanaman tidak secepat urea prill dan sulit diaplikasikan pada lahan yang kekurangan air (Marsono dan Paulus Sigit, 2001).

Dalam memproduksi urea, industri diharuskan memenuhi standart mutu yang telah ditetapkan pada peraturan pertanian RI, tujuannya adalah agar produk yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan yang jauh, sehingga produk pertanian juga dapat memberikan hasil yang lebih baik. Adapun standarisasi kualitas urea dapat dilihat pada tabel II.7:

Tabel II.7 Standar Kualitas Urea Berdasarkan Peraturan Pertanian RI

No	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Glintiran
1.	Kadar Nitrogen	%	Min 46	Min 46
2.	Kadar Air	%	Maks 0,5	Maks 0,5
No	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Glintiran
3.	Kadar Biuret	%	Maks 1,2	Maks 1,5
4.	Ukuran:	-		
	a. 1,00 mm – 3,35 mm	%	Min 90	-
	b. 2,00 mm – 4,75 mm	%	-	Min 90

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2010)

II.9. Penelitian Terdahulu

Tabel II.8 Beberapa Hasil Penelitian Terdahulu

Judul	Penulis & Tahun	Hasil
Peran Mikroorganisme <i>Azotobacter chroococcum</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , dan <i>Aspergillus niger</i> pada Pembuatan Kompos Limbah Sludge Industri Pengolahan Susu	Hita Hamastuti, dkk (2012)	Mikroorganisme <i>Azotobacter chroococcum</i> dapat meningkatkan kadar nitrogen hingga 500%, sedangkan <i>Pseudomonas fluorescens</i> dan <i>Aspergillus niger</i> dapat meningkatkan kadar fosfat hingga 14,29% pada limbah sludge industri pengolahan susu. Variabel terbaik ialah <i>Azotobacter chroococcum</i> 1% v/w : <i>Aspergillus niger</i> 0,5% v/w, dibuktikan dengan pertambahan tinggi tanaman terong 12,2% dan cabai 21,6% serta kapasitas panen terong 44,2 gram/tanaman dan cabai 11 gram/tanaman. Perlu dilakukan pengaturan pH pada proses pengomposan sehingga pH kompos sesuai baku mutu dan sesuai dengan syarat tumbuh tanaman uji.

<p>Pengujian Beberapa Bakteri Penghambat Pertumbuhan <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> pada Tanaman Padi</p>	<p>Zuraidah (2013)</p>	<p>Isolat <i>Pseudomonas aeruginosa</i> C32a dan C32b, <i>P. fluorescens</i> Pf, <i>Bacillus cereus</i> I.21, dan <i>Bacillus</i> sp. I.5 memiliki potensi yang baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen tanaman padi <i>X. oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> secara <i>in vivo</i> dibandingkan perlakuan menggunakan akuades steril dan tembaga sulfat sebagai bakterisida kimia.</p>
<p>Pembuatan Kompos dari Media Sisa Tanam Jamur dan Limbah Pertanian Jagung Menggunakan Aktivator Em4 dan Mikroorganisme <i>Azotobacter</i></p>	<p>Hamida Nuur Masetya, dkk (2016)</p>	<p>Kompos terbaik pada variabel rasio limbah pertanian jagung terhadap media sisa tanam jamur = 1 : 1 yaitu dengan penambahan rasio aktivator EM4 terhadap <i>Azotobacter</i> = 1 : 3 dengan perubahan C, N, P, dan K sebesar 16,3%, 249%, 241,71%, dan 537,4% dan dengan hasil uji tanaman yaitu penambahan panjang batang jagung rata – rata sebesar 14,9 mm per 2 hari, penambahan lebar rata – rata daun sawi sebesar 3,2 mm per 2 hari, dan hasil panen sebanyak 1 buah tomat serta 7 buah cabai 20 hari setelah pemberian kompos.</p>

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam skala *batch* di Laboratorium Pengolahan Limbah Industri, Jurusan Teknik Kimia, FTI-ITS. Penelitian yang dilaksanakan meliputi : 1) Uji pertumbuhan bakteri 2) Pemiakan bakteri 3) Pembuatan pupuk organik dan 4) uji pupuk pada pertumbuhan tanaman padi yang terkena hawar daun bakteri. Bahan baku pembuatan pupuk organik adalah limbah pertanian jagung yang diperoleh dari lamongan dan biakan bakteri *Pseudomonas flourescens* serta bakteri *Azotobacter chroococcum*. Uji pupuk pada pertumbuhan tanaman padi yang terkena hawar daun bakteri akan dilaksanakan di taman belakang Laboratorium Pengolahan Limbah Industri, Jurusan Teknik Kimia, FTI-ITS. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai bulan Juni 2017.

III.2 Kondisi Operasi

III.2.1 Kondisi Operasi untuk pemiakan mikroorganisme

- Tipe alat yang akan digunakan adalah *Inkubator*.
- Temperatur operasi = 25 - 30°C
- pH = 6 - 7
- Lama proses inkubasi = 7 hari

III.2.2 Kondisi Operasi Komposting

- Tipe reaktor yang akan digunakan adalah *rotary drum composter*.
- Proses yang dilakukan adalah *batch process*
- Temperatur operasi = 25 - 40°C
- pH = 6 - 7
- Kelembapan (MC) = 60% - 65%
- Rate aerasi = 14 L/menit/variabel
- Lama proses pengomposan = 15 hari

III.3 Variabel

Variabel yang digunakan :

1. Penambahan Mikroorganismen dengan populasi 9×10^6
 - a. *Pseudomonas fluorescens* : *Azotobacter Chroococcum* = 1 : 1 (s/s)
 - b. *Pseudomonas fluorescens* : *Azotobacter Chroococcum* = 1 : 2 (s/s)
 - c. *Pseudomonas fluorescens* : *Azotobacter Chroococcum* = 2 : 1 (s/s)
 - d. *Pseudomonas fluorescens* : *Azotobacter Chroococcum* = 1 : 3 (s/s)
 - e. *Pseudomonas fluorescens* : *Azotobacter Chroococcum* = 3 : 1 (s/s)
2. EM4 = 15 ml
3. Tanaman yang diukur : Padi

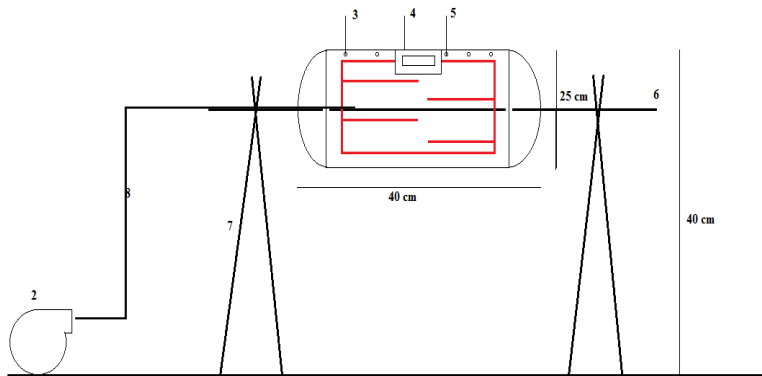
III.3.1 Bahan dan Peralatan

III.3.1.1 Bahan

1. NB cair
2. Limbah pertanian jagung
3. EM4
4. *Azotobacter*
5. *Xanthomonas oryzae* Pv *Oryzae*
6. *Pseudomonas fluorescens*

III.3.1.2 Rangkaian Alat

1. *Rotary drum composter* dilengkapi dengan *aerator*
2. Timbangan
3. Kertas pH



Gambar III.1 Skema Susunan Alat *Rotary Drum Composter*

Keterangan gambar :

1. *Rotary Drum Composter*
2. *Aerator*
3. Lubang (*hole*)
4. Tutup
5. Termometer
6. Poros
7. Penyangga
8. Selang (saluran udara)
9. Pengaduk (warna merah)

III.4 Prosedur Penelitian

III.4.1 Tahap Persiapan

1. Persiapan Bahan
 - Pengumpulan limbah pertanian jagung dari lamongan jawa timur
 - Aktivator EM4 dibeli di toko trubus Surabaya

- *Azotobacter* dan *Pseudomonas fluorescens* didapatkan dari Laboratorium Mikrobiologi Teknik Kimia ITS.
 - *Xanthomonas Oryzae* Pv *Oryzae* didapatkan laboratorium mikrobiologi Biologi Unair
 - Memperbanyak *Azotobacter* dan *Pseudomonas fluorescens* dan *Xanthomonas Oryzae* Pv *Oryzae*
2. Persiapan biakan bakteri
- Bakteri yang dibiakkan adalah bakteri pada pembuatan pupuk yaitu *Pseudomonas fluorescens* dan *Azotobacter chroococcum* serta bakteri pathogen yaitu *Xanthomonas Oryzae* Pv *Oryzae*. Langkah – langkah dalam pembiakan bakteri yaitu:
1. Mempersiapkan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Azotobacter chroococcum* serta bakteri pathogen *Xanthomonas Oryzae* Pv *Oryzae*
 2. Menginokulasikan bakteri *Pseudomonas fluorescens* NB cair dan *Azotobacter chroococcum* pada media NB cair serta *Xanthomonas Oryzae* Pv *Oryzae* pada NB cair
 3. Menginkubasikan pada suhu 25 – 30 °C
 4. Menghitung banyak sell per ml media dengan metode counting chamber dan menghentikan inkubasi saat mencapai $1,425 \times 10^8$ – $4,175 \times 10^8$ sel /ml
3. Persiapan Benih Padi
1. Benih padi (gabah) yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam karung goni dan direndam 1 malam di dalam air mengalir supaya perkecambahan benih bersamaan.
 2. Mempersiapkan tempat pada polybag untuk persemaian dengan panjang 30 cm x 60 cm, serta menggemburkan tanah dan mengisi dan menjaga air sampai ketinggian 5 cm
 3. Menaburkan benih padi yang telah direndam sebanyak 1 gram pada tempat yang telah disediakan.

4. Melakukan pemindahan benih saat padi berusia 25 – 40 hari dengan daun 5 – 7 helai, batang bawah besar dan kuat, pertumbuhan seragam, tidak terserang hama dan penyakit.

