UJI PUPUK ORGANIK DARI LIMBAH BUAH DAN SAYUR TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI PAKCHOY (*Brassica rapa* L.*)* MENGGUNAKAN SISTEM HIDROPONIK *(WICK SYSTEM)*, DAN SUMBANGSIHNYA TERHADAP MATA PELAJARAN IPA MATERI PERTUMBUHAN TUMBUHANSMA KELAS XII

SKRIPSI SARJANA S.1

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan Biologi (S.Pd)

Oleh:
TRI OKTARI
NIM. 11222056

Prodi Pendidikan Biologi

FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN FATAH PALEMBANG
2015

Hal : Persetujuan Pembimbing

Lamp. : -

Kepada Yth.
Bapak Dekan Fakultas Tarbiyah
dan Keguruan
UIN Raden Fatah Palembang
Di
Palembang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah melalui proses bimbingan, arahan dan koreksian baik dari segi isi maupun teknik penulisan terhadap skripsi saudari:

Nama : Tri Oktari

Nim : 11222056

Program : S1 Pendidikan Biologi

Judul Skripsi : **Uji Pupuk Organik dari Limbah Buah dan Sayur terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakchoy (*Brasscia rapa* L.) menggunakan Sistem Hidroponik (*Wick System),* dan Sumbangsinya terhadap Mata Pelajaran Biologi Materi Pertumbuhan tanaman**

Maka, kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudari tersebut dapat diajukan dalam Sidang Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang

Demikianlah harapan kami dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Palembang, November 2015

Pembimbing I,	Pembimbing II
Irham Falahuddin, M.Si	Syarifah, M.Kes
NIP. 19711002 199903 1 002	NP. 197504292009122001

PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Uji Pupuk Organik dari Limbah Buah dan Sayur terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakchoy (*Brasscia rapa* L.) menggunakan Sistem Hidroponik (*Wick System),* dan Sumbangsinya terhadap Mata Pelajaran Biologi Materi Pertumbuhan tanaman

Nama : Tri Oktari

Nim : 11222056

Program : S1 Pendidikan Biologi

Telah disetujui tim penguji ujian skripsi.

1. Ketua	:	Muhammad Isnaini NIP. 19740201 200003 1 004	(	)
2. Sekretaris	:	Elfira Rosa Pane, M.Si NIP. 19811023 200912 2 004	(	)
3. Penguji I	:	Firti Oviyanti, M.Ag NIP. 19761003 200112 2 001	(	)
4. Penguji II	:	Ike Apriani, M. Si NIK. 140201100922	(	)

Diuji di Palembang pada tanggal 22 Desember 2015

Waktu : 12.00 - 13.00 WIB

Hasil/IPK : 3,36

Predikat : Amat baik

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Raden Fatah Palembang

Dr. H. Kasinyo Harto, M.Ag
NIP. 19710911 199703 1 004

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Kegagalan dalam satu hal adalah
tanda bahwa ada keberhasilan
dalam hal berikutnya.
Jangan menyerah.
Coba terus"
---Mario Teguh---

" In The World nothing is impossible,
If you want a something, you must do something.
Believe your GOD, because GOD never sleep"

---

skripsi ini ku persembahkan dengan keikhlasan dan setulus hati untuk:

- Orang tuaku tercinta yang selalu mendo'akan, memotivasi, dan mengorbankan segalanya untuk ku tanpa henti.
- Keluarga besarku baik di Palembang maupun yang berada di Yogya yang selalu memberikan support, motivasi dan selalu memberiku nasehat membangun demi kelancaran studiku ini .
- Sahabat-sahabatku: Zikrika, Winda PS, Tri Apriyanti, Nurul Hidayah, Weni Lestari, kak .Rifal, kak narno, Amir serta teman-teman seangkatan dan sealmamater yang tak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih atas inspirasi, motivasi, kritik dan saran, serta dukungannya. Semoga kesuksesan selalu bersama kita semua.
- Kakakku bimo dan maman yang selalu setia menemaniku, memberikan semangat dan motivasi demi kelancaran skripsi ini.
- Untuk Almamaterlku tercinta Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Tri Oktari
Tempat dan tanggal lahir	: Palembang, 29 Oktober 1993
Program studi	: Pendidikan Biologi
Nim	: 11222056

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Seluruh data, informasi, interpretasi serta pernyataan dalam pembahasan dan kesimpulan yang disajikan dalam karya ilmiah ini, kecuali yang disebutkan sumbernya adalah merupakan hasil pengamatan, penelitian, pengolahan, serta pemikiran saya dengan pengarahan dari para pembimbing yang ditetapkan.
2. Karya ilmiah yang saya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik, baik di UIN Raden Fatah Palembang maupun perguruan tinggi lainnya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan apabila dikemudian hari ditemukan adanya bukti ketidakbenaran dalam pernyataan tersebut di atas, maka saya bersedia menerima sangsi akademis berupa pembatalan gelar yang saya peroleh melalui pengajuan karya ilmiah ini.

Palembang, November 2015
Yang membuat pernyataan,

Tri Oktari
NIM. 11222056

ABSTRACT

Growth of plant requires another nuttition of chemicals organic. Waste unmanaged market will contribute to further aggravate environmental pollution. If the processed waste can produce a liquid organic fertilizer which can be used to support agriculture. This study was to evaluate the response of pakchoy mustard plant (*Brassica rapa* L.) on organic fertilizers from the waste of fruits and vegetables using hydroponics media. This research was conducted at the experimental Biology Education, Islamic State University Raden Fatah Palembang. The method used in this study is the experimental method using a completely randomized design (RAL) with treatment control (A_0), rubbish fruit luquid orgnanic feltilizer (A_1), rubbish vegetable luquid orgnanic feltilizer (A_2), and fertilization using organic fertilizer from a mixture of fruits and vegetables (A3). Liquid organic fertilizer dose given as much as 500ml in each treatment. performed a total of six repetitions in order to obtain 24 plants. Data were analyzed by analysis of variance (ANOVA). Based on the research results for the height and number of leaves have not shown significant results, but the results of the study showed that the leaf area shows the influence of liquid organic fertilizer, treatment is best for the growth of liquid manure fertilization using vegetable waste, namely with an average growth of 8.94 cm for the parameters plant height, 2.90 cm for the width parameter leaves the plant, and 6.13 pieces for parameter number of leaves of plants for 1 month. From the results of this study concluded that the liquid organic fertilizer market waste in anaerobic effect on the growth of broad leaf mustard plants pakchoy although it does not show the real effect on the height and number of leaves.

Keywords: Rubbish market, Liquid Organic Fertilizer, Vegetative growth, Pakchoy plant, Hydroponics media

ABSTRAK

Pertumbuhan tanaman sawi membutuhkan nutrisi lain dari bahan kimia maupun organik. Limbah pasar yang tidak dikelola akan memberikan sumbangan pencemaran yang semakin memperparah lingkungan. Jika diolah limbah tersebut dapat menghasilkan pupuk organik cair yang dapat digunakan untuk menopang pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* L.) terhadap pemberian pupuk organik dari limbah buah dan sayur dengan menggunakan media hidroponik. Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan Kontrol (A_0), pemupukan menggunakan pupuk organik cair dari limbah buah (A_1), pemupukan menggunakan pupuk organik cair dari limbah sayur (A_2), dan pemupukan menggunakan pupuk organik dari campuran buah dan sayur (A_3). Dosis pupuk organik cair yang diberikan sebanyak 500mL pada masing-masing perlakuan. dilakukan sebanyak enam kali ulangan sehingga diperoleh 24 tanaman. Data dianalisis dengan Analisis Varian (ANOVA). Berdasarkan hasil penelitian untuk tinggi dan jumlah daun belum menunjukkan hasil yang signifikan, namun pada hasil penelitian luas daun menunjukkan bahwa pupuk organik cair menunjukkan pengaruhnya, perlakuan yang paling baik untuk pertumbuhan pemupukan menggunakan pupuk cair limbah sayur yaitu dengan rata-rata pertumbuhan 8,94 cm untuk parameter tinggi tanaman, 2,90 cm untuk parameter lebar daun tanaman, dan 6,13 helai untuk parameter jumlah daun tanaman selama 1 bulan. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pupuk organik cair limbah pasar secara anaerob berpengaruh pada pertumbuhan lebar daun tanaman sawi pakchoy meskipun tidak menunjukkan pengaruh nyata pada tinggi dan jumlah daun.

Kata Kunci : Limbah Pasar, Pupuk Organik Cair, Pertumbuhan,Tanaman sawi pakchoy, Hidroponik

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamualaikum wr. wb.

Alhamdulillah, Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat meyelesaikan tugas akhir penulis sebagai mahasiswa di Universitas islam Negri Raden Fatah Palembang yang berjudul **"Uji Pupuk Organik dari Limbah Buah dan Sayur terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakchoy (*Brasscia rapa* L.) menggunakan Sistem Hidroponik (*Wick System),* dan Sumbangsinya terhadap Mata Pelajaran Biologi Materi Pertumbuhan tanaman"** yang dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi strata 1 di Program Studi Pendidikan Biologi.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelseaikan tugas akhir ini bukan hanya kerja keras penulis sendiri. Akan tetapi banyak motivasi dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Aflatun Muchtar, M.A selaku Rektor UIN Raden Fatah Palembang.
2. Dr. Kasinyo Harto, M.Ag selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang.
3. Syarifah, S.Si, M.Kes selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang sekaligus selaku pembimbing II.
4. Irham Falahuddin, M.Si selaku Pembimbing I yang selalu meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan arahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Fitri Oviyanti, M.Pd.I selaku penguji I dan Ike Apriani, M.Si selaku penguji II yang telah memberikan saran dan arahan untuk perbaikan skripsi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

6. Elvira Rosa Pane M.Si selaku ketua Laboratorium Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah memberikan fasilitas Laboratorium sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancer.
7. Indah Wigati, M.Pd.I dan para staf Karyawan Perpustakaan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah membantu memfasilitasi kemudahan dalam mencari literatur untuk skripsi ini.
8. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Fatah Palembang yang telah sabar mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis menjadi mahasiswa di UIN Raden Fatah Palembang.
9. Orang tua dan keluarga saya atas do'a, cinta dan kasih sayang yang tulus, serta motivasi tiada henti selama penyelesaian studi.
10. Teman-teman Biologi seluruh angkatan, khususnya angkatan 2011 dan teman-teman sealmamater.
11. Serta semua pihak yang telah membantu memberikan semangat baik materiil maupun spiritual yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Namun penulis sangat berharap skirpsi dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Palembang, November 2015
Penulis,

Tri Oktari
NIM. 11222056

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul ..... **i**
Halaman Persetujuan ..... **ii**
Halaman Pengesahan ..... **iii**
Halaman Motto dan Persembahan ..... **iv**
Halaman Pernyataan ..... **v**
Abstract ..... **vi**
Abstrak ..... **vii**
Kata Pengantar ..... **viii**
Daftar Isi ..... **x**
Daftar Tabel ..... **xii**
Daftar Gambar ..... **xiii**
Daftar Grafik ..... **xiv**
Daftar Arti Lambang dan Singkatan ..... **xv**
Daftar Lampiran ..... **xvi**

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang 1
B. Batasan Masalah 4
C. Rumusan Masalah 4
D. Tujuan Masalah 5
E. Manfaat penelitian 5
F. Hipotesis penelitian 6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Sawi Pakchoy (*Brassica rapa* L.*)* 7
   1. Klasifikasi Tanaman Sawi Pakchoy (*Brassica rapa* L.*)* 8
   2. Manfaat Tanaman Sawi Pakchoy 8
   3. Syarat Tumbuh 10
B. Limbah 11

1. Limbah Organik 11
2.Limbah Anorganik 12
C. Pupuk Organik 12
D. Pupuk Organi Cair 13
E. Effective Microorganism 14
F. Sistem Hidroponik 17
1. Teknik Menanam Hidroponik 18
a). Sistem *Aeroponic* 18
b). Sistem tetes *(Drip Sytem)* 19
c). Sistem NFT *(Nutrient Film)*..... 19
d). Sistem EBB & *Flow System* 19
e). Sistem *Water Cultur* 20
f). *Wick System*..... 20
G. Sekam Bakar 21
H. Cocopeat 22
I. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan..... 23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN
A. Waktu dan Tempat..... 25
B. Alat dan Bahan..... 25
C. Cara Kerja 25
1. Tahap Awal Pengolahan sampah 25
2. Pembuatan Larutan Biakan 26
3. Proses Fermentasi 26
4. Pengenceran Pupuk Organik Cair 27
5. Persemaian Benih 27
6. Pembuatan Media Tanama Hidroponik dengan menggunakan *Wick System* 28
7. Pemindahan Semaian Pakchoy ke *Wick System* dan Pemeliharaan 28
8. Parameter Pengamatan 28
9. Analisis Data 29
1. Analisis Varian (ANOVA) 29

2. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) 32

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian 33

1. Hasil Fermentasi Limbah Buah dan Sayur 33
2. Pertumbuhan Tanaman Sawi 33

a). Tinggi Tanaman 33

b). Lebar Daun 34

c). Jumlah Daun 36

2. Hasil Validasi RPP dan LKS 37

B. Pembahasan..... 39

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan 46

B. Saran..... 46

DAFTAR PUSTAKA..... 40

LAMPIRAN..... 51

RIWAYAT HIDUP 92

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Kandungan gizi Tanaman Sawi Pakchoy..... 8
Tabel 2. Data Basil Percobaan Menurut RAL 29
Tabel 3. Analisis Keragaman (Sidik Ragam) RAL..... 30
Tabel 4. Anlisis Uji Beda Nyata Terkecil 32
Tabel 5. Hasil Validasi RPP 37
Tabel 6. Hasil Validasi LKS 38
Tabel 7. Rerata Pertambahan Tinggi Tanaman Sawi Pakchoy (cm) dari Umur 1 Minggu samapai dengan Umur 4 MST 63
Tabel 8. Analisis Sidik Ragam Uji Pupuk Organik Cair Limbah Buah dan Sayur terhadap Tinggi Tanaman (cm) Sawi Pakchoy..... 63
Tabel 9. Rerata Pertambahan Lebar Daun Tanaman Sawi Pakchoy (cm) dari Umur 1 Minggu sampai dengan Umur 4 MST 63
Tabel 10. Analisis Sidik Ragam Uji Pupuk Organik Cair Limbah Buah dan Sayur terhadap Lebar Daun (cm) Sawi Pakchoy 64
Tabel 11. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Uji Pupuk Organik Cair Limbah Buah Dan Sayur Terhadap Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Pakchoy..... 64
Tabel 12. Rerata Pertambahan Jumlah Daun Tanaman Sawi Pakchoy (cm) dari Umur 1 Minggu samapai dengan Umur 4 MST 65
Tabel 13. Analisis Sidik Ragam Uji Pupuk Organik Cair Limbah Buah dan Sayur terhadap Jumlah Daun (cm) Sawi Pakchoy 65

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Morfologi Tanaman Sawi Pakchoy..... 7
Gambar 2. Larutan Effective Microorganism 4 (EM4) 16
Gambar 3. Media Tanam Sekam Bakar 22
Gambar 4. Media Tanam Cocopeat 23
Gambar 5. Pengolahan Limbah 86
Gambar 6. Proses Fermentasi Limbah 86
Gambar 7. Hasil Fermentasi 86
Gambar 8. Pupuk Organik Cair 87
Gambar 9. Pengenceran Pupuk Organik 87
Gambar 10. Campuran Media tanam Sekam Bakar dan Cocopeat 88
Gambar 11. Semaian Tanaman Sawi Pakchoy 88
Gambar 12. Tanaman sawi Pakchoy Umur 1MST 88
Gambar 13. Pakchoy Umur 4 MST Kontrol (A0) 89
Gambar 14. Pakchoy Umur 4 MST A1..... 89
Gambar 15. Pakchoy Umur 4 MST A2 89
Gambar 16. Pakchoy Umur 4 MST A3 90
Gambar 17. Lebar Daun (cm) 90
Gambar 18. Tinggi Tanaman 90
Gambar 19. Pengukuran Suhu dan Kelembaban 91

DAFTAR GRAFIK

Halaman

Grafik 1. Rata-rata Tinggi Tanaman Pakchoy 34
Grafik 2. Rata-rata Lebar Daun Tanaman Pakchoy 35
Grafik 3. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Pakchoy 36

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan
RAL	Rancangan AcakLengkap
ANOVA	Analisis Varian
POC	Pupuk Organik Cair
MST	Minggu Setelah Tanam
RPP	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran
LKS	Lembar Kerja Siswa
P	Fosfor
Kg	Kilogram

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman
Lampiran 1. Gambaran Petaan Lokasi Penelitian 50
Lampiran 2. Pengolahan Data Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman (cm) 51
Lampiran 3. Pengolahan data Hasil Pengamatan Lebar Daun 55
Lampiran 4. Pengolahan data Hasil Pengamatan Jumlah Daun 59
Lampiran 5. Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakchoy 63
Lampiran 6. Sumbangsi Pada Dunia Pendidikan (Materi Pengayaan) 66
Lampiran 7. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran 69
Lampiran 8. Lembar Kerja Siswa 73
Lampiran 9. Silabus 76
Lampiran 10. Lembar Validasi RPP 79
Lam[iran 11. Lembar Validasi LKS 83
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian 86

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* L.), merupakan salah satu komoditas sayuran yang penting di Indonesia. Walaupun sawi bukan merupakan tanaman asli Indonesia. Pengembangan komoditas tanaman berpola agribisnis dan agroindustri ini dapat dikategorikan sebagai salah satu sumber pendapatan dalam sektor pertanian di Indonesia. Hingga saat ini, produksi sawi belum mampu memenuhi kebutuhan pasar. Hal ini diakibatkan karena rata-rata produksi sawi nasional masih sangat rendah. Potensi hasil sawi dapat mencapai 40 ton/ha, sedangkan rata-rata hasil sawi di Indonesia hanya 9 ton/ha (Badan Pusat Statistik RI, 2012).

