



TUGAS AKHIR - SS 145561

**PENGARUH PERTUMBUHAN TANAMAN
KANGKUNG (*IPOMOEA REPTANS POIR*)
DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA TANAM
ECENG GONDOK (*EICHHORNIA CRASSIPES*)**

Desy Nuriatul Fajariyah
NRP 10611500000116

Pembimbing
Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes.

Program Studi Diploma III
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - SS 145561

**PENGARUH PERTUMBUHAN TANAMAN
KANGKUNG (*IPOMOEA REPTANS POIR*)
DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA TANAM
ECENG GONDOK (*EICHHORNIA CRASSIPES*)**

Desy Nuriatul Fajariyah
NRP 10611500000116

Pembimbing
Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes.

Program Studi Diploma III
Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - SS 145561

**EFFECT OF THE GROWNTH
KALE PLANT (*IPOMOEA REPTANS POIR*)
BY USING PLACE PLANT
WATER HYACINTH (*EICHHORNIA CRASSIPES*)**

Desy Nuriatul Fajariyah
NRP 10611500000116

Supervisor
Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes.

Programme Study of Diploma III
Department of Business Statistics
Faculty of Vocations
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH PERTUMBUHAN TANAMAN
KANGKUNG (*IPOMOEA REPTANS POIR*) DENGAN
MENGUNAKAN MEDIA TANAM
ECENG GONDOK (*EICHHORNIA CRASSIPES*)**

TUGAS AKHIR

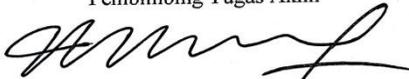
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DESY NURIATUL FAJARIYAH
NRP 10611500000116

SURABAYA 05 JULI 2018

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes.

NIP. 19571007 198303 2 001

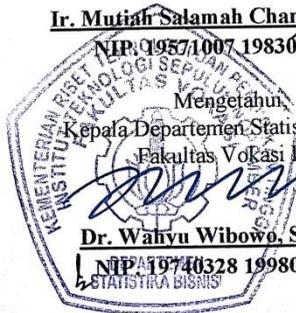
Mengetahui,

Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS



Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si

NIP. 19740328 199802 1 001



**PENGARUH PERTUMBUHAN TANAMAN
KANGKUNG (*IPOMOEA REPTANS POIR*) DENGAN
MENGUNAKAN MEDIA TANAM
ECENG GONDOK (*EICHHORNIA CRASSIPES*)**

Nama : Desy Nuriatul Fajariyah
NRP : 1061150000116
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi - ITS
Pembimbing : Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes.

Abstrak

Danau statistika ITS seringkali terdapat eceng gondok yang dapat mengganggu pemandangan. Selain bisa menimbulkan pendangkalan, juga dapat mematikan organisme di sekitarnya karena menghalangi masuknya sinar matahari dan udara masuk ke perairan. Sehingga pada penelitian ini dilakukan percobaan mengenai pemanfaatan eceng gondok sebagai media tanam. Tanaman yang digunakan pada percobaan ini adalah kangkung. Hal ini dikarenakan, produktivitas kangkung masih rendah yaitu peringkat ke 18 dari 24 jenis tanaman sayuran di Indonesia pada tahun 2016 sebanyak 297.130 Ton. Pertumbuhan kangkung dapat dilihat dari tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung. Dimana pertumbuhan kangkung (tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun) sebagai variabel respon dan media tanam sebagai perlakuan maka metode yang digunakan pada penelitian ini adalah MANOVA. Tujuan menggunakan MANOVA untuk mengetahui pengaruh media tanam eceng gondok terhadap pertumbuhan kangkung. Data pada penelitian ini didapatkan dari data primer yaitu melakukan percobaan selama 30 hari dengan menggunakan rancangan percobaan RAL. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media tanam eceng gondok pada konsentrasi 40% atau konsentrasi 50% berpengaruh terhadap pertumbuhan kangkung.

Kata Kunci : Eceng Gondok, Kangkung, dan MANOVA

**EFFECT OF THE GROWNTH
KALE PLANT (*IPOMOEA REPTANS POIR*)
BY USING PLACE PLANT
WATER HYACINTH (*EICHHORNIA CRASSIPES*)**

Name : Desy Nuriatul Fajariyah
NRP : 1061150000116
Departement : Business Statistics Faculty of Vocations - ITS
Supervisor : Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes.

Abstract

Statistics lake ITS often have water hyacinth that can disturb the scenery. In addition to causing siltation, can also turn off the surrounding organisms because it blocks the entry of sunlight and air into the waters. So in this study conducted experiments on the use of water hyacinth as a planting medium. The plants used in this experiment were kale. This is because, the productivity of kale plant is still low, which is ranked 18 out of 24 types of vegetable crops in Indonesia in 2016 as much as 297,130 Ton. The growth of kale plant can be seen from the stem height, the number of leaves, and the length of the leaf of kangkung. Where the growth of kale plant (stem height, leaf number, and leaf length) as the response variable and planting media as treatment, the method used in this study is MANOVA. The purpose of using MANOVA to determine the influence of planting media water hyacinth on kale growth. The data in this research is obtained from the primary data that is doing the experiment for 30 days using RAL experimental design. The results showed that the planting medium of water hyacinth at concentration of 40% or 50% concentration had an effect on the growth of kale.

Keywords : Kale, MANOVA , and Place Plant.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan berkah yang tidak pernah berhenti sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan dengan baik dan lancar Tugas Akhir yang berjudul “**Pengaruh Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomoea Reptans Poir*) dengan Menggunakan Media Tanam Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*)**”. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir Mutiah Salamah Chamid M.Kes, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan motivasi dan informasi hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dra. Destri Susilaningrum, M. Si selaku dosen penguji dan Ibu Noviyanti Santoso, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji sekaligus validator Tugas Akhir atas saran dan kritiknya yang membangun.
3. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si, M.Si, selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis, Fakultas Vokasi ITS.
4. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, MS. selaku Kepala Program Studi Diploma III Departemen Statistika Bisnis, Fakultas Vokasi ITS.
5. Bapak Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si. selaku Dosen Wali sekaligus Sekretaris Departemen Statistika Bisnis, Fakultas Vokasi ITS.
6. Seluruh Dosen dan karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan pengalaman, ilmu kepada penulis serta memberikan kelancaran dalam kuliah baik dari sarana prasarana.
7. Alm. Ibu Suhartiningsih dan Bapak Moh. Djufri yang selalu memberikan doa, kasih sayang, selalu mengingat penulis kepada sang pencipta, serta memberikan saran dan kritik

dalam melakukan percobaan Tugas Akhir sehingga penulis mempersembahkan Toga ini untuk ibu dan bapak.

8. Ibu lilik, Bapak sinul, Umi, Aba, adek rahman, adek mahrus, dan adek irul yang selalu memberikan doa, motivasi, dan menghibur disaat banyak kendala yang dihadapi penulis
9. Anni Ayu Widuri, Rina Susanti, dan Novian Dwi Roessanti, dan Atika Marasabessy selaku sahabat yang selalu memberikan motivasi, doa, dan sharing-sharing ilmu.
10. Seluruh teman-teman kost, dan pak nyaman yang mengizinkan penulis melakukan percobaan, dan dukungan dalam melakukan percobaan.
11. Seluruh teman-teman mahasiswa Statistika dan Statistika Bisnis ITS 2015 memberikan semangat dan dorongan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
12. Semua pihak yang membantu selama penyusunan laporan Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sangat berharap hasil Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua serta saran dan kritik yang bersifat membangun guna perbaikan di masa mendatang.

