



**KINETIKA PROSES *GELLING* PRODUK AGAR-AGAR DENGAN  
PENAMBAHAN EKSTRAK UBI UNGU DAN GULA**

**SKRIPSI**

Disusun Oleh:

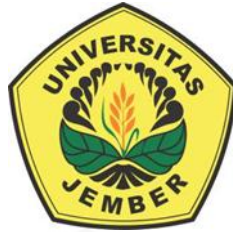
**Tri Meriyam Ulfa  
NIM 151710201016**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama  
Dosen Pembimbing Anggota

: Dr. Ir Iwan Taruna, M.Eng  
: Dian Purbasari, S.Pi., M.Si

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**KINETIKA PROSES *GELLING* PRODUK AGAR-AGAR DENGAN  
PENAMBAHAN EKSTRAK UBI UNGU**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (SI) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

**Oleh**

**Tri Meriyam Ulfa  
NIM 151710201016**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terimakasih saya yang tidak terkira kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ibunda Istikaroh dan Ayahanda Mudjiono serta kedua kakak saya Ahmad Mu'alifin dan Dwi Mukti Mayangsari. Karena berkat restu kalian saya mampu memiliki rasa bahagia yang sangat cukup, mampu meredam rasa lelah sebab, cinta kalian adalah rumah terindah bagi egoku untuk tetap singgah.
2. Guru-guru saya mulai taman kanak-kanak hingga jajaran Dosen dan Teknisi yang telah membekali ilmu untuk masa depan.
3. Almamater tercinta Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
4. Salam hangat untuk kalian wahai para sahabat, tempat berbagai kisah dan saling memberikan semangat. Kelak, semoga kita bisa bertemu dalam satu meja yang dihiasi beberapa cangkir kopi, bertukar ide, imajinasi dan menceritakan sesuatu hal yang saling menginspirasi.

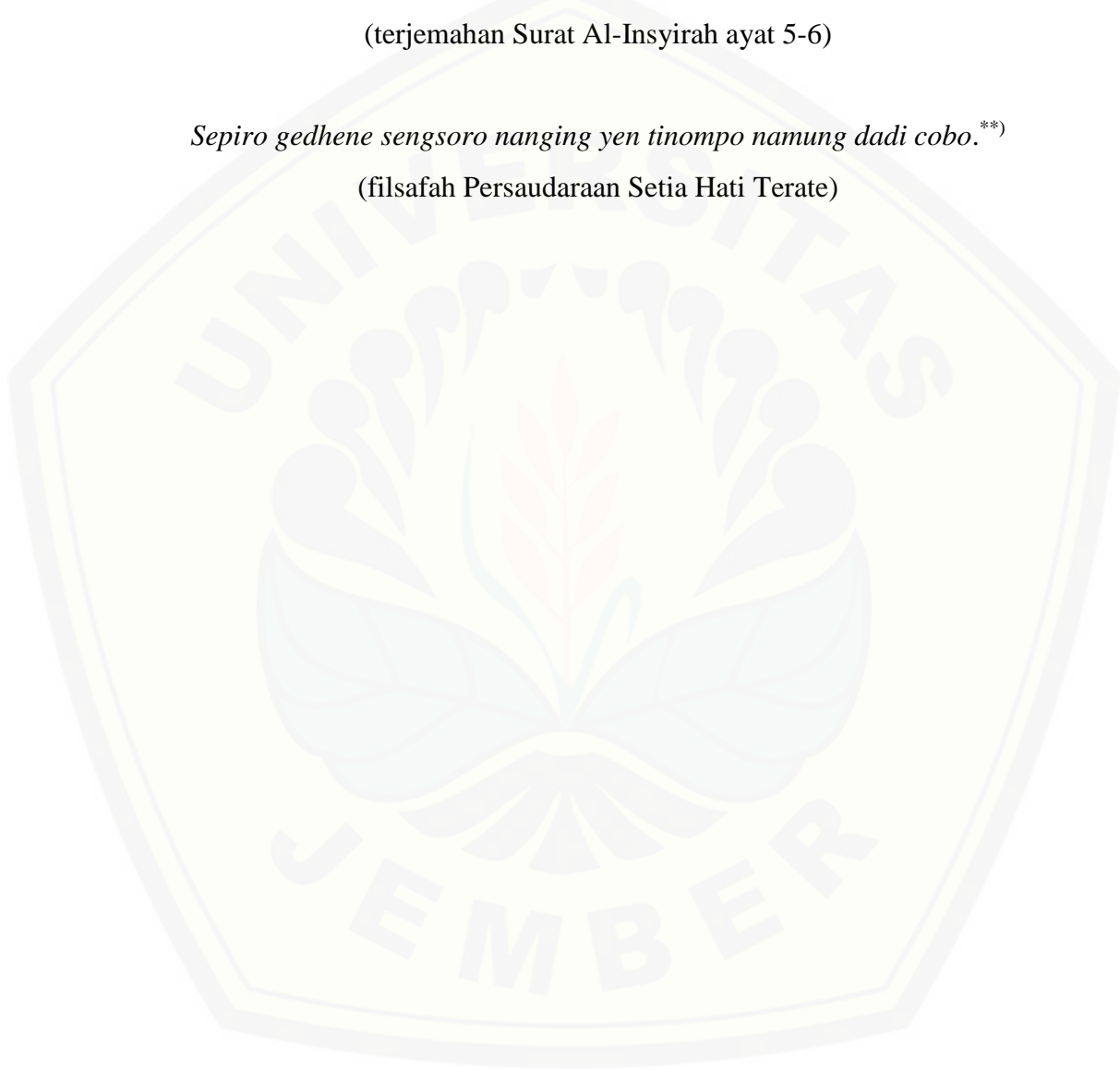
## MOTTO

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama  
kesulitan ada kemudahan.\*)

(terjemahan Surat Al-Insyirah ayat 5-6)

*Sepiro gedhene sengsoro nanging yen tinompo namung dadi cobo.\*\*)*

(filsafah Persaudaraan Setia Hati Terate)



---

<sup>\*)</sup>Departemen Agama Republik Indonesia. 2015. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV. Darus Sunnah

<sup>\*\*)</sup> Filsafah Persaudaraan Setia Hati Terate

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tri Meriyam Ulfa

NIM : 151710201016

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: “Kinetika Proses *Gelling* Produk Agar-Agar dengan Penambahan Ekstrak Ubi Ungu dan Gula” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 September 2019

Yang menyatakan,

Tri Meriyam Ulfa

NIM 151710201016

**SKRIPSI**

**KINETIKA PROSES *GELLING* PRODUK AGAR-AGAR DENGAN  
PENAMBAHAN EKSTRAK UBI UNGU DAN GULA**

**Oleh**

**Tri Meriyam Ulfa**

**NIM 151710201016**

**Pembimbing**

**Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng.**

**Dosen Pembimbing Anggota : Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.**

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul " Kinetika Proses *Gelling* Produk Agar-agar dengan Penambahan Ekstrak Ubi Ungu dan Gula " karya Tri Meriyam Ulfa telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Jumat, 27 September 2019

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.

Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.

NIP. 196910051994021001

NRP. 760016795

Tim Penguji:

Ketua

Anggota 1

Dr. Elida Novita, S.T.P., MT

Bayu Taruna Widjaja Putra, S.TP., M.Eng., Ph.D

NIP. 197311301999032001

NIP. 198410082008121002

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng

NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

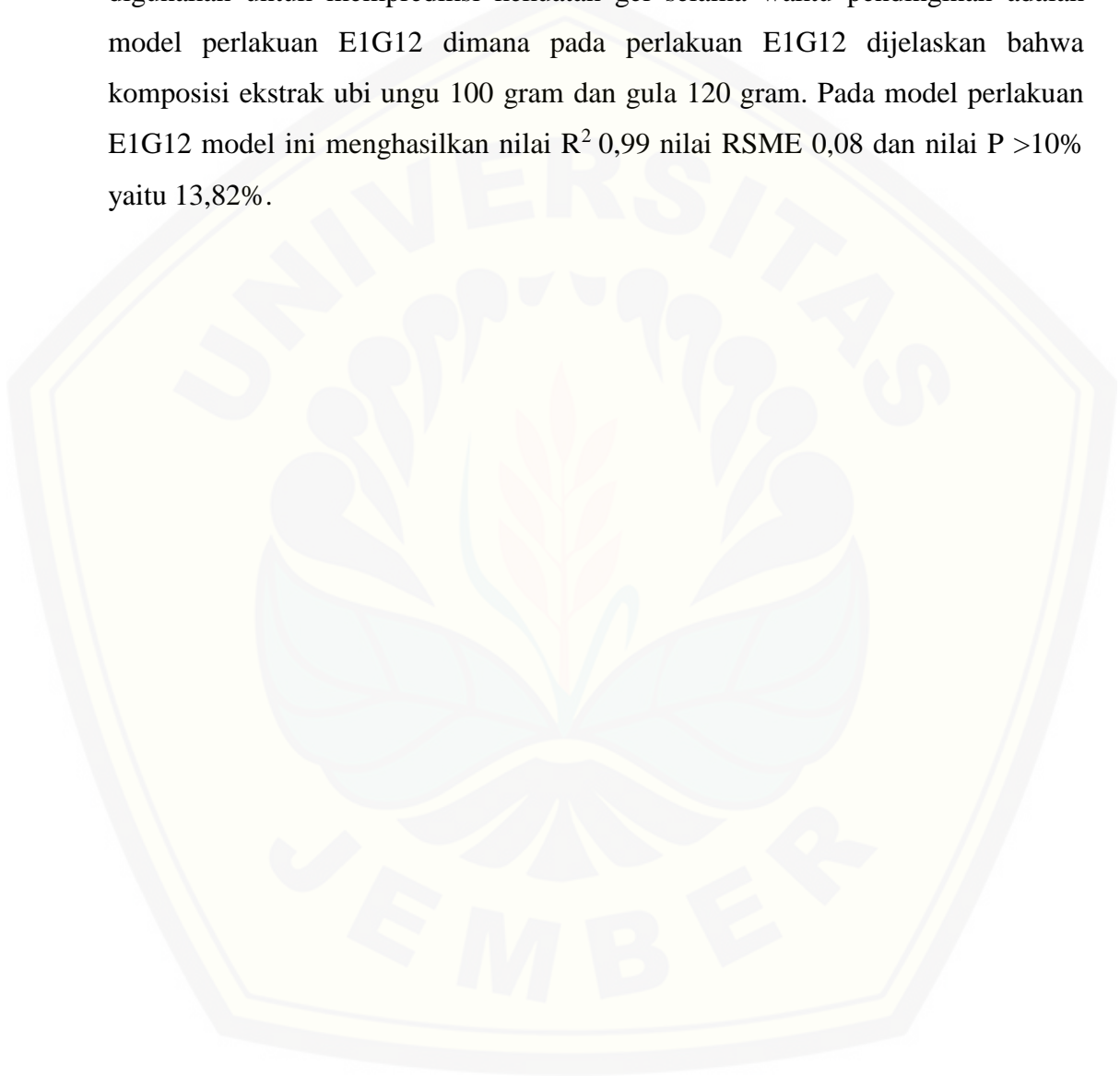
**Kinetika Proses *Gelling* Produk Agar-Agar dengan Penambahan Ekstrak Ubi Ungu dan Gula;** Tri Meriyam Ulfa; 151710201016; 74 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Rumput laut dimanfaatkan dalam berbagai bentuk kebutuhan industri. Seperti untuk industri makanan, contohnya agar-agar. Dari beberapa penggunaan pada agar-agar umumnya digunakan bahan tambahan seperti susu, gula, santan, perasa, pewarna dan lain sebagainya. Akan tetapi, pada penelitian ini agar-agar dengan menggunakan penambahan ekstrak ubi ungu dan gula. Penambahan beberapa bahan tambahan tersebut berdampak pada perubahan tekstur. Masalah yang terjadi yaitu minimnya pengetahuan masyarakat tentang dampak penambahan bahan tambahan pada agar-agar sehingga, perlu dilakukan penelitian kinetika proses *gelling* produk agar-agar dengan penambahan ekstrak ubi ungu dan gula.

Tujuan dilakukan penelitian ini, adalah menentukan kinetika perubahan kekuatan gel dan menyusun model empiris kinetika proses *gelling* produk agar-agar dengan penambahan ekstrak ubi ungu dan gula. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai April 2019 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Jember. Bahan yang digunakan adalah tepung agar-agar putih swallow, gula, air, ekstrak ubi ungu. Variasi ekstrak ubi ungu yang digunakan adalah 0 gram, 100 gram dan 200 gram. Dengan komposisi gula 0 gram, 60 gram dan 120 gram. Pengukuran kekuatan gel dengan menggunakan alat *texture analyzer* CT3 1500 dilakukan secara berurutan menggunakan gelas kaca dengan volume 60,5 cm<sup>3</sup> dan menggunakan waktu pendinginan selama 30, 40, 50, 65, 80, 95, 115, 135 dan 155 menit. Analisis data pada setiap perlakuan menggunakan analisis regresi linier berganda. Pengujian model persamaan menggunakan uji validitas dengan model grafis dan statistik.



Berdasarkan penelitian yang dilakukan, selama waktu pendinginan agar-agar mengalami perubahan kekuatan gel yang signifikan, jika suhu agar-agar menurun maka kekuatan gel akan meningkat. Penambahan ekstrak ubi ungu dan gula sangat berpengaruh pada tekstur gel agar-agar. Beberapa model yang dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan gel selama waktu pendinginan adalah model perlakuan E1G12 dimana pada perlakuan E1G12 dijelaskan bahwa komposisi ekstrak ubi ungu 100 gram dan gula 120 gram. Pada model perlakuan E1G12 model ini menghasilkan nilai  $R^2$  0,99 nilai RSME 0,08 dan nilai  $P > 10\%$  yaitu 13,82%.