Rendahnya produksi sawi di Indonesia dapat disebabkan karena beberapa alasan, seperti penerapan teknologi budidaya yang masih sederhana, ataupun karena lahan untuk bercocok tanam semakin berkurang. Kebanyakan budidaya sawi yang dilakukan para petani, masih bersifat konvensional dan tidak memperhatikan teknik budidaya yang baik, teknologi juga masih kurang diterapkan oleh petani, sehingga kualitas dan kuantitas produksi yang dihasilkan masih tergolong rendah (Balia, 2012).

Selain itu, perkembangan industri saat ini semakin maju pesat, sehingga banyak menggeser lahan pertanian, terlebih di daerah sekitar perkotaan. Mengatasi hal tersebut ditempuh berbagai cara untuk meningkatkan produktivitas tanaman sawi, dengan harapan dari lahan yang sempit dapat

dihasilkan produksi yang banyak, salah satunya dengan sistem hidroponik (Fitrianto, Suparti dan Sofian Anif., 2012).

Kelebihan hidroponik dibandingkan dengan penanaman dimedia tanah antara lain adalah nilai higenisnya lebih tinggi, tidak ada masalah yang berat dalam pemeliharaan tanaman seperti pengolahan tanah dan gulma, penggunaan pupuk dan air sangat efisien, tanaman dapat diusahakan terus tanpa tergantung musim, tanaman berproduksi dengan kualitas yang tinggi, produktivitas tanaman lebih tinggi, tanaman lebih mudah diseleksi dan dikontrol dengan baik dan dapat diusahakan di lahan yang sempit. Tidak seperti budidaya tanaman yang dilakukan dengan media tanah, budidaya tanaman secara hidroponik dilakukan tanpa tanah, tetapi menggunakan larutan nutrisi sebagai sumber utama pasokan nutrisi tanaman (Azizah, 2009).

Penggunaan nutrisi bagi tanaman dengan sistem hidroponik dapat berupa pupuk organik dan anorganik dalam bentuk cair. Penggunakan pupuk organik cair mampu mengurangi pemakaian pupuk anorganik cair yang berbahan kimia secara berlebihan. Salah satu pupuk organik dalam bentuk cair adalah pupuk organik cair yang berasal dari limbah sayur dan buah-buahan. Limbah organik termasuk limbah dari sayur dan buah-buah merupakan material yang tidak dapat dipakai lagi. Apabila tidak dilakukan pengolahan terhadap limbah tersebut maka akan terjadi kerusakan lingkungan, limbah tersebut akan menjadi sumber pencemaran lingkungan yang dapat menimbulkan bau yang tidak sedap, mencemari air, tanah dan dipandang secara estetika mengurai keindahan lingkungan (Wardan, 2007).

Selain dampak yang telah disebutkan diatas limbah-limbah yang tidak mendpatkan perhatian dari masyarakat akan menyebabkan bencana alam seperti banjir. Seperti yang dijelas dalam Firman Allah : Qur'an Surah Ar-Rum ayat 41 yang berbunyi :

ظَهَرَ ٱلْفَسَادُ فِى ٱلْبَرِّ وَٱلْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِى ٱلنَّاسِ لِيُذِيقَهُم
بَعْضَ ٱلَّذِى عَمِلُوا۟ لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya : "Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)". (Qs. Ar-Rum : 41).

Untuk mengubah limbah tersebut agar tidak merusak lingkungan penyusun memanfaatkan limbah sayur dan buah tersebut sebagai pupuk organik cair yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Kelebihan pupuk organik cair yaitu mengandung cukup nitrogen sebagai bahan penyusun protein dan klorofil tumbuhan (Salisbury, 1995).

Hasil analisis laboratorium terhadap pupuk organik cair yang berbahan dasar sampah organik seperti sayur dan buah mengandung C-organik sebesar 15,4%, N-total sebesar 1,56%, C/N 12,04 ratio, sedangkan untuk kandungan NPK dengan jumlah masing-masing N sebesar 0,48%, P 1,06% dan K 1,67% (Lab. Tanah Balai Teknologi Pertanian Jawa Timur Malang, 2010)

Berdasarkan uraian di atas, terkait dengan kandungan yang terdapat di dalam limbah sayur dan buah, dan sebagai alternatif untuk memanfaatkan limbah hasil pasar berupa sayur dan buah yang kurang mendapat perhatian dari masyarakat sebagai bahan pembuatan pupuk organik untuk pertumbuhan

tanaman serta penelitian terdahulu dan hubungannya dengan dunia pendidikan, maka peneliti ingin melakukan penelitian dengan judul " **UJI PUPUK ORGANIK DARI LIMBAH BUAH DAN SAYUR TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI PAKCHOY *(Brasscian rapa* L.*)* MENGGUNAKAN *HYDROPONIK WICK SYSTEM* DAN SUMBANGSIHNYA TERHADAP MATA PELAJARAN IPA MATERI PERTUMBUHAN TUMBUHAN SMA KELAS XII"**.

B. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini untuk menghindari perluasan masalah, maka diperlukan adanya pembatasan masalah. Adapun pembatasan masalah adalah sebagai berikut:

1. Subyek penelitiannya adalah limbah buah dan sayur yang diperoleh dari pasar tradisional. Media tanam yang digunakan adalah media hidroponik mengunakan sumbu *(Hidroponik Wick System)* dan sekam bakar.
2. Obyek penelitiannya adalah pertumbuhan vegetatif tanaman sawi pakchoy pada media hidroponik.
3. Parameter dalam penelitian ini meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun dan bobot segar dan bobot kering tanaman, dilakukan selama satu bulan penelitian.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, didapat rumusan masalah dalam penelitian sebagai berikut :

1. Apakah limbah buah dan sayur dapat manfaatkan menjadi suatu produk berupa pupuk organik cair ?
2. Bagaimana respon tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* L.) terhadap pemberian pupuk cair organik dari limbah buah dan sayur ?
3. Pupuk cair organik manakah yang paling optimum untuk pertumbuhan tanaman sawi pakchoy *(Brassica rapa* L.*)* ?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk memanfaatkan limbah buah dan limbah sayur agar menjadi suatu yang berguna dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan
2. Untuk mengetahui respon tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* L.) terhadap pemberian pupuk organik dari limbah buah dan sayur .
3. Untuk mengetahui pupuk organik yang paling optimum untuk pertumbuhan tanaman pakchoy (*Brassica rapa* L.) menggunakan sistem hidroponik.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

Secara teoritik :

1. Dapat memperdalam kajian secara teori mengenai pertumbuhan tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* L.).
2. Dapat memperluas pengetahuan mengenai pupuk cair yang bisa dibuat hanya dari limbah pasar berupa limbah buah dan sayur.

Secara praktik :

1. Dapat memberikan sumbangsi kepada konsumen penikmat sawi-sawian yang ditanam tanpa menggunkan pestisida.
2. Dapat membuat pupuk cair organik sendiri untuk pertumbuhan tanaman sawi-sawian.
3. Dapat memanfaat halaman rumah sebagai lahan bercocok tanam dengan tanaman organik .

F. Hipotesis Penelitian

Adapun hipotensis penelitian ini sebagai berikut :

H0 : Pupuk organik dari limbah sayur dan buah tidak memberikan respon yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* L.)

H1: Pupuk organik dari limbah sayur dan buah memberikan respon yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* L.)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Sawi Pakchoy (*Brassica rapa* L.)

Pakchoy (*Brassica rapa* L.) adalah tanaman jenis sayur-sayuran yang termasuk keluarga Brassicaceae. Tumbuhan pakchoy berasal dari China dan telah dibudidayakan setelah abad ke-5 secara luas di China Selatan dan China Pusat serta Taiwan. Sayuran ini merupakan introduksi baru di Jepang. Saat ini pakchoy dikembangkan secara luas di Filipina, Malaysia, Indonesia dan Thailand (Suhardiyanto dan Purnama, 2011).

Menurut Prasati, D., Erma, P., dan Munifatul, I,. (2014), Tanaman sawi pakchoy merupakan salah satu sayuran penting di Asia, atau khususnya di China. Daun pakchoy bertangkai, berbentuk oval, berwarna hijau tua, dan mengkilat, tidak membentuk kepala, tumbuh agak tegak atau setengah mendatar, tersusun dalam spiral rapat, melekat pada batang yang tertekan. Tangkai daun, berwarna putih atau hijau muda, gemuk dan berdaging, tanaman mencapai tinggi 15–30 cm. Tanaman pakchoy cukup mudah untuk dibudidayakan dan hanya memerlukan waktu yang pendek berkisar 3 sampai 4 minggu.

Gambar 1. Morfologi Tanaman Sawi Pakchoy

1. Klasifikasi Tanaman Sawi Pakchoy (*Brasisca rapa* L.)

Menurut Prasati, dkk (2011), adapun klasifikasi tanaman sawi pakchoy sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Rhoeadales

Famili : Brassicaceae

Genus : Brassica

Spesies : *Brassica rapa* L.

2. Manfaat Tanaman Sawi Pakchoy

Menurut Sutiyoso (2009), manfaat sawi sangat baik untuk menghilangkan rasa gatal di tenggorokan pada penderita batuk. Penyembuh penyakit kepala, bahan pembersih darah, memperbaiki fungsi ginjal, serta memperbaiki dan memperlancar pencernaan, bijinya dimanfaatkan sebagai minyak serta pelezat makanan. Sedangkan kandungan yang terdapat pada sawi adalah kalori, protein, lemak, karbohidrat, serat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C.

Tabel 1. Kandungan gizi setiap 100 g tanaman sawi pakchoy

No	Komposisi	Jumlah
1	Kalori	22,00 k
2	Protein	2,30 g
3	Lemak	0,30 g
4	Karbohidrat	4,00 g

5	Serat	1,20 g
6	Kalsium (Ca)	220,50 mg
7	Fosfor (P)	38,40 mg
8	Besi (Fe)	2,90 mg
9	Vitamin A	969,00 SI
10	Vitamin B1	0,09 mg
11	Vitamin B2	0,10 mg
12	Vitamin B3	0,70 mg
13	Vitamin C	102, 00 mg

Sumber: Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI, 2014.

Kadar vitamin A pada tanaman sawi sangat tinggi.Vitamin A berperan menjaga kornea mata agar selalu sehat. Mata yang normal biasanya mengeluarkan mukus, yaitu cairan lemak kental yang dikeluarkan sel epitel mukosa, sehingga membantu mencegah terjadinya infeksi. Kandungan vitamin E pada sawi dapat berfungsi sebagai antioksidan utama di dalam sel. Sawi termasuk dalam kategori sangat baik sebagai sumber vitamin E. Kebutuhan rata-rata vitamin E mencapai 10-12 mg/hari. Kandungan vitamin E pada sawi juga berperan baik untuk mencegah penuaan (Rahman, 2011).

Menurut Balia (2012), Kandungan vitamin K pada sawi sangat tinggi, yaitu mencapai 419,3 mkg. Vitamin K sangat berguna untuk membantu proses pembekuan darah, sehingga sering disebut sebagi vitamin koagulasi. Vitamin K mempunyai potensi dalam mencegah penyakit-penyakit serius, seperti penyakit jantung dan stroke, karena efeknya mengurangi pengerasan pembuluh darah oleh faktor timbunan plak kalsium.

Kandungan kalsium yang tinggi pada sawi dapat mengurangi hilangnya bobot tulang yang biasa terjadi pada usia lanjut. Tekanan darah tinggi juga dapat disebabkan oleh rendahnya kadar kalsium di dalam darah. Mineral lain yang cukup berarti pada sawi adalah magnesium. Kandungan magnesium pada sawi sangat berguna untuk mereduksi stres dan membantu membentuk pola tidur yang baik (Rahman, 2011).

3. Syarat Tumbuh

Menurut Sutriman, (2011) *"dalam"* Pardos, Irianto, dan Mukhsin. (2014), daerah yang cocok untukm penanaman tanaman sawi adalah mulai dari ketinggian 5 meter sampai dengan 1.200 meter di atas permukaan laut. Bnamun biasanya dibudidayakan pada daerah yang mempunyai ketinggian 100 meter sampai 500 meter dpl. Tanaman sawi pakchoy dapat tumbuh di tempat yang berhawa panas maupun dataran tinggi. Meskipun demikian diusahakan hasil yang diperoleh lebih baik di dataran tinggi. Tanaman sawi pakchoy tahan terhadap air hujan, sehingga dapat ditanam sepanjang bulan. Pada musim kemarau yang perlu diperhatikan adalah penyiraman secara teratur.

Pakchoy ditanam dengan benih langsung atau dipindah tanam dengan kerapatan tinggi, yaitu sekitar 20-25 tanaman/m^2 , dan kultivar kerdil ditanam dua kali lebih rapat. Kultivar dipanen umur 30-40 hari. Tanaman sawi pakcoy memiliki umur pasca panen singkat, tetapi kualitas produk dapat dipertahankan selama 10 hari. Derajat kemasaman (pH) yang optimum untuk pertumbuhan antara pH 5 sampai pH 7. Suhu

optimum tanaman sawi adalah 27°C – 32°C. Kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman sawi yang optimal berkisar antara 80%-90%. (Perdos, 2014).

B. Limbah

Secara umum dapat dijelaskaan bahwa limbah adalah suatu bahan atau produk berlebihan yang dianggap tidak memiliki nilai guna. pengelolaan selalu berkenaan dengan manajemen, karena merupakan suatu kegiatan yang membutuhkan kemampuaan dan keahlian untuk menjalankan kegiatan tersebut kepada orang lain dalam pencapaian suatu tujuan yang efektif dan efisien (Widodo, 2013).

1. Limbah Organik

Limbah organik berasal dari makhluk hidup, baik manusia, hewan maupun tumbuhan. Sampah organik sendiri dibagi menjadi samapah organic basah dan sampah organik kering. Isltilah sampah organic basah dimaksudkan sampah yang mempunyai kandungan air yang cukup tinggi. Contohnya kulit buah dan sisa sayuran. Sedangkan bahan yang temasuk sampah organik kering adalah sampah yang mempunyai kandungan air yang rendah. Contohnya adalah kayu atau ranting kering dan dedaunan kering.

2. Limbah Anorganik

Sampah anorganik berasal dari bukan makhluk hidup. Sampah ini berasal dari bahanyang bis diperbaharui (*recyle)* dan sampah ini sangat

sulit terurai oleh jasad renik. Jenis sampah ini misalnya bahan yang terbuat dari plastic dan logam (Sinaga, 2010).

C. Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari sisa tanaman, hewan, atau manusia seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos yang berbentuk cair maupun padat. Pupuk organic bersifat *bulky* dengan kandungan hara makro dan mikro rendah sehingga diperlukan dalam jumlah banyak. Keuntungan uatama menggunakan pupuk organic adalah dapat memperbaiki kesuburan kimia, fisik dan biologis tanah, selain sumber hara bagi tanaman (Suriadikarta dan Setyorini, 2009 *"dalam"* Adiperkoso, 2012).

