SKRIPSI

PEMANFAATAN MIKROBA PENAMBAT NITROGEN, MIKROBA PELARUT FOSFAT, DAN MIKROBA PELARUT KALIUM DALAM PEMBUATAN PUPUK HAYATI CAIR BERBAHAN BAKU MOLASE

OLEH :

CHRYSTAL DINDA KHARISMA

15230002

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA

SURABAYA

2019

SKRIPSI

PEMANFAATAN MIKROBA PENAMBAT NITROGEN, MIKROBA PELARUT FOSFAT, DAN MIKROBA PELARUT KALIUM DALAM PEMBUATAN PUPUK HAYATI CAIR BERBAHAN BAKU MOLASE

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Sarjana Teknik
Program Studi Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknik
Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

CHRYSTAL DINDA KHARISMA
NPM : 15230002

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
SURABAYA
2019

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi	: PEMANFAATAN MIKROBA PENAMBAT NITROGEN, MIKROBA PELARUT FOSFAT, DAN MIKROBA PELARUT KALIUM DALAM PEMBUATAN PUPUK HAYATI CAIR BERBAHAN BAKU MOLASE
Nama Mahasiswa	: CHRYSTAL DINDA KHARISMA
NPM	: 15.23.0002
Program Studi	: TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

Surabaya, Juni 2019

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,	Dosen Pembimbing II,
Dr. Ir. Fungki Sri Rejeki, MP	**Diana Puspitasari, S.TP, MT**
NIK: 8977 – ET	NIK : 98677 - ET

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Program Studi, Teknologi Industri Pertanian
Johan Paing H.W., ST, MT	**Dr. Ir. Fungki Sri Rejeki, MP**
NIP/NIK : 196903102005011002	NIK : 8977 - ET

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PEMANFAATAN MIKROBA PENAMBAT NITROGEN, MIKROBA PELARUT FOSFAT, DAN MIKROBA PELARUT KALIUM DALAM PEMBUATAN PUPUK HAYATI CAIR BERBAHAN BAKU MOLASE

Periode : 01/10/2018 - 28/02/2019

Disusun Oleh :

CHRYSTAL DINDA KHARISMA 15.23.0002

Menyetujui,

Manager Riset Pupuk & Produk Hayati	Pembimbing Skripsi
Ir. E.S. Nuraini Hadi	**Warisnu Anugerahani, S.Si**
T.324659	T.504915

PETROKIMIA GRESIK
DEPARTEMEN RISET PPH

Manager
Pengembangan SDM

Nuril Huda, S.H., M.M.
T.494825

PETROKIMIA GRESIK
DEP. PENGEMBANGAN SDM

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul Skripsi	: **PEMANFAATAN MIKROBA PENAMBAT NITROGEN, MIKROBA PELARUT FOSFAT, DAN MIKROBA PELARUT KALIUM DALAM PEMBUATAN PUPUK HAYATI CAIR BERBAHAN BAKU MOLASE**
Nama Mahasiswa	: **CHRYSTAL DINDA KHARISMA**
NPM	: **15230002**
Program Studi	: **Teknologi Industri Pertanian**

Surabaya, Juni 2019

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Ir. Endang Noerhartati, MP
NIK : 91129– ET

Dosen Penguji II

Ir. Tri Rahayuningsih, MA
NIK : 91132– ET

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Fungki Sri Rejeki, MP
NIK : 8977 – ET

Dosen Pembimbing II

Diana Puspitasari, STP, MT
NIK : 98677 – ET

Scanned with CamScanner

PERNYATAAN

KEASLIAN TULISAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya nahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya,
Mahasiswa

Nama : Chrystal Dinda Kharisma
NPM : 1523002
PS : Teknologi Industri Pertanian
Fak/Univ : Teknik UWKS

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan anugerah dan karunia Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan skripsi dengan baik.