III.4.2. Tahap Operasi

III.4.2.1 Pengomposan Limbah Pertanian Jagung

Limbah pertanian jagung yang digunakan sebagai pupuk organik merupakan daun, batang, bonggol serta serabut jagung yang tidak terpakai pasca panen. Berikut adalah langkah – langkah yang dilakukan untuk pengomposan :

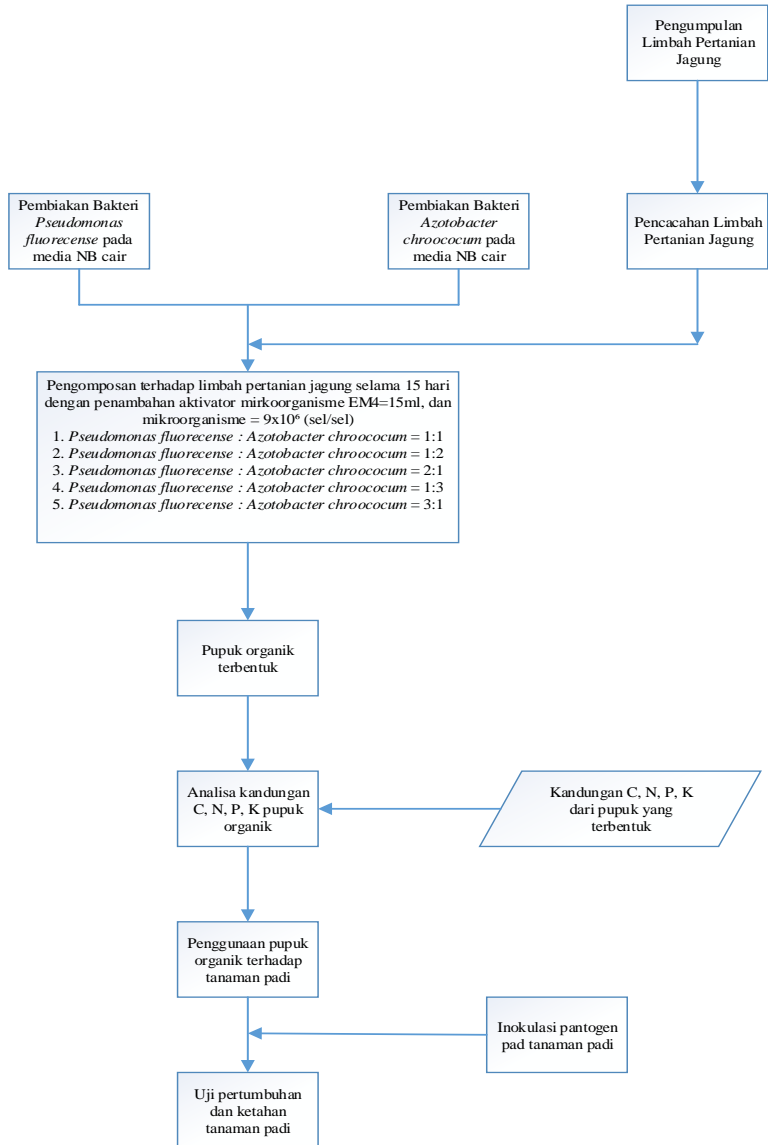
1. Dilakukan analisa kadar N, P, K, C, dan kadar air pada limbah pertanian jagung sebelum pengomposan.
2. Limbah pertanian jagung dimasukkan ke dalam *Rotary Drum Composter* beserta penambahan aktivator EM4 dan *azotobacter* serta *Pseudomonas flourescens* untuk dikomposkan sesuai dengan variabel yang telah ditetapkan sebelumnya.
3. *Rotary Drum Composter* dialiri udara sebanyak 14 L/menit menggunakan aerator untuk menunjang proses aerob.
4. Dilakukan pengukuran suhu dan pH satu kali setiap hari selama proses pengomposan
5. Agitator dalam drum diputar 3 kali sehari sampai kompos matang, masing – masing diputar sebanyak 15 kali.
6. Setelah kompos terbentuk lalu dilakukan analisa kadar N, P, K, C dan kadar air.

III. 4.2.2 Aplikasi kompos pada tanaman padi

Untuk penanaman padi, disiapkan lahan yang sudah digemburkan terlebih dahulu dan ditambahkan air untuk meningkatkan kelembaban tanah. Lahan yang akan disiapkan berukuran kurang lebih 1 x 2 meter. Padi yang akan ditanam adalah padi yang telah disemai terlebih dahulu. Adapun langkah – langkah penggunaan kompos adalah sebagai berikut :

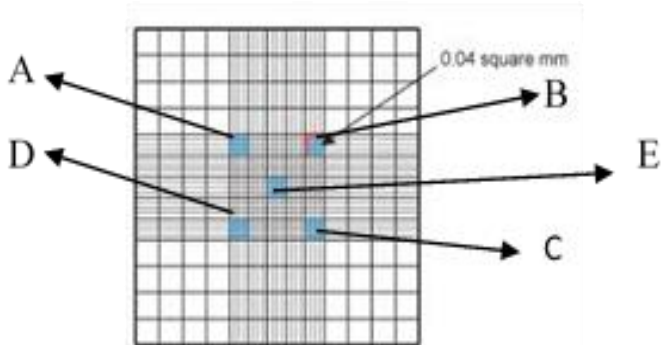
- a. Menambahkan pupuk organik dari kompos diatas ke tanaman padi yang baru tumbuh.
- b. Menginjeksikan pathogen *Xanthomonas Oryzae* Pv *Oryzae* dengan *Cliping method*, Adapun langkah – langkahnya :
 1. Menyiapkan bakteri pathogen dengan memasukkannya kedalam botol
 2. Mencilupkan gunting kedalam larutan yang berisi bakteri pathogen dalam botol 1-2 menit.
 3. Menggunting daun padi dengan ukuran 1- 2 cm.
- c. Dilakukan pengukuran intensitas serangan hawar setiap 1 hari
- d. Dilakukan pengukuran tinggi tanaman serta lebar daun untuk tanaman padi setiap 2 hari
- e. Memanen hasil gabah dari tanaman padi dari berbagai variabel pada usia 110 hari

III.5 Skema Penelitian



III.6 Prosedur Analisa

III.6.1 Prosedur perhitungan jumlah mikroba dengan metode *Counting chamber*



Gambar III.2. Gambar hemasitometer

1. Kocok suspensi baik-baik agar sel dapat tersebar sama rata dalam cairan
2. Tutup ruang hitung dengan kaca tutup dan teteskan dengan pipet kecil setetes suspensi pada pinggir kaca tutup. Tetesan akan mengalir ke bawah kaca tutup dan mengisi ruang hitung.
3. Pasang counting chamber pada mikroskop, amati jumlah sel pada setiap persegi kecil. Jika jumlah sel lebih dari 10 sel, lakukan pengenceran.
4. Hitung jumlah sel dalam lima persegi besar (Misalkan persegi A,B,C,D dan E) dengan cara menghitung sel-sel yang berada dalam persegi kecil. (Dalam setiap persegi besar terdapat 4x4 persegi kecil)
5. Menentukan banyak sel per ml suspensi dengan cara :
 - a. Menghitung jumlah rata – rata dari banyak sel di lima kotak diatas

$$\frac{\text{Jumlah sel}}{\text{Kotak besar}} = \frac{A + B + C + D + E}{5}$$

- b. Menghitung jumlah sel per ml dengan persamaan

$$\text{Populasi } \left(\frac{\text{sel}}{\text{ml}} \right) = \frac{\text{Jumlah sel} \times 1000}{\text{Kotak besar} \times 0,004} \times Fp$$

Keterangan : Fp adalah faktor pengenceran
0,004 adalah volume kotak besar
(mm³)

6. Pekerjaan tersebut (mengisi ruang hitung dan menghitung jumlah sel) dilakukan tiga kali.
7. Hitung jumlah rata-rata dari tiga penetapan yang dilakukan.

III.6.2 Uji analisa Ketahanan Terhadap Penyakit Hawar Daun Bakteri

Prosedur Analisa hasil Xoo inhibitor ini berdasarkan pada standar evaluation system (IRRI,2013). Analisa hasil uji bakteri menggunakan metode AUDPC(Area Under Disease Progress Curve). AUDPC adalah total tingkat kejadian penyakit pada perlakuan dari minggu pertama pengamatan sampai minggu terakhir pengamatan. Nilai AUDPC yang telah diketahui kemudian digunakan untuk menghitung indeks penekanan penyakit. Indeks penekanan penyakit adalah suatu angka yang dapat menyatakan tingkat keefektifan pengendalian suatu agens biokontrol terhadap patogen.(Schalau, J. 2002)

- a. Peralatan
 1. Kertas katon
 2. Neraca Analitis
 3. gunting
- b. Prosedur
 1. Mengukur luas total daun padi yang terkena HDB dengan cara
 - a. Menempelkan kertas katon pada daun , dan digambar mengikuti gambar daun padi
 - b. Menggunting kertas katon sesuai dengan yang telah di gambar.

- c. Menimbang kertas katon yang telah digunting dengan neraca analitis.
- d. Menghitung luas daun padi
2. Mengukur luas daun padi yang menguning akibat HDB dengan cara yang sama.
3. Menghitung intensitas serangan akibat Xoo dengan persamaan

$$\begin{aligned} & \text{Intensitas serangan Hawar} \\ &= \frac{\text{Luas daun yang terinfeksi}}{\text{Luas daun total}} \times 100\% \end{aligned}$$

4. Menghitung nilai AUDPC dengan persamaan.

$$AUDPC = \sum_1^{n-1} \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} (t_{i+1} - t_i)$$

III.6.3 Prosedur Analisa C, N, P, dan K

Prosedur analisa kandungan pupuk organik ini berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2803:2010 tentang Pupuk NPK Padat

1. Nitrogen total

Nitrogen dalam contoh dihidrolisis dengan asam sulfat membentuk senyawa ammonium sulfat. Nitrat dengan asam salisilat membentuk nitrosalisilat, kemudian direduksi dengan natrium tiosulfat membentuk senyawa ammonium. Suling senyawa ammonium dalam suasana alkali, tampung hasil sulingan asam borat. Titrasi dengan larutan asam sulfat sampai warna hijau berubah menjadi merah jambu.

a. Pereaksi

1. Larutan asam sulfat salisilat (25 gram asam silisilat dilarutkan hingga liter dengan H₂SO₄ pekat)
2. Natrium tiosulfat Na₂S₂O₃.5H₂O
3. Larutan asam borat 1% (1 gram asam borat dilarutkan hingga 100 ml dengan air suling)

4. Larutan asam sulfat H_2SO_4 0,05 N
5. Indikator Conway (0,15 gram bromo cresol dan 0,1 gram metal merah dilarutkan hingga 100 ml dengan etanol)
6. Larutan natrium hidoksida, NaOH 40%
7. Air suling

b. Peralatan

1. Neraca analitis
2. Labu ukur 100 ml, 500 ml, 1000 ml
3. Pipet volumetric 25 ml
4. Labu Kjedahl
5. Alat destilasi
6. Lumpang porselin penghalus sampel
7. Buret 50 ml
8. Termometer 300°C

c. Prosedur

1. Timbang teliti 0,5 g sampel yang telah dihaluskan dan masukkan ke dalam labu kjedahl
2. Tambahkan 25 ml larutan asam sulfat salisilat gotang hingga merata dan biarkan semalam
3. Esoknya tambahkan 4 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kemudian panaskan pada suhu rendah hingga gelembung habis. Naikkan suhu secara bertahap maksimal 300°C (sekitar 2 jam) dan biarkan dingin
4. Encerkan dengan air suling, pindahkan ke dalam labu takar 500 ml kocok dan tepatkan sampai tanda garis
5. Pipet 25 ml masukkan ke dalam labu suling tambahkan 150 ml air suling dan batu didih
6. Suling setelah penambahan 10 ml larutan NaOH 40% dengan penampung hasil sulingan 20 ml larutan asam borat 1% yang ditambahkan 3 tetes indikator conway
7. Hentikan penyulingan bila hasil sulingan mencapai 100 ml

8. Titrasi dengan larutan H₂SO₄ 0,05 N sampai akhir tercapai (warna hijau berubah menjadi merah jambu)

9. Lakukan pengerjaan larutan blanko

d. Perhitungan

$$\text{Nitrogen total (\%)} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 14,008 \times P \times 100}{W} \times \frac{100}{100 - KA}$$

dimana :

V₁ = larutan asam sulfat yang digunakan untuk titrasi sampel, ml

V₂ = volume H₂SO₄ yang digunakan untuk titrasi blanko, ml

N = normalitas larutan H₂SO₄

14,008 = berat atom nitrogen

P = pengenceran

W = berat contoh, mg

KA = kadar air, %

2. Kadar Fosfor Total sebagai P₂O₅

Kadar P₂O₅ ditentukan secara kolorimetri, ortofosfat yang terlarut direaksikan dengan amonium molibdatvanat membentuk senyawa kompleks molibdovanat asam fosfat yang berwarna kuning

a. Perekasi

1. Perekasi molibdovanadat (larutkan 40 g ammonium molibdat ttrahidrat dalam 400 ml air suling panas, kemudian dinginkan. Larutkan 2 g ammonium metavanadat dalam 250 ml air suling panas, dinginkan lalu tambahkan 450 ml HClO₄ 70 %. Tambahkan larutan ammonium molibdat sedikit demi sedikit ke dalam larutan ammonium metavanadat sambil diaduk dan encerkan hingga 2 liter dengan air suling).