Surabaya, 05 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJUAN PUSTAKA	
2.1 Rancangan Acak Lengkap.....	5
2.2 <i>Multivariate Analysis of Variance</i> (MANOVA)	5
2.2.1 Uji Homogenitas.....	6
2.2.2 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat.....	8
2.2.3 Pengujian MANOVA	8
2.3 T^2 Hotteling	10
2.4 Media Tanam.....	10
2.5 Penelitian Sebelumnya	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	13
3.2 Rancangan Percobaan	13
3.3 Struktur Data	16
3.4 Variabel Penelitian	16
3.5 Langkah Analisis	17
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Pertumbuhan Kangkung	19

	Halaman
4.2 Pemeriksaam Asumsi MANOVA pada Tinggi Batang, Jumlah Daun, dan Panjang Daun Kangkung Menggunakan Media Tanam Eceng Gondok	21
4.2.1 Uji Homogenitas.....	21
4.2.3 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat	22
4.3 Analisis pada Pertumbuhan Kangkung.....	22
4.4 Pengujian T ² Hotteling	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Data Untuk Rancangan Acak Lengkap	5
Tabel 2.2 MANOVA.....	9
Tabel 2.3 Penelitian Sebelumnya	12
Tabel 3.1 Alat dan Bahan	13
Tabel 3.2 Definisi Operasional.....	14
Tabel 3.3 Struktur Data Untuk Pertumbuhan Kangkung	16
Tabel 3.4 Variabel Penelitian	16
Tabel 4.1 Karakteristik Pertumbuhan Kangkung	19
Tabel 4.2 Uji MANOVA.....	24
Tabel 4.3 Uji T^2 Hotteling pada Pertumbuhan Kangkung.....	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Visualisai Media Tanam	15
Gambar 3.2 Diagram Alir	18
Gambar 4.1 Histogram Tinggi Batang (cm)	20
Gambar 4.2 Histogram Jumlah Daun (helai)	20
Gambar 4.3 Histogram Panjang Daun (cm).....	21

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Pertumbuhan Kangkung	31
Lampiran 2 Statistika Deskriptif.....	31
Lampiran 3 Uji Box's F.....	32
Lampiran 4 Uji Distribusi Normal Multivariat.....	34
Lampiran 5 Matriks SSCP.....	34
Lampiran 6 MANOVA.....	35
Lampiran 7 T^2 Hotteling.....	35
Lampiran 8 Dokumentasi	38
Lampiran 9 Surat Keaslian Data.....	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman gulma di wilayah perairan yang hidup terapung pada air yang dalam, atau mengembangkan perakaran di dalam lumpur pada air yang dangkal. Eceng gondok dapat berkembang biak secara vegetatif dan generatif. Perkembangbiakan dengan cara vegetatif dapat melipat ganda dua kali dalam waktu 7-10 hari (Pasaribu & Sahwalita, 2008). Wilayah kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) terdapat beberapa danau, salah satunya adalah danau statistika. Danau statistika ITS seringkali terdapat eceng gondok yang dapat mengganggu pemandangan. Selain bisa menimbulkan pendangkalan, juga dapat mematikan organisme di sekitarnya karena menghalangi masuknya sinar matahari dan udara masuk ke perairan.

Eceng gondok dalam keadaan kering memiliki kandungan kimia yang berupa selulosa 64,51%, pentosa 15,61%, lignin 7,69%, silika 5,56% dan abu 12% (Kriswiyanti & Endah, 2009). Hal tersebut menyebabkan banyak penelitian memanfaatkan eceng gondok sebagai pupuk kompos. Pemanfaatan eceng gondok pada penelitian sebelumnya, dilakukan oleh Yanuarismah (2012) dengan unit eksperimen selada. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa konsentrasi kompos eceng gondok 80% berpengaruh terhadap berat akar, dan berat selada. Selain itu, dilakukan oleh Aini dan Kuswytasari (2013) dengan unit eksperimen jamur tiram putih. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa penambahan eceng gondok pada media tanam berpengaruh terhadap pertumbuhan miselium dan berat jamur tiram putih dengan pertumbuhan paling cepat pada pemberian eceng gondok 10% sebesar 79,4 gram. Sehingga pada penelitian ini memanfaatkan eceng gondok sebagai media tanam berupa konsentrasi eceng gondok yang terdiri eceng gondok dan tanah. Media tanam berfungsi sebagai tempat tumbuhnya akar tanaman.

Penelitian ini melakukan percobaan mengenai pengaruh konsentrasi eceng gondok terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman yang digunakan pada percobaan ini adalah kangkung. Hal ini dikarenakan, produktivitas kangkung masih rendah yaitu peringkat ke 18 dari 24 jenis tanaman sayuran di Indonesia pada tahun 2016 sebanyak 297.130 Ton (Badan Pusat Statistika, 2017). Kangkung (*Ipomoea reptans Poir*) termasuk sayuran yang populer di Indonesia. Tanaman kangkung yang biasa di budidayakan petani yakni kangkung darat dan kangkung air. Kangkung berasal dari daerah tropis, terutama daerah Afrika dan Asia. Dimana kangkung mengandung gizi yang dibutuhkan oleh tubuh seperti, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, natrium, kalsium, vitamin A, vitamin B, vitamin C (haryoto, 2009). Jenis kangkung yang digunakan pada penelitian ini adalah kangkung darat. Dimana kangkung darat dapat dipanen pada umur antara 30 hingga 45 hari.

Pemanfaatan eceng gondok sebagai gulma tanaman dapat digunakan untuk media tanam. Media tanam yang digunakan adalah tanah dan eceng gondok sebagai perlakuan. Perlakuan pada penelitian ini adalah konsentrasi eceng gondok dengan konsentrasi eceng gondok 0%, 25%, 40%, dan 50%. Tujuan pada penelitian untuk mengetahui apakah konsentrasi eceng gondok berpengaruh secara signifikan terhadap tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung, dimana pada penelitian ini menggunakan media tanam dari konsentrasi eceng gondok yang berbeda yang akan mengukur tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun pada kangkung. Dengan menggunakan rancangan acak lengkap diharapkan dapat dilihat pengaruh media tanam eceng gondok terhadap pertumbuhan kangkung.

1.2 Rumusan Masalah

Pemanfaatan eceng gondok sebagai gulma tanaman dapat digunakan untuk media tanam. Hal ini dikarenakan kandungan yang terdapat di eceng gondok berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman antara lain yaitu tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung. Oleh karena itu, permasalahan pada pe-

nelitian ini yaitu bagaimana karakteristik dan pengaruh dari media tanam eceng gondok terhadap pertumbuhan tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun pada kangkung.

1.3 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan maka tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik dan pengaruh media tanam eceng gondok terhadap tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun pada kangkung.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah menggunakan kangkung darat sebagai unit eksperimen dan dapat dipanen pada umur 30 hari. Media tanam eceng gondok ditempatkan pada ruang terbuka. Dilakukan pengeringan pada eceng gondok dengan cahaya matahari cerah selama 2 hari.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian adalah memberikan informasi mengenai pengaruh konsentrasi eceng gondok terhadap pertumbuhan kangkung sebagai media tanam. Dapat dipergunakan sebagai acuan untuk pengembangan ilmu statistika di bidang pertanian.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJUAN PUSTAKA

2.1 Rancangan Acak Lengkap

Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan yang paling sederhana diantara rancangan-rancangan percobaan yang baku. Percobaan dengan menggunakan rancangan acak lengkap digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen (Mattjik & Sumertajaya, 2002).

Struktur data pengamatan untuk rancangan acak lengkap yang terdiri dari t perlakuan dan r ulangan yang ditampilkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Struktur Data Untuk Rancangan Acak Lengkap

Ulangan	Perlakuan				Total
	A	B	...	t	
1	y_{A1}	y_{B1}	...	y_{t1}	
2	y_{A2}	y_{B1}	...	y_{t1}	
:	:	:	...	:	
R	y_{Ar}	y_{Br}	...	y_{tr}	
Total	Y_A	Y_B	...	Y_t	
Rata-rata	\bar{Y}_A	\bar{Y}_B		\bar{Y}_t	$\bar{Y}_{..}$

2.2 *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)*

Multivariate Analysis of Variance merupakan teknik analisis statistik yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara beberapa kategori variabel independen (biasanya berupa perlakuan) dan dua atau lebih variabel dependen (respon). MANOVA terdapat terdapat tiga asumsi dasar yang diperlukan yaitu:

1. $Y_{11}, Y_{12}, \dots, Y_{1t}, (i=1, 2, \dots, t)$ adalah sampel acak berukuran t dari suatu populasi dengan rata-rata μ_i .
2. Matrikss kovariansi antara i populasi sama.
3. Setiap populasi adalah normal multivariat

Sebelum dilakukan *multivariate analysis of variance* lebih lanjut, terlebih dahulu akan diuji ketiga asumsi dasar tersebut menyatakan bahwa dari sekumpulan data multivariat $Y_{11}, Y_{12}, \dots, Y_{1t}, (i=1, 2, \dots, t)$ merupakan sampel acak berukuran t yang diambil dari suatu populasi dengan vektor rata-rata μ_i dan saling bebas. Pernyataan ini adalah jelas tanpa perlu diuji karena untuk tujuan uji perbedaan maka sekumpulan data multivariat dari setiap populasi harus diambil secara acak dan saling bebas satu sama lain (Jonshon & Wichern, 2007). Dengan menggunakan rancangan percobaan RAL maka banyaknya model MANOVA dilihat dari banyaknya respon yang diamati. Berikut model MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*) yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Y_{ijk} = \mu_k + \tau_{ik} + \varepsilon_{ijk} \quad (2.1)$$

Keterangan :

Y_{ijk} : Respon atau pengamatan ke- k dengan perlakuan ke- i pada ulangan ke- j .

μ_k : Rata-rata pengamatan ke- k .