Laporan skripsi yang berjudul "PEMANFAATAN MIKROBA PENAMBAT NITROGEN, MIKROBA PELARUT FOSFAT, DAN MIKROBA PELARUT KALIUM DALAM PEMBUATAN PUPUK HAYATI CAIR BERBAHAN BAKU MOLASE", sebagai syarat untuk mengikuti skripsi dalam menyelesaikan studi S-1 (Strata 1) di Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Atas tersusunnya laporan skripsi ini penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan ini, terutama kepada :

1. Bapak Johan Paing H.W., ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
2. Ibu Dr. Ir. Fungki Sri Rejeki, MP, selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dan juga sebagai dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan nasehat dan saran.
3. Ibu Diana Puspitasari, STP, MT, selaku dosen pembimbing II

yang telah bersedia meluangkan banyak waktu dalam memberikan bimbingan dan saran.

4. Ibu Warisnu Anugerahani, S.Si, selaku pembimbing III yang telah memberikan banyak pengetahuan tentang Mikrobiologi, bersedia meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan dan mengajarkan banyak hal agar penulis memiliki kemandirian untuk berfikir.
5. Ibu Ir. Endang Retno Wedowati, MT; Ibu Ir. Tri Rahayuningsih, MA; Ibu Ir. Endang Noerhartati, MP; Ibu Marina revitriani, S.TP, MP; dan Bapak Ir. H. Mujianto, MP selaku dosen pengajar di Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
6. Ayahanda dan Ibunda tercinta, Bapak Sulkan dan Ibu Kusmiati atas segala cinta dan kasih sayangnya, serta adikku Via Putri Rizkawijaya atas dukungan moral dan spiritual bagi penulis.
7. Evan Nataniel yang terkasih sebagai partner berbagi ilmu dan diskusi yang baik, serta dukungan dan waktu untuk menemani penulis selama proses pengerjaan skripsi ini.
8. Seluruh rekan kerja di Kompartemen riset PT. Petrokimia Gresik : Mbak Rina, Mas Indra, Mas Listya, Mbak Najwa, Mbak Grefit, Mbak Pipit, dan semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberi dukungan moril selama penulisan skripsi ini.
9. Seluruh staf dan karyawan TU Fakultas Teknik Universitas

Wijaya Kusuma Surabaya yang telah menerima dan membantu penulis dalam perihal surat menyurat.

10. Teman-teman seperjuangan angkatan 2015: Reni Chelvia, Bagus Destara, Dio Alief, Ami Silvia dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu selama penulisan laporan skripsi ini.
11. Teman-teman Teknologi Industri Pertanian seluruh angkatan yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan laporan skripsi ini.
12. Serta semua pihak yang mendukung dalam penulisan laporan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menjadikan laporan skripsi ini berguna bagi pembaca sebagai tambahan wawasan dan pengetahuan. Akhir kata besar harapan penulis, kiranya laporan skripsi bermanfaat. Terima kasih.

Surabaya, Juni 2019

Penulis

Chrystal Dinda Kharisma (15230002) Pemanfaatan Mikroba Penambat Nitrogen, Mikroba Pelarut Fosfat, Dan Mikroba Pelarut Kalium Dalam Pembuatan Pupuk Hayati Cair Berbahan Baku Molase. Di bawah bimbingan Dr. Ir. Fungki Sri Rejeki, MP, Diana Puspitasari, STP, MT dan Warisnu Anugerahani, S.Si).

RINGKASAN

Kebutuhan lahan pertanian yang semakin meningkat mendorong tingginya penggunaan pupuk anorganik sebagai salah satu upaya pengolahan lahan pertanian, untuk memenuhi kebutuhan hara makro dan mikro yang diperlukan oleh tanaman. Perkembangan bidang bioteknologi telah mendukung tingkat kesadaran masyarakat terhadap dampak negatif akibat penggunaan bahan-bahan kimia, yang mendorong berkembangnya produk-produk alternatif yang lebih ramah lingkungan seperti pupuk hayati (*biofertilizer*). Pupuk hayati adalah produk biologi aktif terdiri dari mikroorganisme yang dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan dan kesehatan tanah, sedangkan komposisi mikroorganisme dan bahan pembawa penyusun pupuk hayati merupakan formula pupuk hayati.

Pupuk yang kompleks biasanya terdiri atas tiga unsur hara primer yaitu N, P dan K. Bahan makanan yang dibutuhkan mikroba tersusun dari unsur organik dan anorganik. Molase merupakan limbah pabrik gula yang masih mengandung banyak gula. Tingginya kandungan gula pada molase membuat molase sering dijadikan sebagai tambahan sumber karbohidrat pada medium pertumbuhan mikroorganisme, namun perlu diketahui berapa % molase yang digunakan untuk pupuk hayati. Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian pupuk hayati cair diperkaya mikroba penambat N, mikroba pelarut P dan mikroba pelarut kalium.

