

**PERBANDINGAN PEMBERIAN VARIASI KONSENTRASI PUPUK DARI  
LIMBAH CAIR TAHU TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI  
RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Tugas dan Melengkapi Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan  
Ilmu Pendidikan Biologi



**Oleh:**

**WAKHIDA AMALIA  
113811038**

**FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2015**

## PERNYATAAN KEASLIAN

**Yang bertanda tangan di bawah ini:**

**Nama : Wakhida Amalia**

**NIM : 113811038**

**Jurusan : Pendidikan Biologi**

menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**PERBANDINGAN PEMBERIAN VARIASI KONSENTRASI  
PUPUK DARI LIMBAH CAIR TAHU TERHADAP  
PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum  
frutescens* L.)**

secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 26 November 2015

Saya yang menyatakan,



**Wakhida Amalia**  
**NIM: 113811038**



KEMENTERIAN AGAMA R.I.  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN  
Jl. Prof. Dr. Hamka Km 2 Semarang 50185 Telp. 024-7601295  
Fax. 7615387

### PENGESAHAN

Naskah skripsi ini dengan:

Judul : **PERBANDINGAN PEMBERIAN VARIASI  
KONSENTRASI PUPUK DARI LIMBAH CAIR TAHU  
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI  
RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

Nama : **WAKHIDA AMALIA**

NIM : 113811038

Jurusan : Pendidikan Biologi

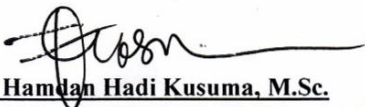
Telah diujikan dalam sidang munaqasyah oleh Dewan Penguji Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Semarang, 26 November 2015

### DEWAN PENGUJI

Ketua,

Sekretaris,

  
**Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc.**

NIP: 197703202009121002

Penguji I,

  
**Aang Kunaepi, M.Ag.**

NIP: 197710262005011009

Penguji II,

  
**Dr. Lianah, M.Pd.**

NIP: 195903131981032007

Pembimbing I,

  
**Dra. Hj. Siti Mariam, M. Pd.**

NIP: 196507271992032002

Pembimbing II,

  
**Nur Hayati, S.Pd, M.Si.**

NIP: 197711252009122001

  
**Kusriyah, M. Si.**

NIP: 19771102011012005

## NOTA DINAS

Semarang, 20 November 2015

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Walisongo

di Semarang

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa, saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : **PENGARUH PEMBERIAN PUPUK DARI LIMBAH CAIR  
TAHU TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI  
RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

Nama : **Wakhida Amalia**

NIM : 113811038

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo untuk diajukan dalam sidang Munaqosyah.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Pembimbing I,



**Nur Hayati, M. Si**

NIP : 19771125200912 2 001



## NOTA DINAS

Semarang, 20 November 2015

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

UIN Walisongo

di Semarang

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa, saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : **PENGARUH PEMBERIAN PUPUK DARI LIMBAH CAIR  
TAHU TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI  
RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

Nama : **Wakhida Amalia**

NIM : 113811038

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo untuk diajukan dalam sidang Munaqosyah.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Pembimbing II,



**Kusrinah, M. Si**

NIP : 19771110 201101 2 005

## ABSTRAK

Judul : **PERBANDINGAN PEMBERIAN VARIASI KONSENTRASI PUPUK DARI LIMBAH CAIR TAHU TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)**

Penulis : Wakhida Amalia

NIM : 113811038

Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu komoditas di Indonesia. Sektor pertanian di Indonesia masih mengandalkan pupuk anorganik untuk meningkatkan produktivitas tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). Pemberian pupuk anorganik berlebih menyebabkan berkurangnya kesuburan tanah. Pupuk organik dari limbah cair tahu dapat dijadikan sebagai alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Limbah cair tahu difermentasi selama 10 hari dengan bahan tambahan EM4 dan air kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan pemberian variasi konsentrasi pupuk dari limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 kali ulangan. Perlakuan dalam penelitian ini berjumlah 5 yaitu pupuk 0% (kontrol), 5%, 10%, 15%, dan 20%. Pengamatan dilakukan terhadap tiga parameter pertumbuhan yaitu diameter batang, tinggi tanaman, dan jumlah helai daun. Analisis data dengan *One-way ANOVA* dan Uji lanjutan Beda Nyata Terkecil (BNT/LSD) pada taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 0,05$ ). Hasil uji *One-way ANOVA* menunjukkan  $F_{hitung}$  diameter batang, tinggi tanaman, dan jumlah helai daun lebih besar dibandingkan  $F_{tabel}$  pada  $\alpha = 5\%$ . Uji BNT menunjukkan pada perlakuan pupuk konsentrasi 5%, 10%, 15% dan 20% menunjukkan perbedaan dibanding perlakuan kontrol.

Kata Kunci : Pupuk, Limbah Cair Tahu, Pertumbuhan, Cabai Rawit

## TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada Surat Keputusan Bersama Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	a	ط	t
ب	b	ظ	z
ت	t	ع	'
ث	s	غ	g
ج	j	ف	f
ح	h	ق	q
خ	kh	ك	k
د	d	ل	l
ذ	ẓ	م	m
ر	r	ن	n
ز	z	و	w
س	s	ه	h
ش	sy	ء	'
ص	s	ي	y
ض	d		

### Bacaan Madd:

ā = a panjang

ī = i panjang

ū = u panjang

### Bacaan Diftong:

أُ = au

أَيُ = a

## KATA PENGANTAR

### *Bismillahirrahmanirrahim*

Puji syukur Alhamdulillah peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam senantiasa terhatur kepada nabi akhiruzzaman, Nabi Muhammad SAW yang telah mengangkat derajat manusia dari zaman jahiliyyah hingga zaman Islamiyyah.

Ucapan terimakasih peneliti sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan bantuan yang sangat berarti bagi peneliti sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, maka pada kesempatan ini dengan kerendahan hati dan rasa hormat yang dalam peneliti haturkan terima kasih kepada:

1. Dr. H. Raharjo, M. Ed., St, selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. Lianah, M. Pd., selaku Kepala Jurusan Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang.
3. Nur Hayati, M.Si dan Kusrinah, M. Si. selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu memberikan bimbingan, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Segenap dosen, pegawai dan seluruh civitas akademika di lingkungan UIN Walisongo Semarang khususnya dosen Jurusan Pendidikan Biologi.
5. Kedua orang tuaku, Bapak Joko Sudarko dan Ibu Dewi Sukaenah yang telah senantiasa memberikan do'a dan motivasi, sehingga saya dapat menyelesaikan kuliah serta skripsi ini dengan lancar.
6. Teman-teman Pendidikan Biologi Angkatan 2011 yang selalu memberi bantuan, motivasi dan semangat dalam menyusun skripsi. (Arlisna, Zahroh, Qo'idah, Ghani, Syaifuddin, Ulin, Nila, Mukti, Lu'luil, Iza, Miftah, Fikri, Ela' dan lain-lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu).

7. Teman sekamar di Kos Marina, Azizah Afni Rizky yang telah menemani selama 3,5 tahun dan selalu memberi motivasi serta semangat.
8. Rekan-rekan HMJ Pendidikan Biologi, asisten praktikum Biologi, Tim PPL SMPI Al Azhar 29 BSB serta Tim KKN Posko 83 Desa Cemoro, yang memberikan kenangan terindah dan motivasi dalam perjuangan penulisan skripsi.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan yang telah dilakukan. Tiada gading yang tak retak, demikian pula dengan skripsi ini tentu memiliki kekurangan. Kekurangan pada skripsi ini karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki peneliti. Kritik dan saran diperlukan untuk menyempurnakan kualitas skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Semarang, 26 November 2015

Peneliti,

**Wakhida Amalia**

NIM: 113811038

## DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN .....	ii
PENGESAHAN .....	iii
NOTA PEMBIMBING .....	iv
ABSTRAK .....	vi
TRANSLITERASI .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR DIAGRAM .....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv

### BAB I : PENDAHULUAN

A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	6

### BAB II : LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teori .....	7
1. Pengertian dan penggolongan pupuk .....	7
2. Limbah pengolahan pabrik tahu.....	9
3. <i>Effective microorganism 4</i> (EM4).....	10
4. Air kelapa dan manfaatnya .....	14
5. Pertumbuhan .....	16
6. Unsur hara nitrogen .....	22
7. Unsur hara fosfor .....	25
8. Unsur hara kalium.....	27
9. Tanaman cabai rawit.....	29
B. Kajian Pustaka .....	35
C. Rumusan Hipotesis .....	42

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

A. Jenis dan Pendekatan .....	43
B. Tempat dan Waktu .....	43
C. Alat dan Bahan .....	44
D. Variabel Penelitian.....	44
E. Rancangan Percobaan .....	45
F. Pelaksanaan Penelitian.....	48
G. Teknik Pengumpulan Data.....	53
H. Teknik Analisis Data.....	55

### **BAB IV : DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA**

A. Deskripsi Data .....	68
B. Analisis Data.....	72
C. Implikasi Pedagogik .....	84
D. Keterbatasan Penelitian.....	85

### **BAB V : PENUTUP**

A. Kesimpulan .....	87
B. Saran .....	87

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

### **RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	:	Perhitungan Koefisien Keragaman (KK)
LAMPIRAN 2	:	Perhitungan Nilai LSD
LAMPIRAN 3	:	Hasil Pengukuran Parameter Pertumbuhan
LAMPIRAN 4	:	Hasil Perhitungan Rerata Data Pengamatan Parameter Pertumbuhan
LAMPIRAN 5	:	Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan
LAMPIRAN 6	:	Hasil Uji Kadar NPK
LAMPIRAN 7	:	Hasil Uji Normalitas Menggunakan Program SPSS
LAMPIRAN 8	:	Hasil Uji Homogenitas dan <i>One-way ANOVA</i> Menggunakan Program SPSS
LAMPIRAN 9	:	Hasil Uji <i>Post Hoc LSD</i> Menggunakan Program SPSS
LAMPIRAN 10	:	Surat Penunjukan Pembimbing
LAMPIRAN 11	:	Surat Bebas Laboratorium
LAMPIRAN 12	:	Piagam KKN
LAMPIRAN 13	:	Piagam OPAK
LAMPIRAN 14	:	Foto Dokumentasi



## DAFTAR TABEL

TABEL 2.1	Kandungan Air Kelapa
TABEL 3.1	Contoh Tabel Pengamatan Diameter Batang Tanaman Cabai Rawit
TABEL 3.2	Contoh Tabel Pengamatan Tinggi Tanaman Cabai Rawit
TABEL 3.3	Contoh Tabel Pengamatan Jumlah Helai Daun Tanaman Cabai Rawit
TABEL 3.4	Contoh Tabel Rerata Diameter Batang Tanaman Cabai Rawit
TABEL 3.5	Contoh Tabel Rerata Tinggi Tanaman Cabai Rawit
TABEL 3.6	Contoh Tabel Rerata Jumlah Helai Daun Tanaman Cabai Rawit
TABEL 4.1	Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan
TABEL 4.2	Hasil Uji Kadar Nitrogen Total, Fosfor, dan Kalium Pupuk Limbah Cair Tahu
TABEL 4.3	Hasil Uji <i>One-way ANOVA</i> Diameter Batang dengan $\alpha = 5\%$
TABEL 4.4	Hasil Uji BNT Diameter Batang
TABEL 4.5	Hasil Uji <i>One-way ANOVA</i> Tinggi Tanaman dengan $\alpha = 5\%$
TABEL 4.6	Hasil Uji BNT Tinggi Tanaman
TABEL 4.7	Hasil Uji <i>One-way ANOVA</i> Jumlah Helai Daun dengan $\alpha = 5\%$
TABEL 4.8	Hasil Uji BNT Jumlah Helai Daun

## **DAFTAR DIAGRAM**

DIAGRAM 4.1 Hasil Penghitungan Diameter Batang

DIAGRAM 4.2 Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman

DIAGRAM 4.3 Hasil Penghitungan Jumlah Helai Daun

## **DAFTAR GAMBAR**

- GAMBAR 2.1 Botol kemasan EM4 untuk pertanian (a) tampak depan (b) komposisi dan kegunaan EM4
- GAMBAR 2.2 Siklus nitrogen di alam
- GAMBAR 2.3 Siklus fosfor di alam
- GAMBAR 2.4 Siklus kalium di alam
- GAMBAR 2.5 Tanaman Cabai Rawit
- GAMBAR 3.1 Bagan alir pembuatan pupuk dari limbah cair tahu
- GAMBAR 4.1 (kiri) Pupuk limbah cair tahu sebelum fermentasi  
(kanan) setelah fermentasi selama 10 hari

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian penduduknya bekerja sebagai petani. Salah satu hasil pertanian yang menjadi komoditas adalah cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). Cabai rawit banyak digunakan oleh masyarakat untuk campuran berbagai masakan. Pemanfaatan cabai rawit terus meningkat setiap tahun sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku cabai rawit.

Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia mencatat bahwa produksi cabai rawit segar dengan tangkai sebanyak 702,25 ribu ton di tahun 2012. Tahun 2011, terjadi kenaikan produksi sebanyak 108,03 ribu ton (18,18 persen). Kenaikan ini disebabkan oleh kenaikan produktivitas sebanyak 0,74 ton per hektar (14,77 persen) dan kenaikan luas panen seluas 3,38 ribu hektar (2,85 persen) dibandingkan tahun 2011.<sup>1</sup>

Usaha menaikkan produktivitas tanaman cabai rawit dilakukan dengan cara pemberian pupuk. Pupuk merupakan salah satu faktor produksi yang penting bagi pertanian. Keberadaan pupuk secara tepat baik jumlah, jenis, mutu, harga, tempat, dan

---

<sup>1</sup><http://www.bps.go.id/webbeta/frontend/index.php/brs/168> diakses pada tanggal 05 Maret 2015 pukul 09:20 WIB

waktu akan menentukan kuantitas dan kualitas produk pertanian yang dihasilkan. Pupuk juga dapat menyumbangkan 20% terhadap keberhasilan peningkatan produksi sektor pertanian. Sektor pertanian saat ini masih banyak menggunakan pupuk anorganik buatan (pupuk kimia).<sup>2</sup>

Harga pupuk anorganik masih tinggi dan sulit dijangkau petani. Tingginya harga pupuk tersebut menyebabkan biaya pengeluaran juga menjadi tinggi. Biaya pengeluaran yang terlalu tinggi berdampak pada harga jual cabai rawit. Hal ini menyebabkan rendahnya keuntungan petani karena berkurangnya daya beli masyarakat.

Penggunaan pupuk anorganik dicanangkan pada masa Orde Baru setelah dibangunnya pabrik pupuk Sriwijaya pada tahun 1959 di Palembang. Tujuan pencanangan penggunaan pupuk anorganik adalah pembangunan pada sektor pertanian.<sup>3</sup> Penggunaan pupuk anorganik dapat meningkatkan kualitas tanaman karena adanya penambahan unsur hara seperti nitrogen, kalium dan fosfat. Peningkatan penggunaan pupuk anorganik buatan mengakibatkan berbagai masalah lingkungan. Pemberian pupuk anorganik berlebih secara terus menerus berdampak pada

---

<sup>2</sup>Nugroho Waskito, "*Kondisi dan Permasalahan Pupuk Nasional di Indonesia*", dalam <https://www.academia.edu/4697895/> Kondisi\_dan\_Permasalahan\_Pupuk\_Nasional\_di\_Indonesia diakses pada tanggal 05 Maret 2015 pukul 10:17 WIB

<sup>3</sup>Mul Mulyani Sutedjo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2002), hlm. 13

kerusakan fisik, kimia, dan biologi tanah.<sup>4</sup> Penggunaan pupuk anorganik berlebih akan mengganggu keseimbangan jumlah zat hara dalam tanah yang berakibat pada metabolisme tumbuhan. Tumbuhan akan mengalami berbagai macam penyakit akibat dari kelebihan maupun kekurangan zat hara tertentu. Dampak lain penggunaan pupuk anorganik berlebih adalah berkurangnya populasi mikroorganisme tanah yang menguntungkan. Akibatnya, tanah menjadi kurang subur karena berkurangnya mikroorganisme pengurai.

Berbagai permasalahan lingkungan akibat penggunaan pupuk anorganik berlebih serta mahalnya pupuk anorganik menyebabkan petani beralih menggunakan pupuk organik. Pupuk organik telah digunakan sejak lama bahkan sebelum munculnya pupuk anorganik. Sebelum abad ke-20 para petani di Indonesia menggunakan pupuk kandang untuk sistem pertaniannya. Pupuk kandang merupakan salah satu pupuk organik karena berasal dari kotoran hewan.<sup>5</sup> Pupuk organik dapat berbentuk padat maupun cair. Pupuk organik dihasilkan dari sisa organisme maupun limbah produksi pabrik.<sup>6</sup> Salah satu limbah produksi pabrik yang dapat dimanfaatkan adalah limbah cair pengolahan tahu.

---

<sup>4</sup> Yuseffa Amilia, *“Penggunaan Pupuk Organik Cair untuk Mengurangi Dosis Penggunaan Pupuk Anorganik Pada Padi Sawah (Oryza sativa L.)”*, Skripsi, (Bogor: ITB, 2011), hlm. 1

<sup>5</sup> Mul Mulyani Sutedjo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, hlm. 12

<sup>6</sup> Panji Nugroho, *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair*, (Yogyakarta: Pustaka Baru Press), hlm. 1

Pabrik pengolahan tahu menghasilkan limbah dalam bentuk padat (kering dan basah) dan cair. Limbah padat kering umumnya berupa kotoran yang tercampur dengan kedelai. Kotoran tersebut berupa kerikil, kedelai yang rusak, kulit dan batang kedelai, serta kulit ari kedelai yang berasal dari pengupasan kering. Limbah padat basah dari proses pembuatan tahu berupa ampas yang masih mengandung gizi. Ampas tahu ini tidak berbau, tetapi setelah kurang lebih 12 jam akan menimbulkan bau tidak sedap yang dapat mengganggu masyarakat sekitar pabrik.<sup>7</sup>

Pembuangan limbah cair pengolahan tahu secara langsung berdampak pada lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia, dan biologi. Salah satu contoh perubahannya adalah meningkatnya nilai COD (*Chemical Oxygen Demand*). Nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh bahan-bahan organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses biologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air terkandung dalam limbah cair. Berkurangnya oksigen terlarut dalam air dapat mengganggu aktivitas hewan maupun tumbuhan di sekitar.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Yuliadi Asmoro dkk., “Pemanfaatan Limbah Tahu untuk Peningkatan Hasil Tanaman Petsai (*Brassica chinensis*)”, *Jurnal Bioteknologi*, (Volume 5 Edisi 2, 2008), hlm. 52

<sup>8</sup> Mahmud Hasan, “Biogas: Potensi dari Limbah Cair Industri Tahu”, *Makalah*

Allah SWT dalam Al Qur'an Surat Al A'raaf ayat 56 memerintahkan manusia untuk menjaga alam dan tidak merusaknya.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ حَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ

اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi sesudah (Allah) memperbaikinya, dan berdo'alah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.”<sup>9</sup>

Suatu solusi dibutuhkan untuk mengurangi dampak dari berbagai permasalahan yang disebabkan dari penggunaan pupuk anorganik dan pembuangan limbah cair tahu tanpa pengolahan. Latar belakang permasalahan yang telah dijelaskan di atas mendorong penulis untuk melakukan penelitian dengan judul **“PERBANDINGAN PEMBERIAN VARIASI KONSENTRASI PUPUK DARI LIMBAH CAIR TAHU TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)”**

---

<sup>9</sup>Tim Lajnah Pentashih Mushaf Al Qur'an Departemen Agama Republik Indonesia, *Al Qur'an dan Terjemahnya Al-Jumanatul 'Ali*, (Bandung : CV. Penerbit Jumanatul 'Ali-Art, 2005), hlm. 158



## **B. Rumusan Masalah**

Bagaimana pengaruh pemberian variasi konsentrasi pupuk dari limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.)?

## **C. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian variasi konsentrasi pupuk organik dari limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.).

### **2. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini antara lain :

- a. Memanfaatkan limbah cair tahu sehingga tidak mencemari lingkungan,
- b. Memanfaatkan limbah cair tahu menjadi alternatif pupuk organik, dan,
- c. Mengetahui pengaruh pemberian variasi konsentrasi pupuk organik dari limbah cair tahu terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.).

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Deskripsi Teori**

##### **1. Pengertian dan penggolongan pupuk**

Pupuk adalah zat hara yang ditambahkan pada tumbuhan agar berkembang dan meningkatkan potensi produksi dengan baik. Pupuk dapat dibuat dari bahan organik maupun non-organik (sintetis). Penggolongan pupuk didasarkan berbagai sifat maupun asalnya. Penggolongan pupuk antara lain :

##### **a. Berdasarkan pembuatannya :**

- 1) Pupuk alam, yaitu pupuk yang terdapat di alam atau dibuat dengan bahan alam tanpa proses yang berarti. Misalnya, pupuk kompos dan pupuk kandang.
- 2) Pupuk buatan, yaitu pupuk yang dibuat oleh pabrik. Misalnya, TSP, urea, rustika, NPK, dan nitroposka. Pupuk ini dibuat oleh pabrik dengan mengubah sumber daya alam melalui proses fisika ataupun kimia.<sup>1</sup>

##### **b. Berdasarkan senyawanya :**

- 1) Pupuk organik yaitu pupuk yang berupa senyawa organik seperti sisa tumbuhan, hewan, dan bahan alam lainnya. Misalnya, pupuk kandang, dan kompos.

---

<sup>1</sup> Mul Mulyani Sutedjo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2002), hlm. 91

- 2) Pupuk anorganik atau mineral, yaitu pupuk dari senyawa yang didapatkan bukan dari makhluk hidup seperti bahan tambang. Hampir semua pupuk buatan tergolong pupuk anorganik.<sup>2</sup>
- c. Berdasarkan bentuknya :
- 1) Pupuk padat, yaitu pupuk yang umumnya mempunyai kelarutan beragam mulai yang mudah larut dalam air sampai yang sukar larut air.
  - 2) Pupuk cair, yaitu pupuk berupa cairan yang cara penggunaannya dilarutkan terlebih dahulu dengan air.
- d. Berdasarkan cara penggunaannya :
- 1) Pupuk daun, yaitu pupuk yang cara pemupukannya dilarutkan terlebih dahulu dalam air, kemudian disemprotkan pada permukaan daun.
  - 2) Pupuk akar atau pupuk tanah, yaitu pupuk yang diberikan kedalam tanah di sekitar akar agar diserap oleh akar tanaman.<sup>3</sup>
- e. Berdasarkan reaksi fisiologisnya :
- 1) Pupuk yang mempunyai reaksi fisiologis asam, yaitu pupuk yang menyebabkan tanah menjadi asam (pH menjadi lebih rendah). Misalnya pupuk ZA dan urea.

