



TUGAS AKHIR - RE 184804

**PEMANFAATAN HASIL FERMENTASI LIMBAH  
CAIR KELAPA SAWIT DENGAN *Azospirillum*  
*sp.* SEBAGAI PUPUK CAIR ORGANIK**

IVANI LIVIA TRISNO  
0321144000070

Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. Wahyono Hadi M.Sc, PhD

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN, DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2019





FINAL PROJECT - RE 184804

**UTILIZATION OF FERMENTED PALM MILL  
EFFLUENT (POME) WITH *Azospirillum sp.* AS  
LIQUID BIO-FERTILIZER**

IVANI LIVIA TRISNO  
0321144000070

SUPERVISOR  
Prof. Ir. Wahyono Hadi M.Sc, PhD

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil, Environmental, and Geo-Engineering  
Institute of Technology Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PEMANFAATAN HASIL FERMENTASI LIMBAH CAIR KELAPA**  
**SAWIT DENGAN *Azospirillum sp.* SEBAGAI PUPUK CAIR**  
**ORGANIK**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**IVANI LIVIA TRISNO**

NRP. 03211440000070

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



**Prof. Ir. Wahyono Hadi M.Sc., Ph.D**

NIP.195600114 197903 1 001



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **Pemanfaatan Fermentasi Limbah Cair Kelapa Sawit Dengan *Azospirillum sp.* Sebagai Pupuk Cair Organik**

Nama Mahasiswa : Ivani Livia Trisno  
NRP : 03211440000070  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D

### **ABSTRAK**

Setiap ton produksi minyak kelapa sawit menghasilkan 2,5 ton limbah cair kelapa sawit (LCKS). LCKS mengandung organik yang tinggi dan dapat mencemari badan air. LCKS yang digunakan berasal dari kolam penampungan Perusahaan X. Jumlah LCKS yang perlu ditampung meningkat seiring dengan terus beroperasinya perusahaan. Hal ini menyebabkan meningkatnya kebutuhan lahan untuk kolam penampungan. LCKS yang telah ditampung pun tetap mengandung organik yang tinggi. Maka, diperlukan alternatif pengolahan agar kebutuhan akan lahan dapat dikurangi. Oleh karena tingginya kandungan organik pada LCKS, LCKS dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik dengan diolah terlebih dahulu. Pemanfaatan LCKS sebagai pupuk bermanfaat bagi masyarakat, lingkungan, perusahaan, dan dapat menggantikan peran pupuk kimia yang dapat mencemari lingkungan. Pengolahan yang dapat dilakukan dengan mereduksi kandungan organik melalui proses fermentasi. LCKS hasil fermentasi dapat dikategorikan sebagai *biofertilizer* atau pupuk hayati karena mengandung bakteri *Azospirillum sp.*

Pada penelitian ini dilakukan pengujian karakteristik LCKS yang telah ditampung. Kemudian LCKS difermentasi dengan penambahan *Azospirillum sp.* dan pengenceran. Pengenceran yang digunakan adalah tanpa pengenceran, pengenceran 10x dan 100x. *Azospirillum sp.* yang digunakan berbentuk serbuk dan cair. Pada bioaktivator serbuk, ditambahkan sebanyak 1g dan 0,5g. Sedangkan pada bioaktivator cair, ditambahkan sebanyak 5mL dan 10mL. Setelah itu dilakukan pengamatan pengaruh pupuk hasil fermentasi terhadap pertumbuhan tanaman dan juga

dibandingkan dengan pupuk kimia. Tanaman yang digunakan adalah tanaman lidah buaya dan mentimun.

Hasil penelitian ini yaitu LCKS dari kolam penampungan Perusahaan X belum memenuhi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. LCKS memiliki kandungan BOD dan COD sebesar 233,14 mg/L dan 462,51 mg/L, TKN 381,6 mg/L, total P 205,41 mg/L, amonium 373,51 mg/L, nitrat 3,65 mg/L, fosfat 17,66 mg/L, dan pH 8,07. Selain itu, diketahui bahwa penambahan bioaktivator meningkatkan pertumbuhan jumlah *Azospirillum sp* secara signifikan. Pada fase *stationer*, di setiap pengenceran, jumlah koloni terbanyak terdapat pada reaktor B dan D (penambahan bioaktivator sebanyak 1 gram dan 10 mL). Penambahan bioaktivator serbuk dapat meningkatkan nilai pH sehingga nilai pH tidak memenuhi Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011. Pada akhir fermentasi seluruh reaktor selain reaktor L2 dan L3, telah memasuki fase kematian. Setelah fermentasi, reaktor dengan jumlah *Azospirillum sp*. terbanyak adalah L3 (tanpa penambahan bioaktivator dengan pengenceran 100x). Pupuk hasil fermentasi berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Pupuk L2 (LCKS pengenceran 10x tanpa penambahan bioaktivator) memberikan pengaruh signifikan terhadap lidah buaya. Pupuk tanpa pengenceran memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan mentimun.

**Kata Kunci:** LCKS, pupuk cair organik, lidah buaya, mentimun, *Azospirillum sp*.



## **Utilization Of Fermented Palm Oil Mill Effluent (Pome) With *Azospirillum Sp.* As Liquid Bio-Fertilizer**

Student Name : Ivani Livia Trisno  
NRP : 03211440000070  
Department : Environmental Engineering  
Supervisor : Prof. Ir. Wahyono Hadi, M.Sc., Ph.D

### **ABSTRACT**

Each ton of palm oil produced will result 2.5 ton of POME. High organic contain in POME can polute the environment. POME used in this experiment was from X Company's ponding system. Pond requirement increases along with company's production which result of land requirement. For this treatment does not make POME's characteristics fullfilled the regulation of water body by the government, indeed alternative treatment is nessesary to be developed. Organic substant in POME made POME become a great source as organic fertilizer. It will give benefit for society, environment, stakeholder, and could minimize the application of chemical fertilizer which polute the environment. POME need to be treated before utilized as fertilizer. Fermentation could treat POME. Fermented POME will contain lower organic and also *Azospirillum sp.* which made the POME become biofertilizer.

In this experiment, POME from X Company's ponding system analyzed. *Azospirillum sp.* addition and POME dilution were used as variabel in fermentation process. POME dilluted 1x, 10x, and 100x. *Azospirillum sp.* used in the form of powder and liquid. In powder bioactivators, 1g and 0.5g were added. Whereas in liquid bioactivators, 5mL and 10mL were added. POME biofertilizer then tested on plant growth. *Aloe vera* and *Cucumis Sativus L.* were used as these plant are economically benefit and able to grow in peat land. The test include comparing biofertilizer with chemical fertilizer (Urea).

This study found that POME from the Company ponding system do not fulfill Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. POME

characteristics are BOD 233.14mg/L, COD 462.51mg/L, TKN 381.6mg/L, Phosphorus 205.41mg/L, ammonium 373.51mg/L, nitrate 3,65mg/L, phosphate 17.66mg/L, and pH 8.07. Addition of bioactivators has significant effect on colony's number of *Azospirillum sp.* During stationary phase, on every dilution, reactor B (addition of 1 gram powder) and D (addition of 10 mL liquid) have highest colony's number. Due to addition of powder bioactivator, reactor's pH was increase and do not fulfill Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011. On the end of fermentation, for all reactors except L2 and L3 (control with 10x and 100x dilution) are on death phase, the highest colony's number of *Azospirillum sp.* was on L3. Fermented POME/biofertilizer give significant effect on plant growth. The most significant biofertilizer for *Aloe vera* is L2 and for *Cucumis Sativus L.* are POME with no dilution.

**Keywords** : POME, Biofertilizer, *Aloe Vera*, *Cucumis Sativus L.*, *Azospirillum sp.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena limpahan berkat, rahmat, dan hikmatNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pemanfaatan Hasil Fermentasi Limbah Cair Kelapa Sawit Dengan *Azospirillum* sp. Sebagai Pupuk Cair Organik” ini dengan tepat waktu. Tugas Akhir ini dibuat guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Departemen Teknik Lingkungan, FTSLK, ITS.

Dengan Selesainya Tugas Akhir ini, tidak lupa penulis sampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Ir. Wahyono Hadi M.Sc, Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah mengajar dan membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Ibu Harmin Sulistyning Titah, S.T., M.T., Ph.D., Ibu Dr. Ir. Elinna Pandebesie M.T., dan Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M.eng., selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan bimbingannya.
3. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan, karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Surabaya, 2019

Penulis

“Halaman Ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pengertian dan Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS).....	5
2.2 Pupuk.....	6
2.2.1 Pupuk Anorganik .....	7
2.2.2 Pupuk Organik.....	7
2.3 Fermentasi.....	9
2.4 <i>Azospirillum sp.</i> .....	12
2.5 BOD dan COD .....	12
2.5.1 BOD .....	13
2.5.2 COD .....	12
2.6 Unsur Hara.....	13
2.6.1 Nitrogen (N) .....	14
2.6.2 Fosforus (P) .....	14

2.7 Tanaman Lidah Buaya.....	14
2.8 Tanaman Mentimun .....	16
2.9 Uji Statistik .....	17
2.10 Penelitian Terdahulu .....	18
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Kerangka Penelitian.....	19
3.2 Ide penelitian.....	19
3.3 Studi literatur .....	20
3.4 Persiapan Penelitian .....	20
3.4.1 Pembuatan Variasi Penelitian.....	20
3.4.2 Uji Karakteristik LCKS.....	22
3.4.3 Pembuatan Media Pertumbuhan Tanaman dan Penumbuhan Tanaman.....	22
3.5 Pelaksanaan Penelitian .....	22
3.5.1 Fermentasi .....	22
3.5.2 Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri.....	23
3.5.3 Uji Karakteristik LCKS Hasil Fermentasi .....	24
3.5.4 Pemberian Pupuk Organik Cair pada Tanaman.....	24
3.5.5 Pengamatan Pertumbuhan Tanaman.....	24
3.6 Hasil dan Pembahasan.....	27
3.7 Kesimpulan dan Saran.....	27
<b>BAB 4 PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS).....	29
4.2 Pengaruh Konsentrasi Penambahan <i>Azospirillum</i> sp. Terhadap Kualitas Pupuk.....	32
4.2.1 Jumlah Koloni <i>Azospirillum</i> sp. ....	33
4.2.2 Patogenitas dan Kontaminan.....	35
4.2.3 pH.....	38

4.2.4 Parameter Fisik-Kimia .....	41
4.3 Pengaruh Pupuk Hasil Fermentasi Terhadap Pertumbuhan Tanaman .....	52
4.3.1 Lidah Buaya .....	53
4.3.1 Mentimun .....	56
BAB 5 PENUTUP .....	69
5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	71
LAMPIRAN .....	78
BIOGRAFI PENULIS .....	165

“Halaman Ini sengaja dikosongkan”



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan Fermentasi (Ziemiński dan Fraç, 2012) .	10
Gambar 2.2 Grafik Pertumbuhan Bakteri .....	11
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian .....	20
Gambar 4.1 Pertumbuhan Azospirillum sp. Selama Fermentasi Pada Reaktor Dengan Penambahan Bioaktivator Serbuk Dan Kontrol.....	36
Gambar 4.2 Pertumbuhan Azospirillum sp. Selama Fermentasi Pada Reaktor Dengan Penambahan Bioaktivator Cair Dan Kontrol .....	37
Gambar 4.3 Perubahan pH Selama Proses Fermentasi.....	42
Gambar 4.4 Perubahan COD Selama Proses Fermentasi .....	43
Gambar 4.5 Perubahan BOD Selama Proses Fermentasi .....	44
Gambar 4.6 Perubahan TKN Selama Proses Fermentasi .....	45
Gambar 4.7 Perubahan Total P Selama Proses Fermentasi.....	46
Gambar 4.8 Perubahan Amonium Selama Proses Fermentasi ..	47
Gambar 4.9 Perubahan Nitrat Selama Proses Fermentasi.....	48
Gambar 4.10 Perubahan Fosfat Selama Proses Fermentasi .....	49
Gambar 4.11 Pertumbuhan Panjang Pelepah Lidah Buaya .....	59
Gambar 4.12 Pertumbuhan Lebar Pelepah Lidah Buaya .....	60
Gambar 4.13 Pertumbuhan Berat Basah Lidah Buaya.....	61
Gambar 4.14 Pertumbuhan Berat Kering Lidah Buaya.....	62
Gambar 4.15 Pertumbuhan Tinggi Tanaman Mentimun.....	65
Gambar 4.16 Laju Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman Mentimun.....	66
Gambar 4.17 Pertumbuhan Berat Basah Tanaman Mentimun...	67
Gambar 4.18 Pertumbuhan Berat Kering Tanaman Mentimun...	68

“Halaman Ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karateristik LCKS Sebelum diolah .....	6
Tabel 2.2	Persyaratan Kandungan Bakteri Pada Pupuk.....	7
Tabel 3.1	Variasi Pengenceran Dan Penambahan Bakteri Pada Proses Fermentasi.....	21
Tabel 3.2	Kebutuhan Volume Limbah Untuk Analisis .....	21
Tabel 3.3	Metode Analisis Parameter Kimia .....	22
Tabel 3.4	Kebutuhan Jumlah Reaktor Tanaman.....	23
Tabel 3.5	Acuan/Medium Selektif Untuk Analisis Parameter Mikrobiologi .....	24
Tabel 4.1	Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS) .....	29
Tabel 4.2	Jumlah Koloni Azospirillum pada Fase Stationer di Setiap Reaktor Selama Proses Fermentasi .....	38
Tabel 4.3	Hasil Analisis Pupuk Hasil Fermentasi LCKS Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011 .....	39
Tabel 4.4	Karakteristik Pupuk Cair LCKS Hasil Fermentasi .....	40
Tabel 4.5	Karakteristik Pupuk LCKS dengan Pengenceran 10x.....	58
Tabel 4.6	% Tanaman Mentimun yang Hidup Sampai akhir Pengamatan tanaman. ....	63

“Halaman Ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Metode Pengujian di Balai Penelitian & Konsultasi Industri.....	79
	Uji COD.....	79
	Uji BOD.....	80
	Uji TKN.....	81
	Uji Total P.....	81
	Uji Jumlah Koloni Bakteri.....	82
Lampiran II	Tahapan Uji Fosfat, Amonium dan Nitrat.....	83
Lampiran III	Dokumentasi Analisis Laboratorium.....	85
Lampiran IV	Hasil Analisis Amonium dan Nitrat.....	87
Lampiran V	Hasil Analisis Fosfat, pH dan Suhu.....	89
Lampiran VI	Hasil Uji TKN, Total P, BOD, dan COD Hari Ke-0 Fermentasi.....	91
Lampiran VII	Hasil Uji TKN, Total P, BOD, dan COD Hari Ke-14 Fermentasi.....	93
Lampiran VIII	Hasil Uji Jumlah Koloni Azospirillum sp. pada Hari Ke-0 dan Ke Fermentasi.....	95
Lampiran IX	Hasil Uji Jumlah Koloni Azospirillum sp. Pada Hari Ke-7 dan Ke-10 Fermentasi.....	97
Lampiran X	Hasil Uji Jumlah Koloni Azospirillum sp., E. coli, Salmonella, Uji Patogenitas pada Hari Ke-14 Fermentasi.....	99
Lampiran XI	Hasil Uji TKN dan Total P pada Bioaktivator..	101
Lampiran XII	Data Pengukuran dan Pertumbuhan Tanaman Lidah Buaya.....	103
Lampiran XIII	Data Pengukuran Berat Basah dan Berat Kering Lidah Buaya.....	105

Lampiran XIV	Pengukuran Tinggi Tanaman Mentimun.....	107
Lampiran XV	Pengukuran Jumlah Daun Mentimun.....	109
Lampiran XVI	Hasil Uji Statistik Pengaruh Penambahan Bioaktivator, Pengenceran dan Waktu Fermentasi Terhadap Pertumbuhan <i>Azospirillum</i> sp. ....	111
Lampiran XVII	Hasil Uji Statistik Pengaruh Penambahan Bioaktivator, Pengenceran dan Waktu Fermentasi Terhadap Pertumbuhan <i>Azospirillum</i> sp. ....	113
Lampiran XVIII	Hasil Uji Statistik Pengaruh Penambahan Bioaktivator, Pengenceran dan Waktu Fermentasi Terhadap Pertumbuhan <i>Azospirillum</i> sp. ....	115
Lampiran XIX	Reaktor Fermentasi Limbah Cair Kelapa Sawit.....	119
Lampiran XX	Dokumentasi Pengamatan Pertumbuhan Tanaman.....	121
Lampiran XXI	Perhitungan Dosis Pemupukan Tanaman Uji.	123
Lampiran XXII	Pengukuran Panjang dan Lebar Tanaman Lidah Buaya.....	131

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Menurut *World Bank Group* (2017) dalam *Commodity Markets Outlook*, sejak tahun 2010 hingga 2017, Indonesia adalah negara yang paling banyak memproduksi minyak kelapa sawit. Pada tahun 2017, tercatat bahwa Indonesia memproduksi 36 juta ton kelapa sawit. Ifedora dan Awazie (2016) menyatakan bahwa setiap ton minyak kelapa sawit menghasilkan 2,5 ton Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS). Berdasarkan Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian (2006), LCKS memiliki kandungan organik yang tinggi dan dapat mencemari badan air. LCKS yang telah diolah tetap mengandung kandungan organik dalam jumlah yang cukup besar. Pengolahan LCKS membutuhkan perawatan dan biaya yang cukup membebani industri kelapa sawit (Madaki dan Seng, 2013).

Demikian halnya yang terjadi di Perusahaan X. Perusahaan X adalah perusahaan penghasil minyak kelapa sawit yang berada di Kalimantan barat. LCKS yang dihasilkan oleh Perusahaan X ditampung di kolam penampungan tanpa adanya pengolahan lainnya. Terus beroperasinya perusahaan berakibat pada bertambahnya LCKS yang ditampung di kolam penampungan. Hal ini menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan lahan oleh Perusahaan X. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengolahan atau pemanfaatan LCKS agar kebutuhan akan lahan dapat dikurangi dan biaya pengolahan tidak membebani perusahaan.

Namun dengan adanya kandungan organik yang tinggi dalam LCKS, LCKS dapat digunakan sebagai pengganti pupuk (Madaki dan Seng, 2013). Hal yang sama disarankan oleh Ifedora dan Awazie (2016), LCKS dapat digunakan untuk kultivasi tanaman. LCKS yang digunakan seharusnya diolah dan diencerkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi yang tinggi, LCKS bersifat racun terhadap pertumbuhan tanaman.

Selain itu, Janet *et al.* (2016) berpendapat bahwa penggunaan pupuk kimia membebani petani dan tidak berdampak baik terhadap lingkungan. Pupuk kimia dapat menyebabkan polusi pada tanah dan penggunaannya membutuhkan biaya yang tinggi. Pupuk yang organik lebih murah dan ramah lingkungan, sering kali menjadi pilihan para petani. Oleh sebab itu pupuk organik dapat menjadi pilihan yang tepat untuk kultivasi tanaman. Tanaman yang diproduksi dari pupuk organik juga akan lebih aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Menurut El-Lattief (2016), pupuk organik adalah suplemen yang lebih baik dan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil dari tanaman.

Reduksi organik dapat dilakukan dengan proses fermentasi (Lier *et al.*, 2008). Dalam penelitiannya, Muratova *et al.* (2005) menemukan bahwa *Azospirillum sp.* Dapat mereduksi organik dalam keadaan anaerobik. *Azospirillum sp.* merupakan bioindikator pupuk hayati, sehingga LCKS yang telah diolah dengan proses fermentasi dan mengandung *Azospirillum sp.* merupakan pupuk hayati (Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011). Penambahan nutrisi melalui bakteri atau biofertilizer ini murah dan dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia (El-Lattief, 2016).

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengujian karakteristik LCKS yang didapatkan dari kolam penampungan Perusahaan X. Setelah itu akan dilakukan pemanfaatan LCKS tersebut melalui proses fermentasi dengan *Azospirillum sp.* Pada proses fermentasi variabel yang akan digunakan adalah pengenceran LCKS dan penambahan bakteri. Pengenceran yang digunakan adalah 1x, 10x, dan 100x. Bakteri yang akan digunakan berbentuk serbuk dan cair. Pada bakteri serbuk, akan ditambahkan sebanyak 1g dan 0,5g. Sedangkan pada bakteri cair, akan ditambahkan sebanyak 5mL dan 10mL.

Pupuk cair hasil fermentasi akan dibandingkan dengan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011. Pupuk cair dapat dikatakan baik jika memenuhi persyaratan yang telah ditentukan dalam Peraturan Menteri tersebut. Maka, dapat diketahui berapa penambahan bakteri yang menghasilkan pupuk cair yang baik. Dalam penelitiannya Safitri



(2013), pupuk cair yang baik hasil fermentasi lindi dengan *Azospirillum* sp memberikan pengaruh yang berbanding terbalik dengan peningkatan pertumbuhan tanaman. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan diamati pula pengaruh pupuk cair hasil fermentasi terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman yang digunakan adalah tanaman lidah buaya dan mentimun, karena tanaman ini dapat tumbuh di area gambut (Nasrul, 2010; Sasli *et al*, 2008) dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Antara Kalbar, 2014 dan Ketapang news, 2017).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah karakteristik limbah cair kelapa sawit yang telah diolah pada kolam penampungan Perusahaan X?
2. Berapakah konsentrasi penambahan bakteri bioaktivator untuk dapat menghasilkan pupuk cair yang baik?
3. Bagaimana pengaruh pengenceran limbah cair dengan bakteri bioaktivator yang telah difermentasikan terhadap pertumbuhan tanaman Lidah Buaya dan Mentimun?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan karakteristik limbah cair kelapa sawit yang telah diolah pada kolam penampungan Perusahaan X.
2. Menentukan pengaruh konsentrasi penambahan bakteri bioaktivator terhadap kualitas pupuk.
3. Menentukan pengaruh pupuk hasil fermentasi terhadap pertumbuhan tanaman.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Limbah cair diambil dari kolam anaerobik perkebunan kelapa sawit perusahaan x.
2. Bioaktivator yang digunakan adalah *Azospirillum* sp. berbentuk serbuk dan cair.
3. Variabel yang digunakan adalah pengenceran limbah dan konsentrasi bakteri

4. Setelah dilakukan pengenceran dan penambahan bakteri, dilakukan proses mixing untuk menghomogenkan sampel menggunakan shaker pada 100 rpm selama 120 menit.
5. Pada proses fermentasi dilakukan uji Total Plate Count (TPC) pada bakteri *Azospirillum sp.* dengan ketentuan sebagai berikut:
  - a. Dilakukan pada hari ke-0, ke-3, ke-7, ke-10 dan ke-14.
  - b. Medium selektif yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.5.
6. Penanaman dan pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut.
  - a. Tanaman mentimun ditanam pada media tanah dan tanaman lidah buaya ditanam dengan media tanah dan pasir dengan perbandingan 3:1.
  - b. Penanaman menggunakan plastik tanpa lubang.
  - c. Tanaman yang digunakan adalah tanaman yang homogen.
  - d. Dilakukan pengukuran berat kering dan berat basah sebelum dan sesudah pemberian pupuk cair.
  - e. Dilakukan pengukuran setiap 3 hari, yaitu tinggi dan jumlah daun pada tanaman mentimun, dan tinggi dan lebar daun pada tanaman lidah buaya.

## 1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini:

1. Memberikan alternatif pemanfaat limbah cair perkebunan kelapa sawit sebagai pupuk cair tanaman.
2. Memberikan alternatif pengganti pupuk kimia yang ada di pasaran.
3. Sebagai informasi secara ilmiah mengenai teknik pemanfaatan limbah cair kelapa sawit dengan fermentasi bakteri pada bioktivator sebagai pupuk cair tanaman.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian dan Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)

Pengolahan kelapa sawit menghasilkan LCKS sebanyak 60% (Sundaryono dan Budiyanto, 2010). Karakteristik air LCKS sebelum diolah dapat dilihat pada Tabel 2.1. LCKS mengandung polutan yang tinggi (Liew *et al.*, 2016). Menurut Madaki dan Seng (2013), LCKS mempunyai sifat asam dan mengandung minyak residu. Hal inilah yang membuat LCKS membutuhkan banyak oksigen untuk proses penguraian. LCKS dapat mengandung BOD 100 kali lebih tinggi dari pada limbah domestik. LCKS yang baru dihasilkan berbentuk koloid berwarna kecoklatan dan merupakan campuran dari air, minyak dan lemak. Dalam Subdit Pengelolaan Lingkungan Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian (2006), bank dunia menyatakan bahwa LCKS berpotensi mencemari badan air. Pengolahan LCKS dengan penampungan atau *ponding system* terjadi dalam keadaan anaerobik (Nwuche *et al.*, 2014). Bentuk kolam anaerobik sesuai dengan kolam fakultatif dan kolam maturasi (Lier *et al.*, 2008). Miquel dan Mara (2004) menjelaskan bahwa pada kolam anaerobik dan bagian bawah kolam fakultatif tidak terdapat oksigen terlarut. Sedangkan, pada kolam maturase dan bagian atas kolam fakultatif terdapat oksigen terlarut. LCKS yang telah diolah masih memiliki kandungan organik yang tinggi dan menghasilkan lumpur (Ujang *et al.*, 2010). Madaki dan Seng (2013) menyatakan bahwa, pengolahan yang telah ada membutuhkan perawatan dan biaya yang cukup membebani industri kelapa sawit. LCKS dapat menyebabkan matinya kehidupan akuatik oleh karena tingginya kadar BOD pada LCKS.

Menurut Tan *et al.* (2015), dalam LCKS terdapat bakteri dan jamur yang dapat mendegradasi organik dalam keadaan anaerobik. Beberapa diantaranya adalah bakteri hidrolitik, asidogenik fermentatif, asetogenik, dan metanogenik yang berperan dalam proses fermentasi metan. Chong *et al.* (2009) menyatakan bahwa dalam LCKS terdapat bakteri *Clostridium*

yang dapat mereduksi organik dan menghasilkan hidrogen. Selain itu, Tan *et al.* (2015) juga memaparkan bahwa LCKS mengandung bakteri nitrifikasi, denitrifikasi, dan pengakumulasi fosforus. Bakteri pengakumulasi fosforus menyerap ortofosfat ke dalam sel tubuhnya sehingga kadar fosforus di dalam LCKS tereduksi. Bakteri nitrifikasi mengoksidasi amonia menjadi nitrit atau nitrat yang kemudian diubah menjadi gas nitrogen dengan bakteri denitrifikasi.

**Tabel 2.1 Karakteristik LCKS Sebelum diolah**

No	Parameter	Limbah Cair Kelapa Sawit	
		Mentah (Rata-Rata)	Baku Mutu <sup>9</sup>
1	BOD	21.280 <sup>a</sup>	100
2	COD	34.720 <sup>a</sup>	350
3	pH	4 <sup>a</sup>	6-9
4	TKN	1000 <sup>b</sup>	50 (Total N)
5	Nitrat	500±20 <sup>e</sup>	
6	Amonium	410±20 <sup>e</sup>	
7	Total P	1020 <sup>d</sup>	-
8	Fosfat	315,36 <sup>f</sup>	-

Sumber: <sup>(a)</sup> Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, 2006; <sup>(b)</sup>Chin *et al.*, 1996; <sup>(c)</sup>Hasil analisis; <sup>(d)</sup>Poh *et al.*, 2010; <sup>(e)</sup> Nwuche *et al.*, 2014; <sup>(f)</sup>Hadiyanto *et al.*, 2012; <sup>(g)</sup>Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Satuan parameter dalam mg/L, kecuali pH tanpa satuan.

## 2.2 Pupuk

Pupuk adalah material organik maupun anorganik, alami maupun sintetis yang menyuplai nutrisi untuk tanaman (IRRI dan CIMMYT). Nutrisi diperlukan tanaman agar dapat bertumbuh dan menghasilkan panen maksimal. Nutrisi dalam pupuk (Savoy dalam *Fertilizer and Their Use*) dapat meningkatkan kualitas tanaman dan hasil panen (Hochmuth *et al.*, 2016). Savoy dalam *Fertilizer and Their Use* mengolongkan nutrisi dalam pupuk menjadi nutrisi makro, nutrisi sekunder dan nutrisi mikro. Nutrisi makro meliputi Nitrogen (N), Fosforus (P), dan Kalium (K). Nutrisi sekunder meliputi Kalsium (Ca),

Magnesium (Mg) dan Sulfur (S). Nutrisi mikro yaitu, Nikel (Ni), Tembaga (Cu), Besi (Fe), Klorin (Cl), dan lain sebagainya.

## 2.2.1 Pupuk Anorganik

Dalam *Organic and Inorganic Fertilizers*, IRRI dan CIMMYT menjelaskan bahwa pupuk anorganik berasal dari bahan-bahan kimia melalui proses pabrik. Pupuk anorganik memiliki berbagai ukuran partikel dan dapat berbentuk kristal, palet, granul, dan debu. Pupuk anorganik sangat beraneka ragam, ada yang hanya mengandung satu atau beberapa unsur nutrisi.

## 2.2.2 Pupuk Organik

Menurut IRRI dan CIMMYT, pupuk organik adalah bahan alami yang berasal dari tanaman atau hewan. Beberapa contoh pupuk organik adalah pupuk kandang, pupuk hijau, sisa-sisa tanaman, limbah rumah tangga, kompos, dan sampah hutan. Pupuk organik yang baik menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 dapat dilihat pada Tabel 2.2

**Tabel 2. 2 Persyaratan Kandungan Bakteri Pada Pupuk**

Parameter	Standar Mutu Menurut Jenis Bahan			Metode Pengujian
	Tepung/ Serbuk	Granul / Pelet	Cair	
Bakteri *) Misalnya: a. Azospirillum sp b. Azotobacter sp c. Bacillus sp d. Pseudomonas sp	≥107 cfu/g berat kering contoh	≥107 cfu/g berat kering contoh	≥108 cfu/m L	TPC **)
Actinomiset*) Misalnya: Streptomyces sp	≥106 cfu/g berat kering contoh	≥105 cfu/g berat kering contoh	≥105 cfu/m l	TPC **)
Fungi*) Misalnya:	≥105 cfu/g berat	≥104 cfu/g berat	≥104 cfu/m l	TPC **)

Parameter	Standar Mutu Menurut Jenis Bahan			Metode Pengujian
	Tepung/ Serbuk	Granul / Pelet	Cair	
Aspergillus sp	kering contoh	kering contoh		
Fungsional: a. Penambat N b. Pelarut P c. Penghasil fitohormon d. Perombak bahan organik (dekomposer)	Positif Positif >0,0 Positif			Media bebas N, Media pikovskaya a Spektrofotometri, Media agar CMC/Avicel
Patogenisitas	Negatif			Infeksi ke daun tembakau
Kontaminan: <i>E. coli</i> <i>Salmonella</i> sp	< 103 MPN/g atau MPN/ml			MPN durham & uji lanjut pada media
Kadar Air (%)***)	<35		-	ADBB
pH	5,0-8,0			pH H <sub>2</sub> O, pH meter

Sumber: Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011

Berikut adalah keuntungan dan kerugian pupuk organik menurut El-Lattief (2016).

• **Kerugian:**

1. Pupuk organik sulit disimpan karena sensitif terhadap perubahan suhu dan kelembaban.
2. Pengaruh terhadap tanaman yang lebih lambat dibandingkan pupuk kimia.
3. Sulit ditemukan di *rural area*.
4. Pupuk organik dapat diunggulkan dibandingkan pupuk lainnya, tapi tidak dapat benar-benar menggantikannya.

5. Beberapa mikroorganisme dapat mengurangi komposisi pupuk organik.
6. Zat kimia lainnya tidak boleh dicampurkan dengan pupuk organik.

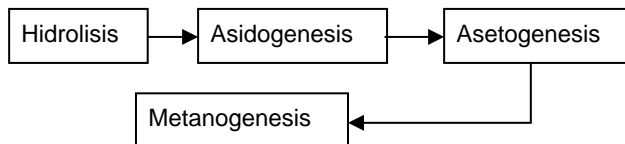
• **Keuntungan:**

1. Mengurangi pemakaian pupuk kimia.
2. Mengurangi polusi lingkungan.
3. Meningkatkan nutrient yang mudah diserap.
4. Memberikan zat untuk pertumbuhan tanaman.
5. Meningkatkan karakteristik fisik dan biologis tanah.
6. Memberikan antibiotik yang tahan terhadap beberapa penyakit tanaman.
7. Tidak memerlukan biaya yang banyak.
8. Mikroorganisme dapat mereduksi zat organik kompleks menjadi senyawa yang lebih mudah diserap tanaman.
9. Meningkatkan kinerja akar.
10. Ramah lingkungan, membersihkan tanaman dari pupuk kimia yang terendapkan.

### 2.3 Fermentasi

Lier *et al.* (2008) menjelaskan bahwa proses fermentasi atau *anaerobic digestion* adalah proses degradasi bahan organik dan menghasilkan biogas. Biogas yang terbentuk umumnya adalah gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang berbau dan bersifat korosif (Madaki dan Seng, 2013). Pengolahan secara anaerobik sangatlah efektif dalam mendegradasi senyawa organik yang dapat terdekomposisi. Proses ini akan menyisahkan senyawa mineral seperti  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$  dalam larutan. Degradasi senyawa organik menyebabkan nilai COD dan BOD menurun. *Anaerobic digestion* dapat terjadi oleh karena adanya mikroorganisme anaerobik (Bajpai, 2017). Müller (2001) menjelaskan bahwa jenis proses fermentasi pada dasarnya dipengaruhi oleh jenis bakteri yang berperan dalam proses fermentasi. Fermentasi etanol terjadi oleh karena adanya bakteri *Saccharomyces* dan menghasilkan etanol dan  $\text{CO}_2$ . Bakteri *Clostridium* dapat mereduksi organik menjadi *butyrate*,  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2$  (fermentasi *butyrate*) atau butanol, aseton,  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2$  (fermentasi butanol-aseton).

Ziemiński dan Frąç (2012) menjelaskan bahwa hasil akhir proses *digestion* adalah alcohol dan metana. Fermentasi metana oleh bakteri metanogenik terbagi kedalam empat tahap, yaitu tahanan hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis. Pada tahap hidrolisis, senyawa polimer (karbohidrat, protein, lemak, dsb) akan didekomposisi menjadi monomer yang larut (gula, asam amino, asam lemak, dsb). Tahap berikutnya adalah asidogenesis atau fase asidifikasi. Pada tahap ini, bakteri mengubah senyawa hasil proses hidrolisis menjadi asam organik berantai pendek (*formic, acetic, propionic, butyric, pentanoic*), alcohol (*methanol, ethanol*, dsb), aldehida, CO<sub>2</sub>, dan hidrogen. Asetat, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub> yang dihasilkan dari proses asidogenesis dapat langsung dimanfaatkan oleh bakteri metanogenik sebagai sumber metabolisme. Asam organik berantai pendek, alcohol, dan aldehida yang terbentuk dari proses asidogenesis diubah terlebih dahulu menjadi asetat dan H<sub>2</sub> oleh bakteri asetogenik pada proses asetogenesis. Oleh bakteri metanogenik, asetat dan H<sub>2</sub> diubah menjadi gas metan.



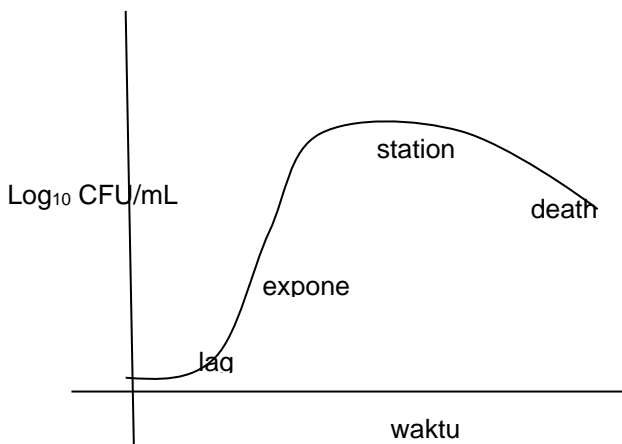
**Gambar 2.1 Tahapan Fermentasi (Ziemiński dan Frąç, 2012)**

Menurut maier *et al.* (2009), bakteri dapat tumbuh dengan baik jika terdapat nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri untuk bertumbuh. Pertumbuhan bakteri terdiri dari *lag phase*, *log phase*, *stationary phase*, dan *death phase*. Kurva pertumbuhan bakteri dapat dilihat pada Gambar 2.1. Fase lag adalah fase awal pertumbuhan mikroba dan masa adaptasi sel mikroorganisme terhadap kondisi lingkungannya. Fase kedua adalah fase log atau eksponensial. Pada fase ini, mikroba bertumbuh dengan cepat. Laju pertumbuhan sel mikro sebanding dengan jumlah sel mikroba pada fase ini. Fase



berikutnya adalah *stationary phase*, yaitu fase tanpa penambahan mikroba. Pada fase ini laju pertumbuhan mikroba sebanding dengan laju kematian sel mikroba. *Death phase* adalah fase akhir dalam pertumbuhan mikroba. Fase ini ditandai dengan berkurangnya jumlah sel mikroba secara signifikan.

Hitmat *et al.* (2013) menemukan bahwa proses fermentasi dapat mempertahankan nutrisi di dalam reaktor. Meskipun tidak signifikan, fermentasi dapat meningkatkan nilai Total N.



**Gambar 2.2 Grafik Pertumbuhan Bakteri**

Sumber: Maier *et al.* (2009)

Pada awal proses fermentasi oleh bakteri dihasilkan asam yang membuat pH menjadi rendah (Ziemiński dan Frąc, 2012). Dalam penelitiannya, Iwuagwu dan Ugwuanyi (2014) menemukan bahwa bakteri metanogenik, asam tersebut diubah menjadi biogas sehingga pH menjadi netral. Selain itu proses denitrifikasi menghasilkan karbonat yang mendukung adanya kenaikan pH. Peningkatan pH selama proses fermentasi disebabkan oleh reduksi asam oleh bakteri dan proses denitrifikasi (Ziemiński dan Frąc, 2012; Iwuagwu dan Ugwuanyi, 2014; Lier *et al.*, 2008).

Maier (2009), menjelaskan bahwa tercapainya fase stasioner disebabkan karena habisnya karbon atau nutrisi di dalam reaktor. Namun, bukan berarti pertumbuhan terhenti. Hal ini dikarenakan sel-sel bakteri yang mati dapat mengalami proses lisis dan menjadi energi bagi bakteri lainnya. Pertumbuhan bakteri dari sel-sel mati disebut juga dengan metabolisme endogen. Fase ini dapat terlihat pada kurva stasioner yang mengalami sedikit fluktuasi. Fluktuasi pada fase stasioner juga dapat disebabkan oleh karena beberapa senyawa lebih mudah didegradasikan oleh bakteri dibanding dengan senyawa lainnya yang membutuhkan waktu lebih lama. Hal ini juga mungkin terjadi pada reaktor kontrol, dikarenakan pada reaktor kontrol tidak ditambahkan bioaktivator.

## **2.4 *Azospirillum* sp.**

*Azospirillum* sp. mampu mereduksi organik dalam keadaan anaerobik (Muratova *et al.*, 2005). Dalam penelitian Vikram *et al.* (2007), bakteri *Azospirillum* dapat melarutkan P dari substrat  $K_2HPO_4$  dengan tidak menghambat proses penambatan nitrogen. El-Lattief (2016) menyatakan bahwa *Azospirillum* adalah bakteri gram negatif yang dapat bersimbiosis dengan akar tanaman dan menyerap  $N_2$  dari atmosfer. Bakteri ini biasanya berada di permukaan akar tanaman. *Azospirillum* memberikan manfaat kepada tanaman melalui fiksasi nitrogen, sintesis fitohormon dan menyeimbangkan hormon tanaman. *Azospirillum* sp. merupakan bioindikator pada pupuk hayati (Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011).

### **2.4.1 COD**

Berdasarkan Kepmen LH No 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Industri Minyak Sawit, kadar maksimum COD yaitu 350 mg/L dengan beban pencemar maksimum 0,88kg/ton. Sawyer *et al.* (2003) menjelaskan bahwa *Chemical Oxygen Demand* (COD) digunakan untuk mengukur kekuatan organik dalam limbah. Nilai COD yang lebih tinggi dari pada nilai BOD berarti terdapat jauh lebih banyak bahan organik yang sulit didegradasikan secara biologis.

Nilai C dapat diperoleh melalui uji TOC (Metcalf & Eddy *et al.*, 2014). Dubber dan Gray (2010), menyatakan bahwa TOC dapat dinyatakan dengan nilai COD dan tidak dapat dinyatakan dengan nilai BOD. Hal ini dikarenakan semakin banyak nilai TOC atau karbon organik, semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan untuk mereduksi senyawa organik tersebut (COD). Semakin tinggi COD, semakin tinggi pula nilai TOC. Dalam penelitiannya, Poh *et al.* (2010) menemukan bahwa nilai COD/TOC adalah sebesar 3,97; 2,43; 3,82. Korelasi parameter COD dan TOC dituliskan kedalam persamaan sebagai berikut:

$$\text{COD} = 2,99 * \text{TOC} + 7.25 \text{ (Dubber dan Gray, 2010)...(1)}$$

Dengan persamaan 1 diatas dan penelitian yang dilakukan oleh Poh *et al.* (2010), dapat disimpulkan bahwa nilai TOC lebih rendah dibandingkan dengan nilai COD.

