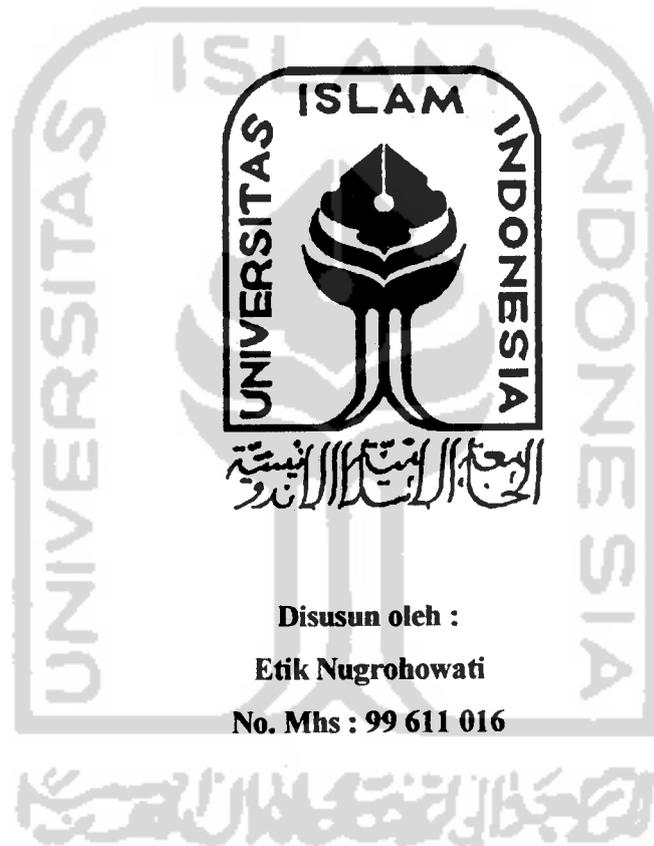


**APLIKASI ANALISIS VARIANSI MULTIVARIAT PADA  
SIFAT FISIK SERAT AGAVE**

**TUGAS AKHIR**

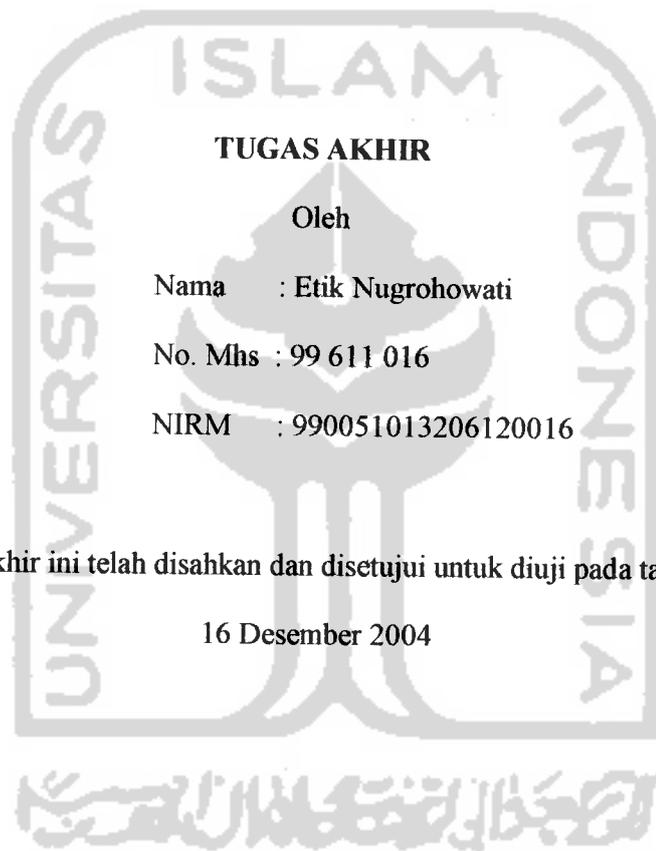
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana S-1 pada  
Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**JURUSAN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2004**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

### APLIKASI ANALISIS VARIANSI MULTIVARIAT PADA SIFAT FISIK SERAT AGAVE



Dosen Pembimbing I

(Dr. Sri Haryatmi K)

Dosen Pembimbing II

(Rohmatul Fajriyah, M.Si)

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

## APLIKASI ANALISIS VARIANSI MULTIVARIAT PADA SIFAT FISIK

### SERAT AGAVE

#### TUGAS AKHIR

Nama : Etik Nugrohowati

No. Mhs : 99 611 016

NIRM : 990051013206120016

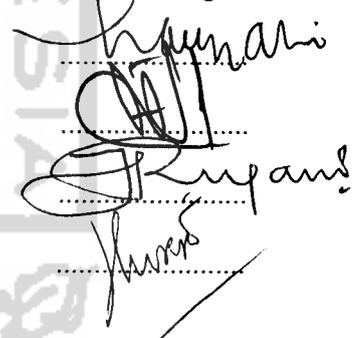
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi Jurusan Statistika Fakultas  
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 16 Desember 2004

Penguji :

1. Dr. Sri Haryatmi K
2. Rohmatul Fajriyah, M.Si
3. Kariyam, M.Si
4. Dra. Dhoriva Urwatul Wutsqa, M.Si

Tanda Tangan



Handwritten signatures of the examiners: Sri Haryatmi K, Rohmatul Fajriyah, M.Si, Kariyam, M.Si, and Dra. Dhoriva Urwatul Wutsqa, M.Si.

Mengetahui

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



# HALAMAN PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirabbil' alamin,*

*Puji syukur yang tak terhingga kehadiran Allah SWT, atas ridho-Nya akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam selalu terlantun untuk nabi besar Muhammad SAW beserta para sahabat dan keluarganya.*

*Tak ada kata yang mampu mengungkapkan rasa sukur dan terimakasih walaupun ini bukanlah akhir perjalanan hidupku*

*Namun banyak hal yang akan bermula dari sini*

*Setelah ini bukannya hanya akan ada jalan lurus justru semakin banyak jalan yang harus kulalui dengan penuh kesabaran dan pikiran yang positif*

*Karya kecil ini semoga menjadi kado yang istimewa dan bisa aku Persembahkan untuk:*

*Bapak dan Ibu, atas segala kasih sayang, pengorbanan dan serangkaian do'a, tak ada kata seindah apapun yang dapat melukiskan rasa terima kasihku padamu, engkau telah menjadikan aku ada, membuatku berharga & bahagia*

*Kakak-kakakku : Mas Mudi, Mba' Wiet, Mas Heru, atas segala kasih sayang, perhatian dan doa yang tulus, kalian adalah sumber semangat dan pengantarkan*

*Ponakanku : de' Putri yang sudah menambah warna dalam keluarga "kami adalah bintang kecil kami".*

# Unforgotten

- ☺ Terimakasih untuk keluarga besar H. Nuryadi, keluarga besar H. Ma'rifah, Keluarga besar Bapak Siswodiharjo & Keluarga besar Bapak Paijan atas doa dan dukungannya.
- ☺ Cah kost 5b, para dedengkot : mba' Kris, mba' Anggi, mba'Aan, mba' Rina, mba' Santi, mba' Ririn, mba' Lid, mba' Piet, mba' Fitri, mba' Jack, mba' Endah&mba' Opit, the best of '99 : Wida "apa yah...aku mpe bingung mo ngucapain apa ma kamu, dah poko'e you're my lovely fren", Rina "ayo rin jangan berhenti berharap dan berdoa, kamu pasti bisa...", Ti-ti "udah ti tinggalin aja partnermu", V-k "heh...kerjain tuh penelitian", Ria, F-my "ayo pem cayo...", & generasi penerus : Jden "cemprenng & kriting is the best yo den, cepet lulus ya...", Tyas "jangan kebanyakan ngrumpi", Sita "jangan kebanyakan di kamar", Eela "kamu tuh ya udah kecil, kurus, item, ngeyel lagi, he...he...,sinau yo de' tp kalau mo diselingi ngrumpi jg g apa2 ko", Titin, Jda, Sisca, Titik, Abni, Lucy, Yosy, "buat kalian jd perawat yang baik ya...", buat de' Yuni "selesaain kuliah ya yon", buat R-lin "sudah lupa nih sama kita", buat Ririn "g apa2 ko rin kamu lulus duluan", & buat kalian semua terimakasih sudah menjadi sahabat & saudaraku, "i love you all".
- ☺ Sobat-sobatku Novia, Jpuez, Emma, Watik, R-ny, Janah, "makasih ya kalian sudah mau menjadi teman baikku".
- ☺ Buat Rifa "maksih juga ya atas bantuannya".
- ☺ Anak-anak Kkn : Lulu "ini karena kita yang kompak atau nasib aja ya..", V-ya "ayo vay kapan mau mulai semangat", Lie"s "akhirnya aku&lulu bisa menyusulmu", Andri "kapan neeh lulus", Dicky "kamu dimana...", buat kalian makasih ya sudah menambah cerita dalam hidupku, & seluruh anak Kkn angk' 27 khususnya KP 102 - KP 106.
- ☺ Bapak&Jbu Darmadi, semua warga Gorolangu, terimakasih sudah menerima kami (105) apa adanya "sampai saat ini".
- ☺ Teman-temanku : Didi, Suryo, Sugeng, Niek, SENJA (imoel, Naning, Jenah, Ari), terimakasih kalian sudah menjadi teman sepanjang masa-ku, Evi, April, Wien, Ria, Widi, kapan ya kita bisa ngumpul kaya doeloe "miss U so much", toek Arief "thanks for all".