---

<sup>2</sup>T. Sarpian, *Bertanam Cabai Rawit dalam Polybag*, (Jakarta: Penebar Swadaya, 2001), hlm. 36-37

<sup>3</sup>Syaiful Rahman, *Meraup Untung Bertanam Cabai Rawit dengan Polybag*, hlm, 56

- 2) Pupuk yang mempunyai reaksi fisiologis basa, yaitu pupuk yang menyebabkan pH tanah cenderung naik. Misalnya, pupuk *chili saltpeter* dan kalsium sianida.<sup>4</sup>

f. Berdasarkan macam hara tanaman :

- 1) Pupuk makro, yaitu pupuk yang mengandung hara makro saja, misalnya NPK, nitroposka, dan gandsalin.
- 2) Pupuk mikro, yaitu pupuk yang hanya mengandung hara mikro saja, misalnya mikrovet, mikroplek, dan metalik.
- 3) Campuran makro dan mikro, misalnya pupuk gandsalin, bayfolan, dan rustika. Dalam penggunaannya, kedua jenis pupuk ini sering dicampur dan ditambahkan dengan zat pengatur tumbuh (hormon tumbuh).

## 2. Limbah Pengolahan Pabrik Tahu

Limbah industri tahu pada umumnya dibagi menjadi dua bentuk, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu. Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai. Limbah padat yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu yang terbentuk

---

<sup>4</sup>Mul Mulyani Sutedjo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, hlm. 91

besarannya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan.

Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan dan pencetakan tahu. Limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih (*whey*). Cairan ini mengandung kadar protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menimbulkan bau tidak sedap dan mencemari lingkungan.<sup>5</sup>

### 3. *Effective Microorganism 4* (EM4)

*Effective Microorganism 4* (EM4) adalah salah satu hasil teknologi *Effective Microorganism Procedure* (EMP). Teknologi EMP adalah suatu teknologi aplikasi inokulan mikroorganisme dalam proses produksi pertanian.<sup>6</sup> EM4 adalah suatu kultur campuran mikroba yang berfungsi sebagai alat pengendali biologis dalam menekan atau mengendalikan hama dan penyakit dengan cara memasukkan mikroorganisme bermanfaat ke dalam lingkungan hidup tanaman. Hama dan

---

<sup>5</sup>FibriaKaswinarni, "Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu (Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali)", *Tesis*, (Semarang : Universitas Diponegoro, 2007), hlm. 15-16

<sup>6</sup>Wahyudi, *Meningkatkan Hasil Panen Sayuran dengan Teknologi EMP*, (Jakarta : AgroMedia Pustaka, 2011), hlm. 5

penyakit dapat dihambat pertumbuhannya atau dikendalikan dalam proses alami melalui peningkatan kegiatan kompetitif dan antagonistik antar mikroorganisme.

EM4 mengandung mikroorganisme utama yaitu bakteri pelarut fosfat, *Lactobacillus sp.*, Ragi (yeast), *Actinomyces* dan bakteri fotosintetik.<sup>7</sup>

a. Bakteri pelarut fosfat

Bakteri pelarut fosfat adalah bakteri yang berperan dalam pelarutan fosfat. Bakteri pelarut fosfat merupakan suatu dekomposer yang memakan senyawa karbon sederhana seperti sisa tanaman yang telah mati. Bakteri pelarut fosfat umumnya hidup di sekitar perakaran tanaman. Contoh bakteri pelarut fosfat antara lain *Bacillus firmus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Mycobacterium*.<sup>8</sup>

Mekanisme pelarutan fosfat oleh bakteri diawali dengan ekskresi sejumlah asam berbobot rendah seperti oksalat, suksinat, tartrat, laktat, sitrat, asetat dan propinat. Meningkatnya asam menyebabkan penurunan pH. Perubahan pH berperan penting dalam peningkatan

---

<sup>7</sup> G.N. Wididana, *Teknologi Em (Effective Microorganisms) Demensi Baru Dalam Pertanian Modern*, dalam <http://em4-indonesia.com/teknologi-em-effective-microorganisms-demensi-baru-dalam-pertanian-modern/>, diakses pada tanggal 20 Juni 2015 pukul 09:10 WIB

<sup>8</sup> Rohani Cinta Badia Ginting dkk, *7. Mikroorganisme Pelarut Fosfat*, hlm.142

kelarutan fosfat. Asam-asam tersebut akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , atau  $\text{Mg}^{2+}$ . Reaksi antar asam dan bahan pengikat fosfat akan membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat dan selanjutnya diserap tanaman.<sup>9</sup>

b. *Lactobacillus sp.*

*Lactobacillus sp.* adalah bakteri yang memproduksi asam laktat sebagai hasil penguraian gula dan karbohidrat lain.<sup>10</sup> Asam laktat merupakan bahan sterilisasi yang kuat yang dapat menekan mikroorganisme berbahaya dan dapat menguraikan bahan organik dengan cepat. Asam laktat merupakan bahan yang dapat bereaksi dengan bahan pelarut fosfat.

c. Ragi (*yeast*)

Ragi adalah mikroorganisme yang biasa digunakan untuk fermentasi. Ragi yang biasa digunakan adalah ragi untuk tempe, roti, tape, oncom, dan minuman keras. Secara fisiologis, ragi tersebut memiliki persamaan yaitu menghasilkan enzim yang dapat mengubah substrat menjadi bahan lain dan mendapatkan energi dari proses tersebut.<sup>11</sup>

---

<sup>9</sup> Rohani Cinta Badia Ginting dkk, 7. *Mikroorganisme Pelarut Fosfat*, hlm.144

<sup>10</sup> D. Dwijoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, (Jakarta : Djambatan, 1994), hlm.85

<sup>11</sup> D. Dwijoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, hlm.78

Ragi memproduksi substansi yang berguna bagi tanaman dengan cara fermentasi. Substansi bioaktif yang dihasilkan oleh ragi berguna untuk pertumbuhan sel dan pembelahan akar. Ragi juga berperan dalam perkembangan atau pembelahan mikroorganisme menguntungkan lain seperti *Actinomycetes* dan bakteri asam laktat.<sup>12</sup>

d. *Actinomycetes*

*Actinomycetes* merupakan suatu mikroorganisme yang struktur tubuhnya merupakan antara bakteri dan jamur. *Actinomycetes* memiliki bentuk tubuh menyerupai fungi karena pada fase vegetatifnya mempunyai filamen halus.<sup>13</sup>

*Actinomycetes* berkembang biak dengan fragmentasi filamen yang terkadang membentuk koloni tebal seperti bakteri. *Actinomycetes* akan berkembang jika ada bahan organik yang mengalami dekomposisi.<sup>14</sup>

e. Bakteri fotosintetik

Bakteri fotosintetik adalah bakteri yang mempunyai kemampuan untuk memperoleh energi dengan bantuan cahaya. Bakteri fotosintetik termasuk dalam golongan

---

<sup>12</sup> Desy Rukiyati, *Pembuatan EM4*, dalam <http://desyrukiyati.blogspot.com/2013/06/tugas-individu-pembuatan-em4.html> diakses pada tanggal 20 Juni 2015 pukul 09:23 WIB

<sup>13</sup> Hieronymus Yulipriyanto, *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*, (Yogyakarta : Graha Ilmu, 2010), hlm. 102

<sup>14</sup> N. S. Subba Rao, *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan* (terj. Herawati Susilo), (Jakarta : UI-Press, 1994), hlm. 39



bakteri autotrof, dapat hidup dari zat-zat anorganik. Bakteri fotosintetik dapat menghasilkan senyawa yang bermanfaat dari zat-zat anorganik yang diperoleh. Bakteri autotrof dapat memenuhi kebutuhan nitrogen dari ion-ion  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  atau dari gas nitrogen bebas. Hasil metabolismenya dapat digunakan oleh tanaman sebagai sumber nitrat ( $\text{NO}_3$ ).<sup>15</sup>



Gambar 2.1 Botol kemasan EM4 untuk pertanian (a) tampak depan (b) komposisi dan kegunaan EM4 (dok. Pribadi)

#### 4. Air Kelapa dan Manfaatnya

Air kelapa diketahui memiliki zat-zat yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. Air kelapa mengandung zat pengatur tumbuh yaitu auksin. Auksin adalah hormon tumbuhan yang ditemukan pada ujung batang, akar, dan bunga. Auksin berfungsi sebagai pengatur pembesaran sel dan memicu

<sup>15</sup> D. Dwijoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, hlm.71

pemanjangan sel di daerah belakang meristem ujung. Auksin membantu proses pertumbuhan vegetatif. Auksin sering digunakan untuk merangsang pertumbuhan akar.

Air kelapa juga mengandung sitokinin yang berfungsi dalam hal pembelahan sel dan diferensiasi mitosis. Sitokinin dibutuhkan pada proses *cytokinesis* (proses pembelahan sel) pada berbagai organ tanaman. Sitokinin bersama dengan auksin mempunyai peranan penting untuk mendorong terjadinya pembelahan sel dan diferensiasi jaringan tertentu dalam pembentukan tunas pucuk dan pertumbuhan akar.<sup>16</sup>

Air kelapa berpotensi menjadi sumber karbon karena karbohidrat di dalamnya terdiri dari gula yang hampir dari setengah bagian adalah sukrosa dan sisanya adalah glukosa, fruktosa dan manitol. Air kelapa mengandung banyak potasium (kalium) dan mineral. Air kelapa juga mengandung gula antara 1,7 sampai 2,6 % dan protein 0,07- 0,55%.<sup>17</sup>

---

<sup>16</sup> Dhila Fadlilatul Fajriyah, *Air Kelapa*, dalam <http://ndukdhila.blogspot.co.id/2013/03/air-kelapa.html> diakses pada tanggal 21 Oktober 2015 pukul 16:17 WIB

<sup>17</sup> Josa Surya, *Manfaat Air Kelapa dan Kegunaannya* dalam <http://gibernol.blogspot.co.id/2009/08/manfaat-air-kelapa-dan-kegunaannya.html> di akses pada tanggal 21 Oktober 2015 pukul 15:21 WIB

Tabel 2.1 Kandungan Air Kelapa<sup>18</sup>

Kandungan Air Kelapa	mg.L <sup>-1</sup>
Asam Nikotinic	0.64
Asam Pantotenik	0.52
Biotin	0.02
Riboflavin	0.01
Asam Folik	0.003
Thiamin	Sedikit
Pyridoxin	Sedikit
Auksin	0.07
Giberelin	*
1,3-Dipenilurea	5.8
Sorbitol	15
M-inositol	0.01
Scyllo-inositol	0.05
Kandungan Air Kelapa	mg.100g <sup>-1</sup>
Potassium/Kalium	312
Klor	183
Sodium	105
Fosfor	37
Magnesium	30
Sulfur	24
Tembaga	0.1
Copper	0.04

## 5. Pertumbuhan

Pertumbuhan dalam arti sempit berarti pembelahan sel (peningkatan jumlah) dan pembesaran sel (peningkatan ukuran). Kedua proses ini merupakan proses yang tidak dapat berbalik

---

<sup>18</sup> Dhila Fadlilatul Fajriyah, *Air Kelapa*, dalam <http://ndukdhila.blogspot.co.id/2013/03/air-kelapa.html> diakses pada tanggal 21 Oktober 2015 pukul 16:17 WIB

(irreversible).<sup>19</sup> Pertumbuhan tanaman sering didefinisikan sebagai pertambahan ukuran, berat dan jumlah sel.

Selama pertumbuhan tanaman akan membentuk berbagai macam organ. Organ tanaman dibedakan menjadi organ vegetatif dan organ generatif. Akar, batang dan daun tergolong dalam organ vegetatif. Bunga, buah dan biji termasuk dalam organ generatif. Organ-organ vegetatif akan terbentuk lebih awal dibandingkan organ-organ generatif. Fase saat tanaman membentuk organ vegetatif disebut fase vegetatif.

Fase ini ditandai dengan mulai berkembangnya organ vegetatif pada tanaman antara lain tunas, daun dan batang.<sup>20</sup> Pertumbuhan vegetatif ditandai dengan berbagai aktivitas pembentukan dan pembesaran daun, pembentukan meristem apikal atau lateral dan pertumbuhannya menjadi cabang-cabang, dan ekspansi sistem perakaran tanaman.<sup>21</sup>

Pertumbuhan tidak berlangsung secara seragam pada semua bagian tanaman. Pertumbuhan terjadi terutama pada bagian yang disebut jaringan meristem. Jaringan meristem terdiri dari sel-sel yang dihasilkan dari proses pembelahan sel. Pembelahan bersamaan dengan pembesaran sel akan menghasilkan pertambahan pada ukuran tanaman.

---

<sup>19</sup> Franklin P. Gardner dkk., *Fisiologi Tanaman Budidaya* (terj. Herawati Susilo), (Jakarta : UI-Press, 1991), hlm. 247-248.

<sup>20</sup> Franklin P. Gardner dkk., *Fisiologi Tanaman Budidaya*, hlm. 355

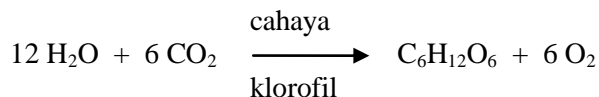
<sup>21</sup> Benyamin Lakitan, *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*, (Jakarta : PT. RajaGrafindo Persada, 1996), hlm. 43

Jaringan meristem dapat ditemukan pada bagian ujung akar dan batang serta kambium vaskuler. Pada tanaman monokotil, jaringan meristem juga dijumpai pada bagian pangkal dari setiap ruas batang.<sup>22</sup>

Pertumbuhan pada tanaman dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Faktor eksternalnya antara lain :

a. Cahaya

Cahaya merupakan energi dasar untuk proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses metabolisme dalam tanaman untuk membentuk karbohidrat dari karbondioksida dan air. Karbohidrat merupakan zat yang diperlukan oleh tubuh tanaman dalam proses metabolisme. Proses fotosintesis juga menghasilkan ATP yang dapat digunakan dalam sintesis makromolekul dalam sel. Reaksi umum fotosintesis sebagai berikut :<sup>23</sup>



b. Air

Air adalah salah satu faktor yang dibutuhkan oleh tanaman selama fase hidupnya. Proses perkecambahan biji diawali dari penyerapan air yang disebut imbibisi. Air

---

<sup>22</sup> Benyamin Lakitan, *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*, hlm. 6

<sup>23</sup> Hasan Basri Jumin, *Ekologi Tanaman : Suatu Pendekatan Fisiologis*, (Jakarta : Rajawali, 1992), hlm. 62

berfungsi sebagai aktivator enzim-enzim yang terdapat pada biji sehingga mempercepat perkecambahan. Air juga diperlukan saat proses fotosintesis.

Kebutuhan air pada tanaman dipenuhi melalui penyerapan oleh akar dalam tanah. Jumlah air yang diserap akar bergantung pada kadar air dalam tanah. Kekurangan air akan berdampak dalam pertumbuhan vegetatif tanaman. Hal ini berhubungan dengan berkurangnya tekanan turgor pada sel tanaman.<sup>24</sup>

Fungsi air bagi tanaman adalah :

- 1) Air adalah penyusun protoplasma, terutama pada jaringan meristematik.
- 2) Air adalah pelarut dalam proses fotosintesis dan proses hidrolitik, misalnya hidrolisis amilum menjadi glukosa.
- 3) Menstabilkan tekanan turgor sel
- 4) Mengatur suhu dalam tanaman
- 5) Air merupakan media transport garam dan mineral dalam sel tanaman.

c. pH tanah

Pembagian pH tanah dapat digolongkan menjadi :

pH 4 – 5,5 : sangat asam

pH 5,5 – 6 : asam

pH 6,0 – 7,0 : agak asam

---

<sup>24</sup> Hasan Basri Jumin, *Ekologi Tanaman : Suatu Pendekatan Fisiologis*, hlm. 104-105

pH 7,0 : netral  
pH 7,0 – 8,5 : basa  
pH 8,5 – 9,0 : sangat basa<sup>25</sup>

Reaksi pH tanah perlu diketahui karena setiap tanaman memerlukan lingkungan dengan pH tertentu. pH juga berpengaruh pada ketersediaan unsur. Kelarutan unsur Al dan Fe dipengaruhi oleh pH tanah. Pada pH asam, kelarutan Al dan Fe tinggi. Dampaknya adalah tanaman tumbuh tidak normal karena pH tidak sesuai. Hal ini diperparah dengan adanya kelebihan Al dan Fe yang akan menyebabkan keracunan serta membatasi pertumbuhan akar.<sup>26</sup>

Tingkat keasaman tanah dapat ditingkatkan dengan cara pemberian kapur. Cara pemberian kapur yaitu dengan mencampurkannya dengan tanah pada lapisan yang diolah. Pengapuran dengan cara ini memiliki reaksi yang lebih cepat dibandingkan dengan cara disebar pada permukaan tanah. pH tanah yang cenderung basa dapat diturunkan dengan pemberian pupuk yang memiliki reaksi fisiologis seperti pupuk ZA.<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> Afandie Rosmarkam dan Nasih Widya Yuwono, *Ilmu Kesuburan Tanah*, (Yogyakarta : Kanisius, 2002), hlm. 179

<sup>26</sup> Mul Mulyani Sutedjo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, hlm. 33

<sup>27</sup> Afandie Rosmarkam dan Nasih Widya Yuwono, *Ilmu Kesuburan Tanah*, hlm. 182

Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman berhubungan dengan faktor genetik tiap tanaman. Faktor tersebut antara lain laju fotosintetik, ketahanan terhadap perubahan lingkungan, pembagian hasil asimilasi, klorofil, tipe dan letak meristem, kapasitas penyimpanan cadangan makanan, aktivitas enzim, dan diferensiasi.<sup>28</sup>

Siklus hidup tanaman dibagi ke dalam fase pertumbuhan. Fase-fase pertumbuhan tanaman dibedakan menjadi tiga yaitu, fase logaritmik, fase linier dan fase asimptotik (fase *senescence*). Fase logaritmik ditandai dengan penambahan berat dan ukuran tanaman yang berlangsung lambat pada awalnya kemudian berlangsung semakin cepat. Laju pertumbuhan sama dengan ukuran tanaman saat pengukuran. Semakin besar ukuran tanaman semakin cepat laju pertumbuhannya.

Fase linier ditandai dengan laju pertumbuhan yang konstan. Laju pertumbuhan tanaman tidak berubah walaupun ukuran dan berat tanaman semakin membesar. Laju pertumbuhan pada fase linier umumnya mencapai nilai maksimum. Pada pertumbuhan tanaman, fase logaritmik dan linier terjadi selama pertumbuhan vegetatif. Fase asimptotik (fase *senescence*) ditandai dengan laju pertumbuhan tanaman semakin menurun. Pertambahan berat maupun ukuran tanaman semakin lambat.

---

<sup>28</sup> Franklin P. Gardner dkk., *Fisiologi Tanaman Budidaya*, hlm. 249



Fase-fase pertumbuhan suatu tanaman dapat disajikan dalam bentuk kurva yang disebut kurva sigmoid. Setiap spesies memiliki kurva yang berbeda. Ada spesies yang mempunyai fase linier yang panjang, tetapi adapula yang fase liniernya sangat pendek.<sup>29</sup>

Ukuran tanaman sebagai indikator pertumbuhan dapat dilihat secara dua dimensi (misalnya dengan mengukur tinggi tanaman), dua dimensi (misalnya dengan mengukur total luas permukaan daun), dan tiga dimensi (misalnya mengukur volume akar).<sup>30</sup>

## 6. Unsur Hara Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman. Nitrogen sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan organ vegetatif tanaman seperti daun, batang dan akar. Sumber utama nitrogen berasal dari udara. Cadangan nitrogen sekitar 78% di udara. Nitrogen tidak digunakan tanaman secara langsung. Nitrogen harus diubah menjadi bentuk senyawa yaitu nitrat.<sup>31</sup>

Pengubahan nitrogen bebas menjadi senyawa yang dapat digunakan tanaman disebut siklus nitrogen. Siklus nitrogen adalah transfer nitrogen dari atmosfer ke dalam tanah. Nitrogen

---

<sup>29</sup> Benyamin Lakitan, *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*, hlm. 9-11

<sup>30</sup> Benyamin Lakitan, *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*, hlm. 1

<sup>31</sup> D. Dwijoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, hlm.183

dibawa ke dalam tanah oleh air hujan dan membentuk senyawa nitrat. Proses pembentukan nitrat tersebut disebut *nitrifikasi*. Nitrifikasi dilakukan pada kondisi lingkungan aerob karena terjadi oksidasi amoniak menjadi nitrit, dan nitrit menjadi nitrat. Nitrifikasi dilakukan oleh bakteri yang dapat mengikat nitrogen. Proses nitrifikasi berlangsung dalam dua tahap yaitu :

- a. Mengubah amoniak menjadi nitrit oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus*
- b. Mengubah nitrit menjadi nitrat oleh bakteri *Nitrobacter*.<sup>32</sup>

Nitrat yang terbentuk diserap oleh akar tanaman. Ketersediaan unsur nitrogen dalam tanah akan menghasilkan banyak protein dalam tubuh tanaman. Nitrogen yang diserap akan mempercepat proses sintesis karbohidrat yang diubah menjadi protein dan protoplasma.<sup>33</sup>

Fiksasi nitrogen secara biologis dapat pula dilakukan oleh kelompok mikroorganisme simbiotik seperti bakteri dari genus *Rhizobium*. Bakteri *Rhizobium* bersimbiosis dengan tanaman polong-polongan untuk memfiksasi nitrogen dari udara bebas. Simbiosis antara bakteri *Rhizobium* dengan akar tanaman polong-polongan akan membentuk bintil akar. Mikroorganisme

---

<sup>32</sup> D. Dwijoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, hlm.183-184

<sup>33</sup> Mul Mulyani Sutedjo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, hlm. 23-24

yang dapat memfiksasi nitrogen antara lain *Azotobacter*, *Clostridium* dan alga biru.<sup>34</sup>

Sumber nitrogen dapat berasal dari proses dekomposisi tanaman dan hewan yang mati. Nitrogen yang dihasilkan dari proses dekomposisi berupa amoniak. Proses pembentukan amoniak disebut *amonifikasi*. Amoniak digunakan langsung dalam proses nitrifikasi oleh mikroorganisme dan sebagian lain kembali ke atmosfer.