## **2.5 BOD dan COD**

### **2.5.1 BOD**

Metcalf & Eddy *et al.* (2014) menjelaskan bahwa BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk mereduksi senyawa organik. Semakin tinggi nilai BOD semakin banyak senyawa organik yang dapat direduksi oleh bakteri. Kepmen LH No 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Limbah Industri Minyak Sawit menyatakan bahwa kadar maksimum BOD yaitu 100 mg/L. Beban pencemar maksimum yang diperbolehkan adalah 0,25kg/ton. Madeki dan Seng (2013) menyatakan bahwa kebutuhan oksigen atau yang biasa disebut dengan BOD diukur dalam milligram per liter (mg/L). Selain itu, BOD biasa digunakan sebagai indikator kualitas organik atau polutan organik di dalam air. Secara umum, dapat dikatakan BOD yang lebih tinggi sebanding dengan kualitas air yang lebih buruk, berlaku sebaliknya.

## **2.6 Unsur Hara**

Nitrogen, fosforus, kalium, besi adalah nutrisi utama yang memegang peranan penting dalam produksi tanaman (Rashid, *et al.*, 2016). Dalam Effects of Manure and Fertilizer on Soil

Fertility and Soil Quality (2013), tanaman menyerap unsur hara dalam bentuk ionnya. N diserap tanaman dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{NO}_3^-$ , sedangkan P dalam bentuk  $\text{HPO}_4^{2-}$  dan  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Egbuchua dan Enujeke (2015) menemukan bahwa terdapat interaksi unsur N dan P dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

### **2.6.1 Nitrogen (N)**

Menurut Rilawati (2009), unsur hara N berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman yang dapat terlihat melalui pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun. Haifa Group dalam *Nutritional reccomendation for: Cucumber* menjelaskan bahwa N merupakan unsur nutrisi yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak. N berperan penting bagi pertumbuhan tanaman. N yang dapat digunakan oleh tanaman adalah N dalam bentuk nitrat, amonium, urea, dan amonia. Tanaman yang kekurangan N akan pudar warnanya dan tidak bertumbuh dengan baik. Kelebihan N dapat mempercepat pertumbuhan dan membuat tanaman menjadi lebih berwarna gelap, tebal, dan kuat.

### **2.6.2 Fosforus (P)**

Haifa Group dalam *Nutritional reccomendation for: Cucumber* menuliskan bahwa fosforus penting untuk pertumbuhan akar dan organ reproduksi tanaman. Pada tanaman yang tumbuh di media tanah, ketersediaan P akan maksimal pada pH 6,0-6,5. Tanaman yang kekurangan P memiliki akar yang lemah dan daun yang gelap dan kecil.

## **2.7 Tanaman Lidah Buaya**

Menurut Das dan Chattopadhyay (2004), tanaman Lidah Buaya dipropagasi dengan anakan. Anakan memiliki akar 15-18cm. Penanaman dapat dilakukan dengan jarak 60cm x 60cm pada setiap tanamannya. Tanaman dapat dipanen setelah penanaman 18 bulan atau lebih. Tanaman ini dapat tumbuh pada tanah yang kering dan rendah nutrisi. Kondisi optimum adalah tanah berpasir dengan sedikit alkalinitas dan pH hingga 8,5. Lidah Buaya tidak membutuhkan banyak air.

Darini (2014) menjelaskan bahwa terdapat berbagai varietas tanaman Aloe yang telah dibudidayakan. Setiap varietas memiliki manfaat yang berbeda-beda. Tanaman ini tergolong tanaman *Crassulacean Acid Metabolism* (CAM), yaitu tanaman yang menutup stomatanya pada siang hari sehingga mampu bertahan saat cuaca panas. Dalam penelitiannya, Zulfita (2012) menemukan bahwa kekeringan dengan kadar air 40% tidak mempengaruhi fisiologis tanaman secara nyata. Namun, kondisi kekeringan akan mengakibatkan penurunan luas daun dan laju transpirasi. Pengurangan luas daun terjadi dengan cara pengurangan daun. Proses ini mengurangi beban tanaman karena pengurangan daun mengurangi proses transpirasi. Hal ini merupakan adaptasi tanaman terhadap kekeringan. Tanaman dapat memanfaatkan daunnya yang sempit dan kadar air yang terbatas untuk menghasilkan dan meningkatkan bobot kering tanaman.

Berdasarkan USDA (2018), klasifikasi tanaman lidah buaya adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Superdivision	: <i>Spermatophyta</i>
Division	: <i>Magnoliophyta</i>
Class	: Magnoliopsida
Subclass	: Liliidae
Order	: Liliales
Family	: Aloaceae
Genus	: Aloe L.
Species	: Aloe vera (L.) Burm. f.

Darini (2014) menyatakan bahwa Aloe vera (*chinensis*) L. merupakan tanaman pangan dan bermanfaat untuk kesehatan. Tanaman jenis ini telah banyak dibudidayakan di Kota Pontianak, Kalimantan Barat. Menurut Mulu *et al.* (2015), varietas Aloe *Chinensis* berasal dari China. Tanaman ini memiliki pelepah yang dipenuhi duri pada sisi kanan dan kirinya dari ujung pelepah hingga dasar pelepah. Saat sudah dewasa, panjang pelepah dapat mencapai 50-70 cm dan berat 10-30

gram. Bunganya berwarna merah coral dan sedikit warna kuning

Barandozi *et al.* (2011) menjelaskan bahwa lidah buaya merupakan tanaman sukulen dan sangat responsif terhadap nutrisi. Akan tetapi, dosis nutrisi kimia yang berlebihan dan sumber nutrisi yang tidak baik dapat memberikan efek negatif terhadap kualitas tanaman. Penggunaan pupuk kimia yang optimal dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil panen lidah buaya. Penelitian yang dilakukan Egbuchua dan Enujoke (2015) juga memberikan hasil yang sama. Penggunaan pupuk N dan P memberikan hasil positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan lidah buaya. Semakin tinggi penggunaan pupuk, semakin tinggi pertumbuhan lidah buaya yang teramati. Nia *et al.* (2015) menemukan bahwa tingkat organik yang tinggi pada media tanam dapat meningkatkan pertumbuhan lidah buaya.

## 2.8 Tanaman Mentimun

Tanaman Mentimun merupakan tanaman yang dapat tumbuh di area gambut dengan kedalaman dangkal dan sedang (Nasrul, 2010). Menurut Keerthika *et al.* (2016), Mentimun adalah tanaman yang banyak ditanam di dunia. Buah tanaman mentimun dapat mencapai panjang 60 cm dengan diameter 10cm. Berdasarkan Haifa Group dalam katalog *Nutritional recommendation for: Cucumber*, kandungan air dalam tanaman mentimun dapat membersihkan racun-racun dalam tubuh. Tanaman Mentimun juga dapat menstabilkan tekanan darah dan meregangkan saraf dan otot.

Haifa Group menjelaskan bahwa dalam kondisi optimum, biji mentimun dapat berkecambah dalam waktu 3 hari. Kedalaman penanaman biji tanaman sekitar 2,5 – 4 cm dari permukaan tanah. Jarak antar tanaman pada satu baris adalah 23 – 30 cm. Jarak antar baris tanaman adalah 90 – 120 cm. Tanaman mentimun adalah tanaman merambat. *Trellising* dapat mengoptimalkan penggunaan lahan dan meningkatkan kualitas buah mentimun. Fase pertumbuhan tanaman mentimun secara vegetatif terbagi menjadi dua tahap. Tahap pertama, yaitu pertumbuhan awal yang ditandai dengan tumbuhnya daun

pertama hingga percabangan batang kelima – keenam. Tahap berikutnya adalah pertumbuhan yang dimulai dari cabang tanaman. Mentimun dapat dipanen setelah masa tanam 55-60 hari. Tanaman mentimun dapat tumbuh dengan optimum pada kondisi dengan suhu yang tinggi, yaitu adalah sekitar 28°C pada siang hari. Mentimun juga membutuhkan banyak air dan kelembaban dan intensitas cahaya yang tinggi. pH yang baik untuk Tanaman Mentimun adalah 6-6,8, akan tetapi tanaman ini dapat toleran hingga pH 5,5. Satu ton Tanaman Mentimun membutuhkan 800 – 1,350 gram N dan 270 – 900 gram P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dari dalam tanah. Pemupukan yang sangat disarankan adalah 120-140 kg/ha nitrogen. Pada tanah dengan kandungan fosforus sedang, pemupukan disarankan 120 kg/ha fosforus.

Berdasarkan USDA (2011), klasifikasi mentimun adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Infrakingdom	: Streptophyta
Superdivision	: Embryophyta
Division	: Tracheophyta
Subdivision	: Spermatophyta
Class	: Magnoliopsida
Superorder	: Rosanae
Order	: Cucurbitales
Family	: Cucurbitaceae
Genus	: Cucumis L.
Species	: Cucumis sativus L.

## 2.9 Uji Statistik

Menurut Garson (2015) dan Landau dan Everitt (2004), Manova menggunakan satu atau lebih variabel kategori *independent* sebagai alat untuk memprediksi, seperti ANOVA, namun tidak persis, dikarenakan terdapat lebih dari satu variabel *dependent*. Peneliti juga dapat melakukan perbandingan terencana atau perbandingan “*post-hoc*” untuk melihat nilai manakah yang sangat berpengaruh terhadap penjelasan variabel *dependent*. “*Multivariate*” dalam konteks ini adalah perkalian

variabel *dependent*. Garson (2015) juga menjelaskan bahwa dalam SPSS menu Manova telah diganti dengan GLM.

## **2.10 Penelitian Terdahulu**

Wu *et al.* (2009) menyatakan bahwa LCKS yang telah diolah secara biologis dapat digunakan sebagai pupuk. Setiap 15 juta ton LCKS dapat menghasilkan \$31.80 juta. Oviasogie dan Aghimien (2003) memukan bahwa penggunaan LCKS secara tepat pada tanah, dapat meningkatkan kesuburan tanah. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kadar fosforus, nitrogen, kalsium, magnesium, sodium, dan kalium. Menurut Jilani *et al.* (2009), peningkatan pemberian pupuk sebanding dengan peningkatan jumlah daun, tinggi batang, dan ukuran buah. Selain itu, peningkatan pemberian pupuk berbanding terbalik dengan waktu panen.



## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Kerangka Penelitian**

Metode penelitian ini dibuat untuk memberi gambaran umum serta menjadi panduan penelitian. Metode penelitian dibuat secara sistematis dengan waktu yang telah ditentukan, dalam bentuk kerangka penelitian. Kerangka penelitian dapat dilihat dalam Gambar 3.1. Setelah penelitian selesai, data hasil penelitian dibahas pada bagian analisis data dan pembahasan dan disimpulkan pada bagian kesimpulan dan saran.

Penelitian ini akan menganalisis pemberian beberapa varian pupuk organik Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS) terhadap pertumbuhan Tanaman Lidah Buaya dan Mentimun. Variasi dari pupuk organik LCKS didasari oleh variasi pengenceran LCKS dan jumlah bakteri starter yang difermentasikan. Uji karakteristik kimia dilakukan untuk mengetahui karakteristik beban pencemar yang terkandung dalam LCKS. Digunakan uji jumlah koloni *azospirillum sp.* untuk mengetahui jumlah bakteri oleh karena fermentasi. Persiapan proses fermentasi dan analisis karakteristik LCKS dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Air, Laboratorium Remediasi Lingkungan, Laboratorium Limbah Padat dan B3, Departemen Teknik Lingkungan, FTSLK, ITS. Selain itu juga dengan bantuan dari pihak luar, yaitu Balai Penelitian dan Konsultasi Industri (BPKI). Proses fermentasi LCKS dilakukan di Workshop Departemen Teknik Lingkungan, FTSLK, ITS. Pembibitan dan pengamatan pertumbuhan tanaman dilakukan di pekarangan seluas 7x6 m<sup>2</sup> di dalam perumahan Kupang Indah, Surabaya dan Laboratorium Teknologi Pengolahan Air.

#### **3.2 Ide penelitian**

Penelitian ini menganalisa pemanfaatan fermentasi LCKS dengan bakteri *Azospirillum sp.* Fermentasi pada LCKS yang telah diencerkan akan menghasilkan pupuk LCKS bernutrisi tinggi dengan kandungan pencemar rendah. Diawali dengan pembuatan variasi penelitian, kemudian dilakukan uji karakteristik LCKS. Variabel yang digunakan adalah variasi

pengenceran LCKS serta variasi penambahan bakteri *starter*. Tanaman uji yang digunakan adalah Tanaman Lidah Buaya dan Mentimun. Parameter pada tanaman uji yang akan diamati adalah tinggi tanaman dan jumlah daun untuk Tanaman Mentimun, dan lebar dan tinggi pelepah untuk Tanaman Lidah Buaya. Selain itu diukur pula berat kering dan berat basah tanaman sebelum dan sesudah pengamatan tanaman dilakukan.

### **3.3 Studi literatur**

Studi literatur penelitian dilakukan untuk meningkatkan pemahaman lebih mendalam mengenai penelitian yang akan dilakukan. Sumber literatur adalah segala informasi yang berkaitan dengan topik penelitian dan telah dipublikasikan secara legal. Beberapa sumber literatur diantaranya adalah buku cetak, jurnal penelitian, makalah seminar, prosiding, disetasi, tugas akhir, dan peraturan yang berlaku. Literatur yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah mengenai LCKS, pupuk organik, bakteri penambat N dan P, tanaman lidah buaya dan mentimun.

### **3.4 Persiapan Penelitian**

Tahap persiapan penelitian adalah tahap untuk mempersiapkan tahap pelaksanaan penelitian

#### **3.4.1 Pembuatan Variasi Penelitian**

Tanaman mendapat tiga perlakuan, yaitu pemakaian pupuk LCKS (dengan variasi), pupuk kimia, dan kontrol. Pupuk kimia yang digunakan merupakan pupuk yang mengandung N. Dilakukan pengenceran LCKS dengan variasi pengenceran yaitu tanpa pengenceran, pengenceran 10x dan 100x. Dengan perkiraan penggunaan LCKS yang digunakan untuk pupuk cair organik beserta uji karakteristik sekitar 1000 ml. sampel tersebut akan digunakan untuk uji karakteristik sebelum dan sesudah fermentasi serta sebagai pupuk cair yang akan di uji pada tanaman uji. Konsentrasi bioaktivator cair yang ditambahkan pada LCKS adalah 5 cc dan 10 cc. Konsentrasi bioaktivator serbuk yang ditambahkan pada LCKS adalah 1 gram dan 0,5 gram.

Penelitian ini menggunakan bioaktivator yang sama yang digunakan oleh Safitri (2013) dan Safitri (2013). Dalam penelitiannya Safitri (2013), menemukan bahwa bioaktivator serbuk mengandung *Azospirillum sp.* sejumlah  $30 \times 10^6$  cfu/mL. Bioaktivator cair mengandung *Azospirillum sp.* sejumlah  $9,6 \times 10^4$  cfu/mL.

**Tabel 3.1 Variasi Pengenceran Dan Penambahan Bakteri Pada Proses Fermentasi**

Konsentrasi Bakteri		Pengenceran LCKS		
		Tanpa Pengenceran	10x	100x
Bakteri Serbuk	0,5 gram (A)	A1	A2	A3
	1,0 gram (B)	B1	B2	B3
Bakteri Cair	5 cc (C)	C1	C2	C3
	10 cc (D)	D1	D2	D3
Tanpa Bakteri		L1	L2	L3

**Tabel 3.2 Kebutuhan Volume Limbah Untuk Analisis**

Pengujian	Volume Sampel (mL)	Pengulangan	Volume Sampel Total (mL)
BOD	120	2	240
COD	10	2	20
Total N	10	2	20
Total P	10	2	20
Amonium	10	2	20
Nitrat	2	2	4
Fosfat	10	2	20
<i>Azospirillum sp.</i>	10	3	30
<i>E. coli</i>	5	1	5
<i>Salmonella</i>	10	1	10
Patogenitas	10	1	10
Total			399

### 3.4.2 Uji Karakteristik LCKS

Uji karakteristik LCKS dilakukan untuk mengetahui karakteristik kimia LCKS. Beberapa uji yang dilakukan adalah uji BOD, COD, Amonium, Nitrat, Total N, Total P, suhu, pH, dan fosfat.. Parameter uji yang dilakukan dan metodenya dapat dilihat pada Tabel 3.3. Volume limbah yang tidak terpakai untuk proses analisis, menjadi pupuk hayati.

**Tabel 3.3 Metode Analisis Parameter Kimia**

Parameter	Alat/Acuan
BOD	Munadjim, 2001. Cara-Cara Analisis Laboratorium. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian Surabaya. (Analisis oleh pihak ke 3, BPKI Surabaya)
COD	
TKN N	
Total P	
Nitrat	SNI 6989.79:2011 Metode Spektrofotometri (Brucin Asetat)
Amonium	SNI 6989.30-2005 Metode Spektrofotometri (Nessler)
Fosfat	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2012 4500-P.D Stannous Chloride Method
Suhu	Termometer
pH	pH meter

### 3.4.3 Pembuatan Media Pertumbuhan Tanaman dan Penumbuhan Tanaman

Media pertumbuhan tanaman menggunakan plastik dan *polybag* tanpa lubang berukuran seragam. Bibit tanaman mentimun ditumbuhkan hingga usia tanaman memiliki 3-5 helai daun. Tanaman Lidah Buaya didapatkan dari petani lokal dengan ukuran yang seragam. Tanaman homogen inilah yang akan diamati pertumbuhannya oleh karena adanya pemberian pupuk LCKS.

## 3.5 Pelaksanaan Penelitian

### 3.5.1 Fermentasi

Fermentasi dilakukan selama 14 hari. Tingkat keberhasilan fermentasi, disesuaikan dengan jumlah bakteri *Azospirillum sp.* minimal yang terkandung pada hasil fermentasi. Jumlah bakteri

minimal sesuai dengan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011, persyaratan minimal pupuk cair organik seperti pada Tabel 2.2. Metode TPC dilakukan selama fermentasi yaitu pada hari ke-3, ke-7, dan ke-14. Selain fermentasi, dilakukan uji kandungan nutrisi dan uji kandungan bakteri pada sampel yang telah difermentasikan. Fermentasi dilakukan di botol kaca. Pada botol kaca diberi penutup berupa plastik. Selama proses fermentasi, tutup sedikit diregangkan agar udara yang dihasilkan dapat keluar. Kemudian reaktor tersebut diletakkan dan disimpan pada tempat teduh. Kemudian dilakukan uji statistik. Uji statistik menggunakan bantuan aplikasi SPSS GLM *Multivariate* untuk mengetahui pengaruh pertumbuhan *Azospirillum sp.* terhadap penambahan bioaktivator yang telah divariasikan.

### 3.5.2 Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri

Uji TPC/MPN merupakan uji untuk mengetahui jumlah mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut ditumbuhkan pada media agar dan membentuk koloni sehingga dapat dilihat langsung dan dihitung dengan mata tanpa menggunakan mikroskop.

**Tabel 3.4 Kebutuhan Jumlah Reaktor Tanaman**

Media	Variasi	Reaktor Tanaman	Total	Duplikasi
<b>Lidah buaya</b>				
Pasir : tanah = 1:3 (Farhang <i>et al.</i> , 2015) Polybag tanpa lubang dengan diameter +20cm	15 variasi pupuk LCKS	15	17	34
	Kontrol	1		
	Perbandingan dengan pupuk kimia	1		
<b>Mentimun</b>				
Tanah polybag tanpa lubang dengan diameter +50cm	15 variasi pupuk LCKS	15	17	34
	Kontrol	1		
	Perbandingan dengan pupuk kimia	1		

Uji kandungan *Azospirillum sp.* dilakukan selama proses fermentasi, yaitu pada hari ke-0, ke-3, ke-7, ke-10 dan ke-14. Pada akhir fermentasi dilakukan pula uji jumlah koloni *E. coli*, *Salmonella*, dan uji patogenitas. Media yang digunakan untuk uji jumlah koloni bakteri dapat dilihat pada Tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Acuan/Medium Selektif Untuk Analisis Parameter Mikrobiologi**

<b>Analisis</b>	<b>Medium selektif/acuan</b>
<i>Azospirillum sp.</i>	Rosin Blue Etilyn
<i>E. coli</i>	Endo
<i>Salmonella</i>	Brillio Blue / Brillio Green
Patogenitas	Format Risinolat Laktosa

### 3.5.3 Uji Karakteristik LCKS Hasil Fermentasi

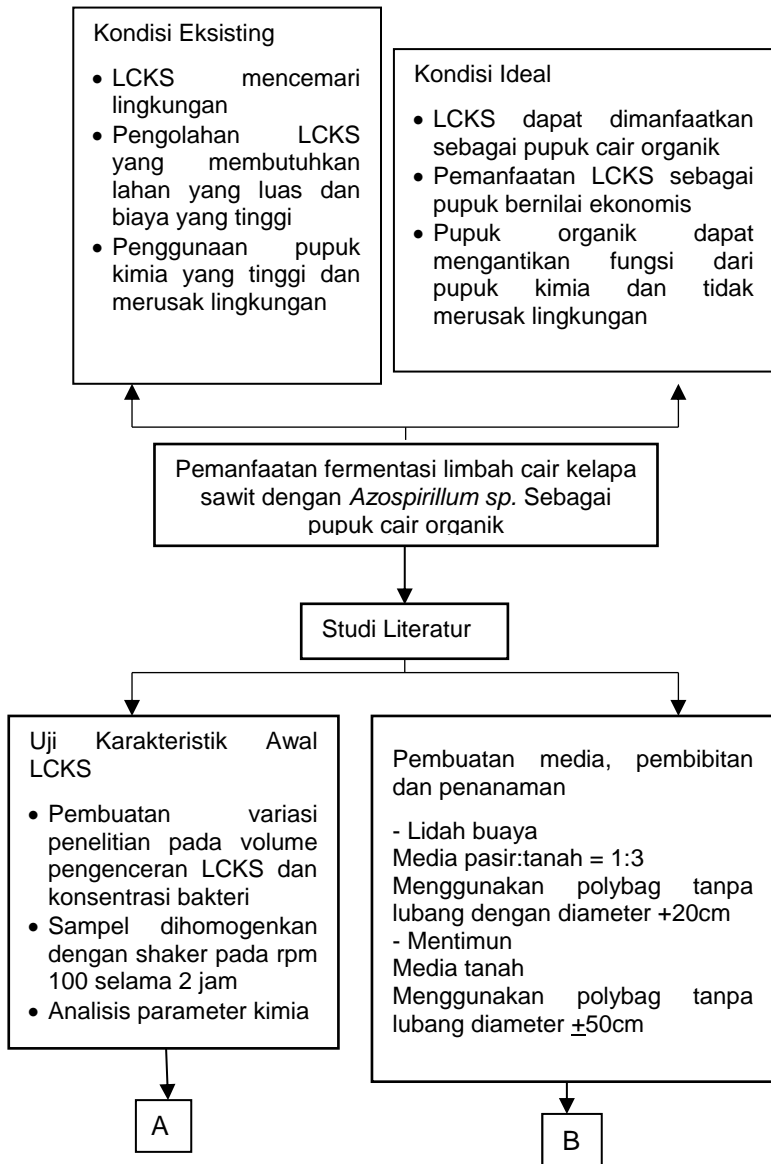
Analisis ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik LCKS yang telah difermentasikan. Parameter uji yang dilakukan dan metodenya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

### 3.5.4 Pemberian Pupuk Organik Cair pada Tanaman

Pemupukan dilakukan pada masing – masing tanaman untuk masing – masing variasi pupuk LCKS, pupuk kimia, dan kontrol. Pemberian pupuk dilakukan setiap 1 minggu sekali. Sedangkan pada tanaman kontrol hanya dibiarkan tumbuh alami dengan penambahan LCKS yang telah diencerkan.  $2 \times 10^8$  CFU/mL *Azospirillum sp.* sebanding dengan 67,5 kg N/ha (Marks *et al.*, 2015).

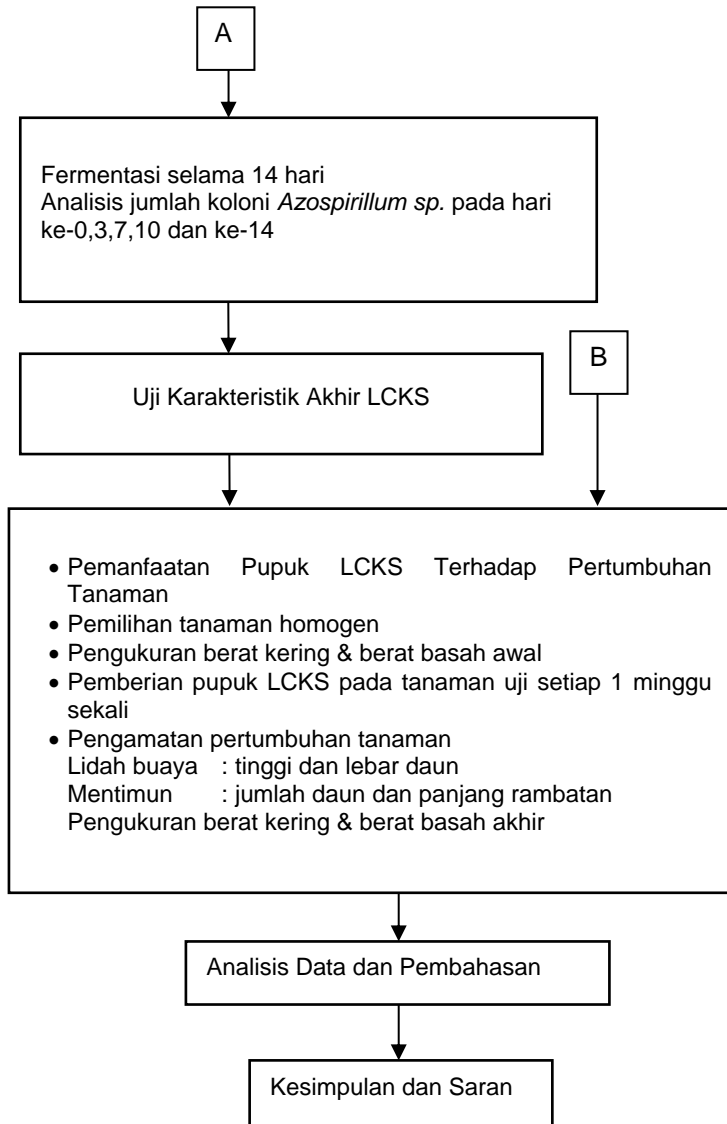
### 3.5.5 Pengamatan Pertumbuhan Tanaman

Pengembangbiakan tanaman pada media tumbuh dilakukan selama 33 hari pada tanaman mentimun dan 72 hari pada tanaman lidah buaya. Dilakukan pengukuran berat kering dan berat basah tanaman diawal dan diakhir pengamatan pertumbuhan tanaman. Dalam pengembangbiakannya, tanaman diukur ketinggian dan banyak daun tiap 3 hari sekali. Pengamatan terhadap pertumbuhan Tanaman Lidah Buaya dilakukan dengan mengukur pertambahan tinggi dan lebar daun Tanaman Lidah Buaya. Pengamatan terhadap Tanaman Mentimun dilakukan dengan mengukur pertumbuhan jumlah



**Gambar 3.1 Kerangka Penelitian**

Lanjutan Gambar 3.1 Kerangka Penelitian





daun dan tinggi tanaman. Kemudian dilakukan uji statistik. Uji statistik menggunakan bantuan aplikasi SPSS GLM *Multivariate* untuk mengetahui pengaruh pertumbuhan tanaman uji terhadap parameter yang telah divariasikan.

### **3.6 Hasil dan Pembahasan**

Pada bagian hasil dan pembahasan ditulis secara deskriptif untuk menjelaskan hasil penelitian terhadap pengaruh parameter dan organik yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil penelitian meliputi beberapa hal berikut:

1. Analisis hasil karakterisasi LCKS sebelum dan sesudah fermentasi
2. Pengaruh variasi pengenceran dan konsentrasi penambahan bakteri terhadap kualitas pupuk
3. Pengaruh pupuk terhadap pertumbuhan tanaman

### **3.7 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis data penelitian dan pembahasan. Kesimpulan harus menjawab rumusan masalah dan sesuai dengan tujuan penelitian. Kesimpulan yang dibuat akan memuat variasi yang tepat sebagai penerapan dari pengaruh penambahan pupuk organik LCKS pada tanaman. Saran diperlukan sebagai penyempurnaan penelitian dan rekomendasi terhadap penelitian terkait untuk meminimalisasi kesalahan dan untuk meningkatkan efisiensi.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BAB 4 PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)

Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian terhadap LCKS. Karakteristik LCKS mentah pada umumnya dan LCKS yang telah ditampung pada kolam penampungan perusahaan X dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS)**

No	Parameter	Limbah Cair Kelapa Sawit		
		Mentah (Rata-Rata)	Dari Kolam Penampungan (X) <sup>c</sup>	Baku Mutu <sup>g</sup>
1	BOD	21.280 <sup>a</sup>	233,14	100
2	COD	34.720 <sup>a</sup>	462,51	350
3	pH	4 <sup>a</sup>	8,07	6-9
4	TKN	1000 <sup>b</sup>	381,60	50 (Total N)
5	Nitrat	500+20 <sup>e</sup>	3,65	
6	Amonium	410+20 <sup>e</sup>	373,51	
7	Total P	1020 <sup>d</sup>	205,41	-
8	Fosfat	315,36 <sup>f</sup>	17,66	-

Sumber: <sup>(a)</sup> Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, 2006; <sup>(b)</sup> Chin et al., 1996; <sup>(c)</sup> Hasil analisis; <sup>(d)</sup> Poh et al., 2010; <sup>(e)</sup> Nwuche et al., 2014; <sup>(f)</sup> Hadiyanto et al., 2012; <sup>(g)</sup> Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Satuan parameter dalam mg/L, kecuali pH tanpa satuan.

Seperti tertera dalam Tabel 4.1, didapatkan bahwa pada LCKS dari kolam penampungan parameter BOD, COD, dan Total N mengalami penurunan. Namun, parameter tersebut belum memenuhi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. LCKS dari kolam penampungan perusahaan X berwarna cokelat pekat, berbau, dan mengandung lumpur. Pengolahan LCKS dengan penampungan atau *ponding system* terjadi dalam keadaan anaerobik (Nwuche et al., 2014). Bentuk kolam anaerobik sesuai dengan bentuk kolam fakultatif dan kolam maturasi (Lier et al., 2008). Miquel dan Mara (2004) menjelaskan bahwa pada kolam anaerobik dan bagian bawah kolam fakultatif tidak terdapat oksigen terlarut. Sedangkan,

pada kolam maturasi dan bagian atas kolam fakultatif terdapat oksigen terlarut. Oleh karena itu, selama proses penampungan, ada masa terdapat oksigen terlarut dalam LCKS dan ada masa anaerobik. Hal ini memungkinkan terjadinya proses fermentasi, nitrifikasi, dan denitrifikasi. Tan *et al.* (2015) menemukan bahwa pada LCKS terdapat bakteri fermentatif, nitrifikasi, denitrifikasi, pengakumulasi fosforus,

Lier *et al.* (2008) dan Ziemiński dan Frąc (2012) menjelaskan bahwa proses pengolahan secara anaerobik atau fermentasi adalah proses degradasi bahan organik atau senyawa karbon. Proses ini dapat terjadi oleh karena adanya bakteri fermentatif (Bajpai, 2017). Pengolahan LCKS secara anaerobik menghasilkan biogas yang berbau dan bersifat korosif (Madaki dan Seng, 2013). Ziemiński dan Frąc (2012) juga menjelaskan bahwa fermentasi menyisahkan senyawa mineral seperti  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{PO}_4^{2-}$  dan menyebabkan turunnya nilai COD dan BOD.

Hitman *et al.* (2013) menemukan bahwa meskipun tidak signifikan, proses fermentasi dapat mempertahankan bahkan meningkatkan nutrisi di dalam reaktor. Tan *et al.* (2015) menjelaskan bahwa bakteri pengakumulasi fosforus pada LCKS menyerap ortofosfat ke dalam sel tubuhnya sehingga kandungan fosforus di dalam LCKS berkurang. Bakteri nitrifikasi mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat yang kemudian diubah menjadi gas nitrogen dengan bakteri denitrifikasi.

Menurunnya nilai nitrat, amonium, dan TKN pada LCKS dari kolam penampungan menunjukkan telah terjadinya proses nitrifikasi dan denitrifikasi. TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) adalah jumlah kadar nitrogen organik dan nitrat (Wall, 2013). Sehingga, turunnya nilai nitrat oleh proses denitrifikasi menyebabkan turunnya nilai TKN. Demikian halnya dengan kandungan fosforus dalam LCKS menurun dikarenakan adanya bakteri pengakumulasi fosforus yang menyerap ortofosfat dalam sel tubuhnya. Total P (total fosforus) terdiri dari fosforus organik dan non-organik (*polyphosphate* dan *orthophosphate*) (Metcalf Eddy, 2014). Ortofosfat atau senyawa fosfat adalah salah satu bentuk dari fosforus non-organik (Tan *et al.*, 2015).

Berkurangnya senyawa fosfat (ortofosfat) menyebabkan berkurangnya nilai total P.

Hasil analisis suhu dan pH LCKS yang telah ditampung adalah 30.6°C dan 8,07. Pada awal proses fermentasi oleh bakteri dihasilkan asam yang membuat pH LCKS menjadi rendah (Ziemiński dan Frąc, 2012). Iwuagwu dan Ugwuanyi (2014) menemukan bahwa oleh bakteri metanogenik, asam tersebut diubah menjadi biogas sehingga pH LCKS menjadi netral. Selain itu proses denitrifikasi menghasilkan karbonat yang mendukung adanya kenaikan pH pada LCKS. Hal ini sesuai dengan pH LCKS pada kolam penampungan yang telah mengalami peningkatan pH dari 4 menjadi 8,07.

Jika dibandingkan dengan pengolahan fisik-kimia, metode penampungan dengan bantuan bakteri memberikan hasil reduksi COD yang lebih baik (Metcalf & Eddy *et al.*, 2014). Menurut Ujang *et al.* (2010), pengolahan dengan kolam penampungan membutuhkan biaya operasi dan perawatan yang rendah. Meskipun demikian, pengolahan tersebut menghasilkan gas yang berbau dan bersifat korosif yang merupakan gas rumah kaca penyebab pemanasan global (Madaki dan Seng, 2013; Ujang *et al.*, 2010). Ujang *et al.* (2010) juga menjelaskan, pengolahan ini membutuhkan lahan yang luas. LCKS hasil pengolahannya pun masih berwarna pekat, menghasilkan lumpur, dan mengandung beban organik yang tinggi. Oleh sebab itu, diperlukan alternatif pengolahan LCKS. Ujang *et al.* (2010) menjelaskan bahwa LCKS dapat digunakan sebagai pupuk organik cair. *Azospirillum sp* adalah bioindikator pupuk hayati, oleh karena itu LCKS hasil fermentasi yang mengandung *Azospirillum sp.* merupakan *biofertilizer* atau pupuk hayati (Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011). Pada proses fermentasi, *Azospirillum sp.* Berperan sebagai bakteri fermentatif yang mereduksi organik secara anaerobik (Muratova *et al.*, 2005). Di dalam tanah, *Azospirillum sp.* memberikan manfaat kepada tanaman melalui fiksasi nitrogen, sintesis fitohormon dan menyeimbangkan hormon tanaman (El-Lattief, 2016). Selain itu, dapat melarutkan P organik menjadi P terlarut yang dapat

diserap tanaman dengan tidak menghambat proses penambatan nitrogen (Vikram *et al.*, 2007).

Ifedora dan Awazie (2016) menyarankan, LCKS yang digunakan seharusnya diolah dan diencerkan terlebih dahulu sebelum digunakan. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi yang tinggi, LCKS bersifat racun terhadap pertumbuhan tanaman. Pupuk organik/hayati cair ini memiliki nilai guna dan nilai jual (Madaki dan Seng, 2013). Penambahan nutrisi melalui bakteri atau biofertilizer ini dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia dan harganya pun relatif murah (El-Lattief, 2016).

#### **4.2 Pengaruh Konsentrasi Penambahan *Azospirillum sp.* Terhadap Kualitas Pupuk**

Pupuk dibuat melalui proses fermentasi LCKS. Pada penelitian ini digunakan dua variabel, yaitu pengenceran dan jumlah bioaktivator. Seperti yang telah dituliskan pada subab 3.4, terdapat 2 jenis bioaktivator, yaitu bioaktivator cair dan serbuk yang mengandung *Azospirillum sp.* Secara keseluruhan terdapat 15 reaktor seperti tertulis pada Tabel 3.1, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran XIX. *Azospirillum sp.* dipilih karena merupakan bioindikator pupuk hayati menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011. Setelah dilakukan penambahan bioaktivator pada sampel, sampel dihomogenkan menggunakan *shaker* selama 2 jam dengan rpm 100. Kemudian, LCKS dimasukkan ke dalam reaktor biogas (foto reaktor dapat dilihat pada lampiran XIX). Selain itu, sebagian sampel diambil untuk analisis laboratorium dengan parameter yang tertera pada Tabel 3.2 (tanpa uji *E. coli*, *Salmonella*, dan patogenitas). Metode dan hasil analisis dapat dilihat pada lampiran.

Proses fermentasi dilakukan selama 14 hari. Selama fermentasi, dilakukan perhitungan jumlah koloni *Azospirillum sp.* analisis dilakukan pada hari ke-3, ke-7, ke-10, dan pada akhir fermentasi yaitu pada hari ke-14. Pada akhir fermentasi dilakukan pula analisis laboratorium dengan parameter yang tertera pada Tabel 3.2.

#### 4.2.1 Jumlah Koloni *Azospirillum sp.*

Hasil analisis jumlah koloni *Azospirillum sp.* selama proses fermentasi dapat dilihat pada lampiran VIII, IX, dan X. Pertumbuhan *Azospirillum sp.* selama proses fermentasi pada reaktor dengan penambahan bioaktivator cair dan serbuk dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2. Pada grafik tersebut dapat terlihat bahwa pertumbuhan bakteri terdiri dari fase lag, fase log, fase diam/*stationer*, dan fase kematian (Maier *et al.*, 2009). Hampir semua sampel mencapai fase diam/*stationer* pada hari ke-10 dan fase kematian pada hari ke-14.

Seperti yang terlihat pada Gambar 4.1 dan 4.2, kurva pertumbuhan *Azospirillum sp.* pada reaktor kontrol dengan pengenceran 10x dan 100x terdapat sedikit perbedaan. Bentuk kurva tersebut menunjukkan kemungkinan adanya proses metabolisme endogen (Maier, 2009). Maier (2009), menjelaskan bahwa tercapainya fase stasioner disebabkan karena habisnya karbon atau nutrisi di dalam reaktor. Namun, bukan berarti pertumbuhan terhenti. Hal ini dikarenakan sel-sel bakteri yang mati dapat mengalami proses lisis dan menjadi energi bagi bakteri lainnya. Pertumbuhan bakteri dari sel-sel mati disebut juga dengan metabolisme endogen. Fase ini dapat terlihat pada kurva stasioner yang mengalami sedikit fluktuasi. Fluktuasi pada fase stasioner juga dapat disebabkan oleh karena beberapa senyawa lebih mudah didegradasikan oleh bakteri dibanding dengan senyawa lainnya yang membutuhkan waktu lebih lama. Hal ini juga mungkin terjadi pada reaktor kontrol, dikarenakan pada reaktor kontrol tidak ditambahkan bioaktivator. Bioaktivator itu sendiri selain mengandung *Azospirillum sp.* juga mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh bakteri untuk dapat bertumbuh dengan baik. Hasil pengujian kandungan nutrisi TKN dan Total P pada bioaktivator dapat dilihat pada Lampiran XI. Dengan kata lain, reaktor dengan penambahan bioaktivator memiliki kandungan nutrisi yang lebih baik. Kandungan nutrisi atau karakteristik pupuk hasil fermentasi pada setiap reaktor dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Dapat dilihat pada Gambar 4.1, jumlah koloni *Azospirillum sp.* terbanyak selama proses fermentasi LCKS dicapai pada

penambahan 1 gram bioaktivator serbuk, pada pengenceran 100x. Jumlah koloni terbanyak berikutnya dicapai oleh LCKS dengan penambahan bioaktivator sebanyak 1 gram pada pengenceran 10x. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada reaktor LCKS semakin banyak penambahan bioaktivator semakin banyak pula jumlah koloni *Azospirillum sp.* pada masa stasioner.

Pada gambar 4.2, dapat dilihat bahwa jumlah koloni *Azospirillum sp.* terbanyak selama proses fermentasi LCKS dicapai pada penambahan 10 mL bioaktivator cair, pada pengenceran 100x. Jumlah koloni terbanyak berikutnya dicapai oleh LCKS dengan penambahan bioaktivator sebanyak 5 mL pada pengenceran 100x. Hal ini menandakan adanya pengaruh pengenceran terhadap jumlah koloni *Azospirillum sp.* selama proses fermentasi. Secara berurutan, jumlah koloni terbanyak pada setiap reaktor selama proses fermentasi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Pada Tabel 4.2, terlihat bahwa jumlah koloni *Azospirillum sp.* pada setiap reaktor dengan penambahan bioaktivator cair sebanyak 10 mL > reaktor dengan penambahan bioaktivator cair sebanyak 5 mL. Jumlah koloni *Azospirillum sp.* pada setiap reaktor dengan penambahan bioaktivator serbuk 1 gram > reaktor dengan penambahan bioaktivator serbuk 0,5 gram. Jumlah koloni *Azospirillum sp.* pada setiap reaktor dengan penambahan bioaktivator > reaktor tanpa penambahan bioaktivator. Artinya, penambahan bakteri 10 mL dan 1 gram lebih berpengaruh dibandingkan dengan penambahan bioaktivator 5 mL dan 0,5 gram dalam meningkatkan pertumbuhan *Azospirillum sp.* Penambahan bioaktivator 0,5 g dan 5 mL lebih berpengaruh dibandingkan dengan tanpa penambahan bioaktivator. Dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin banyak penambahan bioaktivator, semakin tinggi pertumbuhan *Azospirillum sp.* dalam reaktor. Selain itu, pengenceran juga berpengaruh terhadap jumlah koloni *Azospirillum sp.* Jumlah koloni tertinggi berdasarkan pengenceran secara berurutan adalah 100x > 10x > tanpa pengenceran.