2. Larutan standar fosfat (keringkan KH_2PO_4 murni (52,15% P_2O_5) selama 2 jam pada 105°C . Siapkan larutan yang mengandung 0,4 – 1 mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{ml}$ dengan interval 0,1 mg dengan cara menimbang 0,0767; 0,0959; 0,1151; 0,1342; 0,1534; 0,1726 dan 0,1918 KH_2PO_4 dan encerkan masing-masing hingga 100 ml dengan air suling. Siapkan larutan yang baru yang mengandung 0,4 dan 0,7 mg $\text{P}_2\text{O}_5 / \text{ml}$ setiap minggu)
3. HClO_4 70 -72 %
4. HNO_3 p.a

b. Peralatan

1. Neraca analitis
2. Pengering listrik
3. Lumpang porselin penghalus sampel
4. Labu ukur 100 ml, 500 ml, 2 liter
5. Corong diameter 7 cm
6. Kertas saring whatman 41
7. Erlenmeyer 500 ml
8. Pipet volumetrik 5 ml, 10 ml, 15 ml, dan 50 ml
9. Pipet ukur 5 ml
10. Gelas piala
11. Spektrofotometer
12. Pemanas

c. Persiapan larutan contoh

1. Timbang dengan teliti 1 g sampel yang halus, masukkan kedalam gelas piala 250 ml
2. Tambahkan dengan 20-30 ml HNO_3 p.a
3. Didihkan perlahan-lahan selama 30 – 45 menit untuk mengoksidasi bahan yang mudah teroksidasi, dinginkan:
4. Tambahkan 10 – 20 ml HClO_4 70 – 72%

5. Didihkan perlahan-lahan sampai larutan tidak berwarna dan timbul asap putih pada gelas piala, dinginkan
6. Tambahkan 50 ml air suling dan didihkan beberapa menit, dinginkan
7. Pindahkan dalam labu ukur 500 ml dan tepatkan dengan air suling sampai tanda tera dan homogenkan
8. Saring dengan kertas saring whatman no. 14
9. Tampung kedalam erlenmeyer

d. Prosedur

1. Pipet 5 ml larutan contoh dan masing-masing larutan standar ke dalam labu ukur 100 ml
2. Tambahkan 45 ml air suling diamkan selama 5 menit
3. Tambahkan 20 ml pereaksi molibdovanadat dan encerkan dengan air suling hingga tanda tera dan kocok
4. Biarkan pengembangan warna selama 10 menit
5. Lakukan pengerjaan larutan blanko
6. Optimasi spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm
7. Baca absorbansi larutan contoh dan standar pada spektrofotometer
8. Buat kurva standar
9. Hitung kadar P_2O_5 dalam sampel

e. Perhitungan

Fosfor total sebagai P_2O_5 % b/b = $\frac{C \times P}{W} \times 100 \times \frac{100}{100 - KA}$
dengan

C = P_2O_5 dari pembacaan kurva standar

P = faktor pengenceran

W = berat contoh, mg

KA = kadar air, %

3. Kalium sebagai K_2O

a. Metode titrimetri

Kalium bereaksi dengan natrium tetrafenilborat dalam suasana basa lemah, membentuk endapan kalium tetrafenilborat, kelebihan natrium tetrafenilborat dititar dengan benzalkonium klorida

b. Pereaksi

1. Larutan $(NH_4)_2C_2O_4$ 4%
2. Larutan NaOH 20 %
3. Larutan formaldehid 37%
4. Larutan natrium hidroksida 20%
5. Larutan 20 g NaOH dalam 100 ml air suling
6. Indikator PP 0,1 %
7. Natrium tetrafenilboron (STPB) 1,5 %
8. Larutan 12 g $NaBr(C_6H_5)_4$ dalam 800 ml air suling, tambahkan 20 – 25 $Al(OH)_3$, aduk selama 5 menit dan saring dengan dengan whatman no.42 atau yang setara masukkan dalam 1 liter labu ukur, filtratnya tambahkan 2 ml NaOH 20% tepatkan hingga 1 liter dengan air suling, aduk. Biarkan 2 hari dan di standarisasi
9. Benzalkonium klorida 0,625% (larutan 38 ml benzalkonium klorida 17% menjadi 1 L dengan air suling, aduk dan di standarisasi
10. Titan yellow 0,04% (larutkan 40 mg dalam 100 ml air suling)

c. Peralatan

1. Neraca analitik
2. Gelas piala 250 ml
3. Labu ukur 100 ml, 250 ml
4. Buret
5. Whatman no. 42
6. Pipet volumetrik 5 ml, 10 ml, 20 ml, 25 ml, 50 ml

d. Standarisasi larutan

1. Larutan benzalkonium klorida (BAC)

Dalam erlenmeyer 125 ml terdapat 1 ml larutan STPB tambahkan 20 – 25 ml air suling, 1 ml NaOH 20 %, 25 ml HCHO, 1,5 ml $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 4% dan 6 – 8 tetes indikator titan yellow. Titrasi dengan larutan BAC sampai titik akhir berwarna merah, gunakan buret semimikro 10 ml. Larutan BAC 2 ml = 1 ml larutan STPB

2. Larutan natrium tetrphenylboron

Larutan 2,5 g KH_2PO_4 dengan air suling dalam labu ukur 250 ml, tambahkan 50 ml larutan $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 4% tepatkan sampai tanda tera dan homogenkan. Ambil 15 ml larutan tersebut masukkan dalam 100 ml labu ukur, tambahkan 2 ml NaOH 20%, 5 ml HCHO dan 43 ml larutan STPB, tepatkan dengan air suling, homogenkan dan biarkan 5-10 menit dan saring. Ambil 50 ml filtrat masukkan dalam erlenmeyer 125 ml, tambahkan 6-8 tetes indikator titan yellow dan titrasi kelebihan larutan dengan larutan BAC.

e. **Perhitungan**

$F = 34,61 / (43 \text{ ml} - \text{ml BAC}) = \text{mg K}_2\text{O} / \text{ml larutan STPB}$

f. **Prosedur**

1. Timbang teliti 2,5 g contoh yang siap uji dalam 250 ml gelas piala
2. Tambahkan 50 ml $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 4% 125 ml air suling dan didihkan selama 30 menit, dinginkan
3. Pindahkan ke dalam labu ukur 250 ml
4. Saring hingga jernih
5. Ambil 15 ml larutan tersebut, masukkan dalam labu ukur 100 ml
6. Tambahkan 2 ml NaOH 20%, 5 ml HCHO
7. Tambahkan 1 ml STPB untuk tiap 1% K_2O , tambahkan 8 ml untuk berlebihan

8. Tepatkan sampai tanda tera dengan air suling, aduk dan biarkan 5 – 10 menit, saring dengan kertas saring Whatmn No. 12
9. Ambil 50 ml filtrat masukkan ke dalam erlenmeyer 125 ml , tambahkan 6 – 8 tetes ondikator titan yellow dan titar dengan larutan standar BAC

g. Perhitungan

$$\% K_2O = \frac{(ml \text{ penambahan STPB} - ml \text{ BAC}) \times F \times 100}{100 - KA}$$

4. C-organik dengan Metode Pengabuan 700°C

a. Alat

- Cawan
- Oven 105°C
- Oven 700°C

b. Bahan

- Media tanam

c. Metode

- Ukur kadar air bahan (langkah kerja sama dengan cara mengukur kadar air di atas)
- Masukkan ke dalam oven 700 °C
- Timbang kembali
- Kadar C-org dapat diketahui dengan cara:
- Misal :

A= berat cawan B= cawan+media C= cawan+media (105⁰C) D= cawan+media (700⁰C)

$$\begin{aligned} \text{Maka: Kadar air} &= [B-C/C-A] \times 100\% \text{ C-org} \\ &= [C-D/C-A/1.724] \end{aligned}$$

1.724 merupakan rumus baku dari 100/58, dimana 58% C-org mudah teroksidasi

d. Prosedur Analisa Lignoselulosa Menggunakan Metode Analisa Chesson

Komponen utama dari biomassa lignoselulosa adalah lignin, selulosa, hemiselulosa, ekstraktif, dan abu. Terdapat beberapa metode pengukuran kandungan komponen biomassa lignoselulosa, salah satunya

adalah metode yang dikemukakan oleh Chesson (Datta 1981) dengan sedikit modifikasi. Metode ini adalah analisis gravimetri setiap komponen setelah dihidrolisis atau dilarutkan.

e. Peralatan

1. Erlenmeyer 300 ml
2. Erlenmeyer 500 ml
3. Beaker Glass 500 ml
4. Beaker Glass 1000 ml
5. Corong Gelas Kecil
6. Corong Gelas Besar
7. Pipet Ukur 25 ml
8. Karet Penghisap
9. Labu ukur distilasi leher satu kecil
10. Pipet mata
11. Gelas ukur 100 ml
12. Gelas ukur 10 ml
13. Gelas arloji kecil
14. Gelas arloji besar
15. Beaker glass 150 ml
16. Beaker glass 50 ml

f. Prosedur Uji

1. Timbang kertas saring
2. Mengambil sampel uji (massa A = ± 1 gram)
3. Aquadest 150 ml + 1 gram sampel dicampur dalam labu distilasi leher satu
4. Reflux selama 3 jam
5. Saring dengan aquadest panas
6. Dimasukkan kedalam oven dengan suhu 110°C (± 8 jam), ditimbang hingga konstan (massa B)
7. Mempersiapkan asam sulfat 1 % sebanyak 150 ml
8. Reflux selama 3 jam
9. Saring dan cuci dengan aquadest panas
10. Masukkan ke oven selama 8 jam dengan suhu maksimal 110°C

11. Timbang dan didapatkan massa C
12. Massa C ditambah 100 ml asam sulfat 72% direndam selama 4 jam
13. Ditambah asam sulfat 1% sebanyak 150 ml kemudian reflux selama 3 jam
14. Disaring dan dicuci dengan aquadest panas
15. Oven selama 8 jam dengan suhu maksimal 110oC setelah itu timbang dan didapatkan massa D.
16. Furnace selama 2 jam pada suhu 600oC
17. Timbang dan didapatkan massa E.

g. Perhitungan

1. Hemiselulosa (%) = $\frac{B-C}{A} \times 100\%$

2. Selulosa (%) = $\frac{C-D}{A} \times 100\%$

3. Lignin (%) = $\frac{D-E}{A} \times 100\%$

Prosedur analisa kandungan pupuk organik ini berdasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 2803:2010 tentang Pupuk NPK Padat

III.7. Jadwal Kegiatan

Untuk jadwal kegiatan pengerjaan skripsi ini dapat dilihat pada tabel III.1 dibawah ini:

Tabel III.1 Jadwal Kegiatan Skripsi

Kegiatan	Februari	Maret	April	Mei	Juni
Persiapan & Uji C,N,P,K bahan	■				
Penanaman Benih Padi	■				
Perhitungan Mikroba dengan Counting Chamber	■				
Pembuatan Pupuk Organik	■	■			
Uji C,N,P,K Pupuk		■			
Pengujian Pupuk Terhadap Tanaman Padi		■	■	■	■
Pembuatan Laporan	■	■	■	■	■

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Penelitian

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil penelitian dan pembahasan sesuai dengan pokok permasalahan dan ruang lingkup penelitian (Memanfaatkan limbah pertanian jagung sebagai pupuk organik, dan mengetahui jenis mikroorganisme yang dapat menghambat pertumbuhan penyakit HDB (Hawar Daun Bakteri) yang disebabkan oleh mikroorganisme *Xanthomonas oryzae*.