Menurut Septiana, (2009) berdasarkan cara pembuatannya, pupuk organik terbagi menjadi dua kelompok, yaitu :

1. Pupuk organik alami dan pupuk organi buatan. Jenis pupuk yang tergolong dalam kelompok pupuk organik alami benar-benar lansung diambil dari alam, seperti dari sisa hewan, tumbuhan, tanah baik dengan ataupun tanpa sentuhan teknologi yang berarti. Pupuk yang termasuk kedalam kelompok ini adalah pupuk kandang, pupuk kompos, pupuk hijau, humus, dan pupuk burung.
2. Pupuk organik buatan dibuat untuk memenuhi kebutuhan pupuk tanaman yang bersifat alami atau non kimia, berkualitas baik, dengan bentuk, ukuran, dan kemasan yang praktis, mudah didapat, didistribusikan, dan diaplikasdikan, serta dengan kandungan unsure

hara yang lengkap dan terukur. Berdasarkan bentuknya ada dua jenis pupuk organik buatan yaitu padat dan cair.

D. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair (POC) yaitu pupuk organik dalam sediaan cair. Unsur hara yang terkandung didalamnya berbentuk larutan yang sangat halus sehingga sangat mudah diserap oleh tanaman, sekalipun oleh bagian daun atau batangnya. Oleh sebab itu selain dengan cara disiramkan pupuk jenis ini dapat digunakan langsung dengan cara disemprotkan pada daun atau batang tanaman. Sumber bahan baku pupuk organik tersedia dimana saja dengan jumlah yang melimpah yang semuanya dalam bentuk limbah, baik limbah rumah tangga, rumah makan, pasar pertanian, peternakan, maupun limbah organik jenis (Nasarudin dan rosmawati, 2011).

Beberapa keuntungan dari POC limbah organik terutama limbah organik basah seperti limbah buah dan sayuran adalah : menekan penyebaran hama/penyakit tanaman, memanfaatkan residu unsur hara yang masih terdapat dalam buah yang busuk (seperti unsur N, P dan K serta beberapa unsur mikro yang masih bisa menguntungkan bagi tanaman), lingkungan lahan/kebun lebih bersih, mudah diaplikasikan terhadap tanaman, dan lebih praktis serta efesien dalam pemanfaatannya (Fitriyanto, dkk., 2012).

E. Effective Microorganism 4 (EM4)

EM4 (*Effective Microorganism 4*) ditemukan pertama kali oleh Prof.Teruo Higa dari Universitas Ryukyus Jepang. Larutan EM4 ini

mengandung mikroorganisme yang jumlahnya sangat banyak, sekitar 80 genus dari mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam fermentasi bahan organik. Dari sekian banyak mikroorganisme, terdapat lima golongan yang pokok, yaitu bakteri fotosintetik (*Rhodopseudomonas* sp), *Lactobacillus* sp, *Saccharomyces* sp, *Actinomycetes* sp, jamur fermentasi (*Aspergillus* sp.) (Indriani, 2007 "*dalam*" Adiperkoso, 2012).

EM4 berupa larutan cair berwarna kuning kecoklatan. Cairan ini berbau sedap dengan rasa asam manis dan tingkat keasaman (pH) kurang dari 3,5. Apabila tingkat keasaman melebihi 4,0 maka cairan ini tidak dapat digunakan lagi. EM-4 berguna untuk membantu mempercepat proses pembuatan pupuk organic dan meningkatkan kualitasnya. Selain itu, EM-4 juga bermanfaat memperbaiki struktur dan tekstur tanah menjadi lebih baik, serta menyumpali unsure hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Dengan demikian EM-4 akan membuat tanaman menjadi lebih subur, sehat, dan relative tahan terhadap serangan hama dan penyakit (Hadisuswito, 2007 *"dalam"* Adiperkoso, 2012).

EM4 adalah suatu kultur campuran berbagai mikroorganisme yang bermanfaat (terutama bakteri fotosintesis, bakteri asam laktat, ragi, *Actinomycetes*, dan jamur peragian) yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah dan dapat memperbaiki kesehatan serta kualitas tanah (Yuniwati, 2012).

Berikut ini adalah fungsi dari masing-masing mikroorganisme larutan EM4 menurut Yuniwati (2012):

1. Bakteri Fotosintesis:
    a. Membentuk zat-zat yang bermanfaat bagi sekresi akar tumbuhan, bahan organik, dan gas berbahaya dengan menggunakan sinar matahari dan bumi sebagai sumber energi. Zat-zat bermanfaat itu antara lain asam amino, asam nukleik, zat-zat bioaktif, dan gula.
    b. Meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme lainnya.
2. Bakteri asam laktat
    a. Menghasilkan asam laktat dari gula
    b. Menakan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan.
    c. Meningkatkan percepatan peromabakan bahan-bahan organik.
    d. Dapat menghancurkan bahan-bahan organik seperti lignin dan seulosa.
3. Ragi
    a. Membentuk zat anti bakteri dan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam-asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintesis.
    b. Meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar
4. *Actinomycetes*
    a. Menghasilkan zat-zat antimikroba dari asam amino yang dihasilkan oleh bakteri fotosintesis dan bahan organik.
    b. Menekan pertumbuhan jamur dan bekteri

5. Cendawan fermentasi
   a. Menguraikan bahan organic secara cepat untuk menghasilkan alkohol, ester, dan zat-zat antimikroba.
   b. Menghilangkan bau serta mencegah serbuan serangga dan ulat yang merugikan.

Sebelum diguanakan, EM4 perlu diaktifkan dahulu karena mikroorganisme di dalam larutan EM4 dapat dilakukan dengan cara memberikan air dan makanan (*molase*). Dengan menggunakan EM4, waktu pengomposan dapat dipercepat yakni pengomposan hanya membutuhkan waktu berkisar antara 3-5 hari (Yuwono, 2005 "*dalam*" Yuniwati, 2012).

Gambar 2. Larutan Effective Microorganism 4 (EM4)

F. Sistem Hidroponik

Hidroponik adalah istialah yang digunakan untuk menjabarkan beberapa cara mengenai tanaman yang dapat ditumbuhkan tanpa

menggunakan tanah. Metode-metode ini secra umum dikenal dengan sebutan bercocok tanam tanpa tanah. Termasuk menumbuhkan tanaman ditempat-tempat yang diisi air atau metode perantara bukan yanah seperti kerikil, pasir zat silikat dan medium-medium lain yang langkah (Lingga, 1994).

Prinsip-prinsip dasar hidroponik telah dikenal sejak 100 tahun lebih, tapi baru-baru ini orang menyadari arti pentingnya sebagai metode bercocok tanam. Pada tahun 1936, Dr. W.F. Gericke yang bekerja di laboratorium Universitas California, berhasil menumbuhkan tanaman tomat yang merambat dalam kolam-kolam besar berisi air dan larutan zat makanan. Dr Gericke adalah sarjana yang menemukan nama sebutan untuk penelitiannya. Dibentuk dari dua kata bahasa Yunani, maka hidroponik secar garis besar dapat di artikan sebagai cara kerja air (Nicholls, 1996).

Sistem hidroponik dapat memberikan suatu lingkungan pertumbuhan yang lebih terkontrol. Dengan pengembangan teknologi, kombinasi sistem hidroponik dengan membran mampu mendayagunakan air, nutrisi, pestisida secara nyata lebih efisien (minimalis sistem) dibandingkan dengan kultur tanah (terutama untuk tanaman berumur pendek). Penggunaan sistem hidroponik tidak mengenal musim dan tidak memerlukan lahan yang luas dibandingkan dengan kultur tanah untuk menghasilkan satuan produktivitas yang sama (Mas’ud, 2009).

Budidaya tanaman secara hidroponik memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan budidaya secara konvensional, yaitu pertumbuhan tanaman dapat di kontrol, tanaman dapat berproduksi dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi, tanaman jarang terserang hama penyakit karena

terlindungi, pemberian air irigasi dan larutan hara lebih efisien dan efektif, dapat diusahakan terus menerus tanpa tergantung oleh musim, dan dapat diterapkan pada lahan yang sempit (Harris, 1988).

Bercocok tanam secara hidroponik dapat memberikan keuntungan, antara lain :

a. Produksi tanaman lebih tinggi.
b. Lebih terjamin kebebasan tanaman dari hama dan penyakit.
c. Tanaman tumbuh lebih cepat dan pemakaian pupuk lebih hemat.
d. Bila ada tanaman mati, bias dganti dengan tanaman baru dengan muda.
e. Tanaman akan memberikan hasil yang kontinu
f. Tanaman tumbuh lebih cepat dan pemakaian pupuk lebih efisien.
g. Lebih mudah dikerjakan tanpa membutuhkan tenaga kasar.
h. Tanaman dapat tumbuh pada tempat yang semestinya tidak cocok.
i. Tidak ada resiko sebagai ketergantungan terhadap kondisi alam setempat,
j. Dapat dilakukan pada tempat-tempat yang luasnya terbatas (Lingga, 1994).

1. Teknik Menanam Hidroponik

Ada 6 cara untuk menanam dengan sistem Hidroponik, antara lain :

a) Sistem *Aeroponic*

Sistem *Aeroponic* merupakan sistem hidroponik yang paling canggih dan mungkin juga memberikan hasil terbaik serta tercepat dalam pertumbuhan dalam berkebun Hydroponic. Hal ini dimungkinkan karena larutan nutrisi ini diberikan atau disemprotkan berbentuk kabut

langsung ke akar, sehingga akar tanaman lebih mudah menyerap larutan nutrisi yang banyak mengandung oksigen.Sementara tanaman sangat membutuhkan nutrisi dan oksigen dalam pertumbuhannya.

b) Sistem Tetes (*Drip System*)

Sistem Tetes merupakan system hidroponik yang sering digunakan untuk saat ini. Sistem operasinya sederhana yaitu dengan menggunakan timer mengontrol pompa. Pada saat pompa dihidupkan, pompa meneteskan nutrisi ke masing-masing tanaman.Supaya berdiri tegak, Tanaman ditopang menggunakan media tanam lain seperti cocopit, sekam bakar, ziolit, pasir, dll selain tanah.

c) Sistem NFT (*Nutrient Film*)

Sistem NFT ini adalah cara yang paling populer dalam istilah hidroponik. Sistem NFT ini secara terus menerus mengalirkan nutrisi yang terlarut dalam air tanpa menggunakan timer untuk pompanya. Nutrisi ini mengalir kedalam gully melewati akar-akar tumbuhan dan kemudian kembali lagi ke penampungan air, begitu seterusnya.

d) Sistem EBB & *Flow System*

Sistem Ebb & *Flow System* bekerja dengan cara membanjiri sementara wadah pertumbuhan dengan nutrisi sampai air pada batas tertentu, kemudian mengembalikan nutrisi itu ke dalam penampungan, begitu seterusnya. Sistem ini memerlukan pompa yang dikoneksikan ke timer.

e) Sistem *Water Culture*

Walter Culture merupakan system hidroponik yang sederhana. Wadah yang menyangga tumbuhan biasanya terbuat darai Styrofoam dan mengapung langsung dengan nutrisi. Pompa udara memompa udara ke dalam air stone yang membuat gelembung-gelembung sebagai suply oksigen ke akar-akar tanaman.

f) *Wick System*

Wick system ini salah satu system hidroponik yang paling sederhana sekali dan biasanya digunakan oleh kalangan pemula. Sistem ini termasuk pasif, karena tidak ada part-part yang bergerak. Nutrisi mengalir ke dalam media pertumbuhan dari dalam wadah menggunakan sejenis sumbu (Azizah, 2009).

G. Sekam Bakar

Menurut Tim Penulis PS *"dalam"* Gustia (2012), sekam bakar adalah media tanam yang porous dan steril dari sekam padi yang hanya dapat dipakai untuk satu musim tanam dengan cara membakar kulit padi kering di atas tungku pembakaran, dan sebelum bara sekam menjadi abu disiram dengan air bersih. Hasil yang diperoleh berupa arang sekam (sekam bakar).

Arang sekam adalah sekam padi yang telah dibakar dengan pembakaran tidak sempurna. Cara pembuatannya dapat dilakukan dengan menyangrai atau membakar. Keunggulan sekam bakar adalah dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, serta melindungi tanaman. Sekam bakar yang digunakan adalah hasil pembakaran sekam padi yang tidak

sempurna, sehingga diperoleh sekam bakar yang berwarna hitam, dan bukan abu sekam yang bewarna putih (Gustia, 2012).

Media arang sekam merupakan media tanam yang praktis digunakan karena tidak perlu disterilisasi, hal ini disebabkan mikroba patogen telah mati selama proses pembakaran. Selain itu, arang sekam juga memiliki kandungan karbon (C) yang tinggi sehingga membuat media tanam ini menjadi gembur Dari beberapa penelitian diketahui juga bahwa kemampuan arang sekam sebagai absorban yang bisa menekan jumlah mikroba patogen dan logam berbahaya dalam pembuatan kompos. Sehingga kompos yang dihasilkan bebas dari penyakit dan zat kimia berbahaya (Fahmi, 2012)

Media ini memiliki kandungan C yang cukup tinggi, sehingga membuat media tanam sekam bakar menjadi gembur, akan tetapi sekam bakar cenderung mudah menjadi lapuk. Porositas sangat tinggi, struktur media yang remah menyebabkan media ini tidak bisa menahan air dan pupuk yang diberikan (Swastika, S dan Nurmili, 2012).

Arang sekam mengandung N 0,32 % , PO 15 % , KO 31 % , Ca 0,95% , dan Fe 180 ppm, Mn 80 ppm , Zn 14,1 ppm dan PH 6,8. Karakteristik lain dari arang sekam adalah ringan (berat jenis 0,2 kg/l). Sirkulasi udara tinggi, kapasitas menahan air tinggi, berwarna kehitaman, sehingga dapat mengabsorbsi sinar matahari dengan efektif (Wuryaningsih, 1996). Arang sekam mempunyai sifat yang mudah mengikat air, tidak mudah menggumpal, harganya relatif murah, bahannya mudah didapat, ringan, steril dan mempunyai porositas yang baik (Prihmantoro dan Indriani *"dalam"* Fahmi, 2012).

Gambar 3. Media Tanam Sekam Bakar

H. Cocopeat

Cocopeat merupakan media tumbuh yang berasal dari serabut kelapa dan biasa digunakan petani sebagai media tumbuh. Media ini memiliki kelebihan karena mampu mengikat dan menyimpan air dengan baik, lebih cocok untuk daerah tropis. Selain itu cocopeat juga memiliki unsur hara essensial yang dibutuhkan tanaman seperti Ca, Mg, K, Na, dan P (Fahmi, 2012).

Keunggulan cocopeat sebagai media tanam antara lain yaitu : dapat menyimpan air yang mengandung unsur hara, sifat cocopeat yang senang menampung air dalam pori-pori menguntungkan karena akan menyimpan pupuk cair sehingga frekuensi pemupukan dapat dikurangi dan di dalam cocopeat juga terkandung unsur hara dari alam yang sangat dibutuhkan tanaman, daya serap air tinggi, menggemburkan tanah dengan pH netral, dan menunjang pertumbuhan akar dengan cepat sehingga baik untuk pembibitan (Wuryaningsih, 1996).

Gambar 4. : Media Tanam Cocopeat

I. Kajian Penelitian Terdahulu

Kajian terdahulu yang menjadi acuhan dalam pelaksanaan penelitaian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Pardosi, A.H., Irianto., dan Mukhsin., (2013) dalam judulnya "Respon Tanaman Sawi terhadap Pupuk Organik Cair Limbah Sayuran pada Lahan Kering Ultisol " menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair limbah sayuran dengan dosis 500 mL per tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan jumlah daun, luas daun pada tanaman sawi pakchoy dan menghasilkan bobot kering tanaman sawi tertinggi.
2. Menurut Fitriyanto., Suparti., dan Sofyan, A., (2012) dalam penelitiannya yang berjudul "Uji Pupuk Organik Cair dari Limbah Pasar terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) dengan Media Hidroponik" perbandingan antara pemupukan limbah sayur dengan

limbah buah dalam kadar pemupukan 20 ml adalah 6,567:2,975 cm/bulan, pemupukan menggunakan limbah sayur lebih baik dalam pertumbuhan luas daun selada dibandingkan dengan pemupukan menggunakan limbah buah.