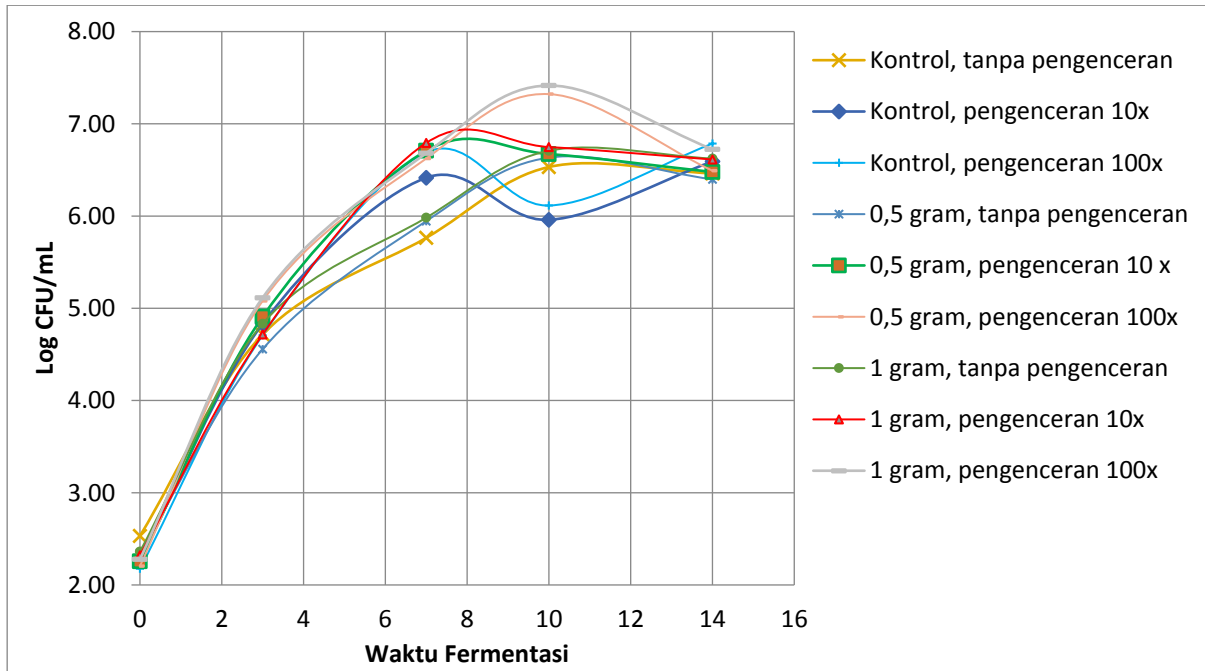


Kemudian dilakukan uji statistik untuk mengetahui signifikansi penambahan bioaktivator terhadap jumlah koloni *Azospirillum sp.* pada setiap reaktor LCKS yang difermentasikan. Hasil uji statistik dapat dilihat pada Lampiran XVIII. Hasil uji statistik dengan p value < 0,05 menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari penambahan bakteri dan pengenceran, baik oleh karena penambahan bakteri itu sendiri maupun interaksi antara penambahan bakteri dan pengenceran. Hasil pengujian statistik menunjukkan bahwa penambahan bioaktivator berpengaruh signifikan terhadap pupuk. Secara berurutan bioaktivator yang memiliki pengaruh signifikan terbesar hingga terkecil adalah reaktor dengan penambahan bioaktivator cair 10 mL, serbuk 1 gram, cair 5 mL, dan serbuk 0,5 gram.

Pada akhir fermentasi, tidak ada pupuk yang memenuhi jumlah minimum koloni *Azospirillum sp.* seperti disyaratkan oleh Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011. Kurangnya jumlah koloni *Azospirillum sp.* menandakan kurangnya jumlah bioaktivator yang ditambahkan ke dalam reaktor LCKS. Sebaiknya dilakukan pengujian dosis penambahan bioaktivator dan nutrisi yang tepat agar dapat dihasilkan pupuk hayati LCKS dengan kandungan *Azospirillum sp.* melebihi  $1 \times 10^8$  kol/mL. Pada akhir fermentasi, reaktor yang mengandung *Azospirillum sp.* terbanyak hingga terendah secara berurutan adalah L3, B3, B1, B2, D3, L2, D2, A3, A2, L1, D1, C2, A1, C1, C3. Jumlah koloni terbanyak pada akhir fermentasi adalah pada reaktor L3, oleh sebab itu L3 dijadikan acuan dalam perhitungan dosis pupuk untuk tanaman uji.

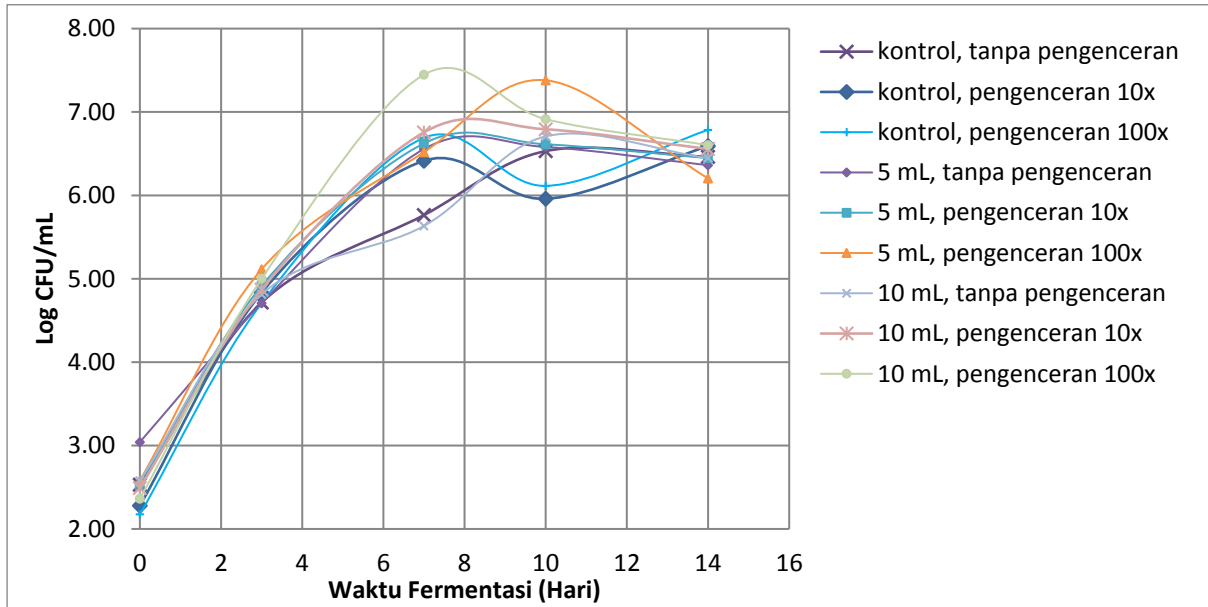
#### **4.2.2 Patogenitas dan Kontaminan**

Hasil analisis laboratorium dapat dilihat pada Lampiran X. Angka yang tertera pada hasil analisis laboratorium adalah jumlah total dari kombinasi tabung pengamatan. Seperti halnya 0-1-0, 1-0-0, 0-0-1 tertulis 1 pada hasil laboratorium. Sehingga pada uji patogenitas menggunakan metode MPN seluruh pupuk menunjukkan nilai 0 atau negatif. Harley dan Prescott (2002) menjelaskan bahwa nilai 0 bernilai <2/100 mL. Artinya bakteri patogen berjumlah <2/100mL sampel. Sedangkan nilai 1



**Gambar 4. 1** Pertumbuhan *Azospirillum sp.* Selama Fermentasi Pada Reaktor Dengan Penambahan Bioaktivator Serbuk Dan Kontrol.

\*Keterangan : “ ... mL” pada legenda adalah banyaknya penambahan bioaktivator cair pada sampel.



**Gambar 4. 2 Pertumbuhan *Azospirillum sp.* Selama Fermentasi Pada Reaktor Dengan Penambahan Bioaktivator Cair Dan Kontrol**

\*Keterangan : "... mL" pada legenda adalah banyaknya penambahan bioaktivator cair pada sampel.

**Tabel 4. 2 Jumlah Koloni Azospirillum pada Fase Stationer di Setiap Reaktor Selama Proses Fermentasi**

No	Reaktor		Azospirillum sp. (kol/mL)	Hari fermentasi
	Pengenceran	Penambahan Bioaktivator		
1	100x	10 mL	$2,8 \times 10^7$	7
2		1 gram	$2,6 \times 10^7$	10
3		5 mL	$2,4 \times 10^7$	10
4		0,5 gram	$2,1 \times 10^7$	10
5		Kontrol	$6,1 \times 10^6$	14
1	10x	10 mL	$6,2 \times 10^6$	10
2		1 gram	$6,2 \times 10^6$	7
3		0,5 gram	$5,1 \times 10^6$	7
4		5 mL	$4,2 \times 10^6$	7
5		Kontrol	$3,9 \times 10^6$	14
1	Tanpa Pengenceran	10 mL	$5,1 \times 10^6$	10
2		1 gram	$5,1 \times 10^6$	10
3		0,5 gram	$4,3 \times 10^6$	10
4		5 mL	$3,8 \times 10^6$	10
5		Kontrol	$3,4 \times 10^6$	10

bernilai sama dengan 2/100mL. Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011, pupuk hayati yang baik tidak mengandung bakteri patogen dan bakteri kontaminan  $<10^3$  mpn/mL. Sehingga, dapat dikatakan seluruh pupuk memenuhi Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/ 10/2011. Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011 untuk parameter patogenitas dan kontaminan.

#### 4.2.3 pH

Grafik perubahan pH oleh karena penambahan bioaktivator

**Tabel 4.3 Hasil Analisis Pupuk Hasil Fermentasi LCKS Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011**

Variasi Pupuk			Karakteristik Pupuk Hayati Tunggal Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011							
Penambahan Bioaktivator	Penggenceran		<i>Azospirillum sp.</i>		<i>E. coli &amp; Salmonela</i>		Patogenitas		pH	
			Persyaratan	Hasil Analisis (10 <sup>3</sup> kol/mL)	Persyaratan	Hasil Analisis	Persyaratan	Hasil Analisis	Persyaratan	Hasil Analisis
Serbuk	0,5 gram	Tanpa Pengenceran	> 10 <sup>8</sup> kol/mL	2500	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	5-8	8,37
		10x		3000						7,07
		100x		3100						11,55
	1 gram	Tanpa Pengenceran		4200						7,58
		10x		4100						11,68
		100x		5300						12,09
Cair	5 mL	Tanpa Pengenceran		2300						7,47
		10x		2800						6,43
		100x		1600						5,64
	10 mL	Tanpa Pengenceran		2800						7,56
		10x		3600						6,65
		100x		4000						7,08
Kontrol	Tanpa Pengenceran	2900	7,5							
	10x	3900	6,46							
	100x	6100	6,39							

Keterangan:

<sup>(a)</sup>Pengujian dilakukan oleh Balai Penelitian Konsultasi Industri (BPKI)

<sup>(b)</sup>Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Air

<sup>(c)</sup>Belum memenuhi Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011

**Tabel 4. 4 Karakteristik Pupuk Cair LCKS Hasil Fermentasi**

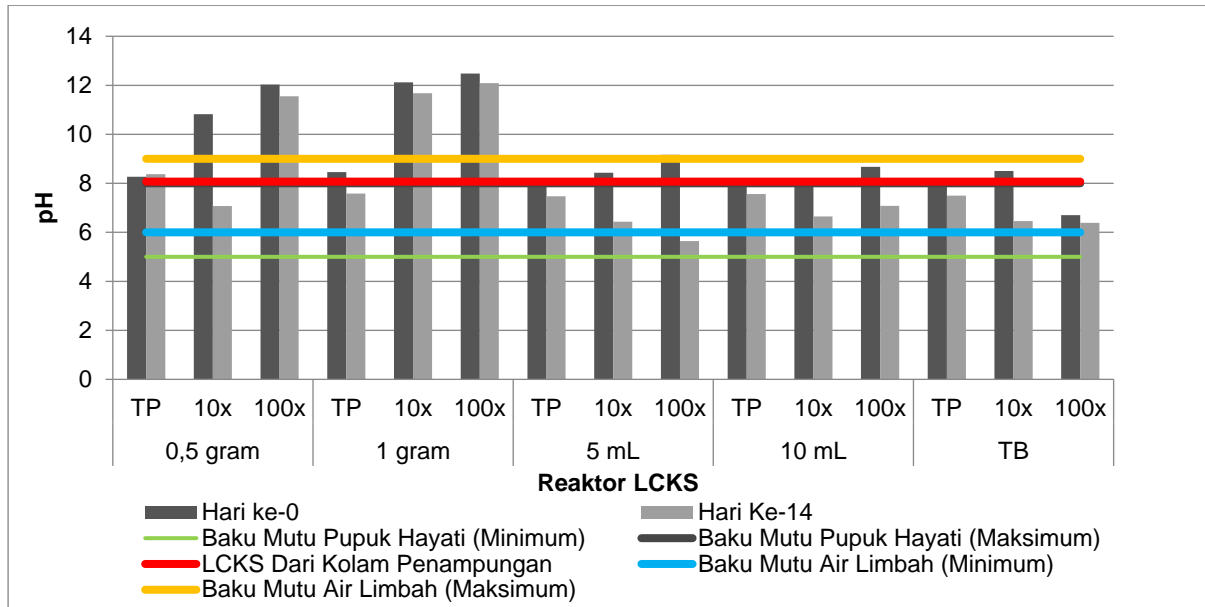
Variasi Pupuk		Parameter Fisik Kimia Selain yang disyaratkan								
Penambahan Bioaktivator	Pengenceran	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TKN (mg/L)	Total P (mg/L)	Amonium (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Fosfat (mg/L)	Suhu (°C)	
Serbuk	0,5 gram	Tanpa Pengenceran	130,6	246,8	1261,81	1156,30	60,95	6,47	10,56	30,3
		10x	19,8	37,5	1324,50	1311,80	10,97	1,05	0,48	30,3
		100x	15,8	32,58	1160,86	814,65	2,93	0,42	0,15	30,3
	1 gram	Tanpa Pengenceran	116,2	234,55	1384,51	961,24	20,26	12,50	2,45	30,2
		10x	17,18	38,1	1442,21	1368,50	5,60	5,49	0,10	30,3
		100x	16,38	33,65	1233,86	965,81	2,13	0,43	0,03	29,7
Cair	5 mL	Tanpa Pengenceran	120,5	239,3	1206,20	1126,50	0,26	8,02	8,66	30,3
		10x	18,6	35,8	1280,52	1344,84	3,54	48,86	5,63	30,2
		100x	17,9	25,38	1056,70	882,45	3,21	5,01	0,20	30,3
	10 mL	Tanpa Pengenceran	130,1	253,8	1233,86	1143,86	67,88	10,08	11,45	30,2
		10x	27,05	52,6	1326,42	1241,62	2,30	22,17	5,10	30,2
		100x	17,4	36,5	1105,71	885,41	3,69	7,80	0,22	29,8
Kontrol	Tanpa Pengenceran	128,9	251,9	461,54	265,80	86,06	6,66	13,73	29,7	
	10x	28,9	59,1	572,82	316,50	1,33	42,93	5,11	29,7	
	100x	19,56	40,5	105,25	117,68	1,31	2,30	0,18	30,3	

dan pengenceran, dan perubahan pH pada awal dan akhir fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.3. pH maksimum dan minimum untuk pupuk hayati menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011 adalah 8 dan 5. Gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada reaktor dengan penambahan bioaktivator serbuk (A dan B), pH mengalami kenaikan seiring dengan besarnya pengenceran. Hal ini disebabkan bioaktivator serbuk mengandung kapur sebagai media bakteri yang bersifat basa (Safitri, 2013). Bioaktivator cair memiliki pH 7,9. Angka ini tidak terlalu berbeda dengan pH LCKS dari kolam penampungan (L1). Selama proses fermentasi, pH mengalami penurunan yang disebabkan oleh asam yang dihasilkan pada proses fermentasi. Pada akhir fermentasi, hanya reaktor A3 (penambahan bioaktivator serbuk 0,5 gram, pengenceran 100x), B2 (penambahan bioaktivator serbuk 1 gram, pengenceran 10x), dan B3 (penambahan bioaktivator serbuk 1 gram, pengenceran 100x) yang tidak memenuhi Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011.

Secara umum, hasil analisis pupuk hasil fermentasi LCKS berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011 dapat dilihat pada Tabel 4.3. Untuk mengetahui kualitas pupuk, perlu dilakukan pengujian pupuk terhadap pertumbuhan tanaman uji.

#### **4.2.4 Parameter Fisik-Kimia**

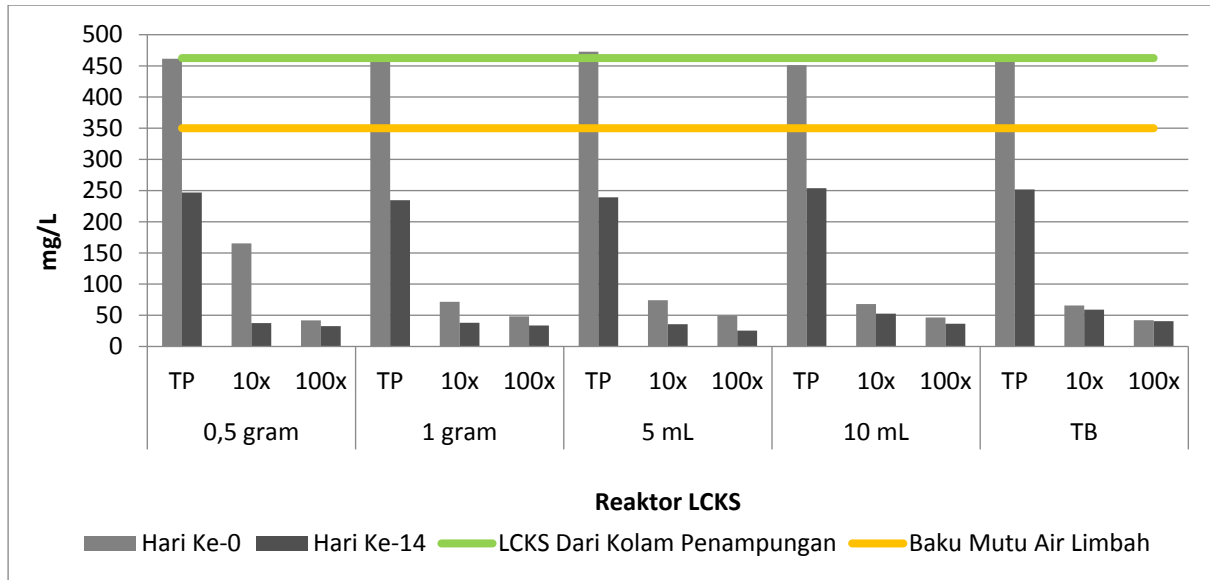
Hasil analisis dapat dilihat pada Lampiran IV, V, VI, dan VII. Selama proses fermentasi, seluruh reaktor mengalami penurunan nilai BOD dan COD. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi proses degradasi organik oleh bakteri. Grafik penurunan nilai BOD dan COD pada awal dan akhir fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.4. Menurut Tan *et al.* (2015), dalam LCKS terdapat bakteri dan jamur yang dapat mendegradasi organik dalam keadaan anaerobik. Beberapa diantaranya adalah bakteri hidrolitik, asidogenik fermentatif, asetogenik, dan metanogenik yang berperan dalam proses fermentasi metan. Chong *et al.* (2009) menyatakan bahwa dalam LCKS terdapat



**Gambar 4.3 Perubahan pH Selama Proses Fermentasi**

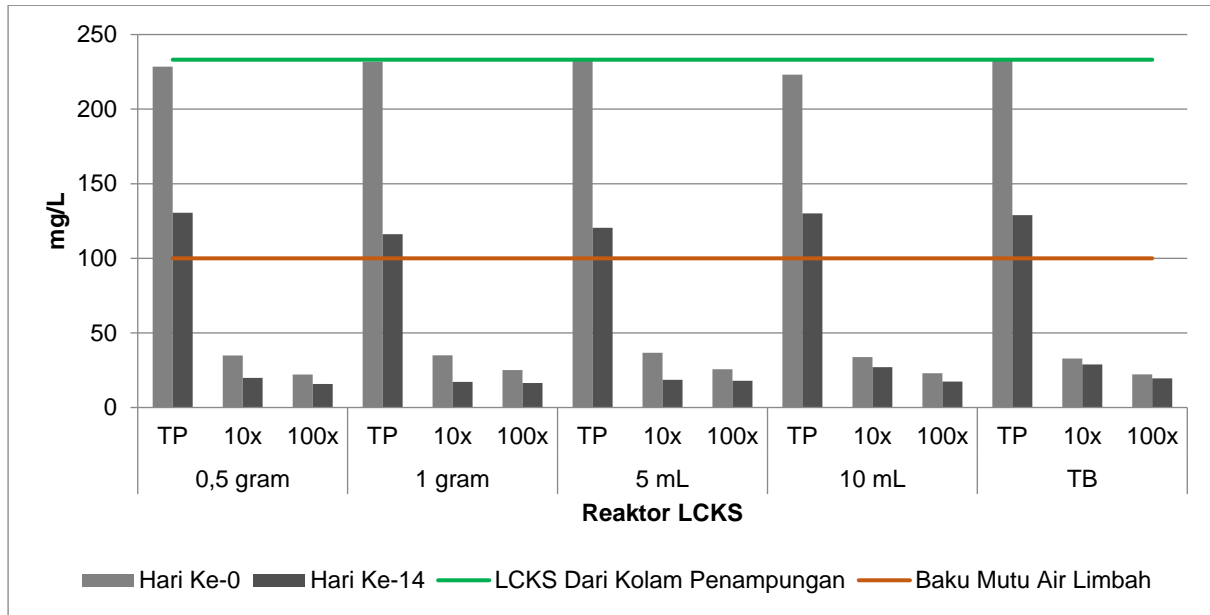
\*Keterangan: "TP" = Tanpa Pengenceran; "10x" = Pengenceran 10x; "100x" = Pengenceran 100x; "TB" = Tanpa Penambahan Bioaktivator; "K" = Kontrol; "U" = Urea; "0,5 gram; 1 gram" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; "5 mL; 10 mL" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair.





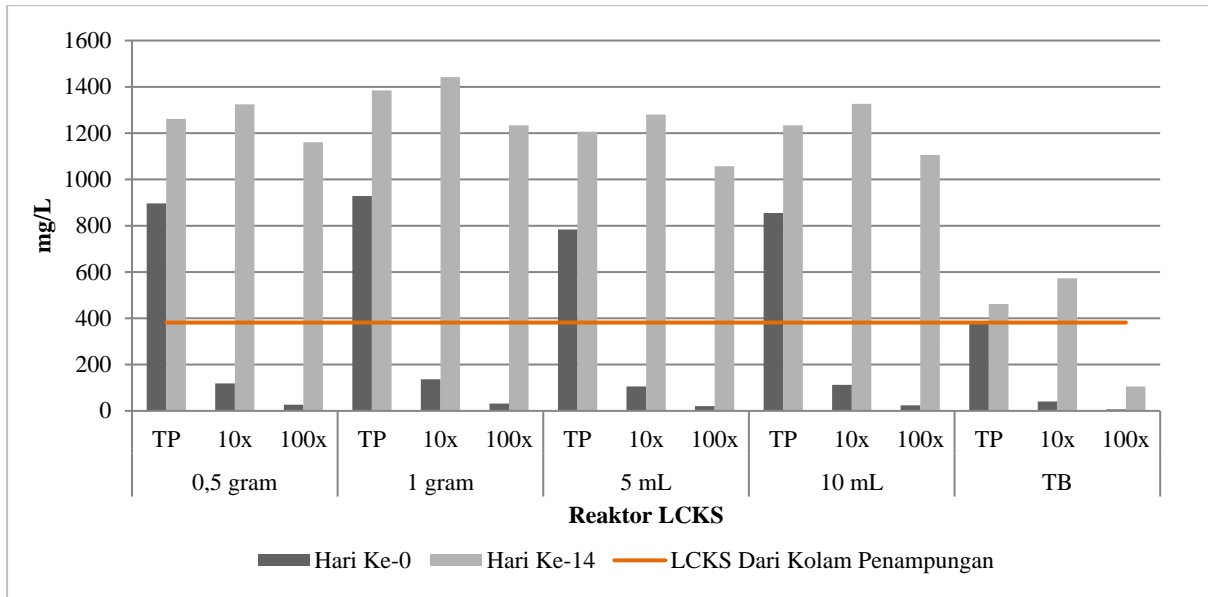
**Gambar 4.4 Perubahan COD Selama Proses Fermentasi**

\*Keterangan: "TP" = Tanpa Pengenceran; "10x" = Pengenceran 10x; "100x" = Pengenceran 100x; "TB" = Tanpa Penambahan Bioaktivator; "K" = Kontrol; "U" = Urea; "0,5 gram; 1 gram" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; "5 mL; 10 mL" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



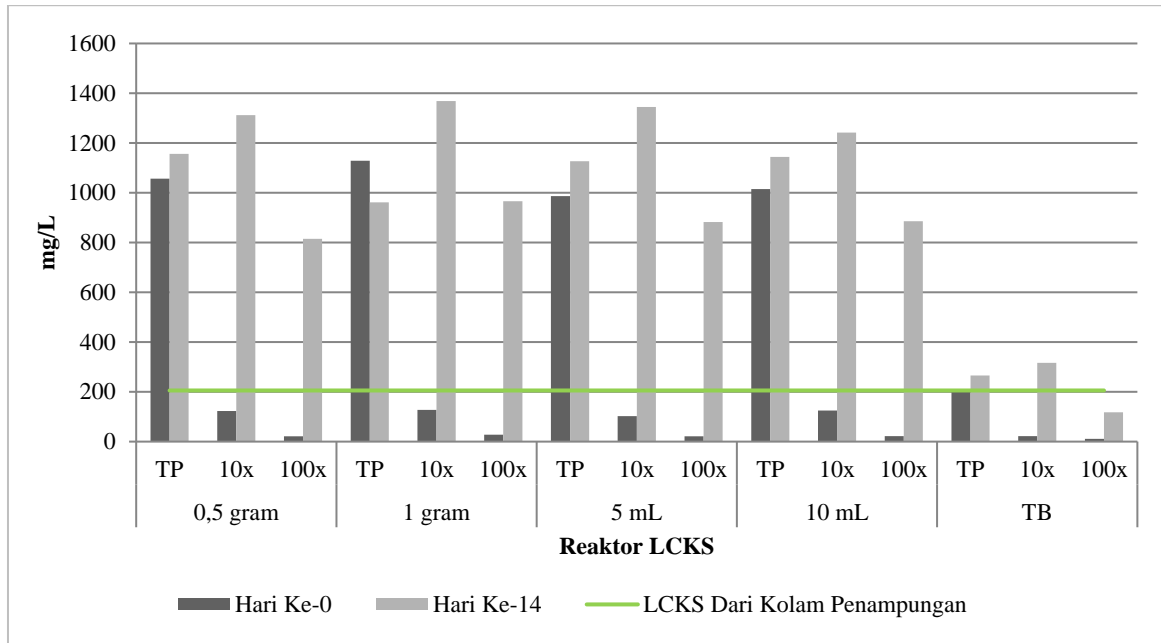
**Gambar 4.5 Perubahan BOD Selama Proses Fermentasi**

\*Keterangan: "TP" = Tanpa Pengenceran; "10x" = Pengenceran 10x; "100x" = Pengenceran 100x; "TB" = Tanpa Penambahan Bioaktivator; "K" = Kontrol; "U" = Urea; "0,5 gram; 1 gram" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; "5 mL; 10 mL" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



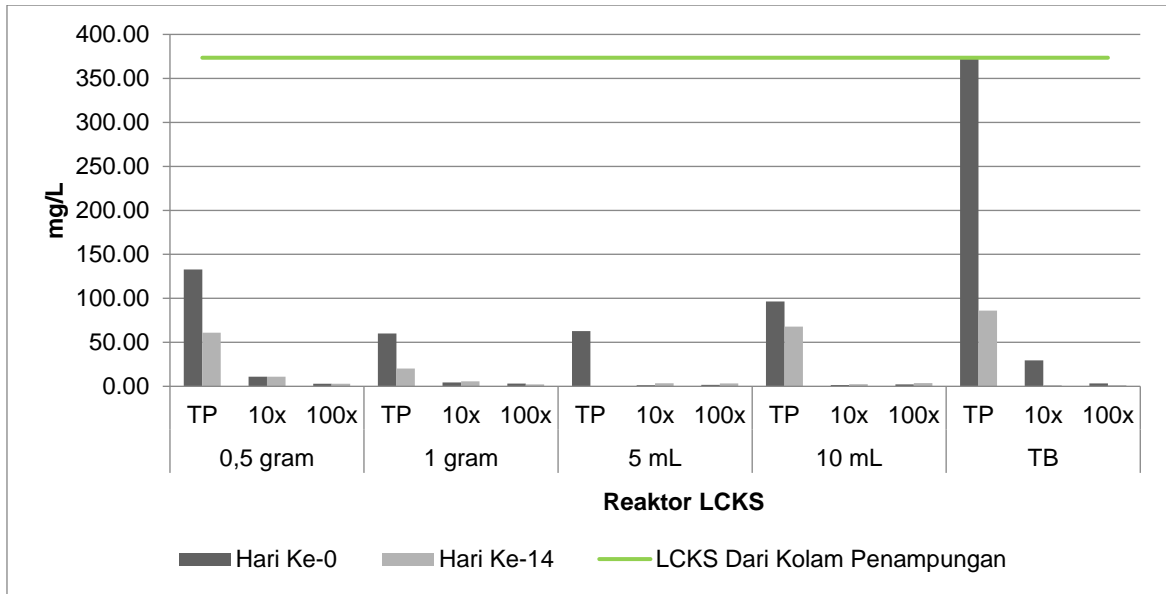
**Gambar 4.6 Perubahan TKN Selama Proses Fermentasi**

\*Keterangan: "TP" = Tanpa Pengenceran; "10x" = Pengenceran 10x; "100x" = Pengenceran 100x; "TB" = Tanpa Penambahan Bioaktivator; "K" = Kontrol; "U" = Urea; "0,5 gram; 1 gram" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; "5 mL; 10 mL" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



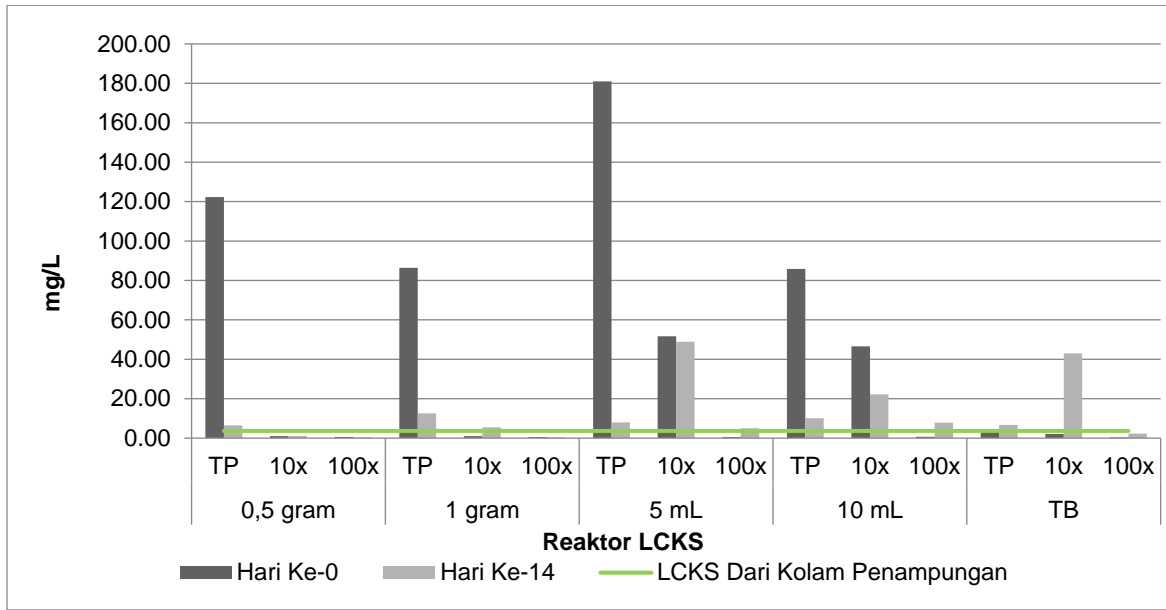
**Gambar 4.7 Perubahan Total P Selama Proses Fermentasi**

\*Keterangan: “TP” = Tanpa Pengenceran; “10x” = Pengenceran 10x; “100x” = Pengenceran 100x; “TB” = Tanpa Penambahan Bioaktivator; “K” = Kontrol; “U” = Urea; “0,5 gram; 1 gram” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; “5 mL; 10 mL” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



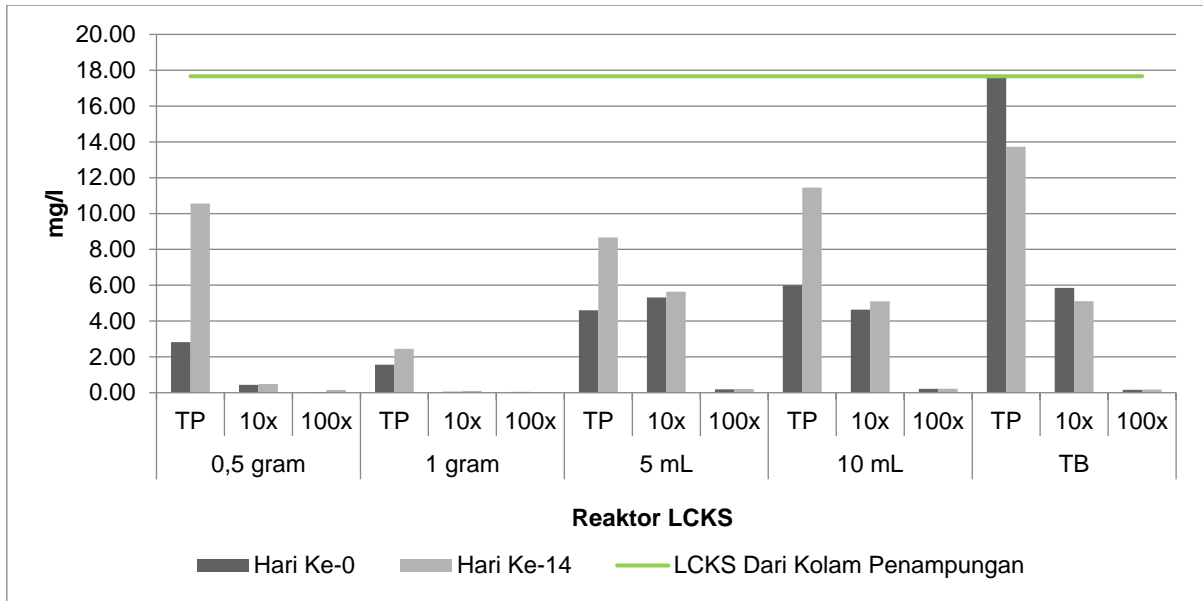
**Gambar 4.8 Perubahan Amonium Selama Proses Fermentasi**

\*Keterangan: "TP" = Tanpa Pengenceran; "10x" = Pengenceran 10x; "100x" = Pengenceran 100x; "TB" = Tanpa Penambahan Bioaktivator; "K" = Kontrol; "U" = Urea; "0,5 gram; 1 gram" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; "5 mL; 10 mL" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



**Gambar 4.9 Perubahan Nitrat Selama Proses Fermentasi**

\*Keterangan: “TP” = Tanpa Pengenceran; “10x” = Pengenceran 10x; “100x” = Pengenceran 100x; “TB” = Tanpa Penambahan Bioaktivator; “K” = Kontrol; “U” = Urea; “0,5 gram; 1 gram” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; “5 mL;10 mL” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



**Gambar 4.10 Perubahan Fosfat Selama Proses Fermentasi**

\*Keterangan: “TP” = Tanpa Pengenceran; “10x” = Pengenceran 10x; “100x” = Pengenceran 100x; “TB” = Tanpa Penambahan Bioaktivator; “K” = Kontrol; “U” = Urea; “0,5 gram; 1 gram” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; “5 mL; 10 mL” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair

bakteri *Clostridium* yang dapat mereduksi organik dan menghasilkan hidrogen. Adanya proses reduksi organik menyebabkan turunnya nilai BOD dan COD. Müller (2001) menjelaskan bahwa jenis proses fermentasi pada dasarnya dipengaruhi oleh jenis bakteri yang berperan dalam proses fermentasi. Berdasarkan jenis bakteri yang ada pada LCKS, beberapa jenis fermentasi yang terjadi pada LCKS diantaranya adalah fermentasi metana, fermentasi *buthyrate*, fermentasi butanol-aseton (Müller, 2001; Tan *et al.*, 2015).

Fermentasi metana oleh bakteri metanogenik terbagi kedalam empat tahap, yaitu tahan hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis. Pada tahap hidrolisis, senyawa polimer (karbohidrat, protein, lemak, dsb) akan didekomposisi menjadi monomer yang larut (gula, asam amino, asam lemak, dsb). Tahap berikutnya adalah asidogenesis atau fase asidifikasi. Pada tahap ini, bakteri mengubah senyawa hasil proses hidrolisis menjadi asam organik berantai pendek (*formic, acetic, propionic, butyric, pentanoic*), alkohol (*methanol, ethanol*, dsb), aldehida, CO<sub>2</sub>, dan hidrogen. Asetat, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub> yang dihasilkan dari proses asidogenesis dapat langsung dimanfaatkan oleh bakteri metanogenik sebagai sumber metabolisme. Asam organik berantai pendek, alkohol, dan aldehida yang terbentuk dari proses asidogenesis diubahkan terlebih dahulu menjadi asetat dan H<sub>2</sub> oleh bakteri asetogenik pada proses asetogenesis. Oleh bakteri metanogenik, asetat dan H<sub>2</sub> diubah menjadi gas metan.

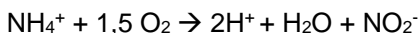
Menurut Müller (2001), fermentasi *buthyrate* dan fermentasi butanol-aseton terjadi oleh karena peran dari bakteri *Clostridium*. Fermentasi *buthyrate* adalah reduksi seyawa organik menjadi piruvat yang kemudian menghasilkan *butyrate*, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>. Sedangkan, pada fermentasi butanol-aseton, hasil fermentasi adalah butanol, aseton, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>.

Selain itu, Tan *et al.* (2015) juga memaparkan bahwa LCKS mengandung bakteri nitrifikasi, denitrifikasi, dan pengakumulasi fosforus. Bakteri pengakumulasi fosforus menyerap ortofosfat ke dalam sel tubuhnya sehingga kadar fosforus di dalam LCKS tereduksi. Bakteri nitrifikasi mengoksidasi amonia menjadi nitrit

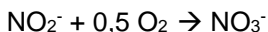


atau nitrat yang kemudian diubah menjadi gas nitrogen dengan bakteri denitrifikasi. Selama proses fermentasi amonia atau amonium dihasilkan pada proses hidrolisis urea (The Water Planet Company, 2013).

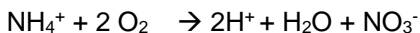
Menurut The Water Planet Company (2013), oksidasi ion amonium menjadi nitrit oleh *Nitrosomonas*, *Nitrosospira* dan *Nitrosococcus* adalah sebagai berikut:



Oksidasi nitrit menjadi nitrat oleh *Nitrobacter*, *Nitrospira* dan *Nitrococcus* dapat dilihat pada persamaan dibawah ini.

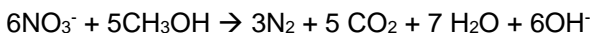


Secara keseluruhan reaksi nitrifikasi dituliskan sebagai berikut:



Berdasarkan persamaan diatas, nitrifikasi menghasilkan asam yang turut berperan menaikkan pH LCKS selama proses fermentasi. Meskipun fermentasi dilakukan secara anaerobic atau tanpa oksigen, telah terjadi kontak antara bakteri dalam LCKS dengan oksigen saat pembuatan reaktor awal. Oleh karena kehadiran oksigen ini, proses nitrifikasi dapat terjadi di dalam reaktor.

The Water Planet Company (2013) menjelaskan proses denitrifikasi adalah reduksi nitrat menjadi  $\text{N}_2\text{O}$  yang kemudian diubah menjadi  $\text{N}_2$ . Proses tersebut dilakukan oleh bakteri fakultatif heterotropik dan dituliskan kedalam persamaan berikut:



Bakteri mendapatkan oksigen yang dibutuhkan dari oksigen terlarut atau mengambilnya dari oksigen terikat pada molekul nitrat. pH optimum pada proses denitrifikasi adalah 7-8,5. Proses denitrifikasi adalah proses penghasil alkalinitas yaitu  $\text{CaCO}_3$ . Oleh karena itu pada proses ini pH asam oleh karena nitrifikasi akan mengalami kenaikan.