τ_{ik} : Pengaruh perlakuan ke- i terhadap pengamatan ke- k .

ε_{ijk} : Pengaruh galat percobaan pengamatan ke- k pada perlakuan ke- i dengan ulangan ke- j .

i : Perlakuan ($i=1, 2, \dots, t$)

j : Ulangan ($j=1, 2, \dots, r$)

k : Respon atau pengamatan ($k=1, 2, 3, \dots, p$)

(Rencher, 2002).

2.2.1 Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas digunakan untuk mengetahui kehomogenan dari matriks varians kovarians pada variabel dengan menggunakan uji Box's M. Pengujian Box's M tidak dapat digunakan jika masing-masing n_i melebihi 20 dan p dan i tidak melebihi 5. Sehingga aproksimasi uji Box's M adalah uji Box's F (Jonshon & Wichern, 2007). Adapun hipotesis dalam pengujian homogenitas matriks varians kovarians adalah sebagai berikut.

Hipotesis :

H_0 : $\Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_t$ (Matriks varians kovarians homogen)

H_1 : Minimal ada satu kelompok Σ_i tidak homogen (minimal ada satu matriks varians kovarians tidak homogen)

Statistik Uji :

a. jika $c_2 > c_1^2$, maka statistik uji menggunakan Persamaan 2.2

b. jika $c_2 < c_1^2$, maka statistik uji menggunakan Persamaan 2.3

Keputusan dengan Tolak H_0 yang berarti minimal ada satu kelompok matriks varian kovarians tidak homogen jika, F_{hitung} lebih besar dari $F_{(\alpha; a_1; a_2)}$ atau P-value kurang α .

$$F = -2b_1 \ln M \quad (2.2)$$

$$F = -\frac{2a_2 b_2 \ln M}{a_1 (1 + 2b_2 \ln M)} \quad (2.3)$$

dimana

$$\ln M = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^t v_i \ln |S_i| - \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^t v_i \right) \ln |S_{pl}| \quad (2.4)$$

$$c_1 = \left[\sum_{i=1}^k \frac{1}{v_i} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k v_i} \right] \left[\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(k-1)} \right] \quad (2.5)$$

$$c_2 = \left[\sum_{i=1}^k \frac{1}{v_i} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k v_i} \right] \left[\frac{(p-1)(p+2)}{6(p+1)(t-1)} \right] \quad (2.6)$$

$$a_1 = \frac{1}{2} (t-1)p(p+1) \quad a_2 = \frac{a_1 + 2}{|c_2 - c_1^2|} \quad (2.7)$$

$$b_1 = \frac{1 - c_1 - a_1 / a_2}{a_1} \quad b_2 = \frac{1 - c_1 + 2 / a_2}{a_2} \quad (2.8)$$

Keterangan:

p = Banyak variabel pengamatan

t = Banyak perlakuan

(Rencher, 2002).

2.2.2 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

Pemeriksaan normalitas pada data multivariat ini dilakukan untuk melihat apakah data memenuhi asumsi distribusi normal multivariat atau tidak. Pemeriksaan yang dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Menghitung nilai jarak kuadrat (d_i^2) dengan Persamaan 2.9
2. Mengurutkan nilai jarak kuadrat dari nilai terkecil sampai yang terbesar.
3. Menghitung nilai T_{proporsi} dengan $d_i^2 \leq \chi_{\alpha, p}^2$ dimana *chi-square* tabel menggunakan Persamaan 2.10.
4. Data berdistribusi normal multivariat jika T_{proporsi} berada disekitar 50%.

$$d_i^2 = (\mathbf{Y}_i - \bar{\mathbf{Y}})^T \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{Y}_i - \bar{\mathbf{Y}}) \quad (2.9)$$

$$\chi^2 \left(p; \frac{j-0,5}{n} \right) \quad (2.10)$$

Keterangan :

i = Perlakuan

\mathbf{S}^{-1} = Invers matriks kovarian

\mathbf{Y}_k = Objek pengamatan ke- k

p = Banyak variabel pengamatan

(Jonhson & Wichern, 2007).

2.2.3 Pengujian MANOVA

MANOVA merupakan pengembangan dari ANOVA. MANOVA digunakan untuk menguji apakah ke- i jenis perlakuan (dari satu perlakuan yang sama) menghasilkan vektor rata-rata yang sama untuk y variabel atau variabel respon yang diamati dalam perlakuan. Hipotesis yang digunakan dalam menguji

perbedaan pengaruh perlakuan terhadap beberapa variabel respon sebagai berikut (Jonshon & Wichern, 2007).

Hipotesis :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_t = 0$$

H_1 : Minimal ada satu $\tau_i \neq 0$ (minimal ada satu varians tidak sama, $i=1,2,\dots,t$)

Statistik Uji :

Tabel 2.2 MANOVA

Sumber	SSCP	Db
Perlakuan	$B = \sum_{i=1}^t n_i (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})^T$	t-1
Galat	$W = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r (x_{ij} - \bar{x})(x_{ij} - \bar{x})^T$	$\sum_{i=1}^t r - t$
Total	$B+W$	$\sum_{i=1}^t r - 1$

Jika banyaknya variabel dan df tidak ada pada kasus khusus maka nilai F dapat menggunakan aproksimasi F adalah sebagai berikut.

$$F_{\text{hitung}} = \frac{1 - \Lambda^{1/t}}{\Lambda^{1/t}} \frac{df_2}{df_1} \quad (2.11)$$

dimana

$$\Lambda = \frac{|W|}{|W + B|} \quad (2.12)$$

$$df_1 = p \cdot df_{\text{perlakuan}} \quad df_2 = wt - \frac{1}{2}(p \cdot df_{\text{perlakuan}} - 2) \quad (2.13)$$

$$w = df_{\text{galat}} + df_{\text{perlakuan}} - \frac{1}{2}(p + df_{\text{perlakuan}} + 1) \quad (2.14)$$

$$t = \sqrt{\frac{p^2 df_{\text{perlakuan}}^2 - 4}{p^2 + df_{\text{perlakuan}}^2 - 5}} \quad (2.15)$$

Keputusan dengan Tolak H_0 jika, F lebih besar $F_{(df1,df2)}$ berarti minimal ada satu varians tidak sama. Dimana $df1$ dan $df2$ dengan menggunakan Persamaan 2.13.

2.3 T^2 Hotteling

Pengujian T^2 Hotteling digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata antar perlakuan. Berikut langkah-langkah pegujian T^2 Hotteling.

Hipotesis :

$H_0 : \mu_i = \mu_t$ (rata-rata variabel respon pada perlakuan ke- i tidak ada perbedaan dengan perlakuan ke- t)

$H_1 : \mu_i \neq \mu_t$ (rata-rata variabel respon pada perlakuan ke- i ada perbedaan dengan perlakuan ke- t)

Statistik uji :

$$T^2 = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - \delta_0)^T S_{pooled}^{-1} (\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - \delta_0) \quad (2.16)$$

dimana

$$S_{pooled} = \frac{n_1 - 1}{n_1 + n_2 - 2} S_1 + \frac{n_2 - 1}{n_1 + n_2 - 2} S_2 \quad (2.17)$$

$$C^2 = \frac{(n_1 + n_2 - 2)p}{n_1 + n_2 - p - 1} F_{(\alpha; p; (n_1 + n_2 - 2))} \quad (2.18)$$

Keputusan dengan Tolak H_0 jika, T^2 lebih besar C^2 , berarti ada perbedaan antara variabel pengamatan. Dimana nilai C^2 menggunakan Persamaan 2.18 (Jonshon & Wichern, 2007).

2.4 Media Tanam

Media tanam berfungsi sebagai tempat tumbuh akar tanaman yang ditanam dan untuk menyerap larutan nutrisi saat disiram atau ditetaskan kemudian larutan nutrisi tersebut diserap oleh perakaran. Tanaman membutuhkan unsur hara yang tepat untuk mencukupi kebutuhan tanaman. Selain itu, tanaman juga membutuhkan air dan sinar matahari untuk dapat melangsungkan daur hidupnya (Hartus, 2002). Pada penelitian media tanam yang digunakan adalah eceng gondok dan tanah adalah sebagai berikut.

A. Tanah

Tanah memiliki kemampuan dan menahan dan menyerap air yang tinggi. Persyaratan tanah yang ideal yang digunakan untuk media tanam kangkung antara lain tanah yang subur, gembur banyak mengandung bahan organik, dan tidak mudah menggenang (becek) (Swastini, 2015).