Tabel IV.1 merupakan hasil analisa C, N, C/N Rasio, P, K dari bahan baku sebelum dilakukan proses pengomposan. Sedangkan Tabel IV.2 merupakan hasil Analisa C, N, C/N Rasio, P, K untuk variabel mikroorganisme yang digunakan pada Limbah Pertanian Jagung setelah dilakukan proses pengomposan selama 15 hari. Dari Tabel IV.1, IV.2 tersebut terlihat adanya perubahan kadar C, N, C/N Rasio, P, dan K pada setiap variabel setelah dilakukan pengomposan selama 15 hari.

Tabel IV.1 Hasil Analisa C, N, C/N Rasio, P, K Bahan Baku

Komponen	Limbah Pertanian Jagung	Standar Kualitas Kompos Berdasarkan Permentan Tahun 2009
C	27,6 %	>12%
N	0,03 %	<6%
C/N ratio	920 %	15-25
P	1,42 %	<6%
K	1,08 %	<6%

Tabel IV.2 Hasil Analisa C, N, C/N Rasio, P, K Setelah Pengomposan 15 Hari Pada Limbah Pertanian Jagung

Variabel Perbandingan	Komponen				
	C (%)	N (%)	C/N Rasio (%)	P (%)	K (%)
<i>Pseudomonas flourescens</i> : <i>Azotobacter</i> <i>Chroococcum</i> (1:1)	6,2	0,38	16,32	1,42	1,08
<i>Pseudomonas flourescens</i> : <i>Azotobacter</i> <i>Chroococcum</i> (1:2)	7,25	0,41	17,68	1,64	1,38
<i>Pseudomonas flourescens</i> : <i>Azotobacter</i> <i>Chroococcum</i> (2:1)	5,25	0,35	15,00	1,72	1,44
<i>Pseudomonas flourescens</i> : <i>Azotobacter</i> <i>Chroococcum</i> (1:3)	6,65	0,36	18,47	1,55	1,57
<i>Pseudomonas flourescens</i> : <i>Azotobacter</i> <i>Chroococcum</i> (3:1)	5,38	0,37	14,54	1,39	1,62

Mikroba *Pseudomonas fluorescens* merupakan bakteri berbentuk batang dengan ukuran sel 0.5 – 1.0 x 1.5 – 5.0 µm, motil dengan satu atau lebih flagella, gram negatif, aerob, tidak membentuk spora dan katalase positif, menggunakan H₂, atau karbon sebagai sumber energinya. Mikroba ini dapat menghasilkan unsur fosfat, dimana unsur fosfat berguna untuk ketahanan tanaman terhadap penyakit, selain itu mikroba ini tergolong mikroba *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR) selain memacu pertumbuhan tanaman juga dapat meningkatkan ketahanan terhadap penyakit karena memproduksi antibiotik

dimana antibiotik tersebut dapat menghambat penyakit HDB (Wahyudi et al, 2009).

Azotobacter chroococum adalah bakteri gram negatif, bersifat aerobik, polymorphic dan mempunyai berbagai ukuran dan bentuk. *Azotobacter chroococum* adalah spesies yang paling sering ditemui di dalam kandungan tanah. *Azotobacter* mempunyai sifat aerobik maka dari itu bakteri ini memerlukan oksigen sehingga dalam penggunaannya harus dilakukan aerasi agar bakteri ini dapat tumbuh. Selain itu mikroba ini dapat meningkatkan unsur nitrogen dimana nitrogen dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan (Hita Hamastuti & Elysa Dwi, 2012).

IV.2. Pembahasan

IV.2.1. Peningkatan Kadar NPK

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian atas ketahanan tanaman padi terhadap penyakit HDB (Hawar Daun Bakteri) yang disebabkan oleh mikroorganisme *Xanthomonas oryzae*. Dalam penelitian ini jenis mikroorganisme yang akan digunakan adalah *Pseudomonas fluorescens* : *Azotobacter chroococum* dan penambahan bioaktivator EM4.

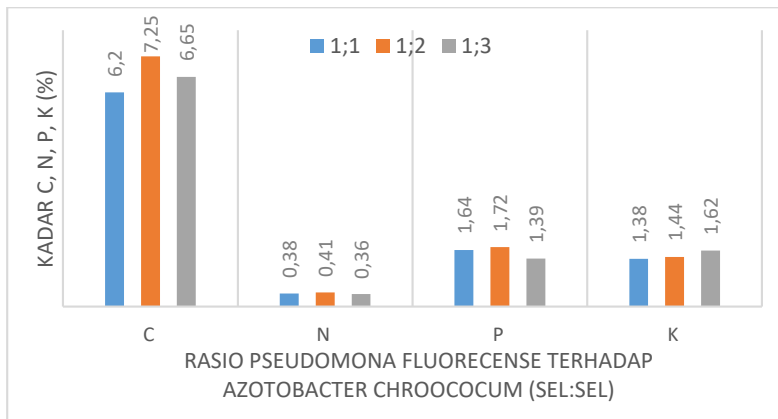
Hasilnya menunjukkan bahwa mikroorganisme *Pseudomonas fluorescens* & *Azotobacter chroococum* mampu meningkatkan kadar unsur fosfat dan nitrogen. Dapat dilihat pada tabel IV.1 dan IV.2 dimana pada kandungan unsur fosfor dan N bahan rendah, sedangkan setelah pemberian m.o *Pseudomonas fluorescens* : *Azotobacter chroococum* kandungan unsur fosfor dan N meningkat dan sesuai standart SNI pupuk organik padat.

Dalam pembuatan pupuk organik ini bahan baku didapatkan dari Lamongan yang berupa limbah tanaman jagung (tongkol, kulit, daun, batang). Kemudian limbah tanaman jagung ini dicacah hingga lembut, pencacahan ini dilakukan di dinas pertamanan kota Surabaya yang berada di daerah Keputih. Setelah dicacah, dilakukan uji kandungan unsur C, N, P, dan K bahan, dari

pengujian ini didapatkan hasil seperti pada tabel IV.1 untuk unsur C = 27,6%; N = 0,03%; P = 1,42%; K_2O = 1,08%.

Selanjutnya membuat pupuk organik dengan perbandingan variabel mikroba *Pseudomonas fluorescens* & *Azotobacter chroococum* 1:1, 1:2, 2:1, 1:3, 3:1. Setelah itu memasukan ke dalam Rotary Drum Composter hal ini dilakukan untuk melakukan proses komposter dimana proses komposter adalah proses pembusukan dengan bantuan mikroba selama 15 hari. Selain itu dalam proses komposter dilakukan aerasi dengan mengalir udara dari sebuah kompresor dengan rate 14L/menit hal ini dilakukan untuk membantu/mempercepat proses komposter selain itu mikroba yang digunakan termasuk kedalam mikroba aerobik oleh sebab itu sangat diperlukan melakukan aerasi. Selama 15 hari komposter juga harus di aduk sebanyak 15 putaran dan 3x dalam satu hari, tujuan dari adalah agar proses aerasi dapat berjalan dengan baik.

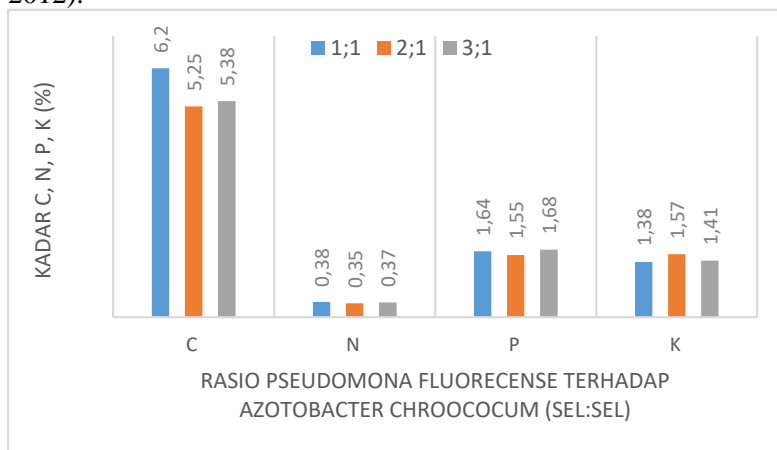
Setelah 15 hari, kompos yang sudah matang dilakukan pengujian kadar unsur C, N, P, dan K kompos. Dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar Grafik IV.1 Hasil Analisa C, N, C/N Rasio, P, K Setelah Pengomposan 15 Hari Pada Limbah Pertanian Jagung dengan variabel 1:1, 1:2, dan 1:3

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa untuk unsur Nitrogen, Kadar terbesar terletak pada variabel 1:2 begitu juga dengan kadar P. Sementara pada variabel 1:3 justru memiliki kadar N dan P yang lebih kecil. Hal ini dapat diakibatkan oleh mikroba perombak yang sudah mengalami fase kematian. Semakin banyak mikroba perombak yang digunakan maka semakin cepat pula proses perombakan yang dilakukan oleh mikroba (mirwan, mohamad & Rosariawari, Firra. 2010). Sehingga perombakan untuk mikroba dengan variabel 1:3 mencapai kematangan sebelum 15 hari sehingga terjadi penurunan kadar N dan P pada hari ke 15.

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa unsur N, P, dan K dari kompos meningkat pada semua variabel. Akan tetapi unsur C-organik mengalami penurunan yang cukup signifikan, hal ini menunjukkan unsur C-organik dapat terdekomposisi dengan baik, hal ini dapat dilihat dari kadar C/N Ratio dari kompos, semakin rendah nilai C/N Ratio menunjukkan bahan organik sudah terdekomposisi dan hampir menjadi kompos (Andes Ismayana, 2012).



Gambar Grafik IV.2 Hasil Analisa C, N, C/N Rasio, P, K Setelah Pengomposan 15 Hari Pada Limbah Pertanian Jagung dengan variabel 1:1, 2:1, dan 3:1

Pada grafik IV.2 untuk kandungan unsur C, N, P, K mengalami penurunan dan kemudian naik lagi, hal ini disebabkan karena mikroba memiliki sifat adaptasi pada lingkungan sekitar, pada proses pengomposan mikroba beradaptasi pada media NB cair dan selanjutnya dimasukkan ke dalam komposter. Jika dilihat dari grafik terlihat bahwa terjadi penurunan unsur dan kemudian naik kembali hal ini disebabkan saat mikroba dimasukkan dalam komposter, mikroba tersebut harus beradaptasi kembali terhadap lingkungan komposter sehingga mengalami penurunan, ketika mikroba tersebut sudah dapat beradaptasi terhadap lingkungan sekitar maka mikroba tersebut dapat tumbuh dan berkembang. Selain itu kompresor yang digunakan untuk menyalurkan udara ke dalam komposter mati pada hari ke 3 pengomposan, hal ini menyebabkan bakteri yang digunakan awalnya sudah masuk ke fase stasioner hingga masuk ke fase kematian ketika kompresor dapat beroperasi kembali bakteri dapat kembali hidup seperti semula dan berkembang biak. Selain itu pengaduk pada komposter perbandingan variabel 2:1 tidak dapat diputar sehingga bagian yang terkena udara hanya bagian atas saja tidak sampai menyeluruh ke semua bagian kompos, hal ini menyebabkan kompos yang dihasilkan kurang maksimal.