Tujuan dari penelitian ini adalah memilih 3 isolat mikroba terbaik yang akan digunakan dalam formulasi pupuk hayati cair, untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi molase terhadap karakteristik pupuk hayati cair diperkaya mikroba penambat nitrogen, mikroba pelarut fosfat dan mikroba pelarut

kalium dan untuk mengetahui kelayakan finansial pupuk hayati cair diperkaya mikroba pelarut kalium.

Penelitian dilakukan dalam 3 tahap penelitian yaitu penelitian tahap I Uji Fungsi , penelitian tahap II Uji Antagonis, dan penelitian tahap III pembuatan pupuk hayati. Uji Fungsi dilakukan untuk menguji mikroba yang memiliki kemampuan menambat nitrogen secara kualitatif, menguji mikroba yang memiliki kemampuan melarutkan fosfat secara kualitatif dan menguji mikroba yang memiliki kemampuan melarutkan kalium secara kualitatif. Uji antagonis dilakukan untuk menguji daya hambat antar mikroba. Mikroba yang diuji merupakan mikroba terpilih dari uji fungsi secara kualitatif. Penelitian pembuatan pupuk hayati ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola tunggal, dengan perlakuan konsentrasi molase dan diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan tersebut adalah (M1) konsentrasi molase 1%, (M2) konsentrasi molase 2%, (M3) konsentrasi molase 3%, (M4) konsentrasi molase 4%, dan (M5) konsentrasi molase 5%.

Parameter penelitian pada pupuk hayati cair adalah sebagai berikut:

1. Parameter Uji Fungsi
   Uji fungsi dilakukan untuk memilih 3 mikroba terpilih yang terdiri dari mikroba penambat nitrogen, mikroba pelarut fosfat dan mikroba pelarut kalium. Mikroba terpilih pada uji fungsi penambat nitrogen merupakan mikroba dengan skor warna dan skor pelikel tertinggi, mikroba terpilih pada uji fungsi pelarut fosfat merupakan mikroba dengan nilai indeks pelarutan tertinggi yang didapat dari diameter mikroba dan diameter zona bening pada media pikovskaya, dan mikroba terpilih pada uji fungsi pelarut kalium merupakan mikroba dengan nilai indeks pelarutan tertinggi yang didapat dari diameter mikroba dan diameter zona bening pada media aleksandrov. Uji fungsi dilakukan secara kualitatif.
2. Parameter Uji Antagonis
   Uji antagonis dilakukan untuk menguji daya hambat antar mikroba. Uji antagonis dilakukan dengan metode *Kirby-Bauer* atau yang sering dikenal dengan sebutan metode cakram kertas. Mikroba dapat dinyatakan hidup bersama apabila

tidak terbentuk zona hambat, sehingga dapat dilakukan penelitian selanjutnya yaitu pembuatan pupuk hayati.

3. Parameter karakteristik pupuk hayati cair dilakukan dalam 2 tahap.
   a. Parameter pengujian pada pupuk hayati cair yaitu uji mikrobiologi untuk menghitung jumlah bakteri, dan analisa pH
   b. Parameter pada tahap aplikasi pupuk hayati cair yaitu uji mikrobiologi untuk menghitung jumlah mikroba, pH, analisa kadar C-organik, analisa kadar N total, analisa kadar P tersedia dan analisa kadar K tersedia. Pengujian pada tahap ini hanya dilakukan terhadap pupuk hayati terpilih pada minggu ke-0 sampai minggu ke-4.

Analisis data yang diperoleh dari uji kimia dianalisis dengan ANOVA dan apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan* dengan taraf kepercayaan 95%. Pemilihan alternatif dilakukan untuk mengetahui perlakuan terbaik, dilakukan menggunakan uji AHP untuk menentukan bobot kepentingan dan dilanjutkan dengan nilai harapan. Analisis finansial dilakukan untuk mengetahui kelayakan usaha pupuk hayati cair. Analisis finansial terdiri dari analisis titik impas (*Break Even Point*), nilai bersih sekarang (*Net Present Value*), tingkat pengembalian internal (*Internal Rate of Return*) dan periode pengembalian (*Payback Periode*).