B. Eceng Gondok

Eceng gondok merupakan tanaman yang tumbuh di daerah perairan yang tercemar oleh limbah, dimana limbah terjadi merupakan salah satu upaya penyuburan yang dilakukan secara sengaja maupun tidak sengaja. Eceng gondok dapat hidup mengapung bebas di atas permukaan air dan berakar di dasar kolam atau rawa jika airnya dangkal. Kemampuan tanaman inilah yang banyak di gunakan untuk mengolah air buangan, karena dengan aktivitas tanaman ini mampu mengolah air buangan dengan tingkat efisiensi yang tinggi (Mukti, 2008).

C. Kangkung

Kangkung darat (*Ipomoea reptans Poir*) adalah tanaman semusim atau tahunan yang merupakan sayuran daun yang penting di kawasan Asia Tenggara dan Asia Selatan. Konsumsi kangkung digemari oleh masyarakat terbukti dengan sadarnya masyarakat peduli dengan gizi yang terkandung disayuran kangkung (Sofiari, 2009). Karakteristik kangkung adalah panjang daun pada usia 45 hari sebesar 9cm, dan tinggi batang kangkung sekitar 40 cm (Kusandryani, & Luthfy 2006).

2.5 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan eceng gondok sebagai gulma tanaman ditunjukkan pada Tabel 2.3 adalah sebagai berikut.

Tabel 2.3 Penelitian Sebelumnya

No.	Nama Peneliti & Tahun Penelitian	Tempat	Hasil Penelitian
1.	Yanuarismah (2012)	Green House Program Study Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta	Enceng gondok 80% berpengaruh terhadap berat segar selada sebesar 3,062 gram dan berat akar tanaman 1,022 gram. Sedangkan tanpa penambahan enceng gondok berpengaruh terhadap tinggi tanaman sebesar 21,93 cm.
2.	Aini dan Kuswytasari (2013)	Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Biologi ITS serta Kumbung Budidaya Jamur CV. Putri Kencana Surabaya	Penambahan tanaman eceng gondok pada media tanaman berpengaruh terhadap pertumbuhan miselium dan berat jamur tiram putih dengan pertumbuhan paling cepat pada pemberian eceng gondok 10% sebesar 79,4 gr.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data diperoleh dari pengamatan langsung dengan memanfaatkan tanaman gulma eceng gondok sebagai media tanam. Hal ini dikarenakan, kandungan yang terdapat di eceng gondok berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pada penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan media tanam sebagai perlakuan, dan pertumbuhan kangkung (tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun) sebagai variabel respon.

Percobaan yang dilakukan selama 30 hari pada hari Jumat 13 April 2018 hingga 13 Mei 2018 dan bertempat di Keputih Gang 1A No. 29/34, Surabaya dengan hasil percobaan dapat dilihat pada Lampiran 8. Adapun data hasil pengamatan mengenai pertumbuhan kangkung dapat dilihat pada Lampiran 1 dengan surat keaslian data dapat dilihat pada Lampiran 9.

3.2 Rancangan Percobaan

Percobaan pada penelitian ini pengaruh media tanam eceng gondok terhadap pertumbuhan kangkung. Dimana penelitian ini mengamati tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung. Berikut alat dan bahan yang perlu disiapkan sebelum melakukan percobaan.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

Alat	Bahan
Alat Tulis dan Penggaris	Eceng Gondok
Tali	Tanah
<i>Polybag</i>	Biji Kangkung
Semprotan	Pupuk

Definisi operasional digunakan untuk menjelaskan secara terperinci variabel yang digunakan dalam percobaan. Pada percobaan ini, definisi operasional yang digunakan adalah konsentrasi eceng gondok, tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung yang akan ditunjukkan pada Tabel 3.2.

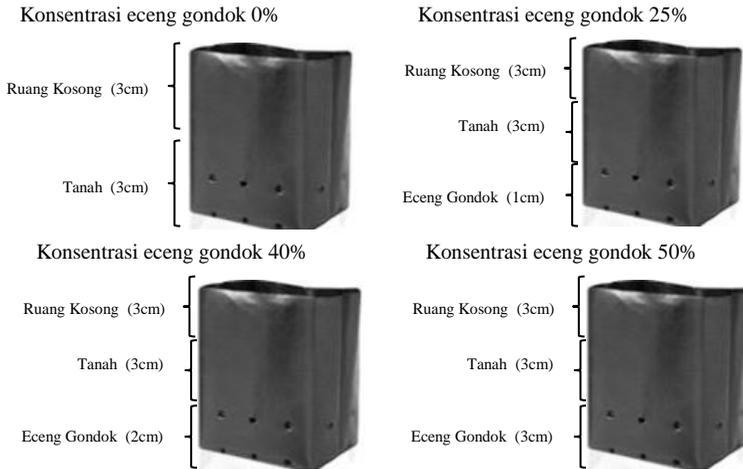
Tabel 3.2 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional
1	Konsentrasi Eceng Gondok	Konsentrasi eceng gondok yang diukur meliputi tinggi eceng gondok dan tinggi tanah pada <i>Polybag</i> dengan ukuran 30x30. Pada penelitian ini pengukuran konsentrasi berdasarkan tinggi eceng gondok dengan tinggi tanah sebesar 3cm. Berikut rumus konsentrasi yang digunakan. $C\% = \frac{\text{Eceng Gondok}}{\text{Tanah} + \text{Eceng Gondok}} \times 100$
2	Panjang Daun	Panjang daun kangkung di ukur dari pangkal daun hingga ujung daun (cm).
3	Tinggi Batang	Tinggi tanaman diukur dari pangkal tanaman sampai ujung daun dengan menggunakan pengaris (cm).
4	Jumlah Daun	Daun kangkung yang dihitung merupakan daun yang hijau, segar, dan terbuka. Untuk daun kangkung yang layu dan kuning tidak dihitung.

Langkah-langkah percobaan mengenai pembuatan media tanam dari eceng gondok adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan *polybag* dengan ukuran 30x30 cm dan tinggi *polybag* sesuai dengan konsentrasi eceng gondok.
2. Mencuci eceng gondok (batang dan daun eceng gondok) dengan air mengalir.
3. Memotong eceng gondok dengan ukuran 1 cm.
4. Mengeringkan eceng gondok selama 2 hari dibawah cahaya matahari cerah.
5. Menyusun potongan eceng gondok pada *polybag* dan tinggi yang berbeda sesuai dengan konsentrasi eceng gondok.
6. Menutup bagian eceng gondok dengan tanah dengan tinggi yang berbeda sesuai dengan konsentrasi eceng gondok.

7. Mengemburkan tanah dengan cara menyiram media tanam selama 2 hari sebelum disebar biji kangkung.



Gambar 3.1 Visualisai Media Tanam

Rancangan percobaan dilakukan untuk mengetahui desain percobaan mengenai cara penanaman kangkung yang akan dijelaskan sebagai berikut.

1. Penyebaran biji kangkung dilakukan pada hari ke-2 hari setelah media tanam digemburkan.
2. Menanamkan biji kangkung pada tiap sisi *polybag* terdapat 4 biji.
3. Dilakukan penyiraman setiap hari pada jam 06.00 dan 17.00 WIB dengan menggunakan semprotan untuk alat penyiraman.
4. Pada hari ke-8 dilakukan pencabutan kangkung, sehingga pada setiap sisi terdapat 1 kangkung.
5. Dilakukan pengukuran pertumbuhan kangkung pada hari ke-27.

3.3 Struktur Data

Struktur data yang digunakan pada percobaan ini adalah pertumbuhan kangkung dimana, pertumbuhan kangkung meliputi tinggi batang kangkung, jumlah daun kangkung dan panjang daun pada kangkung. Sehingga struktur data pada penelitian akan disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Struktur Data Untuk Pertumbuhan Kangkung

Kangkung Ke-	Konsentrasi Eceng Gondok			
	0%	25%	40%	50%
1	y_{A1}	y_{B1}	y_{C1}	y_{D1}
2	y_{A2}	y_{B2}	y_{C2}	y_{D2}
3	y_{A3}	y_{B3}	y_{C3}	y_{D3}

Struktur data diatas merupakan struktur data pengamatan pada respon tinggi batang, sedangkan untuk struktur data jumlah daun dan panjang daun kangkung mengikuti struktur data tinggi batang.

3.4 Variabel Penelitian

Variabel penelitian digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel respon dan perlakuan. Penjelasan akan dijelaskan pada Tabel 3.4 adalah sebagai berikut.