3. Menurut Erickson, S.S., dkk., (2013) dalam penelitiannya yang berjudul "Pembuatan Pupuk Cair dan Biogasdari Campuran Limbah Sayura" menyatakan penggunaan *Effective Microorganisme* (EM-4) dalam pembuatan pupuk organik cair berbahan dasar limbah sayur mempengaruhi kulitas pupuk cair yang dihasilkan.
4. Menurut Siswadi dan Teguh Yuwono, (2014) dalam penelitiannya yang berjudul "Pengaruh Macam Media terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada *(Luctuca sativa* L.*)* Media tanam arang sekam, pupuk kandang, batang pakis merupakan media tanam hiroponik yang terbaik untuk memberikan pertumbuhan dan hasil tanaman selada *(Lactuca sativa* L*)* dibanding dengan media tanam pasir, sekam padi dan arang, sehingga apabila akan membudidayakan selada secara hidroponik dapat menggunakan media arang sekam atau pupuk kandang atau batang pakis tergantung dari ketersediaan bahan bahan tersebut. Beda dengan peneletian ini media yang kan kita gunakan menggunakan media rockwoll dengan teknik hidroponik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada 02 Agustus hingga 31 Okteber 2015 di kebun percobaan laboratorium biologi Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ember plastik volume 40 liter, timbangan, gelas ukur, pH meter, botol bekas air mineral ukuran 1 liter, gunting, dan higrometer.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah limbah sayuran 5 kg, limbah buahan 5 kg, dan EM4 2 liter, 2 kg gula merah, 20 liter air, sekam bakar dan cocopeat, kain flanel dan benih tanaman sawi pakchoy.

C. Cara Kerja

1. Tahap Awal Pengolahan Sampah

Sampah diperoleh dari tempat pembuang akhir Pasar Sekip Ujung Palembang. Sampah dipisahkan antara sampah sayur dan buah, kemudian dicacah hingga ukuranya kecil-kecil. Masing-masing sampah tersebut

dimasukkan kedalam karung dan dipadatkan, lalu ujung karung diikat menggunakan tali plastik.

2. Pembuatan Larutan Biakan

Gula merah sebanyak 1 kg dilarutkan kedalam ember yang berisi 10 liter air. Larutan tersebut ditambahkan EM-4 sebanyak 1 liter, kemudian diaduk hingga merata.

3. Proses Fermentasi

Proses pembuatan pupuk cair organik berlangsung secara *anaerob* atau secara fermentasi tanpa bantuan sinar matahari. Karung sampah sayuran dan buah dimasukkan kedalam ember dan diberikan beban diatasnya agar tidak mengapung. Larutan biakan dimasukkan kedalam ember tersebut, kemudian ditutup rapat. Fermentasi dilakukan selama 7-25 hari di tempat teduh dan terhindar dari sinar matahari langsung. Setelah proses fermentasi selesai, karung sampah sayuran diangkat dan pisahkan dari larutan media. Pupuk cair organik siap digunakan. Parameter keberhasilan fermentasi ditandai dengan timbulnya bercak putih pada permukaan larutan, bau yang tidak sedap seperti bau asam menyengat dan berwarna kecoklatan (Fitriyanto, dkk. 2012).

4. Pengenceran Pupuk Organik Cair

Pupuk cair organik hasil fermentasi yang digunakan sebagai nutrisi tanaman sawi pakchoy diencerkan dengan perbandingan 50 mL pupuk organik cair dengan 1 liter air, sedangkan perbandingan antara pupuk organic cair limbaha sayur sebanyak 30 mL dan pupuk organic limbah buah 20 mL diencerkan dengan 1 liter air (Fitriyanto, dkk. 2012).

5. Persemaian Benih

Persemaiaan benih sawi pakchoy menggunakan campuran sekam bakar dan cocopeat dengan perbadingan 1:1 yaitu 100 gr sekam bakar dan 100 gr cocopeat. Sekam bakar dan cocopeat dicampurkan dan dibasahi menggunakan air hingga lembab. Sekam bakar dan cocopeat diletakan didalam box sterofom lengkap dengan tutupnya. Benih pakchoy sebanyak 50 benih ditaburkan diatas sterofom dan ditutup. Box diletakkan pada tempat yang tidak terkena cahaya matahari. Setelah berkecambah, hasil persemaian diletakkan pada tempat yang terkena sinar matahari langsung. Tanaman sawi pakchoy dipindahkan kedalam hidroponik kit apabila tanaman sawi pakchoy telah memiliki daun berjumlah 4-5 helai daun (Fitriyanto, dkk. 2012).

6.* Pembuatan Media Tanam Hidroponik dengan Menggunkan *Wick System

Botol bekas air mineral dipotong menggunakan gunting menjadi 2 bagian, yairu bagian atas dan bagian bawah. Botol bagian bawah diberi

lubang menggunakan solder sebagai tempat pembuangan air apabila nutrisi berlebih sekaligus sebagai rongga udara yang dibutuhkan akar tanaman. Tutup botol pada botol bagian atas diberi 2 lubang untuk memasukkan kain flanel dengan ukuran lebar 1cm dan panjang 15 cm. Kain flanel ini sebagai tempat untuk menyalurkan air nutrisi dari bawah botol ke tanaman (Azizah, 2009).

7. Pemindahan Semaian Pakchoy ke *Wick System* dan Pemeliharaan

Media tanam berupa campuran sekam bakar dan cocopeat dan tanaman sawi pakchoy yang telah memiliki 4-5 helai daun dimasukkan dalam potongan botol bagian atas. Nutrisi (pupuk organik cair hasil fermentasi limbah buah dan sayuran yang sudah diencerkan) dimasukkan kedalam botol bagian bawah sebanyak 500 mL. (Azizah, 2009). Pengantian nutrisi dilakukan setiap 3 hari sekali. Pengambilan data dilakukan setiap minggu sekali selama 4 minggu setelah tanam.

8. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati adalah sebagai berikut :

a) Tinggi tanaman (cm) dikukur dari batang yang muncul diatas permukaan tanah hingga titik tumbuh.
b) Lebar daun (cm) diukur 5 cm diukur setiap helai daun yang terbentuk daun sempurna
c) Jumlah daun (helai), dihitung banyaknya daun yang terbentuk

9. Analisis Data

Penelitian ini digunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAl) yaitu :

A0 = Kontrol

A1 = Pupuk Organik Cair dari Limbah Buah

A2 = Pupuk Organik Cair dari Limbah Sayur

A3 = Pupuk Organik Cair dari Limbah Buah dan Limbah Sayur

Tabel 2. Data basil percobaa menurut RAL

No	Perlakuan (t)	Ulangan (r)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1	A_0	Y_{10}	Y_{20}	Y_{30}	Y_{40}	Y_{50}	Y_{60}	TA_0	
2	A_1	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	Y_{41}	Y_{51}	6_{61}	TA_1	
3	A_2	Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	Y_{42}	Y_{52}	Y_{62}	TA_2	
4	A_3	Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}	Y_{43}	Y_{53}	Y_{63}	TA_3	
	Jumlah (TU)	$\mathbf{Ti_1}$	$\mathbf{Ti_2}$	$\mathbf{Ti_3}$	$\mathbf{Ti_4}$	$\mathbf{Ti_5}$	$\mathbf{Ti_6}$	**Tij**	

1. Analisi Varian (ANOVA)

Data yang dianalisis dalam penelitian ini adalah data untuk semua parameter dengan menggunakan ANOVA (uji F) untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pertumbuhan tanaman sawi melalui rumus sebagai berikut (Hanafiah, 2012):

a) Faktor Koreksi (FK)

$$\mathbf{FK = \frac{Tij^2}{rxt}}$$

b) Jumlah Kuadrat Total (JKT)

$$\mathbf{JKT = T\ (Yij^2) - FK}$$

c) Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$\textbf{JKP} = \frac{\mathbf{TA^2}}{r} - \textbf{FK}$$

d) Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

JKG = JKT – JKP

Hasil dari perhitungan tersebut disajikan ke dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Analisis Keragaman (Sidik Ragam) RAL

SK	DB	JK	KT	F hitung	F tabel 5 %
Perlakuan	t-1 = V_1	JKP	JKP/V_1= KTP	KTP/KTG	F(V_1, V_2)
Galat	(rt-1) – (t-1) = V_2	JKG	JKG/V_2= KTG		
Total	rt – 1	JKT			

kk = ….. %

Sumber : (Hanafiah, 2012)

e) Koefisien Keragaman (KK)

$$\text{KK} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\text{rerata seluruh data percobaan}} \times 100\%$$

$$\bar{y} \text{ (rerata seluruh data percobaan)} = \frac{T_{ij}}{rt}$$

Katerangan:

SK = Sumber Keragaman Y = Hasil Percobaan

DB = Derajat Bebas i = ulangan ke i (1,2,3,…,r)

JK = Jumlah Kuadrat j = perlakuan ke j (0,1,2,...,t)

KT = Kuadrat Tengah r = ulangan

TA = Jumlah Perlakuan t = perlakuan

Untuk menentukan pengaruh pupuk organik cair daun gamal diantara perlakuan dilakukan dengan Uji F, yaitu dengan membandingkan F hitung dengan F table dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Bila F hitung > F 5% maka H_1 diterima pada taraf uji 5% artinya berbeda nyata = (*significant difference*). Hal ini ditunjukkan dengan menempatkan satu bintang (*) pada nilai F hitung dalam sidik ragam.
2. Bila F hitung ≤ F 5 % maka H_0 diterima pada taraf 5 % artinya tidak berbeda nyata = (*non significant difference*). Hal ini ditunjukkan dengan menempatkan tanda (^{tn}) pada nilai F hitung dalam sidik ragam.

2. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Setelah H_0 ditolak, maka selanjutnya ingin diketahui antar perlakuan (rata-rata) mana yang berbeda nyata, maka untuk mengetahui hal tersebut dalam hal ini dilakukan uji nilai tengah (rata-rata) antar perlakuan dengan menggunakan Uji Beda NyataTerkecil (BNT) dengan rumus:

$$\text{BNT } \alpha = t\alpha \sqrt{\frac{2\,KTG}{r}} \qquad \text{(Gomez, 1995)}$$

Keterangan: α = Taraf nyata yang dikehendaki

tα = nilai t tabel pada taraf yang dikehendaki

KTG = Kuadrat Tengah Galat

r = ulangan

Tabel 4. Analisis Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perlakuan	Rataan$^{\alpha}$	K_0	K_1	K_2	K_3
K_0					
K_1					
K_2					
K_3					
BNT 0.05 =					

Keterangan: $^{\alpha}$ = Rata-rata dari tiga ulangan

tn = tidak berbeda nyata

* = berbeda nyata

Kesimpulan dari Uji BNT:

1. Jika berbeda rataan antar perlakuan < nilai BNT 0.05 maka H_0 diterima pada taraf uji 5 % artinya pengaruh kedua perlakuan yang dibandingkan tidak berbeda nyata

Jika perbedaan rataan antar perlakuan ≥ nilai BNT 0.05 maka H_0 ditolak pada taraf uji 5 % berarti pengaruh kedua perlakuan yang dibandingkan berbeda nyata.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang uji pupuk organik cair dari limbah sayur dan buah terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakchoy (*Brasscia rapa* L.) hasil yang diperoleh sebagai berikut:

1. Hasil Fermentasi Limbah Buah dan Sayur

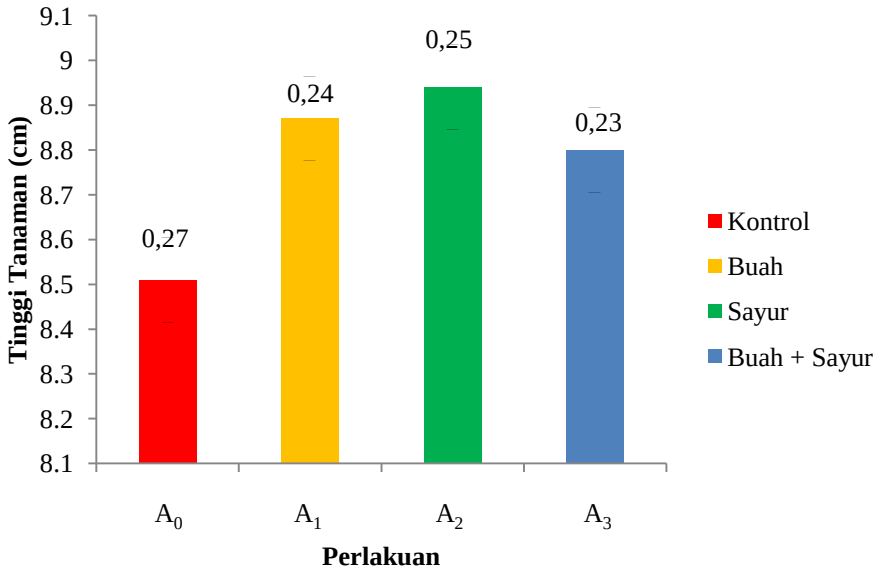
Proses fermetasi limbah buah dan sayur dilakukan selama 25 hari yaitu mulai dari tanggal 02 hingga 27 Agustus 2015. Setelah difermentasi selama 25 hari terjadi perubahan yang signifikan pada cairan fermentasi tersebut. Terdapat bercak putih dibagian permukaan cairan, memiliki aroma alkohol yang sangat menyengat, warna cairan pada limbah buah yang awal mulanya berwarna kekuningan berubah menjadi warna kuning kecoklatan, dan warna cairan pada limbah sayur yang awalnya berwarna kehijauan berubah menjadi warna kecoklatan (Gambar 7).

2. Pertumbuhan Tanaman Sawi

Sesuai dengan parameter penelitian meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan lebar daun didapat hasil sebagai berikut :

a) Tinggi Tanaman

Data hasil penelitian tinggi tanaman sawi pakchoy dapat dilihat pada grafik berikut:



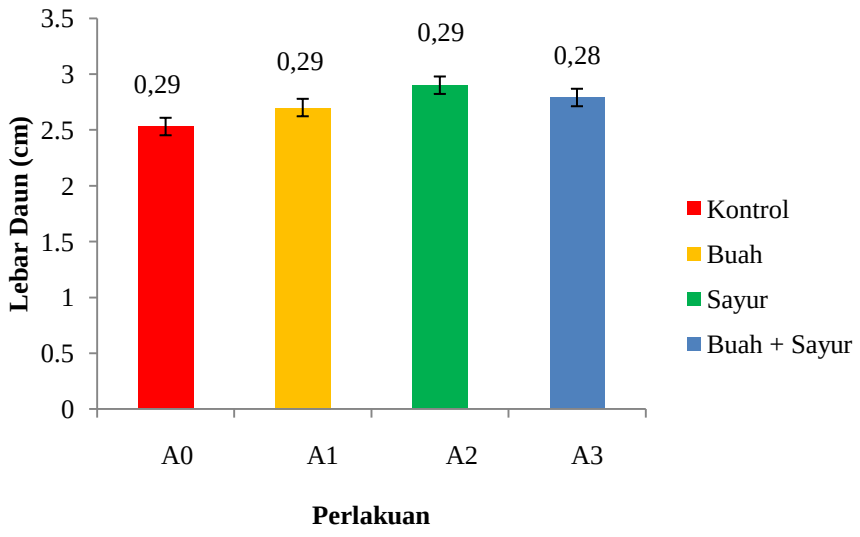
Grafik 1. Tinggi Tanaman Pakchoy

Dari garafik tersebut dapat dijelaskan bahwa tinggi tanaman dari ketiga perlakuan tidak menunjukan perbedaan yang signifikan yaitu tinggi tanaman untuk perlakuan A0 sebesar 8,51 cm, perlakuakan A1 sebesar 8,87 cm, perlakuan A2 sebesar 8,94 cm dan perlakuan A3 sebesar 8,80 cm (Lampiran 5).

Hasil penelitian dilanjutkan dengan pengujian hipotesis, data yang diperoleh diuji menggunakan analisis sidik ragam (Ansira) dengan pola Rancangan Acak Lengkap menunjukan tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sawi pakchoy. Hal tersebut ditinjau dari nilai F hitung lebih kecil dari F tabel (Tabel 8).

b) Lebar Daun

Data hasil penelitian lebar daun tanaman sawi dapat dilihat pada grafik berikut:



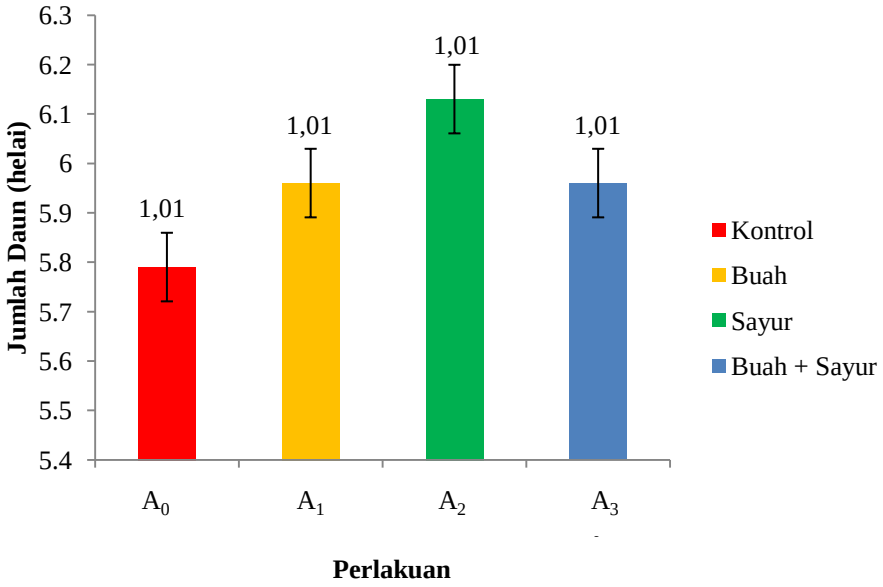
Grafik 2. Lebar Daun Tanaman Sawi

Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa pengamatan terhadap lebar daun tanaman dari ketiga perlakuan didapat hasil yaitu lebar daun tanaman untuk perlakuan A0 sebesar 2,53 cm, perlakuakan A1 sebesar 2,70 cm, perlakuan A2 sebesar 2,90 cm dan perlakuan A3 sebesar 2,79 cm (Tabel 9).