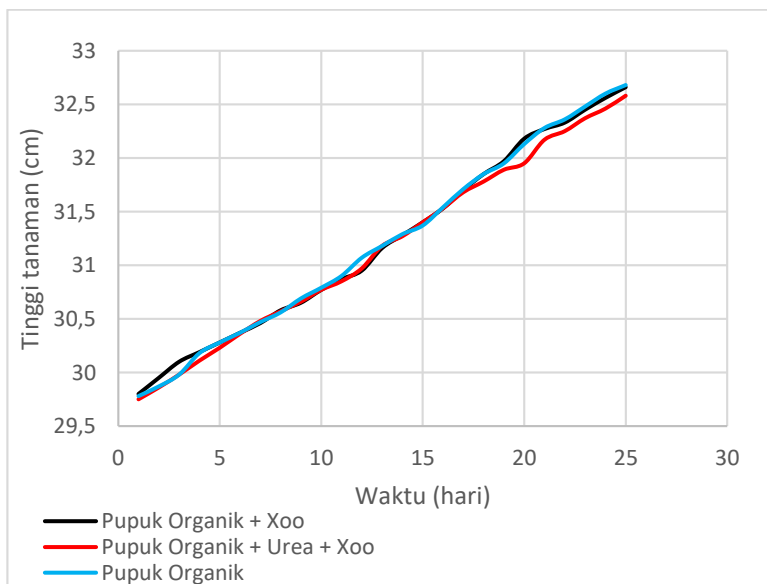
Setelah kompos diuji kadar C, N, P, dan K, kompos akan digunakan sebagai pupuk dalam penanaman tanaman padi. Pencampuran antara pupuk dan tanah dilakukan dengan mencampurkan 1/3 volume dari pot yang digunakan, sisanya 2/3 adalah tanah. Setelah semua siap maka selanjutnya adalah menaman padi pada pot yang telah disiapkan. Untuk penanaman padi diberi jarak antara padi sekitar 10 cm, dengan tujuan agar padi dapat tumbuh secara maksimal.

Setelah padi ditanam, kemudian padi diberi mikroba *Xanthomonas oryzae* (*Xoo*) dimana mikroba ini merupakan mikroba penyebab penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB). Pemberian mikroba ini dilakukan dengan clipping method. Clipping method adalah salah satu cara pemberian mikroba dengan

melukai bagian daun dari tanaman padi dengan menggunakan gunting yang sudah direndam dalam mikroba *Xoo*. Setelah dilukai kami melakukan pengamatan ketahanan terhadap intensitas terkena penyakit HDB selama 2 hari sekali.

IV.2.2. Penggunaan Kompos Terhadap Tanaman

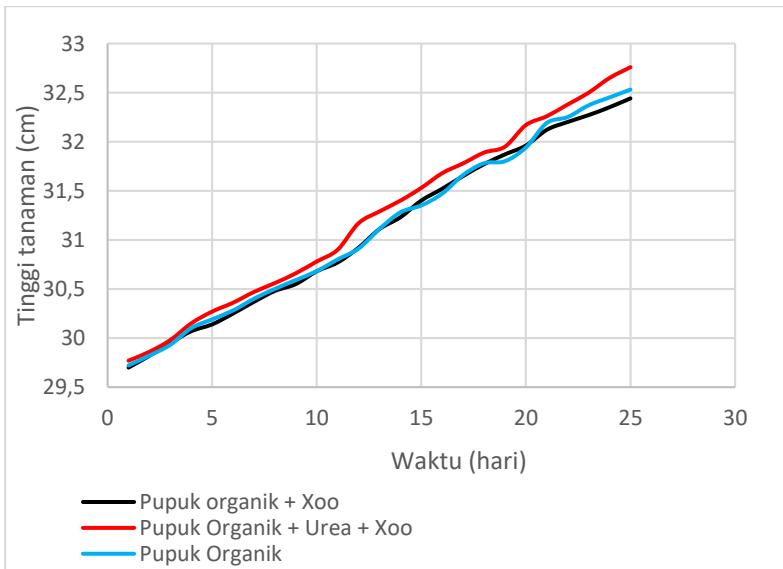
Pada pengujian ini akan dilihat pertumbuhan tanaman dari segi ketahanan terhadap penyakit HDB (Hawar Daun Bakteri), pertumbuhan tanaman padi dan banyaknya bulir yang dihasilkan. Sehingga setelah pengujian ini dapat terlihat secara kualitatif kompos yang terbaik untuk tanaman tersebut. Untuk pembandingan, kami juga melakukan uji dengan penambahan urea pada tanah yang telah bercampur dengan kompos. Untuk pertumbuhan padi dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar Grafik IV.3 Pertumbuhan tanaman padi dengan variabel *Pseudomonas fluorescens* : *Azotobacter chroococcum* (1:1)

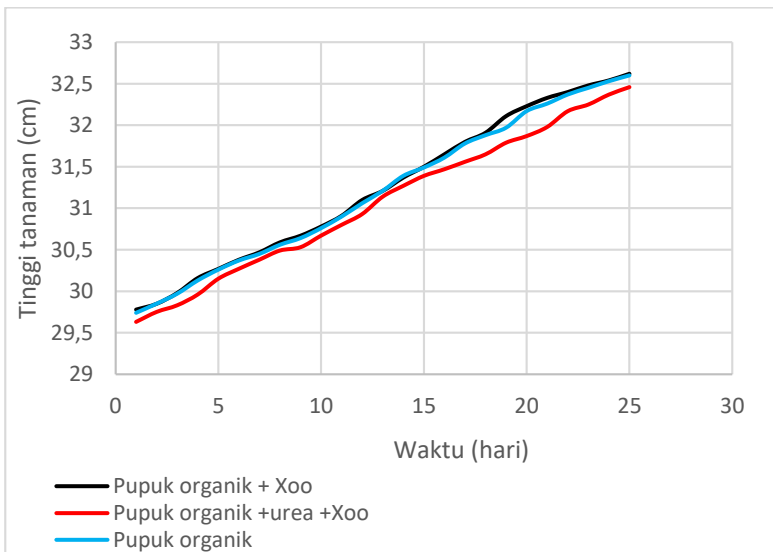
Dari grafik IV.3 diatas dapat dilihat untuk perbandingan variabel mikroba *Pseudomonas fluorecense* & *Azotobacter choroococum* 1:1 mengalami pertumbuhan padi yang cukup baik, hal ini dikarenakan bahwa peran *Azotobacter Chroococum* mampu meningkatkan kadar nitrogen dimana nitrogen sendiri berperan untuk membantu pertumbuhan tanaman padi (Saribay, Gul Fidan. 2003).

Dapat dilihat pada pengamatan di hari ke 21 untuk padi yang menggunakan campuran urea (grafik IV.2 garis merah) mengalami kenaikan yang cenderung sama dengan tumbuhan yang hanya menggunakan pupuk organik saja hal ini dapat disebabkan peran unsur nitrogen (N = 46%) yang didapatkan dari urea yang belum dapat membantu secara maksimal pertumbuhan dari tanaman padi.



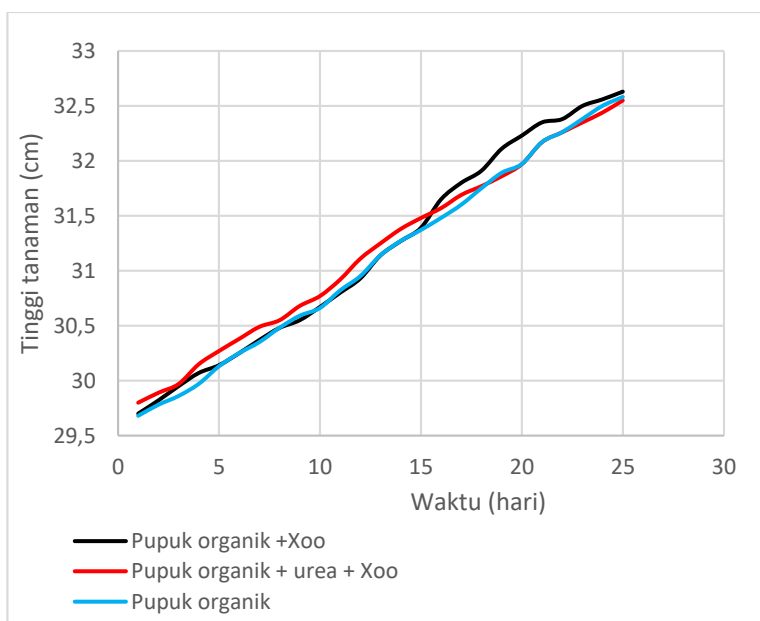
Gambar Grafik IV.4 Pertumbuhan Tanaman Padi dengan Variabel *Pseudomonas fluorecense* : *Azotobacter chroococum* (1:2)

Berdasarkan analisa kadar unsur C, N, P, dan K kompos untuk perbandingan variabel *Pseudomonas fluorescense* & *Azotobacter choroococum* dengan perbandingan 1:2 memberikan hasil yang terbaik dibandingkan perbandingan variabel yang lain, sedangkan untuk perbandingan 1:2 & urea memiliki pertumbuhan yang lebih baik yaitu sebesar 32,8cm serta jumlah bulir sebanyak 80butir. Akan tetapi jika dibandingkan dengan hasil pertumbuhan padi yang dengan perbandingan mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense* & *Azotobacter choroococum* variabel 1:1 memberikan hasil yang tidak jauh berbeda baik pada tanaman yang menggunakan urea ataupun tanpa menggunakan urea, dikarenakan pemberian *Azotobacter Chroococum* yang lebih banyak dibandingkan *Pseudomonas fluorescens* meningkatkan kandungan nitrogen yang dihasilkan sehingga membuat pertumbuhan tanaman padi juga lebih baik.