## MOTTO

وَعِبَادُ الرَّحْمَنِ الَّذِينَ يَمْشُونَ عَلَى الْأَرْضِ  
هَوْنًا وَإِذَا خَاطَبَهُمُ الْجَاهِلُونَ قَالُوا سَلَامًا

﴿٦٣﴾

Dan hamba-hamba Tuhan yang Maha Penyayang itu (ialah) orang-orang yang berjalan di atas bumi dengan rendah hati dan apabila orang-orang jahil menyapa mereka, mereka mengucapkan kata-kata yang baik . (Al Furqan : 63)

وَأَقْصِدْ فِي مَشْيِكَ وَأَغْضُضْ مِنْ صَوْتِكَ إِنَّ  
أَنْكَرَ الْأَصْوَاتِ لَصَوْتُ الْحَمِيرِ ﴿١٩﴾

Dan sederhanalah kamu dalam berjalan dan lunakkanlah suaramu. Sesungguhnya seburuk-buruk suara ialah suara keledai . (Al Luqman : 19)

وَإِذَا سَمِعُوا اللَّغْوَ أَعْرَضُوا عَنْهُ وَقَالُوا لَنَا  
أَعْمَلُنَا وَلَكُمْ أَعْمَلُكُمْ سَلَمٌ عَلَيْكُمْ لَا  
نَبْتَغِي الْجَاهِلِينَ ﴿٥٥﴾

Dan apabila mereka mendengar perkataan yang tidak bermanfaat, mereka berpaling daripadanya dan mereka berkata: Bagi kami amal-amal kami dan bagimu amal-amalmu, kesejahteraan atas dirimu, kami tidak ingin bergaul dengan orang-orang jahil . (Al

Qashash : 55)

## KATA PENGANTAR



**Assalamu'alaikum Wr.Wb.**

Segala puji kepada Allah SWT atas limpahan Rahmat, Taufiq, dan Hidayahnya, salawat dan salam semoga tercurah bagi junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW. Alhamdulillah berkat ridho-Nya semata, akhirnya penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul 'APLIKASI ANALISIS VARIANSI MULTIVARIAT PADA SIFAT FISIK SERAT AGAVE'.

Penyusunan Tugas Akhir ini dimaksudkan guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Statistik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis sadar bahwa tanpa bantuan banyak pihak, penulis tidak akan dapat melaksanakan dan menyusun Laporan Tugas Akhir ini. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini, terutama kepada :

1. Bapak Jaka Nugraha, M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dr Sri Haryatmi K selaku pembimbing pertama, yang telah memberikan kesempatan, pengarahan dan bimbingan dengan penuh kesabaran kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

3. Ibu Rohmatul Fajriyah, M.Si selaku pembimbing kedua dan Ketua Jurusan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam serta Dosen Pembimbing Akademik, yang telah membimbing penulis dengan sabar hingga terselesainya tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya serta pembaca pada umumnya.

**Wassalamu'alaikum Wr.Wb.**

Yogyakarta, Desember 2004

Penulis

2.1.2. Vektor Random dan Matrik Random .....	9
2.2. Distribusi Normal Mutivariat .....	10
2.3. Perbandingan Ganda dengan Uji Tukey .....	12
BAB III    METODOLOGI PENELITIAN .....	13
3.1. Obyek Penelitian .....	13
3.2. Tahap Pengumpulan Data .....	13
3.2.1. Data yang Digunakan .....	14
3.2.2. Metode Pengumpulan Data .....	14
3.3. Teknik Analisis Data .....	14
3.3.1. Analisis Variansi Univariat .....	15
3.3.2. Analisis Variansi Multivariat .....	17
3.3.3. Analisis Variansi Multivariat Dua Arah .....	21
3.3.4. Pengujian Asumsi-asumsi Analisis Variansi Multivariat .....	25
3.3.4.1. Uji Normal Multivariat .....	25
3.3.4.2. Uji Homogenitas .....	26
3.4. Kajian Pustaka .....	26
BAB IV    APLIKASI .....	29
4.1. Pengujian Asumsi-asumsi Analisis Variansi Multivariat .....	29
4.1.1. Uji Normal Multivariat .....	29
4.1.2 Uji Homogenitas .....	30
4.2. Pembahasan .....	31

BAB V PENUTUP .....	37
5.1. Kesimpulan .....	37
5.2. Saran .....	37

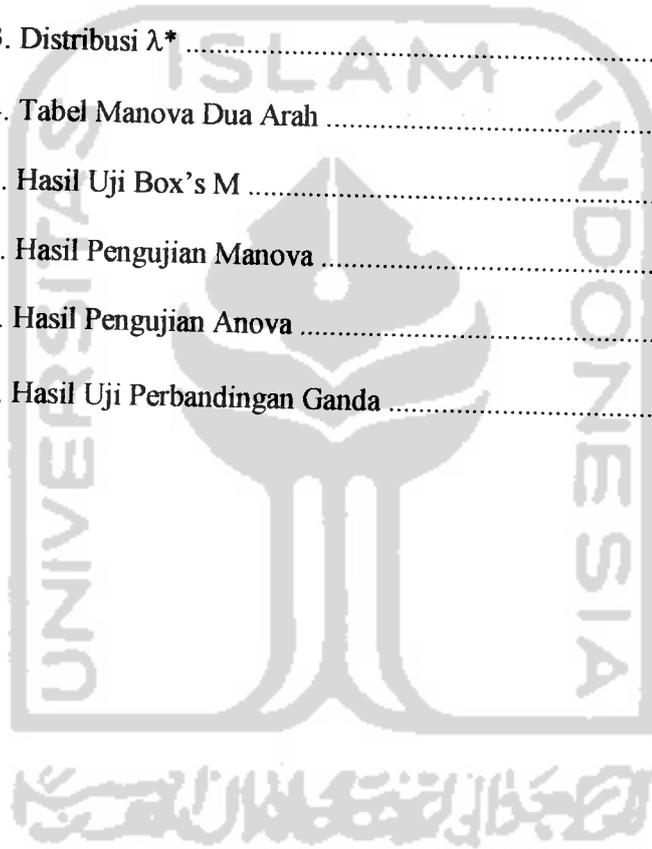
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

1. Tabel 3.1. Tabel Anova .....	16
2. Tabel 3.2. Tabel Manova .....	19
3. Tabel 3.3. Distribusi $\lambda^*$ .....	20
4. Tabel 3.4. Tabel Manova Dua Arah .....	22
5. Tabel 4.1. Hasil Uji Box's M .....	30
6. Tabel 4.2. Hasil Pengujian Manova .....	31
7. Tabel 4.3. Hasil Pengujian Anova .....	33
8. Tabel 4.4. Hasil Uji Perbandingan Ganda .....	35



# **APLIKASI ANALISIS VARIANSI MULTIVARIAT PADA SIFAT FISIK SERAT AGAVE**

## **INTISARI**

*Perekonomian Indonesia saat ini secara perlahan-lahan bergeser dari perekonomian yang mengandalkan sektor Sumber Daya Alam dan sektor pertanian menuju ke sektor perindustrian. Salah satu industri yang berkembang di Indonesia adalah Industri Tekstil, kebutuhan manusia terhadap bahan tekstil sebagai bahan sandang maupun industri makin bertambah. Sebagai contoh misalnya pada pemanfaatan serat daun seperti serat daun agave, saat ini pengembangan serat agave terus dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan serat yang mempunyai sifat-sifat tertentu seperti kekuatan yang tinggi tetapi mempunyai berat yang cukup ringan. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut maka peneliti bermaksud meneliti pengaruh dari waktu dan suhu pada proses degumming alkali terhadap sifat fisik serat agave. Telah dilakukan Analisis Variansi Multivariat untuk meneliti pengaruh dari waktu dan suhu pada proses degumming alkali terhadap sifat fisik serat agave. Sebelum dilakukan Analisis Variansi Multivariat, dilakukan dahulu pengujian terhadap asumsi-asumsinya. dari perhitungan-perhitungan yang dilakukan dengan program komputer SPSS versi 10.0, maka dapat diketahui bahwa pada proses degumming variabel waktu dan suhu berpengaruh terhadap kekuatan fisik serat.*

**Kata-kata kunci : Proses Degumming, Kekuatan Tarik Serat, Kekuatan Mulur Serat, Analisis Variansi Multivariat**

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1 Latar Belakang Masalah

Pesatnya perkembangan teknologi dewasa ini mengakibatkan kemajuan disegala bidang, baik bidang ekonomi, sosial budaya, hankam, dan lain-lain. Perekonomian Indonesia saat ini secara perlahan-lahan bergeser dari perekonomian yang mengandalkan sektor sumber daya alam dan sektor pertanian menuju ke sektor perindustrian.

Industri di Indonesia sekarang ini telah banyak mengalami perubahan yang sangat besar, yakni dengan adanya inovasi dan pengembangan teknologi yang sangat pesat, sebagai contoh misalnya pada pemanfaatan serat agave yang sekarang ini tidak hanya digunakan pada tali-temali, karpet, pulp dan kertas, serta barang-barang kerajinan, tetapi pada produk yang menggunakan teknologi tinggipun serat *agave* tersebut mempunyai peran yang sangat penting.

Saat ini pengembangan serat *agave* terus dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan serat yang mempunyai sifat-sifat tertentu seperti kekuatan yang tinggi tetapi mempunyai berat yang cukup ringan. Berdasarkan hal tersebut maka peneliti bermaksud meneliti pengaruh dari waktu dan suhu pada proses *degumming* alkali terhadap sifat fisik serat *agave*. Salah satu sifat fisik serat yang penting adalah kekuatan tarik dan mulur serat.

Kekuatan serat sangat berpengaruh pada benang yang akan di hasilkan pada proses pemintalan sehingga dengan demikian kekuatan tersebut berpengaruh

pada pertunannya. Oleh karena itu perlu diketahui sifat fisik serat yaitu kekuatan tarik dan mulur serat.

Pada penelitian ini akan digunakan analisis statistik multivariat, yaitu Analisis statistik untuk menganalisis terhadap hasil pengamatan obyek-obyek atau individu-individu dan hasil pengamatannya merupakan kumpulan beberapa variabel random khususnya yang saling berkorelasi. Analisa semacam ini akan diperlukan apabila diinginkan untuk mengamati gejala-gejala yang mungkin terjadi dari beberapa variabel random serempak (simultan).

Seperti telah diketahui, apabila hasil pengamatan merupakan kumpulan beberapa variabel random, analisis statistik univariat dapat dilakukan terhadap masing-masing variabel random secara terpisah dan tidak diperhatikan kemungkinan adanya korelasi antara beberapa variabel random secara bersamaan, berlawanan dengan hal tersebut, analisis variansi multivariat dapat diamati apakah ada hubungan antara beberapa variabel random yang telah diketahui secara bersamaan.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apakah terdapat pengaruh waktu pada proses *degumming* terhadap sifat fisik serat *agave*.
2. Apakah terdapat pengaruh dari suhu pada proses *degumming* terhadap sifat fisik serat *agave*.