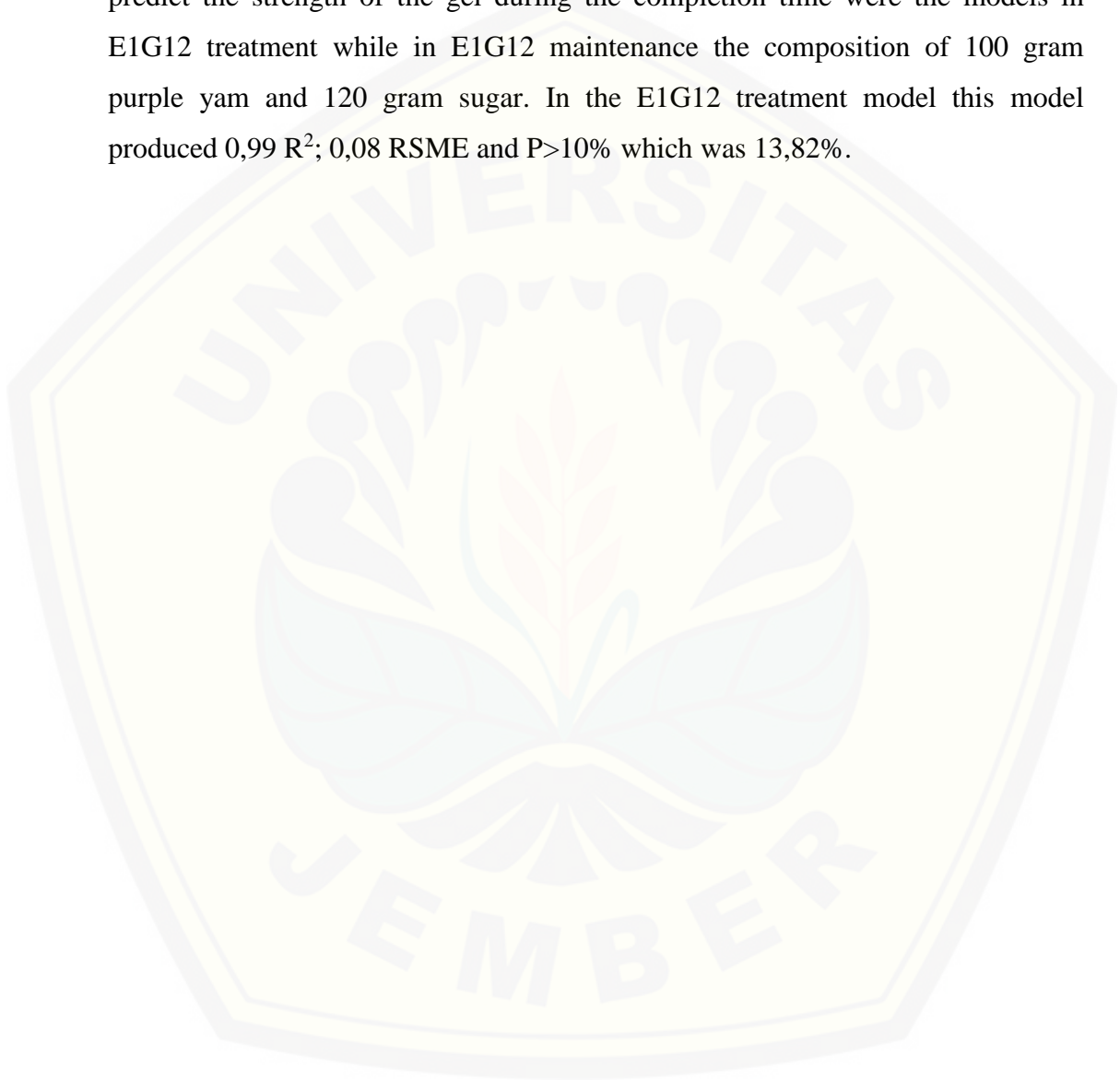
## SUMMARY

**Gelling Kinetics Process of Agar Products with the Addition of Purple Sweet Potato Extract and Sugar;** Tri Meriyam Ulfa; 151710201016; 74 pages; Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Jember.

Seaweed is used in various forms of industrial needs. As for the food industry, for example, gelatin. Of the several uses in gelatin, commonly used additives such as milk, sugar, coconut milk, flavorings, dyes, and so on. However, this study used gelatin with the addition of purple sweet potato extract and sugar. The addition of some ingredient could be impacted on changes in texture. The problem that occurred because the lack of public knowledge about the impact of adding additional ingredients on gelatin therefore, it was necessary to study the kinetic process of gelling of gelatin products by adding purple sweet potato extract and sugar.

The purpose of this study was to determine the dynamic gel changes in the kinetic and compose an empirical model of the kinetic gelling process of gelatin products by adding purple sweet potato extract and sugar. This research was conducted January to April 2019 at the Agricultural Products Engineering Laboratory, Faculty of Agricultural Technology, Agricultural Engineering Department, Jember University. The ingredients used were white swallow gelatin flour, sugar, water, purple sweet potato extract. Variations of purple sweet potato extract used were 0 gram, 100 gram, and 200 gram. With a composition of 0 gram, 60 gram and 120 gram sugar. The measurement of gel strength using the texture analyzer CT3 1500 was carried out sequentially using glass cup with a volume of 60,5 cm<sup>3</sup> and using the cooling time for 30, 40, 50, 65, 80, 95, 115, 135 and 155 minutes. Data analysis of each treatment used multiple linier regression analysis. The equation model tested using validity test with graphical and statistical models.

Based on the conducted research, during the gelatin cooling time, there was a significant changed in gel strength, if the gelatin temperature decreased the gel strength will increase. The addition of purple sweet potato extract and sugar greatly affected the gelatinous gel texture. Some models that could be used to predict the strength of the gel during the completion time were the models in E1G12 treatment while in E1G12 maintenance the composition of 100 gram purple yam and 120 gram sugar. In the E1G12 treatment model this model produced 0,99  $R^2$ ; 0,08 RSME and  $P > 10\%$  which was 13,82%.



## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmad dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Kinetika Proses *Gelling* Produk Agar-Agar dengan Penambahan Ekstrak Ubi Ungu dan Gula”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

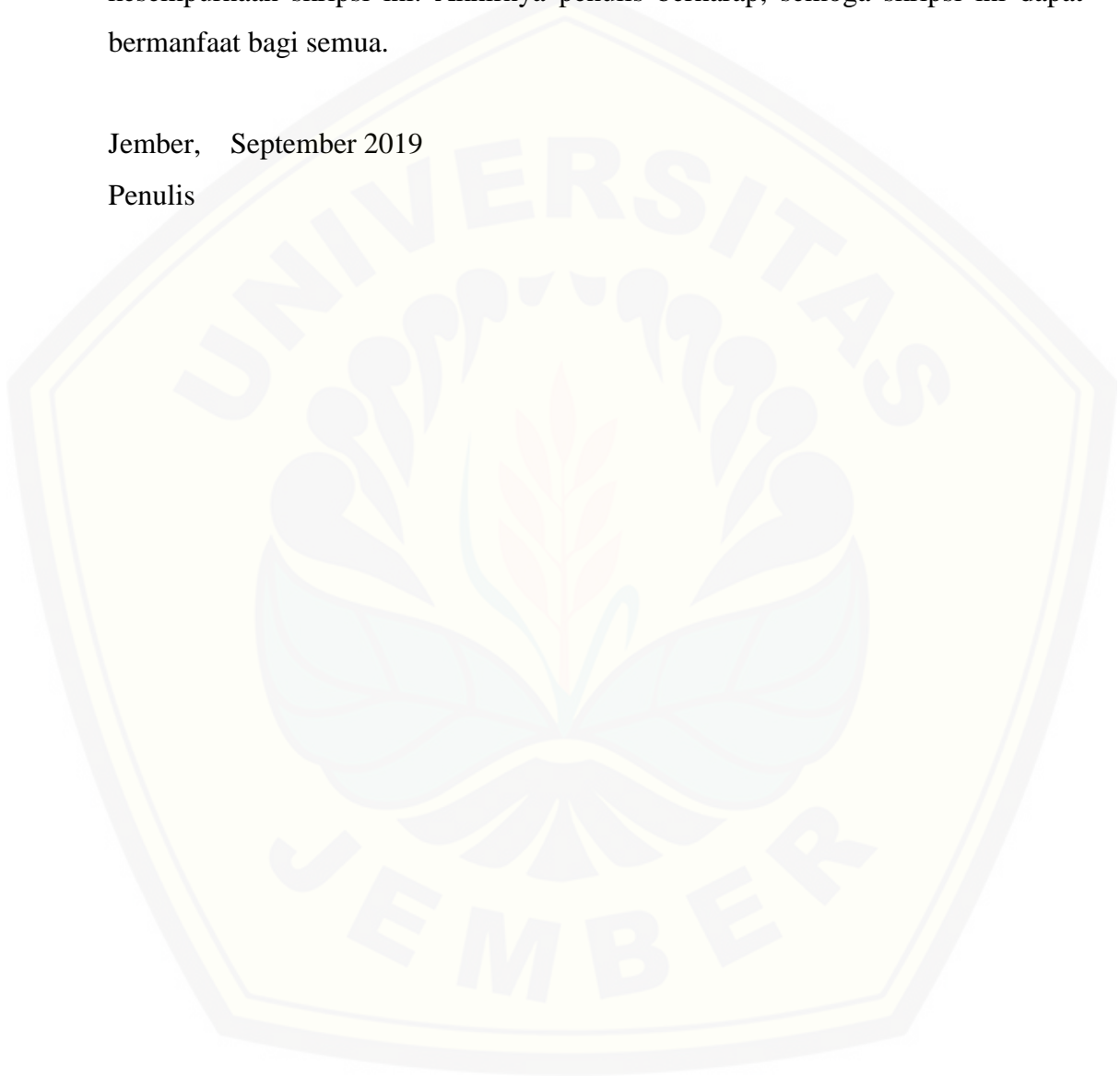
1. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;
2. Dian Purbasari, S.Pi.,M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
3. Dr. Dedy Wirawan Soedibyo, S.TP., M.Si., selaku dosen dan Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terimakasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, terimakasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan lainnya;
6. Keluarga saya, Ibunda Istikaroh dan Ayahanda Mudjiono serta kedua kakak saya Ahmad Mu'alifin dan Dwi Mukti Mayangsari yang selalu memberikan semangat dan doa setiap waktu;
7. Teman seperjuangan TEP-C 2015 dan teman seangkatan 2015 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang, terimakasih bantuan, nasihat, dan motivasinya;

8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, September 2019

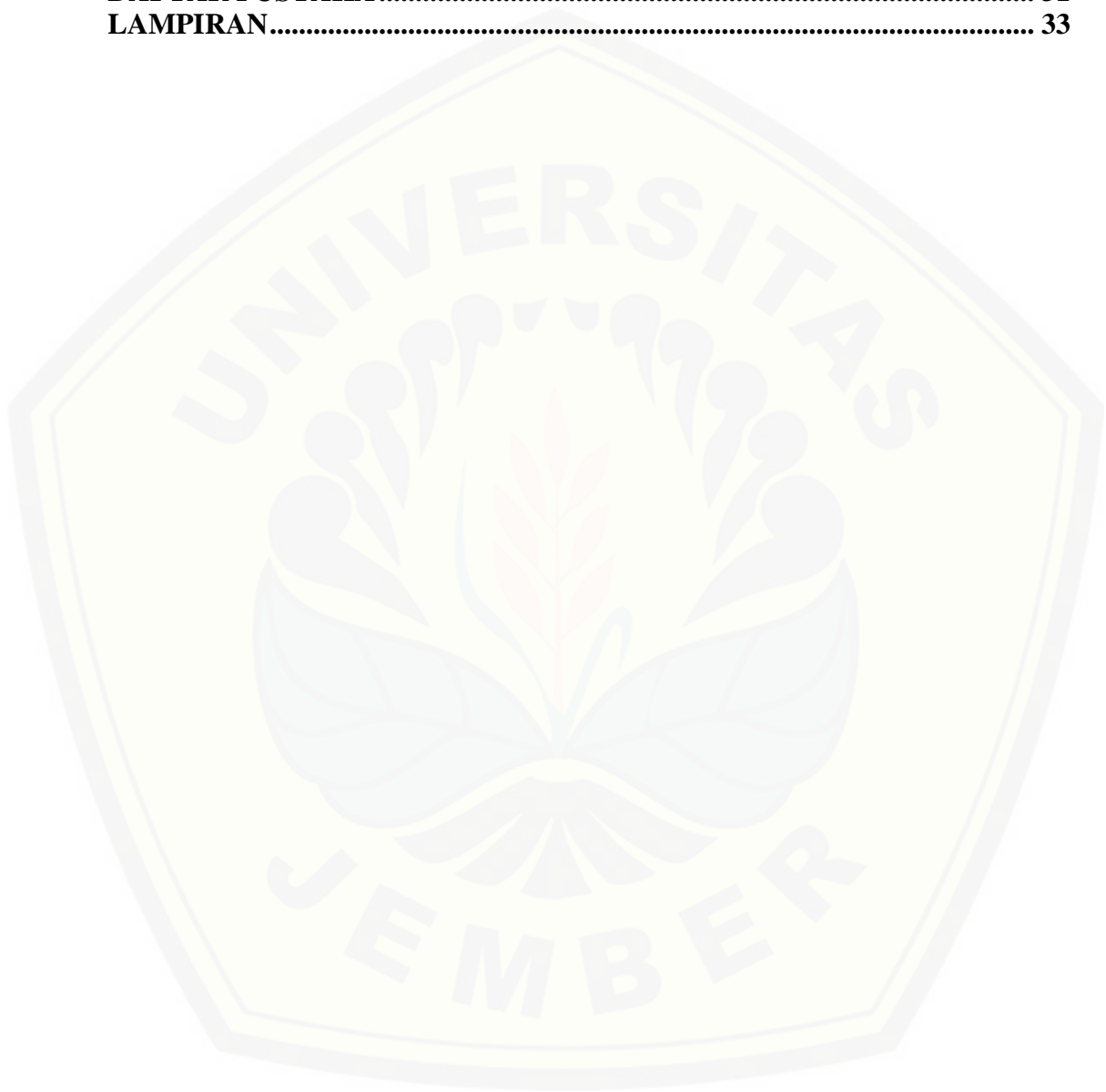
Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PEMBIBINGAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN/SUMMARY .....</b>	<b>viii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Agar-agar .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Sifat Agar-agar.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Penggunaan Agar-agar.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 Ubi Jalar Ungu .....</b>	<b>5</b>
<b>2.6 Kekuatan Gel.....</b>	<b>7</b>
<b>2.7 Kinetika Proses.....</b>	<b>8</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Bahan dan Alat Penelitian .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>10</b>
3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2 Pembuatan Ekstrak Ubi Ungu.....	<b>11</b>
3.3.3 Pemasakan Bahan .....	<b>11</b>
3.3.4 Pendinginan Gel Agar-agar .....	<b>12</b>
3.3.5 Pengukuran Kekuatan Gel Agar-agar .....	<b>13</b>
3.5.3 Analisis Data.....	<b>13</b>
3.5.4 Model Kekuatan Gel Agar-agar.....	<b>15</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Proses Pengerasan Gel Agar-agar.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2 Laju Pengerasan Gel Agar-Agar.....</b>	<b>20</b>
<b>4.3 Model Kinetika Proses <i>Gelling</i> Agar-Agar.....</b>	<b>22</b>
4.3.1 Konstanta Proses <i>Gelling</i> Agar-Agar .....	<b>23</b>