Berdasarkan hasil uji fungsi yang telah dilakukan mikroba yang terpilih adalah *Pseudomonas putida* (MASKAPU 02.0204) sebagai mikroba penambat N, *Flavobacterium fleve* (A FUNG 1012) sebagai mikroba pelarut P, dan *Pseudomonas fluorescens* (B PET 0201) sebagai mikroba pelarut K. Uji antagonis menunjukkan bahwa 3 mikroba terpilih tidak memiliki zona hambat, sehingga dapat dilanjutkan pada proses pembuatan pupuk hayati cair.

Berdasarkan uji mikrobiologi dan uji pH didapatkan hasil bahwa konsentrasi molase berpengaruh nyata terhadap pH dan populasi mikroba pelarut kalium, sedangkan konsentrasi molase tidak berpengaruh nyata terhadap populasi mikroba penambat N dan populasi mikroba pelarut P. Hasil nilai harapan total tertinggi merupakan alternatif yang dipilih. Nilai alternatif rertinggi adalah

perlakuan M4 yaitu pupuk hayati cair dengan konsentrasi molase 4% dengan total nilai harapan 7,34. Perlakuan ini memiliki Jumlah populasi mikroba penambat N adalah 2,83 x 10^{11} cfu/ml, populasi mikroba pelarut P adalah 1,87 x 10^{10} cfu/ml, dan populasi mikroba pelarut K adalah 5,37 x 10^{10} cfu/ml yang memenuhi syarat standar minimal Permentan ≥ 10^{7} cfu/ml, serta nilai pH sebesar 4,88 dengan standar minimal pH sesuai Permentan adalah 3-8.

Total modal tetap yang dibutuhkan untuk rancangan usaha pupuk hayati cair adalah Rp 513.761.856,00, total modal kerja sebesar Rp. 114.315.098,22, total biaya tetap sebesar Rp. 102.770.717,71 dan total biaya variabel sebesar Rp. 224.222.248,76. BEP tercapai saat produk terjual sebanyak 4.246 botol atau setara dengan pendapatan sebesar Rp 148.367.296,8, NPV sebesar Rp 377.921.631,07, IRR mencapai 32,69%, lebih besar dari arus pengembalian yang diinginkan yaitu sebesar 15%. PP yang diperlukan untuk pengembalian modal adalah 3 tahun 1 bulan. Hasil PP lebih kecil atau kurang dari umur proyek yang diperkirakan adalah 5 tahun. Dari hasil analisis finansial dapat disimpulkan bahwa usaha produksi pupuk hayati cair layak untuk dikembangkan.

Kata kunci: Pupuk hayati cair, molase, mikroba penambat nitrogen, mikroba pelarut fosfat, dan mikroba pelarut kalium

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR REVISI

PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN

KATA PENGANTAR

RINGKASAN

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.2 Rumusan Masalah

1.3 Tujuan Penelitian

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk Hayati

2.2 Mikroba Pada Pupuk Hayati

2.2.1 Mikroba Penambat Nitrogen

2.2.2 Mikroba Pelarut Fosfat

2.2.3 Mikroba Pelarut Kalium

2.3 Molase

2.4 Hipotesis

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.2 Alat dan Bahan

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Penelitian Tahap I Uji Fungsi