Berdasarkan grafik diatas data, kemudian dilakukan analisis sidik ragam dengan pola RAL (Tabel 10) dari data tersebut diperoleh nilai F hitung lebh besar dari F tabel. pemberian pupuk organik cair daun limbah buah dan sayur memberikan pengaruh yang nyata terhadap lebar daun tanaman sawi (Gambar 14), sehingga selanjutnya untuk mengetahui perbedaan pengaruh dari masing-masing perlakuan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 5% (Tabel 11)

c) Jumlah Daun

Data hasil penelitian jumlah daun tanaman dapat dilihat pada grafik berikut:



Grafik 2. Jumlah Daun Tanaman Sawi

Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa pengamatan terhadap jumlah daun tanaman dari ketiga perlakuan didapat hasil yaitu untuk perlakuan A0 sebanyak 5 helai daun, perlakuakan A1 sebanyak 6 helai daun, perlakuan A2 sebanyak 7 helai daun dan perlakuan A3 sebanyak 6 helai daun (Tabel 12).

Hasil penelitian dilanjutkan dengan pengujian hipotesis, data yang diperoleh diuji menggunakan analisis sidik ragam (Ansira) dengan pola Rancangan Acak Lengkap menunjukan tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sawi pakchoy. Hal tersebut ditinjau dari nilai F hitung lebih kecil dari F tabel (Tabel 13).

3. Hasil Validasi RPP dan LKS

Validasi RPP dan LKS dilakukan untuk mengetahui valid atau tidaknya LKS yang telah dibuat penulis dengan kurikulum, materi, kelayakan sebagai kelengkapan belajar, serta kesesuaian antara pokok bahasan dengan kegiatan pada LKS. Validasi LKS dilakukan oleh 2 validator dari 1 sekolah. Untuk hasil rata-rata validasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Hasil Validasi RPP

No	Aspek Yang Dinilai	Penelitian Validator		Rata-Rata	Hasil
	Isi	1	2		
1	Kebenran isi/materi	3	4	3,5	**Valid**
2	Pengelompokan dalam bagian-bagian yang logis	3	3	3	**Valid**
3	Kesesuaian dengan KTSP	4	4	4	**Sangat valid**
4	Kesesuaian dengan prinsip metode pembelajaran eksperimen	3	4	3,5	**Valid**
5	Kelayakan sebagai kelengkapan pembelajaran	4	3	3,5	**Valid**
6	Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan	3	3	3	**Valid**
	Struktur dan navigasi (Construct)				
7	Kejelasan pembagian materi	3	4	3,5	**Valid**
8	Pengaturan ruang/tata letak	3	4	3,5	**Valid**
9	Jenis ukuran huruf yang sesuai	4	4	4	**Sangat valid**
	Bahasa				
10	Kebenaran tata bahasa	3	4	3.5	**Valid**
11	Kesederhanaan struktur kalimat	4	4	4	**Sangat Valid**
12	Kejelasan struktur kalimat	3	4	3.5	**Valid**
13	Sifat komunikatif bahsa yang digunakan	3	4	3,5	**Valid**
Rata-rata				3,53	**Valid**

Tabel 6. Hasil Validasi LKS

No	Aspek Yang Dinilai	Penelitian Validator		Rata-Rata	Hasil
	Format	**1**	**2**		
1	LKS memuat: judul LKS, Tujuan Pembelajaran yang akan dicapai, Materi Pembelajaran, Petunjuk Pelaksanaan Praktikum, Pertanyaan Diskusi dan tempat kosong untuk menulis jawaban.	4	4	4	**Sangat Valid**
2	Keserasian tulisan dan tabel pada LKS	3	3	3	**Valid**
	Isi				
3	Kebenaran materi	3	4	3,5	**Valid**
4	Kesesuaian antara pokok bahasan sistem persamaan linear dan kuadrat dengan kegiatan pada LKS	3	4	3,5	**Valid**
5	Kesesuaian antara permasalahan yang disajikan dengan sub pokok bahasan sistem persamaan liner dan kuadrat	3	3	3	**Valid**
6	Peran LKS untuk mendorong siswa mencari sendiri jawaban lain dari materi yang dipelajari	4	3	3	**Valid**
	Bahasa				
7	Kemudahan siswa dalam memahami bahasa yang digunakan	3	4	3.5	**Valid**
8	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar	3	4	3,5	**Valid**
9	Tugas-tugas dalam LKS tidak menimbulkan makna ganda/ambigu	3	4	3.5	**Valid**
10	Pengorganisasiannya sistematis	3	4	3,5	**Valid**
Rata-rata				3.40	**Valid**

Keterangan:

Skor 1 : Sangat Tidak Valid

Skor 2 : Tidak Valid

Skor 3 : Valid

Skor 4 : Sangat Valid

Berdasarkan data di atas hasil validasi LKS oleh 2 validator dinyatakan valid, karena skor yang dihasilkan > 3. Sedangkan LKS dinyatakan tidak valid jika skor < 3.

B. Pembahasan

1. Proses Fermentasi Limbah Buah dan Sayur

Dari hasil fermentasi limbah buah dan limbah sayur dengan menggunakan EM-4 yaitu terdapat bercak putih dibagian permukaan cairan, memiliki aroma alkohol yang sangat menyengat, warna cairan pada limbah buah yang awal mulanya berwarna kekuningan berubah menjadi warna kuning kecoklatan, dan warna cairan pada limbah sayur yang awalnya berwarna kehijauan berubah menjadi warna kecoklatan. Hal tersebut sesuai dengan yang dikatakan Sundari Ellyta dan Riko (2012) yang menyatakan bahwa pembuatan pupuk organik cair dengan proses fermentasi keberhasilannya ditandai dengan adanya lapisan putih pada permukaan, bau yang khas, dan warna berubah dari hijau menjadi coklat dan pupuk yang dihasilkan berwarna kuning kecoklatan.

Suatu proses fermentasi terjadi tidak lepas dari peranan mikroorganisme yang tidak kasap mata didalamnya. Allah SWT berfirman dalam Q.S Az Zumar, 39 :21

أَلَمْ تَرَ أَنَّ ٱللَّهَ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَسَلَكَهُۥ يَنَٰبِيعَ فِي ٱلْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِۦ زَرْعًا مُّخْتَلِفًا
أَلْوَٰنُهُۥ ثُمَّ يَهِيجُ فَتَرَىٰهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُۥ حُطَٰمًا ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَذِكْرَىٰ لِأُو۟لِي ٱلْأَلْبَٰبِ ٢١

Artinya : “Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai.

Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal”.

Dari potongan ayat diatas dapat kita ambil kesimpulan bahwa dalam surat tersebut Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu dibumi pasti tidak ada yang tidak bermakna. Dalam proses fermentasi mikroorganisme yang tidak kasap mata sekali pun memberikan peranan yang sangat penting mampu mengubah sesuatu yang tidak bermanfaat menjadi suatu yang bermanfaat bagi setiap makhluk hidup, khusus nya bagi pertumbuhan tanaman sawi pakchoy pada penelitian ini.

Mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi tersebut yaitu, 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 selulosa, dan menekan patogen dengan asam laktat yang dihasilkan. *Actinomycetes* menghasilkan zat anti mikroba dari asam amino yang dihasilkan bakteri fotosintetik. Ragi menghasilkan zat anti biotik, menghasilkan enzim dan hormon, sekresi ragi menjadi substrat untuk mikroorganisme effektif 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 (Yuniwati, 2012).

2. Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakchoy

a. Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Pemupukan menggunakan pupuk organik cair limbah buah dan sayur pada media hidroponik sistem wick terhadap tinggi tanaman diperoleh hasil yaitu perlakuan A_0 8,51 cm, A_1 8,87 cm, A_2 8,94 cm dan A_3 8,80 cm (Tabel 7). Hasil penelitian dilanjutkan dengan pengujian hipotesis, data menunjukan tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sawi pakchoy. Hasil yang tidak beda nyata dalam pertumbuhan tinggi tanaman sawi dapat disebabkan oleh ketersedian unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman tidak tercukupi sehingga pertumbuhan tanaman terhambat dan tidak maksimal. Menurut Sutiyoso "*dalam"* Fitriyanto, dkk (2012) kebutuhan unsur hara fosfor pada tanaman sawi hidroponik sebanyak 62 ppm. Menurut Salisbury dan Ross (1995) Unsur hara fosfor berfungsi untuk mengedarkan energi keseluruhan bagian tanaman, berguna untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar. Tanaman yang kekurangan unsur hara P menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil dan berwarna hijau tua.

b. Pertumbuhan Lebar Daun Tanaman

Pertambahan lebar daun tanaman juga merupakan salah satu bagian dari pertumbuhan tanaman. Parameter luas daun ini dapat memberikan gambaran tentang proses dan laju fotosintesis pada suatu tanaman. Menurut Ratna (2012) *"dalam"* Fitrianto,dkk (2012)

peningkatan luas daun merupakan upaya tanaman dalam mengefisiensikan penangkapan energi cahaya untuk fotosintesis secara normal pada kondisi intensitas cahaya rendah.

Dari data hasil penelitian, pemberian pupuk organik cair limbah buah dan sayur dengan dosis pemupukan masing masing sebanyak 50ml pupuk organik cair menujukan ada pengaruh terhadap lebar daun tanaman sawi pakchoy. Perlakuan yang mengalami pertambahan lebar daun paling baik adalah perlakuan pemberian pupuk organik cair yang berasal dari limbah sayur dengan rata-rata lebar daun selama 4 MSTsebesar 2,90 cm diikuti oleh A_3, A_1 dan A_0 dengan masing-masing yaitu 2,79 cm, 2,70 cm dan 2,53 cm (Tabel 9).

Pertambahan lebar daun yang berbeda nyata dibandingkan dengan parameter tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman sawi, karena dipengaruhi oleh unsur hara dalam pupuk organik cair. Pertumbuhan lebar daun dipengaruhi oleh kadar N yang mencukupi bagi tanaman sawi pakchoy. Berdasarkan data analisis kandungan pupuk organik cair limbah buah dan sayur oleh Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang (2015) jumlah unsur hara N sebesar 0,44% telah mencukupi untuk kebutuhan tanaman sawi pakchoy. Lakitan (2011) juga menyatakan bahwa tanaman yang tidak mendapat unsur hara N sesuai dengan kebutuhan haranya akan tumbuh kerdil dan daun yang terbentuk kecil, sebaliknya tanaman yang mendapatkan unsur hara N yang sesuai dengan kebutuhan akan tumbuh tinggi dan daun yang terbentuk lebar.

c. Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman

Dari penelitian yang telah dilakukan masing-masing perlakuan terhadap jumlah daun menunjukan tidak berbeda nyata yaitu A_0 5,79 helai, A_1 5,96 helai, A_2 6,13 helai dan A_3 5,96 helai (Tabel 13). Hal tersebut ditinjau dari perhitungan uji hipotesis menggunakan analisis sidik ragam diperoleh nilai F hitung lebih kecil dari F tabel (Tabel 8).

Pertumbuhan jumlah daun yang tidak berbeda nyata dipengaruhi oleh unsur hara dalam pupuk organik cair tidak mencukupi kebutuhan tanaman sawi pakchoy. Menurut Sutiyoso (2003) kekurangan unsur hara Ca mengakibatkan titik tumbuh akar lemah, pembentukan daun muda terhambat, ujung titik tumbuh daun keriput akhirnya mengering dan mati. Selain kekurangan unsur Ca keterhambatan pertumbuhan jumlah daun juga bisa diakibatkan oleh kadar unsur Mg, K dan Fe yang tinggi.

Pemupukan menggunakan pupuk organik cair dari limbah sayur memberikan perbedaan yang nyata dari tiga parameter diatas. Kualitas pupuk organik cair limbah sayur lebih efektif dalam menompang pertumbuhan tanaman sawi pakchoy menggunakan sistem hidroponik dibandingkan pupuk organik limbah buah. Perbedaan kwalaitas pupuk organik cair tersebut disebabkan oleh kandungan unsur hara setiap pupuk organik cair berbeda. Menurut Fitriyanto, dkk (2012) perbandingan antara pemupukan limbah sayur dengan limbah buah dalam kadar pemupukan 30 ml adalah 6,567:2,975 cm/bulan, artinya pemupukan menggunakan limbah sayur lebih baik dalam pertumbuhan luas daun sawi. Pada takaran 20 ml perbandingan pertambahan luas daun antara

limbah sayur dengan limbah buah adalah 4,504: 2,21 cm/bulan. Selain itu juga terdapatnya hormon asam absisat sebagai penghambat proses pertumbuhan tanaman yang terdapat dalam pupuk organik limbah buah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hidayati (2009) "*dalam"* Fitriyanto, dkk (2012) kandungan unsur makro yang diperlukan tanaman sawi pakchoy pada media hidroponik berkisar 0,249 gr/ml. Hal tersebut belum dapat dicukupi oleh pupuk organik cair karena hanya mampu menyediakan unsur hara makrosebesar 0,228gr/ml.

Menurut Sutiyoso (2003) *"dalam"* Fitriyanto,dkk (2012) kebutuhan unsur hara makro pada tanaman sawi hidroponik yaitu N sebanyak 250 ppm, P sebanyak 62 ppm, K sebanyak 300 ppm, Ca sebanyak 175 ppm, Mg sebanyak 62 ppm, dan Fe sebanyak 5 ppm.

Menurut Fitriyanto, dkk (2012) kelebihan unsur Ca akan mengakibatkan pembongkaran klorofil pada daun tua untuk ditransfer kekuncup, selain itu juga dapat mengakibatkan terganggunya translokasi karbohidrat. Kelebihan unsur Mg akan mengakibatkan pertumbuhan tinggi tanaman terganggu dan pertumbuhan luas daun meningkat karena Mg antagonis dengan Ca, selain itu Mg akan menopang kinerja fosfor dalam transfer energi (ATP) yang digunakan dalam reaksi gelap untuk menghasilkan gula sederhana.

3. Sumbangsi penelitian terhadap Dunia Pendidikan

Penelitian tentang uji pupuk organik cair limbah buah dan sayur terhadap tanaman sawi pakchoy ini akan dialokasikan pada kegaiatan

pembelajaran di sekolah khususnya SMA/MA kelas XII semester genap pada materi Pertumbuhan Tumbuhan untuk meningkatkan pembelajaran baik teori di kelas maupun kegiatan praktikum. Bentuk dari alokasi tersebut berupa Rancangana Proses Pembeljaran (Lampiran 7) dan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (Lampiran 8).

Dilakukan validitas terhadap RPP dan LKS untuk menguji kelayakan dari RPP dan LKS tersebut. Validitas RPP dan LKS dilakukan oleh 2 orang validator. Kedua validator ini dalah adalah orang yang berkompeten didalam ilmu biologi yaitu guru mata pelajaran biologi disekolah MA Al-Fatah Palembang. Berdasarkan hasil validitas dari 2 validator (Lampiran 10), RPP dan LKS tersebut dinyatakan valid, karena sekor rata-rata yang diperoleh untuk uji validitas RRP sebesar 3,53 dan LKS sebesar 3,40. Sedangkan uji validitas dinyatakan tidak valid apabila memperoleh sekor kurang dari 3.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Limbah buah dan limbah sayur dapat difermentasi menjadi pupuk organik cair untuk pertumbuhan tanaman sawi pakchoy.
2. Pemupukan menggunakan pupuk organik cair limbah buah dan sayur dengan dosis 50ml poc setiap perlakuan tidak memberikan respon yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun namun memberikan respon yang nyata terhadap lebar daun tanaman sawi pakchoy dengan menggunakan sistem hidroponik.
3. Pemupukan menggunakan pupuk organik cair dari limbah sayur dengan dosis 50 ml/air setiap perlakuan menunjukkan pertumbuhan optimum dengan diperoleh tinggi tanaman 8,94 cm, lebar daun 2,90 cm dan jumlah daun 6 helai.