Tabel 3.4 Variabel Penelitian

No	Jenis Data	Variabel	Skala
1	Perlakuan	Konsentrasi Eceng Gondok 1. Konsentrasi 0% 2. Konsentrasi 25% 3. Konsentrasi 40% 4. Konsentrasi 50%	Ordinal
2	Respon	Tinggi Batang	Rasio
		Jumlah Daun	Rasio
		Panjang Daun	Rasio

Variabel yang dikendalikan pada percobaan ini adalah volume air yang digunakan untuk menyiram setiap media sebanyak 100 ml, jenis tanah yang digunakan antar media sama yaitu tanah gembur. Selain itu, dilakukan pengendalian lingkun-

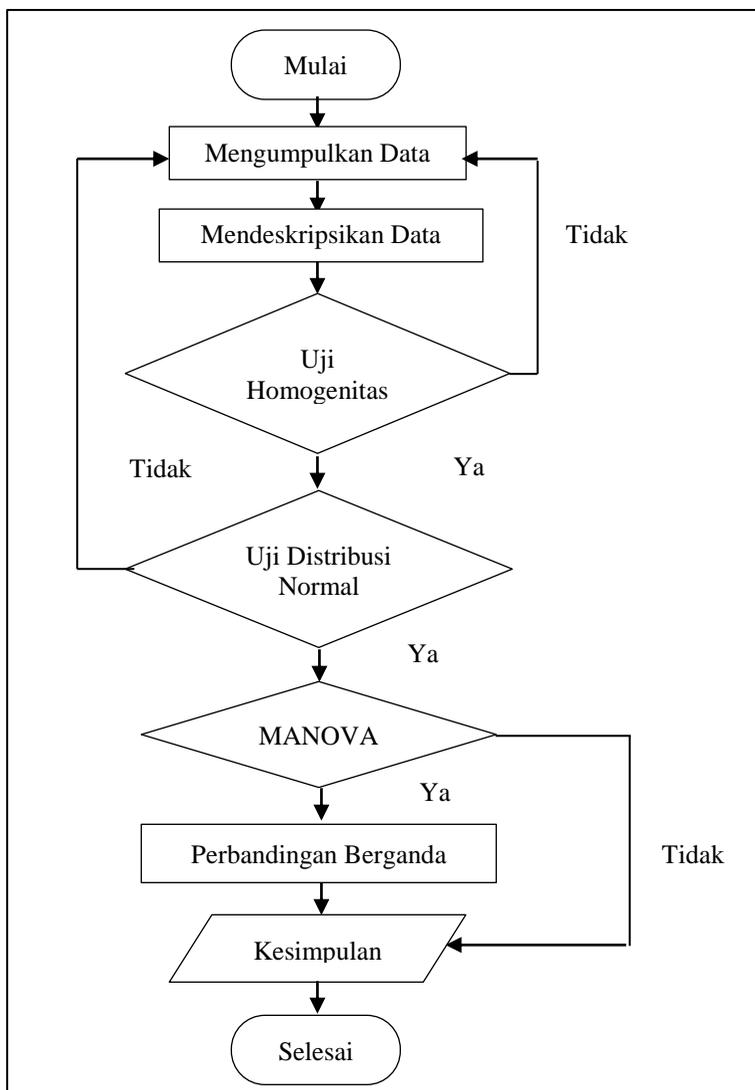
gan dengan menempatkan semua media tanam di ruang terbuka. Untuk mengendalikan kondisi cahaya, udara, dan lokasi pada semua media tanam agar sama.

3.5 Langkah Analisis

Adapun langkah analisis tentang konsentrasi eceng gondok terhadap pertumbuhan tanaman kangkung adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan pertumbuhan kangkung berdasarkan konsentrasi eceng gondok yang digunakan menggunakan statistika deskriptif.
2. Menguji asumsi MANOVA jika, terdapat salah satu tidak memenuhi asumsi maka akan dilakukan pengamatan kembali.
3. Menganalisis uji MANOVA konsentrasi eceng gondok terhadap pertumbuhan kangkung.
4. Menganalisis uji perbandingan berganda konsentrasi eceng gondok terhadap pertumbuhan kangkung.
5. Menarik kesimpulan dan saran.

Langkah-langkah analisis dapat digambarkan melalui diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Pertumbuhan Kangkung

Pertumbuhan suatu tanaman dapat dipengaruhi banyak faktor yaitu lingkungan, kandungan unsur hara, dan kualitas bibit. Pada penelitian ini melakukan pemanfaatan eceng gondok sebagai media tanam. Dengan harapan penambahan eceng gondok dapat meningkatkan kandungan unsur hara pada media tanam. Untuk mengetahui karakteristik pertumbuhan kangkung berdasarkan media tanam yang digunakan dirujuk pada Lampiran 2.

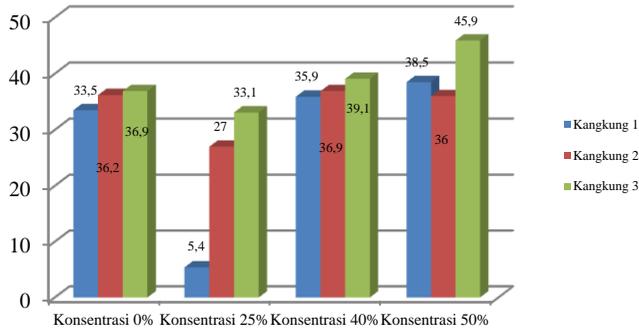
Tabel 4.1. Karakteristik Pertumbuhan Kangkung

Variabel	Konsentrasi	Rata-rata	St. Dev	Min	Maks
Tinggi Kangkung (cm)	K. 0%	35,53	1,8	33,5	36,9
	K. 25%	21,83	14,55	5,4	33,1
	K. 40%	37,3	1,637	35,9	39,1
	K. 50%	40,13	5,15	36	45,9
Jumlah Daun (helai)	K. 0%	8,333	1,528	7	10
	K. 25%	7,330	2,08	5	9
	K. 40%	7,667	1,528	6	9
	K. 50%	6,000	1	5	7
Panjang Daun (cm)	K. 0%	6,967	0,404	6,6	7,4
	K. 25%	5,23	2,03	2,9	6,6
	K. 40%	5,7	1,217	4,9	7,1
	K. 50%	6,267	0,603	5,7	6,9

Tabel 4.1 menjelaskan bahwa rata-rata kangkung tertinggi pada konsentrasi 50% sebesar 40,13 cm, dengan kangkung yang tertinggi sebesar 45,9 cm, dan tinggi kangkung yang terendah sebesar 36 cm, seta keragaman data sebesar 5,15. Rata-rata jumlah daun terbanyak pada konsentrasi 0% sebanyak 8,333 setara dengan 8 helai daun, dengan jumlah daun yang terbanyak sebanyak 10 helai, dan jumlah daun yang paling sedikit sebanyak 7 helai, serta keragaman data sebesar 1,528. Rata-rata daun terpanjang pada konsentrasi 0% sebesar 6,967 cm, dengan daun terpanjang sebesar 7,4 cm dan daun terpendek sebesar 6,6 cm, serta keragaman data sebesar 0,404. Hal tersebut, menunjukkan

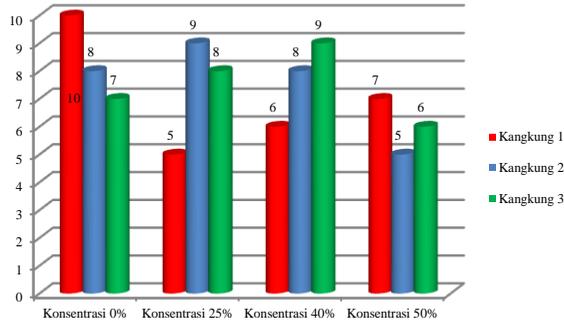
bahwa tinggi batang kangkung lebih membutuhkan bahan organik dan unsur hara dibandingkan jumlah daun, dan panjang daun kangkung.

Karakteristik dari tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun dapat disajikan dalam bentuk histogram berdasarkan hasil percobaan pada Lampiran 1.



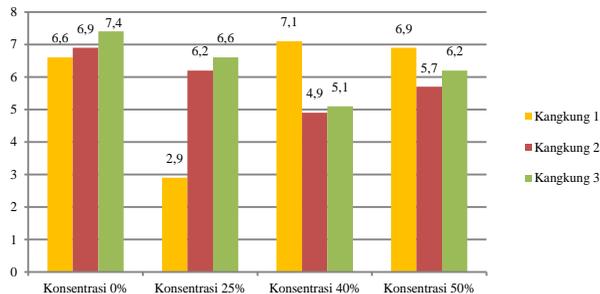
Gambar 4.1 Histogram Tinggi Batang (cm)

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa tinggi kangkung yang tertinggi sebesar 45,9 cm dengan menggunakan media tanam eceng gondok 50% pada kangkung ketiga. Sedangkan, tinggi kangkung yang terendah dengan menggunakan media tanam eceng gondok 25% pada kangkung pertama sebesar 5,4 cm.