3. Apakah terdapat pengaruh dari interaksi antara waktu dan suhu pada proses *degumming* terhadap sifat fisik serat *agave*.

### **I.3 Batasan Masalah**

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu meluas maka diberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Pembahasan pada tugas akhir ini adalah tentang analisis variansi multivariat dan segala aspeknya.
2. Untuk aplikasi teori, data yang diambil adalah data tentang kekuatan fisik serat yang di pengaruhi oleh waktu dan suhu pada proses *degumming*.
3. *Software* statistik yang digunakan adalah SPSS versi 10.0, dan Minitab 13.

### **I.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui Apakah terdapat pengaruh waktu pada proses *degumming* terhadap sifat fisik serat *agave*.
2. Untuk mengetahui Apakah terdapat pengaruh dari suhu pada proses *degumming* terhadap sifat fisik serat *agave*.
3. Untuk mengetahui Apakah terdapat pengaruh dari interaksi antara waktu dan suhu pada proses *degumming* terhadap sifat fisik serat *agave*.

### **I.5 Manfaat Penelitian**

Dalam berbagai kegiatan, termasuk penelitian ini, tidak akan mempunyai arti ataupun nilai lebih bila hasil dari kegiatan tersebut tidak ditindak lanjuti atau dengan kata lain tidak diimplementasikan. Dari penelitian yang dilakukan diharapkan akan memberi manfaat sebagai berikut :

1. Mengetahui dan memahami pengaruh proses *degumming* terhadap kekuatan fisik serat.
2. Bagi peneliti dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman dibidang aplikasi ilmu statistik dalam kehidupan sehari-hari.
3. Memberikan pengetahuan dan wawasan baru kepada industri tekstil Indonesia pada umumnya dan kalangan mahasiswa pada khususnya tentang penggunaan serat daun *agave* sebagai bahan tekstil yang telah banyak dikembangkan di negara lain.

### **I.6 Sistematika Penelitian**

Sistematika dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

#### **Bab I Pendahuluan**

Bab ini merupakan permasalahan yang dibahas, seperti latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini.



## Bab II Dasar Teori

Bab ini berisi tentang beberapa dasar teori yang digunakan dalam memecahkan dan membahas masalah yang ada.

## Bab III Metodologi Penelitian

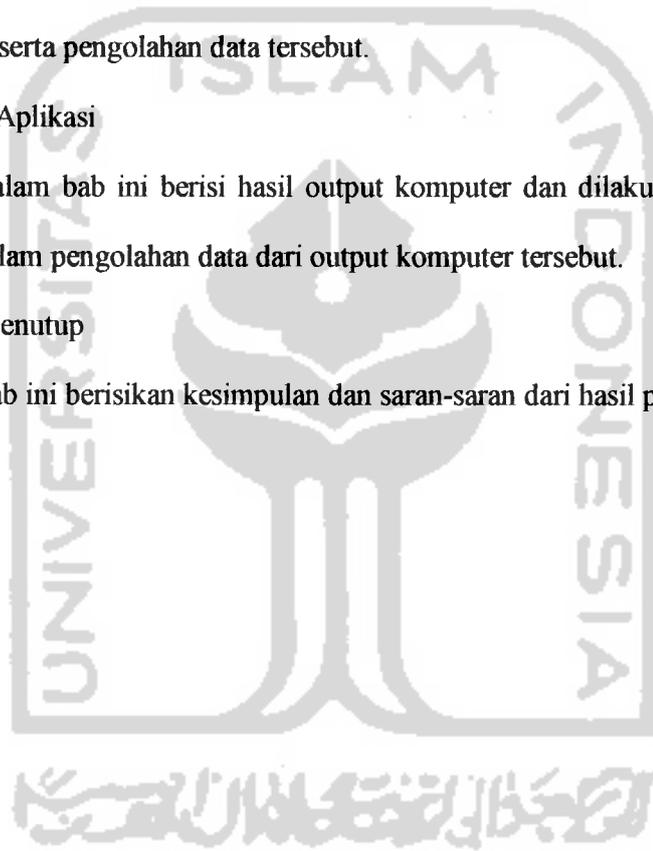
Dalam bab ini berisi tentang langkah-langkah yang digunakan dalam pengumpulan data dan menganalisis suatu masalah yang telah disusun beserta pengolahan data tersebut.

## Bab IV Aplikasi

Dalam bab ini berisi hasil output komputer dan dilakukan pembahasan dalam pengolahan data dari output komputer tersebut.

## Bab V Penutup

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran-saran dari hasil penelitian.



## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Statistik Multivariat

Analisis statistik multivariat adalah analisis statistik terhadap hasil pengamatan obyek-obyek atau individu-individu, jika hasil pengamatan tersebut merupakan kumpulan beberapa variabel random khususnya yang saling berkorelasi.

##### 2.1.1 Aspek Analisa Multivariat

Penggunaan analisa multivariat bisa diterapkan dalam beberapa bidang. Contohnya bidang kedokteran, bidang sosiologi, bidang pendidikan, bidang biologi dan bidang lingkungan hidup. Dan pada distribusi multivariat ini akan selalu ditemui data yang merupakan pengukuran pada beberapa variabel atau karakteristik, misal  $x_{ij}$  menunjukkan harga tertentu pada variabel ke-i, dan pengamatan ke-j.

$x_{ij}$  = item ke-j untuk variabel ke-i

n pengukuran pada p variabel dapat ditulis sebagai berikut :

	item 1	...	item j	...	item n
Variabel 1	$x_{11}$	...	$x_{1j}$	...	$x_{1n}$
Variabel 2	$x_{21}$	...	$x_{2j}$	...	$x_{2n}$
.	.		.		.
.	.		.		.
.	.		.		.
Variabel i	$x_{i1}$	...	$x_{ij}$	...	$x_{in}$
.	.		.		.
.	.		.		.
.	.		.		.
Variabel p	$x_{p1}$	...	$x_{pj}$	...	$x_{pn}$

Data ini apabila ditampilkan dalam matrik, akan terlihat sebagai berikut :

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & \cdot \\ x_{p1} & x_{p2} & \dots & x_{pj} & \dots & x_{pn} \end{bmatrix}$$

Dalam suatu data akan diperlukan ringkasan angka yang disebut statistik deskriptif. Misalnya rata-rata yang merupakan ukuran pusat dan variansi yang merupakan ukuran sebaran.

Secara umum mean sampel ke-i bila ada p variabel dan n pengukuran adalah

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, p. \quad (2.1)$$

Variansi sampel untuk variabel ke-i adalah

$$S_i^2 = \frac{1}{n} \sum (x_{ij} - \bar{x}_i)^2, \quad i = 1, 2, \dots, p. \quad (2.2)$$

(bila digunakan pembagi n-1 sebagai pengganti n, variansi sampel merupakan penduga tak bias untuk variansi populasi).

Akar variansi sampel,  $\sqrt{S_{ii}}$  adalah standar deviasi sampel

Kovariansi sampel untuk variabel ke-i dan k adalah

$$S_{ik} = \frac{1}{n} \sum (x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_k) \quad (2.3)$$

$i = 1, 2, \dots, p.$

$k = 1, 2, \dots, p.$

Kovariansi variabel ke-i dan k adalah variansi variabel ke-i dan k

$S_{ik} = S_{ki}$  untuk setiap i dan k

Bila mean dan varian kovarian ditunjukkan dalam matrik maka akan terlihat seperti dibawah ini :

$$\text{Mean sampel } \bar{x}_{p \times 1} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \bar{x}_p \end{bmatrix}$$

$$\text{Variansi dan kovariansi sampel } S_n = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & S_{1p} \\ S_{21} & S_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & S_{2p} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ S_{p1} & S_{p2} & \cdot & \cdot & \cdot & S_{pp} \end{bmatrix}$$

### 2.1.2 Vektor Random Dan Matriks Random

Vektor random adalah vektor yang elemen-elemennya variabel random. Matriks random adalah matriks yang elemen-elemennya variabel random. Harga harapan matriks random adalah harga harapan dari setiap elemen-elemennya. Mean dan kovariansi vektor random  $X_{p \times 1}$  dapat ditulis sebagai matriks yaitu :

$$E(\underline{X}) = \begin{bmatrix} E(X_1) \\ E(X_2) \\ \dots \\ E(X_p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \dots \\ \mu_p \end{bmatrix} = \underline{\mu}$$

$$\underline{\Sigma} = E \left( \underline{x} - \underline{\mu} \right) \left( \underline{x} - \underline{\mu} \right)' = E \left( \begin{bmatrix} x_1 - \mu_1 \\ \dots \\ x_p - \mu_p \end{bmatrix} [x_1 - \mu_1, \dots, x_p - \mu_p] \right)$$

$$\begin{aligned}
&= E \begin{bmatrix} (x_1 - \mu_1)^2 & (x_1 - \mu_1)(x_2 - \mu_2) & \cdots & (x_1 - \mu_1)(x_p - \mu_p) \\ (x_2 - \mu_2)(x_1 - \mu_1) & (x_2 - \mu_2)^2 & \cdots & (x_2 - \mu_2)(x_p - \mu_p) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ (x_p - \mu_p)(x_1 - \mu_1) & (x_p - \mu_p)(x_2 - \mu_2) & \cdots & (x_p - \mu_p)^2 \end{bmatrix} \\
&\sum = \begin{bmatrix} E(x_1 - \mu_1)^2 & E(x_1 - \mu_1)(x_2 - \mu_2) & \cdots & E(x_1 - \mu_1)(x_p - \mu_p) \\ E(x_2 - \mu_2)(x_1 - \mu_1) & E(x_2 - \mu_2)^2 & \cdots & E(x_2 - \mu_2)(x_p - \mu_p) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ E(x_p - \mu_p)(x_1 - \mu_1) & E(x_p - \mu_p)(x_2 - \mu_2) & \cdots & E(x_p - \mu_p)^2 \end{bmatrix} \\
&\sum = \text{cov}(X) = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2p} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \cdots & \sigma_{pp} \end{bmatrix} \tag{2.4}
\end{aligned}$$

merupakan matriks simetris.

$\mu$  dan  $\sum$  adalah mean dan varian-kovarian populasi.