B. Saran

Adapun saran yang dapat dsampaikan dalam penelitian ini adalah :

1. Sebaiknya dilakukan uji lanjut untuk media tanam yang digunakan dalam penelitian ini.
2. Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menemukan pupuk organik yang lebih efektif untuk media hidroponik.

DAFTAR PUSTAKA

Al-Qur'anul Karim. 2010. Al-Qur'an dan terjemahan. Bandung : CV. Diponogoro

Azizah, U.N. 2009. Pengaruh Media Tanam dan Jenis Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Tomat (Lycopercium esculentum Mill.) dengan Teknik Budidaya Hidroponik.

Agustina, H. 2009. *Efisiensi Penggunaan Air pada Tiga Teknik Hidroponik untuk Budidaya Amaranthus viridis* L. (Bayam Hijau). Jakarta. Universitas Indonesia

Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2012. Jl. Dr. Sutomo 6-8 Jakarta 10710 Indonesia, Telp (021) 3841195, 3842508, 3810291, Faks (021) 3857046, Web : bpshq@bps.go.id

Balia, P. 2012. Pengaruh Media Tanam dan Nutrisi terhadapPertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakchoi *(Brassica juncea* L.) dengan Sistem Hidroponik. *Jurnal Argrisistem.* Juni 2011, ISSN 1979 5777, Volume 4 No.1

Derektorat Jenderal Bina Gizi Kementerian RI. 2014. Web : http://www.gizikia.depkes.go.id/

Fahmi, Z.I. 2012. Media Tanam Sebagai Faktor Eksternal Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman. Surabaya. Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan Surabaya. Web : http://ditjenbun.pertanian.go.id/

Fitriyanto, Dkk. 2012. Uji Pupuk Organik Cair dari Limbah Pasar terhadap Tanaman Selada *(Lactuca sativa L.)* dengan Media Hidroponik. *Jurnal Prosiding., Vol. 9 N0.1, ISBN No. 978-602-8580-51-9.*

Hanafiah, K.A. 2012. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi. Jakarta: Rajawali Pers.

Gomez, K.A., dan Arturo, A.G,. 1995. Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian. Jakarta: UI Press.

Gustia, H. 2012. Pengaruh Penambahan Sekam Bakar Pada Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.*).* Jakarta : Universitas Muhammadiyah Jakarta *E-Journal Widya Kesehatan dan Lingkungan, volume 1Nomor1, ISSN2338-7793.*

Mas'ud, H. 2009. *Sistem Hidroponik dengan Nutrisi dan Media Tanam Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Hasil Slada.* Media Litbag Sulteng 2 (2). ISSN : 1979-5971

Nasarudi & Rosmawati. 2011. Pengaruh Pupuk Organik Cair (POC) hasil Fermentasi Daun Gamal, Batang Pisang, dan Sabut kelapa terhadap

Pertumbuhan Bibit Kakao. *Jurnal Agrisistem*, Juni 2011, ISSN 1858-4330, , Vol. 7 No. 1.

Pardos, A.H., Irianto., dan Mukhsin. 2014. Respon Tanaman Sawi terhadap Pupuk Organik Cair Limbah Sayuran pada Lahan Kering Ultisol. *Jurnal ProsidingLahan Suboptimal.* ISBN : 979-587-529-9

Prasati, D., Erma, P., dan Munifatul, I,. Perbaikan Kesuburan Tanah Liat dan Pasir Dengan Penambahan Kompos Limbah Sagu untuk Pertumbuhan dan Produktifitas Tanaman Pakcoy *(Brassica rapa var.chinensis). Buletin Anatomi dan Fisologi.* Volume XXII Nomor 2, Oktober 2014. Universitas Diponegoro.

Rahman, A, Darlit, C. 2011. Aplikasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produktifitas Tanaman Sawi. *Jurnal Agrisistem*, Juni 2011. ISSN 1858-4330, Vol. 7 No. 1.

Salisbury.(1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Bandung: ITB.

Septiana, Y. (2009). Ekstraksi Fosfor dari Berbagai Jenis Sampah Simulasi untuk Pembuatan Pupuk Organik Cair. Batam : STTNB. Skripsi.

Siboro, E.S., Edu, S., dan Netti, H. 2013. Pembuatan Pupuk Cair dan Biogas dari Campuran Limbah Sayuran. *Jurnal Teknik Kimia USU.* Vol.2 NO. 3

Sinaga, D. 2009. Pembuatan Pupuk Cair Organik dengan Menggunakan Boisca sebagai Starter. Sumatera Utara : Departemen Teknologi Pertani Universitas Sumatera Utara. Skripsi.

Sundari, E., Ellyta, S., dan Riko, R. 2012. Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Bioaktivator Biosca dan EM4. Padang: Universitas Bung Hatta. *Jurnal Prosiding SNTK 2012. ISSN 1907-0500.*

Supardi, A. (2001). *Aplikasi pupuk Cair hasil Fermentasi Kotoran Padat Kambing Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica Juncea l).* Skripsi. Surakarta: FKIP UMS.

Sutiyoso,Y. (2003). *Meramu Pupuk Hidroponik Tanaman Sayur, Tanaman Buah, Tanaman Bunga*. Bogor: Penebar Swadaya.

Wardana, W. (2007).*Dampak Pencemaran Lingkungan.*Yogyakarta: Andi.

Wasonowati, C. 2011. Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tomat (Lycopercium esculentum Mill.) dengan Sistem Budidaya Hidroponik. ISSN 1979 5777, Volume 4 No.1.

Widodo, T. Studi tentang Peranan Unit Pasar dalam Pengelolahan Sampah di Pasar Merdeka Kota Samarinda. ISSN 0000-0000, Volume 1 No.1

Wuryaningsih, S. 1996. Pertumbuhan Beberapa Setek Melati pada Tiga Macam Media. Jurnal Penelitian Pertanian.*Jurnal sains dan teknologi Indonesia Vol.* 8 No. 1 April 2006

Yuniwati, M., Frendy, I, dan Adiningsih, P. 2012. Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos dari Sampah Organik dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM 4. Yogyakarta: Instirut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta. *Jurnal Teknologi, Volume 5 Nomor 2, 172 181*.

Lampiran 1. Gambaran Petaan Lokasi Penelitian

Denah Penempatan Pot (Penataan RAL)

1 $\mathbf{Y_{10}}$	2 $\mathbf{Y_{20}}$	3 $\mathbf{Y_{30}}$	4 $\mathbf{Y_{40}}$	5 Y_{50}	6 $\mathbf{Y_{60}}$
7 $\mathbf{Y_{11}}$	8 $\mathbf{Y_{21}}$	9 $\mathbf{Y_{31}}$	10 $\mathbf{Y_{41}}$	11 $\mathbf{Y_{51}}$	12 $\mathbf{Y_{61}}$
13 $\mathbf{Y_{12}}$	14 $\mathbf{Y_{22}}$	15 $\mathbf{Y_{32}}$	16 $\mathbf{Y_{42}}$	17 $\mathbf{Y_{52}}$	18 $\mathbf{Y_{62}}$
19 $\mathbf{Y_{13}}$	20 $\mathbf{Y_{23}}$	21 $\mathbf{Y_{33}}$	22 $\mathbf{Y_{43}}$	23 $\mathbf{Y_{53}}$	24 $\mathbf{Y_{63}}$

Lampiran 2. Pengolahan Data Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman (cm)

Data Tinggi Tanaman Sawi Pkchoy pada Minggu ke-1

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	9,4	8	7,5	8,3	8,2	7,8	49,2	8,20
2.	A_1	9	8,8	8,1	8	9	8,5	51,4	8,57
3.	A_2	9,5	8,3	8,2	8,1	8,5	9,3	51,9	8,65
4.	A_3	8	9	8,5	8,2	8,2	9,2	51,1	8,52
	Jumlah (TU)	35,9	34,1	32,3	32,6	33,9	34,8	203,6	33,93

Data Tinggi Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-2

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	9,6	8,2	7,6	8,5	8,5	8	50,4	8,40
2.	A_1	9,2	9	8,4	8,2	9,4	8,7	52,9	8,82
3.	A_2	9,7	8,5	8,3	8,4	8,7	9,5	53,1	8,85
4.	A_3	8,2	9,2	8,6	8,5	8,4	9,4	52,3	8,72
	Jumlah (TU)	36,7	34,9	32,9	33,6	35	35,6	208,7	34,78

Data Tinggi Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-3

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	9,8	8,4	7,8	8,8	8,7	8,2	51,7	8,62
2.	A_1	9,4	9,1	8,6	8,3	9,6	8,8	53,8	8,97
3.	A_2	9,6	8,8	8,5	8,6	8,9	9,7	54,1	9,02
4.	A_3	8,4	9,5	8,7	8,6	8,6	9,7	53,5	8,92
	Jumlah (TU)	37,2	35,8	33,6	34,3	35,8	36,4	213,1	35,52

Data Tinggi Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-4

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	10	8,7	8	9,1	8,8	8,4	53	8,83
2.	A_1	9,6	9,2	8,8	8,5	9,7	9	54,8	9,13
3.	A_2	9,9	9	8,7	8,9	9,1	9,9	55,5	9,25
4.	A_3	8,6	9,7	8,9	8,8	8,6	9,7	54,3	9,05
	Jumlah (TU)	38,1	36,6	34,4	35,3	36,2	37	217,6	36,27

Perhitungan Analisis Data

1. FK $= \frac{(217.6)^2}{6 \times 4}$

$$= \frac{47349.76}{24} = 1972.91$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

JKT = $(10)^2 + (8.7)^2 + (8)^2 + (9.1)^2 + (8.8)^2 + (8.4)^2 + (9.6)^2 + (9.2)^2 + (8.8)^2 + (8.5)^2 + (9.7)^2 + (9)^2 + (9.9)^2 + (9)^2 + (8.7)^2 + (8.9)^2 + (9.1)^2 + (9.9)^2 + (8.6)^2 + (9.7)^2 + (8.9)^2 + (8.8)^2 + (8.6)^2 + (9.7)^2 - \text{FK}$

= (100) + (75.69) + (64) + (82.81) + (77.44) + (70.56) + (92.16) + (84.64) + (77.44) + (72.25) + (94.09) + (81) + (98.01) + (81) + (75.69) + (79.21) + (82.81) + (98.01) + (73.96) + (94.09) + (79.21) + (77.44) + (73.96) + (94.09) – 3139,594

= 1979.56 – 1972.91

= 6.65

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{(53)^2+(54.8)^2+(55.5)^2+(54.3)^2}{6} - FK$$

$$= \frac{(2809)+(3003.04)+(3080.25)+(2948.49)}{6} - 1972.91$$

$$= \frac{11840.78}{6} - 1972.91$$

$$= 1973.46 - 1972.91$$

$$= 0.55$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 6.65 - 0.55$$

$$= 6.1$$

5. Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) dan Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTP = \frac{JKP}{V_1}$$

$$= \frac{0.55}{3} = 0.18$$

$$KTG = \frac{JKG}{V_2}$$

$$= \frac{6.1}{20} = 0.31$$

6. F hitung

$$F\ hitung = \frac{KTP}{KTG}$$

$$= \frac{0.18}{0.31} = 0.58$$

7. Koefisien Keragaman (KK)

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{\bar{y}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0.31}}{9.07} \times 100\%$$

$$= \frac{0.56}{9.07} \times 100\%$$

$$= 0.06 \times 100\%$$

$$= 6\ \%$$

Lampiran 3. Pengolahan Data Hasil Pengamatan Lebar Daun (cm)

Data Lebar Daun Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-1

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	2,1	2	2,3	2,2	2,3	2,2	13,1	2,18
2.	A_1	2,3	2,2	2,5	2,4	2,5	2,3	14,2	2,37
3.	A_2	2,5	2,5	2,6	2,2	2,8	2,8	15,4	2,57
4.	A_3	2,4	2,4	2,1	3	2,3	2,7	14,9	2,48
	Jumlah (TU)	9,3	9,1	9,5	9,8	9,9	10	57,6	9,60

Data Lebar Daun Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-2

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	2,3	2,3	2,5	2,4	2,5	2,5	14,5	2,42
2.	A_1	2,5	2,5	2,7	2,6	2,7	2,5	15,5	2,58
3.	A_2	2,7	2,8	2,8	2,5	3	2,9	16,7	2,78
4.	A_3	2,5	2,6	2,3	3,2	2,5	2,8	15,9	2,65
	Jumlah (TU)	10	10,2	10,3	10,7	10,7	10,7	62,6	10,43

Data Lebar Daun Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-3

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	2,5	2,6	2,7	2,6	2,7	2,8	15,9	2,65
2.	A_1	2,8	2,7	2,9	2,8	2,9	2,7	16,8	2,80
3.	A_2	2,9	3	3,1	2,7	3,3	3,1	18,1	3,02
4.	A_3	2,7	3	2,6	3,4	2,8	3	17,5	2,92
	Jumlah (TU)	10,9	11,3	11,3	11,5	11,7	11,6	68,3	11,38

Data Lebar Daun Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-4

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	2,7	2,8	2,9	2,8	2,9	3	17,1	2,85
2.	A_1	3,1	2,9	3,2	3	3,1	3	18,3	3,05
3.	A_2	3,1	3,3	3,3	2,9	3,5	3,3	19,4	3,23
4.	A_3	2,9	3,2	2,8	3,6	3	3,2	18,7	3,12
	Jumlah (TU)	11,8	12,2	12,2	12,3	12,5	12,5	73,5	12,25

Perhitungan Analisis Data

1. FK $= \frac{(73,5)^2}{6 \times 4}$

$$= \frac{5402.25}{24} = 225.09$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

JKT = $(2.7)^2 + (2.8)^2 + (2.9)^2 + (2.8)^2 + (2.9)^2 + (3)^2 + (3.1)^2 + (2.9)^2 + (3.2)^2 + (3)^2 + (3,1)^2 + (3)^2 + (3.1)^2 + (3.3)^2 + (3.3)^2 + (2.9)^2 + (3.5)^2 + (3.3)^2 + (2.9)^2 + (3.2)^2 + (2.8)^2 + (3.6)^2 + (3)^2 + (3.2)^2 - \text{FK}$

= (7.29) + (7,84) + (8.41) + (7.84) + (8.41) + (9) + (9.61) + (8.41) + (10.24) + (9) + (9.61) + (9) + (9.61) + (10.89) + (10.89) + (8.41) + (12.25) + (10.89) + (8.41) + (10.24) + (7.84) + (12.96) + (9) + (10.24) – 225.09

= 226.29 – 225.09

= 1.2

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

$$JKP = \frac{(17.1)^2 + (18.3)^2 + (19.4)^2 + (18.7)^2}{6} - FK$$

$$= \frac{(292.41) + (334.89) + (376.36) + (349.69)}{6} - 225.09$$

$$= \frac{1353,35}{6} - 225.09$$

$$= 225.56 - 225.09$$

$$= 0.47$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

$$JKG = JKT - JKP$$

$$= 1.2 - 0.47$$

$$= 0.73$$

5. Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) dan Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$KTP = \frac{JKP}{V_1}$$

$$= \frac{0.47}{3} = 0.16$$

$$KTG = \frac{JKG}{V_2}$$

$$= \frac{0.73}{20} = 0,04$$

6. F hitung

$$\text{F hitung} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

$$= \frac{0.16}{0,04} = 4$$

7. Koefisien Keragaman (KK)

$$\text{KK} = \frac{\sqrt{\text{KTG}}}{\bar{y}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0,04}}{3,06} \times 100\%$$

$$= \frac{0,20}{3,06} \times 100\%$$

$$= 0,06 \times 100\%$$

$$= 6\ \%$$

8. Uji BNT (t tabel taraf 5 % = 2,086)

$$\text{BNT } 0,05 = 2,086 \times 0,114$$

$$= 0,24$$

Lampiran 4. Pengolahan Data Hasil Pengamatan Jumlah Daun (helai)

Data Jumlah Daun Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-1

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	4	5	4	5	5	5	28	4,67
2.	A_1	4	5	5	4	6	5	29	4,83
3.	A_2	6	5	4	6	4	5	30	5,00
4.	A_3	4	6	5	5	4	5	29	4,83
	Jumlah (TU)	18	21	18	20	19	20	116	19,33

Data Jumlah Daun Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-2

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	5	6	4	6	6	5	32	5,33
2.	A_1	5	5	6	5	6	6	33	5,50
3.	A_2	7	6	5	6	5	5	34	5,67
4.	A_3	5	6	6	6	5	5	33	5,50
	Jumlah (TU)	22	23	21	23	22	21	132	22,00