Gambar Grafik IV.5 Pertumbuhan Tanaman Padi dengan Variabel *Pseudomonas fluorescense* : *Azotobacter chroococum* (2:1)

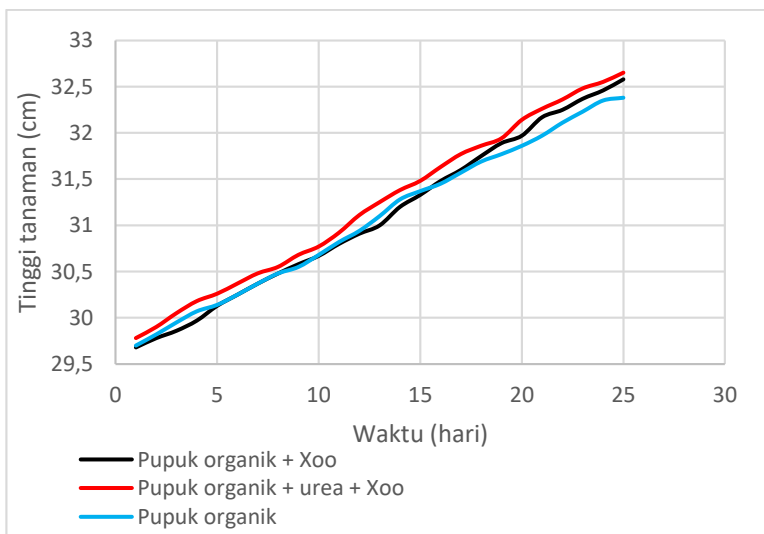
Dari grafik IV.5 dapat dilihat bahwa pertumbuhan tanaman padi pada perbandingan variabel *Pseudomonas fluorescense* & *Azotobacter chroococum* 2:1 memiliki pertumbuhan tinggi yang hampir sama, hal ini dapat disebabkan oleh peran *Azotobacter* yang kurang maksimal yang dikarenakan pemberian *Pseudomonas fluorescense* yang dapat menghasilkan fosfat yang berguna untuk menghambat atau membunuh penyakit HDB lebih banyak dibandingkan pemberian *Azotobacter chroococum* yang perannya menghasilkan nitrogen sehingga pertumbuhan tanaman padi kurang baik dan cenderung sama. Sedangkan tanaman yang menggunakan tambahan urea (Grafik IV.4 Garis merah) memiliki tinggi yang kurang dibandingkan tanaman yang tanpa menggunakan urea.



Gambar Grafik IV.6 Pertumbuhan Tanaman Padi dengan Variabel *Pseudomonas fluorescense* : *Azotobacter chroococum* (1:3)

Dilihat dari grafik IV.6 untuk tanaman padi yang menggunakan tambahan pupuk urea memiliki pertumbuhan yang hampir sama dengan tumbuhan yang tidak menggunakan tambahan pupuk urea, hal ini dapat disebabkan karena kandungan unsur nitrogen dari urea belum bisa diserap secara maksimal oleh tanaman padi sehingga pertumbuhan padi belum maksimal.

Akan tetapi jika dilihat dari range pertumbuhannya pada variabel 1:3 mikroba *Pseudomonas fluorescens* & *Azotobacter chroococum* tanpa tambahan urea memberikan hasil yang lebih baik, hal ini dapat dikarenakan peran *Azotobacter chroococum* yang mampu meningkatkan kadar nitrogen dapat berkembang lebih cepat sehingga nitrogen yang dihasilkan juga semakin banyak hal ini dapat terjadi karena jumlah pemberian *Azotobacter chroococum* lebih banyak sehingga pertumbuhannya padi juga lebih cepat dan lebih tinggi.





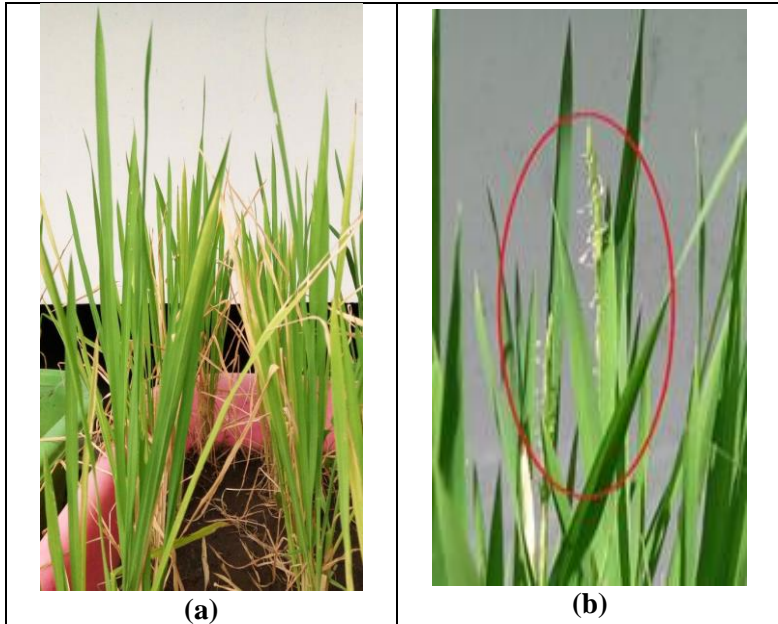
Grafik IV.7 Pertumbuhan Tanaman Padi dengan Variabel *Pseudomonas fluorescens* : *Azotobacter chroococum* (3:1)

Untuk tanaman padi yang menggunakan perbandingan variabel mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense* : *Azotobacter chroococum* 3:1 tanaman tanpa tambahan urea memiliki pertumbuhan yang cenderung lambat dibandingkan tanaman yang menggunakan urea. Hal ini dapat dilihat pada hari ke 11, 12, 13 yang memiliki range pertumbuhan lambat sekitar 0,11 cm. Sedangkan untuk tanaman yang menggunakan urea dengan hari yang sama memiliki range pertumbuhan yang lebih baik yaitu sekitar 0,19 cm. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti pemberian *Azotobacter chroococum* yang lebih sedikit, menyebabkan unsur nitrogen yang dihasilkan sedikit sehingga pertumbuhan padi kurang baik. Sedangkan untuk yang menggunakan urea memiliki pertumbuhan yang lebih baik karena padi tersebut mendapatkan tambahan unsur nitrogen dari urea sehingga pertumbuhannya lebih baik.

Untuk tanaman padi sebelum pemberian mikroba *Xanthomonas oryzae* dapat dilihat pada tabel IV.8:

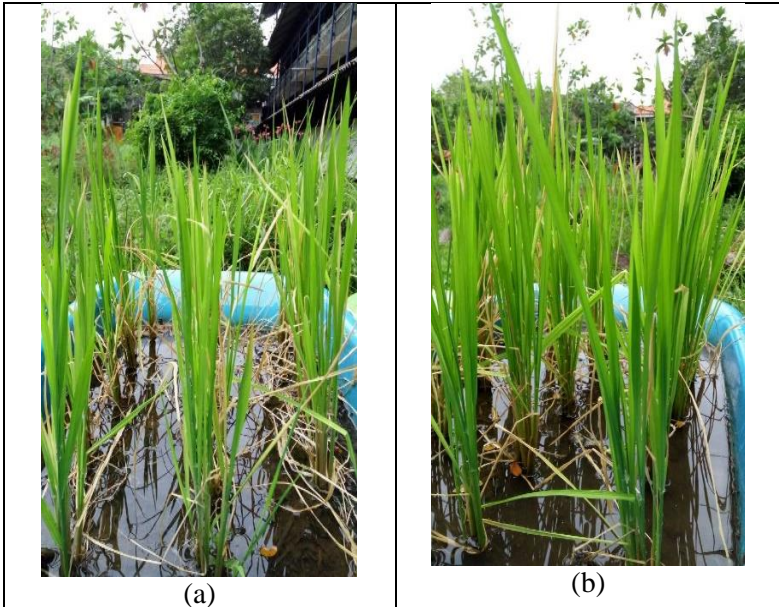
Gambar IV.8 Tanaman Padi Tanpa *Xanthomonas oryzae*

Variabel m.o <i>Pseudomonas fluorecense</i> : <i>Azotobacter chroococum</i> (sel/sel)	
Hasil Gambar	
	
(a)	(b)
<p>Gambar (a)1:1 adalah gambar tanaman padi dengan menggunakan kompos dengan variabel perbandingan 1:1 mikroorganisme <i>Pseudomonas fluorecense</i>:<i>Azotobacter chroococum</i> sebelum penginjeksian mikroba <i>Xanthomonas oryzae</i>.</p> <p>(b)1:1 & Urea (0,3gram) adalah gambar tanaman padi dengan menggunakan kompos serta penambahan pupuk urea sebanyak 0,3gr dengan variabel perbandingan 1:1 mikroorganisme <i>Pseudomonas fluorecense</i>:<i>Azotobacter chroococum</i> sebelum penginjeksian mikroba <i>Xanthomonas oryzae</i>.</p>	



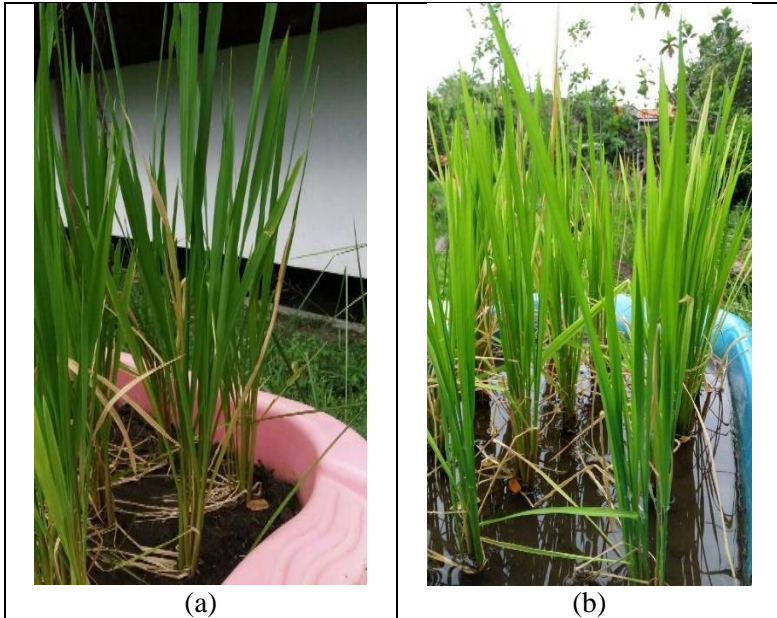
Gambar (a) adalah gambar tanaman padi dengan menggunakan kompos dengan variabel perbandingan 1:2 mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense*:*Azotobacter chroococum* sebelum penginjeksian mikroba *Xanthomonas oryzae*.

Gambar (b) adalah gambar tanaman padi dengan menggunakan kompos serta penambahan pupuk urea sebanyak 0,3gr dengan variabel perbandingan 1:2 mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense*:*Azotobacter chroococum* sebelum penginjeksian mikroba *Xanthomonas oryzae*.



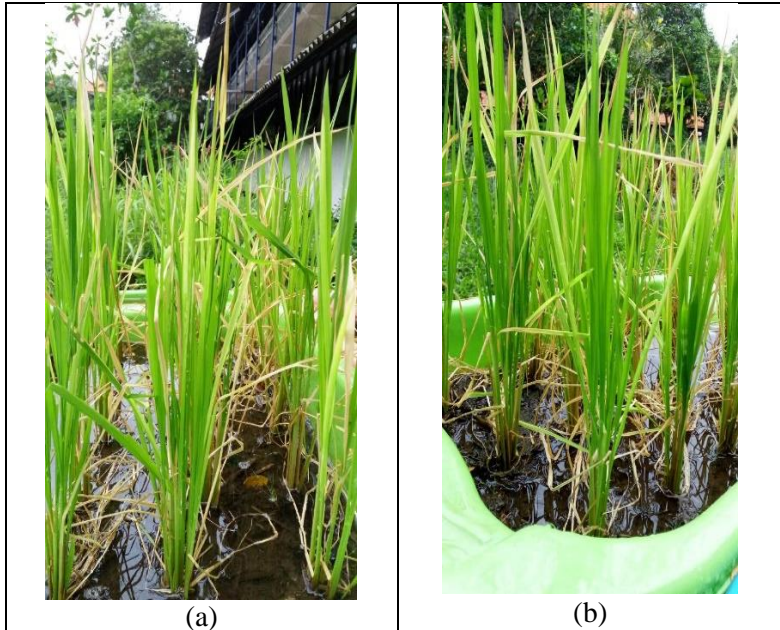
Gambar (a) adalah gambar tanaman padi dengan menggunakan kompos dengan variabel perbandingan 2:1 mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense*:*Azotobacter chroococum* sebelum penginjeksian mikroba *Xanthomonas oryzae*.