## 2.2 Distribusi Normal Multivariat

Densitas normal multivariat  $p$  dimensi untuk vektor random  $X = [X_1, X_2, \dots, X_p]$  mempunyai bentuk

$$f(x) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{p}{2}} |\sum|^{\frac{1}{2}}} e^{-\frac{1}{2} (x-\mu)' \sum^{-1} (x-\mu)} ; -\infty < x_i < \infty \tag{2.5}$$

;  $i = 1, 2, \dots, p$

diberi notasi  $N_p \left( \mu, \sum \right)$

dengan :

$\pi$  = nilai konstan yang bila ditulis hingga 4 desimal  $\pi = 3,1416$ .

$e$  = bilangan konstan bila ditulis 4 desimal  $e = 2,7183$ .

$\underline{\mu}$  = parameter, merupakan vektor rata-rata untuk distribusi.

$\underline{\Sigma}$  = parameter, merupakan vektor kovarian untuk distribusi, dan dianggap definit positif.

Beberapa sifat penting distribusi normal multivariat adalah bila  $\underline{X}$  berdistribusi normal multivariat maka :

- kombinasi linier dari komponen-komponen  $\underline{X}$  juga berdistribusi normal multivariat.
- Semua himpunan bagian dari komponen-komponen dari  $\underline{X}$  berdistribusi normal multivariat.
- Kovarian nol mengakibatkan komponen-komponen yang bersangkutan independen.
- Distribusi bersyarat dari komponen-komponen adalah normal multivariat.

Teorema 1 :

$\underline{X}$  berdistribusi  $N_p(\underline{\mu}, \underline{\Sigma})$ , maka  $\underline{a}'\underline{X} = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_pX_p$  berdistribusi  $N(\underline{a}'\underline{\mu}, \underline{a}'\underline{\Sigma}\underline{a})$

Teorema 2 :

$\underline{X}$  berdistribusi  $N_p(\underline{\mu}, \underline{\Sigma})$ , maka  $\underline{X} + \underline{d}$  berdistribusi  $N_p(\underline{\mu} + \underline{d}, \underline{\Sigma})$ .

Teorema 3 :

$\underline{X}$  berdistribusi  $N_p(\underline{\mu}, \underline{\Sigma})$ , maka  $\underline{A}\underline{X}$  berdistribusi  $N(\underline{A}\underline{\mu}, \underline{A}\underline{\Sigma}\underline{A}')$  dimana  $\underline{A}$  bertipe  $q \times p$ .

Tujuan uji normalitas adalah ingin mengetahui apakah distribusi sebuah data mengikuti atau mendekati distribusi normal, yakni distribusi data dengan bentuk lonceng (*bell shaped*). Data yang baik adalah data yang mempunyai pola seperti distribusi normal, yakni distribusi data tersebut tidak menceng kekiri atau menceng kekanan.

### 2.3 Perbandingan Ganda dengan Uji Tukey

Uji Tukey digunakan jika banyak observasi untuk tiap perlakuan adalah sama dan untuk memperoleh interval konfidensi bersama selisih ( $\mu_A - \mu_B$ ) untuk setiap pasang harga mean populasi-populasi itu. Misalkan  $m = n_1 = \dots = n_k$  adalah ukuran sampel tiap tritmen. Sehingga jumlah elemen seluruhnya adalah  $n = km$ , dan sesatan kuadrat menjadi :

$$S^2 = \text{SKR} = \frac{1}{k(m-1)} \sum_{i=1}^k (m-1) S_i^2 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i^2 \quad (2.6)$$

$Q =$  maksimum untuk semua pasang  $A \neq B$  dari  $\binom{k}{2} = k(k-1)/2$  kuantitas (variabel random) :

$$\frac{|(\bar{X}_A - \mu_A) - (\bar{X}_B - \mu_B)|}{S/\sqrt{m}} \quad (2.7)$$

maka intervalnya adalah

$$(\bar{X}_A - \bar{X}_B) - Q(k; k(m-1); \alpha) \frac{S}{\sqrt{m}} < \mu_A - \mu_B < (\bar{X}_A - \bar{X}_B) + Q(k; k(m-1); \alpha) \frac{S}{\sqrt{m}} \quad (2.8)$$

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Obyek Penelitian**

Dalam penelitian ini yang dijadikan obyek penelitian adalah serat daun agave yang merupakan serat multiseluler seperti serat tumbuhan lain. Pada penelitian ini peneliti akan mencatat data dari kekutan tarik dan mulur serat setelah mengalami proses degumming.

#### **3.2 Tahap Pengumpulan Data**

Dalam statistik tahap pengumpulan data ini termasuk dalam statistik deskriptif, dimana data dikumpulkan dan diringkas pada hal-hal yang penting dalam data tersebut.

Dari sudut pandang statistik, data dibagi menjadi dua, yang pertama adalah data kualitatif yaitu data data yang dinyatakan dalam bentuk bukan angka, dan yang kedua adalah data kuantitatif yaitu data yang dinyatakan dalam bentuk angka. Menurut sumbernya data juga dibedakan menjadi dua, pertama adalah data primer yaitu data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh organisasi yang menerbitkannya atau menggunakannya, kedua adalah data sekunder yaitu data yang diterbitkan atau digunakan oleh organisasai yang bukan merupakan pengolahnnya.

### 3.2.1 Data yang Digunakan

Data yang digunakan adalah data sekunder yang di ambil dari penelitian Leni Tri Haryanti dan Hadi Suryadi dengan judul : “Pengaruh suhu dan waktu pada proses Degumming Alkali ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) terhadap kekuatan tarik dan mulur serat agave”

### 3.2.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian kali ini adalah metode dokumentasi, yaitu metode pengumpulan data yang menggunakan dokumen atau catatan tertulis dari pihak peneliti sebelumnya. Dalam penelitian ini data di tampilkan pada lampiran.

### 3.3 Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan dalam analisis data ini adalah analisis variansi multivariat.

Seringkali, lebih dari dua populasi akan dibandingkan. Sampel random, kumpulan dari tiap-tiap g populasi adalah sebagai berikut :

populasi 1 :  $X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1n_1}$

populasi 2 :  $X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2n_2}$

populasi g :  $X_{g1}, X_{g2}, \dots, X_{gn_g}$

MANOVA adalah yang digunakan untuk memeriksa apakah vektor-vektor mean populasi adalah sama, jika tidak, komponen mean mana yang berbeda secara signifikan.

Asumsi yang mendasari struktur data adalah

1.  $X^{\ell_1}, X^{\ell_2}, \dots, X^{\ell_{n_\ell}}$ , adalah sampel random dengan ukuran  $n_\ell$  dari populasi dengan mean  $\mu_\ell$ ,  $\ell = 1, 2, \dots, g$ . Sampel random dari populasi yang berbeda independen.
2. matriks kovariansi  $\Sigma$  untuk semua populasi adalah homogen.
3. tiap-tiap populasi adalah normal multivariat

untuk mempermudah pemahaman tentang MANOVA, sebelumnya peneliti akan menguraikan ringkasan tentang analisis variansi univariat.

### 3.3.1 Analisis Variansi Univariat

Analisis variansi yang juga sering disebut sebagai analisis varian adalah suatu metode yang membagi-bagi data eksperimen ke dalam beberapa bagian, bagian mana dapat dibagi berdasar sumber, sebab atau faktor. Dalam bentuk yang paling sederhana, analisis varian ini digunakan untuk menguji signifikansi dari perbedaan rata-rata dari sejumlah populasi yang berbeda.

Pada keadaan univariat,  $X^{\ell_1}, X^{\ell_2}, \dots, X^{\ell_{n_\ell}}$ , adalah sampel random dari populasi normal  $N(\mu_\ell, \sigma^2)$ ,  $\ell = 1, 2, \dots, g$ , dan sampel random adalah independen. Dapat dinyatakan dalam bentuk

$$X_{ij} = \mu + \tau_\ell + e_{ij} \quad (3.1)$$

$$\ell = 1, 2, \dots, g$$

$$j = 1, 2, \dots, n_\ell$$

dimana  $e_{\ell j}$  adalah eror random dengan variabel random independen  $N(0, \sigma^2)$ .

Penjabaran dari persamaan diatas adalah :

$$x_{\ell j} = \bar{x} + (\bar{x}_\ell - \bar{x}) + (x_{\ell j} - \bar{x}_\ell) \quad (3.2)$$

$x_{\ell j}$  = obsevasi

$\bar{x}$  = mean sampel keseluruhan

$(\bar{x}_\ell - \bar{x})$  = penduga efek perlakuan

$(x_{\ell j} - \bar{x}_\ell)$  = residual

tabel dari analisis variansi univariat adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Tabel Anova

Sumber Variasi	jumlah kuadrat	derajat bebas
Perlakuan	JKP	g-1
Residual	JKR	$\sum_{\ell=1}^g n_\ell - g$
Total	JKT	$\sum_{\ell=1}^g n_\ell - 1$

Berikut adalah rumus-rumus untuk mencari jumlah kuadrat

$$JKP = \sum_{\ell=1}^g n_\ell (\bar{x}_\ell - \bar{x})^2 \quad (3.3)$$

$$JKR = \sum_{\ell=1}^g \sum_{j=1}^{n_\ell} (x_{\ell j} - \bar{x}_\ell)^2 \quad (3.4)$$

$$JKT = \sum_{\ell=1}^g \sum_{j=1}^{n_{\ell}} (x_{\ell j} - \bar{x})^2 \quad (3.5)$$

Keterangan

JKP = jumlah kuadrat perlakuan

JKR = jumlah kuadrat residual

JKT = jumlah kuadrat total

Untuk menguji hipotesisnya,  $H_0$  tidak terdapat pengaruh perlakuan,  $H_1$  terdapat pengaruh perlakuan

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

$H_1 : \text{minimal salah satu } \tau_g \neq 0$

Pada tingkat signifikansi  $\alpha$   $H_0$  akan ditolak jika

$$F = \frac{JKP / (g-1)}{JKR / (\sum n_{\ell} - g)} > F_{g-1, \sum n_{\ell} - g}(\alpha)$$

### 3.3.2 Analisis Variansi Multivariat

Pada dasarnya analisis variansi multivariat merupakan pengembangan lebih lanjut dari analisis variansi univariat atau yang lebih dikenal sebagai analisis variansi. Jika dalam analisis variansi univariat hanya dikaji pengaruh berbagai perlakuan yang dicobakan terhadap respon tunggal (satu buah variabel respon), maka dalam analisis variansi multivariat dikaji pengaruh dari berbagai perlakuan yang dicobakan terhadap respon ganda (lebih dari satu variabel respon).