4.3.2 Uji Validitas Model .....	26
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>30</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>30</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>33</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
3.1 Rancangan berdasarkan variasi bahan tambahan .....	12
3.2 Perlakuan berdasarkan variasi bahan tambahan.....	12
4.1 Konstanta dan nilai koefisien pemodelan kekuatan gel pada beraga komposisi penambahan ekstrak ubi ungu dan gula .....	24



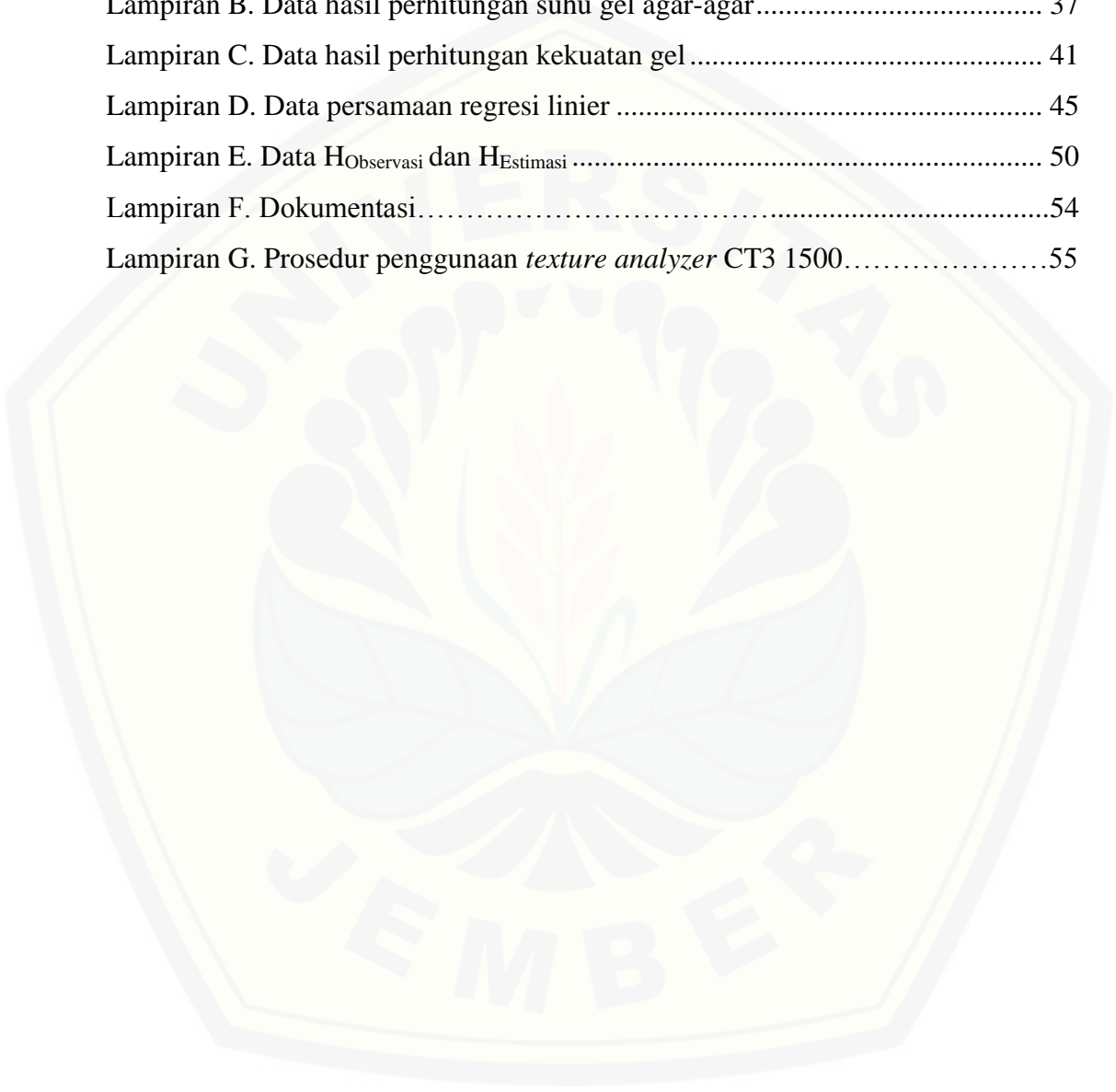


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Pengaruh energi kinetik terhadap jumlah molekul .....	9
3.1 Diagram alir prosedur percobaan .....	11
3.2 Tinggi dan diameter gelas pencetakan gel agar-agar .....	13
4.1 Grafik perubahan kekuatan gel agar-agar pada beragam komposisi gula terhadap suhu .....	20
4.2 Grafik perubahan kekuatan gel agar-agar pada penambahan ekstrak ubi ungu dan gula terhadap waktu .....	22
4.3 Grafik laju pengerasan gel agar-agar pada penambahan komposisi ekstrak ubi ungu dan gula .....	24
4.4 Hubungan $H_{\text{observasi}}$ dengan $H_{\text{estimasi}}$ pada komposisi ekstrak 0% terhadap komposisi gula 0%; 4,9% dan 9,8% .....	29
4.5 Hubungan nilai $H_{\text{observasi}}$ dengan $H_{\text{estimasi}}$ komposisi ekstrak 8,14% terhadap penambahn komposisi gula 0%;4,9% dan 9,8% .....	30
4.6 Hubungan nilai $H_{\text{observasi}}$ dengan $H_{\text{estimasi}}$ komposisi ekstrak 16,3% terhadap penambahan komposisi gula 0%; 4,9%; dan 9,8% .....	31