Gambar 4.2 Histogram Jumlah Daun (helai)

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa jumlah daun terbanyak dengan menggunakan media tanam eceng gondok 0% pada kangkung pertama sebanyak 10 helai. Sedangkan, jumlah daun kangkung paling sedikit dengan menggunakan media tanam eceng gondok 25% pada kangkung pertama dan konsentrasi 50% pada kangkung kedua sebesar 5 helai.



Gambar 4.3 Histogram Panjang Daun (cm)

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa daun kangkung terpanjang dengan menggunakan media tanam eceng gondok 0% pada kangkung ketiga sebesar 7,4 cm. Sedangkan panjang daun terpendek pada media tanam eceng gondok 25% pada kangkung pertama sebesar 2,9 cm.

4.2 Pemeriksaan Asumsi MANOVA pada Tinggi Batang, Jumlah Daun, dan Panjang Daun Kangkung Menggunakan Media Tanam Eceng Gondok

Asumsi pengujian MANOVA pada pengamatan ini menggunakan asumsi matriks varians kovarian homogen dengan uji Box's F, dan data berdistribusi normal multivariat sebagai berikut.

4.2.1 Uji Homogenitas

Uji homogenitas pada penelitian menggunakan uji Box's F. Hal ini dikarenakan, jumlah perlakuan (media tanam) dan variabel respon (pertaumbuhan kangkung) kurang dari 5. Adapun

langkah-langkah pengujian Box's F adalah sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2 = \Sigma_3 = \Sigma_4$ (Matriks varians-kovarians pada data tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung dengan menggunakan media tanam eceng gondok homogen)

$H_1 : \Sigma_i \neq \Sigma$ (Minimal ada satu matriks varians-kovarians pada data tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung dengan menggunakan media tanam eceng gondok tidak homogen)

Taraf signifikan : $\alpha=0,1$

Daerah Penolakan : Tolak H_0 , $F_{hitung} > F_{(\alpha;v1;v2)}$

Berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran 3. Didapatkan nilai F_{hitung} sebesar 0,105 kurang dari $F_{(\alpha;a1;a2)}$ sebesar 1,475 sehingga dapat diputuskan H_0 gagal ditolak. Artinya, Matriks varians-kovarians pada data tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung dengan menggunakan media tanam eceng gondok homogen.

4.2.3 Pemeriksaan Distribusi Normal Multivariat

Pemeriksaan distribusi normal multivariat pada data pengaruh media tanam eceng gondok terhadap tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung dengan menghitung $T_{proporsi}$.

Berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran 4. Didapatkan nilai $T_{proporsi}$ sebesar 0,5 sama dengan dari 0,5 sehingga dapat disimpulkan bahwa data media tanam eceng gondok terhadap tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung berdistribusi normal multivariat.

4.3 Analisis pada Pertumbuhan Kangkung

Pengujian asumsi MANOVA didapatkan kesimpulan bahwa data media tanam eceng gondok terhadap pertumbuhan kangkung (tinggi kangkung, jumlah daun, dan panjang daun kangkung) memenuhi asumsi MANOVA. Sehingga pengujian dapat dilanjutkan pada MANOVA dimana, model yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut.

$$Y_{ijk} = \mu_k + \tau_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} : Respon atau pengamatan ke- k dengan menggunakan media tanam ke- i pada ulangan ke- j .

μ_k : Rata-rata hasil pengamatan pertumbuhan kangkung ke- k .

τ_{ik} : Pengaruh media tanam ke- i terhadap pertumbuhan kangkung ke- k .

ε_{ijk} : Pengaruh galat percobaan hasil pengamatan ke- k pada media tanam ke- i dengan ulangan ke- j .

i : Media tanam eceng gondok 0%, 25%, 40%, dan 50%.

j : Kangkung pertama, kedua, dan ketiga.

k : Tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung.

Pengujian MANOVA ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh signifikansi antar variabel pada media tanam eceng gondok terhadap tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung yang dirujuk pada Lampiran 5.

Hipotesis :

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$ (Perbedaan media tanam tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan kangkung)

$H_1 : \tau_i \neq 0$ (Minimal ada satu media tanam yang memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan kangkung)

Taraf signifikan : $\alpha=0,1$

Daerah Penolakan : Tolak H_0 , jika $F_{hitung} > F_{(\alpha; df1; df2)}$ dan $P\text{-value} < \alpha$

Tabel 4.2 menunjukkan nilai-nilai matriks perlakuan, perlakuan, dan total. Nilai matriks tersebut diolah lebih lanjut untuk mendapatkan nilai statistik uji yang akan digunakan dalam mengambil keputusan. Dengan menggunakan Persamaan 2.12 didapatkan *Wilk's Lambda* sebesar 0,1234 yang berarti mendekati nol, sehingga perbedaan media tanam memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan kangkung.

Selain menggunakan *Wilk's Lambda*, pengujian MANOVA dapat menggunakan nilai F_{hitung} yang dirujuk pada Lampiran 6. Dikatakan tolak H_0 , apabila nilai F_{hitung} sebesar 2,233 lebih dari

$F_{(\alpha;9;14,753)}$ sebesar 2,112. Artinya, Perbedaan media tanam memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung dengan diperkuat *P-value* sebesar 0,082 kurang dari 0,1. Pengujian MANOVA menggunakan *Wilk's Lambda* dan F_{hitung} memberikan kesimpulan yang sama.

Tabel 4.2 Uji MANOVA

Sumber	SSCP	db
Perlakuan	$B = \begin{bmatrix} 595,58 & -16,633 & 34,516 \\ -16,633 & 8,667 & 1,533 \\ 34,516 & 1,533 & 5,0291 \end{bmatrix}$	3
Galat	$W = \begin{bmatrix} 488,5 & 56,133 & 58,233 \\ 56,133 & 20 & 4,6 \\ 58,233 & 4,6 & 12,26 \end{bmatrix}$	8
Total	$B + W = \begin{bmatrix} 1084,08 & 39,5 & 92,75 \\ 39,5 & 28,667 & 6,133 \\ 92,75 & 6,133 & 17,289 \end{bmatrix}$	11

4.4 Pengujian T^2 Hotteling

Pengujian T^2 Hotteling digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata antar variabel tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung dengan menggunakan media tanam eceng gondok yang berbeda. Dalam pengujian ini data pertumbuhan kangkung berdistribusi normal multivariat dan matriks varian-kovarians bersifat homogen. Berikut pengujian T^2 Hotteling yang digunakan.

Hipotesis :

$H_0 : \mu_i = \mu_t$ (rata-rata variabel respon pada perlakuan ke-*i* tidak ada perbedaan dengan perlakuan ke-*t*)

$H_1 : \mu_i \neq \mu_t$ (rata-rata variabel respon pada perlakuan ke-*i* berbeda dengan perlakuan ke-*t*)

Taraf signifikan : $\alpha=0,1$

Statistik uji : T^2 dengan menggunakan Persamaan 2.16

Daerah Penolakan : Tolak H_0 , jika $T^2 > C^2$

Berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran 7 didapatkan nilai T^2 dan nilai C^2 . Selanjutnya, dibandingkan nilai T^2 dan nilai C^2 sehingga diperoleh kesimpulan yang disajikan pada Tabel 4.3 adalah sebagai berikut.

Tabel 4.3 Uji T^2 Hotelling pada Pertumbuhan Kangkung

Perbandingan antar media tanam	T^2	C^2	Hasil
Konsentrasi 0% vs Konsentrasi 25%	2,283	8,44	Pertumbuhan kangkung dengan menggunakan media tanam eceng gondok 25% tidak ada perbedaan dengan media tanam tanpa eceng gondok.
Konsentrasi 0% vs Konsentrasi 40%	247,871		Pertumbuhan kangkung dengan menggunakan media tanam eceng gondok 40% atau 50% berbeda dengan media tanam tanpa eceng gondok.
Konsentrasi 0% vs Konsentrasi 50%	3161,899		Pertumbuhan kangkung dengan menggunakan media tanam eceng gondok 40% atau 50% berbeda dengan menggunakan media tanam eceng gondok 25%, demikian juga pada media tanam eceng gondok 40% dengan media tanam eceng gondok 50%.
Konsentrasi 25% vs Konsentrasi 40%	20764,42		
Konsentrasi 25% vs Konsentrasi 50%	29409,1		
Konsentrasi 40% vs Konsentrasi 50%	737,571		

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian mengenai pemanfaatan eceng gondok sebagai media tanam terhadap pertumbuhan kangkung memberikan kesimpulan sebagai berikut.