Seperti halnya statistik inferensi, kedua teknik univariat (t tes dan ANAVA) dan *MANOVA* di gunakan untuk menaksir signifikansi statistik dari perbedaan dua sampel. Pada prosedur univariat, t tes digunakan untuk mengukur

keadaan dua sampel dan ANAVA untuk keadaan tiga sampel atau lebih. Analisis variansi multivariat ini merupakan perluasan dari tehnik univariat untuk menaksir perbedaan diantara rata-rata sampel. Pada t tes dan ANAVA  $H_0$  menguji tentang apakah rata-rata dari seluruh variabel independen adalah sama. Sedangkan pada MANOVA  $H_0$  menguji tentang apakah vektor rata-rata dari seluruh variabel dependen adalah sama.

Model MANOVA untuk membandingkan g vektor mean populasi adalah

$$X_{ij} = \mu + \tau_{\ell} + e_{ij} \quad (3.6)$$

Penjabaran dari persamaan diatas adalah

$$x_{ij} = \bar{x} + (\bar{x}_{\ell} - \bar{x}) + (x_{ij} - \bar{x}_{\ell}) \quad (3.7)$$

$x_{ij}$  = obsevasi

$\bar{x}$  = mean sampel keseluruhan

$(\bar{x}_{\ell} - \bar{x})$  = penduga efek perlakuan

$(x_{ij} - \bar{x}_{\ell})$  = residual

tabel dari analisis variansi multivariat adalah

Tabel 3.2 Tabel Manova

Sumber Variasi	jumlah kuadrat	derajat bebas
Perlakuan	A	$g-1$
Residual	D	$\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - g$
Total	T	$\sum_{\ell=1}^g n_{\ell} - 1$

Dari tabel diatas kita bisa mendapatkan nilai dari  $\lambda^*$  yang akan digunakan untuk menguji hipotesisnya.

$$\lambda^* = \frac{|D|}{|A + D|} \quad (3.8)$$

Berikut adalah rumus-rumus untuk mencari jumlah kuadrat

$$A = \sum_{\ell=1}^g n_{\ell} (\bar{x}_{\ell} - \bar{x})(\bar{x}_{\ell} - \bar{x})' \quad (3.9)$$

$$D = \sum_{\ell=1}^g \sum_{j=1}^{n_{\ell}} (x_{\ell j} - \bar{x}_{\ell})(x_{\ell j} - \bar{x}_{\ell})' \quad (3.10)$$

$$T = \sum_{\ell=1}^g \sum_{j=1}^{n_{\ell}} (x_{\ell j} - \bar{x})(x_{\ell j} - \bar{x})' \quad (3.11)$$

#### Keterangan

A = jumlah kuadrat antara perlakuan dan hasil kali silang

D = jumlah kuadrat dalam perlakuan dan hasil kali silang

T = jumlah kuadrat total terkoreksi dan hasil kali silang



Untuk menguji hipotesisnya,  $H_0$  tidak terdapat pengaruh perlakuan,  $H_1$  terdapat pengaruh perlakuan

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

$$H_1 : \text{minimal salah satu } \tau_g \neq 0$$

$H_0$  ditolak bila generalized variansi  $\lambda^*$  kecil.

Distribusi dari  $\lambda^* = \frac{|D|}{|A+D|}$  adalah

Tabel 3.3 Distribusi  $\lambda^*$

jumlah variabel	jumlah grup	distribusi sampling data multivariat
$p = 1$	$g \geq 2$	$\left( \frac{\sum n_i - g}{g-1} \right) \left( \frac{1-\lambda^*}{\lambda^*} \right) \sim F_{g-1, \sum n_i - g}(\alpha)$
$p = 2$	$g \geq 2$	$\left( \frac{\sum n_i - g - 1}{g-1} \right) \left( \frac{1-\sqrt{\lambda^*}}{\sqrt{\lambda^*}} \right) \sim F_{2(g-1), 2(\sum n_i - g - 1)}(\alpha)$
$p \geq 1$	$g = 2$	$\left( \frac{\sum n_i - p - 1}{p-1} \right) \left( \frac{1-\lambda^*}{\lambda^*} \right) \sim F_{p, \sum n_i - p - 1}(\alpha)$
$p \geq 1$	$g = 3$	$\left( \frac{\sum n_i - p - 2}{p} \right) \left( \frac{1-\sqrt{\lambda^*}}{\sqrt{\lambda^*}} \right) \sim F_{2p, 2(\sum n_i - p - 2)}(\alpha)$

pada pendekatan barlet, bila  $H_0$  benar dan  $\sum n_i = n$  besar,

$$-\left( \frac{n-1-(p+g)}{2} \right) \ln \lambda^* = -\left( \frac{n-1-(p+g)}{2} \right) \ln \frac{|D|}{|A+D|} \quad (3.12)$$

jadi untuk  $\sum n_i = n$  besar, maka  $H_0$  akan ditolak pada tingkat signifikansi  $\alpha$  bila :

$$-\left( \frac{n-1-(p+g)}{2} \right) \ln \frac{|D|}{|A+D|} > \chi_{p(g-1)}^2(\alpha) \quad (3.13)$$

dimana  $\chi^2_{p(g-1)}(\alpha)$  adalah persentil atas dari distribusi Chi-kuadrat dengan  $p(g-1)$  adalah derajat bebas.

### 3.3.3 Analisis Variansi Multivariat Dua Arah

Analisis variansi multivariat dua arah ini bisa dilakukan apabila dalam suatu penelitian percobaan yang dilakukan terdiri dari dua faktor

$$\text{Model } X_{\ell kr} = \mu + \tau_{\ell} + \beta_k + \gamma_{\ell k} + e_{\ell kr} \quad (3.14)$$

$$\ell = 1, 2, \dots, g, \quad k = 1, 2, \dots, b, \quad r = 1, 2, \dots, n$$

$\ell$  = banyaknya kofaktor pada faktor 1

$k$  = banyaknya kofaktor pada faktor 2

$r$  = banyaknya respon

dimana

$$\sum_{\ell=1}^g \tau_{\ell} = \sum_{k=1}^b \beta_k = \sum_{\ell=1}^g \gamma_{\ell k} = \sum_{k=1}^b \gamma_{\ell k} = 0. \text{ Semua vektor berordo } p \times 1 \text{ dan } e_{\ell kr} \text{ adalah}$$

vektor random yaitu  $N_p(0, \Sigma)$ .

Observasi dari vektor  $x_{\ell kr}$ , dapat dinyatakan sebagai berikut

$$x_{\ell kr} = \bar{x} + (\bar{x}_{\ell} - \bar{x}) + (\bar{x}_{.k} - \bar{x}) + (\bar{x}_{\ell k} - \bar{x}_{\ell} - \bar{x}_{.k} + \bar{x}) + (\bar{x}_{\ell kr} - \bar{x}_{\ell k}) \quad (3.15)$$

dimana  $\bar{x}$  adalah vektor rata-rata dari seluruh observasi,  $\bar{x}_{\ell}$  adalah vektor rata-rata observasi dari faktor 1,  $\bar{x}_{.k}$  adalah vektor rata-rata observasi dari faktor 2 dan  $\bar{x}_{\ell k}$  adalah vektor rata-rata observasi dari faktor 1 dan faktor 2.

tabel dari analisis variansi multivariat dua arah adalah

Tabel 3.4 Tabel Manova 2 Arah

Sumber variasi	jumlah kuadrat matriks dan persilangan produk (SSP)	derajat bebas
Faktor 1	$SSP_{\text{fak 1}}$	$g - 1$
Faktor 2	$SSP_{\text{fak 2}}$	$b - 1$
Interaksi	$SSP_{\text{int}}$	$(g-1)(b-1)$
Eror	$SSP_{\text{res}}$	$gb (n-1)$
Total	$SSP_{\text{tot}} =$	$gbn - 1$

Berikut adalah rumus-rumus untuk mencari jumlah kuadrat

$$SSP_{\text{fak 1}} = \sum_{\ell=1}^g bn (\bar{x}_{\ell} - \bar{x})(\bar{x}_{\ell} - \bar{x})' \quad (3.16)$$

$$SSP_{\text{fak 2}} = \sum_{k=1}^b gn (\bar{x}_{\cdot k} - \bar{x})(\bar{x}_{\cdot k} - \bar{x})' \quad (3.17)$$

$$SSP_{\text{int}} = \sum_{\ell=1}^g \sum_{k=1}^b n (\bar{x}_{\ell k} - \bar{x}_{\ell} - \bar{x}_{\cdot k} + \bar{x})(\bar{x}_{\ell k} - \bar{x}_{\ell} - \bar{x}_{\cdot k} + \bar{x})' \quad (3.18)$$

$$SSP_{\text{res}} = \sum_{\ell=1}^g \sum_{k=1}^b \sum_{r=1}^n (x_{\ell kr} - \bar{x}_{\ell k})(x_{\ell kr} - \bar{x}_{\ell k})' \quad (3.19)$$

$$SSP_{\text{tot}} = \sum_{\ell=1}^g \sum_{k=1}^b \sum_{r=1}^n (x_{\ell kr} - \bar{x})(x_{\ell kr} - \bar{x})' \quad (3.20)$$

### Keterangan

$SSP_{\text{fak } 1}$  = jumlah kuadrat matriks dan persilangan produk faktor 1

$SSP_{\text{fak } 2}$  = jumlah kuadrat matriks dan persilangan produk faktor 2

$SSP_{\text{int}}$  = jumlah kuadrat matriks dan persilangan produk intraksi faktor 1 dan faktor 2

$SSP_{\text{res}}$  = jumlah kuadrat matriks dan persilangan produk residual

$SSP_{\text{tot}}$  = jumlah kuadrat matriks dan persilangan produk total

Dan pengujian hipotesisnya adalah

- Pengujian untuk faktor interaksi

$$H_0 : \gamma_{11} = \gamma_{12} = \dots = \gamma_{gb} = 0$$

(tidak ada interaksi antara faktor 1 dan faktor 2)

$$H_1 : \text{minimal salah satu } \gamma_{gb} \neq 0$$

(ada interaksi antara faktor 1 dan faktor 2)

bila sampel besar, maka dengan menggunakan pendekatan Bartlett's  $H_0$  akan ditolak pada tingkat signifikansi  $\alpha$  jika

$$- \left[ gb(n-1) - \frac{p+1-(g-1)(b-1)}{2} \right] \ln \lambda^* > \chi^2_{(g-1)(b-1)p}(\alpha) \quad (3.21)$$