Peristiwa yang terjadi pada lingkungan dengan kondisi anaerob adalah *denitrifikasi*. Denitrifikasi adalah proses reduksi nitrat menjadi nitrit dan berakhir menjadi amoniak. Gas amoniak ini akan kembali ke atmosfer.<sup>35</sup> Peristiwa denitrifikasi dapat mengurangi kesuburan tanah karena berkurangnya kadar nitrogen yang digunakan oleh tanaman. Contoh bakteri yang berperan dalam proses denitrifikasi adalah *Thiobacillus denitrificans*.<sup>36</sup>

Fungsi nitrogen bagi tanaman adalah sebagai berikut :

- a. Meningkatkan pertumbuhan tanaman
- b. Meningkatkan pertumbuhan daun. Kekurangan nitrogen akan menyebabkan khlorosis (daun muda akan berwarna kuning)

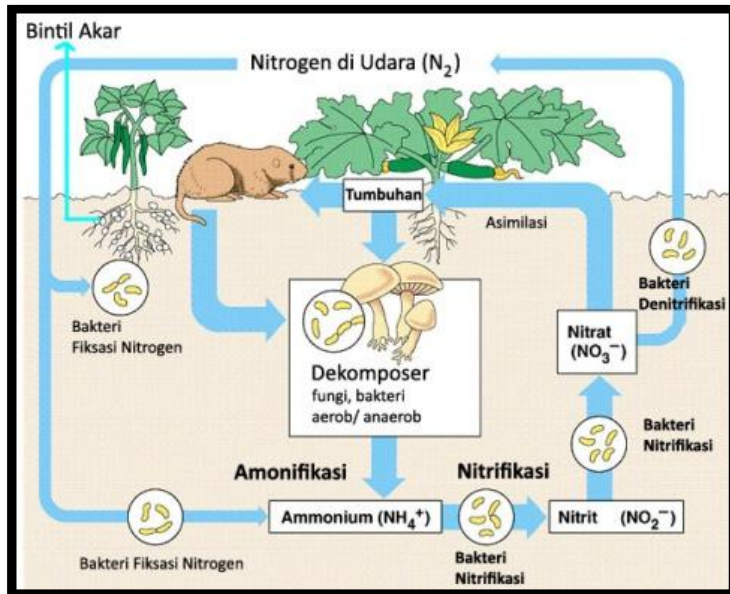
---

<sup>34</sup> Hasan Basri Jumin, *Ekologi Tanaman : Suatu Pendekatan Fisiologis*, hlm. 24-25

<sup>35</sup> D. Dwijoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, hlm.185

<sup>36</sup> D. Dwijoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, hlm. 83

c. Meningkatkan kadar protein pada tanaman



Gambar 2.2 Siklus nitrogen di alam<sup>37</sup>

## 7. Unsur Hara Fosfor

Fosfor terdapat pada setiap tanaman. Fosfor berfungsi sebagai penyusun protoplasma sel dan sangat dibutuhkan dalam proses fotosintesis yaitu pembentukan ATP pada fotofosforilasi

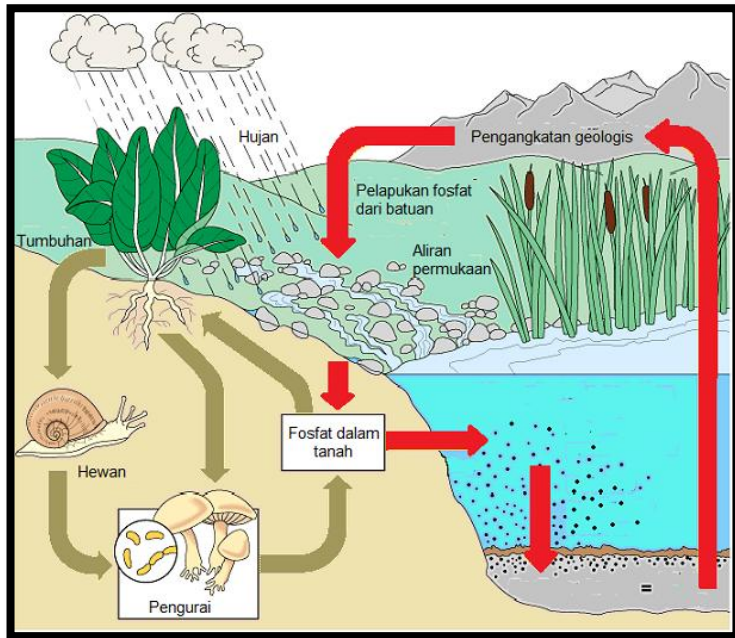
<sup>37</sup> Redha Al Anshary, *Nitrogen, Fosfor dan Kalium* dalam <http://el-anshary212.blogspot.co.id/2014/04/Nitrogen-fosfor-dan-kalium.html> diakses pada tanggal 03 November 2015 pukul 10:17 WIB

dan fosforilasioksidatif. Fosfor diabsorpsi oleh tanaman dalam bentuk ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Fosfor juga diserap tanaman dalam bentuk pirofosfat dan metafosfat, serta dalam bentuk fosfor organik. Sumber utama fosfor berasal dari batuan fosfat.<sup>38</sup> Fungsi fosfor bagi tanaman adalah sebagai berikut :

- a. Mempercepat pertumbuhan akar semai
- b. Mempercepat dan memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa
- c. Mempercepat pembungaan dan pemasakan buah
- d. Meningkatkan produksi biji-bijian.

---

<sup>38</sup> Hasan Basri Jumin, Ekologi Tanaman : *Suatu Pendekatan Fisiologis*, hlm. 20



Gambar 2.3 Siklus fosfor<sup>39</sup>

## 8. Unsur Hara Kalium

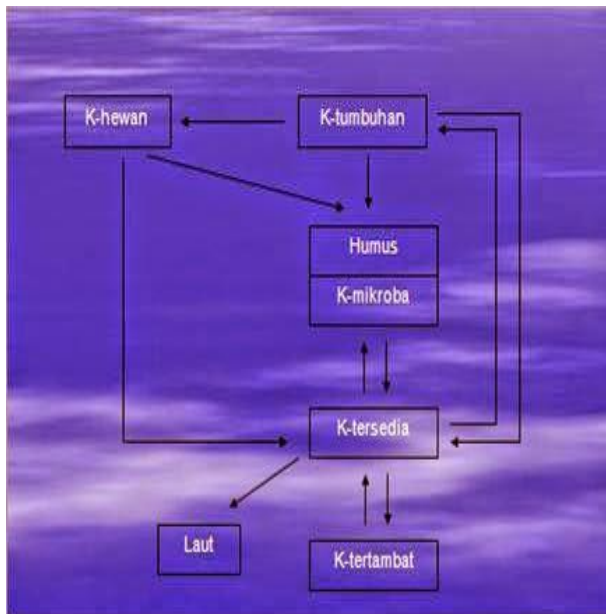
Kalium bukan unsur langsung pembentukan bahan organik. Kalium berperan untuk membantu berbagai proses metabolisme. Fungsi kalium bagi tanaman antara lain :

- Membantu proses pembentukan protein dan karbohidrat
- Mengeraskan jerami dan bagian kayu dari tanaman
- Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit

<sup>39</sup> Redha Al Anshary, *Nitrogen, Fosfor dan Kalium* dalam <http://el-anshary212.blogspot.co.id/2014/04/Nitrogen-fosfor-dan-kalium.html> diakses pada tanggal 03 November 2015 pukul 10:17 WIB

d. Meningkatkan kualitas biji dan buah

Kalium diserap dalam bentuk ion  $K^+$ . Kalium berfungsi dalam keadaan ion dalam melaksanakan turgor yang disebabkan oleh tekanan osmotis. Ion kalium mempunyai fungsi psikologis pada asimilasi zat arang. Kekurangan kalium menyebabkan asimilasi akan terhenti. Proses fotosintesis, sintesa protein, dan translokasi juga akan terganggu.<sup>40</sup>



Gambar 2.3 Siklus Kalium<sup>41</sup>

<sup>40</sup> Mul Mulyani Suttedjo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, hlm. 27

<sup>41</sup> Redha Al Anshary, *Nitrogen, Fosfor dan Kalium* dalam <http://el-anshary212.blogspot.co.id/2014/04/Nitrogen-fosfor-dan-kalium.html> diakses pada tanggal 03 November 2015 pukul 10:17 WIB

9. Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)



Gambar 2.4 Tanaman cabai rawit<sup>42</sup>

a. Klasifikasi tanaman cabai rawit adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Division	: Tracheophyta
Sub Division	: Spermatopythina
Class	: Magnoliopsida
Super Order	: Asteranae
Order	: Solanales
Family	: Solanaceae
Genus	: <i>Capsicum</i>
Species	: <i>Capsicum frutescens</i> <sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> John. K. Francis, "*Capsicum frutescens* L.", dalam [www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Capsicum%20frutescens.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Capsicum%20frutescens.pdf) diakses pada tanggal 23 Maret 2015 pukul 09:18 WIB

<sup>43</sup> [www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSNsearch\\_value=527045](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSNsearch_value=527045) diakses pada tanggal 28 Maret 2015 pukul 10.11 WIB



b. Karakter morfologi

Tanaman cabai rawit merupakan tanaman berumur panjang dengan banyak cabang yang tingginya antara 0,5-1,5 m. Tanaman cabai rawit merupakan tanaman terna atau semak.

1) Batang

Batang tanaman cabai rawit memiliki struktur yang keras dan berkayu, berwarna hijau gelap, berbentuk bulat, halus dan bercabang banyak. Batang utama tumbuh tegak dan kuat. Batang muda lunak dan berwarna hijau muda.

Percabangan terbentuk setelah batang tanaman mencapai ketinggian berkisar antara 30-45 cm. Cabang tanaman beruas-ruas Setiap ruas ditumbuhi daun dan tunas yang akan berkembang menjadi cabang.

2) Daun

Daun tersebar, seringkali 2-3 daun yang tidak sama besar bergerombol. Bentuk daunnya bulat telur memanjang atau bujur telur dengan bangun lanset. Pangkal daunnya runcing dengan ujung menyempit.<sup>44</sup>

Daunnya merupakan daun tunggal dengan kedudukan agak mendatar, memiliki tulang daun menyirip dan tangkai tunggal yang melekat pada batang

---

<sup>44</sup>Gembong Tjitrosoepomo, *Taksonomi Tumbuhan Obat-Obatan*, (Yogyakarta : Gadjah Mada University Press, 2002), hlm. 339

atau cabang. Jumlah daun cukup banyak sehingga tanaman tampak rimbun.

### 3) Bunga

Bunga terdapat di ketiak daun. Kelopak bunga berbentuk bangun lonceng. Mahkota bunga berbentuk bintang berwarna hijau keputih-putihan. Kepala sari berwarna ungu.<sup>45</sup> Bunga cabai rawit termasuk bunga yang melakukan penyerbukan sendiri (*self pollinated crop*).

### 4) Buah

Buah cabai rawit akan terbentuk setelah terjadi penyerbukan. Buah cabai rawit berbentuk buni, bangun bulat telur memanjang dan berdiri tegak pada tangkainya.<sup>46</sup> Ukuran buah bervariasi, menurut jenisnya cabai rawit yang kecil-kecil memiliki ukuran panjang antara 2-2,5 cm dan lebar 5 mm. Cabai rawit yang agak besar memiliki ukuran yang mencapai 3,5 cm dan lebar mencapai 12 mm.

Warna buah cabai rawit bervariasi buah muda berwarna hijau muda sedangkan buah yang telah matang berwarna merah jingga (merah agak kuning).

---

<sup>45</sup>Gembong Tjitrosoepomo, *Taksonomi Tumbuhan Obat-Obatan*, hlm. 339

<sup>46</sup>Gembong Tjitrosoepomo, *Taksonomi Tumbuhan Obat-Obatan*, hlm. 339

#### 5) Biji

Biji cabai rawit berwarna putih kekuningan-kuningan, berbentuk bulat pipih, tersusun berkelompok (bergerombol). Ukuran biji cabai rawit lebih kecil dibandingkan dengan biji cabai besar. Biji-biji ini dapat digunakan dalam perbanyakan tanaman (perkembangbiakan).

#### 6) Akar

Sistem perakaran cabai rawit adalah berupa akar tunggang. Perakaran tanaman cabai rawit tidak dalam sehingga hanya dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada tanah yang gembur, mudah menyerap air serta subur.

#### c. Syarat tumbuh

Tanaman cabai rawit secara umum dapat tumbuh di daerah dengan curah hujan dan panas yang cukup. Ketersediaan air diperlukan sejak awal pertumbuhan sampai masa pembentukan bunga dan buah. Kekurangan air pada masa pertumbuhan vegetatif berakibat pada kelambatan pertumbuhan. Kelebihan air pada masa pembungaan dan pembuahan akan menyebabkan pembusukan pada bunga maupun buah. Tanaman cabai rawit dapat tumbuh di hampir setiap jenis tanah. Waktu tanam cabai yang tepat dapat berbeda menurut lokasi dan tipe lahan.

*“Red pepper grows on soils of all textures in a wide range of fertilities. Moist, well-drained conditions and loose structure is best for rapid growth. Soil pH’s of 4.3 to 9.7 are tolerated.”*<sup>47</sup> Cabai rawit tumbuh di atas semua permukaan tanah subur yang luas. Tanah basah dengan drainase yang baik serta struktur tanah yang longgar adalah kondisi yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman cabai rawit. Tanaman cabai rawit dapat tumbuh pada pH tanah antara 4,3 sampai 9,7. Pemilihan waktu tanam yang tepat bertujuan agar saat penanaman cabai ketersediaan air dapat dikendalikan.<sup>48</sup>

d. Penanaman cabai rawit

Proses penanaman cabai rawit diawali dengan pengolahan lahan dan persiapan benih. Pengolahan lahan sebelum penanaman bertujuan untuk menggemburkan tanah, memperbaiki aerasi dan drainase tanah, serta mengendalikan gulma.<sup>49</sup>

Persiapan benih atau pembenihan merupakan salah satu hal yang penting sebelum penanaman karena akan menentukan hasil penanaman. Benih yang telah disiapkan

---

<sup>47</sup>John. K. Francis, *“Capsicum frutescens L.”*, dalam [www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Capsicum%20frutescens.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Capsicum%20frutescens.pdf) diakses pada tanggal 23 Maret 2015 pukul 09:18 WIB

<sup>48</sup> Adhi Santika, *Agribisnis Cabai*, (Jakarta : Penerbit Swadaya, 1995), hlm. 56

<sup>49</sup> Adhi Santika, *Agribisnis Cabai*, hlm. 57

kemudian disemai. Persemaian dilakukan dengan cara menabur biji di atas media persemaian. Media persemaian terdiri atas campuran tanah dan sekam yang diletakkan pada kotak kayu atau plastik. Selama penyemaian dilakukan penyemprotan air untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman cabai rawit.<sup>50</sup>

Proses selanjutnya adalah pemindahan bibit ke dalam media tanam. Pemindahan bibit dilakukan jika tanaman telah memiliki minimal sepasang daun. Kemudian dilakukan pemeliharaan mulai dari penyiraman, pemberian pupuk, hingga pengendalian gulma.

Cabai rawit termasuk kategori tanaman yang tidak tahan kekeringan dan juga tidak tahan dalam genangan air.<sup>51</sup> Penyiraman tanaman diperlukan untuk menghindari kekeringan. Penyiraman dapat dilakukan dua kali sehari pada pagi dan siang hari. Penyiraman dapat pula dilakukan kembali jika tanah terlalu kering.

Pemberian pupuk dilakukan sesuai kebutuhan. Pemberian pupuk yang berimbang kandungan unsur hara dapat memperbaiki proses pertumbuhan dan perkembangan

---

<sup>50</sup>Syaiful Rahman, *Meraup Untung Bertanam Cabai Rawit dengan Polybag*, hlm, 46

<sup>51</sup> Adhi Santika, *Agribisnis Cabai*, hlm. 58

tanaman cabai rawit. Pemberian pupuk juga dapat meningkatkan hasil panen cabai.<sup>52</sup>

## **B. Kajian Pustaka**

1. Penelitian yang dilakukan oleh Yuliadi Asmoro, Suranto, dan D. Sutoyo yang berjudul *Pemanfaatan Limbah Tahu untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Petsai (Brassica chinensis)* tahun 2008. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah tahu terhadap pertumbuhan petsai, serta konsentrasi terbaik untuk pertumbuhan tanaman tersebut. Dua jenis limbah tahu yang digunakan adalah limbah padat dan cair. Konsentrasi masing-masing limbah yang diujikan antara lain 10%, 20%, dan 30%. Ketiga konsentrasi masing-masing limbah tersebut diujikan pada 20 pot tanaman petsai (*Brassica chinensis*). Tanaman petsai tanpa perlakuan digunakan sebagai pembanding atau kontrol.

Limbah tahu tersebut dijadikan kompos selama 1-2 minggu. Tahap ini diikuti dengan penyemaian biji tanaman petsai menjadi bibit siap tanam. Tahap selanjutnya ialah memindahkan bibit siap tanam ke dalam pot yang sudah berisi tanah dan limbah tahu yang telah menjadi kompos. Penyiangkan dan penyiraman dilakukan secara teratur hingga tanaman petsai siap panen yaitu 40 hari setelah tanam.

---

<sup>52</sup> Adhi Santika, *Agribisnis Cabai*, hlm. 58

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan nitrogen (N) limbah tahu padat lebih tinggi yaitu rata-rata 1,24% dibandingkan dengan limbah tahu cair, yaitu rata-rata 0,27%. Kandungan protein limbah tahu padat juga lebih tinggi yaitu rata-rata 7,72% dibandingkan dengan limbah tahu cair yaitu rata-rata 1,68%. Pemberian limbah tahu dengan konsentrasi 20% menunjukkan peningkatan berat basah tanaman petsai hingga tiga kali lipat.<sup>53</sup>

Persamaan penelitian yang dilakukan Yuliadi Asmoro dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perbedaan penelitian yang telah dilakukan Yuliadi Asmoro dan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah dalam hal variabel penelitian dan teknik analisis data. Penelitian yang akan dilakukan menggunakan variabel independen berupa pupuk dari limbah cair tahu dan variabel dependen tanaman cabai rawit. Pupuk yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan Yuliadi Asmoro pupuk limbah cair dan padat tahu yang dikomposkan dan diaplikasikan pada Tanaman Petsai. Teknik analisis data yang akan digunakan adalah One-way ANOVA dengan uji lanjutan Beda Nyata Terkecil (BNT).

---

<sup>53</sup>Yuliadi Asmoro dkk., “Pemanfaatan Limbah Tahu untuk Peningkatan Hasil Tanaman Petsai (*Brassica chinensis*)”, *Jurnal Bioteknologi*, (Vol. 5, No. 5, November/2008) hlm. 51-55

2. Penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa jurusan Teknik Lingkungan Nur Rahmah Fithriyah (3307 100 074) yang berjudul *Studi Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pupuk Cair Tanam (Studi Kasus Pabrik Tahu Kenjeran)*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah cair tahu sebagai pupuk cair tanaman serta konsentrasi yang sesuai untuk tanaman.

Limbah tahu yang digunakan diuji kandungan unsur makro nitrogen, fosfor, dan kaliumnya. Limbah tersebut diaplikasikan untuk digunakan menjadi pupuk cair pada beberapa tanaman antara lain melon (*Cucumis melo*), cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dan kangkung (*Ipomoea reptans*). Limbah tahu yang digunakan ditambah dengan NaOH untuk menaikkan pH. Hal ini dimaksudkan untuk menyesuaikan standar pH pupuk cair. pH awal limbah tahu yaitu asam dengan rentang antara 4-5.

Konsentrasi limbah tahu yang diujikan adalah 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Pemberian pupuk dilakukan sebanyak dua sampai tiga kali pada setiap tanaman. Penyiraman pada tanaman melon (*Cucumis melo*) dilakukan sebanyak tiga kali yaitu hari ke-1, ke-14, dan ke-30. Tanaman kangkung (*Ipomoea reptans*) dan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada hari ke-1 dan ke-14.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa besar kandungan unsur hara N, P, K dan pH yang terdapat dalam limbah cair



tahu adalah N sebesar 164,9 ppm, P sebesar 15,66 ppm, K sebesar 625 ppm dan pH sebesar 3,9. Kandungan tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal oleh Kangkung pada konsentrasi 100% (penyiraman 2 kali), Melon pada konsentrasi 50% (penyiraman 3 kali) dan cabai pada konsentrasi 50% (penyiraman 1 kali).

Berdasarkan T-Test yang membandingkan tiap dua tanaman dengan konsentrasi berbeda serta uji ANOVA, variasi konsentrasi limbah tahu mempengaruhi pertumbuhan tanaman uji. Konsentrasi terbaik untuk kangkung adalah konsentrasi 100% dan melon 50% dengan satu kali penyiraman limbah. Perlakuan pada tanaman cabai, konsentrasi terbaik yaitu konsentrasi 50% dan penyiraman limbah sebanyak hanya satu kali.<sup>54</sup>

Persamaan penelitian yang telah dilakukan oleh Nur rahmah Fithriyah dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah bahan dasar pupuk yaitu limbah cair tahu. Perbedaan penelitian Nur Rahmah Fithriyah dengan penelitian yang akan diteliti adalah proses pembuatan pupuk dan tanaman yang akan diberi pupuk. Limbah cair tahu yang akan dijadikan pupuk oleh Nur Rahmah Fithriyah tidak difermentasi terlebih dahulu. Limbah cair tahu dinaikkan pH nya dengan NaOH dan

---

<sup>54</sup>Nur Rahmah Fithriyah, “Studi Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pupuk Cair Tanam (Studi Kasus Pabrik Tahu Kenjeran)”, *Skripsi*, (Surabaya : ITS)

diaplikasikan pada tanaman melon, kangkung dan cabai rawit. Pupuk yang akan digunakan dalam penelitian difermentasi selama 10 hari dengan menggunakan EM4. Pupuk yang telah difermentasi diaplikasikan pada tanaman cabai rawit saja.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Hani Handajani mahasiswa Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan – Perikanan Universitas Muhammadiyah Malang dengan judul *Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Alternatif pada Kultur Mikroalga Spirullina sp.*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi limbah cair tahu yang optimal bagi pertumbuhan populasi *Spirullina*. Metode penelitian ini dirancang dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang diulang tiga kali, dengan lima level perlakuan konsentrasi limbah cair tahu (0, 31, 62, 93 dan 124 mg/l). Variabel utama yang diamati adalah laju pertumbuhan sesaat dan prosentase kenaikan populasi *Spirullina*.