1. Pertumbuhan tanaman kangkung dapat dilihat pada tinggi batang, jumlah daun, dan panjang daun kangkung. Rata-rata tertinggi batang kangkung pada media tanam eceng gondok 50% sebesar 40,13 cm, rata-rata terbanyak jumlah daun kangkung pada media tanpa eceng gondok sebanyak 8 helai. Dan rata-rata daun kangkung terpanjang pada media tanpa eceng gondok sebesar 6,967 cm.
2. Media tanam eceng gondok 40% atau 50% memberikan hasil bahwa media tanam berpengaruh terhadap pertumbuhan kangkung.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan bahwa media tanam eceng gondok dapat digunakan sebagai media tanam. Sehingga untuk penelitian selanjutnya, objek penelitian dapat menggunakan tanaman selain kangkung.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, F. N., dan Kuswytasari, N. D. (2013). *Pengaruh Penambahan Eceng Gondok (Eichhrnia Crassiper) Terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (Pleurotus Ostreatrus)*. Jurnal Sains dan Seni POMITS vol. 2, No.1, 2337-3520.
- Badan Pusat Statistika. (2017). *Produksi Tanaman Hortikultura (Dinamis)*. www.bps.go.id. Diakses pada 26 Desember 2017.
- Hartus, T. (2002). *Berkebun Hidroponik Secara Murah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Haryoto. (2009). *Bertanam Kangkung Raksasa di Pekarangan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Johnson, R. A., & Winchern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis Sixth Edition*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Kriswiyanti, E., dan Endah. (2009). *Kinetika Hidrolisa Selulosa dari Eceng Gondok dengan Metode Arkenol untuk Variabel Perbandingan Berat Eceng Gondok dan Volume Pemasakan*. Jurnal Ekuilibrium.
- Kusandryani, Y., & Luthfy. (2006). *Karakterisasi Plasma Nutfah Kangkung*. Buletin Plasma Nuthfah vol. 12 No. 1.
- Mattjik, A. A., dan Sumertajaya, Made. (2002). *Perencanaan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid 1*. Bogor: IPB PRESS.
- Mukti, A. M. (2008). *Penggunaan Tanaman Enceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Sebagai Pre-Treatment Pengolahan Air Minum pada Air Selokan Mataram*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Pasaribu, G., dan Sahwalita. (2008). *Pengolahan Eceng Gondok Sebagai Bahan Baku Kertas Seni*. Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian: 111-118.
- Swastini, N. M. (2015). *Skripsi Tentang Pengaruh Arang Sekam Sebagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman*

- Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir)*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Rencher, A. C. (2002). *Methods of Multivariate Analysis Second Edition*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Sofiari, E. (2009). *Karakteristik Kangkung Varietas Sutera Berdasarkan Panduan Pengujian Individual*. Buletin Plasma Nutfah, 15 (2):49-50.
- Yanuarismah. (2012). *Pengaruh Kompos Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes Solm) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Selada (Lactuca Savitiva L)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pertumbuhan Kangkung

Media Tanam	Ulangan	Tinggi Batang	Jumlah Daun	Panjang Daun
1	1	33,5	10	6,6
	2	36,2	8	6,9
	3	36,9	7	7,4
2	1	5,4	5	2,9
	2	27	9	6,2
	3	33,1	8	6,6
3	1	35,9	6	7,1
	2	36,9	8	4,9
	3	39,1	9	5,1
4	1	38,5	7	6,9
	2	36	5	5,7
	3	45,9	6	6,2

Lampiran 2. Statistika Deskriptif

Descriptive Statistics: tinggi batang; jumlah daun; panjang daun					
Variable	media tanam	Mean	StDev	Minimum	Maximum
tinggi batang	1	35,53	1,80	33,50	36,90
	2	21,83	14,55	5,40	33,10
	3	37,300	1,637	35,900	39,100
	4	40,13	5,15	36,00	45,90
jumlah daun	1	8,333	1,528	7,000	10,000
	2	7,333	2,08	5,00	9,00
	3	7,667	1,528	6,000	9,000
	4	6,000	1,000	5,000	7,000
panjang daun	1	6,967	0,404	6,600	7,400
	2	5,23	2,03	2,90	6,60
	3	5,700	1,217	4,900	7,100
	4	6,267	0,603	5,700	6,900

Lampiran 3. Uji Box's F

$$S_1 = \begin{bmatrix} 2,578 & -2,716 & 0,646 \\ -2,716 & 1,867 & -0,583 \\ 0,646 & -0,583 & 0,131 \end{bmatrix} \quad S_3 = \begin{bmatrix} 2,144 & 2,3 & -1,36 \\ 2,3 & 1,867 & -1,7 \\ -1,36 & -1,7 & 1,184 \end{bmatrix}$$

$$S_2 = \begin{bmatrix} 169,475 & 27,233 & 29,368 \\ 27,233 & 3,467 & 3,983 \\ 29,368 & 3,983 & 3,298 \end{bmatrix} \quad S_4 = \begin{bmatrix} 21,202 & 2,3 & 0,462 \\ 1,25 & 0,8 & 0,6 \\ 0,462 & 0,6 & 0,291 \end{bmatrix}$$

$$S_{pl} = \begin{bmatrix} 390,8 & 56,133 & 58,233 \\ 56,133 & 16 & 4,6 \\ 58,233 & 4,6 & 9,808 \end{bmatrix}$$

$$\text{Ln } M = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^t v_i \text{Ln} |S_i| - \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^t v_i \right) \text{Ln} |S_{pl}|$$

$$\text{Ln } M = -2,827$$

$$c_1 = \left[\sum_{i=1}^k \frac{1}{v_i} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k v_i} \right] \left[\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(k-1)} \right]$$

$$c_1 = \left[\sum_{i=1}^3 \frac{1}{v_i} - \frac{1}{\sum_{i=1}^3 v_i} \right] \left[\frac{2(3^2) + 3(3) - 1}{6(3+1)(4-1)} \right] = 0,677$$

$$c_2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^k \frac{1}{v_i} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k v_i} \right] \left[\frac{(p-1)(p+2)}{6(p+1)(t-1)} \right]$$

$$c_2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^k \frac{1}{v_i} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k v_i} \right] \left[\frac{(3-1)(3+2)}{6(3+1)(4-1)} \right] = 0,546$$

$$a_1 = \frac{1}{2}(t-1)p(p+1)$$

$$a_2 = \frac{a_1 + 2}{|c_2 - c_1^2|}$$

$$a_1 = \frac{1}{2}(4-1)3(3+1) = 18$$

$$a_2 = \frac{18 + 2}{|0,546 - (0,677^2)|} = 226,159$$

$$b_1 = \frac{1 - c_1 - a_1 / a_2}{a_1}$$

$$b_2 = \frac{1 - c_1 + 2 / a_2}{a_2}$$

$$b_1 = \frac{1 - 0,677 - 18 / 226,159}{18} = 0,013$$

$$b_2 = \frac{1 - 0,677 + 2 / 226,159}{226,159} = 0,013$$

$$F = -\frac{2a_2b_2 \ln M}{a_1(1 + 2b_2 \ln M)} = -\frac{2 \times 18 \times 0,013 \times (-2,827)}{18(1 + 2 \times 0,013 \times (-2,827))} = 0,105$$

Lampiran 4. Uji Distribusi Normal Multivariat

```

MTB > %E:/multinormal.txt c5-c7
Executing from file: E:/multinormal.txt
Answer = 3,0018
Answer = 0,6138
Answer = 1,7336
Answer = 9,2317
Answer = 2,2818
Answer = 0,5487
Answer = 2,1003
Answer = 2,8492
Answer = 4,0896
Answer = 0,6400
Answer = 2,5188
Answer = 3,3908
Data Display
t      0,50000

```

Lampiran 5. Matriks SSCP

Between-Subjects SSCP Matrix

			Tinggi	Jumlah	Panjang
Hypothesis	Intercept	Tinggi	13628,280	2965,600	2443,250
		Jumlah	2965,600	645,333	531,667
		Panjang	2443,250	531,667	438,021
	Konsentrasi	Tinggi	595,580	-16,633	34,517
		Jumlah	-16,633	8,667	1,533
		Panjang	34,517	1,533	5,029
Error		Tinggi	488,500	56,133	58,233
		Jumlah	56,133	20,000	4,600
		Panjang	58,233	4,600	12,260

Based on Type III Sum of Squares

$$\Lambda = \frac{|W|}{|W + B|}$$

$$\Lambda = \frac{\begin{bmatrix} 595,58 & -16,633 & 34,516 \\ -16,633 & 8,667 & 1,533 \\ 34,516 & 1,533 & 5,0291 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1084,08 & 39,5 & 92,75 \\ 39,5 & 28,667 & 6,133 \\ 92,75 & 6,133 & 17,289 \end{bmatrix}} = 0,1234$$