Data Jumlah Daun Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-3

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	6	6	5	7	7	6	37	6,17
2.	A_1	6	6	6	6	7	7	38	6,33
3.	A_2	7	7	6	7	6	6	39	6,50
4.	A_3	6	7	6	7	6	6	38	6,33
	Jumlah (TU)	25	26	23	27	26	25	152	25,33

Data Jumlah Daun Tanaman Sawi Pakchoy pada Minggu ke-4

No	Perlakuan (*t*)	Ulangan (*r*)						Jumlah (TA)	Rerata
		1	2	3	4	5	6		
1.	A_0	6	7	6	8	8	7	42	7,00
2.	A_1	7	7	7	6	8	8	43	7,17
3.	A_2	8	8	6	8	7	7	44	7,33
4.	A_3	7	7	7	8	7	7	43	7,17
	Jumlah (TU)	28	29	26	30	30	29	172	28,67

Perhitungan Analisis Data

1. FK $= \frac{(172)^2}{6 \times 4}$

$$= \frac{29.584}{24} = 1232.67$$

2. Jumlah Kuadrat Total (JKT)

JKT = $(6)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (8)^2 + (8) + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (8)^2 + (8)^2 + (8)^2 + (8)^2 + (6)^2 + (8)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (8)^2 + (7)^2 + (7)^2 - \text{FK}$

= (36) + (49) + (36) + (64) + (64) + (49) + (49) + (49) + (49) + (36) + (64) + (64) + (64) + (64) + (36) + (64) + (49) + (49) + (49) + (49) + (49) + (64) + (49) + (49) – 1232.67

= 1244 – 1232.67

= 11.33

3. Jumlah Kuadrat Perlakuan (JKP)

JKP = $\frac{(42)^2 + (43)^2 + (44)^2 + (43)^2}{6}$ – FK

$$= \frac{(1764) + (1849) + (1936) + (1849)}{6} - 1232.67$$

$$= \frac{7398}{6} - 1232.67$$

$$= 1233 - 1232.67$$

$$= 0.33$$

4. Jumlah Kuadrat Galat (JKG)

JKG = JKT – JKP

= 11.33 – 0.33

= 11

5. Kuadrat Tengah Perlakuan (KTP) dan Kuadrat Tengah Galat (KTG)

$$\text{KTP} = \frac{\text{JKP}}{V_1}$$

$$= \frac{0.33}{3} = 0.11$$

$$\text{KTG} = \frac{\text{JKG}}{V_2}$$

$$= \frac{11}{20} = 0.55$$

6. F hitung

$$\text{F hitung} = \frac{\text{KTP}}{\text{KTG}}$$

$$= \frac{0.11}{0.55} = 0.2$$

7. Koefisien Keragaman (KK)

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{\bar{y}} \times 100\%$$

$$= \frac{\sqrt{0.55}}{7.17} \times 100\%$$

$$= \frac{0.74}{7.17} \times 100\%$$

$$= 0{,}10 \times 100\%$$

$$= 10\ \%$$

Lampiran 5. Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakchoy

Tabel 7. Rerata Pertambahan Tinggi Tanaman Sawi Pakchoy (cm) dari Umur 1 Minggu sampai dengan Umur 4 MST

Perlakuan	Pertambahan Tinggi Tanaman (cm)				Rata-rata	SD
	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4		
A_0	8,20	8,40	8,62	8,83	8,51	0,27
A_1	8,57	8,82	8,97	9,13	8,87	0,24
A_2	8,65	8,85	9,02	9,25	8,94	0,25
A_3	8,52	8,72	8,92	9,05	8,80	0,23
Rata-rata	8,49	8,70	8,88	9,07	8.78	

Tabel 8. Analisis Sidik Ragam Uji Pupuk Organik Cair Limbah Buah dan Sayur terhadap Tinggi Tanaman Sawi Pakchoy (cm)

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel 5%
Kadar	3	0.55	0.18	0.58^{tn}	3.10
Galat	20	6.1	0.31		
Umum	23	6.65			

kk = 6 %

Keterangan: tn = tidak berbeda nyata

Tabel 9. Rerata Pertambahan Lebar Daun Tanaman Sawi Pakchoy (cm) dari Umur 1 Minggu sampai dengan Umur 4 MST

Perlakuan	Pertambahan Lebar Daun Tanaman (cm)				Rata-rata	SD
	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4		
A_0	2,18	2,42	2,65	2,85	2,53	0,29
A_1	2,37	2,58	2,80	3,05	2,70	0,29
A_2	2,57	2,78	3,02	3,23	2,90	0,29
A_3	2,48	2,65	2,92	3,12	2,79	0,28
Rata-rata	2,40	2,61	2,85	3,06	2,73	

Tabel 10. Analisis Sidik Ragam Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Buah dan Limbah Sayur terhadap Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Pakchoy

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel 5 %
Kadar	3	0.47	0.16	4*	3.10
Galat	20	0.73	0.04		
Umum	23	1.2			

kk = 7 %

Keterangan:

* = berbeda nyata

Tabel 11. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal terhadap Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Pakchoy

Perlakuan	Rataan	K_3	K_2	K_1	K_0
K_0	2,85	0.27*	0.38*	0,2tn	
K_1	3,05	0.07tn	0.18tn		
K_2	3,23	0.11tn			
K_3	3,12				
BNT 0,05 = 0,24					

Keterangan:

* = sangat berbeda nyata

tn = tidak berbeda nyata

Tabel 12. Rerata Pertambahan Jumlah Daun Tanaman Sawi Pakchoy (Helai) dari Umur 1 Minggu sampai dengan Umur 4 MST

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun Tanaman (cm)				Rata-rata	SD
	Minggu ke 1	Minggu ke 2	Minggu ke 3	Minggu ke 4		
A_0	4,67	5,33	6,17	7,00	5,79	1,01
A_1	4,83	5,50	6,33	7,17	5,96	1,01
A_2	5,00	5,67	6,50	7,33	6,13	1,01
A_3	4,83	5,50	6,33	7,17	5,96	1,01
Rata-rata	4,83	5,50	6,33	7,17	5,96	

Tabel 13. Analisis Sidik Ragam Pengaruh Uji Pupuk Organik Cair Limbah Buah Dan Sayur terhadap Jumlah Daun Tanaman Sawi Pakchoy (helai)

SK	DB	JK	KT	F Hitung	F tabel 5 %
Kadar	3	0.33	0.11	0.2^{tn}	3.10
Galat	20	11	0.55		
Umum	23	11.33			

kk = 10 %

Keterangan:

^{tn} = tidak berbeda nyata

Lampiran 6. Sumbangsi Pada Dunia Pendidikan (Materi Pengayaan)

Pertumbuhan dan Perkembangan

Pertumbuhan dan perkembangan merupakan salah satu ciri organisme. Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya ukuran (volume) sel dan jumlah sel makhluk hidup yang sifatnya tidak dapat kembali lagi (*irreversible*). Artinya, individu yang telah tumbuh besar tidak akan kembali lagi keukuran semula. Bersifat kuantitatif, tetap. Dimana proses pertumbuhan melalui proses membelah, memanjang dan melebar.

Perkembangan merupakan suatu perubahan teratur dan seringkali menuju keadaan yang lebih tinggi (kompleks) atau kedewasaan. Pertumbuhan dapat diukur (kualitatif), dapat dilihat morfologisnya dan bersifat reversible (dapat kembali keukuran semula) sedangkan perkembangan tidak dapat diukur. Pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup berlangsung bersamaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan antara lain faktor luar (eksternal) dan faktor dalam (internal). Faktor luar yang mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup berasal dari faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup, yaitu makanan atau nutrisi, bagi tumbuhan, nutrisi yang diperlukan berupa air dan zat hara yang terlarut dalam air. Faktor eksternal lainnya adalah suhu, cahaya yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Tumbuhan sangat membutuhkan cahaya matahari untuk fotosintesis. Air dan Kelembapan air merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia di dalam tubuh. Tanpa air, reaksi kimia di dalam sel tidak dapat berlangsung, sehingga dapat mengakibatkan kematian, dan

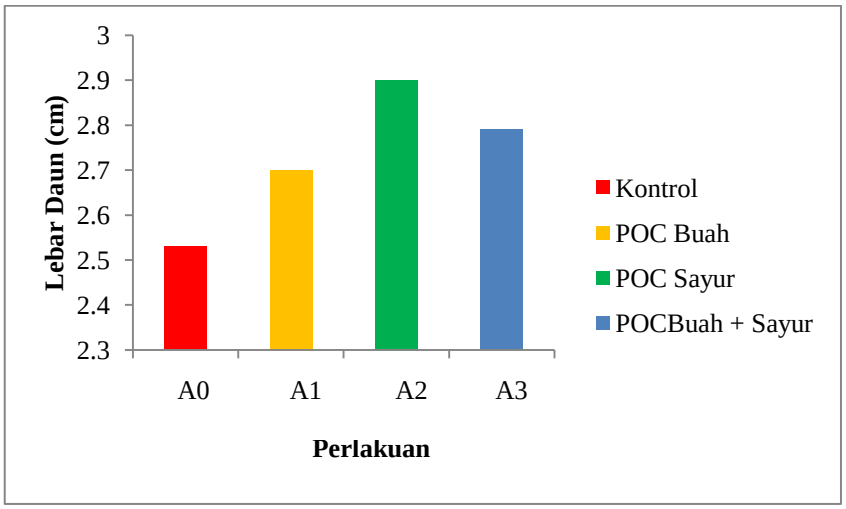
tanah. Bagi tumbuhan, tanah berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangannya. Tumbuhan akan tumbuh dan berkembang dengan optimal bila kondisi tanah tempat hidupnya sesuai dengan kebutuhan nutrisi dan unsur hara.

Faktor dalam yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan berasal dari dalam tubuh makhluk hidup sendiri. yang termasuk kategori ini adalah faktor gen dan keadaan hormon yang merangsang pertumbuhan. Gen adalah substansi/materi pembawa sifat yang diturunkan dari induk. Gen mempengaruhi ciri dan sifat makhluk hidup,misalnya bentuk tubuh, tinggi tubuh, warna kulit, warna bunga, warna bulu, rasa buah, dan sebagainya. Sedangkan hormon *(fitohormon)* merupakan zat yang berfungsi untuk mengendalikan berbagai fungsi di dalam tubuh. Meskipun kadarnya sedikit, hormon memberikan pengaruh yang nyata dalam pengaturan berbagai proses dalam tubuh. Hormon yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup beragam jenisnya. Auksin, Sitokinin, Giberelin, Etilen, dan Asam absisat termasuk hormon.

Pada pertumbuhan suatu tanaman faktor yang sangat penting untuk kelangsungan hidup suatu tumbuhan adalah nutrisi. Nutrisi tersebut diperlukan sebagai sumber energi dan penyusun komponen-komponen sel bagi pertumbuhan suatu tumbuhan. Terdapat dua nutrisi yaitu unsur makro dan unsur mikro. Nutrisi yang diperoleh dari tumbuhan umumnya dari pupuk dan media tanam itu sendiri. Pupuk yang digunakan adalah pupuk organik dan anorganik baik itu cair maupun padat. Sedangkan media tanam adalah tempat tumbuhnya suatu tanaman tersebut.

Pada penelitian Tri Oktari (2015) tentang Uji Pupuk Organik cair dari Limbah Buah dan Sayur terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakchoy (*Brassica rapa* L.*)*

pada media hidroponik. Limbah buah dan sayur merupakan limbah yang memiliki nutrisi kimia yang dibutuhkan oleh tumbuhan sehingga mampu memberikan pengaruh pada lebar daun tanaman .



Grafik 1. Pertambahan Luas Daun Tanaman Sawi

Dari empat perlakuan dan enam kali ulangan, perlakuan pemupukan menggunakan POC Limbah sayur menghasilkan lebar daun tanaman rata-rata 2,90 cm pada 4 MST. Hal ini dikarenakan POC yang berasal dari limbah sayur lebih banyak mengandung unsur hara nitrogen dibandingan dengan pupuk limbah buah. Selain nutrisi banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman sawi selama penelitian yaitu suhu pertumbuhan sawi pakchoy berkisar 32^0 C, kelembaban 68%, dan pH 7.

Lampiran 7. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Nama Sekolah : MA Al Fatah Palembang

Kelas/ Semester : XII/I

Mata Pelajaran : Biologi

Materi Pokok : Pertumbuhan dan Perkembangan

Alokasi waktu : 2 x 45 menit

Standar Kompetensi :

1. Melakukan percobaan pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan.

Kompetensi Dasar :

1.2 Melaksanakan percobaan pengaruh luar terhadap pertumbuhan tumbuhan

Indikator :

1. Melakukan percobaan berkaitan dengan pertumbuhan dan perkembangan.
2. Menganalsis faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan.
3. Menyimpulkan hasil pengamatan.
4. Menyusun laporan tertulis hasil penelitian.

Tujuan Pembelajaran :

Peserta didik :

1. Mampu mengamati dan melakukan sendiri percobaan berkaitan dengan pertumbuhan tanaman
2. Mampu menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan.
3. Mampu membuat kesimpulan sendiri dari hasil analisis data penelitian

4. Mampu menyusun laporan tertulis hasil penelitian.

Karakter Siswa yang diharapkan

1. Jujur.
2. Kerja Keras.
3. Toleransi.
4. Rasa Ingin Tahu.
5. Komunikatif.
6. Menghargai Prestasi.
7. Tanggung Jawab.
8. Peduli Lingkungan.

Kewirausahaan/ Ekonomi Kreatif

1. Percaya diri.
2. Berorientasi tugas dan hasil.

Materi Pembelajaran

Pengaruh beberapa faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Model Pembelajaran : *Cooperative Learning*

Metode Pembelajaran : Eksperimen

Kegiatan Pembelajara

No	Kegiatan	Alokasi Waktu
1.	**Pendahuluan** **A. Apersepsi** - Menunjukkan gambar yang berkaitan dengan proses pertumbuhan, Kemudian bertanya : Bagaimana tanaman tersebut bisa tumbuh dan berkembang ? **B. Motivasi** - Apakah kalian pernah mengamati pertumbuhan tumbuhan ada disekitar kalian ?	10 menit

2.	**Kegiatan Inti** **A. Eksplorasi** 1. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran 2. Guru menyampaikan materi pengertian pertumbuhan 3. Guru membagi lembar kerja siswa 4. Guru menjelaskan langkah kerja kegiatan praktikum **B. Elaborasi** 1. Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok, setiap kelompok terdiri dari 4 orang secara heterogen. 2. Guru menginstruksikan seluruh kelompok untuk mem persiapkan alat dan bahan praktikum 3. Guru membimbing peserta didik untuk mengerjakan langkah kerja praktikum sesuai dengan lembar kerja siswa 4. Setiap kelompok melakukan percobaan yang ada lembar kerja siswa 5. Guru menginstruksikan kepada siswa untuk melakukan pengukuran dan mencatat hasil yang diperoleh dalam tabel pengamatan 6. Guru menjelaskan cara menganalisis data hasil Pengamatan dan teknik penyusunan laporan **C. Konfirmasi** 1. Guru memberikan kesempatan kepada siswa bertanya jawab tentang hal-hal yang belum diketahui peserta didik 2. Guru meluruskan apabila terjadi kesalahan dalam kegiatan praktikum	15 menit 45 menit 5 menit
3.	**Penutup** 1) Guru memberikan jadwal pengamatan tanaman Pengumpulan tugas laporan hasil penelitian 2) Guru bersama siswa menyimpulkan materi peljaran 3) Guru melakukan evaluasi 4) Guru mengintruksikan siswa untuk membuat hasil	15 menit

	pengematan dirumah.	

Media Pembelajaran

1. Alat dan Bahan Praktikum.
2. Lembar Kerja Siswa.

Sumber Pembelajaran

Buku Paket Biologi SMA/MA yang relevan

Penilaian Hasil Belajar

Tugas Laporan Hasil Penelitian.

Palembang, November 2015

Mengetahui,
Kepala Sekolah **Guru Bidang Studi**

Khoirul Anwar, M.Pd.I **Tri Oktari**
NIK. 99250301002 **NIM. 11 222 056**

Lampiran 8. Lembar Kerja Siswa

Lembar Kerja Siswa

Judul **:** Pertumbuhan Vegetatif Tanaman

Tujuan **:** Mengamati pertumbuhan tanaman sawi pakchoy pada media tanam hidroponik.