Hitman *et al.* (2013) menemukan bahwa proses fermentasi dapat mempertahankan bahkan menambah nutrisi di dalam reaktor. Hal tersebut sesuai hasil analisis LCKS pada awal dan akhir fermentasi. Nilai TKN dan Total P mengalami kenaikan yang cukup tinggi. Berbeda halnya dengan TKN dan Total P, nilai amonium dan nitrat mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan terjadinya nitrifikasi dan denitrifikasi selama proses fermentasi. Grafik TKN, Total P, Amonium, dan Nitrat dapat dilihat pada Gambar 4.6 sampai dengan 4.10. Selama fermentasi, terdapat reaktor yang mengalami kenaikan nilai fosfat, akan tetapi juga ada yang mengalami penurunan nilai fosfat. Seperti pemaparan Tan *et al.* (2015), LCKS mengandung bakteri yang dapat mengakumulasi ortofosfat ke dalam sel tubuhnya. Hal ini dapat menyebabkan penurunan nilai fosfat pada reaktor. Akan tetapi, fermentasi dapat meningkatkan kadar Total P (Hitman *et al.*, 2013). Dengan adanya penambahan dan juga pengurangan fosfat oleh proses fermentasi dan bakteri menyebabkan penurunan dan kenaikan nilai fosfat yang berbeda-beda pada setiap reaktor. Grafik perubahan nilai fosfat pada awal dan akhir fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.10. Selain itu, kandungan TKN dan Total P pada reaktor dengan penambahan bioaktivator lebih tinggi dari pada reaktor kontrol. Hal ini disebabkan pada bioaktivator terdapat nutrisi N dan P. Hasil uji analisis kandungan nutrisi N dan P pada bioaktivator dapat dilihat pada lampiran XI.

### **4.3 Pengaruh Pupuk Hasil Fermentasi Terhadap Pertumbuhan Tanaman**

Fermentasi Limbah Cair Kelapa Sawit (LCKS) menghasilkan pupuk cair hayati/*biofertilizer*. Kualitas pupuk dapat diketahui setelah dilakukan pengujian terhadap laju pertumbuhan tanaman. Acuan yang digunakan adalah karakteristik LCKS pada akhir fermentasi, yaitu pada hari ke-14. Pupuk yang dijadikan acuan adalah pupuk L3 karena memiliki jumlah koloni *Azospirillum sp.* terbanyak dari seluruh reaktor lainnya, yaitu sebanyak  $6,1 \times 10^6$  kol/mL.  $2 \times 10^8$  CFU/mL *Azospirillum sp.* sebanding dengan 67,5 kg N/ha (Marks *et al.*, 2015). Perhitungan pemupukan dapat dilihat pada Lampiran XXI.

Azospirillum sp. dalam LCKS mampu bersimbiosis dengan akar tanaman dan menambatkan nitrogen dan melarutkan fosforus di dalam tanah (Vikram *et al.*, 2007; El-Lattief, 2016). Biswas dan Gresshoff (2014) menuliskan proses penambatan nitrogen atau fiksasi nitrogen dengan persamaan berikut:



Maka dengan adanya proses fiksasi nitrogen oleh Azospirillum sp., nitrogen dalam tanah dapat tersedia dalam bentuk yang dapat diserap oleh tanaman yaitu amonium/amonia (Haifa Group dalam *Nutritional Recommendation for: Cucumber*).

#### 4.3.1 Lidah Buaya

Proses pengamatan tanaman lidah buaya dapat dilihat pada 3.5.5.1. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Lampiran XII. Gambar 4.11 sampai dengan 4.14 menunjukkan pertumbuhan tanaman lidah buaya selama masa penelitian. Pada proses pengamatan 100% tanaman lidah buaya hidup sampai dengan pengamatan tanaman selesai. Berdasarkan hasil pengukuran, dilakukan uji statistik untuk mengetahui pengaruh pupuk terhadap pertumbuhan tanaman. Pengujian dilakukan menggunakan SPSS GLM Multivariate.

Hasil uji statistik dapat dilihat pada Lampiran XVI. Uji statistik menunjukkan nilai signifikansi pada pupuk pengenceran 100x dan tanpa pengenceran lebih dari 0,05. Maka, H<sub>0</sub> diterima dan disimpulkan bahwa pupuk tanpa pengenceran dan pengenceran 100x memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan tanaman lidah buaya. Pada pengenceran 10x, dapat diketahui bahwa nilai signifikansi kurang dari 0,05. Sehingga H<sub>0</sub> gagal ditolak dan disimpulkan bahwa pupuk pengenceran 10x memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman lidah buaya. Pada pengenceran 10x dilakukan uji *Tests of Between-Subjects Effects*, didapatkan bahwa parameter pertumbuhan yang memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05 adalah berat kering tanaman. Uji statistika lanjutan pada pupuk pengenceran 10x menunjukkan bahwa pupuk yang memberikan pengaruh signifikan adalah LCKS tanpa penambahan bioaktivator (L2).

Disimpulkan bahwa pupuk L2 mempunyai pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan lidah buaya. Hal ini sesuai dengan pengukuran berat kering lidah buaya yang dapat dilihat pada Gambar 4.14. Pertambahan terbesar berat kering tanaman lidah buaya dengan pupuk pada pengenceran 10x adalah pada pupuk tanpa bioaktivator. Karakteristik pupuk LCKS dengan pengenceran 10x dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Dapat dilihat pada Tabel 4.9, pupuk L2 memiliki nilai BOD dan COD yang lebih tinggi dibanding pupuk dengan penambahan bioaktivator pada pengenceran 10x. Tingginya BOD dan COD pada pupuk L2 menunjukkan jumlah senyawa organik (Metcalf & Eddy *et al.*, 2014) dalam pupuk L2 lebih tinggi dibanding dengan pupuk lainnya dengan pengenceran 10x.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011, nilai C/N yang baik dalam pupuk cair organik dari instalasi pengolahan air limbah industri adalah 15-25, dimana C adalah karbon organik dan N adalah nitrogen organik. TKN (Total Kjeldahl Nitrogen) adalah jumlah kadar nitrogen organik dan nitrat (Wall, 2013). Sehingga N organik total dapat dihitung dengan menselisihkan nilai TKN dengan nitrat.

Nilai C dapat diperoleh melalui uji TOC (Metcalf & Eddy *et al.*, 2014). Dubber dan Gray (2010), menyatakan bahwa TOC dapat dinyatakan dengan nilai COD dan tidak dapat dinyatakan dengan nilai BOD. Hal ini dikarenakan semakin banyak nilai TOC atau karbon organik, semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan untuk mereduksi senyawa organik tersebut (COD). Semakin tinggi COD, semakin tinggi pula nilai TOC. Dalam penelitiannya, Poh *et al.* (2010) menemukan bahwa nilai COD/TOC adalah sebesar 3,97; 2,43; 3,82. Korelasi parameter COD dan TOC dituliskan kedalam persamaan sebagai berikut:

$$\text{COD} = 2,99 \cdot \text{TOC} + 7,25 \text{ (Dubber dan Gray, 2010)...(1)}$$

Dengan persamaan 1 diatas dan penelitian yang dilakukan oleh Poh *et al.* (2010), dapat disimpulkan bahwa nilai TOC lebih

rendah dibandingkan dengan nilai COD. Pupuk L2 juga memiliki nilai perbandingan COD:N yang tinggi (Tabel 4.14). Oleh karena semakin tingginya nilai COD berarti semakin tinggi pula nilai TOC maka dapat disimpulkan bahwa pupuk L2 juga memiliki nilai C:N yang lebih tinggi dibanding pupuk lainnya, sekalipun tidak memenuhi Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011.

Selain itu, Olfati *et al.* (2015) menyatakan bahwa kandungan nitrat yang tinggi dikombinasikan dengan kandungan amonium yang rendah mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan lebih baik. Hal ini sesuai dengan kandungan nitrat dan amonium pada pupuk L2. Nilai nitrat:amonium pada L2 jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pupuk lainnya (Tabel 4.14).

Berdasarkan uji statistik pada setiap pengenceran, didapatkan bahwa hanya pada pengenceran 10x terdapat pengaruh signifikan pupuk terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini menunjukkan pengenceran berpengaruh terhadap kualitas pupuk. Pada pengenceran 10x, pupuk yang memberikan pengaruh signifikan adalah LCKS tanpa penambahan bakteri. Pupuk LCKS tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman oleh karena kandungan unsur hara didalam pupuk LCKS yang memang belum memenuhi kebutuhan tanaman. Beban nutrisi yang diterima oleh tanaman dapat dilihat pada Lampiran XXI. Hal ini disebabkan karena pemberian pupuk didasari oleh peran *Azospirillum sp.* dalam menambatkan N dari udara. Dosis pemupukan dan perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran XXI. Hal ini dapat diatasi dengan ditambakkannya pupuk kimia sesuai dengan kebutuhan tanaman. Selain itu, tidak adanya pengaruh signifikan dari pemberian pupuk juga dapat disebabkan oleh sifat pupuk organik yang membutuhkan waktu cukup lama untuk memberikan pengaruh pertumbuhan tanaman yang baik (Gubali *et al.*, 2013).

Karthikeyan *et al.* (2008) menemukan adanya bakteri *Azospirillum*, *Azobacter* dan *Pseudomonas* pada tanaman *Aloe vera*. Ditemukannya bakteri tersebut pada akar tanaman menandakan bakteri PGPR (*Plant Growth Promoting*

*Rhizobium*) dapat melekat pada akar tanaman lidah buaya. Egamberdieva *et al.* (2015) menyatakan bahwa beberapa bakteri pada akar yang berperan dalam pertumbuhan tanaman (PGPR) adalah *Azospirillum sp.*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Azobacter*, dan lain sebagainya. Chong *et al.* (2009) menyatakan bahwa dalam LCKS terdapat bakteri *Clostridium*. Selain itu, pada reaktor kontrol, yaitu tanpa penambahan bioaktivator, terdapat koloni *Azospirillum sp.* Oleh karena adanya bakteri PGPR pada LCKS, perlu adanya pertimbangan akan pengaruh bakteri PGPR selain dari pada bioaktivator yang ditambahkan.

Pada pupuk pengenceran 10x, pupuk L2 (tanpa bioaktivator) memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan pupuk yang diberikan penambahan bioaktivator. Hal ini dapat disebabkan oleh karena pada akhir fermentasi, pertumbuhan *Azospirillum sp.* pada pupuk dengan penambahan bioaktivator telah memasuki fase kematian. Namun, pada pupuk L2 pertumbuhan *Azospirillum sp.* ada pada fase diam.

Dilakukan pula uji statistik untuk melihat perbandingan pengaruh pertumbuhan tanaman dengan pupuk LCKS dan urea. Hasil uji statistik dapat dilihat pada Lampiran XVI. Uji statistic menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih dari 0,05. Sehingga H0 diterima dan disimpulkan bahwa pupuk LCKS memberikan pengaruh yang sama dengan urea terhadap pertumbuhan tanaman lidah buaya. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pupuk LCKS dapat menggantikan peran pupuk urea. Hal ini sesuai dengan El-Lattief (2016) yang mengatakan bahwa pupuk organik adalah suplemen yang lebih baik dibandingkan dengan pupuk anorganik. Namun, sekalipun pupuk organik dapat lebih diunggulkan dari pada pupuk anorganik, pupuk anorganik tetap diperlukan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi unsur-unsur tertentu yang masih belum terpenuhi oleh pupuk organik.

#### 4.3.1 Mentimun

Proses pembibitan, penanaman dan pengamatan mentimun dapat dilihat pada 3.5.5.2. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Lampiran XIV dan Lampiran XV. Gambar 4.15 sampai dengan

4.18 menunjukkan pertumbuhan tanaman mentimun selama masa pengamatan.

Selama proses pengamatan, terdapat daun mentimun yang terserang penyakit. Agar penyakit tidak menyebar ke daun dan tanaman lainnya, maka daun yang terserang penyakit dipangkas. Hal ini menyebabkan jumlah daun tanaman berkurang dari waktu ke waktu. Semakin sedikit (berkurangnya daun hingga bernilai negatif) berarti ketahanan tanaman terhadap penyakit juga semakin rentan. Hal ini menunjukkan kurangnya unsur Kalium (K) yang diberikan untuk tanaman. Akan tetapi, pada penelitian ini tidak dilakukan analisis parameter K, sebaiknya pada penelitian berikutnya dilakukan analisis terhadap K.

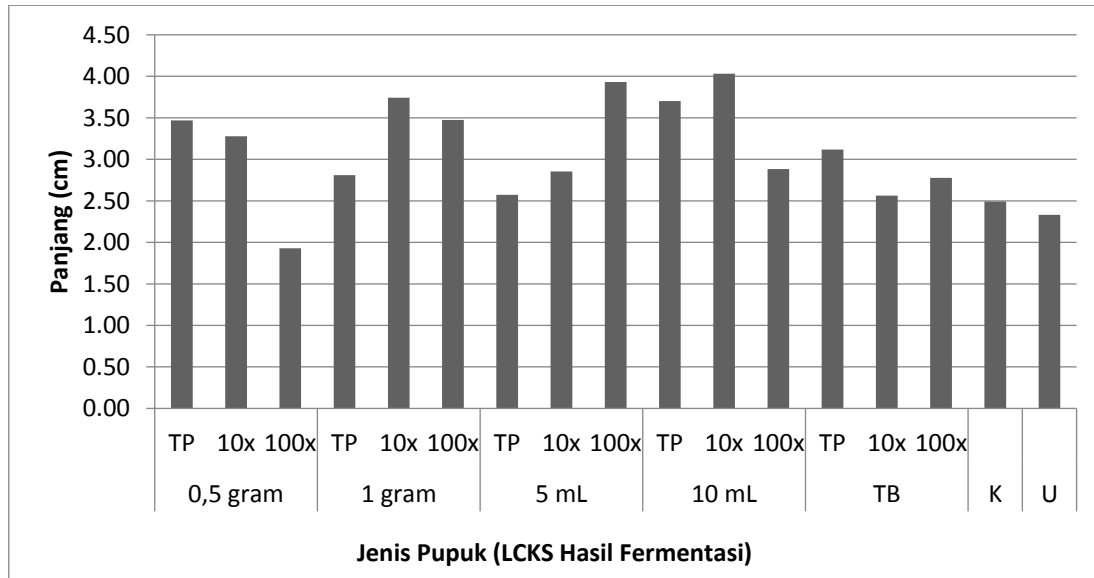
Seolah Hasil pengukuran, uji statistic dilakukan untuk mengetahui tingkat signifikansi pupuk terhadap tanaman. Pengujian dilakukan menggunakan SPSS GLM *Multivariate*. Selama pengamatan tanaman, dari replikasi yang dilakukan, tidak semua tanaman mentimun bertahan. % tanaman mentimun yang hidup hingga masa pengamatan selesai dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Uji statistik pada pertumbuhan mentimun dengan pupuk LCKS tanpa pengenceran dan kontrol dapat dilihat pada Lampiran XVII. Hasil uji statistic menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada pupuk tanpa pengenceran kurang dari 0,05. Maka, H<sub>0</sub> gagal ditolak dan disimpulkan bahwa pupuk tanpa pengenceran memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman mentimun. Pada uji *Tests of Between-Subjects Effects*, dapat dilihat bahwa tidak ada parameter pertumbuhan yang memiliki nilai signifikansi kurang dari 0,05. Hal ini menunjukkan pupuk LCKS tanpa pengenceran memberikan pengaruh pada pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, akan tetapi tidak pada parameter tertentu. Uji statistik pada pertumbuhan mentimun dengan pupuk LCKS pengenceran 10x dan 100x menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih dari 0,05. Sehingga H<sub>0</sub> ditolak dan disimpulkan bahwa pupuk pengenceran 10x dan 100x memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan tanaman mentimun. Berdasarkan uji

**Tabel 4.5 Karakteristik Pupuk LCKS dengan Pengenceran 10x**

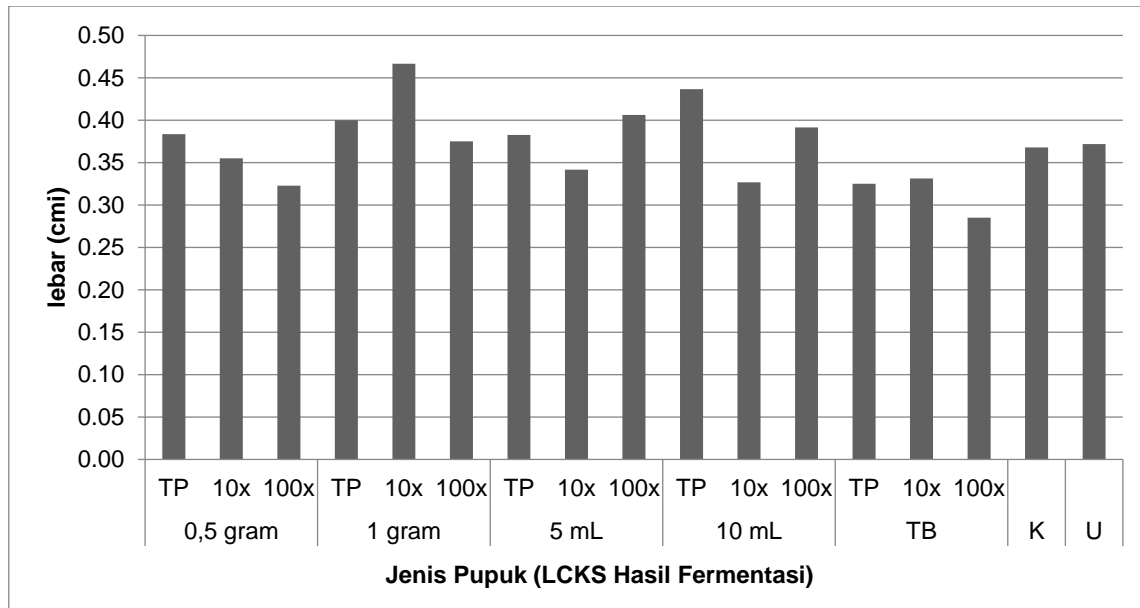
Pupuk	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TKN (mg/L)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	N organik (mg/L)	COD : N organik	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> : NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	Total P (mg/L)
0,5 gr	19,80	37,50	1324,50	10,97	1,05	1323,45	0,03	0,10	0,48	1311,80
1 gr	17,18	38,10	1442,21	5,60	5,49	1436,72	0,03	0,98	0,10	1368,50
5 mL	18,60	35,80	1280,52	3,54	48,86	1231,66	0,03	13,81	5,63	1344,84
10 mL	27,05	52,60	1326,42	2,30	22,17	1304,25	0,04	9,63	5,10	1241,62
TB	28,90	59,10	572,82	1,33	42,93	529,89	0,11	32,31	5,11	316,50





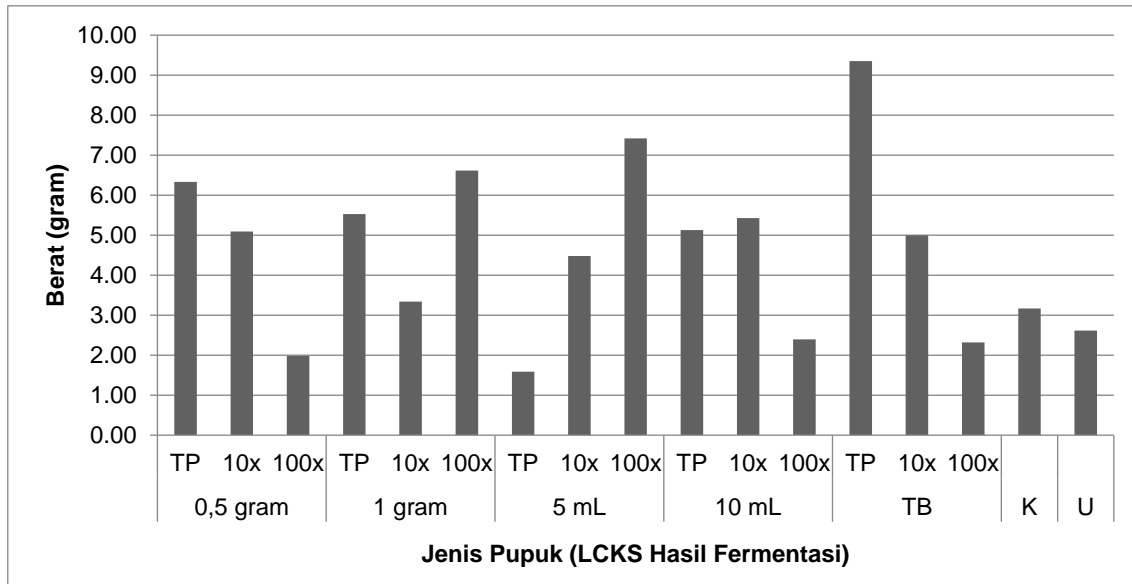
**Gambar 4.11 Pertumbuhan Panjang Pelelah Lidah Buaya**

\*Keterangan: “TP” = Tanpa Pengenceran; “10x” = Pengenceran 10x; “100x” = Pengenceran 100x; “TB” = Tanpa Penambahan Bioaktivator; “K” = Kontrol; “U” = Urea; “0,5 gram; 1 gram” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; “5 mL; 10 mL” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



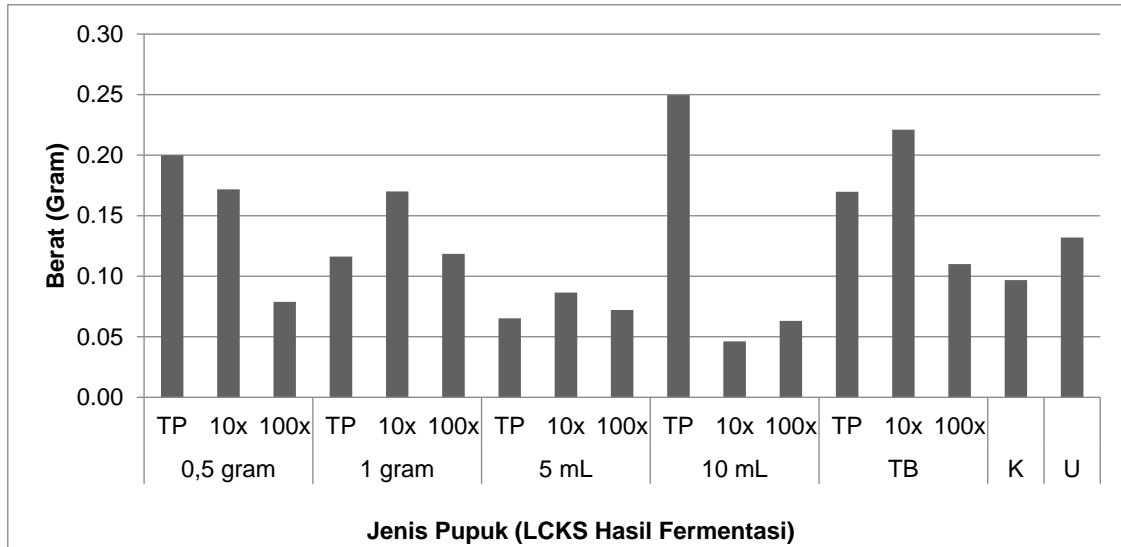
**Gambar 4.12 Pertumbuhan Lebar Pelepah Lidah Buaya**

\*Keterangan: “TP” = Tanpa Pengenceran; “10x” = Pengenceran 10x; “100x” = Pengenceran 100x; “TB” = Tanpa Penambahan Bioaktivator; “K” = Kontrol; “U” = Urea; “0,5 gram; 1 gram” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; “5 mL; 10 mL” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



**Gambar 4.13 Pertumbuhan Berat Basah Lidah Buaya**

\*Keterangan: “TP” = Tanpa Pengenceran; “10x” = Pengenceran 10x; “100x” = Pengenceran 100x; “TB” = Tanpa Penambahan Bioaktivator; “K” = Kontrol; “U” = Urea; “0,5 gram; 1 gram” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; “5 mL; 10 mL” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



**Gambar 4.14 Pertumbuhan Berat Kering Lidah Buaya**

\*Keterangan: "TP" = Tanpa Pengenceran; "10x" = Pengenceran 10x; "100x" = Pengenceran 100x; "TB" = Tanpa Penambahan Bioaktivator; "K" = Kontrol; "U" = Urea; "0,5 gram; 1 gram" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; "5 mL; 10 mL" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair

**Tabel 4. 6 % Tanaman Mentimun yang Hidup Sampai akhir Pengamatan tanaman.**

P \ PB	0,5 gr	1 gr	5 mL	10 mL	TB	Air	U
TP	50	100	50	100	100	100	100
10x	100	100	10	100	100		
100x	100	50	100	100	100		

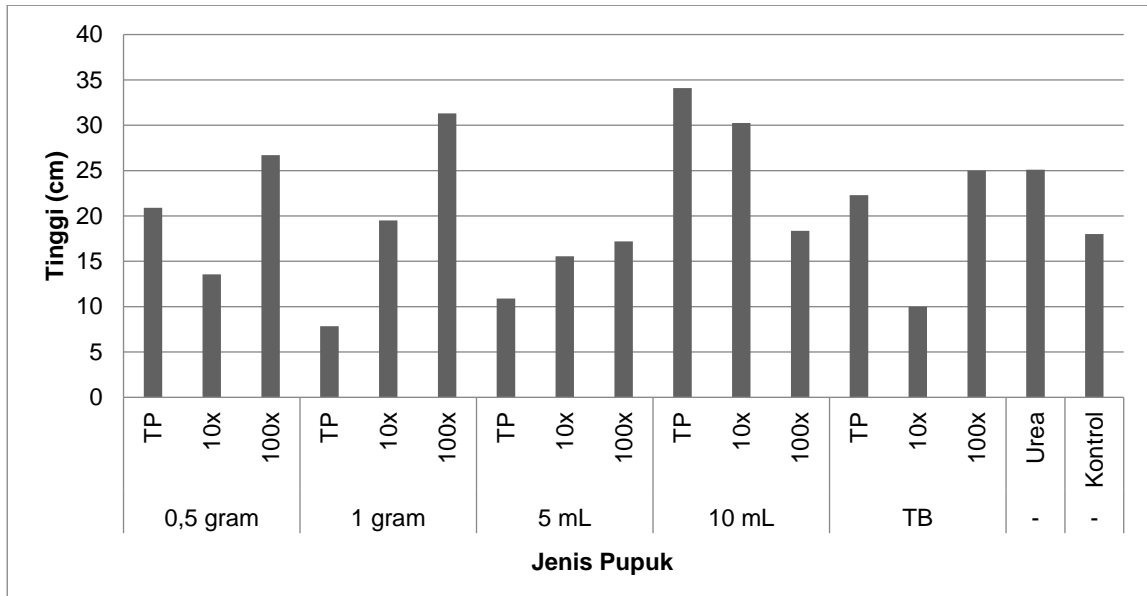
Keterangan: "TP" adalah tanpa pengenceran, "U" adalah urea, "TB" adalah tanpa penambahan bioaktivator, "P" adalah pengenceran.

statistik pada setiap pengenceran, didapatkan bahwa hanya pada tanpa pengenceran terdapat pengaruh signifikan pupuk terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini menunjukkan pengenceran berpengaruh terhadap kualitas pupuk. Semakin besar pengenceran dilakukan, semakin rendah konsentrasi pupuk (Ifedora dan Awazie, 2016). Adanya pupuk LCKS tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman oleh karena kandungan unsur hara didalam pupuk LCKS yang memang belum memenuhi kebutuhan tanaman. Beban nutrisi yang diterima oleh tanaman dapat dilihat pada Lampiran XXI. Hal ini disebabkan karena pemberian pupuk didasari dari peran *Azospirillum sp.* dalam menambatkan N dari udara. Dosis pemupukan dan perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran XXI. Untuk mendapatkan pertumbuhan tanaman yang optimum, dapat dilakukan pemupukan dengan pupuk kimia sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hal ini diperlukan oleh karena pupuk hayati atau *bioferlizer* membutuhkan waktu yang cukup lama untuk memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman (Gubali *et al.*, 2013).

Dilakukan pula uji statistik untuk melihat perbandingan pengaruh pertumbuhan tanaman dengan pupuk LCKS dan urea. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih dari 0,05. Sehingga H0 diterima dan disimpulkan bahwa pupuk LCKS memberikan pengaruh yang sama dengan urea terhadap pertumbuhan tanaman mentimun. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pupuk LCKS dapat menggantikan peran pupuk urea. Hal ini sesuai dengan El-Lattief (2016) yang mengatakan

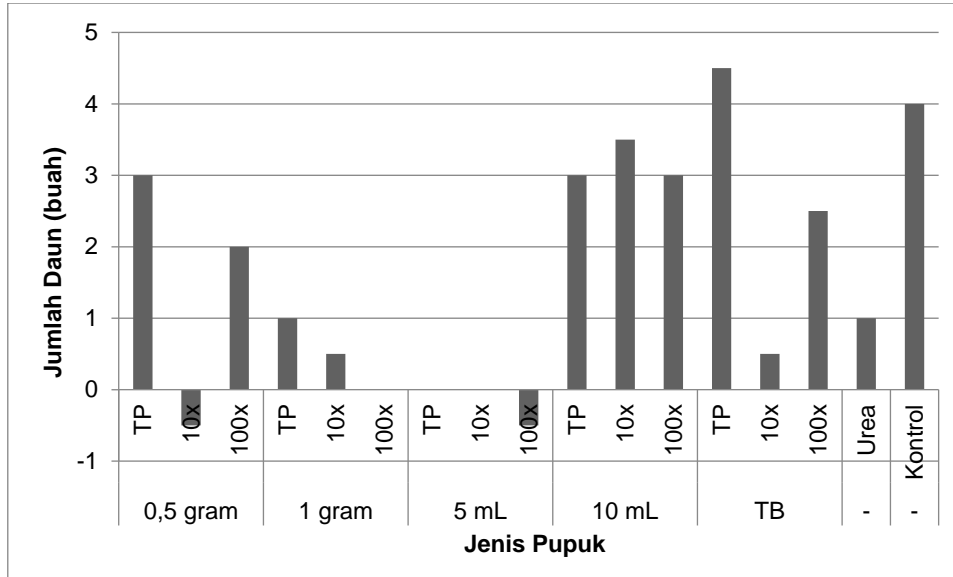
bahwa pupuk organik adalah suplemen yang lebih baik dibandingkan dengan pupuk anorganik. Meskipun demikian, pupuk organik tidak bisa benar-benar menggantikan peran pupuk kimia. Jumlah nutrisi yang dibutuhkan oleh lidah buaya dapat dilihat pada lampiran XXI. Selisih beban nutrisi yang diterima oleh mentimun dengan jumlah nutrisi yang dibutuhkan merupakan jumlah nutrisi yang dapat ditambahkan melalui pupuk kimia.

Seperti halnya pada tanaman lidah buaya, dapat dikatakan PGPR berperan dalam pertumbuhan mentimun. Akan tetapi oleh karena adanya bakteri PGPR pada LCKS, perlu adanya pertimbangan akan pengaruh bakteri PGPR selain dari pada bioaktivator yang ditambahkan.



**Gambar 4.15 Pertumbuhan Tinggi Tanaman Mentimun**

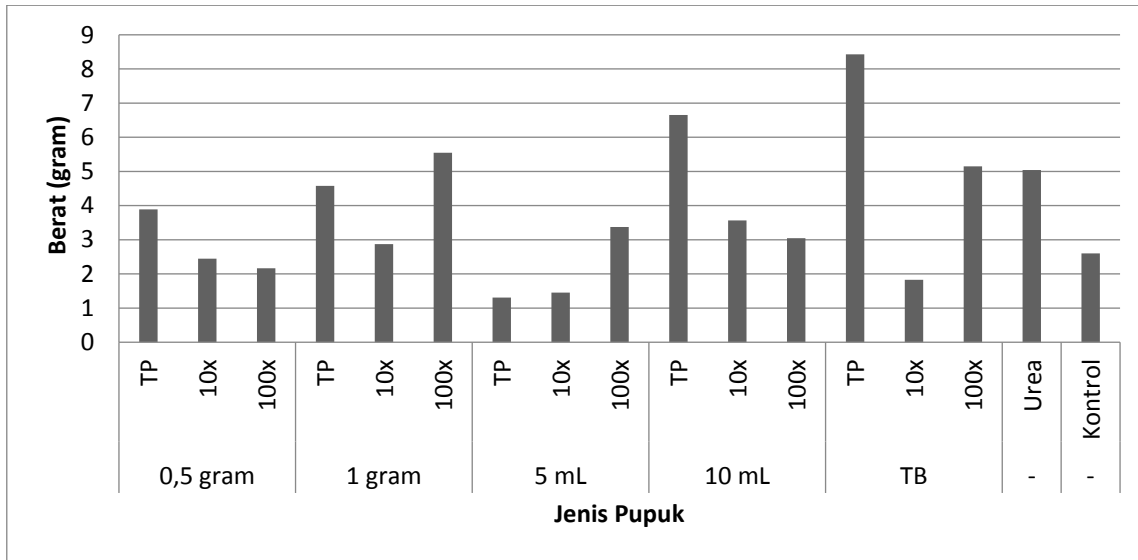
\*Keterangan: “TP” = Tanpa Pengenceran; “10x” = Pengenceran 10x; “100x” = Pengenceran 100x; “TB” = Tanpa Penambahan Bioaktivator; “K” = Kontrol; “U” = Urea; “0,5 gram; 1 gram” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; “5 mL; 10 mL” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



**Gambar 4.16 Laju Pertumbuhan Jumlah Daun Tanaman Mentimun**

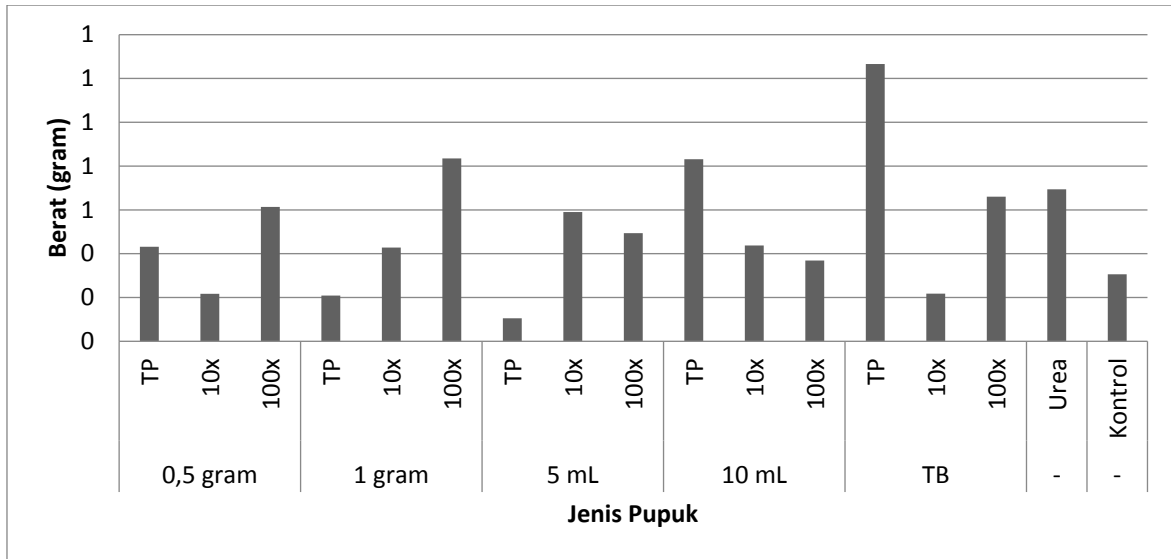
\*Keterangan: "TP" = Tanpa Pengenceran; "10x" = Pengenceran 10x; "100x" = Pengenceran 100x; "TB" = Tanpa Penambahan Bioaktivator; "K" = Kontrol; "U" = Urea; "0,5 gram; 1 gram" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; "5 mL; 10 mL" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair





**Gambar 4.17 Pertumbuhan Berat Basah Tanaman Mentimun**

\*Keterangan: "TP" = Tanpa Pengenceran; "10x" = Pengenceran 10x; "100x" = Pengenceran 100x; "TB" = Tanpa Penambahan Bioaktivator; "K" = Kontrol; "U" = Urea; "0,5 gram; 1 gram" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; "5 mL; 10 mL" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair



**Gambar 4.18 Pertumbuhan Berat Kering Tanaman Mentimun**

\*Keterangan: “TP” = Tanpa Pengenceran; “10x” = Pengenceran 10x; “100x” = Pengenceran 100x; “TB” = Tanpa Penambahan Bioaktivator; “K” = Kontrol; “U” = Urea; “0,5 gram; 1 gram” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; “5 mL; 10 mL” = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair

## **BAB 5 PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya, maka kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah cair kelapa sawit (LCKS) dari kolam penampungan Perusahaan X masih belum memenuhi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Limbah cair tersebut memiliki kandungan BOD dan COD sebesar 233,14 mg/L dan 462,51 mg/L, TKN 381,6 mg/L, total P 205,41 mg/L, amonium 373,51 mg/L, nitrat 3,65 mg/L, fosfat 17,66 mg/L, dan pH 8,07.
2. Penambahan bioaktivator dapat meningkatkan pertumbuhan jumlah koloni *Azospirillum sp* secara signifikan. Pada fase *stationer* jumlah koloni terbanyak terdapat pada reaktor B dan D, yaitu reaktor dengan penambahan bioaktivator sebanyak 1 gram dan 10 mL. Namun, penambahan bioaktivator serbuk dapat meningkatkan nilai pH (pada reaktor A3, B2, dan B3) sehingga pH tidak memenuhi Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/10/2011. Pada akhir fermentasi seluruh reaktor telah memasuki fase kematian dan reaktor yang memiliki jumlah koloni *Azospirillum sp*. terbanyak adalah reaktor L3 (tanpa penambahan bioaktivator dengan pengenceran 100x).
3. Pupuk hasil fermentasi (LCKS) berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan tanaman uji. Pupuk L2 (LCKS pengenceran 10x tanpa penambahan bioaktivator) memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan lidah buaya. Pupuk tanpa pengenceran memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman mentimun.

### **5.2 Saran**

Saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan penambahan konsentrasi bioaktivator yang lebih bervariasi agar jumlah koloni *Azospirillum sp*. dapat mencapai persyaratan minimum pada

Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/ SR.140/ 10/2011.

2. Perlu pengondisian fermentasi dengan penambahan nutrisi tertentu untuk meningkatkan pertumbuhan *Azospirillum sp.*
3. Perlu dilakukannya pengamatan pertumbuhan tanaman uji dengan pemupukan 2x dosis agar jumlah *Azospirillum sp* yang diterima tanaman sesuai dengan standar pertanian yaitu  $10^8$  kol *Azospirillum sp.*/mL.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antara Kalbar, 2014. <https://kalbar.antaranews.com/berita/326140/kalbar-potensial-jadi-pusat-produksi-lidah-buaya>. Diakses pada tanggal 18 Januari 2018 pukul 14.35 WIB
- Bajpai, P., 2017. **“Basics of Anaerobic Digestion Process”**. Anaerobic Technology in Pulp and Paper Industry. Chapter 2.
- Barandozi, F. N., Enferadi, S. T., Naghavi, M. R., Hassani, M. E., Mostofi, Y. dan Mousavi A., 2011. “Effects of Fertilizer on Morphological Traits in *Aloe vera*”. **Journal of Medicinal Plants Research**. 5(18):4537-4541.
- Biswas, B. dan Gresshoff, P. M., 2014. “The Role of Symbiotic Nitrogen Fixation in Sustainable Production of Biofuels”. **Int. J. Mol. Sci.** 15:7380-7397. Doi:10.3390/ijms15057380
- Chin, K. K., Lee, S. W., Mohammad, H. H., 1996. A Study of Palm Oil Mill Effluent Treatment Using A Pond System. **Wat. Sci. Tech.** 34(11): 119-123.
- Chong, M. L., Rahim, R. A., Shirai, Y., dan Hassan, M. A., 2009. “Biohydrogen Production by *Clostridium butyricum* EB6 from Palm Mill Oil Effluent”. **International Journal of Hydrogen Energy**. 34: 764-771.
- Das, N. dan Chattopadhyay, R. N., 2004. “Commercial Cultivation of Aloe”. **Natural Product Radiance**. 3(2).
- Darini, M. T., 2014. “Identifikasi Fenotif Jenis Jenis Tanaman Lidah Buaya (*Aloe sp.*) di Daerah Istimewa Yogyakarta”. **Agros**. 16(2):432-441.
- Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, 2006. **Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit**. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Dubber, D. dan Gray, N. F., 2010. “Replacement of Chemical Oxygen Demand (COD) with Total Organic Carbon (TOC) for Monitoring Wastewater Treatment Performance to Minimize Disposal of Toxic Analytical Waste”. **Journal of Environmental Science and Health Part A**. 45:1595-1600.

- Effects of Manure and Fertilizer on Soil Fertility and Soil Quality, Manitoba, 2013.
- Effendi, H., 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Yogyakarta: Kanisius
- Egamberdieva, D., S. Shivastava dan A. Varma, 2015. **Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Medicinal Plants**. Switzerland: Springer International Publishing. DOI 10.1007/978-3-319-13401-7.
- Egbuchua, C. N. dan Enujeke, E. C., 2015. "Growth Indices of Aloe Vera as Influenced by Nitrogen and Phosphorus Fertilizers in Oxisols of Rain Forest Zone, Nigeria". **Global Journal of Bio-Science and Biotechnology**. 4(1):45-49
- El-Lattief, E. A. A., 2016. "Use of Azospirillum and Azobacter bacteria as biofertilizers in cereal crops: A review". **International Journal of Research in Engineering and Applied Sciences (IJREAS)**. 6(7): 33-44.
- Fatha, A., 2007. "Pemanfaatan Zeolit Aktif untuk Menurunkan BOD dan COD Limbah Cair Tahu". **Universitas Negeri Semarang**. Skripsi
- Garson, G. D., 2015. **GLM Multivariate, Manova & Canonical Correlation. Statistical Associates Blue Book Series**. Statistical Publishing Associates: Asheboro, NC USA. ISBN: 978-1-62638-034-9
- Gubali, H., M. I. Bahua dan N. Musa, 2013. **Uji Efektivitas Pupuk Organik Hayati untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kangkung Darat**. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Hadiyanto, H., Nur, M. M. A., dan Hartanto, G. D., 2012. "Cultivation of *Chorella* sp. as Biofuel Sources in Palm Oil Mill Effluent (POME)". **Int. Journal of Renewable Energy Development (IJRED)**. 1(2):45-49.
- Harley, J. P., dan Prescott, L. M., 2002. **Laboratory Exercises in Microbiology**. Texas: The McGraw-Hill Companies.