Gambar (b) adalah gambar tanaman padi dengan menggunakan kompos serta penambahan pupuk urea sebanyak 0,3gr dengan variabel perbandingan 2:1 mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense*:*Azotobacter chroococum* sebelum penginjeksian mikroba *Xanthomonas oryzae*.



Gambar (a) adalah gambar tanaman padi dengan menggunakan kompos dengan variabel perbandingan 1:3 mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense*:*Azotobacter chroococum* sebelum penginjeksian mikroba *Xanthomonas oryzae*.

Gambar (b) adalah gambar tanaman padi dengan menggunakan kompos serta penambahan pupuk urea sebanyak 0,3gr dengan variabel perbandingan 1:3 mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense*:*Azotobacter chroococum* sebelum penginjeksian mikroba *Xanthomonas oryzae*.



Gambar (a) adalah gambar tanaman padi dengan menggunakan kompos dengan variabel perbandingan 3:1 mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense*:*Azotobacter chroococum* sebelum penginjeksian mikroba *Xanthomonas oryzae*.

Gambar (b) adalah gambar tanaman padi dengan menggunakan kompos serta penambahan pupuk urea sebanyak 0,3gr dengan variabel perbandingan 3:1 mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense*:*Azotobacter chroococum* sebelum penginjeksian mikroba *Xanthomonas oryzae*.

Gambar diatas adalah tanaman padi sebelum pemberian mikroorganisme *Xanthomonas oryzae*. Dapat dilihat bahwa tanaman padi dapat tumbuh dengan baik pada media tanam (tanah) yang dicampur dengan kompos berbahan dasar limbah pertanian jagung dengan tambahan mikroba *Pseudomonas fluorescense*:*Azotobacter chroococum*.

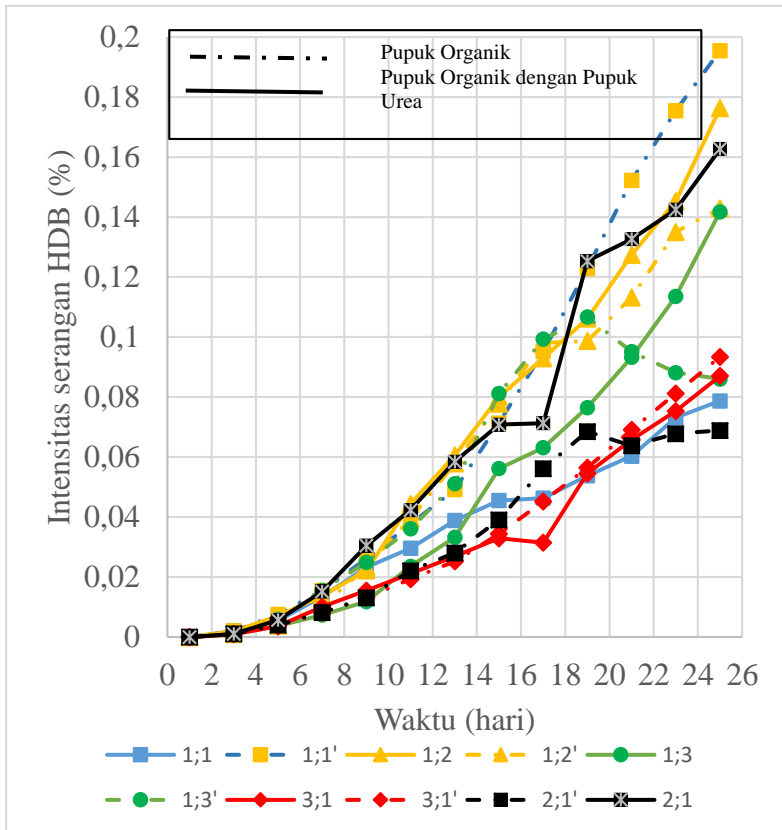
Setelah dilakukan pengamatan hasil kompos limbah pertanian jagung terhadap pertumbuhan tanaman padi, kemudian dilakukan pengamatan peran kompos terhadap intensitas terserangnya penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB) dengan menggunakan persamaan berikut:

Intensitas Serangan HDB

$$= \frac{\text{Luas daun yang terinfeksi}}{\text{Luas daun total}} \times 100\%$$

(Schalau, J. 2002)

Dari persamaan diatas kita dapat mengetahui intensitas serangan penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB) terhadap tanaman padi. Jika dilihat, intensitas serangan penyakit ini terhitung cukup lambat, ini terbukti karena rata-rata kenaikannya sebesar 0,01 hingga 0,02 saja pada masing-masing perbandingan variabel *Pseudomonas fluorescense* : *Azotobacter chroococum*. Untuk data luas daun terinfeksi, luas daun total, dan intensitas serangan penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB) dapat dilihat pada Appendix A1. Agar lebih jelas mengenai intensitas penyakit HDB pada masing-masing variabel dapat dilihat dalam bentuk grafik dibawah ini:



Gambar Grafik IV.9 Intensitas Serangan HDB Perbandingan *Pseudomonas fluorecense*:*Azotobacter chroococum*

Grafik IV.9 mengenai intensitas pertumbuhan penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB) tanpa menggunakan tambahan urea untuk semua variabel. Dapat dilihat pada grafik IV.8, variabel 1:1 mengalami pertumbuhan penyakit yang paling tinggi dibandingkan variabel lain. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor

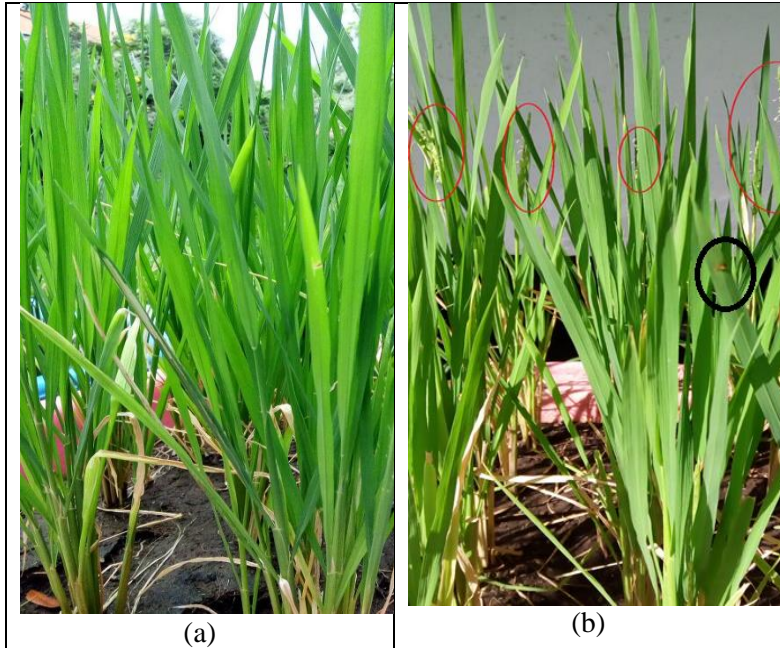
diantaranya peran mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense* belum bekerja dengan baik, sehingga pertumbuhannya tinggi.

Sedangkan untuk perbandingan variabel 3:1 mengalami pertumbuhan penyakit yang cenderung lambat, hal ini disebabkan peran mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense* sebagai penghambat penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB) dapat bekerja dengan baik, dikarenakan pemberian yang lebih banyak sehingga intensitas penyakit lebih kecil.

Untuk perbandingan variabel 2:1 dan 1:3 memiliki intensitas yang naik mulai hari pertama hingga hari ke 18 pengamatan, dan kemudian turun dan hampir konstan. Ini disebabkan *Pseudomonas fluorescense* belum bekerja pada hari 1 hingga 18 sehingga kenaikan yang dialami juga cukup tinggi. Untuk perbandingan variabel 1:2 terus mengalami kenaikan dari hari pertama hingga akhir pengamatan, akan tetapi pada hari 18 pengamatan mengalami sedikit penurunan hingga akhir pengamatan, ini dapat disebabkan pada hari ke 18 mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense* mulai bekerja dengan baik.

Sedangkan intensitas serangan HDB untuk padi yang menggunakan tambahan urea. Pada grafik ini memiliki intensitas serangan penyakit yang buruk untuk semua variabel, hal ini disebabkan pemberian urea dapat meningkatkan serangan penyakit pada tanaman padi, karena semakin banyak kandungan unsur nitrogen pada tanah dapat menyebabkan ketahanan tanaman terhadap penyakit menurun (Sudir & Sarlan Abdurachman, 2008).

Untuk mengetahui hasil yang telah didapatkan bisa dilihat pada gambar IV.10 berikut ini:



Gambar IV.10 Tanaman Padi dengan *Xanthomonas oryzae*

Gambar IV.10 (a) adalah hasil serangan intensitas penyakit HDB pada variabel terbaik 3:1 mikroorganisme *Pseudomonas fluorescense*:*Azotobacter chroococum*. Sedangkan (b) adalah kondisi optimum antara pertumbuhan tanaman padi dan serangan penyakit HDB terdapat pada perbandingan 1:2. Jika dilihat dari grafik pertumbuhan tanaman & grafik intensitas serangan HDB serta gambar diatas, perbandingan variabel 1:2 memiliki hasil yang terbaik dari segi pertumbuhan dan menghambat intensitas serangan Hawar Daun Bakteri (HDB) terbukti pada hari 18 intensitas serangan mengalami penurunan hingga akhir pengamatan.

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan judul “Pembuatan Pupuk Organik Tahan Penyakit Hawar Daun Bakteri Untuk Tanaman Padi-padian” dapat disimpulkan:

1. Limbah pertanian jagung dapat digunakan untuk pupuk organik. Kandungan unsur N, P, dan K kompos mengalami kenaikan dari kandungan unsur bahan limbah pertanian jagung, dan sesuai dengan standart kualitas kompos (SNI).
2. Perbandingan variabel mikroorganisme *Pseudomonas fluorecense* : *Azotobacter chroococum* terbaik ada pada perbandingan 1:2 & urea, dibuktikan dengan pertumbuhan tanaman pada hari ke 25 yang lebih tinggi (32,8 cm) dan jumlah bulir yang dihasilkan lebih banyak (80 bulir) dibandingkan variabel lain, Serta infeksi ringan penyakit HDB pada hari 15 yang hanya terinfeksi 0,132 %.

V.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat dilakukan di lahan pertanian asli karena tanah yang digunakan adalah tanah lempung, jadi jika menggunakan tanah lempung air juga sedikit yang terserap karena tanaman padi adalah tanaman yang cukup membutuhkan air sehingga jika dilakukan dilahan pertanian air yang dibutuhkan padi akan terpenuhi.