Alat dan Bahan :

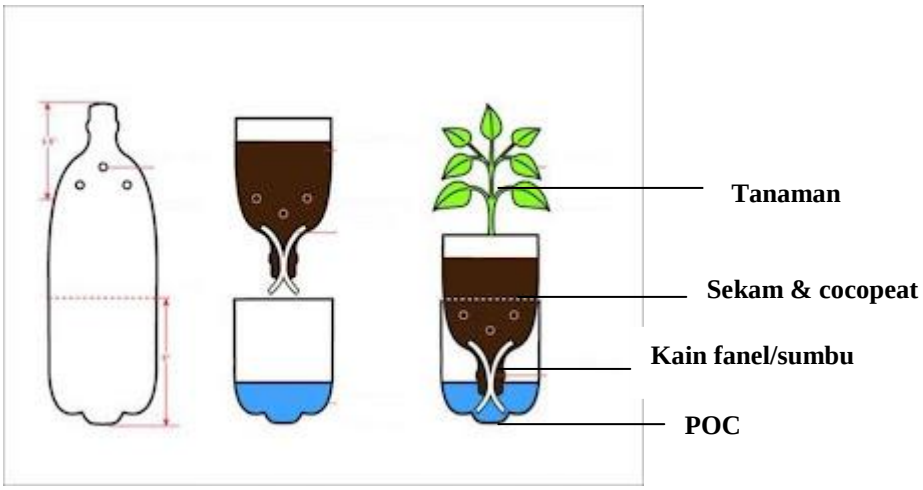
Alat : Box sterofom , sprayer, pot plastik berukuran kecil dan besar atau menggunakan botol bekas ukuran besar, penggaris, kertas label, spidol, kain bekas/ kain flanel, gelas beker, pH air.

Bahan : Benih tanaman sawi pakchoy, nutrisi tanaman (POC), dan media tanam sekam bakar dan cocopeat

Cara Kerja :

1. Semaikan benih tanaman di bak persemaian yang telah diisi tanah. Letakkan di tempat yang terlindung tetapi terkena matahari secara tidak langsung.
2. Jaga kelembapan benih setiap hari, jika terlalu kering dapat disemprot dengan air. Dalam 2 x 24 jam benih sudah tumbuh. Biarkan sampai 1 minggu di tempat pembibitan.

3. Siapkan botol bekas ukuran 1,5-2 liter, gunting/ potong botol menjadi dua bagian, beri lubang pada kedua belah botol dengan diameter 1 cm, yang telah diberi sumbu pada tutup botolnya.



4. Masukkan benih tanaman sawi ke dalam pot yang telah disediakan,
5. Pemberian POC dilakukan dua hari sekali.
6. Letakkan pot di tempat yang terlindung dari cahaya matahari secara langsung.
7. Adakan pengamatan pertumbuhan tanaman selama satu bulan dengan mengukur tinggi tanaman setiap minggunya.

Tabel Hasil Pengamatan

Minggu Ke	Tinggi Tanaman	Jumlah	Rata-rata
1			
2			
3			
4			
Jumlah			

Diskusi :

1. Adakah perubahan yang terjadi pada minggu pertama sampai keempat? Catatlah hasilnya!
2. Pada minggu keberapakah tanaman mulai terlihat perbedaan tingginya?
3. Tuliskan dengan kalimatmu sendiri terjadinya pertumbuhan selama kamu melakukan pengamatan tersebut!
4. Kesimpulan apakah yang kamu peroleh dalam kegiatan ini?

Lampiran 9. Silabus Pembelajaran

SILABUS PEMBELAJARAN

Nama Sekolah : SMA/MA
Mata Pelajaran : Biologi
Kelas/Program : XII/IPA
Semester : 1
Alokasi waktu : 10 × 45 menit
Standar Kompetensi: 1. Melakukan percobaan pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan.

Kompetensi Dasar	Kompetensi Sebagai Hasil Belajar	Materi Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran	Indikator	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
1.1 Merencanakan percobaan pengaruh luar terhadap pertumbuhan tumbuhan	• Melengkapi peta konsep • Merumuskan pengertian pertumbuhan dan perkembangan • Mengumpulkan informasi faktor-faktor yang mempengaruhi	• Pengertian pertumbuhan dan perkembangan • Faktor-faktor yang mempengaruhi	• Studi membaca dan diskusi untuk memahami konsep pertumbuhan dan perkembangan serta	• Menemukan adanya gejala pertumbuhan dan perkembangan • Mengidentifikasi faktor-faktor yang	• Jenis tagihan: 1.Tugas kelompok penyusunan proposal 2.Presentasi 3.Uji kompetensi tertulis	6 X 45 menit	• Buku Biologi kelas XII, Dyah aryulina, Esis • Buku kerja siswa IIIA, Ign. Khristiyono, Esis • Alat bantu

	pertumbuhan • Menemukan adanya gejala pertumbuhan • Merumuskan masalah • Merumuskan hipotesis • Menyusun variabel penelitian • Membuat rencana penelitian tertulis	pertumbuhan pada tumbuhan 1.Faktor internal 2.Faktor eksternal • Menyusun rencana penelitian	mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan • Tugas kegiatan 1.1 Pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan • Diskusi menyusun rencana penelitian • Presentasi rencana penelitian	mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan • Merumuskan masalah berdasarkan gejala pertumbuhan yang ditemukan • Merumuskan hipotesis dari rumusan masalah yang sudah dirumuskan • Merumuskan variabel penelitian untuk menguji hipotesis • Menyusun unit-unit penelitian	• Bentuk instrumen: 1.Lembar penilaian proposal 2.Lembar penilaian presentasi 3.Soal uji kompetensi		presentasi

1.2 Melaksanakan percobaan pengaruh faktor luar terhadap pertumbuhan tumbuhan	• Membuat unit-unit penelitian • Memberi perlakuan • Mengukur kecepatan pertumbuhan • Mencatat hasil pengukuran dalam tabel pengamatan • Mengolah data hasil pengamatan • Menarik kesimpulan berdasarkan data yang diolah • Melaporkan hasil penelitian	• Melaksanakan penelitian • Tehnik menyusun laporan hasil penelitian	• Pelaksanaan penelitian kelompok di luar jam pelajaran	• Membuat tabel pengamatan • Menyususun rencana penelitian tertulis • Menyiapkan alat dan bahan • Memberikan perlakuan • Mengukur hasil dan mencatat dalam tabel pengamatan • Menganalisis data hasil pengamatan • Menyimpulkan hasil penelitian • Menyusun laporan tertulis hasil penelitian	• Jenis tagihan: 1.Tugas kelompok laporan hasil penelitian • Bentuk instrumen: 2.Lembar penilaian hasil penelitian	0 X 45 menit	• Buku Biologi kelas XII, Dyah aryulina, Esis • Buku kerja siswa IIIA. Ign. Khristiyono. Esis

1.3 Mengkomunikasikan hasil percobaan pengaruh faktor luar terhadap pertumbuhan tumbuhan	• Menyusun hasil penelitian dalam bentuk laporan tertulis • Menyusun laporan penelitian untuk presentasi • Mempresentasikan hasil penelitian	• Tehnik presentasi	• Presentasi laporan hasil penelitian oleh masing-masing kelompok	• Mempresentasikan hasil penelitian secara lesan	• Jenis tagihan: 1.Presentasi • Bentuk instrumen 1.Lembar penilaian presentasi	4 X 45 menit	• Buku Bologi kelas XII, Dyah aryulina. Esis • Buku kerja siswa IIIA, Ign. Khristiyono • Alat-alat presentasi

Lampiran 10. Lembar Uji Validitas RPP

LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN RPP

Nama Validator : Sri Bungowati, SP., M.Si

Petunjuk

Silahkan beri tanda (√) pada kolom yang sesuai. Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui validitas RPP.

No	Aspek	Indikator	Penilaian			
			1	2	3	4
1	Isi (*Content*)	1. Kebenaran isi/materi			√	
		2. Pengelompokkan dalam bagian-bagian yang logis			√	
		3. Kesesuaian dengan KTSP				√
		4. Kesesuaian dengan prinsip metode pembelajaran *eksperimen*			√	
		5. Kelayakan sebagai kelengkapan pembelajaran				√
		6. Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan			√	
2	Struktur dan Navigasi (*Construct*)	1. Kejelasan pembagian materi			√	
		2. Pengaturan ruang/tata letak			√	
		3. Jenis dan ukuran huruf yang sesuai				√
3	Bahasa	1. Kebenaran tata bahasa			√	
		2. Kesederhanaan struktur kalimat				√
		3. Kejelasan struktur kalimat			√	
		4. Sifat komunikatif bahasa yang digunakan			√	

Keterangan :

Skor 1 : Sangat Tidak Valid

Skor 2 : Tidak Valid

Skor 3 : Valid

Skor 4 : Sangat Valid

Palembang, 4 November 2015
Validator

(Sri Bungowati, SP.M.Si)
NIP. 197207292005012006

LEMBAR VALIDASI PAKAR

TENTANG KEVALIDAN RPP

Nama Validator : Novia Balia, M.Pd.I

Petunjuk

Silahkan beri tanda (√) pada kolom yang sesuai. Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui validitas RPP.

No	**Aspek**	**Indikator**	**Penilaian**			
			1	**2**	**3**	**4**
1	Isi (*Content*)	7. Kebenaran isi/materi				√
		8. Pengelompokkan dalam bagian-bagian yang logis			√	
		9. Kesesuaian dengan KTSP				√
		10. Kesesuaian dengan prinsip metode pembelajaran *eksperimen*				√
		11. Kelayakan sebagai kelengkapan pembelajaran			√	
		12. Kesesuaian alokasi waktu yang digunakan			√	
2	Struktur dan Navigasi (*Construct*)	4. Kejelasan pembagian materi				√
		5. Pengaturan ruang/tata letak				√
		6. Jenis dan ukuran huruf yang sesuai				√
3	Bahasa	5. Kebenaran tata bahasa				√
		6. Kesederhanaan struktur kalimat				√
		7. Kejelasan struktur kalimat				√
		8. Sifat komunikatif bahasa yang digunakan				√

Keterangan :

Skor 1 : Sangat Tidak Valid

Skor 2 : Tidak Valid

Skor 3 : Valid

Skor 4 : Sangat Valid

Palembang, 4 November 2015
Validator

(Novia Balia, M.Pd.I)

Lampiran 11. Lembar Uji Validitas LKS

LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN LKS PRAKTIKUM

Nama Validator : Sri Bungowati, SP.M.Si

Petunjuk

Silahkan beri tanda (√) pada kolom yang sesuai. Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui validitas LKS.

No	ASPEK YANG DIMINTA	Penilaian			
		1	2	3	4
	Format				
1	LKS memuat: Judul LKS, tujuan pembelajaran yang akan dicapai, materi pembelajaran, petunjuk pelaksanaan praktikum, pertanyaan diskusi dan tempat kosong untuk menulis jawaban.				√
2	Keserasian tulisan dan tabel pada LKS			√	
	Isi				
3	Kebenaran materi			√	
4	Kesesuaian antara pokok bahasan peranan fungi bagi kehidupan dengan kegiatan pada LKS			√	
5	Kesesuaian antara permasalahan yang disajikan dengan sub pokok bahasan peranan fungi bagi kehidupan			√	
6	Peran LKS untuk mendorong siswa mencari sendiri jawaban lain dari materi yang dipelajari				√
	Bahasa				
7	Kemudahan siswa dalam memahami bahasa yang digunakan			√	
8	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar			√	

9	Tugas-tugas dalam LKS tidak menimbulkan makna ganda/ambigu			√	
10	Pengorganisasiannya sistematis			√	

Keterangan :

Skor 1 : Sangat Tidak Valid

Skor 2 : Tidak Valid

Skor 3 : Valid

Skor 4 : Sangat Valid

Palembang, 4 Oktober 2015
Validator

(Sri Bungowati, SP.M.Si)
NIP. 19720729 200501 2 006

LEMBAR VALIDASI PAKAR
TENTANG KEVALIDAN LKS PRAKTIKUM

Nama Validator : Novia Balia, M.Pd.I
Petunjuk
Silahkan beri tanda (√) pada kolom yang sesuai. Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui validitas LKS.

No	ASPEK YANG DIMINTA	Penilaian			
		1	2	3	4
	Format				
1	LKS memuat: Judul LKS, tujuan pembelajaran yang akan dicapai, materi pembelajaran, petunjuk pelaksanaan praktikum, pertanyaan diskusi dan tempat kosong untuk menulis jawaban.				√
2	Keserasian tulisan dan tabel pada LKS			√	
	Isi				
3	Kebenaran materi				√
4	Kesesuaian antara pokok bahasan peranan fungi bagi kehidupan dengan kegiatan pada LKS				√
5	Kesesuaian antara permasalahan yang disajikan dengan sub pokok bahasan peranan fungi bagi kehidupan			√	
6	Peran LKS untuk mendorong siswa mencari sendiri jawaban lain dari materi yang dipelajari			√	
	Bahasa				
7	Kemudahan siswa dalam memahami bahasa yang digunakan				√
8	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar				√
9	Tugas-tugas dalam LKS tidak menimbulkan makna ganda/ambigu				√
10	Pengorganisasiannya sistematis				√

Keterangan :
Skor 1 : Sangat Tidak Valid
Skor 2 : Tidak Valid
Skor 3 : Valid
Skor 4 : Sangat Valid

Palembang, 4 Oktober 2015
Validator

(Novia Balia, M.Pd.I)

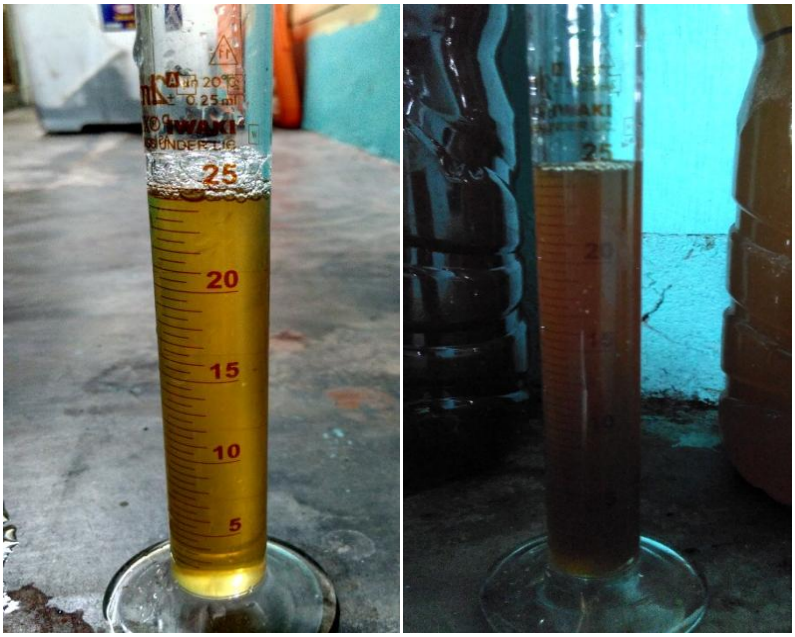
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian

Gambar 5. Pengolahan Limbah

Gambar 6. Proses Fermentasi Limbah

Gambar 7. Hasil Fermentasi Limbah Buah dan Sayur

Gambar 8. Pupuk Organik cair



(a) (b)

Gambar 9. Pengenceran Pupuk organic Cair

(a) POC Buah, (b) POC Sayur

Gambar 10. Media Tanam Sekam Bakar dan Cocopeat

Gambar 11. Semaian Tanaman sawi Pakchoy umur 1 minggu

Gambar 12. Tanaman Pakchoy Umur 1 MST

Gambar 13. Pakchoy umur 4 MST Perlakuan Kontrol

Gambar 14. Pakchoy Umur 4 MST Perlukuan A1

Gambar 15. Pakchoy Umur 4MST Perkuan A2

Gambar 16. Pakcoy Umur 4MST Perlakuan A3

Gambar 17. Pengukuran Parameter Lebar Daun (cm)

Gambar 18. Pengukuran Parameter Tinggi Tanaman (cm)

Gambar . Pengukuran Suhu dan Kelembaban

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Tri Oktari dilahirkan di Palembang pada tanggal 29 Oktober 1993 sebagai anak dari pasangan Bapak Sugimin dan Ibu Sindawati. Penulis memulai jenjang pendidikan dasar di SD Negeri 231 Palembang pada tahun 1999. Penulis melanjutkan penididkan formal di SMP Negeri 10 Palembang dan lulus pada tahun 2008. Sekolah Menengah Atas penulis selesaikan pada tahun 2011 di SMA Nurul Iman Palembang. Pada tahun 2011 penulis diterima di Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang dan terdaftar sebagai mahasiswi pada Program Studi Pendidikan Biologi.