3.3.2 Penelitian Tahap II Uji Antagonis

3.3.3 Penelitian Tahap III Pembuatan Formula Pupuk Hayati

3.4 Aplikasi Pupuk Hayati Cair pada Tanah

3.5 Parameter Penelitian

3.5.1 Uji Mikrobiologi Metode *Total Plate Count* (TPC)

3.5.2 Analisis pH

3.5.3 Analisis pH Tanah Metode AOAC

3.5.4 Analisis Kadar C Organik Metode Walkey dan Black
AOAC 1999

3.5.5 Analisis Kadar N Total Metode Kjeldahl

3.5.6 Analisa kadar P Tersedia Metode Olsen

3.5.7 Analisis Kadar K Tersedia Metode AOAC 2000

3.6 Analisis Data

3.7 Pemilihan Alternatif

3.8 Analisis Finansial

3.8.1 Analisis Titik Impas (*Break Even Point*)

3.8.2 Nilai Bersih Sekarang (*Net Present Value)*

3.8.3 Nilai Pengembalian Internal (*Internal Rate of Return)*

3.8.4 Periode Pengembalian (*Payback Period)*

3.9 Asumsi

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Fungsi

4.1.1 Uji Fungsi Penambat Nitrogen

4.1.2 Uji Fungsi Pelarut Fosfat

4.1.3 Uji Fungsi Pelarut Kalium

4.2 Uji Antagonisme

4.3 Morfologi Mikroba

4.4 Uji Mikrobiologi

4.4.1 Uji Mikrobiologi Populasi Mikroba Penambat Nitrogen

4.4.2 Uji Mikrobiologi Populasi Mikroba Pelarut Fosfat

4.4.3 Uji Mikrobiologi Populasi Mikroba Pelarut Kalium

4.4.4 Uji Kadar pH

4.5 Pemilihan Alternatif

4.5.1 Uji Bobot

4.5.2 Nilai Harapan

4.6 Aplikasi Pupuk Hayati Cair pada Tanah

4.7 Faktor-faktor Analisis Finansial

4.7.1 Lokasi Usaha

4.7.2 Rencana Produksi dan Penjualan

4.7.3 Tenaga Kerja

4.7.4 Bahan Baku dan Bahan Pembantu

4.7.5 Utilitas

4.8 Analisis Finansial Pupuk Hayati Cair

4.8.1 Modal Tetap
4.8.2 Modal Kerja
4.8.3 Biaya Tetap
4.8.4 Biaya Variabel
4.8.5 Depresiasi Peralatan dan Bangunan
4.8.6 Harga Jual Produk
4.8.7 *Break Even Point* (BEP)
4.8.8 Arus Kas
4.8.9 *Net Present Value* (NPV)
4.8.10 *Internal Rate of Return* (IRR)
4.8.11 *Payback Periods* (PP)
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan
5.2 Saran
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman	Teks	
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian Pupuk Hayati Cair	36
Gambar 4.1	Histogram Skor Mikroba Penambat Nitrogen	54
Gambar 4.2	Uji Fungsi Pelarut Fosfat Metode *Streak plate*.	57
Gambar 4.3	Histogram Nilai Indeks Pelarut Mikroba Pelarut Fosfat	58
Gambar 4.4	Uji Fungsi Pelarut Fosfat Metode Cakram	59
Gambar 4.5	Uji Fungsi Pelarut Kalium Metode *Streak plate*	62
Gambar 4.6	Histogram Uji Fungsi Pelarut Kalium	66
Gambar 4.7	Hasil Uji Fungsi Mikroba *Pseudomonas pseudoalcaligenesis* (B GAM 0101)	69
Gambar 4.8	Hasil Uji Fungsi Mikroba *Bacillus megaterium* (B KEDI 0102B)	70
Gambar 4.9	Hasil Uji Fungsi Mikroba *Pseudomonas fluorescens* (B PET 0201)	71
Gambar 4.10	Hasil Uji Fungsi Mikroba *Pseudomonas caryophylli* (B TGU 0104)	72
Gambar 4.11	Hasil Uji Fungsi Mikroba *Pseudomonas alcaligenes* (B TUB 0101)	73
Gambar 4.12	Hasil Uji Fungsi Mikroba *Pseudomonas putida* (MASKAPU 02.0204)	74
Gambar 4.13	Hasil Uji Fungsi Mikroba *Pseudomonas putida* (MASKAPU 02.0205)	75