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

DAFTAR PUSTAKA

- Badger WL. 1955. *Introduction to Chemical Engineering*. New York : McGraw - Hill
- Brownell, Young. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley and Sons.
- Coulson, J.M and Richardson J.F. 1983. *Chemical Engineering Vol. 6 1st edition*. New York : Pergamon Press.
- Geankoplis, C. 1993. *Transport Processes and Unit Opration 3rd Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- Himmelblau, D.M . 1989 . *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, 5^{ed}*. Singapore: Prentice-Hall International ,
- Hugot, E. 1972, “*Handbook of Cane Sugar Engineering 2nd edition*”. New York : Elsevier Publishing Company.
- Kauffman, Dale. 1968. *The Production and Properties of Salt and Brine*. New York : Hafner Publishing Company.
- Kern. 1950. *Process Heat Transfer*. London: Mc. Graw-Hill.
- Kunii, Daizo .,Levenspiel, Octave. 1991. “*Fluidization Engineering 2nd edition*”. USA: Butterworth Heineman.
- Ludwig. 1947. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Texas: Gulf Publishing Company.
- Maron, N., Samuel, H., Jerome, B., Lando. 1974. *Fundamentals Of Phisical Chemistry*. New York : Macmillan Publishing Co. Inc.
- McCabe, Warren L., Smith, Julian C., Harriot, Peter. 2001. *Unit Operation of Chemical Engineering 6th Edition*. New York: McGraw-Hill Book.
- Myerson, A.S. 2002. “*Handbook of Industrial Crystallization, 2 ed*”. Massachusetts : Butterworth Heinemenn.
- Othmer, Kirk. 1982. *Encyclopedia of Chemical Technology 3th edition*. Canada : John Wiley and Sons.
- Perry, R.H. 1997. *Chemical Engineer’s Handbook 7th Edition International Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill.
- Perry, R.H., Green ,D.W. 2008. *Chemical Engineer’s Handbook 8th Edition International Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill.

- Peters, Max S., Timmerhaus, Klaus D., West, Ronald E. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5th Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill.
- Philips, S.L dkk. 1980. "Viscosity of NaCl and other solutions up to 350°C and 50 Mpa pressures". California: Lawrence Berkeley Laboratory
- Rameyo, Adi T, dkk. 2006. "Buku Panduan Pengembangan usaha Terpadu Garam dan Artemia". Jakarta : Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Nonhayati Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Smith, Robin. 2005. "Chemical Process Design and Integration". England : McGraw Hill.
- Ulrich, GD. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*. New York: John Wiley and Sons.
- Van Ness, S. 1987. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 4th Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill.
- Vilbrandt, F.C and Dryden, C.E. 1959. "Chemical Engineering Plant Design 4th edition". Tokyo : McGraw Hill Kogakusha Company Limited.
- Wallas, SM. 1998. "Chemical Process Equipment : Selection and Design". USA: Butterworth-Heinemann.

www.bi.go.id diakses pada tanggal 3 Juli 2017 pukul 13.00

www.matche.com/equipment_cost diakses pada tanggal 3 Juli 2017 pukul 07.00

www.kemenperin.go.id diakses pada tanggal 5 september 2016 pukul 15.30

www.bps.go.id diakses pada tanggal 10 september 2016 pukul 09.00

www.bsn.go.id diakses pada tanggal 10 februari 2017 pukul 10.25

www.depkes.go.id diakses pada tanggal 7 september 2016 pukul 15.35

APPENDIKS

A-1

Perhitungan Luas Daun yang Terinfeksi HDB

A-1. Perhitungan Luas Daun yang Terinfeksi HDB

Perbandingan variabel 1:1 pada pengamatan ke 2

Luas = Panjang x Lebar

$$= 0,02 \times 0,01$$

$$= 0,000 \text{ cm}^2$$

Dari perhitungan diatas didapatkan luas daun yang terinfeksi HDB untuk semua variabel pada tabel A.1:

Tabel A-1.1 Luas Daun yang Terinfeksi Penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB)

WAKTU (HARI)	Luas Daun yang Terinfeksi (cm^2)									
	1:1	1:1 & urea	1:2	1:2 & urea	2:1	2:1 & urea	1:3	1:3 & urea	3:1	3:1 & urea
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
7	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
9	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002
11	0,005	0,004	0,006	0,007	0,003	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003
13	0,007	0,006	0,009	0,011	0,004	0,009	0,008	0,005	0,004	0,004
15	0,011	0,008	0,013	0,015	0,006	0,012	0,014	0,010	0,006	0,006
17	0,016	0,009	0,018	0,019	0,010	0,018	0,018	0,012	0,008	0,008
19	0,022	0,011	0,020	0,023	0,013	0,025	0,021	0,016	0,011	0,011

21	0,028	0,013	0,024	0,030	0,013	0,028	0,020	0,021	0,014	0,014
23	0,034	0,017	0,031	0,037	0,015	0,033	0,020	0,027	0,018	0,018
25	0,040	0,020	0,034	0,048	0,016	0,040	0,020	0,036	0,022	0,022

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

A2

Perhitungan Luas Daun Total

A-2. Perhitungan Luas Daun Total

Perbandingan variabel 1:1 pada pengamatan hari pertama

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\ &= 29,8 \times 0,3 \\ &= 8,94 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan luas daun total untuk semua variabel pada tabel A.2:

Tabel A-2.2 Luas Daun yang Total

WAKTU (HARI)	Luas Daun yang Total (cm^2)									
	1:1	1:1 & urea	1:2	1:2 & urea	2:1	2:1 & urea	1:3	1:3 & urea	3:1	3:1 & urea
1	8,94	8,93	8,91	8,93	8,93	8,89	8,91	8,94	8,90	8,93
3	9,93	9,89	9,88	10,49	9,29	9,55	9,58	10,19	9,56	10,22
5	10,60	10,88	10,55	11,50	9,99	10,55	10,25	10,90	10,24	11,20
7	11,57	11,89	11,54	13,10	10,97	11,85	11,54	12,20	11,24	11,89
9	12,26	12,88	12,83	14,41	12,27	13,13	12,83	13,50	12,23	12,89
11	13,27	14,19	14,15	15,76	13,60	14,17	13,86	14,84	12,94	14,22

13	14,65	16,21	15,56	17,84	14,98	15,57	15,26	16,25	14,26	15,63
15	15,70	17,58	16,96	19,23	16,38	16,95	16,64	17,63	16,29	17,00
17	16,80	19,01	18,36	20,66	17,81	25,25	18,13	19,01	17,70	25,42
19	17,58	20,09	19,76	22,05	19,27	19,71	19,59	20,39	19,13	19,80
21	18,39	21,55	21,20	23,55	20,70	21,11	21,03	22,52	20,27	21,29
23	19,15	22,98	22,67	25,74	22,13	23,16	22,46	23,95	21,67	23,36
25	20,26	24,77	23,79	27,22	23,24	24,59	23,25	25,40	23,12	24,81

-Halaman Sengaja Dikosongkan-

A3

Perhitungan Intensitas Seranga HDB

A-3. Perhitungan Intensitas Serangan HDB

Setelah mendapatkan luas dari daun, selanjutnya menghitung intensitas serangan penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB) dengan persamaan:

$$\begin{aligned} & \text{Intensitas Serangan HDB} \\ &= \frac{\text{Luas daun yang terinfeksi}}{\text{Luas daun total}} \times 100\% \\ &= \frac{0,000}{8,94} \times 100\% \\ &= 0,000 \% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan intensitas serangan penyakit HDB untuk semua variabel pada tabel A-3:

Tabel A-3.3 Intensitas Hawar Daun Bakteri (HDB)

WAKTU (HARI)	INTENSITAS HDB VARIABEL m.o <i>Pseudomonas fluorecense</i> : <i>Azotobacter chroococum</i> (%)									
	1:1	1:1 & urea	1:2	1:2 & urea	2:1	2:1 & urea	1:3	1;3 & urea	3:1	3:1 & urea
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	0,002	0,002	0,001	0,019	0,001	0,001	0,001	0,010	0,001	0,001
5	0,008	0,006	0,004	0,038	0,004	0,006	0,006	0,020	0,004	0,004
7	0,016	0,013	0,010	0,055	0,008	0,015	0,016	0,030	0,008	0,008
9	0,026	0,023	0,023	0,072	0,013	0,024	0,025	0,039	0,013	0,012
11	0,038	0,030	0,040	0,089	0,022	0,035	0,036	0,047	0,019	0,018
13	0,049	0,039	0,058	0,094	0,028	0,050	0,051	0,055	0,025	0,023
15	0,071	0,045	0,078	0,117	0,039	0,071	0,081	0,082	0,034	0,033
17	0,095	0,046	0,098	0,132	0,056	0,067	0,094	0,089	0,045	0,031

19	0,123	0,054	0,099	0,147	0,069	0,116	0,107	0,097	0,056	0,055
21	0,152	0,060	0,113	0,153	0,064	0,104	0,095	0,101	0,069	0,066
23	0,175	0,061	0,135	0,133	0,068	0,095	0,088	0,109	0,081	0,075
25	0,195	0,055	0,143	0,132	0,069	0,102	0,086	0,107	0,093	0,087

-Halaman Sengaja Dikосongkan-

NOTASI

Y_i	:	Kejadian atau keparahan penyakit pada waktu ke-(i)
Y_{i+1}	:	Kejadian atau keparahan penyakit pada waktu ke-(i+1)
T_i	:	Waktu pengamatan ke-(i)
t_{i+1}	:	Waktu pengamatan ke-(i+1)
n	:	Jumlah pengamatan
V_1	:	Larutan asam sulfat yang digunakan untuk titrasi sampel, (ml)
V_2	:	Volume H_2SO_4 yang digunakan untuk titrasi blanko, (ml)
N	:	Normalitas larutan H_2SO_4
P	:	Faktor pengenceran, (ml)
W	:	berat contoh, (mg)
K_a	:	kadar air, (%)
C	:	P_2O_5 dari pembacaan kurva standart, (ml)
A	:	berat cawan, (mg)
B	:	berat cawan + media, (mg)
C	:	cawan + media ($105^\circ C$), (mg)
D	:	cawan + media ($700^\circ C$), (mg)

-Halaman Ini Sengaja Dikosongkan-

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penyusun dengan nama lengkap Luqman Hanifianto, sering dipanggil Luqman, lahir di Surabaya, 31 Agustus 1995. Sebagai anak kedua dari dua bersaudara. Saat ini bertempat tinggal di Jl. Teknik Sipil Blok A4 Perum ITS, Surabaya.

Pendidikan formal yang ditempuh :

- SDN Tembok Dukuh I, pada Tahun 2001-2007 lulus pada tahun 2007
- SMP Ta'miriyah, Surabaya pada tahun 2007- 2010 lulus pada tahun 2010
- SMA Ta'miriyah, Surabaya pada tahun 2010 – 2013 lulus pada tahun 2013
- S1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013 - sekarang



Penyusun dengan nama lengkap Mohammad Rifki, sering dipanggil Rifki, lahir di Candipuro, Lumajang, 28 Desember 1994. Sebagai anak kedua dari tiga bersaudara. Saat ini bertempat tinggal di Jl. Jendral Sudirman no.35 Candipuro, Lumajang.

Pendidikan formal yang ditempuh :

- SDN Candipuro 03 kecamatan Candipuro, Lumajang pada tahun 2001 – 2007 lulus pada tahun 2007
- SMP Negeri 01 Candipuro, Lumajang pada tahun 2007- 2010 lulus pada tahun 2010
- SMA Negeri Tempeh, Lumajang pada tahun 2010 – 2013 lulus pada tahun 2013
- S1 Departemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013 - sekarang