- Hitman, A., K. Bos, M. Bosch dan A. V. D. Kolk, 2013. **Fermentation Versus Composting**. Netherlands: Feed Innovation Services
- Hochmuth, G., dan H., Ed, 2016. **A Summary of N, P, and K Research With Cucumber in Florida**. US, Florida: The Institute of Food and Agricultural Science.
- Ifedora, N. H., dan Awazie, L. N., 2016. "Effects of Different Concentrations of Palm Oil Effluent (POME) on the Germination of Seed of Glycine max L. and Abelmoschus esculentus L.". **Int. J. Curr. Res. Biosci. Plant Biol.** 3(4): 15-19.
- Iwuagwu, J.O. and J.Obeta Ugwuanyi, J.O., 2014. "Treatment and Valorization of Palm Oil Mill Effluent Production of Food Grade Yeast Biomass". **Journal of Waste Management**. ID 439071, pages 9.
- Janet, A. M., Oluwafemi, A. B., dan Abiodun, S. R., 2016. "Effects of Organic and Inorganic Fertilizers on the Growth Performance of Solanum nigrum L.". **Journal of Agriculture and Ecology Research International**. 5(4): 1-6.
- Jilani, M. S., Bakar, A., Waseem, K., dan Kiran, M., 2009. "Effect of Different Levels of NPK on The Growth and Yield of Cucumber (cucumis sativus) Under The Plastic Tunnel". **Journal of Agriculture and Social Sciences**. 5:99-101.
- Karthikeyan, B., Jaleel, C. A., Lakshmanan, G. M. A. dan Deiveekasundaram, M., 2007. "Studies on Rhizosphere Microbial Diversity of Some Commercially Important Medicinal Plants". **Colloids and Surfaces B: Bionterfaces**. 62:143-145
- Keerthika, T., Devaki, C. S., Suma, F., dan Urooj, A., 2016. "Studies on The Nutritional and Quality Characteristics of Cucumis Sativus Varieties". **Agricultural Science Research Journal**. 6(4):79-85.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

- Kepatang News, 2017. <http://ketapangnews.com/2017/08/135-triliun-akan-di-bangun-kawasan-industri-di-pagar-mentimun/>). Diakses tanggal 18/01/2018 pk. 14.41 WIB
- Landau, S. dan Everitt, B. S., 2004. *A Handbook of Statistical Analyses using SPSS*. Chapman & Hall/CRC Press LLC: New York, Washington D. C
- Lier, J. B. V., Mahnoud, N., dan Zeeman, G., 2008. **Biological Wastewater Treatment: Principles Modelling and Design**. London, UK: IWA Publishing. Chapter 16.
- Liew, W. L., Kassim, M. A., Muda, K., dan Loh, S. K., 2016. "Feasibility Study on Palm Oil Processing Wastes Towards Achieving Zero Discharge". 11(4): 2000-2005.
- Madaki, Y. S. dan Seng, L., 2013. "Palm Oil Mill Effluent (POME) From Malaysia Palm Oil Mills: Waste or Resource". **Int. Journal of Science, Environment**. 2(6): 1138-1155.
- Mahajoeno, E., Lay, W. B., Sutjahjo, H. S., dan Siswanto. 2008. "Potensi Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit untuk Produksi Biogas". **Jurnal Bioversitas**. 9(1).
- Maier, R. M., Pepper, I. L., Gerba, C. P., 2009. **Environmental Microbiology**. UK: Academic Press
- Metcalf & Eddy, Tchobanoglous, G., *et al.*, 2014. **Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery**. New York: McGraw-Hill. 5th Edition
- Miqel, P. V. dan Mara, D., 2004. **Waste Stabilisation Ponds**. Netherlands: IRC International Water and Sanitation Centre.
- Mulu, T., Teshale, F., Gameda, S. dan Sahu, O., 2015. "Medicated Evaluation of Aloe vera: Overview on Characteristics and Application". **World Journal of Nutrition and Health**. 3(1):1-7.
- Muratova, A. Y., O. V. Turkovskaya, L. P. Antonyuk, O. E. Makarov, L. I. Pozdnyakova, dan V. V. Ignatov, 2005. "Oil-Oxidizing Potential of Associative Rhizobacteria of the Genus *Azospirillum*". **Microbiology**. 74 (2):248-254.



- Müller, V., 2001. **Bacterial Fermentation**. Encyclopedia of Life Sciences. www.els.net: Nature Publishing Group.
- Nasrul, B., 2010. "Penyebaran Dan Potensi Lahan Gambut Di Kabupaten Bengkalis Untuk Pengembangan Pertanian". **Jurnal Agroteknologi**. 1(1): 1-7.
- Nitrification & Denitrification. The Water Planet Company. London. 2013.
- Nutritional Recommendation for: Cucumber, **Haifa Group**.
- Nwuche, C. O., Aoyagi, H., Ogbonna, J. C., 2014. "Treatment of Palm Oil Mill Effluent by a Microbial Consortium Developed from Compost Soils". Vol. 2014.
- Olfati, J. A., Saadatian, M. dan Moqbeli, E., 2015. "Optimisation of Nitrogen and Potassium for *Aloe vera* (L.) *Burm.f.* in a Soiless Culture System. **South African Journal of Plant and Soil**. 32(4):249-252.
- Organic and Inorganic Fertilizers, **The International Rice Research Institute (IRRI) and the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT)**.
- Oviasogie, P. O., Aghimien, A. E., 2003. "Macronutrient status and speciation of Cu, Fe, Zn and Pb in soil containing palm oil mill effluent". **Global Journal of Pure and Applied Sciences**. 9:71–80.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140 /10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.
- Poh, P.E., Yong, W.J. and Chong, M.F. 2010. "Palm oil mill effluent (POME) characteristic in high crop season and the applicability of high-rate anaerobic bioreactors for the treatment of POME". **Industrial and Engineering Chemistry Research**. 49: 11732-11740.

- Rashid, M. I., Mujawar, L. H. Shahzad, T. Almeelbi, T. Ismail, I M. I., Oves, M., 2016. "Bacteria and Fungi Can Contribute to Nutrients Bioavailability and Aggregate Formation in Degraded Soils". **Microbiological Research**. 183:26-41
- Rilawati, D., 2009. "Kajian Penggunaan Boisca Untuk Pemanfaatan Air Lindi (Leachate) Menjadi Pupuk Cair". **Universitas Sebelas Maret Surakarta**. Masters Thesis.
- Safitri, N. D., 2017. "Uji Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Lindi Dengan Penambahan Bakteri Starter Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pangan (Sorghum bicolor dan Zea mays)". **ITS**. Tugas Akhir.
- Sasli, I., Yahya, S., Sudradjat, Setiadi, Y. dan Sudarsono, 2008. "Perbaikan Pertumbuhan dan Kualitas Tanaman Lidah Buaya di Tanah Gambut dengan Aplikasi Mikoriza Arbuskula dan Pemupukan". 36(3): 248 – 254.
- Savoy, H., Fertilizers and Their Use. US, Tennessee: Agricultural Extention Service, **The University of Tennessee**.
- Sawyer, C. N., McCarty, P. L., dan Parkin, G. F., 2003. **Chemistry for Environmental Engineering and Science**. USA: McGraw Hill.
- Siregar, S. A., 2005. **Instalasi Pengolahan Air Limbah**. Yogyakarta: Kanisius
- Sundaryono, A., dan Budiyo, 2010. "Pembuatan Bahan Bakar Hidrokarbon Cair Melalui Reaksi Cracking Minyak Pada Limbah Cair Pengolahan Kelapa Sawit". **Jurnal Teknologi Industri Pertanian**. 20(1).
- Ujang, Z., Salmiati, dan Salim, M.R. 2010. **Microbial Biopolymerization ProDUCTION from Palm Oil Mill Effluent (POME)**. Malaysia: University Teknologi Malaysia.
- USDA, NRCS. 2018. The PLANTS Database (<http://plants.usda.gov>, 5 November 2018). National Plant Data Team, Greensboro, NC 27401-4901 USA.
- Vikram, A., Alagawadi, A. R., Krishnaraj, P. U, Kumar, K. S. M., 2007. "Transconjugation Studies in *Azospirillum sp.*

- Negative to Mineral Phosphate Solubilization". **World J. Microbiol Biotechnol.** 23:1333-1337
- Tan, K.M., Liew, W.L., Muda, K., Kassim, M.A. 2015. Microbiological Characteristic of Palm Oil Mill Effluent. **Confrence: International Congress on Chemical, Biological, and Environmental Sciences (ICCBES).** Japan: Kyoto.
- Wall, D. 2013. Nitrogen in Minnesota Surface Waters. **Minnesota Pollution Control Agency.**
- World Bank Group, 2017. **Commodity Markets Outlook.** Washington DC: World Bank
- Wu, T. Y., Mohammad, A. W., Jahim, J. Md., dan Anuar, N., 2009. "A Holistic Approach to Managing Palm Oil Mill Effluent (POME): Biotechnological Advances in The Sustainable Reuse of Pome". 27(1): 40-52.
- [www.accuweather.com.2018.<URL:https://www.accuweather.com/id/id/surabaya/203449/weather-forecast/203449](https://www.accuweather.com/id/id/surabaya/203449/weather-forecast/203449)
- Ziemiński, K., dan Frąć, M., 2012. "Methane Fermentation Process as Anaerobic Digestion of Biomass: Transformations, Stages and Microorganisms". **African Journal of Biotechnology.** 11(18):4127-4139
- Zulfita, D., 2012. "Kajian Fisiologi Tanaman Lidah Buaya dengan Pemotongan Ujung Pelepah pada Kondisi Cekaman Kekeringan". **Jurnal Perkebunan & Lahan Tropika.** 2(1):7-14.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## LAMPIRAN I

### Metode Pengujian di Balai Penelitian dan Konsultasi Industri

Sumber: Munadjim, 2001. Cara – Cara Analisis Laboratorium. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Departemen Perindustrian Surabaya.

- Uji COD : Titrasi

Tahapan Uji COD

1. Dituangkan 2,5 ml air sampel dan 2,5 ml air akuades (sebagai blanko) ke dalam masing-masing tabung reflux COD.
2. Ditambahkan 1,5 ml larutan Kalium Dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0,1 N.
3. Ditambahkan 3,5 ml larutan campuran  $H_2SO_4$  dan  $Ag_2SO_4$ .
4. Direflux selama 2 jam pada suhu  $150^\circ C$ .
5. Didinginkan dan kemudian ditambahkan 1 mL indikator ferroin.
6. Dtitrasi kedua larutan di erlenmeyer tersebut dengan larutan standart Fero Amonium Sulfat 0,05 N hingga warna menjadi merah-coklat.
7. Dihitung COD sampel dengan rumus berikut:

$$COD \text{ (mgO}_2\text{/L)} = \frac{(a-b) \times N \times 8000}{\text{volume sampel}} \times f \times p$$

dimana:

a = ml FAS titrasi blanko

b = ml FAS titrasi sampel

N = normalitas larutan FAS

F = faktor (2,5 : titran blanko ke dua)

p = pengenceran

- **Uji BOD**

Tahapan Uji BOD

1. Disiapkan 1 buah labu takar 500 ml dan dituangkan sampel sesuai dengan perhitungan pengenceran. Ditambahkan air pengencer hingga batas labu.
2. Disiapkan 4 botol winkler.
3. Dituangkan sampel dalam labu takar ke dalam 2 botol winkler hingga tumpah.
4. Dituangkan air pengencer dalam labu takar ke dalam 2 botol winkler hingga tumpah.
5. Dimasukkan 1 botol winkler sampel dan 1 botol blanko ke dalam inkubator 20°C selama 5 hari.
6. Botol winkler lainnya ml dianalisis oksigen terlarut dengan prosedur sebagai berikut :
7. Ditambahkan 1 ml larutan mangan sulfat.
8. Ditambahkan 1 ml larutan pereaksi oksigen.
9. Botol ditutup dengan hati-hati agar tidak ada gelembung udara lalu dibalik-balikkan beberapa kali.
10. Dibiarkan gumpalan mengendap selama 5-10 menit.
11. Ditambahkan 1 ml asam sulfat pekat, tutup dan dibalik-balikkan.
12. Dituangkan 100 ml larutan ke dalam Erlenmeyer 250 ml.
13. Dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,0125 N sampai warna menjadi coklat muda.
14. Ditambahkan 3-4 tetes indicator amilum dan titrasi dengan natrium tiosulfat hingga warna biru hilang.
15. Setelah 5 hari, analisis kedua larutan dalam botol winkler dengan analisis oksigen terlarut.
16. Dihitung oksigen terlarut dan BOD dengan rumus berikut:

$$OT \text{ (mgO}_2\text{/L)} = \frac{a \times N \times 8000}{100 \text{ mL}}$$

$$BOD_5^{20} \text{ (mg/L)} = \frac{[(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)] \times (1 - x^P)}{P}$$

$$P = \frac{\text{mL sampel}}{\text{volume hasil pengenceran (500 mL)}}$$

dimana:

X0 = oksigen terlarut sampel pada t = 0  
X5 = oksigen terlarut sampel pada t = 5  
B0 = oksigen terlarut blanko pada t = 0  
B5 = oksigen terlarut blanko pada t = 5  
P = derajat pengenceran

- **Uji TKN**

Tahapan Uji Total N

1. Diambil erlenmeyer 50 mL, diisi dengan 10 mL sampel.
2. Ditambahkan 25 ml larutan *digester* (HCL + Sulfat).
3. Dipanaskan hingga larutan homogen dan pekat dengan kompor dalam ruang asam.
4. Didinginkan dan kemudian diencerkan (agar dapat terbaca oleh spektrofotometer).
5. Ditambahkan nessler 0,5mL.
6. Pada spektrofotometer, larutan dibaca dengan panjang gelombang 410nm.
7. Absorbansi dari hasil pembacaan, dihitung dengan rumus hasil kalibrasi atau dibaca dengan kurva kalibrasi untuk mendapatkan nilai N.

- **Uji Total P**

Tahapan Uji Total P

1. 10 mL sampel.
2. Ditambahkan 1 ml asam kuat.
3. Ditambahkan dengan 15 mL akuades
4. Ditambahkan sedikit K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>
5. Dipanaskan dengan kompor listrik dalam ruang asam selama 30 menit dan volumenya menjadi setengahnya.
6. Didinginkan dan diencerkan dengan akuades (agar dapat terbaca oleh spektrofotometer)
7. Pada spektrofotometer, larutan dibaca dengan panjang gelombang 650nm.

8. Absorbansi dari hasil pembacaan, dihitung dengan rumus hasil kalibrasi atau dibaca dengan kurva kalibrasi untuk mendapatkan nilai P.

**Sumber: Ainert, G., 2002. Metoda Penelitian air, Analisa Air dan Mikrobiologi Industri. Surabaya: Direktorat Pekerjaan Umum.**

### **Uji Jumlah Koloni Bakteri**

**Media umum:** media agar & tripton glucose agar

**Media Khusus:**

**- Azospirillum sp (metode TPC) :**

Media Rosin Blue Etilyn (pepton, agar, fosfat, laktosa, eosin, dan metylena)

**- E. coli (metode MPN) :**

Media Endo (pepton, ekstrak, agar, laktosa, fuksin, alkohol, sulfid)

**- Salmonella (metode MPN) :**

Media Brillio Blue/Brillion Green (pepton, bile, buffer 7)

**- Patogenitas (metode MPN) :**

Media Format Risinolat Laktosa (Risinolate layesa, natrium format, natrium risinoalt, buffer 7,5)



## **Lampiran II**

### **Tahapan Uji Fosfat dan Amonium dan Nitrat**

#### **Tahapan Uji Fosfat**

1. Diambil 10 mL sampel.
2. Ditambahkan 1 ml *Ammonium Molybdate*.
3. Ditambahkan 3 tetes klorid timah.
4. Diaduk agar homogen.
5. Pada spektrofotometer, larutan dibaca dengan panjang gelombang 650nm.
6. Absorbansi dari hasil pembacaan, dihitung dengan rumus hasil kalibrasi atau dibaca dengan kurva kalibrasi untuk mendapatkan nilai P.

#### **Tahapan Uji Amonium**

1. 10 mL sampel diencerkan dengan akuades (agar dapat terbaca oleh spektrofotometer)
2. Ditambahkan 0,5 mL nessler.
3. Pada spektrofotometer, larutan dibaca dengan panjang gelombang 410nm.
4. Absorbansi dari hasil pembacaan, dihitung dengan rumus hasil kalibrasi atau dibaca dengan kurva kalibrasi untuk mendapatkan nilai N.

#### **Tahapan Uji Nitrat**

1. Diambil 2 mL sampel.
2. Ditambahkan 2 ml larutan Brucin Asetat.
3. Ditambahkan 2 ml larutan Asam Sulfat ( $H^2SO_4$ ) pekat.
4. Diaduk dan dibiarkan selama 10 menit.
5. Pada spektrofotometer, larutan dibaca dengan panjang gelombang 410nm.
6. Absorbansi dari hasil pembacaan, dihitung dengan rumus hasil kalibrasi atau dibaca dengan kurva kalibrasi untuk mendapatkan nilai N.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

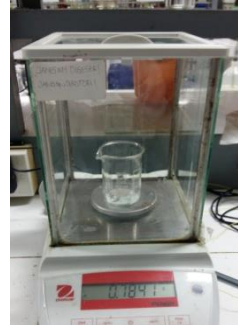
### Lampiran III Dokumentasi Analisis Laboratorium



Gambar 1. Pengadukan Sampel Menggunakan *Shaker*



Gambar 2. Pengukuran Berat Basah Mentimun Dengan Neraca Analitik.



Gambar 3. Penimbangan Amonium Molybdate pada proses pembuatan larutan untuk analisis fosfat



Gambar 4. Analisis Amonium Menggunakan Spektrofotometer



Gambar 5. Analisis Fosfat Menggunakan Spektrofotometer



Gambar 6. Spektrofotometer yang digunakan oleh BPKI untuk analisis Total P dan TKN

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**Lampiran IV**  
**Hasil Analisis Amonium dan Nitrat**

**Hasil Analisis Amonium dan Nitrat**

Parameter Kode \Hari	Amonium (mg/L)		Nitrat (mg/L)	
	0	14	0	14
A1	132,81	60,95	122,28	6,47
A2	10,97	10,97	1,02	1,05
A3	2,89	2,93	0,58	0,42
B1	60,09	20,26	86,41	12,50
B2	4,36	5,60	0,99	5,49
B3	3,19	2,13	0,49	0,43
C1	62,68	0,26	180,98	8,02
C2	1,24	3,54	51,68	48,86
C3	1,57	3,21	0,48	5,01
D1	96,45	67,88	85,87	10,08
D2	1,42	2,30	46,58	22,17
D3	2,11	3,69	0,64	7,80
L1	373,51	86,06	3,65	6,66
L2	29,42	1,33	2,15	42,93
L3	3,32	1,31	0,34	2,30

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**Lampiran V**  
**Hasil Analisis Fosfat, pH dan Suhu**

**Hasil Analisis Fosfat, pH dan Suhu**

Parameter Kode \Hari	Fosfat (mg/L)		pH		Suhu (°C)	
	0	14	0	14	0	14
A1	2,83	10,56	8,27	8,37	30,7	30,3
A2	0,44	0,48	10,82	7,07	30,7	30,3
A3	0,04	0,15	12,03	11,55	30,7	30,3
B1	1,56	2,45	8,46	7,58	30,9	30,2
B2	0,06	0,10	12,12	11,68	30,5	30,3
B3	0,04	0,03	12,48	12,09	30,4	29,7
C1	4,60	8,66	8,05	7,47	30,4	30,3
C2	5,32	5,63	8,43	6,43	30,4	30,2
C3	0,19	0,20	9,16	5,64	30,5	30,3
D1	6,00	11,45	7,94	7,56	30,5	30,2
D2	4,63	5,10	8,14	6,65	30,5	30,2
D3	0,22	0,22	8,67	7,08	30,5	29,8
L1	17,66	13,73	8,07	7,5	30,6	29,7
L2	5,85	5,11	8,5	6,46	30,5	29,7
L3	0,16	0,18	6,7	6,39	30,8	30,3

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



# Lampiran VI

## Hasil Uji TKN, Total P, BOD, dan COD Hari Ke-0 Fermentasi

**BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI**  
**LABORATORIUM**  
**PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI**  
**SURABAYA – JAWA TIMUR**



### REPORT

Certificate of Analysis

No : 07073 /KI/IV-2018  
 Code : Penelitian  
 Sample Sender : Mhs. TL ITS Surabaya  
 Sample Name : Air Limbah K. Sawit  
 Test : N-P-COD-BOD  
 Sample Brand :  
 Sample Identity : Cairan keruh  
 Sample Accepted : 12 Maret 2018

Chemical laboratory test result is :

Kode	N, ppm	P, ppm	COD, ppm	BOD, ppm
0A	1 896,30	1056,82	461,50	228,50
	2 118,60	122,61	165,40	34,90
	3 26,92	21,50	41,85	22,10
0B	1 928,50	1128,84	458,60	231,65
	2 136,61	127,21	71,58	34,96
	3 31,92	27,85	48,20	25,10
0C	1 783,62	986,70	472,80	232,55
	2 195,41	102,40	74,20	36,66
	3 20,50	21,56	49,55	25,66
0D	1 854,70	1014,00	451,20	223,15
	2 112,80	124,51	68,10	33,82
	3 23,85	22,15	46,38	22,98
0L	1 381,60	205,41	462,51	233,14
	2 48,02	21,83	65,90	32,80
	3 6,50	11,23	42,10	22,16

No. 12 Maret 2018  
 (Signature)  
 Laboratory Researcher  
 M. Fatoni, M.S.

Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14  
 Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim  
 Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

# Lampiran VII

## Hasil Uji TKN, Total P, BOD, dan COD Hari Ke-14

**BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI**  
**LABORATORIUM**  
**PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI**  
**SURABAYA – JAWA TIMUR**



### REPORT

Certificate of Analysis

No : 07073/KI/IV-2018  
 Code : Penelitian  
 Sample Sender : Mhs. TL ITS Surabaya  
 Sample Name : Air K. Suci  
 Test : N-P-COD-BOD  
 Sample Brand :  
 Sample Identity : Cairan kezuhan  
 Sample Accepted : 12 Maret 2018

Chemical laboratory test result is :

Kode	N, ppm	P, ppm	C O D, ppm	B O D, ppm
14 A	1 1261,81	1156,30	246,80	130,60
	2 1324,50	1311,80	37,50	19,80
	3 1160,86	814,65	32,58	15,80
14 B	1 1384,51	961,24	234,55	116,20
	2 1442,21	1368,50	38,10	17,13
	3 1233,86	965,81	33,65	16,38
14 C	1 1206,20	1126,50	239,30	120,50
	2 1280,52	1344,84	35,80	18,60
	3 1056,70	882,45	25,38	17,90
14 D	1 1233,86	1143,86	253,80	130,10
	2 1326,42	1241,62	52,60	27,05
	3 1105,71	885,41	36,50	17,40
14 L	1 461,54	265,80	251,90	128,90
	2 572,82	316,50	59,10	28,90
	3 105,25	117,69	40,50	19,56

19 Maret 2018  
 Head of Laboratory  
 Laboratory Researcher  
  
 M. Fatoni, M.S.

Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14  
 Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim  
 Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

# Lampiran VIII

## Hasil Uji Koloni *Azospirillum sp.* Hari ke-0 dan ke-3 Fermentasi

**BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI**  
**LABORATORIUM**  
**PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI**  
**SURABAYA – JAWA TIMUR**



### REPORT

Certificate of Analysis

No : 07262/KI/II-2018  
 Code : Penelitian  
 Sample Sender : Pns. TL ITS Surabaya  
 Sample Name : Air Limbah  
 Test : Azospirillum  
 Sample Brand :  
 Sample Identity : Cairan keruh  
 Sample Accepted : 26 Feb.2018

Chemical laboratory test result is :

Kode	Azospirillum, kol/ml	Kode	Azospirillum, kol/ml
0A1	2,2 10 <sup>2</sup>	3A1	3,6 10 <sup>4</sup>
2	1,8 10 <sup>2</sup>	2	8,1 10 <sup>4</sup>
3	1,6 10 <sup>2</sup>	3	1,2 10 <sup>5</sup>
0B1	2,3 10 <sup>2</sup>	3B1	6,8 10 <sup>4</sup>
2	2,1 10 <sup>2</sup>	2	5,2 10 <sup>4</sup>
3	1,9 10 <sup>2</sup>	3	1,3 10 <sup>5</sup>
0c1	1,1 10 <sup>3</sup>	3C1	5,1 10 <sup>4</sup>
2	3,3 10 <sup>2</sup>	2	8,2 10 <sup>4</sup>
3	3,8 10 <sup>2</sup>	3	1,3 10 <sup>5</sup>
0D1	3,8 10 <sup>2</sup>	3D1	6,5 10 <sup>4</sup>
2	3,1 10 <sup>2</sup>	2	7,4 10 <sup>4</sup>
3	2,3 10 <sup>2</sup>	3	1,0 10 <sup>5</sup>
0E1	3,4 10 <sup>2</sup>	3E1	5,2 10 <sup>4</sup>
2	1,9 10 <sup>2</sup>	2	6,3 10 <sup>4</sup>
3	1,5 10 <sup>2</sup>	3	5,1 10 <sup>4</sup>



Surabaya, 12 Maret 2018  
 Head of Chemical Laboratory Researcher  
  
 M. Fatoni, M.S.

Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14  
 Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim  
 Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

# Lampiran IX

## Hasil Uji Koloni *Azospirillum sp.* Hari ke-7 dan ke-10 Fermentasi

**BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI**  
**LABORATORIUM**  
**PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI**  
**SURABAYA – JAWA TIMUR**



### REPORT

Certificate of Analysis

No : 07270/KI/III-2018  
 Code : Penelitian  
 Sample Sender : Pns, TL ITS Surabaya  
 Sample Name : Air Limbah  
 Test : Azospirillum  
 Sample Brand :  
 Sample Identity : Cairan keruh  
 Sample Accepted : 2 Maret 2018

Chemical laboratory test result is :

Kode	Azospirillum, kol/ml	Kode	Azospirillum, kol/ml
7A1	8,8 10 <sup>5</sup>	10A1	4,3 10 <sup>6</sup>
2	5,1 10 <sup>6</sup>	2	4,7 10 <sup>6</sup>
3	4,2 10 <sup>6</sup>	3	2,1 10 <sup>7</sup>
7B1	9,5 10 <sup>5</sup>	10B1	5,1 10 <sup>6</sup>
2	6,2 10 <sup>6</sup>	2	5,6 10 <sup>6</sup>
3	4,8 10 <sup>6</sup>	3	2,6 10 <sup>7</sup>
7C1	3,6 10 <sup>6</sup>	10C1	3,8 10 <sup>6</sup>
2	4,2 10 <sup>6</sup>	2	4,1 10 <sup>6</sup>
3	3,3 10 <sup>6</sup>	3	2,4 10 <sup>7</sup>
7D1	4,3 10 <sup>5</sup>	10D1	5,1 10 <sup>6</sup>
2	5,7 10 <sup>6</sup>	2	6,2 10 <sup>6</sup>
3	2,8 10 <sup>7</sup>	3	8,2 10 <sup>6</sup>
7L1	5,8 10 <sup>5</sup>	10L1	3,4 10 <sup>6</sup>
2	2,6 10 <sup>6</sup>	2	9,1 10 <sup>5</sup>
3	4,9 10 <sup>6</sup>	3	1,3 10 <sup>6</sup>



12 Maret 2018

Head of Chemical Laboratory Researcher

Mrs M. Fatoni, M.S.

Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14  
 Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim  
 Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



**Lampiran X**  
**Hasil Uji Jumlah Koloni Azospirillum sp., E. coli,**  
**Salmonella, Uji Patogenitas Pada Hari Ke-14**  
**Fermentasi**

**BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI**

**LABORATORIUM**



**PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI**  
**SURABAYA – JAWA TIMUR**

**REPORT**

Certificate of Analysis

No : 07290/KI/III-2018  
 Code : Penelitian  
 Sample Sender : Pns. TL ITS Surabaya  
 Sample Name : Air Limbah  
 Test : Azospirillum-E Koli-Salmonella-Patogen  
 Sample Brand :  
 Sample Identity : Cairan keruh  
 Sample Accepted : 9 Maret 2018

Chemical laboratory test result is:

Kode	Azospirillum, kol/ml	E Koli, kol/ml	Salmonella, kol/ml	Patogen, kol/ml
14 A1	2,5 10 <sup>6</sup>	1	1	0
2	3,0 10 <sup>6</sup>	1	1	0
3	3,1 10 <sup>6</sup>	1	0	0
14 B1	4,2 10 <sup>6</sup>	0	0	0
2	4,1 10 <sup>6</sup>	0	1	0
3	5,3 10 <sup>6</sup>	0	0	0
14 C1	2,3 10 <sup>6</sup>	1	1	0
2	2,8 10 <sup>6</sup>	1	0	0
3	1,6 10 <sup>6</sup>	1	0	0
14 D1	2,8 10 <sup>6</sup>	1	0	0
2	3,6 10 <sup>6</sup>	1	1	0
3	4,0 10 <sup>6</sup>	0	0	0
14 L1	2,9 10 <sup>6</sup>	1	1	0
2	3,9 10 <sup>6</sup>	0	0	0
3	6,1 10 <sup>6</sup>	0	0	0




Surabaya, 13 Maret 2018  
 Head of Chemical Laboratory Researcher

Drs M. Fatoni, M.S.

Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14  
 Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim  
 Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## Lampiran XI Hasil Uji TKN dan Total P pada Bioaktivator

BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI  
LABORATORIUM  
 PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI  
SURABAYA – JAWA TIMUR

### REPORT

Certificate of Analysis

No : 07125 /KI/II-2018  
Code : Penelitian  
Sample Sender : TL ITS Surabaya  
Sample Name : Serbuk putih-Cairan kecoklatan  
Test : N-P  
Sample Brand :  
Sample Identity : Serbuk putih-Cairan kecoklatan  
Sample Accepted : 2 Mei 2018

Chemical laboratory test-result is:

1. Serbuk Putih : N : 14,71 %  
P : 3,86 %  
2. Cairan coklat : N : 3,57 %  
P : 1,88 %

Surabaya, 4 Mei 2018  
Head of Chemical Laboratory Researcher  
  
Drs. M. Fatoni, M.S.  


Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14  
Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim  
Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**Lampiran XII**  
**Data Pengukuran dan Pertumbuhan Lidah Buaya**

Jenis Pupuk	Laju Pertumbuhan Lidah Buaya							
	Panjang (cm)	Rata-Rata Panjang (cm)	Lebar (cm)	Rata-Rata Lebar (cm)	Berat Basah (g)	Rata-Rata Berat Basah (g)	Berat Kering (g)	Rata-Rata Berat Kering (g)
A1	4,7600	3,3967	0,5000	0,3917	10,6837	6,3324	0,2432	0,1999
A1	2,0333		0,2833		1,9812		0,1566	
A2	3,1333	3,0967	0,3500	0,3550	8,1461	5,0892	0,1310	0,1717
A2	3,0600		0,3600		2,0323		0,2124	
A3	2,3250	1,9375	0,3375	0,3229	2,9372	1,9836	0,1194	0,0789
A3	1,5500		0,3083		1,0299		0,0383	
B1	3,7200	2,7800	0,3400	0,3800	5,9390	5,5262	0,0332	0,1163
B1	1,8400		0,4200		5,1134		0,1993	
B2	3,7667	3,6917	0,4833	0,4667	0,7076	3,3385	0,2193	0,1700
B2	3,6167		0,4500		5,9693		0,1207	
B3	4,8167	3,4333	0,5167	0,3750	11,9296	6,6136	0,1129	0,1186
B3	2,0500		0,2333		1,2976		0,1242	
C1	3,3167	2,5476	0,4083	0,3685	2,1043	1,5876	0,0743	0,0653
C1	1,7786		0,3286		1,0709		0,0562	
C2	3,0400	2,8533	0,2800	0,3233	4,6075	4,4791	0,0575	0,0865
C2	2,6667		0,3667		4,3506		0,1155	
C3	4,1667	3,6333	0,4333	0,3881	9,1819	7,4203	0,0939	0,0721
C3	3,1000		0,3429		5,6586		0,0502	
D1	3,8200	3,6850	0,4900	0,4867	6,0239	5,1267	0,2601	0,2496
D1	3,5500		0,4833		4,2294		0,2391	
D2	3,8714	3,2440	0,2786	0,3185	4,6987	5,4256	0,0484	0,0462
D2	2,6167		0,3583		6,1524		0,0440	
D3	3,0143	2,6971	0,4143	0,3771	2,6104	2,3966	0,0808	0,0631
D3	2,3800		0,3400		2,1828		0,0454	
L1	3,2214	3,0893	0,2214	0,3250	5,6798	9,3496	0,0060	0,1698
L1	2,9571		0,4286		13,0194		0,3335	
L2	0,1670	0,5710	0,4917	0,3646	7,2453	4,9938	0,2306	0,2211
L2	0,9750		0,2375		2,7422		0,2115	
L3	3,1400	2,7200	0,3700	0,2850	2,7823	2,3190	0,1450	0,1101
L3	2,3000		0,2000		1,8557		0,0752	
U	4,0625	2,4938	0,5500	0,3813	4,3159	2,6166	0,2268	0,1320
U	0,9250		0,2125		0,9173		0,0371	
K	2,5313	2,2556	0,2938	0,3469	2,0341	3,1676	0,0923	0,0968
K	1,9800		0,4000		4,3011		0,1013	

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**Lampiran XIII**  
**Data Pengukuran Berat Basah dan Berat Kering Lidah Buaya**

Jenis Pupuk	Berat Basah			Berat Kering		
	Awal (g)	Akhir (g)	Laju Pertumbuhan (g)	Awal (g)	Akhir (g)	Laju Pertumbuhan (g)
A1	17,079	27,763	10,684	0,2884	0,532	0,2432
A1	6,468	8,449	1,981	0,1704	0,327	0,1566
A2	16,089	24,235	8,146	0,2884	0,419	0,1310
A2	17,816	19,849	2,032	0,2884	0,501	0,2124
A3	6,392	9,329	2,937	0,1704	0,290	0,1194
A3	4,196	5,226	1,030	0,1233	0,162	0,0383
B1	13,760	19,699	5,939	0,2884	0,322	0,0332
B1	10,140	15,254	5,113	0,1704	0,370	0,1993
B2	19,665	20,373	0,708	0,2884	0,508	0,2193
B2	15,891	21,860	5,969	0,2884	0,409	0,1207
B3	15,082	27,012	11,930	0,2884	0,401	0,1129
B3	10,374	11,672	1,298	0,2884	0,413	0,1242
C1	18,492	20,596	2,104	0,353	0,427	0,0743
C1	9,350	10,421	1,071	0,1704	0,227	0,0562
C2	7,111	11,719	4,608	0,1704	0,228	0,0575
C2	14,326	18,677	4,351	0,1704	0,286	0,1155
C3	15,913	25,094	9,182	0,2884	0,382	0,0939
C3	11,048	16,706	5,659	0,2884	0,339	0,0502
D1	26,353	32,377	6,024	0,2884	0,549	0,2601
D1	15,019	19,248	4,229	0,2884	0,528	0,2391
D2	11,050	15,749	4,699	0,3216	0,370	0,0484
D2	16,171	22,323	6,152	0,2884	0,332	0,0440
D3	10,557	13,167	2,610	0,1704	0,251	0,0808
D3	4,358	6,540	2,183	0,1233	0,169	0,0454
K	22,069	24,103	2,034	0,353	0,445	0,0923
K	12,033	16,334	4,301	0,446	0,547	0,1013
L1	8,574	14,254	5,680	0,3216	0,328	0,0060
L1	20,195	33,215	13,019	0,2884	0,622	0,3335
L2	15,120	22,366	7,245	0,353	0,584	0,2306
L2	17,751	20,493	2,742	0,353	0,565	0,2115
L3	22,245	25,027	2,782	0,6252	0,770	0,1450
L3	10,572	12,428	1,856	0,3216	0,397	0,0752
U	15,829	20,145	4,316	0,1233	0,350	0,2268
U	3,764	4,681	0,917	0,1233	0,160	0,0371

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



**Lampiran XIV**  
**Pengukuran Tinggi Tanaman Mentimun**

PUPUK	Tinggi Mentimun (cm)												Laju Pertumbuhan (cm)
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	
A1	20,2	20	20	20,9	24,1	25,5	27,1	28,9	31,5	34,7	38,6	41,1	20,90
A2	27,5	29,3	29,3	29,7	30	30,5	32,2	33,6	35,5	37,3	39,9	42,4	14,90
A2	11,1	12,5	12,6	18	14,2	20	20,9	21,4	22,5	22,9	23	23,3	12,20
A3	17,5	17,5	18,5	19	19,5	19,5	22,1	24,6	26,7	27,9	29,1	31,8	14,30
A3	30,5	31,5	32,9	34,5	40,5	43,8	45,7	49,3	52,9	58,2	64,3	69,6	39,10
B1	27,5	28	29,4	30,6	32	33,2	33,4	34,2	34,7	35,2	35,8	36,2	8,70
B1	16,5	16,8	17,1	17,6	18	18,2	18,9	19,5	21,5	22,1	22,9	23,5	7,00
B2	17,5	17,7	18	18	18,1	22	25,4	27	29,1	30,4	31,7	32,4	14,90
B2	28,5	30	14,1	36,6	42,2	47,6	48,9	49,3	49,9	50,5	51,2	52,6	24,10
B3	26,7	31	38,4	42,5	46,5	48	48,7	50,1	53,6	55,9	57,2	58	31,30
C1	16,5	16,3	16,6	17,5	19	20,6	22,4	24,6	25,1	25,8	26,6	27,4	10,90
C2	29,6	20	31,6	33,7	36,7	42	42,9	43,3	43,9	44,1	44,8	45,2	15,60
C2	22	23	23,5	23,7	24,2	24,2	26,8	27,3	29,3	33,6	36,3	37,5	15,50
C3	29,5	31	31,8	33,8	33,2	36	37,5	38,7	39,2	40,5	41,2	42,7	13,20
C3	15,2	15,7	16,7	17,4	19,4	20,7	22,4	27,5	32,1	33,7	34,9	36,4	21,20
D1	27,5	29	28,5	30,5	34	37	39,4	41,4	43,5	45,6	46,1	47,9	20,40
D1	28,5	30,1	35,1	39,5	42,5	49,5	52,5	58,7	62,2	67,7	71,3	76,3	47,80
D2	26,8	27,5	29	32,9	35,2	37,2	40,4	43,9	49,3	55,3	58,7	62	35,20
D2	16,4	17,3	17,8	17,8	18,3	19,6	23,9	29,4	32,8	35,8	39,4	41,7	25,30
D3	16	16,1	17	17	17,3	19,8	21,5	24,3	25,6	27,4	28	29,5	13,50
D3	17,4	17,8	19,5	20,2	22,9	23,6	27,2	31,1	34,8	36,8	38,6	40,6	23,20
K	23	23,5	24,1	26,3	26,8	27,5	28,9	29,4	30,5	31,6	32,7	33,8	10,80
K	18,6	19,5	20	22,1	23,9	26	29,1	32,4	37,3	39,2	41,6	43,8	25,20
L1	26,5	28,7	30,8	36	41	41	43,3	47,3	50,4	53,9	57,1	59,2	32,70
L1	20	21,6	23,7	25,1	26,1	26,6	27,8	29,1	29,8	30,5	31,1	31,9	11,90
L2	21,4	22	22,1	21,9	22,1	22,1	22,8	23,8	24,9	25,7	26,1	27,8	6,40
L2	26,4	27	27,3	28,2	29,2	27,6	30,1	33	37,1	38	39,3	40	13,60
L3	19,5	19,7	19,4	21,4	22,3	21,8	24,3	26,2	28,5	30,1	32,2	36,5	17,00
L3	27,5	30,5	34	42,6	45,2	51,5	53,1	55,1	57,3	58,2	59,8	60,5	33,00
U	18	18	19,4	19	21,9	25	27,2	28,9	31,4	33,2	35,2	36,2	18,20
U	28,4	35,5	44	49,3	56,3	57,8	58,5	58,9	59,4	59,8	60,1	60,4	32,00

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**Lampiran XV**  
**Pengukuran Jumlah Daun Mentimun**

Pupuk	Daun Mentimun (buah)												Laju Pertumbuhan (buah)
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	
A1	4	4	5	5	5	8	8	9	8	7	7	7	3
A2	5	4	5	5	4	5	5	6	5	5	4	4	-1
A2	5	5	5	4	5	6	6	5	5	5	5	5	0
A3	5	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	3
A3	4	4	4	3	6	7	7	6	6	6	5	5	1
B1	5	5	6	7	7	7	7	7	6	6	6	5	0
B1	4	5	5	5	6	6	7	7	6	6	6	6	2
B2	7	7	8	8	10	8	8	8	9	9	9	8	1
B2	5	4	5	5	7	5	5	5	6	6	5	4	0
B3	5	5	6	8	3	5	5	5	4	4	5	5	0
C1	5	2	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5	0
C2	5	5	4	3	6	5	5	6	6	4	4	3	-2
C2	5	4	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	2
C3	5	6	6	3	4	5	5	4	4	3	2	2	-3
C3	5	5	6	6	9	9	9	8	8	8	7	7	2
D1	5	5	5	5	7	7	7	6	6	6	5	4	-1
D1	5	5	7	9	11	12	12	13	13	13	12	12	7
D2	5	5	6	7	8	8	8	9	9	10	10	11	6
D2	5	5	4	4	7	9	9	8	8	7	7	6	1
D3	5	5	4	5	5	7	6	6	6	7	8	8	3
D3	5	5	4	5	5	7	7	8	8	9	9	8	3
K	4	4	5	6	6	7	6	7	7	6	7	6	2
K	4	4	5	6	6	7	7	8	8	7	7	7	6
L1	6	7	8	9	8	9	9	10	10	11	11	13	7
L1	2	3	3	4	5	7	7	6	6	5	5	4	2
L2	4	4	5	4	4	4	4	4	5	6	6	5	1
L2	5	5	6	7	8	7	7	6	6	6	5	5	0
L3	3	3	3	2	3	4	4	4	3	4	5	5	2
L3	8	8	9	6	7	8	8	9	10	10	10	11	3
U	5	5	5	5	6	7	7	8	9	9	8	8	3
U	5	4	4	5	7	7	6	6	4	4	5	4	-1



## LAMPIRAN XVI

### HASIL UJI STATISTIKA PENGARUH PUPUK TERHADAP PERTUMBUHAN LIDAH BUAYA

Pengujian dilakukan menggunakan SPSS GLM Multivariate dengan hipotesa sebagai berikut:

H<sub>0</sub> : Pupuk memberikan pengaruh sama terhadap pertumbuhan lidah buaya.