Pengaruh perlakuan konsentrasi limbah cair tahu terhadap pertumbuhan populasi *Spirullina* diketahui dengan menggunakan ANOVA (uji F dengan taraf kepercayaan 95%). Apabila nilai F berbeda nyata maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil, untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas (perlakuan) dan variabel tergantung (hasil).

Kandungan fosfat pada perlakuan B paling rendah (Tabel 3) yaitu sebesar 2,098 ppm jika dibandingkan perlakuan A, C, D dan E yang masing-masing adalah 2,741 ppm; 3,047 ppm;

3,618 ppm dan 11,391 ppm. Kecilnya kandungan fosfat pada perlakuan B disebabkan kepadatan *Spirullina sp.* pada media tersebut, sehingga pemanfaatan fosfat juga tinggi. Berbeda dengan perlakuan A, C, D dan E yang justru kandungannya semakin tinggi, seiring dengan semakin meningkatnya dosis limbah cair tahu yang diberikan, kecuali perlakuan A, di mana kandungan fosfat disebabkan murni dari penguraian *Spirullina sp.* yang mati. Semakin tinggi dosis limbah cair tahu yang diberikan maka tingkat kekeruhan juga semakin tinggi, sehingga fosfat semakin tidak dimanfaatkan.

Kandungan nitrat media kultur pada akhir penelitian juga menunjukkan nilai yang berbeda setiap perlakuannya. Perlakuan B mempunyai kandungan nitrat paling tinggi yaitu sebesar 21,040 ppm. Besarnya kandungan nitrat pada perlakuan B dikarenakan kepadatan *Spirullina sp.* yang tinggi, sehingga pada saat akhir penelitian, *Spirullina sp.* mengalami kematian kemudian terurai menjadi nitrat. Perlakuan C, D, dan E mempunyai kandungan nitrat yang semakin tinggi seiring dengan meningkatnya dosis limbah cair tahu yang diberikan selain dipengaruhi juga oleh kematian *Spirullina sp.*

Penelitian terhadap nilai pertumbuhan relatif populasi *Spirullina sp.* menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap perlakuan. Perlakuan A (dosis limbah cair tahu 0 mg/l) memberikan laju pertumbuhan relatif sebesar 0,0084; B (dosis 31 mg/l) sebesar 0,3669; C (dosis 64 mg/l) 0,3659; D (dosis 93

ml/l) sebesar 0,2711 dan E (dosis 124 mg/l) sebesar 0,15021. Uji BNT membuktikan bahwa perlakuan B adalah yang terbaik dengan pertumbuhan relatif sebesar 0,3669, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan C yang mempunyai laju pertumbuhan relatif sebesar 0,3659. Sementara untuk perlakuan D, E, dan A masing-masing sebesar 0,2711; 0,1502 dan 0,0084, cenderung lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan B dan C.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian limbah cair tahu dengan dosis berbeda ternyata memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp. Dosis pemberian limbah cair tahu yang terbaik untuk laju pertumbuhan relatif populasi *Spirulina* sp adalah 31 mg/l yaitu pada perlakuan B.<sup>55</sup>

Persamaan penelitian yang dilakukan oleh Hani Handajani dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap, teknik analisis data menggunakan ANOVA dan uji lanjutan Beda Nyata Terkecil, serta penggunaan limbah cair tahu. Perbedaan penelitian yang dilakukan oleh Hani Handajani dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah pada objek penelitian. Penelitian yang telah dilakukan Hani

---

<sup>55</sup>Hani Handajani, “Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Alternatif pada Kultur Mikroalga *Spirulina* sp.”, *Jurnal Protein* (Vol. 13 No. 02, 2006), hlm. 188-195

Handajani limbah cair tahu diaplikasikan pada Mikroalga *Spirullina sp.* sedangkan peneliti akan mengaplikasikan pada tanaman Cabai Rawit. Parameter yang digunakan oleh Hani Handajani adalah laju pertumbuhan relatif populasi *Spirullina sp.* sedangkan peneliti akan mengamati tiga parameter pertumbuhan yaitu diameter batang, tinggi tanaman, dan jumlah helai daun tanaman cabai rawit.

### **C. Rumusan Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah “Pemberian variasi konsentrasi pupuk dari limbah cair tahu berpengaruh pada pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.)”

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis dan Pendekatan**

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Metode eksperimen didefinisikan sebagai metode yang dijalankan dengan menggunakan suatu perlakuan (*treatment*) tertentu pada sekelompok orang atau objek penelitian.<sup>1</sup>

#### **B. Tempat dan Waktu**

Penelitian dilakukan di Desa Cendono, Kecamatan Dawe, Kabupaten Kudus. Lokasi penelitian adalah pekarangan rumah. Penelitian dilakukan selama 2 bulan yaitu mulai bulan Agustus sampai Oktober. Pelaksanaan penelitian dimulai dari persiapan alat dan bahan, pembuatan pupuk dari limbah cair tahu, pengujian kadar Nitrogen total,  $P_2O_5$ , dan  $K_2O$  pupuk di Balai Pengkajian dan Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah, penyemaian biji, pembibitan, penanaman, penyiraman, pemberian pupuk, pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit dan pengukuran parameter lingkungan.

---

<sup>1</sup>DeniDarmawan, *Metode Penelitian Kuantitatif*, (Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset, 2013), hlm. 239

### C. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu ember plastik, botol plastik, sekop/cangkul, label, penggaris, benang, alat tulis, 1 buah *tray*/nampan, 5 buah *sprayer* berukuran 100 ml, 1 buah *sprayer* berukuran 1 liter, polibag berdiameter 20cm x 20cm sebanyak 20 buah, *Soil tester*, *Lux meter*, kamera ponsel dan kamera digital. Sedangkan bahan yang dibutuhkan antara lain, 1000 ml air limbah tahu, 500 ml air kelapa, dan 30 ml EM4.<sup>2</sup>

### D. Variabel Penelitian

Variabel merupakan gejala yang menjadi fokus penelitian untuk diamati. Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi yang selanjutnya dapat ditarik suatu kesimpulan.<sup>3</sup> Pada penelitian ini terdiri dari dua variabel, yaitu:

#### 1. Variabel Independen

Variabel independen sering disebut sebagai variabel bebas atau merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel

---

<sup>2</sup>Tim Badan Ketahanan Pangan dan Pelaksana Penyuluhan Malang, *Membuat Pupuk dan Pestisida Organik dari Limbah Tahu*, [bkp3.malangkab.go.id/berita-25.html](http://bkp3.malangkab.go.id/berita-25.html) diakses pada tanggal 18 Februari 2015 pukul 09.30 WIB

<sup>3</sup>Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*, (Bandung: Alfabeta 2009), hlm. 38

*dependen*.<sup>4</sup> Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pupuk dari limbah cair tahu.

## 2. Variabel Dependen

Variabel dependen sering disebut variabel terikat. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas.<sup>5</sup> Variabel terikat dalam penelitian ini adalah parameter pertumbuhan yang terdiri atas diameter batang, tinggi tanaman, dan jumlah helai daun.

## E. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan acak lengkap merupakan salah satu rancangan bergalat tunggal. Unit-unit percobaan dalam RAL dibatasi oleh ruang-ruang pengamatan sehingga tidak akan terjadi interaksi antara sesama unit. Percobaan menggunakan RAL dilakukan pada kondisi yang terkendali. Kondisi tersebut menyebabkan setiap perlakuan pada setiap ulangan mempunyai peluang yang sama besar untuk menempati pot percobaan.<sup>6</sup>

Pelaksanaan rancangan acak lengkap dilaksanakan dengan beberapa langkah sebagai berikut :

---

<sup>4</sup>Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan ...* , hlm. 61

<sup>5</sup>Sugiyono, *Metode Penelitian ...* , hlm. 102.

<sup>6</sup>Kemas Ali Hanafiah, *Rancangan Percobaan (Teori dan Aplikasi) Edisi Ketiga*, (Jakarta : PT. RajaGrafindo Persada, 2011), hlm. 34



1. Menentukan jumlah perlakuan. Perlakuan yang akan digunakan sebanyak 5 yaitu :

T1 = konsentrasi pupuk limbah cair tahu 0% (perlakuan kontrol)

T2 = konsentrasi pupuk limbah cair tahu 5%

T3 = konsentrasi pupuk limbah cair tahu 10%

T4 = konsentrasi pupuk limbah cair tahu 15%

T5 = konsentrasi pupuk limbah cair tahu 20%

Konsentrasi pupuk cair yang direkomendasikan oleh Badan Ketahanan Pangan dan Pelaksana Penyuluhan (BKP3) Kabupaten Malang yaitu 10%. Penggunaan pupuk limbah cair tahu yaitu dengan melarutkan 1 liter pupuk dengan 10 liter air.<sup>7</sup> Perlakuan diambil dari variasi konsentrasi pupuk limbah cair tahu dengan mengambil interval 5 di setiap perlakuan.

2. Menentukan jumlah pengulangan yaitu sebanyak 4 kali. Semakin banyak pengulangan, maka data yang diperoleh akan semakin valid. Memperbanyak ulangan perlakuan dapat memperkecil koefisien keragaman (KK) sehingga meningkatkan derajat kejitian atau keandalan hasil percobaan.<sup>8</sup>
3. Menentukan lokasi percobaan yaitu di Desa Cendono, Kecamatan Dawe, Kabupaten Kudus.

---

<sup>7</sup>Tim Badan Ketahanan Pangan dan Pelaksana Penyuluhan Malang, *Membuat Pupuk dan Pestisida Organik dari Limbah Tahu*, dalam [bkp3.malangkab.go.id/berita-25.html](http://bkp3.malangkab.go.id/berita-25.html) diakses pada tanggal 18 Februari 2015 pukul 09.30 WIB

<sup>8</sup>Kemas Ali Hanafiah, *Rancangan ...* , hlm. 40

4. Membuat rancangan denah percobaan untuk menentukan lokasi tiap unit percobaan (sampel). Denah percobaan dirancang berdasarkan jumlah unit percobaan. Sedangkan jumlah unit percobaan ditentukan dari hasil kali perlakuan dan ulangan.<sup>9</sup> Rancangan denah tersebut berisi hasil pengacakan sampel. Pengacakan sampel dilakukan secara manual.

Rancangan denahnya sebagai berikut :

<b>T1U<sub>1</sub></b>	<b>T5U<sub>2</sub></b>	<b>T3U<sub>3</sub></b>	<b>T4U<sub>4</sub></b>
<b>T2U<sub>1</sub></b>	<b>T4U<sub>2</sub></b>	<b>T2U<sub>3</sub></b>	<b>T5U<sub>4</sub></b>
<b>T3U<sub>1</sub></b>	<b>T2U<sub>2</sub></b>	<b>T1U<sub>3</sub></b>	<b>T3U<sub>4</sub></b>
<b>T4U<sub>1</sub></b>	<b>T3U<sub>2</sub></b>	<b>T5U<sub>3</sub></b>	<b>T2U<sub>4</sub></b>
<b>T5U<sub>1</sub></b>	<b>T1U<sub>2</sub></b>	<b>T4U<sub>3</sub></b>	<b>T1U<sub>4</sub></b>

---

<sup>9</sup>Kemas Ali Hanafiah, *Rancangan Percobaan ...*, hlm. 35

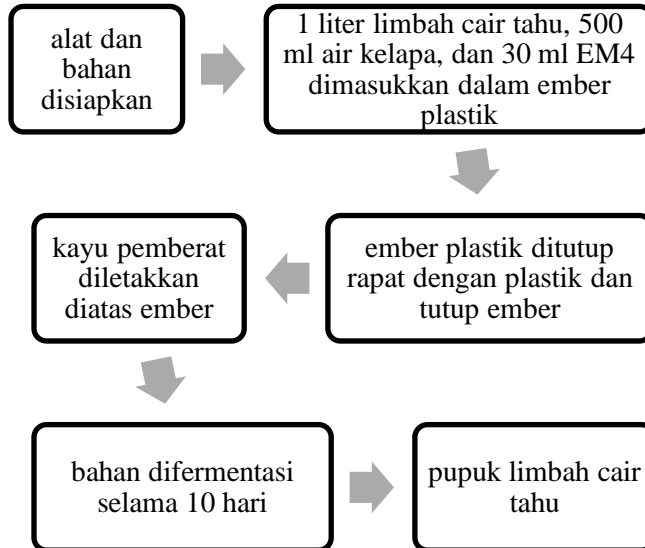
Keterangan :

- Huruf T : Menunjukkan Perlakuan  
Angka : Menunjukkan Perlakuan ke-  
Huruf U : Menunjukkan Ulangan  
Angka Indeks : Menunjukkan Ulangan ke-

## F. Pelaksanaan Penelitian

### 1. Pembuatan pupuk organik cair dari limbah

Pertama, memasukkan air limbah tahu pada ember plastik dan menambahkan air kelapa serta EM4. Selanjutnya, ember plastik ditutup rapat dan disimpan selama 10 hari. Pupuk yang telah jadi berwarna kuning kecoklatan. Selanjutnya, pupuk disimpan dalam botol plastik.



Gambar 3.1 Bagan alir pembuatan pupuk dari limbah cair tahu

2. Pengujian kadar nitrogen total, fosfor dan kalium pada pupuk limbah cair tahu

Pengujian dilakukan di Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Pengujian total nitrogen menggunakan metode kjeldahl. Metode kjeldahl merupakan metode yang digunakan untuk menentukan konsentrasi nitrogen pada substansi organik dan anorganik. Metode kjeldahl dapat dilakukan dengan tiga tahap, antara lain :

a. Destruksi.

Tahap ini sampel akan diuraikan dengan menggunakan asam sulfat panas. Pada tahap ini, unsur karbon dan hidrogen teroksidasi menjadi CO, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O. Nitrogen pada sampel akan diubah menjadi amonium hidrogen sulfat (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

b. Destilasi.

Tahap ini berfungsi untuk mendapatkan gas amoniak (NH<sub>3</sub>). Proses destilasi dilakukan dengan cara memasukkan hasil destruksi ke dalam destilator. Proses ini dilakukan dengan penambahan natrium hidroksida (NaOH) secara perlahan. Reaksi antar amonium hidrogen sulfat dengan NaOH akan menghasilkan gas amoniak (NH<sub>3</sub>). Gas amoniak yang terbentuk dikondensasi, sehingga menjadi cair dan ditampung ke dalam gelas kimia yang telah berisi asam borat.

c. Titrasi.

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui jumlah amoniak dalam larutan. Jumlah nitrogen dapat dihitung dari jumlah ion amonia dalam larutan tersebut.<sup>10</sup>

Pengujian kadar fosfor dan kalium menggunakan metode spektrofotometri.

3. Pengukuran parameter lingkungan

Parameter lingkungan yang diukur dalam penelitian ini antara lain :

- a. Intensitas cahaya, diukur dengan menggunakan *Lux meter*.
- b. pH tanah, diukur dengan menggunakan *Soil tester*.

4. Persiapan benih

Biji tanaman cabai yang digunakan telah teruji kualitasnya yang didapatkan dari toko pertanian. Kriteria biji yang digunakan adalah biji yang bentuknya sempurna dan tidak cacat.

5. Persemaian

Media tumbuh dari campuran tanah dan arang sekam dengan perbandingan 1:1 lalu dimasukkan ke dalam *tray*. Biji cabai yang telah dipilih, ditanam pada media dan diusahakan agar biji tidak menumpuk dengan menggunakan semai baris yaitu ditaburkan pada baris-baris persemaian yang telah diolah, lalu ditutup dengan tanah tipis. Persemaian disimpan pada suhu

---

<sup>10</sup> Mujiatul Makiyah, “Analisis Kadar N, P, dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (*Thitonia diversivolia*)”, *Skripsi*, (Semarang : UNNES, 2013), hlm.23-24

kamar dengan menjaga kelembaban. Penyiraman air pada pagi dan sore hari. Setelah 4-7 hari dalam persemaian, tumbuh benih yang mengeluarkan radikula atau calon akar siap ditanam.

#### 6. Penanaman

Bibit cabai umur 10-14 hari (biasanya telah tumbuh sepasang daun) sudah dapat dipindahkan ke polibag penanaman. Bibit cabai dipilih yang baik yaitu pertumbuhannya segar, warna daun hijau, tidak cacat atau terkena hama penyakit. Tempat penanaman bibit cabai rawit berupa polibag. Media tanam berupa campuran tanah dan arang sekam dengan perbandingan 1:1 dimasukkan ke dalam polibag.

Tanah di sekitar akar tanaman ditekan-tekan agar sedikit padat dan bibit berdiri tegak. Bibit ditanam tepat di bagian tengah. Bibit diletakkan di tempat yang tersinari matahari dan disirami secukupnya untuk menjaga kelembabannya.

#### 7. Penyiraman

Penyiraman dilakukan secukupnya untuk menjaga kelembaban. Penyiraman dilakukan setiap hari pada pagi hari dan sore hari. Jika tanah terlalu kering penyiraman dapat dilakukan kembali.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Shinta Wardani dkk, “Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Varietas Bhaskara di PT. Petrokimia Gresik”, *Jurnal Sains dan Seni Pomits* (Vol. 2 No.1, 2014), hlm. 1-2

## 8. Pemupukan

Pemupukan dilakukan pada tanaman yang diberi perlakuan pupuk. Tanaman yang menjadi kontrol tidak diberi pupuk. Pupuk yang digunakan adalah pupuk dari limbah cair tahu. Pupuk diencerkan dengan air sebelum diaplikasikan. Pengenceran pupuk dibagi menjadi 4, yaitu :

a. Pupuk konsentrasi pupuk 5%.

50 ml pupuk limbah tahu diencerkan dengan air sumur hingga mencapai volume 1000 ml (1 liter). Kemudian dihomogenkan dan dimasukkan ke dalam botol plastik.

b. Pupuk konsentrasi pupuk 10%.

100 ml pupuk limbah cair tahu diencerkan dengan air sumur hingga mencapai volume 1000 ml (1 liter). Kemudian dihomogenkan dan dimasukkan ke dalam botol plastik.

c. Pupuk konsentrasi pupuk 15 %.

150 ml pupuk limbah tahu diencerkan dengan air sumur hingga mencapai volume 1000 ml (1 liter). Kemudian dihomogenkan dan dimasukkan ke dalam botol plastik.

d. Pupuk konsentrasi pupuk 20%.

200 ml pupuk limbah tahu diencerkan dengan air sumur hingga mencapai volume 1000 ml (1 liter). Kemudian dihomogenkan dan dimasukkan ke dalam botol plastik.

Pemberian pupuk dengan cara disemprot pada tanah menggunakan *sprayer*. Pemberian pupuk dilakukan 1 minggu setelah semaian cabai dipindah ke polibag sebanyak 100 ml.

Pemberian pupuk selanjutnya setiap 1 minggu sekali selama 4 minggu. Pembatasan pemberian pupuk sampai 4 minggu dikarenakan penelitian dilakukan hanya pada fase pertumbuhan vegetatif tanaman.

## **G. Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi atau pengamatan. Sugiyono mengutip dari Sutrisno Hadi (1986) mengemukakan bahwa observasi merupakan suatu proses kompleks yang tersusun dari berbagai proses biologis.<sup>12</sup>

Langkah-langkah pengumpulan data antara lain sebagai berikut :

- a. Sampel diamati pertumbuhannya.
- b. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah daun, diameter batang dan tinggi tanaman.
  - 1) Jumlah helai daun dihitung saat pengamatan setiap satu minggu sekali.<sup>13</sup>
  - 2) Diameter batang dihitung dari keliling batang. Sebelumnya, keliling batang diukur dengan menggunakan benang. Keliling batang yang telah diukur digunakan untuk menghitung diameter dengan menggunakan rumus diameter lingkaran.

---

<sup>12</sup>Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan ...* , hlm. 203

<sup>13</sup>Nurul Istiqomah, “*Uji Penambahan Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Tanah Yang Dibudidayakan Pada Lahan Rawa Lebak*”, *Jurnal Media Sains* (Vol. 7 No. 2, 2014), hlm. 187



Rumus diameter lingkaran adalah :

$$d = \frac{K}{\pi}$$

Keterangan :

d = diameter (cm)

K = Keliling (cm)

$\pi = 3,14$

Pengukuran diameter batang dilakukan setiap satu minggu sekali.