$(g - 1) (b - 1) p$  adalah derajat bebas dari distribusi Chi-kuadrat untuk pengujian faktor interaksi, dan nilai Wilk's lambda diberikan pada persamaan berikut :

$$\lambda^* = \frac{|SSP_{\text{res}}|}{|SSP_{\text{int}} + SSP_{\text{res}}|} \quad (3.22)$$

- Pengujian pengaruh utama faktor 1

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

(tidak ada pengaruh faktor 1)

$$H_1 : \text{minimal salah satu } \tau_g \neq 0$$

(terdapat pengaruh faktor 1)

bila sampel besar, maka dengan menggunakan pendekatan Bartlett's  $H_0$  akan ditolak pada tingkat signifikansi  $\alpha$  jika

$$- \left[ gb(n-1) - \frac{p+1-(g-1)}{2} \right] \ln \lambda^* > \chi^2_{(g-1)p}(\alpha) \quad (3.23)$$

$(g-1)p$  adalah derajat bebas dari distribusi Chi-kuadrat untuk pengujian pengaruh utama faktor 1, dan nilai Wilk's lambda diberikan pada persamaan berikut :

$$\lambda^* = \frac{|SSP_{res}|}{|SSP_{fak1} + SSP_{res}|} \quad (3.24)$$

- Pengujian pengaruh utama faktor 2

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_b = 0$$

(tidak ada pengaruh faktor 2)

$$H_1 : \text{minimal salah satu } \beta_b \neq 0$$

(terdapat pengaruh faktor 2)

bila sampel besar, maka dengan menggunakan pendekatan Bartlett's  $H_0$  akan ditolak pada tingkat signifikansi  $\alpha$  jika

$$- \left[ gb(n-1) - \frac{p+1-(b-1)}{2} \right] \ln \lambda^* > \chi^2_{(b-1)p}(\alpha) \quad (3.25)$$

$(b - 1)p$  adalah derajat bebas dari distribusi Chi-kuadrat untuk pengujian pengaruh utama faktor 2, dan nilai Wilk's lambda diberikan pada persamaan berikut :

$$\lambda^* = \frac{|SSP_{res}|}{|SSP_{fak 2} + SSP_{res}|} \quad (3.26)$$

### 3.3.4 Pengujian Asumsi-asumsi Analisis Variansi Multivariat

Uji asumsi disini dimaksudkan untuk menguji data, data-data yang akan diuji menggunakan metode parametrik sebaiknya diadakan uji terhadap asumsi-asumsinya, jika nantinya asumsi tidak terpenuhi maka sebaiknya data di uji menggunakan metode nonparametrik.

#### 3.3.4.1 Uji Normal Multivariat

Untuk melakukan pemeriksaan data multinormal, dapat dilakukan dengan cara mengkonstruksikan plot Chi-kuadrat, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. menghitung jarak tergeneralisasi

$$d_j^2 = \left( \underset{\sim}{x}_j - \underset{\sim}{\bar{X}} \right)' \underset{\sim}{S}^{-1} \left( \underset{\sim}{x}_j - \underset{\sim}{\bar{X}} \right) ; j = 1, 2, \dots, n$$

- b. mengurutkan  $d_j^2$  :  $d_{(1)}^2 \leq d_{(2)}^2 \dots \leq d_{(n)}^2$
- c. membuat plot  $(d_j^2 ; \chi_p^2 ((j - \frac{1}{2}) / n))$ , p merupakan derajat bebas untuk distribusi Chi-kuadrat
- d. plot ini merupakan garis lurus bila data berdistribusi normal multivariat.

Dan untuk melakukan uji ini, peneliti menggunakan *software* minitab 13.

### 3.3.4.2 Uji Homogenitas

Untuk melakukan analisis variansi multivariat, salah satu asumsi yang harus dipenuhi adalah matrik kovariansi dari berbagai kombinasi perlakuan adalah sama. Uji *Box's M* digunakan untuk menguji homogenitas matriks kovariansi. Uji ini dapat digunakan untuk memeriksa benar tidaknya (valid) asumsi tersebut.

Pengujian hipotesisnya adalah,  $H_0 : \Sigma_{(s1 w1)} = \Sigma_{(s1 w2)} = \Sigma_{(s1 w3)} = \Sigma_{(s2 w1)} = \Sigma_{(s2 w2)} = \Sigma_{(s2 w3)} = \Sigma_{(s3 w1)} = \Sigma_{(s3 w2)} = \Sigma_{(s3 w3)}$ , atau semua matrik kovariansi dari berbagai kombinasi perlakuan adalah sama, dan  $H_1$  : minimal ada satu matrik kovariansi dari berbagai kombinasi perlakuan yang berbeda, dengan tingkat signifikansi  $\alpha : 0.05$ , maka  $H_0$  akan ditolak jika angka sig. pada *Box'M*  $< 0.05$ , atau semua matrik kovariansi dari berbagai kombinasi perlakuan adalah sama jika nilai sig. pada *Box'M*  $\geq 0.05$ .

### 3.4 Kajian Pustaka

Pengaruh waktu dan suhu terhadap kekuatan tarik dan mulur serat sebelumnya pernah dilakukan pada penelitian (Leni dan Hadi, 2002) Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, dengan judul "*Pengaruh suhu dan waktu pada proses Degumming Alkali ( $Na_2CO_3$ ) terhadap kekuatan tarik dan mulur serat agave*". Dalam pengambilan sampelnya, Leni dan Hadi menggunakan metode sampel acak, yakni setiap kelompok serat dilakukan pengambilan contoh uji sebanyak 5 serat yang dilakukan secara acak.

Untuk mendapatkan serat yang akan dijadikan sampel, dilakukan proses *degumming* terlebih dahulu, tahap-tahap dari proses *degumming* adalah pertama-tama dilakukan pengirisan daun *agave* pada kedua sisinya dan pengikisan lapisan luar daun serta menghilangkan kandungan airnya, kemudian dilakukan pemasakan daun dengan larutan soda abu menggunakan suhu 70°C, 80°C, 90°C dan lamanya waktu pemasakan masing-masing 15 menit, 25 menit, 35 menit, setelah pemasakan tahap selanjutnya adalah pemb-ersihan dan pencucian serat, pada tahap ini daun yang sudah dimasak akan diambil seratnya dan kemudian dilakukan pencucian pada serat yang telah dihasilkan, dan tahap yang terakhir dari proses *degumming* adalah tahap pengeringan serat dengan cara diangin-anginkan.

Setelah serat kering maka dilakukan pengujian kekuatan tarik dan mulur serat, serat yang akan diuji harus diketahui panjang dan beratnya, sehingga dari panjang dan beratnya dapat dihitung nomor benang dari serat, setelah diketahui nomor benangnya, serat kemudian di uji dengan mesin tenso lab dengan cara :

- memasukkan data serat (nomor benang, warna serat, jenis serat) yang akan diuji kedalam komputer
- diambil sehelai serat kemudian diujung dan di pangkal serat dijepit, kemudian alat dijalankan sehingga serat mendapat tarikan dan akhirnya putus. Setelah serat putus kemudian alat dihentikan, kekuatan tarik dan mulur serat dapat diketahui dengan melihat data yang terdapat dalam komputer.

Untuk menganalisis data, peneliti terdahulu menggunakan metode analisis variansi dua arah, dan di hasilkan kesimpulan bahwa pada proses *degumming* variasi suhu berpengaruh terhadap kekuatan tarik serat *agave*, tetapi variasi suhu

tidak berpengaruh terhadap kekuatan mulur serat. Untuk variasi waktu tidak berpengaruh, baik pada kekuatan tarik maupun kekuatan mulur serat. Dan pada proses *degumming* untuk interaksi suhu dan waktu berpengaruh terhadap kekuatan tarik serat, tetapi tidak berpengaruh terhadap kekuatan mulur serat.

Dalam pengujiannya, peneliti terdahulu tidak memeriksa asumsi-asumsi yang harus dipenuhi apabila akan digunakan analisis variansi, jadi pada penelitian sebelumnya tidak diketahui apakah data sebenarnya memenuhi asumsi analisis variansi atau tidak.



## BAB IV

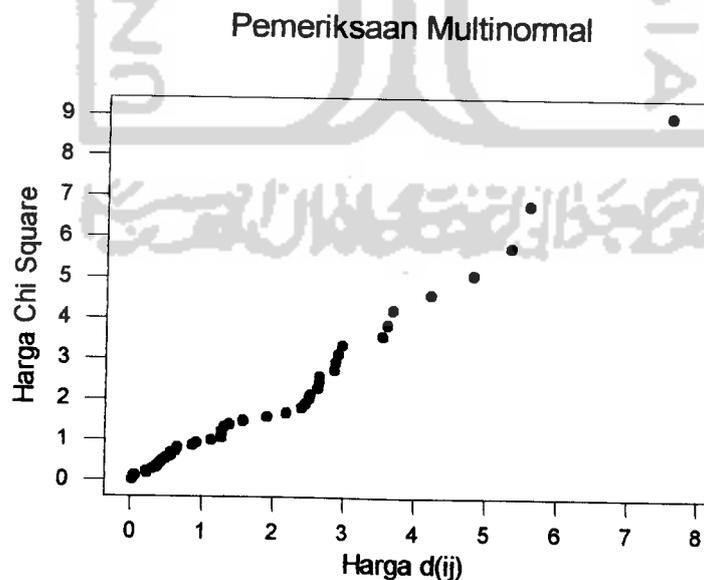
### APLIKASI

Data yang digunakan adalah data sekunder yang di ambil dari penelitian Leni Tri Haryanti dan Hadi Suryadi dengan judul : “Pengaruh suhu dan waktu pada proses *Degumming* Alkali ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) terhadap kekuatan tarik dan mulur serat *agave*”. Pada penelitian ini analisa yang digunakan adalah Analisis Variansi Multivariat. Sebelum dilakukan pengujian analisis variansi multivariat maka terlebih dahulu akan dilakukan pengujian terhadap asumsi-asumsinya.