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran A. Data hasil perhitungan kekuatan gel.....	33
Lampiran B. Data hasil perhitungan suhu gel agar-agar.....	37
Lampiran C. Data hasil perhitungan kekuatan gel.....	41
Lampiran D. Data persamaan regresi linier .....	45
Lampiran E. Data $H_{\text{Observasi}}$ dan $H_{\text{Estimasi}}$ .....	50
Lampiran F. Dokumentasi.....	54
Lampiran G. Prosedur penggunaan <i>texture analyzer</i> CT3 1500.....	55



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Rumput laut merupakan salah satu potensi sumber daya alam yang banyak tersebar di seluruh wilayah perairan Indonesia. Rumput laut dapat tumbuh dengan baik terutama karena didukung oleh kondisi iklim tropis yang ada di Indonesia. Rumput laut memiliki manfaat yang banyak sekali seperti halnya dalam bidang industri makanan yang digunakan sebagai bahan produksi agar-agar dengan berbagai macam variasi dan rasa sehingga bisa dikonsumsi oleh anak-anak hingga orang dewasa. Perkembangan dari dunia kuliner yang semakin maju pada suatu bentuk atau jenis dari kuliner tersebut misalnya pada makanan berat serta makanan ringan.

Agar-agar diproduksi dari ekstraksi rumput laut yang tergolong dalam kelas *Rhodophyceae* (ganggang merah). *Rhodophyceae* (ganggang merah) terdiri dari beberapa jenis, diantaranya *Gracilaria* dan *Gelidium*. Komponen utama pada agar-agar yang sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh yaitu tingginya serat. Mengingat potensi produksinya yang sangat tinggi dan kandungannya yang sangat bermanfaat untuk kesehatan, oleh karena itu agar-agar sangatlah terkenal di kalangan masyarakat luas dan banyak digunakan sebagai bahan makanan yang kaya akan nutrisi (Winarno, 1996:58)

Perubahan tekstur pada gel agar-agar terjadi akibat bertambahnya total padatan terlarut, dan meningkatnya kadar air yang disebabkan adanya penambahan bahan tambahan, serta menurunnya suhu selama waktu pendinginan yang menyebabkan tekstur pada gel agar-agar menjadi lebih keras. Perubahan warna yang terjadi pada agar-agar disebabkan karena adanya reaksi pencoklatan seperti gula pada saat proses pemasakan dan karena adanya proses pencampuran agar-agar dengan bahan pewarna makanan atau bahan pangan lainnya yang mempengaruhi warna spesifikasi seperti ubi ungu, pandan dan lain sebagainya (Ericsson, 1981).

Salah satu peran terpenting dalam preparasi agar-agar adalah proses pengerasan setelah larutan agar-agar dididihkan. Proses pembuatan agar-agar

membutuhkan waktu yang memadai agar terbentuk hasil yang sempurna hingga dapat dikonsumsi. Hingga saat ini masih belum ada informasi mengenai pengaruh penambahan bahan pangan terhadap laju pengerasan agar-agar. Berdasarkan hasil penelitian Wang *et al.*, (2011) menyatakan bahwa pembentukan gel agar-agar dilakukan dengan variasi konsentrasi agar-agar yang berbeda, diantaranya 0,75%, 1%, dan 2% dengan pendinginan secara alami atau manual. Ternyata pada proses pendinginan secara alami dengan konsentrasi agar-agar 0,75%, 1%, dan 2% mengalami proses yang terjadi secara bertahap. Berdasarkan hasil penelitian Ayun (2017) dengan menggunakan penambahan gula dan susu bubuk skim, selama waktu pendinginan agar-agar mengalami perubahan kekuatan gel yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa apabila suhu agar-agar semakin menurun maka kekuatan gel akan semakin meningkat. Selain itu, suhu agar-agar juga berpengaruh pada laju kekuatan gel.

Pemilihan komposisi menggunakan penambahan ekstrak ubi ungu pada penelitian ini dikarenakan keberadaan senyawa *antosianin* pada ubi ungu yang sangat berfungsi sebagai komponen pangan sehat dan paling lengkap dalam memberikan warna alami pada pembuatan produk pangan (Hambali *et al.*, 2014). Sehingga perlu diketahui masyarakat dan konsumen maupun bidang industri dalam pengaplikasiannya. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian tentang kinetika proses *gelling* produk agar-agar dengan penambahan ekstrak ubi ungu dan gula.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penambahan ekstrak ubi ungu dan gula pada pengaplikasian agar-agar menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik seperti kekuatan gel. Akan tetapi, belum adanya informasi mengenai hubungan antara waktu pada tingkat kekuatan gel, oleh karena itu diperlukan studi tentang pengaruh waktu pada kinetika proses *gelling* produk agar-agar dengan penambahan ekstrak ubi ungu dan gula. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi dengan penambahan zat yang akan digunakan, yaitu dengan menggunakan zat ekstrak ubi ungu. Selain itu, parameter

pengujian dibatasi pada pengukuran kekuatan gel agar-agar pada kinetika *gelling* produk agar-agar pada penambahan komposisi zat ekstrak ubi ungu.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan umum pada penelitian ini yakni untuk mempelajari proses *gelling* produk agar-agar pada penambahan komposisi zat ekstrak ubi ungu, sedangkan tujuan khusus:

1. Menentukan kinetika perubahan kekuatan gel produk agar-agar pada penambahan komposisi zat ekstrak ubi ungu dan gula.
2. Menyusun model empiris kinetika proses *gelling* produk agar-agar pada penambahan komposisi zat ekstrak ubi ungu dan gula.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian kinetika proses *gelling* produk agar-agar dengan penambahan ekstrak ubi ungu dan gula adalah sebagai berikut:

1. Bagi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) diharapkan dapat digunakan sebagai sumber informasi dan referensi mengenai kinetika proses *gelling* produk agar-agar pada penambahan komposisi ekstrak ubi ungu dan gula.
2. Bagi pemerintah dapat dijadikan dasar guna pengambilan kebijakan dalam meningkatkan dan memanfaatkan produksi ubi ungu.
3. Bagi masyarakat, dapat memberikan informasi dan wawasan yang menjadikan masyarakat mengetahui tentang penggunaan bahan tambahan dalam proses pembuatan gel agar-agar.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Agar-agar

Agar-agar diproduksi dari ekstraksi rumput laut yang tergolong dalam kelas *Rhodophyceae* (ganggang merah). Menurut Winarno (1996:58) ganggang merah terbagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1. *Agarophyte*

*Agarophyte* adalah kelompok rumput laut yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan agar-agar.