H<sub>1</sub> : Terdapat pupuk memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan lidah buaya.

Tingkat  $\alpha$ (tingkat error) : 0,05. Apabila *p value* > 0,05 maka H<sub>0</sub> gagal ditolak, dan sebaliknya.

**Tabel 1. Hasil Uji Statistik pada Pertumbuhan Lidah Buaya dengan Pupuk LCKS Tanpa Pengenceran dan Kontrol**

Multivariate Tests <sup>a</sup>						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
PB	Pillai's Trace	1.728	.913	20.000	24.000	.578
	Wilks' Lambda	.023	1.164	20.000	10.900	.411
	Hotelling's Trace	12.003	.900	20.000	6.000	.609
a. Design: Intercept + PB						
b. Exact statistic						
c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.						

Keterangan: "PB" adalah penambahan bioaktivator.

**Tabel 2. Hasil Uji Statistik pada Pertumbuhan Lidah Buaya dengan Pupuk LCKS Pengenceran 10x dan Kontrol**

Multivariate Tests <sup>a</sup>								
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.		
PB	Hotelling's Trace	72.090	5.407	20.000	6.000	.022		
a. Design: Intercept + PB								
b. Exact statistic								
c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.								
Tests of Between-Subjects Effects								
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.		
PB	PP	4.015	5	.803	.914	.529		
	LP	.027	5	.005	1.150	.428		
	BB	9.060	5	1.812	.235	.933		
	BK	.043	5	.009	5.143	.035		
a. R Squared = .432 (Adjusted R Squared = -.041)								
b. R Squared = .489 (Adjusted R Squared = .064)								
c. R Squared = .164 (Adjusted R Squared = -.533)								
d. R Squared = .811 (Adjusted R Squared = .653)								
Multiple Comparisons								
Dependent Variable	(I) PB	(J) PB	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
BK	LSD	air tanpa LCKS	Tanpa Bioaktivator	-.1243*	.04101	.023	-.2246	-.0239
			0,5 gram serbuk	-.0749	.04101	.118	-.1752	.0254
			1 gram serbuk	-.0732	.04101	.124	-.1735	.0271
			5 mL cair	.0103	.04101	.810	-.0900	.1106
			10 mL cair	.0506	.04101	.263	-.0497	.1509
Based on observed means.								
The error term is Mean Square(Error) = .002.								
*. The mean difference is significant at the .05 level.								

\*Keterangan: "PB" adalah penambahan bioaktivator; "PP" adalah panjang pelepah lidah buaya; "LP" adalah lebar pelepah lidah buaya; "BB" adalah berat basah lidah buaya; "BK" adalah berat kering lidah buaya.

**Tabel 3. Hasil Uji Statistik pada Pertumbuhan Lidah Buaya dengan Pupuk LCKS Pengenceran 100x dan Kontrol**

Multivariate Tests <sup>a</sup>						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
PB	Pillai's Trace	1.754	.937	20.000	24.000	.554
	Wilks' Lambda	.058	.740	20.000	10.900	.731
	Hotelling's Trace	5.564	.417	20.000	6.000	.934
a. Design: Intercept + PB						
b. Exact statistic						
c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.						

**Tabel 4. Hasil Uji Statistik Pada Pertumbuhan Lidah Buaya dengan Pupuk LCKS dan Urea**

Multivariate Tests <sup>a</sup>						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
PB	Pillai's Trace	1.940	1.005	60.000	64.000	.492
	Wilks' Lambda	.041	1.117	60.000	52.973	.342
	Hotelling's Trace	6.649	1.274	60.000	46.000	.197
	Roy's Largest Root	4.686	4.999 <sup>c</sup>	15.000	16.000	.001
a. Design: Intercept + PB						
b. Exact statistic						
c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.						

## LAMPIRAN XVII

### HASIL UJI STATISTIKA PENGARUH PUPUK TERHADAP PERTUMBUHAN Mentimun

Pengujian dilakukan menggunakan SPSS GLM *Multivariate* dengan hipotesa sebagai berikut:

H0 : Pupuk memberikan pengaruh sama terhadap pertumbuhan mentimun.

H1 : Terdapat pupuk memberikan pengaruh berbedah terhadap pertumbuhan mentimun.

Tingkat  $\alpha$ (tingkat error) : 0,05. Apabila p value > 0,05 maka H0 gagal ditolak, dan sebaliknya.

**Tabel 1. Hasil Uji Statistik pada Pertumbuhan Mentimun dengan Pupuk LCKS Tanpa Pengenceran dan Kontrol**

Multivariate Tests <sup>a</sup>						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
PB	Pillai's Trace	2.106	1.334	20.000	24.000	.248
	Wilks' Lambda	.001	4.816	20.000	10.900	.005
	Hotelling's Trace	379.727	28.480	20.000	6.000	.000
	Roy's Largest Root	376.946	452.335 <sup>c</sup>	5.000	6.000	.000
a. Design: Intercept + PB						
b. Exact statistic						
c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.						
Tests of Between-Subjects Effects						
Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PB	T	866.884	5	173.377	1.493	.317
	D	30.417	5	6.083	.670	.662
	BB	68.427	5	13.685	1.259	.388
	BK	1.953	5	.391	3.218	.094
a. R Squared = .554 (Adjusted R Squared = .183)						
b. R Squared = .358 (Adjusted R Squared = -.177)						
c. R Squared = .512 (Adjusted R Squared = .105)						
d. R Squared = .728 (Adjusted R Squared = .502)						

**Tabel 2. Hasil Uji Statistik pada Pertumbuhan Mentimun dengan Pupuk LCKS Pengenceran 10x dan Kontrol**

Multivariate Tests <sup>a</sup>						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
PB	Pillai's Trace	2.223	1.502	20.000	24.000	.170
	Wilks' Lambda	.015	1.383	20.000	10.900	.296
	Hotelling's Trace	10.683	.801	20.000	6.000	.676
	Roy's Largest Root	7.006	8.407 <sup>c</sup>	5.000	6.000	.011
a. Design: Intercept + PB						
b. Exact statistic						
c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.						

**Tabel 3. Hasil Uji Statistik pada Pertumbuhan Mentimun dengan Pupuk LCKS Pengenceran 100x dan Kontrol**

Multivariate Tests <sup>a</sup>						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
PB	Pillai's Trace	1.677	.866	20.000	24.000	.625
	Wilks' Lambda	.052	.785	20.000	10.900	.693
	Hotelling's Trace	7.109	.533	20.000	6.000	.865
	Roy's Largest Root	5.711	6.853 <sup>c</sup>	5.000	6.000	.018
a. Design: Intercept + PB						
b. Exact statistic						
c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.						

**Tabel 4.4 Hasil Uji Statistik pada Pertumbuhan Mentimun dengan Pupuk LCKS dan Urea**

Multivariate Tests <sup>a</sup>						
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
PB	Pillai's Trace	2.093	1.171	60.000	64.000	.267
	Wilks' Lambda	.045	1.070	60.000	52.973	.402
	Hotelling's Trace	4.973	.953	60.000	46.000	.573
	Roy's Largest Root	2.052	2.189 <sup>c</sup>	15.000	16.000	.066
a. Design: Intercept + PB						
b. Exact statistic						
c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.						



**Lampiran XVIII**  
**Hasil Uji Statistik Pengaruh Penambahan Bioaktivator, Pengenceran dan Waktu**  
**Fermentasi Terhadap Pertumbuhan *Azospirillum sp.***  
**Between-Subjects Factors**

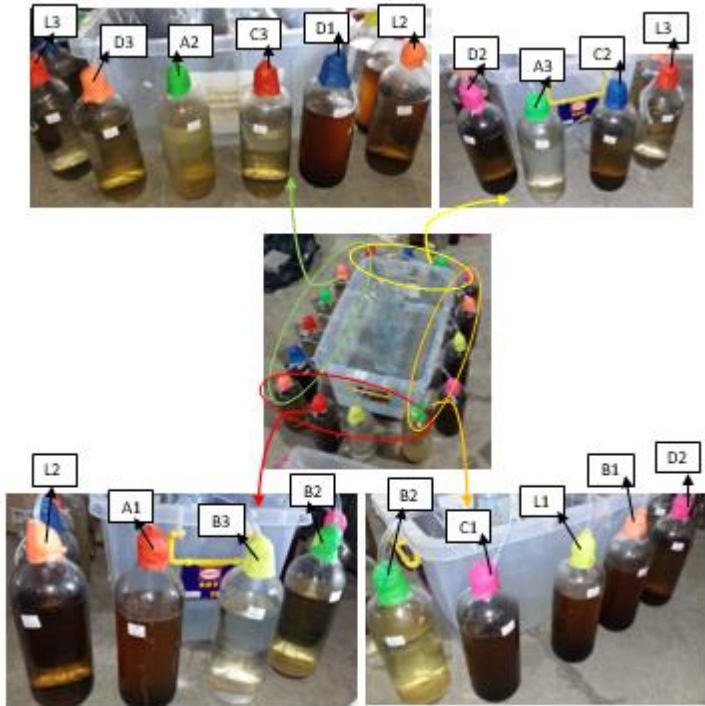
		Value Label	N
Bioaktivator	1.00	A	30
	2.00	B	30
	3.00	C	30
	4.00	D	30
	5.00	L	30
Pengenceran	1.00	1X	50
	2.00	10X	50
	3.00	100X	50
HariFermentasi	1.00	0	30
	2.00	3	30
	3.00	7	30
	4.00	10	30
	5.00	14	30

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Azospirillum					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4629277521536533.0a	74	62557804345088.280	709482703297247500000000000000.000	.00
Intercept	1700497962804310.00	1	1700497962804310.0	19285745467449268000000000000000.00	.00
Bioaktivator	119981026917786.280	4	29995256729446.570	340183228188595950000000000000.00	.00
Pengenceran	479533193520003.700	2	239766596760001.84	271924910105997600000000000000.0	.00
Hari Fermentasi	1462575666683730.00	4	365643916670932.70	414685325291879400000000000000.00	.00
Bioaktivator * Pengenceran	85401783474101.800	8	10675222934262.725	121070202271191990000000000000.000	.00
Bioaktivator * Hari Fermentasi	620214413791143.100	16	38763400861946.445	439624803338992600000000000000.00	.00
Pengenceran * Hari Fermentasi	752691577741354.900	8	94086447217669.360	106705642268704280000000000000.0	.00
Bioaktivator * Pengenceran * Hari Fermentasi	1108879859408398.00	32	34652495606512.440	393002064511152460000000000000.000	.000
Error	1.066E-013	75	1.001E-013		
Total	6329775484340800.000	150			
Corrected Total	4629277521536533.000	149			
a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)					

<b>Azospirillum</b>						
Tukey HSD <sup>a,b</sup>						
Bioaktivator	N	Subset				
		1	2	3	4	5
L	30	1784112.0000				
A	30		3267837.3333			
C	30			3330987.3333		
B	30				4167375.3333	
D	30					4284661.3333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on observed means. The error term is Mean Square(Error) = 8.82E-017.						
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.						
b. Alpha = .05.						

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## Lampiran XIX Reaktor Fermentasi Limbah Cair Kelapa Sawit



Reaktor dibuat berdasarkan penelitian penelitian Bracks *et al.* (2016) dengan sedikit modifikasi. Reaktor dapat membuat gas hasil fermentasi keluar dari dalam reaktor melalui selang dan menjaga kondisi reaktor tetap anaerobik.

### Keterangan:

Reaktor A1 = Reaktor LCKS tanpa pengenceran dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 0,5 gram

Reaktor A2 = Reaktor LCKS yang telah diencerkan 10x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 0,5 gram

- Reaktor A3 = Reaktor LCKS yang telah diencerkan 100x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 0,5 gram
- Reaktor B1 = Reaktor LCKS tanpa pengenceran dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 1 gram
- Reaktor B2 = Reaktor LCKS yang telah diencerkan 10x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 1 gram
- Reaktor B3 = Reaktor LCKS yang telah diencerkan 100x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 1 gram
- Reaktor C1 = Reaktor LCKS tanpa pengenceran dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 5mL
- Reaktor C2 = Reaktor LCKS yang telah diencerkan 10x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 5mL
- Reaktor C3 = Reaktor LCKS yang telah diencerkan 100x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 5mL
- Reaktor D1 = Reaktor LCKS tanpa pengenceran dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 10mL
- Reaktor D2 = Reaktor LCKS yang telah diencerkan 10x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 10mL
- Reaktor D3 = Reaktor LCKS yang telah diencerkan 100x dengan penambahan bakteri *Azospirillum* 10mL
- Reaktor L1 = Reaktor LCKS tanpa pengenceran dan tanpa penambahan bakteri *Azospirillum*
- Reaktor L2 = Reaktor LCKS yang telah diencerkan 10x tanpa penambahan bakteri *Azospirillum*
- Reaktor L3 = Reaktor LCKS yang telah diencerkan 100x tanpa penambahan bakteri *Azospirillum*

## Lampiran XX Dokumentasi Pengamatan Pertumbuhan

### A. Tanaman Mentimun



Gambar 1. Mentimun Pada 1 HST



Gambar 2. Mentimun Pada 3 HST



Gambar 3. Mentimun Pada 14 HST



Gambar 4. Pemindahan Tanaman mentimun dari tempat penyemaian ke polybag dengan ditambahkan kayu penopang untuk rambatan tanaman mentimun.



Gambar 5. Mentimun pada 42 HST



Gambar 6. Pengukuran Mentimun pada 42 HST



Gambar 7. Bercak Putih pada Daun Mentimun

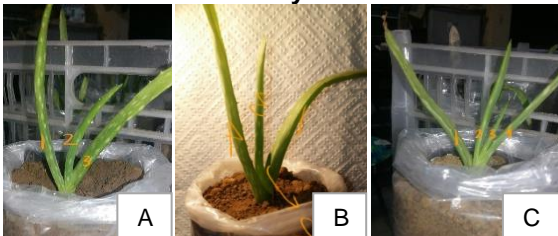


Gambar 8. Daun Mentimun yang Menguning



Gambar 9. Tanaman Mentimun Berbunga

## B. Tanaman Lidah Buaya



Gambar 1. Tanaman Lidah Buaya saat pengukuran ke-1 (A), ke-10 (B), dan ke-25 (C) berurutan dari kiri ke kanan.



## Lampiran XXI

### Perhitungan Dosis Pemupukan Tanaman Uji

Referensi (B) : 200 mL pupuk mengandung  $2 \times 10^8$  kol/mL *Azospirillum sp.* diencerkan dengan 100 L air sebanding dengan 67,5 kg N/ha (Marks *et al.*, 2015)

Acuan Uji : Pupuk L3 (tanpa penambahan bioaktivator dengan pengenceran 100x) dengan jumlah *Azospirillum sp.*  $6,1 \times 10^6$  kol/mL.

#### Perhitungan

1. Konsentrasi *Azospirillum sp.* dalam pupuk B setelah pengenceran

- Volume awal (V) = 200 mL
- Volume setelah pengenceran (V') = 100.200 mL
- Jumlah Koloni *Azospirillum sp.* awal (Azo) =  $2 \times 10^8$  kol/mL
- Jumlah Koloni *Azospirillum sp.* setelah pengenceran (Azo') adalah:

(Dihitung dengan rumus pengenceran [ $M1 \times V1 = M2 \times V2$ ])

$$Azo' = \frac{Azo}{V} \times V' = \frac{2 \times 10^8}{200} \times 100200$$

$$Azo' = 399201,6 \frac{\text{kol}}{\text{mL}} = 4 \times 10^5 \text{ kol/mL}$$

Sehingga didapatkan pupuk dengan kandungan *Azospirillum sp.* sebanyak  $4 \times 10^5$  kol/mL dengan volume 100.200 mL/ha sebanding dengan 67,5 kg N/ha.

2. Jumlah N/ha jika jumlah koloni *Azospirillum sp.* adalah  $6,1 \times 10^6$  kol/mL

(Dihitung dengan perbandingan)

$$Azo = 4 \times 10^5 \text{ kol/mL}$$

$$Azo' = 6,1 \times 10^6 \text{ kol/mL}$$

$$N = 67,5 \text{ kg/ha}$$

$$N' = \frac{Azo}{N} \times Azo' = \frac{67,5}{4 \times 10^5} \times 6,1 \times 10^6$$

$$N' = 1029,375 \text{ kg N/ha}$$

Sehingga didapatkan pupuk dengan kandungan *Azospirillum sp.* sebanyak  $6,1 \times 10^6$  kol/mL dengan volume 100.200 mL/ha sebanding dengan 1029,375 kg N/ha.

3. Dosis untuk tanaman mentimun

- Kebutuhan N = 168-196 kg N/ha (Hochmuth *et al.*, 2016)
- Perhitungan luas permukaan pot (L)  
Polybag berukuran 20x20 (cm)  
Luas permukaan pot (L) =  $0,2 \times 0,2 = 0,04 \text{ m}^2$
- Menghitung volume pupuk/pot yang diperlukan agar dosis pupuk adalah 170 kg/ha  
Banyak Pemupukan = 3x  
Pemupukan 1 = 25 kg/ha  
Pemupukan 2 = 70 kg/ha  
Pemupukan 3 = 70 kg/ha

(Dihitung dengan perbandingan)

Perhitungan untuk pemupukan 1.

$$V = 100.200 \text{ mL/ha}$$

$$N = 1029,375 \text{ kg N/ha}$$

$$N' = 25 \text{ kg/ha}$$

$$V' = \frac{V}{N} \times N' = \frac{100.200}{1029,375} \times 25 = 2433,52 \frac{\text{mL}}{\text{ha}} = 0,2434 \frac{\text{mL}}{\text{m}^2}$$

$$V' = 0,2434 \times (L) \frac{\text{mL}}{\text{pot}}$$

$$V' = 0,2434 \times 0,04 = 0,009736 \frac{\text{mL}}{\text{pot}} \sim 0,01 \frac{\text{mL}}{\text{pot}}$$

Perhitungan untuk pemupukan 2 dan 3.

$$V = 100.200 \text{ mL/ha}$$

$$N = 1029,375 \text{ kg N/ha}$$

$$N' = 70 \text{ kg/ha}$$

$$V' = \frac{V}{N} \times N' = \frac{100.200}{1029,375} \times 70 = 6813,8 \frac{\text{mL}}{\text{ha}} = 0,6814 \frac{\text{mL}}{\text{m}^2}$$

$$V' = 0,6814 \times (L) \frac{\text{mL}}{\text{pot}}$$

$$V' = 0,6814 \times 0,004 = 0,0273 \frac{\text{mL}}{\text{pot}} \sim 0,03 \text{ mL/pot}$$

Pengecekan ulang total kg/ha dengan volume yang telah dihitung.

Volume pemupukan 1 = 0,01 mL/pot

Volume pemupukan 2 = 0,03 mL/pot

Volume pemupukan 3 = 0,03 mL/pot

Volume total = 0,07 mL/pot

(Perhitungan dengan perbandingan)

$$V = 100.200 \text{ mL/ha}$$

$$N = 1029,375 \text{ kg N/ha}$$

$$V' = 0,07 \text{ mL/pot} = \frac{0,07 \text{ mL}}{0,04 \text{ m}^2} = 1,75 \frac{\text{mL}}{\text{m}^2} = 17.500 \frac{\text{mL}}{\text{ha}}$$

$$N' = \frac{N}{V} \times V' = \frac{1029,375}{100.200} \times 17.500$$

$$N' = 179,78 \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \text{ (sudah memenuhi kebutuhan mentimun)}$$

Sehingga didapatkan volume pupuk yang perlu diberikan ke tanaman mentimun adalah 0,07 mL/pot agar memberikan N setara dengan 179,8 kg/ha.

Perbandingan dengan urea.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah urea (46\%)} &= 179,78 \text{ kg N/ha} = 0,01798 \text{ kg N/m}^2 \\ &= 0,7191 \text{ g N/pot} \\ &= 1,563 \text{ gram Urea/pot} \end{aligned}$$

#### 4. Dosis untuk tanaman lidah buaya

- Kebutuhan N = 75 kg N/ha (Egbuchua dan Enujeke, 2015)
- Perhitungan luas permukaan pot (L)

Keliling = 30 cm (lingkaran)

$$\text{Diameter pot (d)} = \frac{K}{\pi} = \frac{0,3}{\pi} = 0,0955 \text{ m}$$

$$\text{Luas permukaan pot (L)} = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 0,0955^2$$

$$L = 0,007163 \text{ m}^2$$

- Menghitung volume pupuk/pot yang diperlukan agar dosis pupuk adalah 75 kg/ha  
 Banyak Pemupukan = 3x  
 Pemupukan 1 = 20 kg/ha  
 Pemupukan 2 = 25 kg/ha  
 Pemupukan 3 = 25 kg/ha

(Dihitung dengan perbandingan)

Perhitungan untuk pemupukan 1.

$$V = 100.200 \text{ mL/ha}$$

$$N = 1029,375 \text{ kg N/ha}$$

$$N' = 20 \text{ kg/ha}$$

$$V' = \frac{V}{N} \times N' = \frac{100.200}{1029,375} \times 20 = 1946,81 \frac{\text{mL}}{\text{ha}} = 0,1947 \frac{\text{mL}}{\text{m}^2}$$

$$V' = 0,1947 \times (L) \frac{\text{mL}}{\text{pot}}$$

$$V' = 0,1947 \times 0,007163 = 0,0014 \frac{\text{mL}}{\text{pot}} \sim 0,0015 \frac{\text{mL}}{\text{pot}}$$

Perhitungan untuk pemupukan 2 dan 3.

$$V = 100.200 \text{ mL/ha}$$

$$N = 1029,375 \text{ kg N/ha}$$

$$N' = 25 \text{ kg/ha}$$

$$V' = \frac{V}{N} \times N' = \frac{100.200}{1029,375} \times 25 = 2433,52 \frac{\text{mL}}{\text{ha}} = 0,2434 \frac{\text{mL}}{\text{m}^2}$$

$$V' = 0,2434 \times (L) \frac{\text{mL}}{\text{pot}}$$

$$V' = 0,2434 \times 0,007163 = 0,0017 \frac{\text{mL}}{\text{pot}} \sim 0,002 \text{ mL/pot}$$

Pengecekan ulang total kg/ha dengan volume yang telah dihitung.

Volume pemupukan 1 = 0,0015 mL/pot

Volume pemupukan 2 = 0,002 mL/pot

Volume pemupukan 3 = 0,002 mL/pot

Volume total = 0,0055 mL/pot

(Perhitungan dengan perbandingan)

$V = 100.200 \text{ mL/ha}$

$N = 1029,375 \text{ kg N/ha}$

$V' = 0,0055 \text{ mL/pot} = \frac{0,0055 \text{ mL}}{0,007163 \text{ m}^2} = 0,768 \frac{\text{mL}}{\text{m}^2} = 7678,35 \frac{\text{mL}}{\text{ha}}$

$N' = \frac{N}{V} \times V' = \frac{1029,375}{100.200} \times 7678,35$

$N' = 78,88 \frac{\text{kg}}{\text{ha}}$  (sudah memenuhi kebutuhan lidah buaya)

Sehingga didapatkan volume pupuk yang perlu diberikan ke tanaman lidah buaya adalah 0,0055 mL/pot agar memberikan N setara dengan 79 kg/ha.

Perbandingan dengan urea.

Jumlah urea (46%) = 79 kg N /ha = 0,0079 kg N /m<sup>2</sup>

= 0,0566 g N /pot

= 0,1228 gram Urea/pot

## Perhitungan Beban Nutrien Yang Diterima Tanaman

### 1. Tanaman Mentimun

Dalam Nutritional Recommendations for Cucumber oleh Haifa Group dituliskan bahwa nutrient yang dibutuhkan mentimun agar dapat menghasilkan panen tinggi adalah sebagai berikut:

N = 170 Kg/ha (Hochmuth *et al.*, 2016)

P = 130 Kg/ha

K = 270 Kg/ha

Menurut Hochmuth *et al.* (2016), kandungan nutrien N maksimal yang dapat diterima oleh mentimun adalah 224,17kg/ha atau setara dengan 0,02242 kg/m<sup>2</sup>

Tabel 1. Kandungan N dan P dari Pupuk LCKS yang Diterima Oleh Mentimun

Pupuk		Nitrogen (N)		Total P (P)	
		mg/L	mg/pot	mg/L	mg/pot
0,5 Gram	TP	1261.81	0.088	1156.3	0.081
	10x	1324.5	0.093	1311.8	0.092
	100x	1160.86	0.081	814.65	0.057
1 Gram	TP	1384.51	0.097	961.24	0.067
	10x	1442.21	0.101	1368.5	0.096
	100x	1233.86	0.086	965.81	0.068
5 mL	TP	1206.2	0.084	1126.5	0.079
	10x	1280.52	0.090	1344.8	0.094
	100x	1056.7	0.074	882.45	0.062
10 mL	TP	1233.86	0.086	1143.86	0.080
	10x	1326.42	0.093	1241.62	0.087
	100x	1105.71	0.077	885.41	0.062
Tanpa Penambahan Bioaktivator	TP	461.54	0.032	265.8	0.019
	10x	572.82	0.040	316.5	0.022
	100x	105.25	0.007	117.68	0.008

\*Keterangan: "TP" = Tanpa Pengenceran; "10x" = Pengenceran 10x; "100x" = Pengenceran 100x; "TB" = Tanpa Penambahan Bioaktivator; "K" = Kontrol; "U" = Urea; "0,5 gram; 1 gram" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Serbuk; "5 mL; 10 mL" = Banyaknya Penambahan Bioaktivator Cair

$$\begin{aligned}
\text{Volume pupuk} &= 0,07 \text{ mL/pot} \\
\text{Luas pot} &= 0,04 \text{ m}^2 \\
\text{N maks/pot} &= 0,02242 \times 0,04 = 0,000897 \text{ kg/pot} \\
&= 897 \text{ mg/pot} \\
\text{N yang dibutuhkan} &= 168 \text{ kg/ha} = 0,0168 \text{ kg/m}^2 \\
\text{N yang dibutuhkan} &= 0,0168 \times 0,04 = 0,000672 \text{ kg/pot} \\
&= 672 \text{ mg/pot} \\
\text{P yang dibutuhkan} &= 130 \text{ Kg/ha} = 0,013 \text{ Kg/m}^2 \\
\text{P yang dibutuhkan} &= 0,013 \times 0,04 = 0,00052 \text{ kg/pot} \\
&= 520 \text{ mg/pot}
\end{aligned}$$

Beban N dan P dari pupuk limbah cair kelapa sawit tidak memenuhi unsur N yang dibutuhkan oleh tanaman mentimun. Hal ini disebabkan oleh karena perhitungan pemupukan yang didasarkan pada peran *Azospirillum sp.* dalam menambatkan N dari udara.

## 2. Tanaman Lidah Buaya

Lidah buaya dapat tumbuh dengan baik dengan nutrient sebagai berikut:

$$N = 75 \text{ Kg/ha (Egbuchua dan Enujeke, 2015)}$$

$$P = 40 \text{ Kg/ha (Egbuchua dan Enujeke, 2015)}$$

$$K = 179,4 \text{ mg/L (Olfati et al., 2015)}$$

$$\text{Volume pupuk} = 0,0055 \text{ mL/pot}$$

$$\text{Luas pot} = 0,007163 \text{ m}^2$$

$$N = 0,0075 \text{ kg/m}^2 \times 0,007163 = 0,00005372 \text{ kg/pot}$$

$$= 53,7 \text{ mg/pot}$$

$$P = 40 \text{ Kg/ha} = 0,004 \text{ Kg/m}^2 = 0,004 \times 0,007163$$

$$= 2,86 \times 10^{-5} \text{ kg/pot} = 28,65 \text{ mg/pot}$$

Pupuk		Nitrogen (N)		Total P (P)	
		mg/L	mg/pot	mg/L	mg/pot
0,5 Gram	TP	1261.81	0.007	1156.3	0.006
	10x	1324.5	0.007	1311.8	0.007
	100x	1160.86	0.006	814.65	0.004
1 Gram	TP	1384.51	0.008	961.24	0.005
	10x	1442.21	0.008	1368.5	0.008
	100x	1233.86	0.007	965.81	0.005
5 mL	TP	1206.2	0.007	1126.5	0.006
	10x	1280.52	0.007	1344.84	0.007
	100x	1056.7	0.006	882.45	0.005
10 mL	TP	1233.86	0.007	1143.86	0.006
	10x	1326.42	0.007	1241.62	0.007
	100x	1105.71	0.006	885.41	0.005
Tanpa Penambahan Bioaktivator	TP	461.54	0.003	265.8	0.001
	10x	572.82	0.003	316.5	0.002
	100x	105.25	0.001	117.68	0.001

Beban N dan P dari pupuk limbah cair kelapa sawit tidak memenuhi unsur N yang dibutuhkan oleh tanaman lidah buaya. Hal ini disebabkan oleh karena perhitungan pemupukan yang didasarkan pada peran *Azospirillum sp.* dalam menambatkan N dari udara.



**Lampiran**  
**Data Pertumbuhan Tanaman Lidah Buaya**

Jenis Pupuk : A1

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)									
	Panjang Pelepah					Lebar Pelepah				
	1	2	5	3	4	1	2	5	3	4
0	13,4	7,8		1,2	11,1	1,5	0,9		0,5	1,3
3	13,5	7,9		1,4	11,6	1,5	0,9		0,5	1,3
6	13,6	8		1,5	11,9	1,5	0,9		0,5	1,3
9	13,6	8,5		2	12,3	1,5	1		0,5	1,3
12	13,9	8,5		2,3	12,5	1,5	0,9		0,5	1,3
15	13,9	8,7		2,6	12,6	1,4	0,9		0,5	1,3
18	14	9,1		3	12,6	1,5	0,9		0,6	1,3
21	14	9,6		3,5	12,6	1,5	0,9		0,7	1,3
24	14,1	9,7		4,2	12,8	1,5	1		0,75	1,3
27	14,1	10		4,8	12,8	1,5	1		0,8	1,3
30	14,1	10,1		5,4	12,9	1,5	1,1		0,9	1,3
33	14,1	10,3		6,1	13	1,5	1,1		0,9	1,3
36	14,1	10,4		6,8	12,9	1,5	1,1		1	1,3
39	14,1	10,6		7,4	13	1,5	1,3		1	1,3
42	14,1	10,6		8,1	13,1	1,5	1,3		1,1	1,3
45	14,1	10,8		8,7	13,2	1,5	1,3		1,15	1,3
48	14,1	11	0,4	9,2	13,2	1,5	1,4	0,4	1,2	1,3
51	14,2	11,3	0,7	9,65	13,4	1,55	1,3	0,5	1,2	1,3
54	14,2	11,6	1,1	10,1	13,5	1,6	1,4	0,6	1,2	1,3
57	14,2	11,8	1,7	10,55	13,6	1,6	1,4	0,6	1,2	1,4
60	14,2	11,9	2,5	10,9	13,6	1,6	1,45	0,7	1,3	1,4
63	14,2	12	3,3	11,4	13,7	1,6	1,5	0,7	1,3	1,4
66	14,2	12,2	3,8	11,7	13,8	1,6	1,4	0,7	1,4	1,4
69	14,2	12,2	4,2	12,4	13,8	1,6	1,5	0,8	1,4	1,4
72	14,2	12,3	4,9	12,9	13,8	1,6	1,5	0,8	1,4	1,4
<b>Pertambahan</b>	<b>0,8</b>	<b>4,5</b>	<b>4,9</b>	<b>11,7</b>	<b>2,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,1</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	24,600
Rata-rata Panjang (cm)	4,920
Total Lebar (cm)	2,500
Rata-rata Lebar (cm)	0,500
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,068
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,007

Jenis Pupuk : A1

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	4	6	5	2	3	1	4	6	5	2	3
0	9,6	0,4			7,2	8,7	0,9	0,4			0,8	1,1
3	9,9	0,45			7,3	8,7	0,9	0,4			0,7	1,1
6	10,2	0,5			7,5	8,7	0,9	0,45			0,7	1,05
9	9,7	1,15		0,5	7,6	8,7	0,9	0,5		0,1	0,75	1,1
12	9,7	1,5		0,7	7,7	8,8	0,9	0,5		0,1	0,75	1
15	9,7	2		0,9	7,8	8,8	0,95	0,5		0,2	0,7	1
18	9,8	2,2		1,3	7,7	8,8	0,9	0,5		0,2	0,7	1
21	9,4	2,5		1,5	7,5	8,6	0,9	0,55		0,2	0,7	1
24	9,5	2,6		1,8	7,5	8,6	0,95	0,6		0,3	0,7	1
27	9,5	2,8		2	7,6	8,6	0,95	0,6		0,3	0,7	1
30	9,6	3		2,1	7,6	8,6	0,95	0,6		0,3	0,7	1
33	9,6	3,2		2,4	7,6	8,6	0,95	0,65		0,3	0,7	1
36	9,7	3,3		2,5	7,6	8,6	0,95	0,65		0,4	0,7	1
39	9,7	3,6		2,6	7,6	8,6	0,95	0,65		0,4	0,7	1
42	9,7	3,7		3,4	7,6	8,6	0,95	0,7		0,4	0,7	1
45	9,7	3,75		3,5	7,6	8,6	1	0,7		0,4	0,7	1
48	9,8	3,8		3,6	7,65	8,6	1	0,7		0,5	0,7	1
51	9,8	3,9		4,1	7,65	8,6	1	0,7		0,5	0,7	1
54	9,8	4		4,6	7,7	8,6	1	0,75		0,5	0,7	1
57	9,9	4,3	0,1	4,7	7,7	8,6	1	0,75	0,1	0,5	0,7	1
60	9,9	4,4	0,2	4,8	7,7	8,6	1	0,75	0,2	0,5	0,7	1
63	9,9	4,6	0,3	4,9	7,7	8,5	1	0,75	0,2	0,6	0,7	1
66	10	4,8	0,4	5	7,7	8,5	1	0,8	0,3	0,6	0,7	1
69	10	5,3	0,5	5,1	7,8	8,5	1	0,8	0,3	0,6	0,7	1
72	10	5,7	0,6	5,2	7,8	8,5	1	0,8	0,4	0,7	0,7	1
<b>Pertambahan</b>	<b>0,4</b>	<b>5,3</b>	<b>0,6</b>	<b>5,2</b>	<b>0,6</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	12,100
Rata-rata Panjang (cm)	2,017
Total Lebar (cm)	1,600
Rata-rata Lebar (cm)	0,267
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,028
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,004

Jenis Pupuk : A2

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	5	6	3	4	1	2	5	6	3	4
0	14	9,4			3,2	14,2	1,5	0,9			0,6	1,1
3	14,2	9,5			3,3	14,2	1,5	0,9			0,6	1,1
6	14,3	9,6			3,4	13,9	1,45	0,95			0,6	1,1
9	14,5	9,8			3,6	13,8	1,5	0,9			0,65	1,15
12	14,1	9,9			3,7	14	1,5	0,9			0,65	1,1
15	13,4	9,9			3,7	14	1,5	0,9			0,65	1,1
18	13,4	10,1			4,2	14,1	1,5	0,9			0,7	1,15
21	12,8	10,1	0,4		4,6	13,8	1,5	1	0,2		0,7	1,2
24	12,9	10,2	0,6		5,1	13,8	1,5	1	0,2		0,7	1,15
27	12,9	10,2	1		5,2	13,8	1,5	1,05	0,3		0,7	1,1
30	12,9	10,3	1,3		5,8	13,8	1,45	1	0,3		0,8	1,2
33	13	10,3	1,6		6,3	13,8	1,5	1	0,3		0,8	1,15
36	13,1	10,3	1,9		6,9	13,8	1,5	1,05	0,4		0,85	1,2
39	13,2	10,4	2,2		7,4	13,9	1,5	1,1	0,4		0,9	1,2
42	13,2	10,4	2,6		7,6	13,9	1,5	1,1	0,5		0,9	1,15
45	13,2	10,5	3		8,1	14	1,55	1,1	0,5		0,9	1,2
48	13,3	10,6	3,4		8,7	14	1,5	1	0,5		1	1,2
51	13,3	10,7	3,9		9,1	14,2	1,5	1,1	0,6		1	1,25
54	13,3	10,9	4,1		9,4	14,1	1,5	1,1	0,6		1,1	1,2
57	13,3	10,9	4,6		9,8	14,2	1,5	1,1	0,6		1,1	1,2
60	13,4	11	4,9		10,2	14,2	1,5	1,15	0,6		1,1	1,25
63	13,4	11,2	5,3		10,7	14,2	1,5	1,1	0,7		1,2	1,3
66	13,4	11,3	5,8		11,5	14,3	1,5	1,1	0,7		1,2	1,3
69	13,4	11,4	6,3	0,1	12,3	14,3	1,5	1,1	0,7	0,1	1,2	1,3
72	13,4	11,4	6,9	0,2	12,8	14,3	1,5	1,1	0,8	0,2	1,3	1,3
<b>Pertambahan</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6,9</b>	<b>0,2</b>	<b>9,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>	<b>0,2</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	19,300
Rata-rata Panjang (cm)	3,217
Total Lebar (cm)	2,100
Rata-rata Lebar (cm)	0,350
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,045
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005

Jenis Pupuk : A2

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)									
	Panjang Pelepah					Lebar Pelepah				
	1	2	5	3	4	1	2	5	3	4
0	12,9	3,5		8,5	10,1	1,3	0,7		0,9	1,9
3	13,1	3,7		8,8	10	1,3	0,7		0,9	1,9
6	13,2	3,9		9,0	10	1,3	0,7		0,9	1,9
9	13,3	4,8		9,7	9,5	1,4	0,7		0,9	1,9
12	12,6	4,9		9,8	9,8	1,4	0,7		0,9	1,9
15	12,6	5		10,0	9,7	1,4	0,7		0,9	1,9
18	12,7	5,1		10,2	9,3	1,4	0,7		0,9	1,9
21	12,7	5,5		10,4	8,9	1,4	0,7		1	1,9
24	12,7	5,6		10,5	8,8	1,4	0,8		1	1,9
27	12,7	5,8		10,7	8,8	1,4	0,8		1	1,9
30	12,8	6		10,9	8,8	1,4	0,8		1,1	1,9
33	12,8	6,1		11,0	8,9	1,4	0,8		1,1	1,9
36	12,8	6,6		11,0	9	1,4	0,9		1,15	1,9
39	12,9	7		11,1	9	1,4	0,9		1,15	1,9
42	12,9	7,7		11,2	9	1,4	0,9		1,15	1,9
45	12,9	8,1		11,4	9,1	1,4	0,9		1,2	1,9
48	12,9	8,7		11,5	9,1	1,4	1		1,2	1,9
51	12,9	9,3		11,6	9,2	1,4	1		1,2	1,9
54	12,9	9,8		11,8	9,2	1,4	1		1,3	1,9
57	12,9	10,3	0,3	12,0	9,2	1,4	1	0,3	1,3	1,9
60	12,9	10,7	0,7	12,1	9,2	1,4	1,1	0,4	1,3	1,9
63	12,9	11,1	1,2	12,1	9,2	1,4	1,1	0,5	1,3	1,9
66	12,9	11,6	1,6	12,2	9,3	1,4	1,2	0,6	1,3	1,9
69	12,9	12	2,1	12,2	9,3	1,4	1,2	0,8	1,3	1,9
72	12,9	12,2	2,8	12,2	9,3	1,4	1,2	0,8	1,3	1,9
<b>Pertambahan</b>	<b>0,7</b>	<b>8,7</b>	<b>2,8</b>	<b>3,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	16,700
Rata-rata Panjang (cm)	3,340
Total Lebar (cm)	1,800
Rata-rata Lebar (cm)	0,360
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,046
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005