#### 4.1 Pengujian Asumsi-asumsi analisis variansi multivariat

Pada bab III telah diuraikan, bahwa terdapat asumsi-asumsi pokok yang harus dipenuhi dalam analisis variansi multivariat, diantaranya adalah normal multivariat dan homogenitas, dan berikut adalah pengujiannya :

##### 4.1.1 Uji Normal Multivariat



Dari gambar terlihat bahwa plot data telah mendekati garis lurus, yang berarti bahwa data dari kekuatan tarik dan kekuatan mulur serat telah memenuhi asumsi normal multivariat.

#### 4.1.2 Uji Homogenitas

Tabel 4.1 Hasil Uji Box's M

Box's M	31,650
F	1,046
df1	24
df2	3961
Sig.	0,4

Sumber : Lampiran III

Untuk pengujian homogenitas,  $H_0: \sum_{(s1 w1)} = \sum_{(s1 w2)} = \sum_{(s1 w3)} = \sum_{(s2 w1)} = \sum_{(s2 w2)} = \sum_{(s2 w3)} = \sum_{(s3 w1)} = \sum_{(s3 w2)} = \sum_{(s3 w3)}$ , atau semua matrik kovariansi dari berbagai kombinasi perlakuan adalah sama,  $H_1$  adalah minimal ada satu matrik kovariansi dari berbagai kombinasi perlakuan yang berbeda, dan dengan  $\alpha : 0.05$ ,  $H_0$  akan ditolak apabila nilai sig. pada Box'M < 0.05, pada tabel diatas dapat kita lihat bahwa nilai sig. = 0.4 > 0.05, maka  $H_0$  diterima, dan bisa disimpulkan bahwa semua matrik kovariansi dari berbagai kombinasi perlakuan adalah sama.

## 4.2 Pembahasan

Dari data yang diperoleh ada dua variabel independen yaitu suhu dan waktu, dan ada dua variabel dependen yaitu kekuatan tarik serat dan kekuatan mulur serat.

Akan di bahas pengaruh dari suhu dan waktu terhadap kekuatan tarik dan kekuatan mulur serat dengan menggunakan analisis variansi multivariat. Pada output yang dihasilkan oleh software spss 10.0 nilai  $\lambda^*$  dari suhu, waktu, dan interaksi antara suhu-waktu telah diketahui.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Manova

Sumber variasi	$\lambda^*$	db
Suhu	0,493	3
Waktu	0,726	3
Int suhu-waktu	0,424	5

Sumber : Lampiran IV

Dengan melihat dari tabel diatas, maka kita dapat menganalisis pengaruh dari faktor suhu, waktu, dan interaksi suhu-waktu.

Untuk faktor suhu,  $H_0$  adalah tidak ada pengaruh faktor suhu,  $H_1$  adalah terdapat pengaruh faktor suhu

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada salah satu } \tau \neq 0$$

$$\text{daerah penolakan untuk } H_0 \text{ adalah } - \left[ gb(n-1) - \frac{p+1-(g-1)}{2} \right] \ln \lambda^* > \chi^2_{(g-1)p}(\alpha)$$

pada tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$ , didapatkan nilai dari

$$- \left[ gb(n-1) - \frac{p+1-(g-1)}{2} \right] \ln \lambda^* = - \left[ 3 \times 3(4) - \frac{3-2}{2} \right] \ln 0.493 = -35.5x - 0.707$$

=25.09, dan pada tabel kita dapat mengetahui nilai  $\chi^2_4(0.05) = 9.48$ , karena 25.09 > 9.48 maka  $H_0$  ditolak yang berarti terdapat pengaruh pada faktor suhu.

Untuk faktor waktu,  $H_0$  adalah tidak ada pengaruh faktor waktu,  $H_1$  adalah terdapat pengaruh faktor waktu

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$$

$H_1$  : minimal ada salah satu  $\beta \neq 0$

$$\text{daerah penolakan untuk } H_0 \text{ adalah } - \left[ gb(n-1) - \frac{p+1-(b-1)}{2} \right] \ln \lambda^* > \chi^2_{(b-1)p}(\alpha)$$

pada tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$ , didapatkan nilai dari

$$- \left[ gb(n-1) - \frac{p+1-(b-1)}{2} \right] \ln \lambda^* = - \left[ 3 \times 3(4) - \frac{3-2}{2} \right] \ln 0.726 = -35.5x - 0.32$$

= 11.36, dan pada tabel kita dapat mengetahui nilai  $\chi^2_4(0.05) = 9.48$ , karena 11.36

> 9.48 maka  $H_0$  ditolak yang berarti terdapat pengaruh pada faktor waktu.

Untuk interaksi,  $H_0$  adalah tidak ada interaksi antara faktor suhu dan faktor waktu,  $H_1$  adalah ada interaksi antara faktor suhu dan faktor waktu

$$H_0 : \gamma_{11} = \gamma_{12} = \gamma_{13} = \gamma_{21} = \gamma_{22} = \gamma_{23} = \gamma_{31} = \gamma_{32} = \gamma_{33} = 0$$

$H_1$  : minimal ada salah satu  $\gamma \neq 0$

pada tingkat signifikansi  $\alpha = 0.05$ , daerah penolakan untuk  $H_0$  adalah -

$$\left[ gb(n-1) - \frac{p+1-(g-1)(b-1)}{2} \right] \ln \lambda^* > \chi^2_{(g-1)(b-1)p}(\alpha), \text{ didapatkan nilai dari}$$

$$- \left[ gb(n-1) - \frac{p+1-(g-1)(b-1)}{2} \right] \ln \lambda^* = - \left[ 3 \times 3(4) - \frac{3-(2)(2)}{2} \right] \ln 0.424$$



=  $-36.5x - 0.858 = 31.357$ , dan pada tabel kita dapat mengetahui nilai  $\chi^2_{\alpha}(0.05)$  = 15.5, karena  $31.357 > 15.5$  maka  $H_0$  ditolak yang berarti ada interaksi antara suhu dan waktu.

Pada pengujian diatas, terlihat semua variabel dependen berpengaruh terhadap sifat fisik serat, selanjutnya kita akan menguji pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen secara individu. Pada output yang dihasilkan oleh software SPSS.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Anova

Variasi	variabel tak bebas	db	F	Sig.
Suhu	kekuatan Tarik	2	14,036	0
	Kekuatan mulur	2	2,360	0,109
Waktu	kekuatan tarik	2	1,867	0,169
	Kekuatn mulur	2	0,220	0,803
Suhu * Waktu	kekuatan tarik	4	6,962	0
	Kekuatan mulur	4	2,062	0,106

Sumber : Lampiran V

Hipotesisnya adalah :

➤ Untuk suhu dan kekuatan tarik

$H_0$  : variasi suhu tidak berpengaruh pada kekuatan tarik

$H_1$  : variasi suhu berpengaruh pada kekuatan tarik

➤ Untuk suhu dan kekuatan mulur

$H_0$  : variasi suhu tidak berpengaruh pada kekuatan mulur

$H_1$  : variasi suhu berpengaruh pada kekuatan mulur

- Untuk waktu dan kekuatan tarik

Ho : variasi waktu tidak berpengaruh pada kekuatan tarik

H<sub>1</sub> : variasi waktu berpengaruh pada kekuatan tarik

- Untuk waktu dan kekuatan mulur

Ho : variasi waktu tidak berpengaruh pada kekuatan mulur

H<sub>1</sub> : variasi waktu berpengaruh pada kekuatan mulur

- Untuk interaksi pada kekuatan tarik

Ho : tidak terdapat interaksi suhu dan waktu pada kekuatan tarik

H<sub>1</sub> : terdapat interaksi suhu dan waktu pada kekuatan tarik

- Untuk interaksi pada kekuatan mulur

Ho : tidak terdapat interaksi suhu dan waktu pada kekuatan tarik

H<sub>1</sub> : terdapat interaksi suhu dan waktu pada kekuatan tarik

Pengujiannya adalah jika nilai F hitung pada masing-masing hipotesis > F tabel maka Ho akan ditolak, penolakan Ho ini juga bisa dilihat dengan menggunakan nilai signifikansinya, Ho akan ditolak jika angka Sig. <  $\alpha$  (0.05).

Pada variasi suhu dan kekuatan tarik didapatkan nilai F hitung adalah 14,036 dan dilihat pada tabel F tabel = 3.22, karena F hitung > F tabel dengan maka dapat disimpulkan bahwa variasi suhu berpengaruh pada kekuatan tarik, begitu juga pada interaksi suhu dan waktu untuk kekuatan tarik terlihat nilai F hitung > F tabel yaitu 6.962 > 2.62 jadi interaksi antara suhu dan waktu berpengaruh pada kekuatan tarik.

Pada variasi suhu terhadap kekuatan mulur terlihat bahwa nilai F hitung 2.36 sedangkan F tabel 3.22,  $F_{hitung} < F_{tabel}$  dengan nilai sig.  $0.109 > 0.05$  berarti pada kekuatan mulur variasi suhu tidak berpengaruh. Sama halnya pada variasi waktu terlihat bahwa nilai Fhitung untuk waktu dan suhu 1.867, dan nilai Fhitung untuk kekuatan mulur 0.220, nilai keduanya termasuk lebih kecil dari F tabel yaitu 3.22 jadi bisa disimpulkan pada pengujian individu variasi waktu tidak berpengaruh baik pada kekuatan tarik maupun kekuatan mulur. Begitu juga pada interaksi suhu dan waktu pada kekuatan mulur, nilai dari F hitung 2.062 sedang nilai dari F tabel 2.62, karena  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka bisa dikatakan bahwa interaksi antar suhu dan waktu tidak berpengaruh pada kekuatan mulur serat.

Pada pengujian secara individu, dapat diketahui bahwa hanya variasi suhu yang berpengaruh pada kekuatan tarik serat. Karena di sini  $H_0$  ditolak maka akan kita lanjutkan ke uji perbandingan ganda dengan uji Tukey.