Lampiran 6. MANOVA

Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	,982	108,464 ^b	3,000	6,000	,000
	Wilks' Lambda	,018	108,464 ^b	3,000	6,000	,000
	Hottelling's Trace	54,232	108,464 ^b	3,000	6,000	,000
	Roy's Largest Root	54,232	108,464 ^b	3,000	6,000	,000
Konsentrasi	Pillai's Trace	1,258	1,925	9,000	24,000	,097
	Wilks' Lambda	,123	2,233	9,000	14,753	,082
	Hottelling's Trace	4,349	2,255	9,000	14,000	,084
	Roy's Largest Root	3,723	9,929 ^c	3,000	8,000	,005

a. Design: Intercept + Konsentrasi

b. Exact statistic

c. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

Lampiran 7. T² Hotteling

1. Konsentrasi 0%- Konsentrasi 25%

$$S_{\text{pooled}} = \begin{bmatrix} 86,027 & 8,172 & 10,005 \\ 8,172 & 2,667 & 1,133 \\ 10,005 & 1,133 & 1,715 \end{bmatrix} \quad X^T = [13,7 \quad 1 \quad 1,733]$$

$$T^2 = [13,7 \quad 1 \quad 0,367] \begin{bmatrix} 86,027 & 12,258 & 15,007 \\ 12,258 & 2,667 & 1,7 \\ 15,007 & 1,7 & 1,715 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 13,7 \\ 1 \\ 0,367 \end{bmatrix}$$

$$T^2 = 2,283$$

2. Konsentrasi 0%- Konsentrasi 40%

$$S_{polled} = \begin{bmatrix} 2,361 & -0,139 & -0,238 \\ -0,139 & 1,867 & -0,761 \\ -0,238 & -0,761 & 0,657 \end{bmatrix}$$

$$X^T = [-1,767 \quad 0,667 \quad 1,267]$$

$$T^2 = [-1,767 \quad 0,667 \quad 1,267] \begin{bmatrix} 2,361 & -0,139 & -0,238 \\ -0,139 & 1,867 & -0,761 \\ -0,238 & -0,761 & 0,657 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -1,767 \\ 0,667 \\ 1,267 \end{bmatrix}$$

$$T^2 = 247,8713$$

3. Konsentrasi 0%- Konsentrasi 50%

$$S_{polled} = \begin{bmatrix} 11,890 & -0,489 & 0,369 \\ -0,489 & 1,333 & 0,005 \\ 0,369 & 0,005 & 0,210 \end{bmatrix}$$

$$X^T = [-4,6 \quad 2,333 \quad 0,7]$$

$$T^2 = [-4,6 \quad 2,333 \quad 0,7] \begin{bmatrix} 11,890 & -0,489 & 0,369 \\ -0,489 & 1,333 & 0,005 \\ 0,369 & 0,005 & 0,210 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -4,6 \\ 2,333 \\ 0,7 \end{bmatrix}$$

$$T^2 = 3161899$$

4. Konsentrasi 25%- Konsentrasi 40%

$$S_{polled} = \begin{bmatrix} 85,809 & 9,844 & 9,336 \\ 9,844 & 2,667 & 0,761 \\ 9,336 & 0,761 & 2,241 \end{bmatrix}$$

$$X^T = [-15,467 \quad -0,333 \quad 0,466]$$

$$T^2 = [-15,467 \quad -0,333 \quad -0,466] \begin{bmatrix} 85,809 & 14,767 & 14,004 \\ 14,767 & 2,667 & 1,142 \\ 14,004 & 1,142 & 2,241 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -15,467 \\ -0,333 \\ -0,466 \end{bmatrix}$$

$$T^2 = 2076442$$

5. Konsentrasi 25%- Konsentrasi 50%

$$S_{polled} = \begin{bmatrix} 95,339 & 9,494 & 9,943 \\ 9,494 & 2,133 & 1,528 \\ 9,943 & 1,528 & 1,794 \end{bmatrix}$$

$$X^T = [-18,3 \quad -1,333 \quad -1,033]$$

$$T^2 = [-18,3 \quad -1,333 \quad -1,033] \begin{bmatrix} 95,339 & 9,494 & 9,943 \\ 9,494 & 2,133 & 1,528 \\ 9,943 & 1,528 & 1,794 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -18,3 \\ -1,333 \\ -1,033 \end{bmatrix}$$

$$T^2 = 294091$$

6. Konsentrasi 40%- Konsentrasi 50%

$$S_{polled} = \begin{bmatrix} 11,673 & 1,183 & -0,299 \\ 1,183 & 1,333 & -0,367 \\ -0,299 & -0,367 & 0,737 \end{bmatrix}$$

$$X^T = [-2,833 \quad 1,667 \quad -0,567]$$

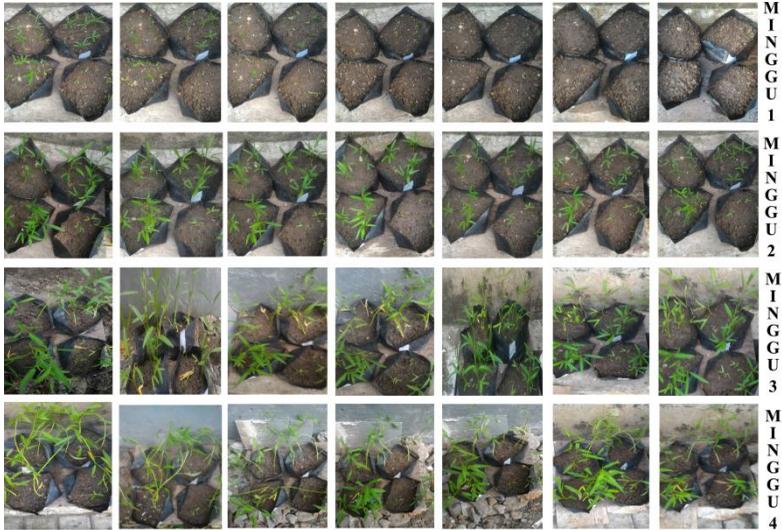
$$T^2 = \begin{bmatrix} -2,833 \\ 1,667 \\ -0,567 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 11,673 & 1,183 & -0,299 \\ 1,183 & 1,333 & -0,367 \\ -0,299 & -0,367 & 0,737 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -2,833 & 1,667 & -0,567 \end{bmatrix}$$

$$T^2 = 737,571$$

$$C^2 = \frac{(n_1 + n_2 - 2)p}{n_1 + n_2 - p - 1} F_{(\alpha; p; (n_1 + n_2 - 2))}$$

$$C^2 = \frac{(9 + 9 - 2)3}{9 + 9 - 3 - 1} F_{(0,1; 3; (9 + 9 - 2))} = 8,440$$

Lampiran 8. Dokumentasi



Lampiran 9. Surat Keaslian Data

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS :

Nama : Desy Nuriatul Fajariyah
NRP : 1061150000116

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data primer yang diambil dari :

Sumber : Percobaan
Keterangan : Percobaan Mengenai Pengaruh Pertumbuhan Kangkung (*Ipomoea Reptans Poir*) Dengan Menggunakan Media Tanam Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data, maka saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



(Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes.,)
NIP. 195710071983032001

Surabaya, 2 Juli 2018
Yang Membuat Pernyataan,



(Desy Nuriatul Fajariyah)
NRP. 1061150000116

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Desy Nuriatul Fajariyah yang biasa dipanggil Desy atau Ria lahir di Pamekasan, 28 Desember 1996. Penulis adalah anak tunggal oleh pasangan Djufri dan Suhar. Pendidikan yang telah diselesaikan adalah pendidikan SDN Sopa'ah, SMP Negeri 1 Pademawu, SMA Negeri 1 Pamekasan. Setelah lulus dari SMA penulis diterima di Program Studi Diploma III Departemen Statistika Bisnis ITS dengan NRP 1061150000116 .

selama perkuliahan penulis aktif dalam beberapa organisasi antara lain pengajar ABC BPU JMMI 15/16, sebagai Staff Humas dan Infokom MAHAGANA 15/16, sebagai staff Biro Pengajaran BPU JMMI 16/17, sebagai Staff DANUS MAHAGANA 16/17, sebagai staff Tim Kreatif Gempa (TKG) BEM-FMIPA 16/17. Selain itu, penulis juga aktif mengikuti kepanitian seperti LKMM Pra-TD, Pekan Raya Statistika ITS 2016. Penulis mendapatkan kesempatan kerja praktek di PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur Area Pasuruan. Segala kritik dan saran akan diterima penulis untuk perbaikan kedepannya. Jika ada keperluan berdiskusi dengan penulis dapat melalui :

Email : desynfajariyah@gmail.com.

No. HP : 082216257253 (WA)