2. *Agaroidophyte*

*Agaroidophyte* adalah kelompok ganggang merah yang memproduksi senyawa yang mempunyai sifat seperti agar-agar tetapi dengan daya gelasi dan viskositas yang berbeda.

Agar-agar merupakan polisakarida yang di ekstraksi dari rumput laut. Senyawa-senyawanya ini tidak mempunyai nilai nutrisi seperti pektin. Senyawa ini digunakan dalam pembuatan beberapa macam makanan termasuk es krim dan “jelly”. Agar-agar juga digunakan dalam penyiapan media mikrobiologik (Gaman dan Sherrington, 2000:68).

### 2.2 Sifat Agar-agar

Agar-agar merupakan senyawa ester asam sulfat dari senyawa galaktan, tidak larut dalam air dingin, tetapi larut dalam air panas dengan membentuk gel. Beberapa sifat dari agar-agar adalah pada suhu 250°C dengan kemurnian tinggi tidak larut dalam air dingin tetapi larut dalam air panas pada suhu 320°C - 390°C berbentuk padat dan mencair pada suhu konsentrasi 1%. Agar-agar akan sangat stabil dalam keadaan kering, sedangkan pada suhu tinggi dan pH rendah agar-agar akan mengalami degradasi. Sifat yang paling menonjol dari agar- agar adalah daya gelasi (kemampuan membentuk gel) *viskositas* (kekentalan), *setting point* (suhu mencairnya gel) yang sangat menguntungkan untuk dipakai dalam dunia industri pangan maupun nonpangan.

Senyawa hidrokoloid seperti agar merupakan senyawa yang memiliki daya gelasi yang cukup kuat. Senyawa ini memiliki fungsi utama sebagai bahan pemantap, penstabil, pengemulsi, pengental, pengisi, pembuat gel dan lain-lain. Hal inilah yang menyebabkan agar banyak dimanfaatkan dalam berbagai industri seperti makanan, minuman, farmasi, kosmetik, kertas, tekstil, dan industri lainnya Aslan (1998).

### 2.3 Penggunaan Agar-agar

Agar-agar digunakan secara luas dalam berbagai industri, antara lain industri makanan, obat-obatan, tekstil, kertas, susu, mikrobiologi, dan kosmetika. Berikut ini merupakan beberapa contoh kegunaan agar-agar dalam berbagai bidang dan penjelasannya, diantaranya sebagai berikut (Winarno, 1996:67-70).

#### 1. Media Pemupukan Mikroba

Agar-agar digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri, jamur, dan *mikroorganisme* lain yang berukuran *mikroskopis*, termasuk sel-sel tanaman dan hewan.

#### 2. Farmasi

Agar-agar merupakan bahan baku kapsul obat dan vitamin, campuran obat pencahar, pasta gigi, kosmetika (bahan baku sabun, lipstik, salep, *lotion* dan krim).

#### 3. Industri Makanan

Agar- agar pada industri makanan digunakan untuk meningkatkan viskositas sup, saus, juga *fruit jely*, memberi kehalusan dan keseimbangan es krim dan keju, permen, dan lain-lain.

### 2.4 Ubi Jalar Ungu

Menurut Widjanarko (2008) ubi jalar ungu merupakan salah satu jenis ubi jalar yang memiliki warna ungu pekat. Ubi jalar ungu menjadi sumber vitamin C dan betakaroten (provitamin A) yang sangat baik. Kandungan betakarotennya lebih tinggi dibandingkan ubi jalar kuning. Selain vitamin C, betakaroten, dan vitamin A komponen yang terpenting adalah kandungan antosianin.

Bahan pangan sumber karbohidrat selain beras yang mulai dikembangkan adalah ubi ungu (*Ipomoea batatas*). Jenis ubi ungu berdasarkan warna ungu dibedakan atas dua yaitu warna ungu gelap dan warna ungu terang. Warna ungu dari ubi ungu disebabkan adanya antosianin. Hal ini disebabkan varietas ubi ungu yang ada cukup beragam dan setiap bagian umbi akan memiliki kandungan yang berbeda terutama kandungan pati dan komponen bioaktifnya. Warna ungu pada ubi ungu diidentikan dengan komponen bioaktif yang memberikan keuntungan kesehatan. Pada ubi ungu umumnya komponen bioaktif terdapat pada bagian kulit, epidermis dan daging umbi (Aini, 2004).

Menurut Richana (2013;16) ubi jalar termasuk tanaman tropis dan dapat tumbuh di daerah subtropis. Ubi jalar dapat tumbuh baik serta sesuai memberikan hasil tinggi dengan persyaratan iklim yang sesuai selama pertumbuhannya. Suhu minimum 16°C, suhu maksimum 40°C dan suhu optimum 21-27°C. Di luar kisaran suhu optimum pertumbuhannya akan terlambat.

Ubi jalar mempunyai banyak nama atau sebutan, antara lain huwi boled (Sunda), tela rambat (Jawa), *sweet potato* (Inggris), dan *shoyu* (Jepang). Tanaman ubi jalar termasuk tumbuhan semusim (*annual*) yang mempunyai susunan tubuh utama terdiri dari batang, ubi, daun, bunga, buah dan biji (Rukmana, 1997). Batang tanaman berbentuk bulat, tidak berkayu, berbuku-buku dan tipe pertumbuhannya tegak atau merambat (menjalar). Panjang tanaman bertipe tegak antara 1 m – 2 m, sedangkan tipe merambat (menjalar) antara 2 m – 3 m. Ukuran batang dibedakan atas 3 macam, yaitu besar, sedang, dan kecil. Warna batang biasanya hijau tua sampai keungu-unguan (Rukmana, 1997).

Ekstrak Ubi Ungu yang didapatkan dari umbi dan kulit ubi jalar yang diperoleh ditetaskan ke dalam larutan agar-agar kemudian dilakukan pengujian. Dengan memanfaatkan bagian daging umbi ungu didapat warna umbi ungu dengan metode ekstrak warna, selain memanfaatkan bagian dagingnya ekstrak umbi ungunya dapat pula dimanfaatkan bagian kulitnya dengan cara ekstraksi.