- 3) Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan menggunakan penggaris. Pengukuran dimulai dari pangkal batang yang sudah ditandai sebelumnya ( $\pm 1$  cm di atas media) hingga titik tumbuh pucuk apikal. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali dari awal penanaman hingga minggu terakhir pengamatan.<sup>14</sup> Contoh tabel hasil pengamatan disajikan dalam tabel 3.1 berikut,

Tabel 3.1 Hasil Pengamatan Diameter Batang Tanaman Cabai Rawit

Perlakuan	Diameter batang (cm)				Rerata
	1 <sup>*</sup>	2 <sup>**</sup>	3 <sup>***</sup>	4 <sup>****</sup>	
T1U <sub>1</sub>					
T2U <sub>1</sub>					
T3U <sub>1</sub>					
T4U <sub>1</sub>					
T5U <sub>1</sub>					
T1U <sub>2</sub>					

---

<sup>14</sup> Shinta Wardani dkk, “Pengaruh Aplikasi Pupuk ...”, hlm. 2

T2U <sub>2</sub>					
T3U <sub>2</sub>					
T4U <sub>2</sub>					
T5U <sub>2</sub>					
T1U <sub>3</sub>					
T2U <sub>3</sub>					
T3U <sub>3</sub>					
T4U <sub>3</sub>					
T5U <sub>3</sub>					
T1U <sub>4</sub>					
T2U <sub>4</sub>					
T3U <sub>4</sub>					
T4U <sub>4</sub>					
T5U <sub>4</sub>					

Keterangan :

- \* : Pengamatan dilakukan pada hari ke-29 setelah penyemaian
- \*\* : Pengamatan dilakukan pada hari ke-36 setelah penyemaian
- \*\*\* : Pengamatan dilakukan pada hari ke-43 setelah penyemaian
- \*\*\*\* : Pengamatan dilakukan pada hari ke-50 setelah penyemaian

## H. Teknik Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap. Dalam RAL, data percobaan diabstraksikan melalui :

$$\begin{aligned}
 Y_{ij} &= \mu_i + \varepsilon_{ij} = \text{nilai tengah perlakuan} + \text{pengaruh acak} \\
 &= \mu + (\mu_i - \mu) + \varepsilon_{ij} \\
 &= \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

- i = 1,2...n (perlakuan)
- j = 1,2...n (ulangan)
- Y<sub>ij</sub> = nilai pengamatan pada baris ke-i, kolom ke-j yang mendapat perlakuan ke-t.

- $\mu$  = nilai tengah/ rerata populasi (*population mean*)  
 $\tau_i$  = pengaruh aditif (koefisien regresi parsial) dari perlakuan ke-i  
 $\varepsilon_{ij}$  = galat percobaan dari perlakuan ke-i pada pengamatan ke-j.<sup>15</sup>

Data percobaan dapat dimasukkan dalam tabel abstraksi RAL sebelum dianalisis. Contoh tabel abstraksi RAL disajikan dalam tabel 3.2 berikut,

Tabel 3.2 Hasil Rerata Diameter Batang Tanaman Cabai Rawit

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rerata
	1	2	3	4		
T1	Y <sub>ij</sub>					
T2						
T3						
T4						
T5						
Jumlah					T <sub>ij</sub>	y <sub>ij</sub>

Analisis data pada RAL menggunakan *ANOVA (Analysis of Variances)*. *ANOVA* merupakan suatu uji yang dilakukan menurut distribusi F. *ANOVA* dimaksudkan untuk menguji hipotesis tentang pengaruh faktor perlakuan terhadap keragaman data hasil percobaan.<sup>16</sup>

*ANOVA* memiliki dua tipe yaitu, *One-way ANOVA* dan *Two-way ANOVA*. Pada penelitian ini, tipe *ANOVA* yang digunakan adalah *One-way ANOVA*. Uji *One-way ANOVA* digunakan apabila

---

<sup>15</sup> Abadyo & Hendro Permadi, *Metoda Statistika Praktis Common Textbook Edisi Revisi*, (Malang : FMIPA UMM), hlm. 301

<sup>16</sup>Kemas Ali Hanafiah, *Rancangan Percobaan ...* , hlm. 37

data yang dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas. Asumsi dasar yang harus dipenuhi dalam *One-way ANOVA* antara lain data terdistribusi normal, data memiliki keseragaman varian, dan sampel diambil secara acak.

## 1. Uji Asumsi ANOVA

### a. Uji Normalitas

Normalitas data dibutuhkan karena salah satu syarat agar data dapat diuji dengan *One-way ANOVA* adalah data harus terdistribusi normal. Normalitas data dapat dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov. Uji Kolmogorov-Smirnov adalah uji beda antara data yang diuji normalitasnya dengan data normal baku. Distribusi normal baku adalah data yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk Z-Score dan diasumsikan normal.

Penerapan pada uji Kolmogorov-Smirnov adalah jika signifikansi di bawah 0,05, data yang akan diuji mempunyai perbedaan yang signifikan dengan data normal baku. Data tersebut tidak normal. Sebaliknya, jika signifikansi di atas 0,05 berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara data yang akan diuji dengan data normal baku. Hal ini dapat diartikan bahwa data yang diuji berdistribusi normal karena tidak berbeda dengan normal baku.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup><http://www.konsultanstatistik.com/2009/03/uji-normalitas-dengan-kolmogorov.html> diakses pada tanggal 31 September 2015 pukul 10:20 WIB

Hipotesis uji normalitas adalah sebagai berikut :

$H_0$  : Data terdistribusi normal

$H_1$  : Data tidak terdistribusi normal

Kriteria pengambilan keputusan dengan taraf signifikansi 5% adalah sebagai berikut :

- 1) Data dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed)  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima
- 2) Data dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed)  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak

Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov akan dilakukan menggunakan program SPSS. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- 1) Memasukkan data pada *worksheet* SPSS.
  - 2) Memilih *Analyze*  $\rightarrow$  *Non Parametric Test*  $\rightarrow$  *1 sample K-S*.
  - 3) Memasukkan variabel yang menjadi variabel terikat ke dalam kotak *Dependent List*. Variabel yang menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan ke kotak *Factor*. Kemudian, pada *Test Distribution* pilih Normal lalu klik OK.
  - 4) Hasil pengujian normalitas data dengan SPSS akan muncul dan dapat diinterpretasikan normal atau tidaknya data.
- b. Uji Homogenitas

Syarat sebelum menggunakan *One-way ANOVA* adalah varian data harus seragam atau homogen. Uji

homogenitas diperlukan untuk mengetahui keseragaman data pada perhitungan statistik. Homogenitas diuji menggunakan program SPSS.

Pengujian homogenitas data diawali dengan membuat hipotesis. Varian data dalam penelitian ini berjumlah 5 yang diambil dari data pengamatan pada setiap perlakuan.

Hipotesisnya adalah sebagai berikut :

$H_0$  : Kelima varian data bersifat homogen

$H_1$  : Kelima varian data tidak bersifat homogen

Kriteria pengambilan keputusan jika taraf signifikansi 5% adalah sebagai berikut :

- 1) Data dengan nilai signifikan  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima
- 2) Data dengan nilai signifikan  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak<sup>18</sup>

Langkah uji homogenitas dengan SPSS sebagai berikut :

- 1) Mengisi data pada *worksheet*SPSS, yang terdiri atas *Data View* dan *Variable View*. *Data view* berisi data yang akan diuji keseragamannya. Sebelum mengisi *data view*, *variable view* diisi terlebih dahulu. *Variable view* berisi informasi terkait variabel penelitian.
- 2) Memilih menu *Analyze*→*Compare Means*→*One-way ANOVA*.

---

<sup>18</sup>Modul Statistik Industri, (Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia), hlm. 13

- 3) Memasukkan variabel yang menjadi variabel terikat ke dalam kotak *Dependent List*. Variabel yang menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan ke kotak *Factor*.
- 4) Memilih *Option*, lalu memberi tanda centang pada *Descriptive* dan *Homogeneity-of-variance*.
- 5) Memilih *Continue*, lalu OK.
- 6) Hasil uji akan muncul pada *Output*.
- 7) Hipotesis dapat diterima atau ditolak sesuai dengan pengambilan keputusan yang telah dibuat berdasarkan nilai signifikansi.<sup>19</sup>

## 2. Uji *One-way ANOVA*

Langkah uji *One-way ANOVA* adalah sebagai berikut :

- a. Menyusun hipotesis

$H_0$  : Kelima varian data tidak memiliki perbedaan yang nyata

$H_1$  : Kelima varian data memiliki perbedaan yang nyata

- b. Membuat hipotesis statistik

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$

- c. Menentukan taraf signifikansi ( $\alpha$ )

Taraf signifikansi yang digunakan adalah 5% atau 0,05 dan 1% atau 0,01.

---

<sup>19</sup>Modul Statistik Industri, (Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia), hlm. 12

- d. Menghitung Faktor Korelasi (FK)

$$FK = \frac{T_{ij}^2}{r \times t}$$

Keterangan :

FK = Faktor Korelasi

T<sub>ij</sub> = Jumlah total data pengamatan

r = Jumlah ulangan

t = Jumlah perlakuan

- e. Menghitung Jumlah Kuadrat

- 1) Jumlah Kuadrat Total (JK<sub>total</sub>)

$$\begin{aligned} JK_{total} &= T(Y_{ij}^2) - FK \\ &= (Y_{11}^2 + Y_{21}^2 + \dots \text{dst}) - FK \end{aligned}$$

- 2) Jumlah Kuadrat Perlakuan (JK<sub>perlakuan</sub>)

$$\begin{aligned} JK_{perlakuan} &= \frac{TP^2}{r} - FK \\ &= \frac{(TP_1^2 + TP_2^2 + \dots \text{dst})}{r} - FK \end{aligned}$$

- 3) Jumlah Kuadrat Galat (JK<sub>galat</sub>)

$$JK_{galat} = JK_{total} - JK_{perlakuan}$$

- f. Menghitung Kuadrat Tengah Perlakuan (KT<sub>p</sub>)

Rumus kuadrat tengah perlakuan :

$$KT_p = \frac{JK_{perlakuan}}{db \text{ perlakuan}}$$

- g. Menghitung Kuadrat Tengah Galat (KT<sub>g</sub>)

Rumus kuadrat tengah galat :

$$KT_g = \frac{JK_{galat}}{db \text{ galat}}$$

- h. Menghitung derajat bebas perlakuan (db perlakuan)



Rumus derajat bebas perlakuan :

$$db \text{ perlakuan} = t - 1$$

Keterangan :

t = Jumlah perlakuan

- i. Menghitung derajat bebas galat (db galat)

Rumus derajat bebas galat :

$$db = \{(r \times t) - 1\} - (t - 1)$$

Keterangan :

r = Jumlah ulangan

t = Jumlah perlakuan

- j. Menentukan  $F_{hitung}$  dan  $F_{tabel}$

Rumus  $F_{hitung}$  adalah sebagai berikut :

$$F_{hitung} = \frac{KTp}{KTg}$$

Cara menentukan  $F_{tabel}$  adalah dengan mencari nilai F pada tabel uji F. Rumus  $F_{tabel}$  adalah :

$$F_{\alpha}(db \text{ perlakuan}, db \text{ galat})$$

Langkah pertama menentukan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) yang digunakan yaitu 5% dan 1%. Selanjutnya mencocokkan nilai  $F_{hitung}$  sesuai derajat bebas perlakuan dan derajat bebas galat yang telah dihitung.

- k. Menentukan kriteria pengujian

Kriteria pengujian pada uji ini adalah sebagai berikut :

$H_0$  diterima jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$

$H_1$  diterima jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$

1. Memasukkan hasil perhitungan ke dalam daftar tabel Uji ANOVA seperti di bawah ini :

SK	Db	JK	KT	$F_{hitung}$	$F_{tabel}$	
					5%	1%
Perlakuan	db p	JKp	KTp	KTp/KTg*	F(db p, db g)	
Galat	db g	JKg	KTg			
Total	rt-1	JKt				

- m. Menyimpulkan hasil uji *One-way ANOVA*.<sup>20</sup>

### 3. Uji Lanjutan setelah ANOVA

Uji lanjutan setelah ANOVA disebut juga dengan *Post Hoc*. Uji ini dilakukan apabila hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan antar perlakuan. Uji lanjutan dilakukan untuk mengetahui perlakuan mana yang memiliki perbedaan yang nyata. Uji lanjutan setelah ANOVA yang dapat digunakan ada 3, antara lain Uji Beda Nyata Jujur (BNJ = HSD, *Honestly Significance Difference*), Uji Beda Nyata Terkecil (BNT), dan Uji Jarak Duncan (UJD = DMRT, *Duncan Multiple Range Test*).

Penggunaan uji lanjutan disesuaikan dari nilai Koefisien Keragaman (KK). Koefisien keragaman merupakan suatu koefisien yang menunjukkan derajat kejituan dan keandalan hasil yang diperoleh dari suatu percobaan. Rumus mencari KK adalah :<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup>Kemas Ali Hanafiah, *Rancangan Percobaan ...* , hlm. 35-38

<sup>21</sup>Kemas Ali Hanafiah, *Rancangan Percobaan ...* , hlm. 39

$$KK = \frac{\sqrt{KT_{galat}}}{y} \times 100\%$$

$$y = \frac{\sum T_{ij}}{r \cdot t}$$

Keterangan :

- KK = Koefisien Keragaman
- KT<sub>galat</sub> = Kuadrat Tengah Galat
- y = Rerata total
- T<sub>ij</sub> = Jumlah total data pengamatan
- r = Jumlah ulangan
- t = Jumlah perlakuan

Uji BNJ digunakan jika KK kecil, yaitu maksimal 5% pada kondisi homogen dan 10% pada kondisi heterogen. Uji BNT digunakan jika KK sedang, yaitu antara 5-10% pada kondisi homogen dan 10-20% pada kondisi heterogen. Uji Jarak Duncan digunakan jika KK besar, yaitu minimal 10% pada kondisi homogen atau 20% pada kondisi heterogen.<sup>22</sup>

Uji lanjutan setelah ANOVA dilakukan dengan program SPSS. Langkah ujinya yaitu :

- a. Uji BNJ (HSD, *Honestly Significant Difference*)
  - 1) Mengisi data pada *worksheet sSPSS*, yang terdiri atas *Data View* dan *Variable View*. *Data view* berisi data yang akan diuji keseragamannya. Sebelum mengisi *data*

---

<sup>22</sup>Kemas Ali Hanafiah, *Rancangan Percobaan*, hlm. 41

*view*, *variable view* diisi terlebih dahulu. *Variable view* berisi informasi terkait variabel penelitian.

- 2) Memilih menu *Analyze*→*Compare Means*→*One-way ANOVA*.
- 3) Memasukkan variabel yang menjadi variabel terikat ke dalam kotak *Dependent List*. Variabel yang menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan ke kotak *Factor*.
- 4) Memilih *Post Hoc*→*Tukey*. Pada *significance level*, isi taraf signifikansi yang ditentukan yaitu 0.05 untuk 5% dan 0.01 untuk 1%.
- 5) Klik *Continue* lalu *OK*.
- 6) *Output* hasil uji dapat diinterpretasikan. Pada *Mean Difference (I-J)*, jika terdapat tanda (\*) maka terdapat perbedaan yang signifikan. Namun, jika tidak ada tanda (\*) berarti tidak ada perbedaan yang signifikan.<sup>23</sup>

b. UJI BNT (LSD)

- 1) Mengisi data pada *worksheet* SPSS, yang terdiri atas *Data View* dan *Variable View*. *Data view* berisi data yang akan diuji keseragamannya. Sebelum mengisi *data view*, *variable view* diisi terlebih dahulu. *Variable view* berisi informasi terkait variabel penelitian.
- 2) Memilih menu *Analyze*→*Compare Means*→*One-way ANOVA*.

---

<sup>23</sup>Modul Statistik Industri, (Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia), hlm. 11-12

- 3) Memasukkan variabel yang menjadi variabel terikat ke dalam kotak *Dependent List*. Variabel yang menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan ke kotak *Factor*.
  - 4) Memilih *Post Hoc*→*LSD*. Pada *significance level*, mengisi taraf signifikansi yang ditentukan yaitu 0.05 untuk 5% dan 0.01 untuk 1%.
  - 5) Klik *Continue* lalu *OK*.
  - 6) *Output* hasil uji dapat diinterpretasikan. Pada *Mean Difference (I-J)*, jika terdapat tanda (\*) maka terdapat perbedaan yang signifikan. Namun, jika tidak ada tanda (\*) berarti tidak ada perbedaan yang signifikan.<sup>24</sup>
- c. Uji Jarak Duncan (DMRT, *Duncan Multiple Range Test*)
- 1) Mengisi data pada *worksheets* SPSS, yang terdiri atas *Data View* dan *Variable View*. *Data View* berisi data yang akan diuji keseragamannya. Sebelum mengisi *Data View*, *Variable View* diisi terlebih dahulu. *Variable View* berisi informasi terkait variabel penelitian.
  - 2) Memilih menu *Analyze*→*Compare Means*→*One-way ANOVA*.
  - 3) Memasukkan variabel yang menjadi variabel terikat ke dalam kotak *Dependent List*. Variabel yang menjadi faktor penyebab terjadinya perubahan ke kotak *Factor*.

---

<sup>24</sup>Modul Statistik Industri, (Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia), hlm. 12

- 4) Memilih *Post Hoc* → *Duncan*. Pada *significance level*, mengisi taraf signifikansi yang ditentukan yaitu 0.05 untuk 5% dan 0.01 untuk 1%.
- 5) Klik *Continue* lalu *OK*.
- 6) *Output* hasil uji dapat diinterpretasikan. Pada *Mean Difference (I-J)*, jika terdapat tanda (\*) maka terdapat perbedaan yang signifikan. Namun, jika tidak ada tanda (\*) berarti tidak ada perbedaan yang signifikan.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup>Modul Statistik Industri, (Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia), hlm. 13

## **BAB IV**

### **DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA**

#### **A. Deskripsi Data**

##### **1. Pembuatan Pupuk dari Limbah Cair Tahu**

Pembuatan pupuk dilakukan dengan memasukkan limbah cair tahu, air kelapa, dan EM4 ke dalam ember plastik. Ember kemudian ditutup dengan plastik dan tutup ember. Kayu diletakkan di atas ember sebagai pemberat. Tujuannya agar tidak ada udara yang masuk dan mengganggu proses fermentasi. Proses fermentasi dilakukan selama 10 hari dari tanggal 30 Agustus sampai 09 September 2015.

Penambahan air kelapa berfungsi sebagai sumber glukosa yang akan digunakan oleh mikroorganisme pada EM4 sebagai sumber energinya. Mikroorganisme dalam EM4 memerlukan glukosa agar dapat aktif dan memecah substrat yang ada dalam limbah cair tahu. Hasil dari aktivitas mikroorganisme dalam EM4 adalah unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman. Hasil fermentasi pupuk warna berubah dari coklat tua menjadi kuning kecoklatan dan keruh. Pupuk yang telah jadi memiliki aroma agak asam seperti aroma EM4 tetapi tidak terlalu menyengat. Aroma pupuk setelah selesai fermentasi pada tanggal 09 September 2015 tidak berubah sampai sebelum sampel pupuk dikirim ke laboratorium pengujian pupuk di Balai Pengkajian

Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Tengah tanggal 22 Oktober 2015.



Gambar 4.1 Pupuk limbah cair tahu (kiri) sebelum fermentasi (kanan) setelah fermentasi selama 10 hari

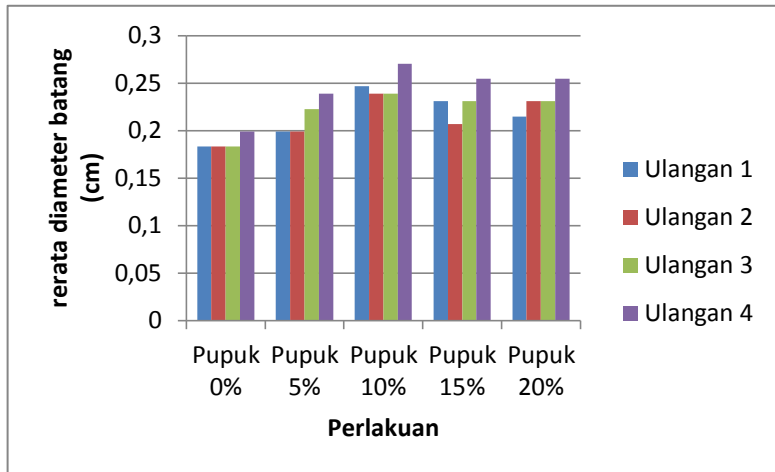
## 2. Pengukuran Parameter Pertumbuhan Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.)

Parameter yang diamati antara lain diameter batang, tinggi tanaman dan jumlah helai daun. Ketiga parameter tersebut lebih mudah diamati dan diukur dibandingkan dengan parameter lain.

Penentuan diameter batang diawali dengan mengukur keliling batang. Diameter batang dihitung dari keliling batang dengan rumus keliling batang. Hasil penghitungan diameter batang disajikan dalam diagram 4.1 berikut,

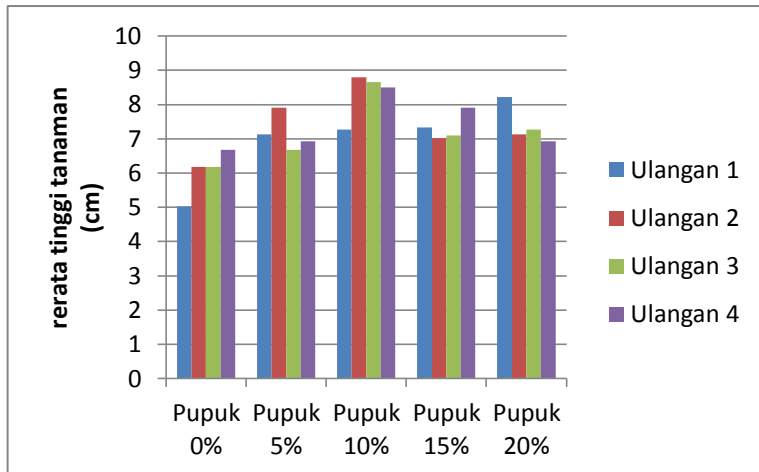


Diagram 4.1 Hasil Penghitungan Diameter Batang



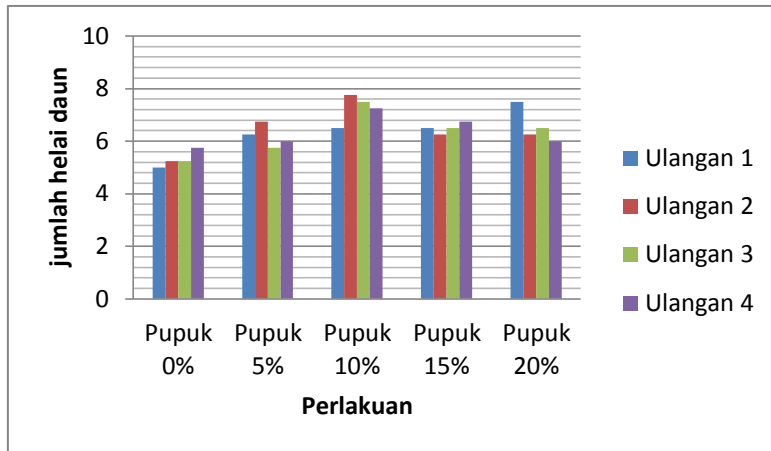
Pengukuran tinggi tanaman dilakukan menggunakan penggaris. Hasil pengukuran tinggi tanaman disajikan dalam diagram 4.2 berikut,

Diagram 4.2 Hasil Pengukuran Tinggi Tanaman



Penghitungan jumlah helai daun dilaksanakan setiap satu minggu sekali. Hasil penghitungan jumlah helai daun disajikan pada diagram 4.3 berikut,

Diagram 4.3 Hasil Penghitungan Jumlah Helai Daun



### 3. Identifikasi Kondisi Lingkungan

Parameter lingkungan pada tempat penelitian diukur sebagai data penunjang analisis. Parameter lingkungan yang diamati antara lain pH tanah dan intensitas cahaya. Pengukuran dilakukan terhadap kedua faktor tersebut karena cara pengukurannya lebih mudah dilakukan. Hasil pengukuran parameter lingkungan disajikan dalam tabel 4.1 berikut,

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

No	Parameter	Hasil
1	pH Tanah	7
2	Intensitas Cahaya	1 lux

#### 4. Uji Kadar N-total, $P_2O_5$ dan $K_2O$ Pupuk Limbah Cair Tahu

Kadar N-total pupuk limbah cair tahu diuji dengan menggunakan metode kjeldahl. Kadar  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  diuji dengan metode spektrofotometri. Hasil uji kadar N-total, fosfor dan kalium pada pupuk limbah cair tahu disajikan pada tabel 4.2 berikut,

Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar N-total, Fosfor, dan Kalium Pupuk Limbah Cair Tahu

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji Pupuk Limbah Cair Tahu	Standar Mutu No.70/Permentan /SR.140/10/2011
1	N-Total	%	0.05	3 – 6
2	$P_2O_5$	%	0.07	3 – 6
3	$K_2O$	%	0.07	3 – 6

## B. Analisis Data

Pupuk limbah cair tahu dibuat dari limbah cair tahu, air kelapa dan EM4. Limbah cair tahu diubah menjadi pupuk melalui proses fermentasi dengan bantuan bioaktivator EM4. Fermentasi

terjadi pada kondisi lingkungan anaerob. Selama proses fermentasi, mikroorganisme dalam EM4 memecah substrat menjadi senyawa yang lebih kecil.