Jenis Pupuk : A3

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)							
	Panjang Pelepah				Lebar Pelepah			
	1	2	4	3	1	2	4	3
0	11	4,7		8,6	1,2	0,5		0,8
3	11,1	4,9		9,1	1,2	0,6		0,8
6	11,2	5,2		9,5	1,2	0,6		0,8
9	11	5,3		9,6	1,2	0,6		0,8
12	11	5,4		9,6	1,2	0,6		0,8
15	11	5,6		9,8	1,2	0,6		0,85
18	11	5,9		9,8	1,2	0,65		0,8
21	11	6		9,8	1,2	0,65		0,8
24	11	6,2		9,9	1,2	0,7		0,8
27	11	6,5		9,9	1,2	0,7		0,8
30	11	6,7		9,9	1,2	0,7		0,8
33	11	6,9		9,9	1,2	0,75		0,8
36	11	7		9,9	1,2	0,75		0,85
39	11	7,1		9,9	1,2	0,75		0,85
42	11	7,3		10	1,2	0,8		0,9
45	11,1	7,6	0,3	10	1,2	0,8	0,3	0,9
48	11,1	7,7	0,5	10,1	1,2	0,8	0,3	0,9
51	11,1	8,1	0,8	10,2	1,2	0,8	0,5	0,9
54	11,1	8,3	1,1	10,2	1,25	0,85	0,5	0,9
57	11,1	8,5	1,4	10,2	1,25	0,85	0,6	1
60	11,1	8,7	1,7	10,3	1,25	0,85	0,6	1
63	11,2	8,9	1,9	10,3	1,25	0,85	0,6	1
66	11,2	9,1	2,2	10,3	1,25	0,9	0,7	1
69	11,2	9,2	2,6	10,3	1,25	0,9	0,7	1
72	11,2	9,3	2,8	10,3	1,25	0,9	0,7	1
<b>Pertambahan</b>	<b>0,2</b>	<b>4,6</b>	<b>2,8</b>	<b>1,7</b>	<b>0,05</b>	<b>0,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,2</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	9,300
Rata-rata Panjang (cm)	2,325
Total Lebar (cm)	1,350
Rata-rata Lebar (cm)	0,338
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,032
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005

Jenis Pupuk : A3

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	5	6	4	3	1	2	5	6	4	3
0	9,1	3,3				6,6	0,9	0,65				0,8
3	9,1	3,5				6,6	0,9	0,65				0,8
6	9,2	3,6				6,7	0,9	0,65				0,75
9	8,1	3,8				6,8	0,9	0,6				0,8
12	6,7	3,9			0,2	6,7	0,9	0,7			0,35	0,9
15	6,5	4			0,5	6,7	0,9	0,7			0,4	0,8
18	6,5	4			0,7	6,8	1	0,7			0,4	0,75
21	6,5	4			1,5	6,8	1	0,75			0,45	0,8
24	6,5	4			1,7	6,8	1	0,75			0,45	0,8
27	6,5	4			1,8	6,8	1	0,75			0,45	0,8
30	6,5	4			1,9	6,8	1	0,75			0,5	0,8
33	6,5	4			2	6,85	1	0,75			0,5	0,8
36	6,5	4	0,5		2,1	6,85	1	0,75	0,2		0,5	0,8
39	6,5	4	0,8		2,2	6,85	1	0,75	0,3		0,55	0,8
42	6,5	4	1		2,3	6,9	1	0,75	0,3		0,55	0,8
45	6,5	4	1,4		2,4	6,9	1	0,75	0,4		0,55	0,8
48	6,5	4	1,6		2,6	6,9	1	0,75	0,4		0,55	0,8
51	6,5	4	1,9		2,8	6,9	1	0,75	0,4		0,6	0,8
54	6,5	4	2,3		2,9	6,9	1	0,75	0,5		0,6	0,8
57	6,5	4	2,6		3	7	1	0,75	0,5		0,6	0,8
60	6,4	4	3,4		3,1	7	1	0,75	0,5		0,6	0,8
63	6,4	4	3,6		3,2	7	1	0,75	0,5		0,65	0,8
66	6,4	4	3,9	0,1	3,3	7	1	0,75	0,6	0,2	0,65	0,8
69	6,4	4	4,1	0,3	3,35	7	1	0,75	0,6	0,25	0,65	0,8
72	6,4	4	4,2	0,5	3,4	7	1	0,75	0,65	0,35	0,65	0,8
<b>Pertambahan</b>	<b>0</b>	<b>0,7</b>	<b>4,2</b>	<b>0,5</b>	<b>3,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,65</b>	<b>0,35</b>	<b>0,65</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	9,200
Rata-rata Panjang (cm)	1,533
Total Lebar (cm)	1,850
Rata-rata Lebar (cm)	0,308
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,021
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,004

Jenis Pupuk : B1

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)									
	Panjang Pelepah					Lebar Pelepah				
	1	2	5	3	4	1	2	5	3	4
0	14,6	8,3		3	10	1,3	0,8		0,6	1,1
3	14,5	8,2		3,2	9,7	1,3	0,9		0,65	1,1
6	14,5	8,2		3,4	9,8	1,3	0,95		0,7	1,15
9	14,5	8,4		3,6	9,9	1,3	1		0,7	1,2
12	13,3	8,3		3,5	10,1	1,3	1		0,7	1,2
15	13,3	8,4		3,7	9,9	1,3	1		0,7	1,2
18	13,4	8,6		4,3	10,1	1,3	1		0,7	1,2
21	13,4	8,6		4,9	10,3	1,3	1,1		0,7	1,2
24	13,2	8,8		5,2	10,5	1,2	1,1		0,75	1,25
27	12,6	8,85		5,6	10,7	1,2	1,1		0,7	1,2
30	12,5	8,8		6,1	10,8	1,2	1		0,8	1,2
33	12	8,8		6,2	11,1	1,15	1,1		0,8	1,3
36	12	8,9		6,4	11,4	1,2	1,1		0,85	1,25
39	11,9	9		6,5	11,7	1,1	1,05		0,9	1,3
42	11,8	9,15		6,7	11,8	1,1	1,1		0,95	1,3
45	11,1	9,1		6,9	12	1,1	1,1		0,9	1,3
48	10,6	9,3	0,3	7	12,3	1,15	1,1	0,4	0,9	1,35
51	10,5	9,5	0,7	7,15	12,5	1,1	1,15	0,4	1	1,3
54	10,6	9,7	1,5	7,4	12,7	1,1	1,1	0,5	1	1,3
57	10,7	9,9	2,7	7,7	12,8	1,1	1,1	0,6	1,1	1,3
60	10,6	10	3,5	8,1	13,1	1,05	1,1	0,6	1,05	1,3
63	10,6	10,2	4,2	8,5	13,4	1,1	1,1	0,65	1,1	1,3
66	10,6	10,2	5,1	8,9	13,3	1,1	1,1	0,75	1,15	1,4
69	10	10,4	5,7	9,3	13,5	1,1	1,1	0,8	1,1	1,3
72	9,9	10,5	6,3	9,5	13,6	1,1	1,1	0,8	1,1	1,4
<b>Pertambahan</b>	<b>0</b>	<b>2,2</b>	<b>6,3</b>	<b>6,5</b>	<b>3,9</b>	<b>0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	18,9000
Rata-rata Panjang (cm)	3,7800
Total Lebar (cm)	1,9000
Rata-rata Lebar (cm)	0,3800
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,0525
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,0053

Jenis Pupuk : B1

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)									
	Panjang Pelepah					Lebar Pelepah				
	1	2	5	4	3	1	2	5	4	3
0	10,6	4,7			10,7	1,4	0,8			0,9
3	10,6	5,2			10,7	1,4	0,8			0,9
6	10,8	5,7			10,7	1,4	0,8			0,9
9	11,4	5,2			11	1,45	0,8			0,9
12	11,5	5,2			11	1,4	0,8			0,9
15	11,5	5,2			11	1,4	0,8			1
18	11,5	5,3			11	1,5	0,8			1,1
21	11,5	5,4			11	1,5	0,8			1,1
24	11,6	5,4			11,1	1,5	0,8			1,1
27	11,6	5,5			11,1	1,5	0,8			1,1
30	11,7	5,6			11,2	1,5	0,8			1,1
33	11,7	5,8			11,2	1,5	0,8			1,1
36	11,7	5,8			11,3	1,5	0,8			1,1
39	11,7	5,9			11,4	1,5	0,8			1,1
42	11,7	6			11,4	1,5	0,8			1,1
45	11,8	6,2			11,4	1,5	0,8			1,1
48	11,8	6,4			11,5	1,5	0,8			1,2
51	11,9	6,6			11,5	1,5	0,8			1,2
54	11,9	6,6			11,5	1,5	0,8			1,2
57	11,9	6,7		0,4	11,5	1,5	0,8		0,4	1,2
60	11,9	6,8		0,8	11,6	1,5	0,8		0,5	1,2
63	11,9	7		1,1	11,6	1,5	0,8		0,6	1,2
66	12	7	0,4	1,7	11,7	1,5	0,8	0,4	0,7	1,2
69	12	7,1	0,9	2,1	11,8	1,5	0,8	0,6	0,8	1,2
72	12	7,2	1,4	2,8	11,8	1,5	0,8	0,7	1	1,2
<b>Pertambahan</b>	<b>1,4</b>	<b>2,5</b>	<b>1,4</b>	<b>2,8</b>	<b>1,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>	<b>0,7</b>	<b>1</b>	<b>0,3</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	9,200
Rata-rata Panjang (cm)	1,840
Total Lebar (cm)	2,100
Rata-rata Lebar (cm)	0,420
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,026
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,006



Jenis Pupuk : B2

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	6	5	3	4	1	2	6	5	3	4
0	16,6	6,9			12,7	10,8	1,3	0,7			1,0	1,7
3	16,6	7,1			12,9	10,9	1,3	0,7			1,0	1,7
6	16,6	7,2			13,1	11,0	1,5	0,7			1,0	1,7
9	16,3	7,4			13,1	11,1	1,7	0,7			1,0	1,6
12	16,2	7,6			13,4	11,0	1,3	0,8			1,0	1,6
15	15,9	7,9			13,5	9,5	1,7	0,7			1,0	1,6
18	15,9	8,3		0,5	13,6	9,0	1,7	0,8		0,3	1,0	1,6
21	15,3	9,2		1,4	13,8	7,4	1,7	0,8		0,4	1,1	1,6
24	15,3	9,3		1,6	13,85		1,7	0,8		0,5	1,0	
27	15,3	9,5		1,7	13,9		1,7	0,9		0,5	1,0	
30	15,3	9,6		1,9	14,0		1,7	0,9		0,5	1,0	
33	15,4	9,7		2,4	14,0		1,7	0,9		0,6	1,0	
36	15,4	9,9		2,7	14,1		1,7	0,9		0,6	1,0	
39	15,4	10,2		3,5	14,1		1,7	0,9		0,6	1,0	
42	15,4	10,4	0,5	4,1	14,2		1,8	1,0	0,3	0,7	1,0	
45	15,5	10,7	0,9	4,8	14,2		1,8	1,0	0,4	0,7	1,0	
48	15,5	10,8	1	5,6	14,3		1,8	1,0	0,4	0,8	1,0	
51	15,5	11,0	1,4	5,9	14,3		1,8	1,0	0,5	0,8	1,0	
54	15,5	11,1	1,8	6,4	14,3		1,8	1,0	0,5	0,9	1,0	
57	15,5	11,3	2	6,8	14,4		1,8	1,0	0,6	0,9	1,0	
60	15,6	11,5	2,1	7,2	14,4		1,8	1,1	0,6	1,0	1,0	
63	15,6	11,8	2,6	7,7	14,4		1,8	1,1	0,7	1,0	1,0	
66	15,6	11,9	3,1	8,2	14,4		1,8	1,1	0,7	1,0	1,0	
69	15,6	12,2	3,8	9,3	14,5		1,8	1,1	0,8	1,1	1,0	
72	15,6	12,3	4,4	10,7	14,5	0,0	1,8	1,2	0,8	1,1	1,1	0,0
<b>Pertambahan</b>	<b>0,3</b>	<b>5,4</b>	<b>4,4</b>	<b>10,7</b>	<b>1,8</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	22,600
Rata-rata Panjang (cm)	3,767
Total Lebar (cm)	2,900
Rata-rata Lebar (cm)	0,483
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,052
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,007

Jenis Pupuk : B2

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	5	6	3	4	1	2	5	6	3	4
0	13	8			2,2	13,4	1,9	0,9			0,6	1
3	13	8			2,3	13,4	1,85	0,8			0,6	1
6	12,9	8,1			2,5	13,5	1,85	0,8			0,6	1
9	12,9	8,1			3,4	13,5	1,9	0,95			0,7	1,15
12	12,7	7,8			3,4	13,4	1,9	0,8			0,7	1
15	12,6	7,8	0,8		4,05	13,6	1,9	0,9	0,6		0,8	1
18	12,6	7,9	1,4		4,6	13,6	1,9	0,9	0,7		0,8	1,15
21	12,65	7,8	2,5		4,7	13,6	1,9	1	0,7		0,9	1,2
24	12,75	7,8	3,1		4,8	13,6	1,9	0,9	0,8		0,9	1,2
27	12,8	7,8	3,8		4,8	13,6	1,85	1	0,85		0,9	1,2
30	12,9	7,8	4,3		4,9	13,6	1,9	1	0,8		0,9	1,15
33	12,8	7,8	5		4,85	13,55	1,9	0,9	0,9		0,85	1,2
36	12,95	7,8	5,6		4,9	13,6	1,85	0,9	0,9		0,9	1,2
39	13,15	7,8	6,4		5	13,6	1,9	0,9	0,9		0,9	1,15
42	13,1	7,8	6,9	0,2	5,1	13,65	1,9	1	1	0,3	0,9	1,2
45	13	7,8	7,7	0,3	5,05	13,7	1,9	0,9	1,05	0,3	0,9	1,2
48	13,15	7,8	8,3	1,4	5,1	13,6	1,85	0,9	1,1	0,4	0,9	1,2
51	13,2	7,8	8,8	2,2	5,1	13,6	1,85	1	1	0,5	0,85	1
54	13,2	7,8	9,2	3,6	5,2	13,6	1,9	1	1,1	0,6	0,9	1,2
57	13,3	7,8	9,6	4,2	5,15	13,55	1,9	0,9	1,15	0,6	0,95	1,15
60	13,4	7,9	10,1	4,7	5,2	13,6	1,9	1	1,1	0,6	0,9	1,2
63	13,3	7,9	10,4	5,2	5,25	13,6	1,9	1	1,2	0,65	1	1,2
66	13,35	7,9	10,7	5,9	5,3	13,6	1,9	1	1,1	0,7	1,05	1
69	13,3	7,9	11	6,3	5,25	13,6	1,9	1	1,2	0,7	1	1,2
72	13,4	7,9	11,2	6,7	5,3	13,6	1,9	1	1,2	0,8	1	1,2
<b>Pertambahan</b>	<b>0,8</b>	<b>0,2</b>	<b>11,2</b>	<b>6,7</b>	<b>3,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>1,2</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	22,300
Rata-rata Panjang (cm)	3,717
Total Lebar (cm)	2,700
Rata-rata Lebar (cm)	0,450
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,052
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,006

Jenis Pupuk : B3

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	5	6	3	4	1	2	5	6	3	4
0	15,3	5,2			11,6	11,1	1,3	0,5			0,95	1,5
3	15,3	5,2			11,6	11,3	1,3	0,5			0,9	1,5
6	15,35	5,1			11,7	11,4	1,3	0,6			0,9	1,5
9	15,5	5,3			12	11,3	1,3	0,7			0,9	1,5
12	14,4	5,2			12	11,4	1,3	0,7			0,9	1,5
15	14,5	5,4	0,5		12	11,4	1,3	0,7	0,3		0,9	1,5
18	14,5	5,7	0,9		12,1	11,3	1,3	0,75	0,5		0,9	1,5
21	14,6	5,9	1		12,1	11,3	1,3	0,7	0,5		0,9	1,4
24	14,4	6,3	1,4		12	11,4	1,4	0,7	0,6		0,95	1,4
27	14,2	6,6	1,7		12	11,6	1,4	0,7	0,6		0,95	1,4
30	13,9	6,8	2,6		12	11,8	1,4	0,75	0,6		1	1,4
33	13,7	9	3,1		12	11,9	1,4	0,75	0,7		1	1,4
36	13,5	9,1	3,9		11,8	12	1,4	0,75	0,7		1	1,4
39	13,3	9,3	4,4		11,8	12,2	1,4	0,75	0,7		1,1	1,4
42	13,2	9,4	4,7		11,8	12,4	1,4	0,8	0,8		1,1	1,4
45	13,1	9,9	5		11,7	12,5	1,5	0,8	0,8		1,2	1,4
48	13	10,1	5,3	0,5	11,5	12,7	1,5	0,8	0,8	0,3	1,2	1,4
51	12,8	10,5	6,9	1,5	11,4	12,9	1,5	0,9	0,85	0,3	1,25	1,4
54	12,5	10,9	7,2	2,1	11,3	13,1	1,5	0,9	0,85	0,5	1,25	1,4
57	12,4	11,4	8,3	2,3	11,2	13,7	1,5	0,9	0,9	0,5	1,3	1,4
60	12,1	11,7	9,5	2,6	11,1	13,9	1,5	0,9	0,9	0,5	1,3	1,4
63	11,9	11,9	9,9	3	11,1	14,2	1,5	1	0,9	0,6	1,35	1,4
66	11,7	12,3	10,4	3,6	11	14,5	1,5	1	1	0,6	1,35	1,4
69	11,6	12,9	10,7	4,8	11	14,9	1,6	1,1	1	0,6	1,4	1,4
72	11,5	13	11	5,7	11	15,1	1,6	1,1	1,05	0,65	1,4	1,4
<b>Pertambahan</b>	<b>0,4</b>	<b>7,8</b>	<b>11</b>	<b>5,7</b>	<b>0,5</b>	<b>4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>1,05</b>	<b>0,65</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	29,400
Rata-rata Panjang (cm)	4,900
Total Lebar (cm)	3,100
Rata-rata Lebar (cm)	0,517
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,068
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,007

Jenis Pupuk : B3

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	5	6	3	4	1	2	5	6	3	4
0	6,2	10,4			5,3	13	1,4	1			0,5	1,3
3	6,1	10,6			5,3	13	1,4	1			0,5	1,3
6	6,1	10,7			4,5	13	1,4	1			0,6	1,3
9	6,2	11,2	0,7		6,4	13	1,4	0,95	0,4		0,6	1,35
12	5,2	11,3	1,2		6,7	13,1	1,4	0,95	0,35		0,6	1,35
15	4,6	11,3	1,4		6,9	13,1	1,35	0,9	0,4		0,6	1,3
18	4,4	11,5	1,6		7,1	13,2	1,4	0,9	0,4		0,65	1,3
21	3,1	11,4	2		7,3	13,2	1,4	0,9	0,4		0,65	1,3
24	mati	11,4	2,1		7,2	13,1	mati	0,9	0,5		0,6	1,3
27		11,4	2,2		7,2	13,1		0,9	0,5		0,6	1,3
30		11,4	2,5		7,2	13		0,9	0,5		0,6	1,3
33		11,4	2,8		7,2	13		0,9	0,5		0,6	1,3
36		11,4	3		7,2	13		0,9	0,5		0,6	1,3
39		11,4	3,1		7,2	12,9		0,9	0,5		0,6	1,3
42		11,4	3,2		7,2	12,9		0,9	0,5		0,6	1,3
45		11,4	3,5		7,2	12,8		0,9	0,5		0,6	1,3
48		11,4	3,8		7,2	12,8		0,9	0,5		0,6	1,3
51		11,4	4,1		7,2	12,7		0,9	0,5		0,6	1,3
54		11,4	4,6	0,3	7,2	12,7		0,9	0,6	0,3	0,6	1,3
57		11,4	4,9	0,5	7,2	12,7		0,9	0,6	0,3	0,6	1,3
60		11,4	5	0,8	7,2	12,7		0,9	0,6	0,3	0,6	1,3
63		11,5	5,1	1,5	7,2	12,6		0,9	0,6	0,4	0,6	1,3
66		11,5	5,3	2,1	7,2	12,6		0,9	0,6	0,4	0,6	1,3
69		11,5	5,5	2,9	7,2	12,6		0,9	0,6	0,5	0,6	1,3
72		11,5	5,8	3,3	7,2	12,6		0,9	0,7	0,6	0,6	1,3
<b>Pertambahan</b>	<b>0</b>	<b>1,1</b>	<b>5,8</b>	<b>3,3</b>	<b>1,9</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	12,300
Rata-rata Panjang (cm)	2,050
Total Lebar (cm)	1,400
Rata-rata Lebar (cm)	0,233
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,028

Jenis Pupuk : C1

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelelah						Lebar Pelelah					
	1	2	5	6	3	4	1	2	5	6	3	4
0	15	5,7			10,7	13,6	1,5	0,6			0,9	1,8
3	15	5,7			10,8	13,6	1,5	0,6			0,9	1,8
6	15	5,8			10,9	13,5	1,6	0,65			0,9	1,1
9	15,6	6,5			11,5	13,3	1,55	0,7			0,9	1,85
12	15,3	6,25			11,4	13,3	1,5	0,6			1	1,8
15	15,4	6,7		0,1	11,7	12,2	1,5	0,7		0,1	0,9	1,8
18	15,7	7,2		0,5	12	12,2	1,6	0,7		0,3	0,9	1,8
21	15,4	7,4		1,1	12,1	12,2	1,6	0,7		0,3	0,9	1,9
24	15,3	7,9		1,8	12,15	12,1	1,5	0,7		0,4	0,9	1,8
27	15	8		2,2	12,6	12,1	1,5	0,8		0,4	0,9	1,8
30	15	8,3		2,6	12,7	12	1,5	0,8		0,4	1	1,8
33	14,9	8,5		3	12,7	12	1,5	0,8		0,5	1	1,8
36	14,7	8,8		3,6	12,8	12	1,5	0,8		0,5	1	1,8
39	14,5	8,9		4,7	12,8	11,9	1,5	0,9		0,6	1	1,8
42	14,4	9		5,1	12,9	11,7	1,5	0,9		0,7	1	1,8
45	14,3	9,1	0,3	6,3	13	11,6	1,5	0,9	0,3	0,7	1	1,8
48	14,2	9,3	0,4	6,9	13	11,5	1,5	1	0,3	0,8	1	1,8
51	14,1	9,4	0,5	7,4	13,1	11,4	1,5	1	0,3	0,8	1,1	1,8
54	14	9,5	0,8	7,9	13,1	11,3	1,5	1	0,4	0,8	1,1	1,8
57	13,9	9,6	1	8,1	13,2	11,2	1,5	1	0,5	0,9	1,1	1,8
60	13,7	9,6	1,3	8,3	13,25	11,2	1,5	1	0,5	0,9	1,1	1,8
63	13,6	9,7	1,8	8,7	13,25	11,2	1,5	1,1	0,5	1	1,1	1,8
66	13,5	9,8	2,3	8,9	13,3	11,2	1,5	1,1	0,6	1	1,1	1,8
69	13,4	9,9	2,8	9,1	13,3	11,2	1,5	1,1	0,6	1	1,1	1,8
72	13,3	10	3	9,2	13,4	11,2	1,5	1,2	0,6	1,05	1,1	1,8
<b>Pertambahan</b>	<b>1</b>	<b>4,3</b>	<b>3</b>	<b>9,2</b>	<b>2,7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>1,05</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	20,200
Rata-rata Panjang (cm)	3,367
Total Lebar (cm)	2,450
Rata-rata Lebar (cm)	0,408
Laju rata-rata panjang pelelah (cm/hari)	0,047
Laju rata-rata lebar pelelah (cm/hari)	0,006

Jenis Pupuk : C1

Replikasi ke- :2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)													
	Panjang Pelepah							Lebar Pelepah						
	1	2	6	7	3	4	5	1	2	6	7	3	4	5
0	10	7,8			1,25	11,2	10,4	1,1	0,8			0,5	1	0,9
3	10	7,8			1,25	11,2	10,4	1,1	0,8			0,5	1	0,9
6	10	7,45			1,15	11,05	10,4	1,15	0,7			0,5	1,15	1
9	10	7,8			1,4	11,1	10,3	1,2	0,75			0,6	1	0,95
12	10	7,7			1,7	11	7,7	1,1	0,7			0,6	1	0,9
15	10	7,7			2	11	6,5	1,2	0,7			0,6	1	0,9
18	10,2	8			2,5	11,1	mati	1,2	0,8			0,7	1,1	mati
21	10,1	8,1			2,9	11,2		1,2	0,8			0,7	1,1	
24	10	8,1			3	11,2		1,1	0,8			0,7	1,1	
27	9,8	8,1			3,3	11,3		1,1	0,8			0,8	1,1	
30	9,7	8,1			3,4	11,3		1,1	0,8			0,8	1,1	
33	9,4	8,1	0,5		3,6	11,3		1,1	0,8	0,3		0,8	1,1	
36	9,3	8,1	0,9		3,9	11,4		1,1	0,8	0,3		0,9	1,1	
39	9	8,2	1,5		4	11,4		1,1	0,8	0,4		0,9	1,1	
42	9	8,2	2,2		4,2	11,4		1,1	0,8	0,4		0,9	1,1	
45	9	8,2	2,9		4,4	11,4		1,1	0,8	0,5		0,9	1,1	
48	8,6	8,2	3,6		4,6	11,4		1,1	0,8	0,5		0,9	1,1	
51	8,3	8,2	3,9		4,8	11,4		1,1	0,8	0,5		1	1,1	
54	7,8	8,2	4,1	0,5	4,9	11,5		1,1	0,8	0,6	0,3	1	1,1	
57	7,5	8,2	4,4	0,9	5	11,5		1,1	0,8	0,6	0,3	1	1,1	
60	7	8,3	4,6	1	5,2	11,5		1,1	0,8	0,7	0,4	1	1,1	
63	6,8	8,3	4,8	1,3	5,3	11,5		1,1	0,8	0,8	0,4	1,1	1,1	
66	6,6	8,3	4,9	1,7	5,4	11,5		1,1	0,8	0,8	0,4	1,1	1,1	
69	6,4	8,3	5	1,9	5,5	11,5		1,1	0,8	0,9	0,5	1,1	1,1	
72	6,3	8,3	5,1	2	5,6	11,5	0	1,1	0,8	0,9	0,6	1,1	1,1	0
<b>Pertambahan</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>5,1</b>	<b>2</b>	<b>4,35</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	12,650
Rata-rata Panjang (cm)	1,807
Total Lebar (cm)	2,500
Rata-rata Lebar (cm)	0,357
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,025
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005

Jenis Pupuk : C2

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)									
	Panjang Pelepah					Lebar Pelepah				
	1	2	5	4	3	1	2	5	4	3
0	9,5	6,3		0,3	9,4	1,2	0,7		0,4	1
3	9,5	6,5		0,4	9,4	1,2	0,7		0,4	1
6	9,5	6,7		0,5	9,4	1,2	0,7		0,35	1
9	9,5	6,8		0,8	9,5	1,2	0,7		0,45	0,9
12	9,4	6,9		0,8	8,7	1,2	0,7		0,4	0,9
15	9,4	6,9		1,3	9,7	1,2	0,7		0,45	0,9
18	9,5	7,3		1,3	9,8	1,2	0,7		0,45	1
21	9,5	7,5		1,5	9,5	1,2	0,7		0,45	1
24	9,5	7,5		2,1	9,6	1,2	0,7		0,5	1
27	9,5	7,6		2,6	9,6	1,2	0,7		0,5	1
30	9,5	7,6		3,9	9,6	1,2	0,7		0,5	1
33	9,5	7,6		4,6	9,7	1,2	0,7		0,6	1
36	9,5	7,7		5,4	9,7	1,2	0,7		0,6	1
39	9,55	7,7		5,9	9,7	1,2	0,7		0,7	1
42	9,55	7,7		6,1	9,8	1,2	0,7		0,7	1
45	9,55	7,8		6,7	9,8	1,2	0,7		0,8	1
48	9,55	7,8	0,3	7,4	9,8	1,2	0,7	0,3	0,8	1
51	9,55	7,9	0,7	7,7	9,8	1,2	0,7	0,3	0,8	1
54	9,55	7,9	0,9	8	9,9	1,2	0,8	0,4	0,9	1
57	9,6	7,9	1	8,5	9,9	1,2	0,8	0,5	0,9	1
60	9,6	8	1,8	8,7	9,9	1,2	0,8	0,5	0,9	1
63	9,6	8	2,1	8,9	9,9	1,2	0,8	0,6	0,95	1
66	9,6	8	2,9	9	10	1,2	0,8	0,6	0,95	1
69	9,6	8,1	3,1	9,2	10	1,2	0,8	0,7	1	1
72	9,6	8,1	3,6	9,4	10	1,2	0,8	0,7	1	1
<b>Pertambahan</b>	<b>0,1</b>	<b>1,8</b>	<b>3,6</b>	<b>9,1</b>	<b>0,6</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	15,200
Rata-rata Panjang (cm)	3,040
Total Lebar (cm)	1,500
Rata-rata Lebar (cm)	0,300
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,042
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,004

Jenis Pupuk : C2

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	5	6	3	4	1	2	5	6	3	4
0	12,3	5,8			10,2	11,4	1,4	0,8			0,9	1,2
3	12,3	5,8			10,2	11	1,3	0,8			1	1,2
6	12,2	5,5			10,1	11	1,35	0,7			1	1,25
9	12,7	5,9			10,3	11	1,4	0,7			1	1,3
12	12,5	5,7			10,3	11	1,4	0,7			1	1,3
15	12,1	5,8			10,3	11	1,8	0,8			1	1,2
18	12,7	5,9			11,4	11	1,4	0,75			1	1,3
21	12,5	6,1			10,4	11	1,4	0,8			1,1	1,3
24	12,6	6,2	0,5		10	11	1,4	0,8	0,3		1,1	1,2
27	12,6	6,2	0,9		9,4	11	1,4	0,8	0,3		1,1	1,2
30	12,7	6,3	1,4		9,2	11	1,4	0,8	0,4		1,1	1,2
33	12,7	6,4	1,8		8,8	11	1,4	0,8	0,4		1,1	1,2
36	12,8	6,5	2,4		8,1	11	1,4	0,8	0,5		1,1	1,2
39	12,8	6,6	3,6		7,5	11	1,4	0,8	0,5		1,1	1,2
42	12,9	6,7	4,1	0,3	7,1	11	1,4	0,8	0,5	0,3	1,1	1,2
45	12,9	6,8	4,9	0,8	6,9	11	1,4	0,8	0,6	0,3	1,1	1,2
48	12,9	6,9	5,3	1,3	6,7	11	1,4	0,8	0,6	0,4	1,1	1,2
51	13	7	5,9	1,7	6,5	11	1,4	0,8	0,7	0,5	1,1	1,2
54	13,1	7,1	6,4	2,4	6,3	11	1,4	0,8	0,7	0,6	1,1	1,2
57	13,1	7,1	7,1	2,9	6,1	11	1,4	0,8	0,8	0,6	1,2	1,2
60	13,2	7,1	7,6	3,1	5,9	10,9	1,4	0,8	0,8	0,6	1,2	1,2
63	13,2	7,2	7,9	3,8	5,7	10,9	1,4	0,8	0,9	0,7	1,2	1,2
66	13,2	7,2	8	3,9	5,4	10,9	1,4	0,8	0,9	0,7	1,2	1,2
69	13,3	7,2	8,1	4	5,3	10,9	1,4	0,8	1	0,8	1,2	1,2
72	13,3	7,2	8,2	4,2	5	10,9	1,4	0,8	1,1	0,8	1,2	1,2
<b>Pertambahan</b>	<b>1,9</b>	<b>1,4</b>	<b>8,2</b>	<b>4,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	16,000
Rata-rata Panjang (cm)	2,667
Total Lebar (cm)	2,300
Rata-rata Lebar (cm)	0,383
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,037
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005



Jenis Pupuk : C3

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	5	6	3	4	1	2	5	6	3	4
0	13,9	9,4			4,7	13,6	1,6	1			0,7	1,2
3	14,3	9,7			4,9	13,6	1,6	1			0,7	1,2
6	14,5	10,1			5	13,7	1,6	1,1			0,8	1,15
9	14,5	10,5			5,9	13,8	1,6	1,1			0,7	1,15
12	14	10,3			5,9	13	1,6	1,1			0,75	0,15
15	13,7	10,3			6,3	12,9	1,6	1,1			0,8	1,2
18	13,7	10,4	0,1		6,5	13	1,6	1,1	0,1		0,8	1,2
21	13,3	10,4	0,3		6,8	13	1,6	1,15	0,3		1	1,2
24	13,3	10,4	0,8		6,8	13	1,6	1,1	0,3		1	1,2
27	13,3	10,5	1		6,9	13,1	1,6	1,1	0,4		1	1,2
30	13,3	10,5	1,2		7	13,1	1,6	1,1	0,5		1	1,2
33	13,3	10,5	1,9		7,2	13,15	1,6	1,1	0,5		1	1,2
36	13,3	10,5	2,7		7,3	13,15	1,6	1,1	0,6		1,1	1,2
39	13,3	10,5	3,4	0,5	7,4	13,2	1,6	1,1	0,6	0,3	1,1	1,2
42	13,2	10,6	4,6	0,8	7,5	13,2	1,6	1,1	0,7	0,3	1,1	1,2
45	13,2	10,6	5,6	1,5	7,6	13,3	1,6	1,1	0,7	0,4	1,1	1,2
48	13,2	10,6	6,3	2,1	7,7	13,3	1,6	1,1	0,8	0,4	1,1	1,2
51	13,2	10,6	7,9	2,6	7,8	13,3	1,6	1,1	0,8	0,5	1,1	1,2
54	13,2	10,6	8,1	3,9	7,9	13,3	1,6	1,1	0,9	0,5	1,1	1,2
57	13,2	10,7	8,8	4,6	8	13,3	1,6	1,1	0,9	0,6	1,1	1,2
60	13,2	10,7	9,6	5,3	8	13,3	1,6	1,1	1	0,6	1,1	1,2
63	13,2	10,7	10	5,7	8,1	13,4	1,6	1,1	1	0,7	1,15	1,2
66	13,2	10,7	10,7	6,1	8,15	13,4	1,6	1,1	1,1	0,7	1,15	1,2
69	13,2	10,7	11,6	6,4	8,2	13,4	1,6	1,1	1,1	0,8	1,15	1,2
72	13,2	10,7	12,6	6,8	8,2	13,4	1,6	1,1	1,1	0,9	1,2	1,2
<b>Pertambahan</b>	<b>0,6</b>	<b>1,3</b>	<b>12,6</b>	<b>6,8</b>	<b>3,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>1,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	25,500
Rata-rata Panjang (cm)	4,250
Total Lebar (cm)	2,600
Rata-rata Lebar (cm)	0,433
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,059
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,006

Jenis Pupuk : C3

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)													
	Panjang Pelepah							Lebar Pelepah						
	1	2	6	7	3	4	5	1	2	6	7	3	4	5
0	8,4	1			6,4	9,3	11,3	1	0,4			0,8	1	1,2
3	8,4	1,1			6,6	9,2	11,3	0,9	0,45			0,8	1	1,2
6	8,5	1,2			6,75	9	11,4	0,9	0,5			0,7	0,9	1,1
9	8,8	2,4			7,8	9,1	11,5	0,95	0,6			0,7	1	1,2
12	8,6	2,5			7,95	9,1	9,3	0,85	0,6			0,8	1	1,2
15	8,4	3			8,4	9	9,3	0,8	0,6			0,8	1	1,25
18	8,5	3,5			8,6	9	9,3	0,9	0,7			0,85	1	1,25
21	8,6	4,5			8,9	9	8	0,9	0,7			0,9	1	1,25
24	8,6	4,9			8,9	9	8	0,9	0,8			0,9	1	1,2
27	8,7	5,3			8,9	9	8	0,9	0,8			0,9	1	1,2
30	8,7	5,9		0,5	9	9	8	0,9	0,8		0,3	1	1	1,2
33	8,7	6,1		0,9	9	9	8	0,9	0,9		0,3	1	1	1,2
36	8,8	6,9		1,5	9,1	9,1	8	0,9	0,9		0,4	1	1	1,2
39	8,8	7,6		2,3	9,2	9,1	8	0,9	0,9		0,4	1	1	1,2
42	8,8	8,7		3,8	9,3	9,1	8	0,9	1		0,5	1	1	1,2
45	8,9	9,1		4,1	9,3	9,1	8	0,9	1		0,5	1	1	1,2
48	8,9	9,8		5	9,4	9,2	8	0,95	1		0,6	1,1	1	1,2
51	9	10,4		5,7	9,4	9,2	8	0,95	1,1		0,6	1,1	1	1,2
54	9	10,9		6	9,5	9,3	8	0,95	1,1		0,6	1,1	1	1,2
57	9,1	11,3		6,9	9,6	9,3	8	0,95	1,1		0,7	1,1	1	1,2
60	9,1	11,8		7,1	9,6	9,35	8	0,95	1,1		0,7	1,1	1	1,2
63	9,2	12	0,1	7,4	9,7	9,35	8	0,95	1,2	0,3	0,7	1,1	1	1,2
66	9,2	12,2	0,3	7,7	9,7	9,35	8	1	1,2	0,4	0,8	1,1	1	1,2
69	9,2	12,4	0,4	8,3	9,8	9,4	8	1	1,2	0,5	0,8	1,1	1	1,2
72	9,2	12,5	0,5	8,7	9,8	9,4	8	1	1,2	0,5	0,8	1,1	1	1,2
<b>Pertambahan</b>	<b>0,8</b>	<b>11,5</b>	<b>0,5</b>	<b>8,7</b>	<b>3,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>	<b>0,15</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	25,300
Rata-rata Panjang (cm)	3,614
Total Lebar (cm)	2,650
Rata-rata Lebar (cm)	0,379
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,050
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005

Jenis Pupuk : D1

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)									
	Panjang Pelepah					Lebar Pelepah				
	1	2	5	3	4	1	2	5	3	4
0	11,8	10,8		6	14,8	2	1,1		0,7	1,7
3	11,7	11		6,1	15,1	2	1		0,7	1,75
6	11,7	11,05		6,2	15,4	1,9	1		0,7	1,3
9	11,8	11,6		6,7	15,2	2	1,1		0,7	1,8
12	10,75	11,6		6,5	15,1	1,9	1,1		0,7	1,8
15	10,5	11,6		6,6	15,2	1,9	1,1		0,8	1,8
18	10,6	11,9		6,9	15,2	1,9	1,1		0,8	1,8
21	10,6	12,2		6,9	15,2	1,9	1,2		0,8	1,8
24		12,3		7,1	15,4		1,2		0,85	1,8
27		12,4		7,6	15,5		1,2		0,85	1,8
30		12,5		8,1	15,6		1,2		0,9	1,8
33		12,6		9,1	15,7		1,2		0,9	1,8
36		12,7		9,9	15,8		1,3		0,9	1,8
39		12,8		10,5	15,9		1,3		1	1,8
42		13		10,8	16		1,3		1	1,8
45		13,2	0,3	11	16,1		1,3	0,3	1	1,8
48		13,5	0,6	11,4	16,1		1,3	0,3	1	1,8
51		13,6	0,8	11,7	16,1		1,4	0,4	1,1	1,8
54		13,8	1,3	12,4	16,1		1,4	0,4	1,1	1,9
57		14	1,9	12,9	16,2		1,4	0,5	1,1	1,9
60		14,2	2,1	13,1	16,2		1,4	0,5	1,2	1,9
63		14,7	2,9	13,7	16,2		1,4	0,6	1,2	1,9
66		14,9	3,6	13,9	16,2		1,5	0,6	1,2	1,9
69		15,1	4,1	14,2	16,2		1,5	0,7	1,25	1,9
72	0	15,4	4,4	14,7	16,2	0	1,5	0,8	1,25	1,9
<b>Pertambahan</b>	<b>0</b>	<b>4,6</b>	<b>4,4</b>	<b>8,7</b>	<b>1,4</b>	<b>0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,8</b>	<b>0,55</b>	<b>0,2</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	19,100
Rata-rata Panjang (cm)	3,820
Total Lebar (cm)	1,950
Rata-rata Lebar (cm)	0,390
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,053
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005

Jenis Pupuk : D1

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	5	6	3	4	1	2	5	6	3	4
0	13,5	5			9,5	9	1,5	0,6			1	1,6
3	13,5	5,2			9,7	9,2	1,5	0,6			1	1,6
6	13,45	5,4			9,9	9,4	1,55	0,6			1,1	1,6
9	13,3	6,2			10,3	9,3	1,55	0,7			1,1	1,6
12	11,6	6,1			10,2	7,4	1,55	0,6			1	1,6
15	12	6,3		0,3	9,9	7,2	1,1	0,7		0,2	1,1	1,6
18	11,9	6,6		0,5	10,1	7	1,6	0,7		0,3	1,2	1,6
21	11,8	7,1		1,2	10,2	7	1,6	0,7		0,4	1,2	1,6
24	11,8	7,2		1,9	10,3		1,6	0,8		0,4	1,2	
27	11,8	7,3		2,6	10,4		1,6	0,8		0,5	1,2	
30	11,8	7,5		3,4	10,5		1,6	0,9		0,5	1,2	
33	11,9	8,2		3,9	10,6		1,6	0,9		0,6	1,2	
36	11,9	8,6		4,7	10,7		1,6	0,9		0,6	1,2	
39	11,9	8,8		5,3	10,8		1,6	1		0,7	1,2	
42	11,9	8,9		5,9	10,9		1,65	1		0,7	1,2	
45	11,9	9,1		6,4	11		1,65	1		0,8	1,2	
48	11,9	9,3		7,2	11		1,65	1		0,8	1,2	
51	11,9	9,5		7,8	11,1		1,65	1,1		0,9	1,2	
54	11,9	9,7		8,2	11,2		1,65	1,1		0,9	1,2	
57	11,9	9,9	0,3	8,5	11,2		1,65	1,1	0,5	1	1,25	
60	12	10	0,8	8,8	11,3		1,7	1,1	0,5	1	1,25	
63	12	10,1	1,3	9,2	11,3		1,7	1,2	0,5	1	1,25	
66	12	10,15	1,9	9,6	11,4		1,7	1,2	0,6	1,1	1,25	
69	12	10,2	2,6	10,2	11,4		1,7	1,2	0,7	1,1	1,25	
72	12	10,3	3,2	10,4	11,5	0	1,7	1,2	0,75	1,1	1,25	0
<b>Pertambahan</b>	<b>0,6</b>	<b>5,3</b>	<b>3,2</b>	<b>10,4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,6</b>	<b>0,75</b>	<b>1,1</b>	<b>0,25</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	21,500
Rata-rata Panjang (cm)	3,583
Total Lebar (cm)	2,900
Rata-rata Lebar (cm)	0,483
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,050
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,007