Gambar 4.14 Hasil Uji Fungsi Mikroba *Pseudomonas putida* (SAWBAR 0803) 76
Gambar 4.15 Hasil Uji Fungsi Mikroba *Pseudomonas putida* (WOyem-CAS 0701) 77
Gambar 4.16 Hasil Uji Antagonis 81
Gambar 4.17 Hasil Pengamatan Uji Antagonis 82
Gambar 4.18 Koloni Mikroba Pseudomonas putida (Maskapu 02.0204) 85
Gambar 4.19 Koloni Mikroba Flavobacterium fleve (A. Fung 1012) 85
Gambar 4.20 Koloni Mikroba Pseudomonas fluorescens (B Pet 0201) 86
Gambar 4.21 Histogram Populasi Mikroba Penambat Nitrogen 89
Gambar 4.22 Histogram Populasi Mikroba Pelarut Fosfat 93
Gambar 4.23 Histogram Populasi Mikroba Pelarut Kalium 98
Gambar 4.24 Histogram Kadar pH Pupuk Hayati Cair 102
Gambar 4.25 Pie Probabilitas Pupuk Hayati Cair 105
Gambar 4.26 Histogram Nilai Harapan Pupuk Hayati Cair 106
Gambar 4.27 Histogram Populasi Mikroba Pupuk Hayati Cair yang Diinkubasikan ke Tanah. 110

DAFTAR TABEL

Nomor Halaman	Teks	
Tabel 2.1	Standar Mutu Pupuk Hayati Cair	9
Tabel 2.2	Kandungan Molase	24
Tabel 4.1	Pengamatan Mikroba Penambat Nitrogen	51
Tabel 4.2	Pengamatan Perubahan Warna Mikroba Penambat N	53
Tabel 4.3	Kategori Penambatan Nitrogen dan Penghasil Zat Pengatur Tumbuh	54
Tabel 4.4	Hasil Pengamatan Nilai IP Mikroba Pelarut P	58
Tabel 4.5	Komposisi media modifikasi Aleksandrov.	63
Tabel 4.6	Hasil Pengamatan Nilai *Indeks* Pelarutan Mikroba Pelarut Kalium	67
Tabel 4.7	Hasil Pengamatan Uji Antagonisme	83
Tabel 4.8	Hasil Uji Mikrobiologi Populasi Mikroba Penambat Nitrogen	88
Tabel 4.9	Hasil Uji Mikrobiologi Populasi Mikroba Pelarut Fosfat	92
Tabel 4.10	Hasil Uji Mikrobiologi Populasi Mikroba Pelarut Kalium	96
Tabel 4.11	Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Molase pada Populasi Mikroba Pelarut Kalium	98
Tabel 4.12	Hasil Uji Kadar pH	101
Tabel 4.13	Pengaruh Konsentrasi Molase pada pH Pupuk Hayati Cair	103

Tabel 4.14 Hasil Probabilitas Pupuk Hayati Cair 105
Tabel 4.15 Nilai Harapan Total Parameter Pupuk Hayati Cair 106
Tabel 4.16 Hasil Pengamatan Jumlah Populasi Mikroba pada Tanah 108
Tabel 4.17 Hasil Uji Kimia 109
Tabel 4.18 Kriteria Penilaian Hasil Analisa Tanah 110
Tabel 4.19 Rencana Produksi dan Penjualan Pupuk Hayati Cair (botol) 116
Tabel 4.20 Biaya Tenaga Kerja Selama 5 Tahun (Rp) 117
Tabel 4.21 Harga Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Bahan Pengemas (Rp) 118
Tabel 4.22 Biaya Utilitas Perusahaan Selama 5 Tahun (Rp) 119
Tabel 4.23 Perhitungan Modal Tetap Pupuk Hayati Cair 120
Tabel 4.24 Perhitungan Modal Kerja Pupuk Hayati Cair 122
Tabel 4.25 Perhitungan Biaya Tetap Pupuk Hayati Cair 123
Tabel 4.26 Biaya Variabel Tahun Pertama 124

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
Lampiran 1	Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	139
Lampiran 2	Hasil Pengamatan Mikroba Pelarut Fosfat	141
Lampiran 3	Hasil Pengamatan Mikroba Pelarut Kalium	142
Lampiran 4	Analisis Ragam Jumlah Populasi Mikroba Penambat Nitrogen	147
Lampiran 5	Analisis Ragam Jumlah Populasi Mikroba Pelarut Fosfat	148
Lampiran 6	Analisis Ragam Jumlah Populasi Mikroba Pelarut Kalium	149
Lampiran 7	Analisa Ragam Kadar pH Pupuk Hayati Cair	150
Lampiran 8	Perhitungan Probabilitas Pupuk Hayati Cair	151
Lampiran 9	Perhitungan Nilai Harapan	153
Lampiran 10	Depresiasi	154
Lampiran 11	Arus Kas	156