Limbah cair tahu memiliki kandungan protein berasal dari kedelai yang merupakan bahan pembuatan tahu. Protein juga terdapat dalam air kelapa. Protein pada limbah tahu dan air kelapa diubah menjadi asam amino. Asam amino terdiri atas gugus amino dan asam karboksilat. Gugus amino memiliki unsur nitrogen dalam rumus molekulnya, yaitu  $\text{NH}_2$ .<sup>1</sup> Limbah cair tahu dan air kelapa juga memiliki kandungan karbohidrat. Karbohidrat diuraikan menjadi glukosa yang merupakan sumber energi bagi mikroorganisme sehingga dapat mempercepat proses fermentasi.

Pupuk limbah cair tahu memiliki kandungan unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium. Pemberian pupuk limbah cair tahu berpengaruh pada pertumbuhan tanaman cabai rawit. Pengaruh pupuk cair limbah tahu dapat dilihat dari hasil pengamatan terhadap tiga parameter pertumbuhan antara lain, diameter batang, tinggi tanaman dan jumlah helai daun.

#### 1. Diameter Batang

Pemberian perlakuan pupuk menunjukkan jumlah rerata diameter batang yang lebih besar dibanding dengan perlakuan kontrol. Rerata diameter batang dengan perlakuan pupuk konsentrasi 20%, 15%, 10% dan 5% sebesar 0,9314; 0,9235;

---

<sup>1</sup> Anthony C. Wilbraham dan Michael S. Matta, *Pengantar Kimia Organik dan Hayati*, (Jakarta : UI Press, 1992)

0,9551 dan 0,8597. Sedangkan perlakuan kontrol hanya sebesar 0,7483 cm. Hasil uji *One-way ANOVA* data diameter batang menunjukkan angka 0,001 lebih kecil dari 0,05 ( $\alpha = 5\%$ ). Sedangkan nilai  $F_{hitung}$  sebesar 8,257 lebih besar dari  $F_{tabel}$  yaitu 3,06. Hasil uji disajikan pada tabel 4.3 berikut,

Tabel 4.3 Hasil Uji *One-way ANOVA* diameter batang dengan  $\alpha = 5\%$

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.009	4	.002	8.257	.001
Within Groups	.004	15	.000		
Total	.013	19			

Hasil uji *One-way ANOVA* menunjukkan pemberian perlakuan menunjukkan perbedaan pada diameter batang. Selanjutnya dilakukan uji BNT (LSD) untuk menentukan perbandingan antara perlakuan pupuk dan perlakuan kontrol terhadap hasil rerata diameter batang tanaman cabai rawit. Hasil uji BNT diameter batang disajikan dalam tabel 4.4 berikut,

Tabel 4.4 Hasil Uji BNT Diameter Batang

Perlakuan	Rerata
T1	0,187075 a
T2	0,214925 b
T4	0,230875 bc
T5	0,23285 bc
T3	0,248775 c

Keterangan : rerata yang diikuti huruf sama tidak memiliki perbedaan signifikan pada taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 5\%$ ).

Hasil uji BNT (LSD) diameter batang menunjukkan bahwa perlakuan pupuk 5%, 15% dan 20% tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Perlakuan pupuk 10%, 15% dan 20% tidak terdapat perbedaan signifikan di antara ketiganya. Perlakuan 5%, 10%, 15%, dan 20% memiliki perbedaan signifikan dengan perlakuan kontrol.

Pemberian pupuk limbah cair tahu memberikan pengaruh terhadap diameter batang. Diameter batang bertambah besar karena adanya pembelahan sel akibat aktivitas meristem lateral. Pembelahan sel pada meristem lateral dapat menambah ukuran diameter organ.<sup>2</sup> Pembelahan sel merupakan proses yang dikendalikan oleh inti sel. Unsur fosfor merupakan bagian dari inti sel.<sup>3</sup> Fosfor adalah unsur yang terdapat pada nukleotida yang merupakan pembentuk asam nukleat. Nitrogen dan kalium juga berpengaruh dalam penambahan diameter batang. Nitrogen merupakan bagian dari protein dan protoplasma, enzim, katalis

---

<sup>2</sup>Franklin P. Gardner dkk., *Fisiologi Tanaman Budidaya* (terj. Herawati Susilo), (Jakarta : UI-Press, 1991), hlm. 256

<sup>3</sup>Mul Mulyani Sutedjo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, (Jakarta : PT. Rineka Cipta, 2002), hlm. 25

biologis yang mempercepat proses metabolisme. Sedangkan kalium berperan dalam pembentukan protein.<sup>4</sup>

## 2. Tinggi Tanaman

Pemberian perlakuan pupuk menunjukkan jumlah rerata tinggi tanaman yang lebih besar dibanding dengan perlakuan kontrol. Tinggi tanaman dengan perlakuan pupuk konsentrasi 20%, 15%, 10% dan 5% memiliki rerata 29,55; 29,35; 33,225 dan 28,625. Rerata tinggi tanaman perlakuan kontrol hanya sebesar 24,05cm. Hasil uji *One-way ANOVA* menunjukkan terdapat perbedaan tinggi tanaman setelah pemberian perlakuan. Nilai signifikansi data sampel menunjukkan angka 0,001 lebih kecil dari 0,05 ( $\alpha = 5\%$ ). Sedangkan nilai  $F_{hitung}$  sebesar 7,682 lebih besar dari  $F_{tabel}$  yaitu 3,06. Hasil uji disajikan pada tabel 4.5 berikut,

Tabel 4.5 Hasil Uji *One-way ANOVA* Tinggi Tanaman dengan  $\alpha = 5\%$

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.728	4	2.682	7.682	.001
Within Groups	5.237	15	.349		
Total	15.964	19			

---

<sup>4</sup>Redha Al Anshary, *Nitrogen, Fosfor dan Kalium* dalam <http://el-anshary212.blogspot.co.id/2014/04/Nitrogen-fosfor-dan-kalium.html> diakses pada tanggal 03 November 2015 pukul 10:17 WIB

Hasil uji *One-way ANOVA* menunjukkan pemberian perlakuan pupuk memiliki perbedaan pada tinggi tanaman. Selanjutnya dilakukan uji BNT (LSD) untuk menentukan perbandingan antara perlakuan pupuk dan perlakuan kontrol yang berbeda secara signifikan terhadap tinggi tanaman cabai rawit. Hasil uji BNT disajikan dalam tabel 4.6 berikut,

Tabel 4.6 Hasil Uji BNT Tinggi Tanaman

Perlakuan	Rerata
T1	6,0125 a
T2	7,15625 b
T4	7,3375 b
T5	7,3875 b
T3	8,30625 c

Keterangan : rerata yang diikuti huruf sama tidak memiliki perbedaan signifikan pada taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 5\%$ ).

Hasil uji BNT tinggi tanaman menunjukkan perlakuan pupuk 10%, 15% dan 20% antara ketiganya tidak berbeda secara signifikan. Perlakuan pupuk 5%, 10%, 15% dan 20% berbeda signifikan dengan perlakuan kontrol.

Pemberian perlakuan pupuk limbah cair tahu menunjukkan perbedaan tinggi tanaman. Penambahan tinggi tanaman terjadi di dalam meristem interkalar pada ruas batang.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup>Franklin P. Gardner dkk., *Fisiologi Tanaman Budidaya* (terj. Herawati Susilo), (Jakarta : UI-Press, 1991), hlm. 263



Aktivitas meristem apikal juga menyebabkan perbanyakan sel baru di ujung tanaman sehingga tanaman menjadi tinggi.<sup>6</sup>

Unsur nitrogen, fosfor dan kalium berpengaruh dalam aktivitas meristem. Nitrogen berfungsi dalam percepatan pertumbuhan.<sup>7</sup> Nitrogen merupakan pembentuk protein. Fosfor merupakan bagian inti sel yang mengendalikan semua aktivitas dalam sel termasuk pembelahan sel. Kalium dalam pupuk berfungsi sebagai pembentuk protein.

### 3. Jumlah Helai Daun

Pemberian perlakuan pupuk menunjukkan rerata jumlah helai daun yang lebih besar dibanding dengan perlakuan kontrol. Rerata jumlah helai daun dengan perlakuan pupuk konsentrasi 20%, 15%, 10% dan 5% dengan rerata 26,25; 26; 29 dan 24,75. Sedangkan perlakuan kontrol hanya sebesar 21,25.

Hasil uji *One-way ANOVA* menunjukkan terdapat perbedaan jumlah helai daun setelah pemberian perlakuan. Nilai signifikansi data sampel menunjukkan angka 0,001 lebih kecil dari 0,05 ( $\alpha = 5\%$ ). Sedangkan nilai  $F_{hitung}$  sebesar 9,455 lebih besar dari  $F_{tabel}$  yaitu 3,06. Hasil uji disajikan pada tabel 4.7 berikut,

---

<sup>6</sup>Franklin P. Gardner dkk., *Fisiologi Tanaman Budidaya*, hlm. 256

<sup>7</sup>Mul Mulyani Sutedjo, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, hlm. 24

Tabel 4.7 Hasil Uji *One-way ANOVA* Jumlah Helai Daun dengan  $\alpha = 5\%$

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.919	4	1.980	9.455	.001
Within Groups	3.141	15	.209		
Total	11.059	19			

Hasil uji *One-way ANOVA* menunjukkan bahwa pemberian perlakuan pupuk memberikan perbedaan pada jumlah helai daun. Selanjutnya dilakukan uji BNT (LSD) untuk membandingkan perbedaan signifikan antar perlakuan terhadap jumlah helai daun tanaman cabai rawit. Hasil uji BNT disajikan dalam tabel 4.8 berikut,

Tabel 4.8 Hasil Uji BNT Jumlah Helai Daun

Perlakuan	Rerata
T1	5,3125 a
T2	6,1875 b
T4	6,5 b
T5	6,5625 bc
T3	7,25 c

Keterangan : rerata yang diikuti huruf sama tidak memiliki perbedaan signifikan pada taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 5\%$ ).

Hasil uji BNT jumlah helai daun menunjukkan perlakuan pupuk 5%, 15% dan 20% tidak berbeda signifikan. Perlakuan pupuk 5%, 10%, 15% dan 20% menunjukkan perbedaan signifikan dengan perlakuan kontrol.

Pemberian perlakuan pupuk limbah cair tahu menunjukkan perbedaan terhadap jumlah helai daun tanaman cabai rawit. Pupuk limbah cair tahu memiliki kandungan nitrogen.<sup>8</sup> Nitrogen merupakan unsur yang paling berpengaruh dalam pertumbuhan dan perkembangan daun.<sup>9</sup>

Tanaman cabai rawit membutuhkan unsur hara terutama nitrogen, fosfor dan kalium. Nitrogen berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman. Fosfor merupakan salah satu unsur pembentuk *Adenosin Tri Phospat* (ATP). Fosfor juga terdapat dalam DNA, membentuk nukleotida. Kalium berfungsi dalam berbagai proses metabolisme.

Pupuk limbah cair tahu memiliki kadar N-total,  $P_2O_5$ , dan  $K_2O$  pada pupuk limbah cair tahu sebesar 0,05%, 0,07%, dan 0,07%. Jumlah tersebut menunjukkan kadar pupuk limbah cair tahu lebih rendah dibandingkan standar mutu. Kadar N-total,  $P_2O_5$  dan  $K_2O$  yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 yaitu masing-masing sebesar 3-6%.

Rendahnya nitrogen, fosfor dan kalium pada pupuk limbah cair tahu dikarenakan bahan limbah tahu yang digunakan. Limbah cair tahu yang digunakan merupakan limbah yang paling akhir dari

---

<sup>8</sup>Yuliadi Asmoro dkk., “Pemanfaatan Limbah Tahu untuk Peningkatan Hasil Tanaman Petsai (*Brassica chinensis*)”, *Jurnal Bioteknologi*, (Vol. 5, No. 5 November 2008) hlm. 53

<sup>9</sup>Benyamin Lakitan, *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*, (Jakarta : PT. RajaGrafindo Persada, 1996), hlm. 57

pengolahan tahu sehingga kandungan protein tidak terlalu banyak. Penelitian yang telah dilakukan oleh Yuliadi Asmoro, Suranto dan D. Sutoyo, kandungan nitrogen, dan  $K_2O$  dalam limbah tahu padat (ampas tahu) sebesar 1,24% dan 1,34%. Hasil tersebut lebih besar dibandingkan limbah cair tahu yang hanya sebesar 0,27% nitrogen dan 0,29%  $K_2O$ . Kandungan  $P_2O_5$  limbah padat sebesar 5,54 ppm lebih kecil dari 228,5 ppm pada limbah cair tahu.<sup>10</sup>

Standar pupuk dalam Peraturan Menteri Pertanian No.70/140/10/2011 ditetapkan untuk pupuk yang diproduksi dengan tujuan dipasarkan kepada masyarakat. Penggunaan pupuk cair yang telah memenuhi standar biasanya diencerkan terlebih dahulu sebelum diaplikasikan. Pengenceran bertujuan untuk menurunkan konsentrasi pupuk. Salah satu contoh pupuk cair yang telah dipasarkan dengan merek dagang NASA memiliki kadar nitrogen sebesar 0,12%. Aplikasi pupuk cair NASA adalah dengan mengencerkan pupuk dengan perbandingan 60 cc pupuk : 30 liter air.<sup>11</sup> Hasil pengenceran pupuk menurunkan kadar nitrogen menjadi 0,00024%. Kadar nitrogen pupuk NASA sebelum diencerkan lebih tinggi dari kadar pupuk limbah cair tahu sebelum diaplikasikan. Setelah diencerkan kadar nitrogen pupuk cair NASA menjadi lebih rendah dibandingkan pupuk cair limbah tahu yang

---

<sup>10</sup> Yuliadi Asmoro dkk., “Pemanfaatan Limbah Tahu untuk Peningkatan Hasil Tanaman Petsai (*Brassica chinensis*)”, hlm. 53

<sup>11</sup> Pupuk Organik Cair NASA dalam <http://www.produknaturalnusantara.com/produk-natural-nusantara/pupuk-organik-cair-nasa/> diakses pada tanggal 19 November 2015 pukul 08:15 WIB

digunakan sebagai perlakuan dalam penelitian ini. Pupuk limbah cair tahu bisa digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai rawit karena dari hasil pengamatan menunjukkan pengaruh terhadap diameter batang, tinggi tanaman dan jumlah helai daun tanaman cabai rawit.

Hasil uji BNT diameter batang, tinggi tanaman dan jumlah helai daun menunjukkan antara perlakuan 10% dengan perlakuan kontrol memiliki selisih rerata terbesar dibandingkan selisih rerata perlakuan konsentrasi pupuk lain dengan perlakuan kontrol. Selisih rerata antara perlakuan 10% dan kontrol pada diameter batang yaitu 0,061700. Selisih rerata perlakuan 10% dan kontrol pada tinggi tanaman sebesar 2,293750 sedangkan pada jumlah helai daun sebesar 1,93750. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan 10% memiliki pengaruh yang paling besar terhadap pertumbuhan.

Pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor salah satunya adalah penyerapan unsur hara. Penyerapan unsur hara dipengaruhi aerasi dalam tanah. Aerasi yang baik memungkinkan pertukaran udara di dalam tanah. Aerasi yang tidak baik membuat tanah kekurangan kadar oksigennya. Rendahnya kadar oksigen akan menghambat respirasi aerob oleh akar, sehingga energi yang didapat untuk penyerapan zat hara juga berkurang.<sup>12</sup> Aerasi yang buruk ditandai dengan lambatnya air menyerap ke dalam tanah karena kejenuhan air dalam tanah. Lambatnya air saat menyerap ke dalam tanah

---

<sup>12</sup> Arti Wahyu Utami, *Pengaruh Aerasi terhadap Pertumbuhan Tanaman*, Makalah, (Surakarta : Universitas Sebelas Maret, 2013)

terlihat pada saat dilakukan penyiraman pada beberapa media tanam untuk perlakuan di atas 10%.

Aerasi yang buruk akan meningkatkan kadar  $\text{CO}_2$  sehingga kekentalan protoplasma naik yang menyebabkan permeabilitas akar terhadap air berkurang. Hal tersebut menyebabkan tanaman menjadi layu. Layunya tanaman pada umumnya terlihat dari daun yang lemas dan batang menunduk.<sup>13</sup> Pada tanaman cabai yang diberi perlakuan di atas 10% menunjukkan gejala layu. Daun tanaman cabai terlihat lemas dan batangnya agak merunduk.

Faktor yang menyebabkan penyerapan unsur hara berkurang selain aerasi adalah sifat unsur terutama nitrogen yang mudah tercuci dan menguap jika dalam bentuk ion. Unsur nitrogen diserap oleh tanaman ditentukan ion  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^+$  yang pasokannya dipengaruhi oleh N-total tanah. Jumlah N-total meningkat bersamaan dengan meningkatnya pemberian pupuk yang memiliki kadar nitrogen. Namun, peningkatan pemberian pupuk dengan kadar nitrogen tidak menyebabkan pasokan  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^+$  tersedia bagi tanaman.<sup>14</sup> Nitrogen akan menguap dan mengurangi kadar nitrogen yang bisa diserap tanaman. Nitrogen merupakan salah satu unsur yang dibutuhkan tanaman dalam proses

---

<sup>13</sup>Arti Wahyu Utami, *Pengaruh Aerasi terhadap Pertumbuhan Tanaman*, Makalah, (Surakarta : Universitas Sebelas Maret, 2013)

<sup>14</sup>I. Firmansyah dan N. Sumarni, “Pengaruh Dosis Pupuk N dan Varietas Terhadap pH Tanah, N-Total Tanah, Serapan N, dan Hasil Umbi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Tanah Entisols-Brebes Jawa Tengah”, *Jurnal (J. Hort.* 23(4), 2013), hlm. 362

pertumbuhan. Nitrogen merupakan bagian dari enzim yang merupakan biokatalisator pada setiap reaksi metabolisme. Pasokan unsur nitrogen dalam bentuk ion  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^+$  akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Kekurangan nitrogen menyebabkan pertumbuhan terhambat.

### **C. Implikasi Pedagogik**

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dijadikan sebagai bahan ajar pada mata pelajaran Biologi SMP dan SMA. Penelitian yang telah dilakukan menggunakan bahan dasar pupuk yang berasal dari limbah cair pengolahan tahu. Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai alternatif pupuk cair dapat dimasukkan dalam materi pencemaran lingkungan kelas VII SMP. Limbah cair tahu yang tidak diolah dengan baik dapat mengganggu lingkungan dan masyarakat. Limbah cair tahu yang tidak diolah akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan mencemari lingkungan.

Penelitian yang telah dilakukan dapat dijadikan sebagai bahan ajar dalam menjelaskan mata pelajaran Biologi materi pertumbuhan dan perkembangan kelas XI SMA. Pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit dapat digunakan sebagai bahan ajar. Bahan ajar yang dapat disampaikan meliputi definisi pertumbuhan, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, bagian-bagian tanaman yang mengalami pertumbuhan serta perubahan yang terjadi selama pertumbuhan seperti pembesaran diameter batang akibat pembelahan sel.

#### **D. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian yang telah dilakukan tentu memiliki kekurangan dan keterbatasan. Kekurangan dan keterbatasan yang dialami oleh peneliti antara lain :

1. Keterbatasan alat

Pengukuran diameter batang pada penelitian ini dilakukan secara manual dengan menggunakan benang. Pengukuran diameter batang seharusnya dilakukan menggunakan mikrometer sekrup atau jangka sorong agar hasilnya lebih akurat karena memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi.

2. Keterbatasan pengamatan parameter penelitian

Pengamatan pertumbuhan pada penelitian ini hanya terbatas pada tiga parameter yaitu diameter batang, tinggi tanaman, dan jumlah helai daun. Pengamatan terhadap parameter pertumbuhan lain dibutuhkan untuk menambah keragaman sumber data.