Jenis Pupuk : D2

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)													
	Panjang Pelepah							Lebar Pelepah						
	1	2	3	7	6	4	5	1	2	3	7	6	4	5
0	8,7	11,2	2,4			7	11,7	1,1	0,9	0,5			0,8	1,1
3	8,8	11,2	2,5			7	11,7	1	0,9	0,5			0,8	1,1
6	8,9	11,1	2,6			7	11,1	1	0,85	0,4			0,85	1,1
9	9	11,1	3,8			7	11,1	1,1	0,9	0,65			0,85	1,1
12	7,25	11,1	4,1			7	11,1	1,1	0,9	0,6			0,8	1,1
15	7,1	11,1	4,5			7,2	11,1	1	0,9	0,6			0,8	1,1
18	7,3	11,1	4,8			7,2	11,1	1	0,9	0,6			0,8	1,1
21	7,3	11,1	5,5		0,1	7,4	11,1	1,1	0,9	0,7		0,1	0,9	1,1
24	7,5	11	5,7		0,5	7,9		1,1	0,9	0,7		0,3	0,9	
27	7,7	10,8	5,8		0,7	8,3		1,1	0,9	0,7		0,3	0,9	
30	7,9	10,7	5,9		1	8,8		1,1	0,9	0,7		0,4	0,9	
33	8	10,1	6		1,4	9,2		1,1	0,9	0,7		0,4	0,9	
36	8,3	9,7	6,3		1,9	9,7		1,1	0,9	0,7		0,5	0,9	
39	8,6	9,2	6,8		2,8	10		1,1	0,9	0,7		0,5	0,9	
42	8,7	8,8	7,1		3,7	10,2		1,1	0,9	0,7		0,5	0,9	
45	9	8,2	7,4		4,1	10,5		1,1	0,9	0,75		0,6	0,9	
48	9,2	7,9	7,7		5	10,8		1,1	0,9	0,75		0,6	0,9	
51	9,5	7,9	7,9		6,2	10,9		1,1	0,9	0,75		0,7	0,9	
54	9,9	7,9	8		7,8	11		1,1	0,9	0,75		0,7	0,9	
57	10,1	7,9	8	0,3	8,3	11,2		1,1	0,9	0,75	0,1	0,8	0,95	
60	10,6	7,9	8,1	0,5	9,1	11,25		1,15	0,9	0,75	0,3	0,8	0,95	
63	10,8	7,9	8,2	1,2	9,9	11,3		1,15	0,9	0,75	0,3	0,9	0,95	
66	11,1	7,7	8,25	1,9	10,6	11,4		1,15	0,9	0,75	0,4	0,9	0,95	
69	11,3	7,6	8,3	2,4	11,1	11,4		1,15	0,9	0,75	0,4	1	0,95	
72	11,5	7,5	8,3	2,7	11,3	11,4	0	1,15	0,9	0,75	0,5	1	0,95	0
<b>Pertambahan</b>	<b>4,7</b>	<b>0</b>	<b>5,9</b>	<b>2,7</b>	<b>11,3</b>	<b>4,4</b>	<b>0</b>	<b>0,05</b>	<b>0</b>	<b>0,25</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>0,15</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	29,000
Rata-rata Panjang (cm)	4,143
Total Lebar (cm)	1,950
Rata-rata Lebar (cm)	0,279
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,058
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,004

Jenis Pupuk : D2

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	6	5	3	4	1	2	6	5	3	4
0	7,6	10,4			6,5	12,9	1,7	1,2			0,8	1,6
3	7,7	10,8			6,7	13	1,7	1,2			0,8	1,6
6	7,8	11			6,8	13	1,7	1,15			0,8	1,6
9	7,8	11,3			8	13,1	1,7	1,3			0,85	1,6
12	7,8	10			8	13,1	1,7	1,3			0,8	1,5
15	7,8	10			8,5	13,1	1,7	1,3			1	1,6
18	7,8	10,3			9	13,3	1,7	1,3			1	1,6
21	8,2	10,4		0,3	9,8	13,3	1,7	1,3		0,2	1	1,6
24	8,8	10,5		0,8	10	13	1,7	1,3		0,3	1	1,6
27	9,1	10,5		1,6	10,2	12,8	1,7	1,3		0,3	1	1,6
30	9,5	10,6		2,3	10,1	12,2	1,7	1,3		0,4	1	1,6
33	10	10,7		3,6	10,2	11	1,7	1,3		0,5	1	1,6
36	10,8	10,8		4,1	10,2	10,3	1,7	1,3		0,5	1	1,6
39	11,2	10,9		4,9	10,3	9,4	1,7	1,3		0,6	1,1	1,6
42	11,8	11		5,6	10,4	9	1,7	1,3		0,6	1,1	1,6
45	12,1	11,1		6,1	10,4	8,7	1,7	1,3		0,7	1,1	1,6
48	12,4	11,2		6,9	10,5	8,2	1,7	1,3		0,7	1,1	1,5
51	12,8	11,3		7,1	10,6	7,9	1,7	1,3		0,8	1,1	1,5
54	13	11,4		7,8	10,6	7,4	1,7	1,3		0,8	1,1	1,6
57	13,2	11,4		8,1	10,7	7	1,7	1,3		0,9	1,1	1,6
60	13,6	11,5	0,2	8,3	10,8	7	1,7	1,3	0,1	0,9	1,1	1,6
63	13,7	11,5	0,5	8,4	10,8	6,9	1,7	1,3	0,3	1	1,2	1,5
66	13,75	11,6	0,8	8,8	10,9	6,8	1,7	1,3	0,4	1	1,2	1,5
69	13,8	11,6	1	8,9	10,9	6,8	1,7	1,3	0,5	1,1	1,2	1,5
72	13,8	11,6	1,1	9	10,9	6,7	1,7	1,3	0,55	1,1	1,3	1,5
<b>Pertambahan</b>	<b>6,2</b>	<b>2,5</b>	<b>1,1</b>	<b>9</b>	<b>4,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,55</b>	<b>1,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	23,600
Rata-rata Panjang (cm)	3,933
Total Lebar (cm)	2,250
Rata-rata Lebar (cm)	0,375
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,055
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005

Jenis Pupuk : D3

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)													
	Panjang Pelepah							Lebar Pelepah						
	1	2	6	7	5	3	4	1	2	6	7	5	3	4
0	12	8,1				5,3	12,2	1	0,8				0,8	1
3	12,1	8				6,3	12,2	1	0,8				0,8	1,1
6	12,3	5,5				7,9	12,2	1	0,8				0,9	1,2
9	12,2	6,3				8,2	12,2	1,05	0,8				1	1,25
12	12,2	6,4				8,1	12,2	1	0,8				1	1,3
15	12,4	6,8				8,1	12,2	1	0,8				1	1,2
18	12,4	7,1			0,3	8,2	12,2	1	0,8			0,3	1	1,2
21	12,4	7,4			1,3	8,2	12,2	1	0,8			0,4	1	1,3
24	12,4	7,5			2,9	8,2		1	0,8			0,4	1	
27	12,4	7,6			2,9	8,2		1	0,8			0,5	1	
30	12,4	7,7			3,7	8,3		1	0,8			0,5	1	
33	12,5	7,8			4,6	8,4		1	0,8			0,6	1	
36	12,5	7,9			5,1	8,4		1	0,8			0,6	1	
39	12,5	8	0,5		5,4	8,4		1	0,8	0,3		0,7	1,1	
42	12,5	8,1	0,8		5,7	8,5		1	0,8	0,3		0,7	1,1	
45	12,6	8,1	1,2		6,1	8,5		1	0,8	0,4		0,8	1,1	
48	12,6	8,1	2,8		6,7	8,6		1	0,9	0,4		0,8	1,1	
51	12,6	8,1	3,9		7,4	8,6		1	0,9	0,5		0,8	1,1	
54	12,6	8,2	4,2		7,7	8,7		1,1	0,9	0,5		0,8	1,1	
57	12,6	8,2	4,9		7,9	8,7		1,1	0,9	0,6		0,9	1,1	
60	12,7	8,3	5,1	0,5	8	8,8		1,1	0,9	0,6	0,3	0,9	1,1	
63	12,7	8,3	5,8	0,9	8,1	8,8		1,1	0,9	0,6	0,3	0,9	1,1	
66	12,7	8,3	6,2	1,2	8,2	8,8		1,1	0,9	0,7	0,4	1	1,1	
69	12,7	8,4	6,5	1,3	8,25	8,8		1,1	0,9	0,7	0,4	1	1,1	
72	12,7	8,4	6,9	1,4	8,3	8,8		1,1	0,9	0,7	0,5	1,1	1,1	
<b>Pertambahan</b>	<b>0,7</b>	<b>2,9</b>	<b>6,9</b>	<b>1,4</b>	<b>8,3</b>	<b>3,5</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	23,700
Rata-rata Panjang (cm)	3,386
Total Lebar (cm)	3,100
Rata-rata Lebar (cm)	0,443
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,047
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,006

Jenis Pupuk : D3

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)									
	Panjang Pelepah					Lebar Pelepah				
	1	4	5	2	3	1	4	5	2	3
0	9,5			4,5	9	0,8			0,5	0,7
3	9,5			4,5	9	0,8			0,5	0,7
6	9,5			4,5	9	0,8			0,6	0,75
9	9,5			4,6	9	0,8			0,6	0,7
12	9,5			4,7	9	0,8			0,6	0,7
15	9,5			4,8	9	0,8			0,6	0,8
18	9,6			5	9	0,8			0,6	0,7
21	9,6			5,2	9	0,8			0,65	0,7
24	9,6			5,2	9	0,8			0,7	0,7
27	9,6			5,3	9	0,8			0,7	0,7
30	9,6			5,4	9	0,8			0,7	0,7
33	9,6			5,5	9	0,8			0,7	0,7
36	9,6	0,4		5,5	9	0,8	0,3		0,7	0,7
39	9,6	0,9		5,5	9	0,8	0,3		0,7	0,7
42	9,6	1,7		5,6	9	0,8	0,4		0,7	0,7
45	9,6	2,5		5,6	9	0,8	0,5		0,7	0,7
48	9,6	3,3		5,7	9	0,8	0,6		0,7	0,7
51	9,6	4		5,8	9	0,8	0,6		0,7	0,7
54	9,6	4,6		5,8	9	0,8	0,7		0,7	0,7
57	9,6	5,3		5,8	9	0,8	0,75		0,7	0,7
60	9,6	5,8	0,4	5,9	9	0,8	0,8	0,3	0,7	0,7
63	9,6	6,1	0,7	5,9	9	0,8	0,8	0,4	0,7	0,7
66	9,6	6,9	1,2	5,9	9	0,8	0,9	0,5	0,7	0,7
69	9,6	7,5	1,9	5,9	9	0,8	0,9	0,6	0,7	0,7
72	9,6	7,9	2,5	5,9	9	0,8	0,9	0,6	0,7	0,7
<b>Pertambahan</b>	<b>0,1</b>	<b>7,9</b>	<b>2,5</b>	<b>1,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	11,900
Rata-rata Panjang (cm)	2,380
Total Lebar (cm)	1,700
Rata-rata Lebar (cm)	0,340
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,033
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005



Jenis Pupuk : L1

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)													
	Panjang Pelepah							Lebar Pelepah						
	1	2	3	7	6	4	5	1	2	3	7	6	4	5
0	7,5	6	6,6		1	7,15	6,5	0,9	0,9	0,7		0,5	0,85	0,8
3	7,4	6	6,7		1	7,15	6,5	0,9	0,9	0,7		0,5	0,9	0,8
6	7,3	6	6,8		1,1	7,15	6,55	0,9	0,95	0,7		0,5	0,9	0,8
9	7,1	6	7,5		1,7	7,2	6,5	0,9	0,95	0,7		0,55	0,9	0,8
12	mati	6	7,7		1,4	7,3	6,5	mati	0,95	0,75		0,55	0,9	0,9
15		6,1	7,8		2,2	7,3	6,5		0,95	0,75		0,6	0,85	0,8
18		6,1	8		2,8	7,3	6,5		0,95	0,75		0,6	0,9	0,8
21		6,2	8,3		3,8	7,4	6,5		1	0,8		0,6	0,9	0,9
24		6,2	8,3		4,3	7,4	6,5		1	0,8		0,7	0,9	0,8
27		6,2	8,4		4,9	7,4	6,5		1	0,8		0,7	0,9	0,8
30		6,2	8,4		5,8	7,4	6,5		1	0,8		0,7	0,9	0,8
33		6,2	8,5		6,3	7,4	6,5		1	0,8		0,7	0,9	0,8
36		6,2	8,5	0,3	6,7	7,4	6,5		1	0,8	0,3	0,8	0,9	0,8
39		6,2	8,5	0,5	7,9	7,5	6,5		1	0,8	0,3	0,8	0,9	0,8
42		6,2	8,6	0,9	8,4	7,5	6,5		1	0,8	0,4	0,8	0,95	0,8
45		6,1	8,6	1,7	9,2	7,5	6,5		1	0,8	0,5	0,9	0,95	0,8
48		6,1	8,6	2,9	9,8	7,5	6,5		1	0,8	0,5	0,9	0,95	0,8
51		6,1	8,7	3,2	10,5	7,5	6,5		1	0,85	0,5	0,9	0,95	0,8
54		6,1	8,7	2,8	11,2	7,5	6,5		1	0,85	0,5	1	0,95	0,8
57		6,1	8,7	4,1	11,7	7,5	6,5		1	0,85	0,6	1	0,95	0,8
60		6,1	8,7	4,9	12,3	7,5	6,5		1	0,85	0,6	1	0,95	0,8
63		6,1	8,8	5,4	12,6	7,6	6,5		1	0,85	0,6	1	0,95	0,8
66		6,1	8,8	5,8	13,4	7,6	6,5		1	0,85	0,7	1	0,95	0,8
69		6,1	8,8	6,1	13,8	7,6	6,5		1	0,85	0,7	1	0,95	0,8
72		6,1	8,8	6,5	14,3	7,6	6,5		1	0,85	0,7	1	0,95	0,8
<b>Pertambahan</b>	<b>0</b>	<b>0,2</b>	<b>2,2</b>	<b>6,5</b>	<b>13,3</b>	<b>0,45</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,15</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	22,650
Rata-rata Panjang (cm)	3,236
Total Lebar (cm)	1,550
Rata-rata Lebar (cm)	0,221
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,045
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,003

Jenis Pupuk : L1

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)													
	Panjang Pelepah							Lebar Pelepah						
	1	2	5	6	7	4	5	1	2	5	6	7	4	5
0	14,2	6,8			2,9	11	4,6	1,8	0,8			0,5	1,3	1,9
3	14,3	6,9			3	11	4,6	1,7	0,8			0,5	1,3	1,9
6	14,4	7			3	10,7	4,6	1,75	0,7			0,4	1,3	1,95
9	14,2	7,5			3,5	11,5	4,7	1,8	0,8			0,55	1,3	1,95
12	14,1	7,4			3,5	11,2	4,5	1,8	0,8			0,4	1,25	1,9
15	14	7,5			3,5	11,3	4,8	1,8	0,8			0,4	1,3	1,9
18	14,25	7,6			3,6	11,4	4,8	1,8	0,8			0,5	1,3	1,9
21	14	7,7			3,75	11,2	4,8	1,8	0,8			0,6	1,3	1,9
24	14,1	7,8			4,5	11,2	4,8	1,8	0,8			0,6	1,3	1,9
27	14,1	7,9			4,9	11,2	4,8	1,9	0,8			0,6	1,3	1,9
30	14,2	8,2	0,5		5,1	11,4	4,8	1,9	0,9	0,3		0,7	1,3	1,9
33	14,2	8,3	0,9		5,7	11,5	4,8	1,9	0,9	0,5		0,7	1,3	1,9
36	14,3	8,4	1,4		5,9	11,6	4,7	1,9	0,9	0,5		0,7	1,3	1,9
39	14,3	8,6	2,3		6,4	11,7	4,7	1,9	0,9	0,6		0,8	1,3	1,9
42	14,4	8,7	3,6		7,1	11,7	4,7	1,9	0,9	0,6		0,8	1,3	1,9
45	14,5	8,8	4,5		7,3	11,7	4,7	2	0,9	0,7		0,9	1,3	1,9
48	14,6	8,9	4,9		8,3	11,7	4,7	2	0,9	0,8		0,9	1,3	1,9
51	14,7	8,9	5,2		8,7	11,8	4,7	2	0,9	0,8		1	1,3	1,9
54	14,7	8,9	5,8		9,1	11,8	4,7	2	1	0,9		1	1,3	1,9
57	14,8	9	6,2	0,3	9,4	11,9	4,7	2,1	1	0,9	0,3	1,1	1,3	1,9
60	14,9	9	6,5	0,5	9,6	11,9	4,6	2,1	1	0,9	0,3	1,2	1,3	1,9
63	14,9	9	6,7	0,8	9,9	11,9	4,6	2,1	1	1	0,5	1,3	1,3	1,9
66	14,9	9,1	6,8	1,1	10	12	4,6	2,1	1	1	0,5	1,3	1,3	1,9
69	15	9,1	7,2	1,5	10,1	12	4,6	2,1	1	1	0,6	1,4	1,3	1,9
72	15	9,1	7,3	1,9	10,3	12	4,6	2,1	1	1	0,6	1,4	1,3	1,9
<b>Pertambahan</b>	<b>0,8</b>	<b>2,3</b>	<b>7,3</b>	<b>1,9</b>	<b>7,4</b>	<b>1,3</b>	<b>0</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	21,000
Rata-rata Panjang (cm)	3,000
Total Lebar (cm)	3,000
Rata-rata Lebar (cm)	0,429
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,042
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,006

Jenis Pupuk : L2

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)											
	Panjang Pelepah						Lebar Pelepah					
	1	2	6	5	3	4	1	2	6	5	3	4
0	12,5	1,3			8,1	14,4	1,1	0,5			0,75	1,7
3	12,6	13,4			8,3	14	1,1	0,4			0,7	1,7
6	12,55	1,6			8,5	13,9	1,1	0,4			0,7	1,7
9	13	2,9			9,7	13,9	1,1	0,55			0,8	1,7
12	12,9	3			9,9	13,8	1,15	0,4			0,8	1,7
15	13	3,5			10,2	14	1,1	0,4			0,8	1,7
18	13,4	4,1			11,1	14,1	1,2	0,7			0,95	1,7
21	13,3	4,6			11,5	14,2	1,2	0,7			1,1	1,7
24	13,3	5,6			11,5	14,2	1,2	0,7			1,1	1,7
27	13,3	6,4			11,5	14,2	1,2	0,8			1,1	1,7
30	13,4	6,9			11,6	14,1	1,2	0,8			1,1	1,7
33	13,4	7,1			11,6	14,1	1,2	0,9			1,1	1,7
36	13,4	7,7			11,7	14,1	1,2	0,9			1,1	1,7
39	13,4	8,6			11,7	14	1,2	0,9			1,1	1,7
42	13,4	9,1			11,8	14	1,2	1			1,1	1,7
45	13,5	9,7			11,8	14	1,2	1			1,2	1,7
48	13,5	10,2		0,5	11,9	14	1,2	1		0,3	1,2	1,7
51	13,5	10,7		0,9	11,9	14	1,2	1		0,3	1,2	1,7
54	13,6	11		1,2	11,9	14	1,2	1,1		0,4	1,2	1,7
57	13,6	11,3		2,3	11,9	13,9	1,2	1,1		0,5	1,2	1,7
60	13,6	11,6		3,6	12	13,9	1,2	1,1		0,5	1,2	1,7
63	13,6	12,6		4,8	12	13,9	1,2	1,1		0,6	1,3	1,7
66	13,6	12,9	0,1	5,4	12	13,9	1,2	1,1	0,1	0,7	1,3	1,7
69	13,6	13	0,5	5,9	12	13,9	1,2	1,2	0,1	0,8	1,3	1,7
72	13,6	13,3	0,9	6,3	12	13,9	1,2	1,2	0,3	0,9	1,3	1,7
<b>Pertambahan</b>	<b>1,1</b>	<b>12</b>	<b>0,9</b>	<b>6,3</b>	<b>3,9</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,9</b>	<b>0,55</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	24,600
Rata-rata Panjang (cm)	4,100
Total Lebar (cm)	2,550
Rata-rata Lebar (cm)	0,425
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,057
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,006

Jenis Pupuk : L2

Replikasi ke- :2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)							
	Panjang Pelepah				Lebar Pelepah			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0	15,7	7,6	2,2	12,9	1,8	0,8	0,5	1,25
3	15,6	7,7	2,2	12,9	1,8	0,8	0,5	1,25
6	15,5	7,7	2,2	12,9	1,8	0,85	0,55	1,25
9	15,6	7,7	2,3	12,9	1,8	0,85	0,55	1,25
12	14,6	7,7	2,2	12,9	1,7	0,8	0,55	1,25
15	15,7	7,7	2,3	12,9	1,8	0,9	0,55	1,25
18	15,7	7,9	2,4	12,9	1,8	0,9	0,55	1,25
21	15,8	7,9	2,4	12,9	1,8	0,9	0,55	1,3
24	15,8	8	2,5	12,9	1,8	0,9	0,6	1,3
27	15,8	8,1	2,7	13	1,8	0,9	0,6	1,3
30	15,8	8,1	2,8	13	1,8	0,9	0,6	1,3
33	15,8	8,2	2,9	13	1,8	0,9	0,6	1,4
36	15,9	8,3	3,1	13	1,8	0,9	0,65	1,4
39	15,9	8,3	3,4	13,1	1,8	1	0,65	1,4
42	15,9	8,4	3,5	13,1	1,8	1	0,65	1,5
45	15,9	8,4	3,7	13,2	1,8	1	0,7	1,5
48	15,9	8,5	3,8	13,2	1,8	1	0,7	1,5
51	15,9	8,5	3,8	13,2	1,8	1	0,7	1,6
54	15,9	8,6	3,9	13,3	1,9	1	0,7	1,6
57	15,9	8,6	3,9	13,3	1,9	1	0,7	1,6
60	16	8,7	4	13,3	1,9	1	0,7	1,6
63	16	8,7	4	13,4	1,9	1	0,8	1,6
66	16	8,7	4,1	13,4	1,9	1	0,8	1,6
69	16	8,7	4,1	13,4	1,9	1	0,8	1,6
72	16	8,7	4,2	13,4	1,9	1	0,8	1,6
<b>Pertambahan</b>	<b>0,5</b>	<b>1,1</b>	<b>2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>0,35</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	4,100
Rata-rata Panjang (cm)	1,025
Total Lebar (cm)	0,950
Rata-rata Lebar (cm)	0,238
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,014
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,003

Jenis Pupuk : L3

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)									
	Panjang Pelepah					Lebar Pelepah				
	1	2	5	3	4	1	2	5	3	4
0	14,4	5,9		10,5	13	1,4	0,6		1	2
3	14,6	6		10,6	13	1,4	0,6		1	2
6	14,8	6		10,6	13,1	1,4	0,6		1	2
9	14,7	6,4		11	13,1	1,45	0,7		1	2
12	14,6	6,3	0,2	11	13,1	1,4	0,6	0,2	1	1,9
15	14,2	6,4	0,6	11	12,6	1,4	0,7	0,3	1,1	1,9
18	14,2	6,6	0,8	11,3	12,9	1,4	0,7	0,3	1,1	1,9
21	14,6	6,8	0,8	11,4	13,4	1,4	0,7	0,3	1,1	2
24	14,7	7,3	1,3	11,5	13	1,4	0,8	0,4	1,1	2
27	14,7	7,8	1,6	11,6	12,9	1,4	0,8	0,4	1,1	2
30	14,7	8	2,4	11,7	12,7	1,4	0,8	0,5	1,2	2
33	14,8	8,2	2,9	11,9	11	1,4	0,8	0,5	1,2	2
36	14,8	8,3	3,1	12	11	1,4	0,9	0,6	1,2	2
39	14,8	8,4	3,9	12,4	11	1,4	0,9	0,6	1,2	2
42	14,8	8,5	4,1	12,5	11	1,4	0,9	0,6	1,2	2
45	14,9	9,1	4,5	12,7	11	1,4	0,9	0,7	1,2	2
48	14,9	9,3	5	12,8	11	1,5	1	0,7	1,2	2
51	14,9	9,7	5,1	12,9	11	1,5	1	0,8	1,2	2
54	14,9	10,3	5,2	13	11	1,5	1,1	0,8	1,2	2
57	14,9	10,8	5,3	13,1	11	1,5	1,1	0,8	1,2	2
60	14,9	11,1	5,4	13,15	10,8	1,5	1,2	0,8	1,2	2
63	14,9	11,3	5,5	13,2	10,8	1,5	1,2	0,8	1,2	2
66	15	11,6	5,5	13,3	10,8	1,5	1,3	0,85	1,2	2
69	15	11,9	5,6	13,4	10,8	1,5	1,3	0,85	1,2	2
72	15	12,1	5,6	13,4	10,8	1,5	1,3	0,85	1,2	2
<b>Pertambahan</b>	<b>0,6</b>	<b>6,2</b>	<b>5,6</b>	<b>2,9</b>	<b>0,9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,85</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	16,200
Rata-rata Panjang (cm)	3,240
Total Lebar (cm)	1,850
Rata-rata Lebar (cm)	0,370
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,045
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005

Jenis Pupuk : L3

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)													
	Panjang Pelepah							Lebar Pelepah						
	1	2	6	7	3	4	5	1	2	6	7	3	4	5
0	10	6,4			1,6	8,4	5,7	1,2	0,7			0,6	0,9	1,2
3	10,1	6,4			1,7	8,4	5,7	1,2	0,7			0,6	0,9	1,2
6	10,2	6,4			1,8	8,4	5,7	1,2	0,7			0,6	0,9	1,2
9	10,2	6,3			2,5	8,6	5,7	1,2	0,7			0,6	0,9	1,2
12	10,3	6,3	0,1		2,9	8,5	4,4	1,2	0,7	0,3		0,6	0,9	1,3
15	10,3	6,3	0,5		3,2	8,4	3,8	1,2	0,7	0,4		0,6	0,9	1,3
18	10,2	6,4	0,6		3,6	8,5	3,7	1,2	0,7	0,5		0,6	0,9	1,3
21	10,3	6,4	1		4	8,5	3,3	1,2	0,7	0,5		0,65	0,9	1,3
24	10,3	6,4	2,3		4,1	8,5	3,3	1,2	0,7	0,5		0,65	0,9	1,3
27	10,3	6,4	3,4		4,2	8,5	3,3	1,2	0,7	0,5		0,65	0,9	1,3
30	10,3	6,4	4		4,3	8,4	3,3	1,2	0,7	0,6		0,65	0,9	1,3
33	10,3	6,5	4,3		4,4	8,4	3,2	1,2	0,7	0,6		0,65	0,9	1,3
36	10,3	6,5	4,6		4,5	8,4	3,2	1,2	0,7	0,6		0,7	0,9	1,3
39	10,3	6,5	4,8		4,6	8,4	3,1	1,2	0,7	0,6		0,7	0,9	1,3
42	10,3	6,5	5,4		4,7	8,4	3,1	1,2	0,7	0,6		0,7	0,9	1,3
45	10,3	6,5	5,8		4,8	8,4	3,1	1,2	0,7	0,6		0,7	0,9	1,2
48	10,3	6,5	6,1		4,9	8,4	3,1	1,2	0,7	0,6		0,7	0,9	1,2
51	10,4	6,5	6,65		5	8,4	3	1,2	0,7	0,6		0,7	0,9	1,2
54	10,4	6,5	6,9		5,1	8,4	3	1,2	0,7	0,7		0,7	0,9	1,2
57	10,4	6,6	7,2		5,1	8,4	3	1,2	0,7	0,7		0,7	0,9	1,1
60	10,4	6,6	7,5	0,5	5,2	8,4	3	1,2	0,7	0,7	0,3	0,7	0,9	1,1
63	10,4	6,6	7,9	0,9	5,2	8,4	3	1,2	0,7	0,7	0,3	0,7	0,9	1,1
66	10,4	6,6	8	1,3	5,3	8,4	3	1,2	0,7	0,7	0,5	0,7	0,9	1,1
69	10,4	6,6	8,1	2,8	5,3	8,4	3	1,2	0,7	0,7	0,5	0,7	0,9	1,1
72	10,4	6,6	8,2	3,6	5,3	8,4	3	1,2	0,7	0,7	0,5	0,7	0,9	1,1
<b>Pertambahan</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>8,2</b>	<b>3,6</b>	<b>3,7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	16,200
Rata-rata Panjang (cm)	2,314
Total Lebar (cm)	1,400
Rata-rata Lebar (cm)	0,200
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,032
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,003

Jenis Pupuk : U

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)															
	Panjang Pelepah								Lebar Pelepah							
	1	2	5	7	6	4	3	4	1	2	5	7	6	4	3	4
0	13,2	8,15					7,8	13	1,2	0,8					0,6	1,7
3	13,2	3,2						8	13	1,2	0,7				0,7	1,7
6	13,2	3,5				0,2	8,2	13	1,2	0,7				0,3	0,8	1,7
9	13,2	4,2				2,1	8,6	13	1,2	0,65				0,7	0,8	1,7
12	13,2	4				2,6	8,6	13	1,2	0,7				0,75	0,8	1,7
15	13,2	4,35	0,3			3,5	8,6	13	1,2	0,7	0,3			0,8	0,8	1,7
18	13,2	4,4	1			4	8,7	12,9	1,2	0,8	0,5			0,8	0,8	1,7
21	13,1	4,3	2			4,4	8,7	12,7	1,2	0,8	0,8			0,9	0,8	1,7
24	13,1	4,3	2,8		0,4	4,5	8,8	12	1,2	0,8	1		0,4	0,9	0,8	1,7
27	13,1	4,4	3,5		0,8	4,5	8,8	12	1,2	0,8	1,1		0,4	0,9	0,8	1,7
30	13,1	4,4	4,2		1,5	4,5	8,9	11,7	1,2	0,8	1,1		0,5	1	0,8	1,7
33	13,1	4,4	4,9		2,2	4,6	8,9	11,7	1,2	0,8	1,1		0,5	1	0,8	1,7
36	13	4,4	5,3		3,1	4,6	8,9	11,6	1,2	0,9	1,2		0,6	1	0,8	1,7
39	13	4,4	5,8		3,9	4,6	8,9	11,3	1,2	0,9	1,2		0,6	1	0,8	1,7
42	13	4,4	6,1		4,8	4,6	9	11,1	1,2	0,9	1,2		0,7	1	0,8	1,7
45	13	4,4	6,6		5,4	4,7	9	11	1,2	0,9	1,2		0,7	1	0,8	1,7
48	13	4,5	6,9		6,3	4,7	9,1	11	1,2	0,9	1,2		0,7	1	0,8	1,7
51	12,8	4,5	7,3		7,2	4,7	9,1	11	1,2	0,9	1,2		0,7	1	0,8	1,7
54	12,8	4,5	7,6		7,7	4,7	9,1	10,9	1,2	0,9	1,2		0,7	1	0,8	1,7
57	12,8	4,5	8	0,3	8,1	4,7	9,1	10,9	1,2	0,9	1,2	0,3	0,8	1	0,8	1,7
60	12,8	4,5	8,4	0,8	8,5	4,7	9,1	10,9	1,2	0,9	1,2	0,4	0,8	1	0,8	1,7
63	12,8	4,5	8,7	1,3	8,8	4,8	9,2	10,8	1,2	0,9	1,2	0,5	0,8	1	0,8	1,7
66	12,8	4,5	9	1,8	9,1	4,8	9,2	10,8	1,2	0,9	1,2	0,5	0,9	1	0,8	1,7
69	12,8	4,5	9,3	2,4	9,4	4,8	9,2	10,8	1,2	0,9	1,2	0,5	0,9	1	0,8	1,7
72	12,8	4,5	9,4	3	9,6	4,8	9,2	10,8	1,2	0,9	1,2	0,5	1	1	0,8	1,7
<b>Pertambahan</b>	<b>0</b>	<b>1,3</b>	<b>9,4</b>	<b>3</b>	<b>9,6</b>	<b>4,8</b>	<b>1,4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,25</b>	<b>1,2</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	29,500
Rata-rata Panjang (cm)	3,688
Total Lebar (cm)	4,150
Rata-rata Lebar (cm)	0,519
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,051
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,007

Jenis Pupuk : U

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)							
	Panjang Pelepah				Lebar Pelepah			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0	7,5		2,3	8,8	0,7		0,6	0,9
3	7,5		2,3	8,8	0,7		0,55	0,9
6	7,5		2,3	8,8	0,7		0,5	0,95
9	7,5		2,45	8,8	0,7		0,55	0,9
12	7,4		2,6	8,8	0,7		0,5	0,9
15	7,5		2,7	8,8	0,7		0,55	0,9
18	7,5		2,8	8,8	0,7		0,55	0,9
21	7,5		2,9	8,8	0,7		0,6	0,9
24	7,5		3	8,8	0,7		0,6	0,8
27	7,5		3,1	8,8	0,7		0,6	0,8
30	7,5		3,2	8,8	0,7		0,6	0,8
33	7,6		3,4	8,8	0,7		0,6	0,8
36	7,6		3,5	8,9	0,8		0,6	0,8
39	7,6		3,7	8,9	0,8		0,6	0,8
42	7,6		3,9	8,9	0,8		0,6	0,8
45	7,6		4	8,9	0,8		0,6	0,8
48	7,6		4,1	8,9	0,8		0,6	0,8
51	7,6		4,3	8,9	0,8		0,6	0,8
54	7,6		4,4	9	0,8		0,6	0,8
57	7,6		4,5	9	0,8		0,6	0,8
60	7,6		4,6	9	0,8		0,6	0,8
63	7,6	0,3	4,6	9	0,8	0,1	0,6	0,8
66	7,6	0,5	4,7	9	0,8	0,3	0,6	0,8
69	7,6	0,7	4,7	9	0,8	0,5	0,6	0,8
72	7,6	1,1	4,7	9	0,8	0,7	0,6	0,8
<b>Pertambahan</b>	<b>0,2</b>	<b>1,1</b>	<b>2,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	3,900
Rata-rata Panjang (cm)	0,975
Total Lebar (cm)	0,900
Rata-rata Lebar (cm)	0,225
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,014
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,003



Jenis Pupuk : K

Replikasi ke- : 1

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)													
	Panjang Pelepah							Lebar Pelepah						
	1	2	6	7	3	4	5	1	2	6	7	3	4	5
0	10,4	6			0,4	10,05	5,3	1,6	0,9			0,4	1,3	1,9
3	10,4	6			0,8	10,1	4,8	1,6	0,9			0,5	1,3	1,8
6	10,3	6,1			1	10,1	4,8	1,6	0,9			0,6	1,3	1,8
9	10,4	6,3			2,3	10,3	4,8	1,75	0,9			0,7	1,35	1,8
12	10	6,1			2,5	10,1	4,7	1,75	0,9			0,6	1,3	1,8
15	10,2	6,2			3	10,1	4,5	1,7	0,9			0,7	1,3	1,8
18	10,3	6,3			3,3	10,25	4,5	1,7	0,9			0,8	1,3	1,9
21	10,6	6,2	0,3		3,8	10,25	4,3	1,7	0,9	0,3		0,9	1,3	1,9
24	10,6	6,3	0,9		4	10,25	4	1,7	0,9	0,5		0,9	1,3	1,8
27	10,6	6,3	2,1		4,1	10,4	4	1,7	0,9	0,5		0,9	1,3	1,8
30	10,6	6,3	2,9		4,3	10,4	4	1,7	0,9	0,5		0,9	1,3	1,8
33	10,6	6,4	3,1		4,6	10,4	4	1,7	0,9	0,5		0,9	1,3	1,7
36	10,6	6,4	3,9		4,7	10,5	4	1,7	0,9	0,6		0,9	1,3	1,7
39	10,6	6,4	4,5		4,8	10,5	4	1,7	0,9	0,6		0,9	1,3	1,7
42	10,7	6,4	5		4,9	10,5	4	1,7	0,9	0,6		0,9	1,3	1,7
45	10,7	6,5	5,1		5	10,5	4	1,7	0,9	0,7		0,9	1,3	1,7
48	10,7	6,5	5,8		5,1	10,5	4	1,7	0,9	0,7		1	1,3	1,7
51	10,7	6,5	6,4		5,2	10,6	4	1,7	0,9	0,8		1	1,3	1,7
54	10,7	6,5	6,8	0,3	5,3	10,6	4	1,7	0,9	0,8	0,30,3	1	1,3	1,7
57	10,7	6,5	7,2	0,7	5,4	10,6	3,9	1,7	0,9	0,8	0,3	1	1,3	1,7
60	10,7	6,6	7,7	1	5,5	10,6	3,9	1,7	0,9	0,8	0,4	1	1,3	1,7
63	10,7	6,6	8,1	1,2	5,6	10,6	3,9	1,7	0,9	0,9	0,4	1	1,3	1,7
66	10,8	6,6	8,3	2,7	5,7	10,6	3,9	1,7	0,9	0,9	0,5	1	1,3	1,7
69	10,8	6,6	8,6	3,8	5,7	10,6	3,9	1,7	0,9	0,9	0,5	1	1,3	1,7
72	10,8	6,6	8,8	4,5	5,8	10,6	3,9	1,7	0,9	0,95	0,7	1	1,3	1,7
<b>Pertambahan</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>8,8</b>	<b>4,5</b>	<b>5,4</b>	<b>0,55</b>	<b>0</b>	<b>0,1</b>	<b>0</b>	<b>0,95</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	20,750
Rata-rata Panjang (cm)	2,964
Total Lebar (cm)	2,350
Rata-rata Lebar (cm)	0,336
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,041
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,005

Jenis Pupuk : K

Replikasi ke- : 2

Pengamatan Ke-	Pengukuran (cm)									
	Panjang Pelepah					Lebar Pelepah				
	1	4	5	2	3	1	4	5	2	3
0	11,8			7,7	10,5	1,2			0,8	1,8
3	11,8			7,7	10,4	1,2			0,8	1,8
6	11,9			7,8	10,4	1,2			0,8	1,8
9	12			8,1	10,5	1,3			0,8	1,8
12	12,1			8,3	10,5	1,3			0,8	1,7
15	12,3			8,6	10,5	1,3			0,8	1,8
18	12,3			9	10,6	1,25			0,8	1,8
21	12,5			9,3	10,6	1,3			0,9	1,8
24	12,6			9,7	10	1,3			0,9	1,8
27	12,6			9,8	10	1,3			0,9	1,7
30	12,6			10	10	1,3			0,9	1,7
33	12,7			10,3	10	1,3			1	1,6
36	12,7			10,6	10	1,3			1	1,6
39	12,7			10,8	10	1,4			1	1,6
42	12,7			11	9,8	1,4			1	1,6
45	12,8			11,2	9,6	1,4			1	1,6
48	12,8	0,5		11,4	9,6	1,4	0,3		1,1	1,6
51	12,9	0,7		11,6	9,4	1,4	0,3		1,1	1,6
54	12,9	1,4		11,7	9,4	1,4	0,5		1,2	1,6
57	13	1,9		11,8	9,2	1,4	0,5		1,3	1,6
60	13	2,4		11,8	9,2	1,5	0,6		1,3	1,6
63	13	2,8		11,9	9,2	1,5	0,7		1,3	1,6
66	13,1	3,2		11,9	9,2	1,5	0,7		1,3	1,6
69	13,1	3,5	0,1	12	9,2	1,5	0,9	0,1	1,3	1,6
72	13,2	3,9	0,3	12	9,2	1,5	1	0,2	1,3	1,6
<b>Pertambahan</b>	<b>1,4</b>	<b>3,9</b>	<b>0,3</b>	<b>4,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>	<b>1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,5</b>	<b>0</b>

Perhitungan Pertumbuhan	
Total Panjang (cm)	10,100
Rata-rata Panjang (cm)	2,020
Total Lebar (cm)	2,000
Rata-rata Lebar (cm)	0,400
Laju rata-rata panjang pelepah (cm/hari)	0,028
Laju rata-rata lebar pelepah (cm/hari)	0,006

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis yang memiliki nama lengkap Ivani Livia Trisno lahir di Surabaya pada tanggal 29 Januari 1997. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2002-2008 di SD Widya Merti Surabaya. Kemudian dilanjutkan di SMPK Santa Maria Surabaya pada tahun 2008-2011. Adapun pendidikan tingkat atas dilalui di SMAK Frateran Surabaya pada tahun 2011-2014. Penulis kemudian melanjutkan Pendidikan S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, ITS Surabaya pada tahun 2014.

Selama perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan kepanitian, organisasi, dan pengembangan diri. Tahun pertama perkuliahan penulis terdaftar sebagai volunteer ITS International Office divisi *hospitality*. Dilanjutkan sebagai co-coordinator divisi *hospitality* di tahun berikutnya. Tahun ketiga perkuliahan penulis mengikuti Erasmus+ mobility programme di Polandia dan menjabat sebagai staff divisi Hubungan Mahasiswa PMK ITS. Di akhir tahun perkuliahan, penulis menjabat sebagai koordinator divisi media informasi PMK ITS dan juga mengikuti Sakura Science Exchange Program di Jepang. Penulis melakukan kerja praktik lapangan (KP) di PT Pupuk Kalimantan Timur, Bontang, Kalimantan Timur pada tahun 2017. Salah satu pelatihan yang pernah diikuti ialah pelatihan SMK3 PP 50/2012. Penulis dapat dihubungi melalui email [ivanilivia@gmail.com](mailto:ivanilivia@gmail.com).