Tabel 4.4 Hasil Uji Perbandingan Ganda

suhu	N	Subset	
		1	2
70 derajat	15	419,33	
80 derajat	15	448,67	
90 derajat	15		628,67

Sumber : Lampiran VI

Kita dapat mengatakan bahwa  $\mu_1 =$  suhu 70 derajat,  $\mu_2 =$  suhu 80 derajat,  $\mu_3 =$  suhu 90 derajat, dan dari tabel diatas dapat kita simpulkan  $\mu_1 = \mu_2 < \mu_3$ , atau dengan kata lain pada kekuatan tarik suhu 90 derajat mempunyai rata-rata yang lebih tinggi dari pada suhu 80 derajat dan suhu 70 derajat, sedangkan suhu 80 derajat mempunyai rata-rata yang sama dengan suhu 70 derajat.

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, kita melihat bahwa pada pengujian anova dihasilkan kesimpulan yang sama dengan peneliti sebelumnya, terkait dengan pengujian manova pada penelitian ini, bisa dikatakan bahwa secara bersama-sama kekuatan tarik dan kekuatan mulur serat dipengaruhi oleh faktor suhu, tetapi pengaruh perbedaan tersebut terlihat nyata pada kekuatan tarik. Secara bersama-sama kekuatan tarik dan mulur serat juga dipengaruhi oleh faktor waktu, hanya saja pengaruh tersebut tidak terlihat nyata pada keduanya.

## BAB V

### PENUTUP

#### V.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis dengan analisis variansi multivariat, maka didapatkan kesimpulan untuk keseluruhan pengujian adalah sebagai berikut:

1. pada proses *degumming*, variabel suhu mempengaruhi sifat fisik serat.
2. pada proses *degumming*, variabel waktu mempengaruhi sifat fisik serat.
3. pada proses *degumming*, interaksi antara variabel waktu dan suhu mempengaruhi sifat fisik serat.

#### V.2. Saran

Dalam penelitian ini penyusun hanya memfokuskan pada pengaruh dari suhu dan waktu terhadap kekuatan tarik dan kekuatan mulur saja, maka bagi peneliti berikutnya yang ingin melakukan penelitian terhadap serat alami, faktor konsentrasi sebaiknya dijadikan sebuah variabel penelitian sehingga bisa diketahui pengaruh alkali ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) pada proses *degumming*, dan untuk sifat fisik serat sebaiknya data yang diambil tidak hanya kekuatan tarik dan kekuatan mulur saja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gaspersz, V., 1992, *Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan jilid 2*, Tarsito, Bandung.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., Black, W. C., *Multivariate Data Analysis*, Prentice-Hall International Inc.
- Haryatmi, S. K., 1988, *Metode Statistika Multivariat*, Karunika, Jakarta.
- Harjanti, L. T., Suryadi, H., 2002, *Pengaruh Suhu dan Waktu pada Proses Degumming Alkali ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) Terhadap Kekuatan Tarik dan Mulur Serat Agave*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia.
- Johnson, R. A., Wichern, D. W., 1982., *Applied Multivariate Statistical Analysis.*, Prentice Hall Inc.
- Kariyam, 2003, *Modul Praktikum Analisis Multivariat*, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Santoso, S., 2002, *Buku Latihan SPSS Statistik Multivariat*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Santoso, S., *SPSS (Statistical Product and Service Solutions)*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Soejoeti, Z., 1985, *Metode Statistik I*, Karunika, Universitas Terbuka, Jakarta.
- Walpole R., Myers, R., 1995, *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan Edisi Ke-4*, ITB, Bandung.

## Lampiran I

Data dari penelitian "Pengaruh suhu dan waktu pada proses *Degumming* Alkali ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) terhadap kekuatan tarik dan mulur serat *agave*"

waktu	suhu					
	70°		80°		90°	
	respon		respon		respon	
	k. tarik	k. mulur	k. tarik	k. mulur	k. tarik	k. mulur
15'	300	1.84	590	1.32	720	2.16
	450	1.56	270	0.72	590	2.18
	330	1.00	490	1.20	400	1.159
	300	0.92	520	1.50	710	1.98
	470	2.10	380	1.54	340	0.86
25'	650	1.639	650	1.879	450	1.20
	300	0.92	510	1.50	510	1.68
	380	1.06	500	1.639	540	1.519
	500	1.159	500	1.70	510	1.46
	670	2.299	370	1.639	450	1.18
35'	350	1.08	370	0.759	820	1.659
	320	0.96	530	1.50	960	2.16
	460	1.10	270	0.80	780	1.68
	490	1.60	470	2.079	960	2.16
	320	0.84	310	0.92	690	1.68

Kekuatan tarik serat *agave* dalam gram

Kekuatan mulur serat *agave* dalam persen

## Lampiran II

### Program yang digunakan pada pemeriksaan data normal multivariat

```
MTB > let k1=2 ✓  
MTB > count c1 k2
```

#### Number of Rows in res1

Total number of observations in res1 = 45

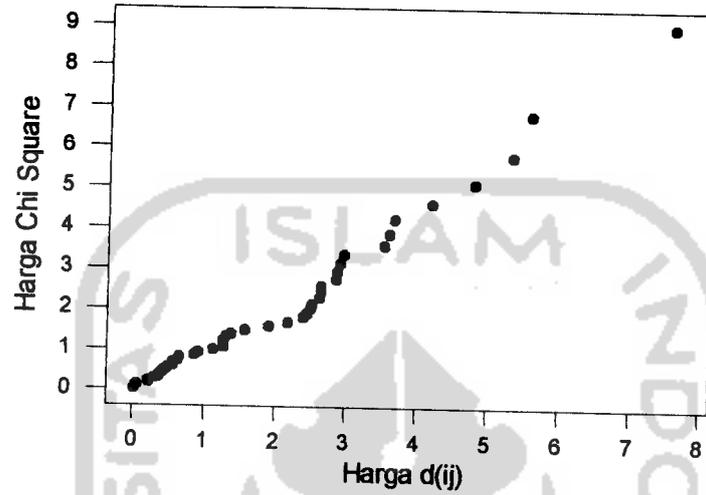
```
MTB > let k3=4 ✓  
MTB > set ck3  
DATA > k2(1)  
DATA > end  
MTB > copy c1-ck1 m1  
MTB > copy ck3 m2  
  
MTB > trans m2 m3  
MTB > multy m3 m1 m4  
MTB > let k4=1/k2  
MTB > multy k4 m4 m5  
MTB > trans m5 m6  
MTB > multy m2 m5 m7  
MTB > subtr m7 m1 m8  
MTB > trans m8 m9  
MTB > cova c1-ck1 m10  
  
MTB > invert m10 m11  
MTB > multy m8 m11 m12
```

```
MTB > multy m12 m9 m13
MTB > let k5=k3+1
MTB > let k6=k3+3
MTB > let k7=k3+4
MTB > let k8=k3+5
MTB > let k9=k3+6
MTB > let k10=k3+7
MTB > diago m13 ck5
MTB > sort ck5 ck6
MTB > set ck7
DATA> 1:k2
DATA> end
MTB > subtr 0.5 ck7 ck8
MTB > multy k4 ck8 ck9
MTB > InvCDF ck9 ck10;
SUBC> Chisquare k1.
MTB > name ck10='Harga Chi Square'
MTB > name ck6='Harga d(ij)'
MTB > plot ck10*ck6;
SUBC> Symbol;
SUBC> Title "Pemeriksaan Multinormal";
SUBC> ScFrame;
SUBC> ScAnnotation.
```



**Plot Harga Chi Square \* Harga d(ij)**

**Pemeriksaan Multinormal**



### Lampiran III

#### Box's Test of Equality of Covariance Matrices

Box's M	31.650
F	1.046
df1	24
df2	3961
Sig.	.400

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a. Design: Intercept+SUHU+WAKTU+SUHU \* WAKTU



## Lampiran IV

Multivariate Tests<sup>f</sup>

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.958	397.933 <sup>a</sup>	2.000	35.000	.000
	Wilks' Lambda	.042	397.933 <sup>a</sup>	2.000	35.000	.000
	Hotelling's Trace	22.739	397.933 <sup>a</sup>	2.000	35.000	.000
	Roy's Largest Root	22.739	397.933 <sup>a</sup>	2.000	35.000	.000
SUHU	Pillai's Trace	.507	6.108	4.000	72.000	.000
	Wilks' Lambda	.493	7.417 <sup>a</sup>	4.000	70.000	.000
	Hotelling's Trace	1.027	8.732	4.000	68.000	.000
	Roy's Largest Root	1.027	18.491 <sup>b</sup>	2.000	36.000	.000
WAKTU	Pillai's Trace	.276	2.876	4.000	72.000	.029
	Wilks' Lambda	.726	3.043 <sup>a</sup>	4.000	70.000	.023
	Hotelling's Trace	.376	3.199	4.000	68.000	.018
	Roy's Largest Root	.372	6.694 <sup>b</sup>	2.000	36.000	.003
SUHU * WAKTU	Pillai's Trace	.645	4.280	8.000	72.000	.000
	Wilks' Lambda	.424	4.692 <sup>a</sup>	8.000	70.000	.000
	Hotelling's Trace	1.199	5.095	8.000	68.000	.000
	Roy's Largest Root	1.044	9.400 <sup>b</sup>	4.000	36.000	.000

a. Exact statistic

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

c. Design: Intercept+SUHU+WAKTU+SUHU \* WAKTU



## Lampiran V

Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	KEKTARIK	819004.444 <sup>a</sup>	8	102375.556	7.457	.000
	KEKMULUR	2.405 <sup>b</sup>	8	.301	1.676	.138
Intercept	KEKTARIK	11200055.6	1	11200055.56	815.802	.000
	KEKMULUR	95.307	1	95.307	531.412	.000
SUHU	KEKTARIK	385404.444	2	192702.222	14.036	.000
	KEKMULUR	.846	2	.423	2.360	.109
WAKTU	KEKTARIK	51257.778	2	25628.889	1.867	.169
	KEKMULUR	7.898E-02	2	3.949E-02	.220	.803
SUHU * WAKTU	KEKTARIK	382342.222	4	95585.556	6.962	.000
	KEKMULUR	1.479	4	.370	2.062	.106
Error	KEKTARIK	494240.000	36	13728.889		
	KEKMULUR	6.456	36	.179		
Total	KEKTARIK	12513300.0	45			
	KEKMULUR	104.168	45			
Corrected Total	KEKTARIK	1313244.444	44			
	KEKMULUR	8.861	44			

a. R Squared = .624 (Adjusted R Squared = .540)

b. R Squared = .271 (Adjusted R Squared = .109)