3. Keterbatasan waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan yaitu pada bulan Agustus sampai Oktober. Jangka waktu tersebut digunakan untuk melakukan pengamatan terhadap pertumbuhan. Penelitian akan mendapatkan lebih banyak data jika dilaksanakan hingga masa panen.



4. Keterbatasan pengamatan terhadap faktor lingkungan

Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan sangat beragam diantaranya ketersediaan air, suhu udara, kecepatan angin, dan ketinggian.

5. Keterbatasan media tanam

Media tanam adalah faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karena terdapat berhubungan dengan ketersediaan unsur hara. Media tanam yang digunakan adalah tanah dan arang sekam. Tingkat keasaman (pH) media tanam, suhu, sifat fisik tanah, dan unsur hara makro dan mikro dalam tanah.

6. Faktor abiotik limbah cair tahu dan pupuk limbah cair tahu

Pengamatan terhadap pupuk dan limbah cair tahu sebaiknya dilakukan seperti kadar pH pupuk, pH limbah, suhu pupuk, suhu limbah, kandungan pada limbah cair tahu, kadar unsur makro dan mikro pupuk, angka BOD dan COD limbah cair tahu dan pupuk cair tahu.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian tentang pengaruh pemberian pupuk dari limbah cair tahu dapat disimpulkan bahwa pemberian perlakuan pupuk dari limbah cair tahu menunjukkan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.). Hal ini terlihat dari hasil uji *One-way ANOVA* menunjukkan  $F_{hitung}$  diameter batang, tinggi tanaman, dan jumlah helai daun lebih besar dibandingkan  $F_{tabel}$  pada  $\alpha = 5\%$ . Sedangkan dari hasil uji BNT menunjukkan adanya pengaruh pemberian perlakuan pupuk limbah cair tahu konsentrasi 5%, 10%, 15% dan 20% dibandingkan perlakuan kontrol. Perlakuan pupuk konsentrasi 10% menunjukkan pengaruh yang paling baik.

#### **B. Saran**

1. Parameter pertumbuhan yang lain seperti luas daun, berat kering dan berat basah diharapkan dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya sehingga menambah keragaman sumber data.
2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan sampai fase pertumbuhan generatif dan masa panen sehingga data yang dibutuhkan untuk menentukan adanya pengaruh perlakuan semakin beragam.

3. Pemanfaatan limbah tahu tidak hanya pada limbah cair, tetapi dapat memanfaatkan limbah padat yaitu ampas tahu.
4. Pemilihan objek penelitian dapat diganti dengan menggunakan tanaman lain.
5. Media tanam dapat menggunakan selain tanah dan sekam seperti air pada sistem hidroponik.
6. Pengujian kandungan unsur hara dalam pupuk dapat dilakukan pada unsur hara makro dan mikro yang lain.
7. Pengujian sebaiknya dilakukan terhadap media tanam seperti suhu tanah, sifat fisik tanah, kandungan unsur hara dalam tanah.
8. Faktor abiotik dapat diteliti lebih lanjut seperti kandungan COD dan BOD limbah, pH limbah, suhu, dan kandungan limbah cair tahu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadyo dan Hendro Permadi, *Metoda Statistika Praktis Common Textbook Edisi Revisi*, Malang: FMIPA UMM.
- Al Anshary, Redha, *Nitrogen, Fosfor dan Kalium* dalam <http://el-anshary212.blogspot.co.id/2014/04/Nitrogen-fosfor-dan-kalium.html> diakses pada tanggal 03 November 2015 pukul 10:17 WIB
- Amilia, Yuseffa, “Penggunaan Pupuk Organik Cair untuk Mengurangi Dosis Penggunaan Pupuk Anorganik Pada Padi Sawah (*Oryza sativa*L.)”, *Skripsi*, Bogor: ITB, 2011.
- Asmoro, Yuliadi dkk. “Pemanfaatan Limbah Tahu untuk Peningkatan Hasil Tanaman Petsai (*Brassica chinensis*)”, *Jurnal Bioteknologi* Volume 5 Edisi 2 Tahun 2008.
- Darmawan, Deni. *Metode Penelitian Kuantitatif*, Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset, 2013.
- Dwijoseputro, D., *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Jakarta: Djambatan, 1994.
- Fajriyah, Dhila Fadlilatul, *Air Kelapa*, dalam <http://ndukdhila.blogspot.co.id/2013/03/air-kelapa.html> diakses pada tanggal 21 Oktober 2015 pukul 16:17 WIB.
- Firmansyah, .I. dan N. Sumarni, “Pengaruh Dosis Pupuk N dan Varietas Terhadap pH Tanah, N-Total Tanah, Serapan N, dan Hasil Umbi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Tanah Entisols-Brebes Jawa Tengah”, *Jurnal (J. Hort.* 23(4), 2013)
- Fithriyah, Nur Rahmah, “Studi Pemanfaatan Limbah Cair Tahu untuk Pupuk Cair Tanam (Studi Kasus Pabrik Tahu Kenjeran)”, *Paper*, Surabaya : ITS.

- Francis, John. K., "*Capsicum frutescens L.*", dalam [www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Capsicum%20frutescens.pdf](http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Capsicum%20frutescens.pdf) diakses pada tanggal 23 Maret 2015 pukul 09:18 WIB.
- Gardner, Franklin .P. dkk., *Physiology of Crop Plants*, terj. Herawati Susilo & Subiyanto, Jakarta : UI-Press, 1991.
- Ginting, Rohani Cinta Badia dkk, 7. *Mikroorganisme Pelarut Fosfat*
- Hanafiah, Kemas Ali, *Rancangan Percobaan (Teori dan Aplikasi) Edisi Ketiga*, Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada, 2011.
- Handajani, Hani, "Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Alternatif pada Kultur Mikroalga *Spirullina sp.*", *Jurnal Protein*, Vol. 13 No. 02. Th. 2006.
- Hasan, Mahmud, "Biogas : Potensi dari Limbah Cair Industri Tahu", *Makalah*.
- Istiqomah, Nurul, "Uji Penambahan Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kacang Tanah Yang Dibudidayakan Pada Lahan Rawa Lebak", *Jurnal Media Sains*, (Vol. 7 No. 2, 2014).
- Jumin, Hasan Basri, *Ekologi Tanaman: Suatu Pendekatan Fisiologis*, Jakarta : Rajawali, 1992.
- Kaswinarni, Fibria, "Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu (Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali)", *Tesis*, Semarang : Universitas Diponegoro, 2007.
- Lakitan, Benyamin, *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*, Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada, 1996.
- Makiyah, Mujiatul "Analisis Kadar N, P, dan K pada Pupuk Cair Limbah Tahu dengan Penambahan Tanaman Matahari Meksiko (*Thitonia diversivolia*)", *Skripsi*, Semarang: UNNES, 2013.

- Nugroho, Panji, *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair*, Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Rahman, Syaiful, *Meraup Untung Bertanam Cabai Rawit dengan Polibag*, Yogyakarta: Lily Publisher, 2010.
- Rao, N. S. Subba, *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan*, terj. Herawati Susilo, Jakarta: UI-Press, 1994.
- Riduwan dan Sunarto, *Pengantar Statistika untuk Penelitian Pendidikan, Sosial, Ekonomi, Komunikasi, dan Bisnis*, Bandung : Alfabeta, 2013.
- Rosmarkam, Afandie dan Nasih Widya Yuwono, *Ilmu Kesuburan Tanah*, Yogyakarta: Kanisius, 2002.
- Rukiyati, Desy. “Pembuatan EM4” dalam <http://desyrukiyati.blogspot.com/2013/06/tugas-individu-pembuatan-em4.html> diakses pada tanggal 20 Juni 2015 pukul 09:23 WIB.
- Santika, Adhi, *Agribisnis Cabai*, Jakarta : Penebar Swadaya, 1995.
- Sarpian, T., *Bertanam Cabai Rawit dalam Polybag*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2001.
- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*, Bandung: CV. Alfabeta, 2010.
- Surya, Josa, *Manfaat Air Kelapa dan Kegunaannya* dalam <http://gibernol.blogspot.co.id/2009/08/manfaat-air-kelapa-dan-kegunaannya.html> di akses pada tanggal 21 Oktober 2015 pukul 15:21 WIB.
- Sutedjo, Mul Mulyani, *Pupuk dan Cara Pemupukan*, Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2002.

- Tim Badan Ketahanan Pangan dan Pelaksana Penyuluhan Malang, [bkp3.malangkab.go.id/berita-25.html](http://bkp3.malangkab.go.id/berita-25.html) diakses pada tanggal 18 Februari 2015 pukul 09.30 WIB.
- Tim BPS, *Produksi Cabai Besar Tahun 2012 Naik 7,37 Persen dibandingkan Tahun Sebelumnya* dalam <http://www.bps.go.id/webbeta/frontend/index.php/brs/168> diakses pada tanggal 05 Maret 2015 pukul 09:20 WIB.
- Tim Lajnah Pentashih Mushaf Al Qur'an Departemen Agama Republik Indonesia, *Al Qur'an dan Terjemahnya Al-Jumanatul 'Ali*, Bandung : CV. Penerbit Jumanatul 'Ali-Art, 2005.
- Tjitrosoepomo, Gembong, *Taksonomi Tumbuhan Obat-Obatan*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2002.
- Utami, Arti Wahyu, *Pengaruh Aerasi terhadap Pertumbuhan Tanaman*, Makalah, Surakarta : Universitas Sebelas Maret, 2013
- Wahyudi, *Meningkatkan Hasil Panen Sayuran dengan Teknologi EMP*, Jakarta: AgroMedia Pustaka, 2011.
- Wardhani, Shinta dkk., "*Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (Capsicum frutescens L.) Varietas Bhaskara di PT. Petrokimia Gresik*". Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol. 2 No.1Th. 2014.
- Waskito, Nugroho. "*Kondisi dan Permasalahan Pupuk Nasional di Indonesia*", dalam [https://www.academia.edu/4697895/Kondisi\\_dan\\_Permasalahan\\_Pupuk\\_Nasional\\_di\\_Indonesia](https://www.academia.edu/4697895/Kondisi_dan_Permasalahan_Pupuk_Nasional_di_Indonesia) diakses pada tanggal 05 Maret 2015 pukul 10:17 WIB.
- Wididana, GN. "*Teknologi Em (Effective Microorganisms) Demensi Baru Dalam Pertanian Modern*" dalam <http://em4-indonesia.com/teknologi-em-effective-microorganisms->

demensi-baru-dalam-pertanian-modern/, diakses pada tanggal 20 Juni 2015 pukul 09:10 WIB.

Wilbraham, Anthony C. dan Michael S. Matta, *Pengantar Kimia Organik dan Hayati*, Jakarta : UI Press, 1992

Yulipriyanto, Hieronymus, *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*, Yogyakarta : Graha Ilmu, 2010.

-----, <http://www.konsultanstatistik.com/2009/03/uji-normalitas-dengan-kolmogorov.html> diakses pada tanggal 31 September 2015 pukul 10:20 WIB

-----, Modul Statistik Industri, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia

-----, Pupuk Organik Cair NASA dalam <http://www.produknaturalnusantara.com/produk-natural-nusantara/pupuk-organik-cair-nasa/> diakses pada tanggal 19 November 2015 pukul 08:15 WIB

-----, [www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSNsearch\\_value=527045](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSNsearch_value=527045) diakses pada tanggal 28 Maret 2015 pukul 10.11 WIB



## LAMPIRAN 1: Hasil Pengukuran Parameter Pertumbuhan

Tabel Hasil Pengukuran Diameter Batang (cm)

Polibag	Ulangan				Rerata
	1	2	3	4	
T1U1	0.0955	0.1592	0.2229	0.2547	0.1831
T2U1	0.1273	0.191	0.2229	0.2547	0.199
T3U1	0.1273	0.2229	0.2866	0.3503	0.2468
T4U1	0.1592	0.2229	0.2547	0.2866	0.2309
T5U1	0.1273	0.191	0.2547	0.2866	0.2149
T1U2	0.0955	0.1592	0.2229	0.2547	0.1831
T2U2	0.1273	0.191	0.2229	0.2547	0.199
T3U2	0.1273	0.2229	0.2866	0.3184	0.2388
T4U2	0.1273	0.2229	0.2229	0.2547	0.207
T5U2	0.1592	0.2229	0.2547	0.2866	0.2309
T1U3	0.0955	0.1592	0.2229	0.2547	0.1831
T2U3	0.1273	0.2229	0.2547	0.2866	0.2229
T3U3	0.1273	0.2229	0.2866	0.3184	0.2388
T4U3	0.1592	0.2229	0.2547	0.2866	0.2309
T5U3	0.1592	0.2229	0.2547	0.2866	0.2309
T1U4	0.0955	0.1592	0.2547	0.2866	0.199
T2U4	0.1273	0.2229	0.2866	0.3184	0.2388
T3U4	0.1592	0.2547	0.3184	0.3503	0.2707
T4U4	0.1592	0.2547	0.2866	0.3184	0.2547
T5U4	0.1592	0.2547	0.2866	0.3184	0.2547

Tabel Hasil Pengamatan Tinggi Tanaman (cm)

Polibag	Ulangan				Rerata
	1	2	3	4	
T1U1	3.5	4.4	5.9	6.3	5.025
T2U1	3.8	6.4	8.3	10	7.125
T3U1	3.5	6.3	9	10.3	7.275
T4U1	3.5	5.8	8.6	11.4	7.325
T5U1	4.3	4.5	11	13.1	8.225
T1U2	4.3	5.3	6.4	8.7	6.175
T2U2	4.2	6.5	9.6	11.3	7.9
T3U2	4.5	7.6	10.8	12.3	8.8
T4U2	3.7	5.1	8.2	11.1	7.025
T5U2	3.8	6.2	8.2	10.3	7.125
T1U3	4	5.4	6.6	8.7	6.175
T2U3	3.8	5.7	7.4	9.8	6.675
T3U3	4.2	7	10.3	13.1	8.65
T4U3	4	5.8	8.5	10.1	7.1
T5U3	3.9	6.3	8.6	10.3	7.275
T1U4	3.8	5.5	7.3	10.1	6.675
T2U4	4	5	8.5	10.2	6.925
T3U4	4.4	7.3	10.1	12.2	8.5
T4U4	4.2	6.5	9.6	11.3	7.9
T5U4	4	5.4	8.3	10	6.925

Tabel Hasil Pengukuran Jumlah Helai Daun

Polibag	Ulangan				Rerata
	1	2	3	4	
T1U1	3	4	6	7	5
T2U1	4	5	7	9	6.25
T3U1	4	6	8	8	6.5
T4U1	3	5	8	10	6.5
T5U1	4	7	9	10	7.5
T1U2	3	4	6	8	5.25
T2U2	4	6	7	10	6.75
T3U2	4	6	9	12	7.75
T4U2	3	5	7	10	6.25
T5U2	3	5	8	9	6.25
T1U3	4	4	6	7	5.25
T2U3	4	5	6	8	5.75
T3U3	4	6	9	11	7.5
T4U3	4	5	7	10	6.5
T5U3	4	6	7	9	6.5
T1U4	4	5	6	8	5.75
T2U4	4	5	6	9	6
T3U4	4	6	8	11	7.25
T4U4	4	6	7	10	6.75
T5U4	4	4	7	9	6

**LAMPIRAN 2: Hasil Perhitungan Rerata Data Pengamatan  
Parameter Pertumbuhan**

Tabel Abstraksi RAL Pengukuran Diameter Batang (cm)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah
	1	2	3	4	
T1	0.1831	0.1831	0.1831	0.199	0.7483
T2	0.199	0.199	0.2229	0.2388	0.8597
T3	0.2468	0.2388	0.2388	0.2707	0.9951
T4	0.2309	0.207	0.2309	0.2547	0.9235
T5	0.2149	0.2309	0.2309	0.2547	0.9314
Jumlah					4.458

Tabel Abstraksi RAL Pengamatan Tinggi Tanaman (cm)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah
	1	2	3	4	
T1	5.025	6.175	6.175	6.675	24.05
T2	7.125	7.9	6.675	6.925	28.625
T3	7.275	8.8	8.65	8.5	33.225
T4	7.325	7.025	7.1	7.9	29.35
T5	8.225	7.125	7.275	6.925	29.55
Jumlah					144.8

Tabel Abstraksi RAL Pengamatan Jumlah Helai Daun

Perlakuan	Ulangan				Jumlah
	1	2	3	4	
T1	5	5.25	5.25	5.75	21.25
T2	6.25	6.75	5.75	6	24.75
T3	6.5	7.75	7.5	7.25	29
T4	6.5	6.25	6.5	6.75	26
T5	7.5	6.25	6.5	6	26.25
Jumlah					127.25

### LAMPIRAN 3: Perhitungan Koefisien Keragaman (KK)

Perhitungan KK Diagram Batang

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Kuadrat Jumlah
	1	2	3	4		
T1	0.1831	0.1831	0.1831	0.199	0.7483	0.55995289
T2	0.199	0.199	0.2229	0.2388	0.8597	0.73908409
T3	0.2468	0.2388	0.2388	0.2707	0.9951	0.99022401
T4	0.2309	0.207	0.2309	0.2547	0.9235	0.85285225
T5	0.2149	0.2309	0.2309	0.2547	0.9314	0.86750596
Jumlah					4.458	4.0096192

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{4,458^2}{4 \times 5} \\
 &= \frac{19,873764}{20} \\
 &= 0,9936882
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Total} &= (0,1831^2 + 0,1831^2 + 0,1831^2 + 0,199^2 + 0,199^2 + 0,199^2 + 0,2229^2 + 0,2388^2 + 0,2468^2 + 0,2388^2 + 0,2388^2 + 0,2707^2 + 0,2309^2 + 0,207^2 + 0,2309^2 + 0,2547^2 + 0,2149^2 + 0,2309^2 + 0,2309^2 + 0,2547^2) - 0,9936882 \\
 &= 1,00636372 - 0,9936882 \\
 &= 0,01267552
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Perlakuan} &= \frac{(0,7483^2 + 0,8597^2 + 0,9951^2 + 0,9235^2 + 0,9314^2)}{4} - 0,9936882 \\
 &= \frac{4,0096192}{4} - 0,9936882 \\
 &= 1,002048 - 0,9936882 \\
 &= 0,0087166
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 0,01267552 - 0,0087166 \\
 &= 0,00395892
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Galat} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{df}} \\
 &= \frac{0,00395892}{15} \\
 &= 0,00026393
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{4,458}{4 \times 5} \\
 &= \frac{4,458}{20} \\
 &= 0,2229
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KK} &= \frac{\sqrt{\text{KT Galat}}}{y} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,00026393}}{0,2229} \times 100\% \\
 &= \frac{0,01624592}{0,2229} \times 100\% \\
 &= 0,07288434 \times 100\% \\
 &= 7,28 \%
 \end{aligned}$$

KK Diameter batang sebesar 7,28% > 5%, maka uji lanjutan yang digunakan adalah Uji Beda Nyata Terkecil (BNT/LSD).

### Perhitungan KK Tinggi Tanaman

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Kuadrat Jumlah
	1	2	3	4		
T1	5.025	6.175	6.175	6.675	24.05	578.4025
T2	7.125	7.9	6.675	6.925	28.625	819.390625
T3	7.275	8.8	8.65	8.5	33.225	1103.900625
T4	7.325	7.025	7.1	7.9	29.35	861.4225
T5	8.225	7.125	7.275	6.925	29.55	873.2025
Jumlah					144.8	4236.31875

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{144,8^2}{4 \times 5} \\
 &= \frac{20967,04}{20} \\
 &= 1048,352
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Total} &= (5,025^2 + 6,175^2 + 6,175^2 + 6,675^2 + 7,125^2 + 7,9^2 + 6,675^2 + 6,925^2 + 7,275^2 + 8,8^2 + 8,65^2 + 8,5^2 + 7,325^2 + 7,025^2 + 7,1^2 + 7,9^2 + 8,225^2 + 7,125^2 + 7,275^2 + 6,925^2) - 1048,352 \\
 &= 1064,316 - 1048,352 \\
 &= 15,964
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Perlakuan} &= \frac{(24,05^2 + 28,625^2 + 33,225^2 + 29,35^2 + 29,55^2)}{4} - 1048,352 \\
 &= \frac{4236,31875}{4} - 1048,352 \\
 &= 1059,07969 - 1048,352 \\
 &= 10,72769
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 15,964 - 10,72769 \\
 &= 5,23631
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Galat} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{df}} \\
 &= \frac{5,23631}{15} \\
 &= 0,34908733
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{144,8}{4 \times 5} \\
 &= \frac{4,458}{20} \\
 &= 7,24
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KK} &= \frac{\sqrt{\text{KT Galat}}}{y} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,34908733}}{7,24} \times 100\% \\
 &= \frac{0,59083613}{7,24} \times 100\% \\
 &= 0,0816072 \times 100\% \\
 &= 8,16 \%
 \end{aligned}$$

KK tinggi tanaman sebesar 8,16% > 5%, maka uji lanjutan yang digunakan adalah Uji Beda Nyata Terkecil (BNT/LSD).

### KK Jumlah Helai Daun

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Kuadrat Jumlah
	1	2	3	4		
T1	5	5.25	5.25	5.75	21.25	451.5625
T2	6.25	6.75	5.75	6	24.75	612.5625
T3	6.5	7.75	7.5	7.25	29	841
T4	6.5	6.25	6.5	6.75	26	676
T5	7.5	6.25	6.5	6	26.25	689.0625
Jumlah					127.25	3270.1875

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{127,25^2}{4 \times 5} \\
 &= \frac{16192,5625}{20} \\
 &= 809,628125
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Total} &= (5^2 + 5,25^2 + 5,25^2 + 5,75^2 + 6,25^2 + 6,75^2 + 5,75^2 + 6^2 + 6,5^2 + 7,75^2 + 7,5^2 + 7,25^2 + 6,5^2 + 6,25^2 + 6,5^2 + 6,75^2 + 7,5^2 + 6,25^2 + 6,5^2 + 6^2) - 809,628125 \\
 &= 820,6875 - 809,628125 \\
 &= 11,059375
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK \text{ Perlakuan} &= \frac{(21,25^2 + 24,75^2 + 29^2 + 26^2 + 26,25^2)}{4} - 809,628125 \\
 &= \frac{3270,1875}{4} - 809,628125 \\
 &= 817,546875 - 809,628125 \\
 &= 7,91875
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 11,095375 - 7,91875 \\
 &= 3,140625
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT Galat} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{df}} \\
 &= \frac{3,140625}{15} \\
 &= 0,209375
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y &= \frac{127,25}{4 \times 5} \\
 &= \frac{127,25}{20} \\
 &= 6,3625
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KK} &= \frac{\sqrt{\text{KT Galat}}}{y} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,209375}}{6,3625} \times 100\% \\
 &= \frac{0,45757513}{6,3625} \times 100\% \\
 &= 0,07191751 \times 100\% \\
 &= 7,19 \%
 \end{aligned}$$

KK jumlah helai daun sebesar 7,19% > 5%, maka uji lanjutan yang digunakan adalah Uji Beda Nyata Terkecil (BNT/LSD).

#### LAMPIRAN 4: Hasil Perhitungan Nilai BNT/LSD

##### Perhitungan Nilai LSD Diameter Batang

$$\begin{aligned} \text{KTG} &= 0,00026393 \\ \text{df} &= 15 \\ \alpha &= 0,05 \\ r &= 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LSD} &= t_{(\alpha, \text{df})} \times \sqrt{\frac{2\text{KTG}}{r}} \\ &= t_{(0,05; 15)} \times \sqrt{2 \times \frac{0,00026393}{4}} \\ &= 2,131 \times \sqrt{0,00052786} \\ &= 2,131 \times \sqrt{0,000131965} \\ &= 2,131 \times 0,0114876 \\ &= 0,02448008 \end{aligned}$$

##### Notasi

Perlakuan	Rerata	Notasi			
		awal			Akhir
T1	0,187075	a			a
T2	0,214925		b		b
T4	0,230875		b	c	bc
T5	0,23285		b	c	bc
T3	0,248775			c	c

##### Perhitungan Nilai LSD Tinggi Tanaman

$$\begin{aligned} \text{KTG} &= 0,34908733 \\ \text{df} &= 15 \\ \alpha &= 0,05 \\ r &= 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{LSD} &= t_{(a, df)} \quad \times \quad \sqrt{\frac{2KTG}{r}} \\
&= t_{(0,05; 15)} \quad \times \quad \sqrt{\frac{2 \times 0,34508733}{4}} \\
&= 2,131 \quad \times \quad \sqrt{0,69817466} \\
&= 2,131 \quad \times \quad \sqrt{0,17454367} \\
&= 2,131 \quad \times \quad 0,41778424 \\
&= 0,89029822
\end{aligned}$$

Notasi

Perlakuan	Rerata	Notasi			
		Awal			akhir
T1	6,0125	a			a
T2	7,15625		b		b
T4	7,3375		b		b
T5	7,3875		b		b
T3	8,30625			c	c

Perhitungan Nilai LSD Jumlah Helai Daun

$$\begin{aligned}
\text{KTG} &= 0,209375 \\
df &= 15 \\
a &= 0,05 \\
r &= 4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{LSD} &= t_{(a, df)} \quad \times \quad \sqrt{\frac{2KTG}{r}} \\
&= t_{(0,05; 15)} \quad \times \quad \sqrt{\frac{2 \times 0,209375}{4}} \\
&= 2,131 \quad \times \quad \sqrt{0,41875} \\
&= 2,131 \quad \times \quad \sqrt{0,1046875} \\
&= 2,131 \quad \times \quad 0,32355448 \\
&= 0,6894946
\end{aligned}$$

## Notasi

Perlakuan	Rerata	Notasi			
		awal			Akhir
T1	5,3125	a			a
T2	6,1875		b		b
T4	6,5		b		b
T5	6,5625		b	c	bc
T3	7,25			c	c

## Rekapitulasi Pemberian Notasi

Perlakuan	Diameter Batang	Tinggi Tanaman	Jumlah Helai Daun
T1	0,187075 a	6,0125 a	5,3125 a
T2	0,214925 b	7,15625 b	6,1875 b
T3	0,248775 bc	7,3375 b	7,25 b
T4	0,230875 bc	7,3875 b	6,5 bc
T5	0,23285 c	8,30625 c	6,5625 c

Keterangan : rerata yang diikuti huruf sama tidak memiliki perbedaan signifikan pada taraf signifikansi 5% ( $\alpha = 5\%$ ).

## LAMPIRAN 5: Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

Tabel Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

No.	Parameter	Hasil
1	pH Tanah	7
2	IntensitasCahaya	1 lux

## LAMPIRAN 6: Hasil Uji Kadar NPK



KEMENTERIAN PERTANIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN  
BALAI BESAR PENGKAJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN JAWA TENGAH



### Laboratorium BPTP Jawa Tengah

Jl. BPTP No. 40 Bukit Tegalepek, Sidomulyo, Ungaran 50501

E-mail : lab.bptpjateng@litbang.pertanian.go.id

Website : www.bptp-jateng@litbang.pertanian.go.id

Telp. : (024) 6924965

Fax : (024) 6924966

FORMULIR  F.07. LAPORAN HASIL PENGUJIAN RESULT OF ANALYSIS	Terbitan/Revisi : 1/-
	Tanggal Terbit : 2 Januari 2014
	Tanggal Revisi : -
	Halaman : 1 dari 2

NOMOR/NUMBER : /PO/ /2015

No dan Tanggal Sampel <i>Number and Date of Sample</i>	PO-120/X/2015, 22 Oktober 2015
Nama/Instansi Pemilik Contoh <i>Name/Principal of Sample owner</i>	Wakhida Amalia
Alamat <i>Address</i>	UIN Walisongo
No dan Tanggal Surat Pengiriman <i>Number and Date of expedition</i>	-
Keterangan Contoh (Jenis dan Jumlah) <i>Sample remark (properties &amp; total of sample)</i>	Pupuk cair , 1 contoh
Bobot, Wadah dan Kondisi Contoh <i>Weight, packing &amp; condition of sample</i>	Baik
Tanggal Penerimaan Contoh <i>Date of sample</i>	22 Oktober 2015
Tanggal Pengujian <i>Date of Analysis</i>	03 Nopember 2015

### HASIL/RESULT :

Terlampir

Ungaran, 3 Nopember 2015  
Murni Teknis  
H. Saifuddin, M.Sc  
NIP.19671104 199203 1 001

☐ Hasil Pengujian hanya berlaku untuk contoh yang di uji  
*The test result is only valid for the sample taken*

☐ Hasil pengujian berlaku untuk kelompok (Lot)  
*The test result is valid for the group sample*





KEMENTERIAN PERTANIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN  
BALAI BESAR PENGKAJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
**BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN JAWA TENGAH**



**Laboratorium BPPT Jawa Tengah**

1. BPPT No. 40 Bukit Tegalepek, Sidomulyo, Ungaran 50501

E-mail : lab.bpptjateng@litbang.pertanian.go.id Website : www.bppt-jateng@litbang.pertanian.go.id

Telp. : (024) 6924965  
Fax : (024) 6924966

FORMULIR	
Terbitan/Revisi : 1/-	
Tanggal Terbit : 2 Januari 2014	
Tanggal Revisi : -	
Halaman : 2 dari 2	
F.07. LAPORAN HASIL PENGUJIAN	
RESULT OF ANALYSIS	

Lampiran Hasil Pengujian Pupuk Nomor/Number : 44/ PO / X / 2015

No	Parameter	Satuan	Metode	PO-120/X/2015		Standart Mutu No:70/Permentan/SR.140/10/2011
				Pupuk cair ( Limbah Tahu )		
				Hasil		Pupuk cair
1.	N-Total	%	Kjeldahl	0.05		3 - 6
2.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	Spektrofotometri	0.07		3 - 6
3.	K <sub>2</sub> O	%	Spektrofotometri	0.07		3 - 6

☐ Hasil Pengujian hanya berlaku untuk contoh yang di uji  
The test result is only valid for the sample taken

☐ Hasil pengujian berlaku untuk kelompok (Lot)  
The test result is valid for the group sample

laporan Hasil Pengujian ini dilarang diperbanyak kecuali dalam kondisi lengkap tanpa persetujuan tertulis dari Manajemen puncak Laboratorium BPPT Jawa Tengah  
This report are prohibited reproducible except in complete conditions without the written approval from Laboratory Top Manager

## LAMPIRAN 7: Hasil Uji Normalitas Menggunakan Program SPSS

### Hasil Uji Normalitas Data Pengukuran Diameter Batang

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		diameter
N		20
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	.222900
	Std. Deviation	.0258289
Most Extreme Differences	Absolute	.172
	Positive	.123
	Negative	-.172
Kolmogorov-Smirnov Z		.767
Asymp. Sig. (2-tailed)		.598
a. Test distribution is Normal.		

### Hasil Uji Normalitas Data Pengukuran Tinggi Tanaman

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		tinggi
N		20
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	7.24000
	Std. Deviation	.916637
Most Extreme Differences	Absolute	.163
	Positive	.163
	Negative	-.119

Kolmogorov-Smirnov Z	.729
Asymp. Sig. (2-tailed)	.662
a. Test distribution is Normal.	

Hasil Uji Normalitas Data Pengukuran Jumlah Helai Daun

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Helai
N		20
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	6.3625
	Std. Deviation	.76294
Most Extreme Differences	Absolute	.128
	Positive	.128
	Negative	-.091
Kolmogorov-Smirnov Z		.575
Asymp. Sig. (2-tailed)		.896
a. Test distribution is Normal.		

**LAMPIRAN 8: Hasil Uji Homogenitas dan *One-way ANOVA*  
Menggunakan Program SPSS**

Hasil Uji Homogenitas dan *One-way ANOVA* Diameter Batang

**Test of Homogeneity of Variances**

Diameter

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.885	4	14	.498

**ANOVA**

Diameter					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.008	4	.002	8.732	.001
Within Groups	.003	14	.000		
Total	.012	18			

Hasil Uji Homogenitas dan *One-way ANOVA* Tinggi Tanaman

**Test of Homogeneity of Variances**

Tinggi

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.333	4	15	.852

### ANOVA

tinggi					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10.728	4	2.682	7.682	.001
Within Groups	5.237	15	.349		
Total	15.964	19			

Hasil Uji Homogenitas dan *One-way ANOVA* Jumlah Helai Daun

### Test of Homogeneity of Variances

helai

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.017	4	15	.430

### ANOVA

helai					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.919	4	1.980	9.455	.001
Within Groups	3.141	15	.209		
Total	11.059	19			

## LAMPIRAN 9: Hasil Uji *Post Hoc* LSD Menggunakan Program SPSS

Hasil Uji *Post Hoc* LSD Diameter Batang

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

diameter

LSD

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T1	T2	-.0278500 <sup>*</sup>	.0114876	.028	-.052335	-.003365
	T3	-.0617000 <sup>*</sup>	.0114876	.000	-.086185	-.037215
	T4	-.0438000 <sup>*</sup>	.0114876	.002	-.068285	-.019315
	T5	-.0457750 <sup>*</sup>	.0114876	.001	-.070260	-.021290
T2	T1	.0278500 <sup>*</sup>	.0114876	.028	.003365	.052335
	T3	-.0338500 <sup>*</sup>	.0114876	.010	-.058335	-.009365
	T4	-.0159500	.0114876	.185	-.040435	.008535
	T5	-.0179250	.0114876	.140	-.042410	.006560
T3	T1	.0617000 <sup>*</sup>	.0114876	.000	.037215	.086185
	T2	.0338500 <sup>*</sup>	.0114876	.010	.009365	.058335
	T4	.0179000	.0114876	.140	-.006585	.042385
	T5	.0159250	.0114876	.186	-.008560	.040410

T4	T1	.0438000*	.0114876	.002	.019315	.068285
	T2	.0159500	.0114876	.185	-.008535	.040435
	T3	-.0179000	.0114876	.140	-.042385	.006585
	T5	-.0019750	.0114876	.866	-.026460	.022510
T5	T1	.0457750*	.0114876	.001	.021290	.070260
	T2	.0179250	.0114876	.140	-.006560	.042410
	T3	-.0159250	.0114876	.186	-.040410	.008560
	T4	.0019750	.0114876	.866	-.022510	.026460

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hasil Uji *Post Hoc* LSD Tinggi Tanaman

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

tinggi

LSD

(I) perlakuan	(J) perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T1	T2	-1.143750*	.417794	.015	-2.03426	-.25324
	T3	-2.293750*	.417794	.000	-3.18426	-1.40324
	T4	-1.325000*	.417794	.006	-2.21551	-.43449
	T5	-1.375000*	.417794	.005	-2.26551	-.48449

T2	T1	1.143750*	.417794	.015	.25324	2.03426
	T3	-1.150000*	.417794	.015	-2.04051	-.25949
	T4	-.181250	.417794	.671	-1.07176	.70926
	T5	-.231250	.417794	.588	-1.12176	.65926
T3	T1	2.293750*	.417794	.000	1.40324	3.18426
	T2	1.150000*	.417794	.015	.25949	2.04051
	T4	.968750*	.417794	.035	.07824	1.85926
	T5	.918750*	.417794	.044	.02824	1.80926
T4	T1	1.325000*	.417794	.006	.43449	2.21551
	T2	.181250	.417794	.671	-.70926	1.07176
	T3	-.968750*	.417794	.035	-1.85926	-.07824
	T5	-.050000	.417794	.906	-.94051	.84051
T5	T1	1.375000*	.417794	.005	.48449	2.26551
	T2	.231250	.417794	.588	-.65926	1.12176
	T3	-.918750*	.417794	.044	-1.80926	-.02824
	T4	.050000	.417794	.906	-.84051	.94051

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



## Hasil Uji *Post Hoc* LSD Jumlah Helai Daun

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

helai  
LSD

(I) perlaku an	(J) perlaku an	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
T1	T2	-.87500 <sup>*</sup>	.32355	.016	-1.5646	-.1854
	T3	-1.93750 <sup>*</sup>	.32355	.000	-2.6271	-1.2479
	T4	-1.18750 <sup>*</sup>	.32355	.002	-1.8771	-.4979
	T5	-1.25000 <sup>*</sup>	.32355	.002	-1.9396	-.5604
T2	T1	.87500 <sup>*</sup>	.32355	.016	.1854	1.5646
	T3	-1.06250 <sup>*</sup>	.32355	.005	-1.7521	-.3729
	T4	-.31250 <sup>*</sup>	.32355	.349	-1.0021	.3771
	T5	-.37500 <sup>*</sup>	.32355	.265	-1.0646	.3146
T3	T1	1.93750 <sup>*</sup>	.32355	.000	1.2479	2.6271
	T2	1.06250 <sup>*</sup>	.32355	.005	.3729	1.7521
	T4	.75000 <sup>*</sup>	.32355	.035	.0604	1.4396
	T5	.68750 <sup>*</sup>	.32355	.051	-.0021	1.3771
T4	T1	1.18750 <sup>*</sup>	.32355	.002	.4979	1.8771
	T2	.31250 <sup>*</sup>	.32355	.349	-.3771	1.0021
	T3	-.75000 <sup>*</sup>	.32355	.035	-1.4396	-.0604
	T5	-.06250 <sup>*</sup>	.32355	.849	-.7521	.6271
T5	T1	1.25000 <sup>*</sup>	.32355	.002	.5604	1.9396
	T2	.37500 <sup>*</sup>	.32355	.265	-.3146	1.0646
	T3	-.68750 <sup>*</sup>	.32355	.051	-1.3771	.0021
	T4	.06250 <sup>*</sup>	.32355	.849	-.6271	.7521

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## LAMPIRAN 10: Surat Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN  
Jl. Prof. Dr. Hamka Km 2 (024) 7601295 Fax. 7615387 Semarang 50185

Nomor : In.06.03/J.8/PP.00.9/2996/2015

Semarang, 2 Juli 2015

Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth.: 1. Nur Hayati, M. Si  
2. Kusrinah, M. Si

di Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di jurusan Tadris Biologi,  
maka Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan menyetujui judul skripsi mahasiswa :

Nama : Wakhida Amalia

NIM : 113811038

Judul : PENGARUH PEMBERIAN PUPUK DARI LIMBAH CAIR TAHU  
TERHADAP PERTUMBUHAN VEGETATIF TANAMAN CABAI  
RAWIT (*Capsicum frutescens* L.)

dan menunjuk Saudara :

1. Nur Hayati, M.Si sebagai pembimbing materi.
2. Kusrinah, M. Si sebagai pembimbing metode.

Demikian dan atas kerja sama yang diberikan kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

An. Dekan

Kajur Pendidikan Biologi,



Dr. Dianah, M. Pd

NIP. 19590313 198103 2 007

Tembusan:

1. Dekan FITK UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

## LAMPIRAN 11: Surat Bebas Laboratorium



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN  
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngaliyan Telp. 7601295 Semarang

### SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM BIOLOGI

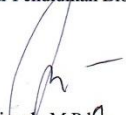
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang menerangkan dengan sesungguhnya, bahwa :

Nama : Wakhida Amalia  
N I M : 113811038  
Alamat : Ds.Cendono RT 002 RW 003 Kcc.Dawe Kab.Kudus


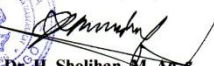
Adalah benar-benar mahasiswa Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang. Surat keterangan ini diberikan kepada mahasiswa tersebut di atas untuk menyatakan bahwa mahasiswa yang bersangkutan tidak mempunyai tanggungan di Laboratorium Jurusan Pendidikan Biologi.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 31 Maret 2015  
An. Kajar Pendidikan Biologi  
Sekjur Pendidikan Biologi,

  
Dr. Lianah, M.Pd  
NIP. 19590313 198103 2 007

## LAMPIRAN 12: Piagam KKN

	<p><b>KEMENTERIAN AGAMA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LP2M)</b></p> <p>Jl. Walisongo No. 3-5 Semarang 50185 telp/fax. (024) 7615923 email: lppm.walisongo@yahoo.com</p>
<hr/>	
<p style="text-align: center;"><b><u>PIAGAM</u></b></p> <p style="text-align: center;">Nomor : In.06.0/L.1/PP.06/480/2015</p>	
<p>Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang, menerangkan bahwa:</p>	
Nama	: <b>WAKHIDA AMALIA</b>
NIM	: <b>113811038</b>
Fakultas	: <b>Ilmu Tarbiyah dan Keguruan</b>
<p>Telah melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Angkatan ke-64 tahun 2015 di Kabupaten Temanggung, dengan nilai :</p>	
<p>.....<b>83</b>..... ( .....<b>4,0</b> / A..... )</p>	
<p style="text-align: right;">Semarang, 12 Juni 2015 Ketua,</p> <p style="text-align: right;"> <b>Dr. H. Sholihan, M. Ag.</b> NIP. 19600604 1994031 004</p>	

## LAMPIRAN 13: Piagam OPAK

	<p align="center"><b>KEMENTERIAN AGAMA INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI WALISONGO</b></p>	<p align="center">Jl. Walisongo No. 3 - 5 Telp. (024) 7624334, 7604554 Fax. 7601293 Semarang 50185</p>
<h1 align="center">S E R T I F I K A T</h1>		
<p align="center">Nomor : In.06.0/R.3/PP.03.1/3177A/2011</p>		
<p align="center">Nama</p>	<p align="center">: WAKHIDA AMALIA</p>	<p align="center">Diberikan kepada :</p>
<p align="center">NIM</p>	<p align="center">: 113811038</p>	
<p align="center">Fak./Jur./Prodi</p>	<p align="center">: FIK / PENDIDIKAN BUDU</p>	
<p align="center">telah mengikuti Orientasi Pengenalan Akademik (OPAK) Tahun Akademik 2011/2012 dengan tema " MENEGUHKAN KOMITMEN MAHASISWA DALAM MENGEMBAN AMANAT RAKYAT "</p>		
<p align="center">yang diselenggarakan oleh IAIN Walisongo Semarang pada tanggal 08 - 12 Agustus 2011 sebagai, "PESERTA" dan dinyatakan :</p>		
<h2 align="center">L U L U S</h2>		
<p align="center">Demikian sertifikat ini dibuat, untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.</p>		
<p align="center">An. Rektor</p>	<p align="center">Semarang, 12 Agustus 2011</p>	<p align="center">Ketua Panitia PANITIA CPY MAHASISWA BARU INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI (AIN) WALISONGO H. Hasvin Muhammad, M.Ag NIP. 19720315 199703 1002</p>
<p align="center">Pembantu Rektor III Prof. Dr. H. Moh. Erfan Soebahar, MA NIP. 19560624 198703 1002</p>		



## LAMPIRAN 14 : Foto Dokumentasi



Arang sekam



Polibag ukuran 20x20  
cm



Sprayer/semprotan



Corong plastik



Botol plastik



Tray/nampan



Botol kemasan EM4



Kemasan biji cabai rawit



Limbah air tahu



Air kelapa

1.



2.



3.



Penyemaian (1) penyiapan tanah pada tray (2) pemberian arang sekam setelah meletakkan biji di dalam tanah (3) tanamanan yang telah tumbuh





Pembuatan pupuk dari limbah cair tahu : pencampuran bahan (kiri) menutup rapat ember dan diberi pemberat (kanan)



Pupuk dari limbah cair tahu yang telah difermentasi selama 10 hari



Penyiraman pada fase persemaian hari ke-12



Tanaman diletakkan sesuai denah lokasi yang telah ditentukan



Tanaman usia 28 hari setelah penyemai



Mengukur tinggi tanaman menggunakan penggaris



Mengukur keliling batang terbesar dengan benang



Mengukur pH tanah



Mengukur intensitas cahaya

## **RIWAYAT HIDUP**

### **A. Identitas Diri**

1. Nama Lengkap : Wakhida Amalia
2. Tempat, Tanggal Lahir : Kudus, 10 Januari 1994
3. Alamat : Ds. Cendono Rt. 002 Rw. 003,  
Kec. Dawe, Kab. Kudus, 59353
- No. Hp : 085 713 704 342
- Email : amalia.wakhida10@gmail.com

### **B. Riwayat Pendidikan**

1. SD 03 Cendono lulus tahun 2005
2. MTs. NU Banat Kudus lulus tahun 2008
3. MA NU Banat Kudus lulus tahun 2011
4. UIN Walisongo Semarang lulus tahun 2015

Semarang, 26 November 2015

**Wakhida Amalia**  
NIM. 113811038