## 2.5 Gula

Gula merupakan karbohidrat sederhana yang dihasilkan dari cairan sari tebu. Gula mengandung sukrosa 97,1% dengan kadar air 0,61% dan berfungsi sebagai sumber nutrisi dalam makanan, sebagai pembentuk tekstur dan flavor melalui reaksi pencoklatan. Gula digunakan sebagai bahan tambahan dan pemanis dalam pangan, selain itu gula juga digunakan sebagai *stabilizer* dan pengawet karena daya larut dan daya mengikat air yang tinggi sehingga dapat menurunkan kadar air (Sularjo, 2010:45)

Penambahan gula berpengaruh pada tekstur yang dihasilkan. Gula akan mengikat air yang bertujuan untuk mengurangi pertumbuhan organisme pembusuk, sehingga gula biasanya digunakan sebagai bahan pengawet. Selain berpengaruh pada tekstur, gula juga dapat berpengaruh pada pH. Gula memiliki Ph 6-7, sehingga semakin banyak jumlah gula maka akan semakin asam. Jika pH rendah maka tekstur yang dihasilkan pada suatu produk semakin lemah dan lunak (Sularjo dan Santoso, 2012).

## 2.6 Kekuatan Gel

Gelatin telah digunakan dalam industri beberapa makanan berfungsi sebagai penstabil, pengental (*thickenner*), pengemulsi (*emulsifier*), pembentuk *jelly*, pengikat air, pengendap dan pembungkus makanan (*edible coating*). Kekuatan gel menentukan baik atau buruknya kualitas gelatin, hal ini penting karena berkaitan dengan fungsi utama gelatin sebagai pengemulsi (Anwar, 2013).

Kekuatan gel dapat diukur dengan menggunakan *texture analyzer*. Menurut Anwar (2013:14) nilai kekuatan gel merupakan besarnya gaya untuk memecah suatu produk yang dinyatakan dalam newton (N). Semakin besar gaya yang digunakan untuk memecah produk maka semakin besar nilai kekuatan gel. Hasil pengukuran akan tercetak pada kertas grafik dan dapat dilihat tinggi saat sampel benar-benar pecah. Nilai kekerasan gel dapat dilihat dari nilai yang muncul.

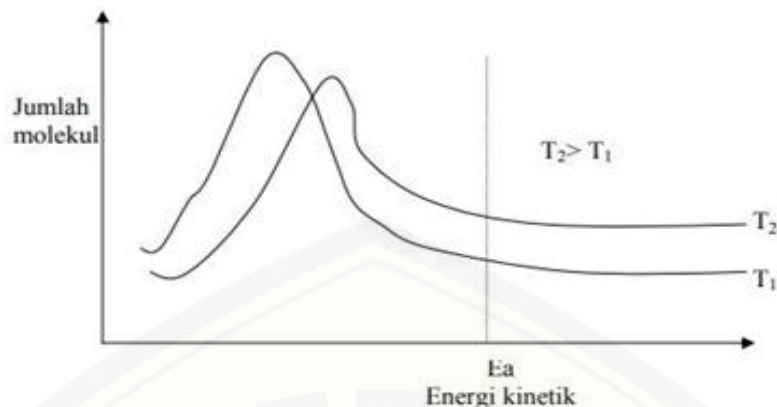
Penelitian sifat fisik gel agar-agar telah dilakukan dengan berbagai macam metode. Pada penelitian Ayun (2017) dengan menggunakan penambahan gula dan susu bubuk skim, pada pengukuran kekuatan gel menggunakan alat *texture*

*analyzer* CT3 1500 dilakukan secara berurutan menggunakan gelas kaca dengan volume yaitu  $62,8 \text{ cm}^3$  dan waktu pendinginan selama 30, 40, 50, 65, 80, 95, 115, 135 dan 155 menit. Berdasarkan hasil penelitian, selama waktu pendinginan agar-agar mengalami perubahan kekuatan gel yang signifikan. Jika suhu agar-agar menurun maka kekuatan gel akan meningkat. Penambahan gula dan susu skim berpengaruh pada tekstur sehingga menjadi lunak dan lembut. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perubahan nilai kekuatan gel agar-agar dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya konsentrasi bahan tambahan, waktu, dan suhu gel agar-agar.

## 2.7 Kinetika Proses

Kinetika reaksi merupakan laju reaksi dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi tersebut. Laju (kecepatan) reaksi dinyatakan sebagai perubahan konsentrasi pereaksi atau hasil reaksi (produk) terhadap satuan waktu (Coulson, 1983). Laju atau kecepatan reaksi adalah perubahan konsentrasi pereaksi ataupun produk dalam suatu satuan waktu, yang mana laju suatu reaksi dapat dinyatakan sebagai laju berkurangnya konsentrasi suatu pereaksi, atau laju bertambahnya konsentrasi suatu produk (Keenan, 1999).

Laju reaksi dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya konsentrasi pereaksi, luas permukaan pereaksi dan temperatur reaksi dan katalisator. Pada umumnya makin besar konsentrasi pereaksi, akan makin besar pula laju reaksi, demikian pula halnya dengan luas permukaan pereaksi, makin besar luas permukaan zat pereaksi makin cepat pula laju reaksi berlangsung. Ukuran partikel berbanding lurus dengan luas permukaan, makin halus ukuran partikelnya, makin luas permukaan zat tersebut (Widjajanti, 2007). Berdasarkan Gambar 2.1 menggambarkan hubungan antara distribusi energi kinetik molekul pada dua temperatur yang berbeda. Nampak bahwa jumlah molekul yang mencapai energi pengaktifan ( $E_a$ ) pada kondisi  $T_2$  lebih besar dibandingkan dengan pada temperatur  $T_1$ .



Gambar 2.1 Pengaruh energi kinetik terhadap jumlah molekul  
(sumber: Widjajanti, 2007)

Tumbukan antar molekul memberikan energi yang diperlukan untuk memutuskan suatu ikatan sehingga ikatan baru dapat terbentuk. Salah satu faktor yang mempengaruhi energi kinetik adalah suhu. Suhu merupakan ukuran energi kinetik rata-rata dari suatu molekul. Semakin tinggi suhu akan meningkatkan energi kinetik untuk memutuskan ikatan-ikatan ketika tumbukan. Saat tumbukan antar molekul terjadi, energi kinetik digunakan untuk memutuskan ikatan. Jika energi kinetik molekul besar, tumbukan yang terjadi mampu memutuskan sejumlah ikatan. Sehingga akan terjadi pembentukan kembali ikatan baru. Sebaliknya, jika energi kinetik molekul kecil maka tidak akan terjadi tumbukan dan pemutusan ikatan (Kristianingrum, 2003).

Energi kinetik merupakan besaran vektor dengan arah sesuai arah kerja. Satuan dan dimensi energi kinetik sama dengan satuan dan dimensi kerja bahwa suatu benda berbanding lurus dengan massa benda tersebut dimana energi kinetik suatu benda juga berbanding lurus dengan kuadrat kecepatannya. Besar kecilnya energi kinetik suatu benda bergantung kepada massa dan kelajuan benda tersebut. Rumus energi kinetik dapat dilihat pada persamaan 2.1

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:  $E_k$  = energi kinetik (*joule*)

$m$  = massa benda (kg)

$v$  = kecepatan benda (m/s) (Widjajanti, 2007)

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai April 2019 di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

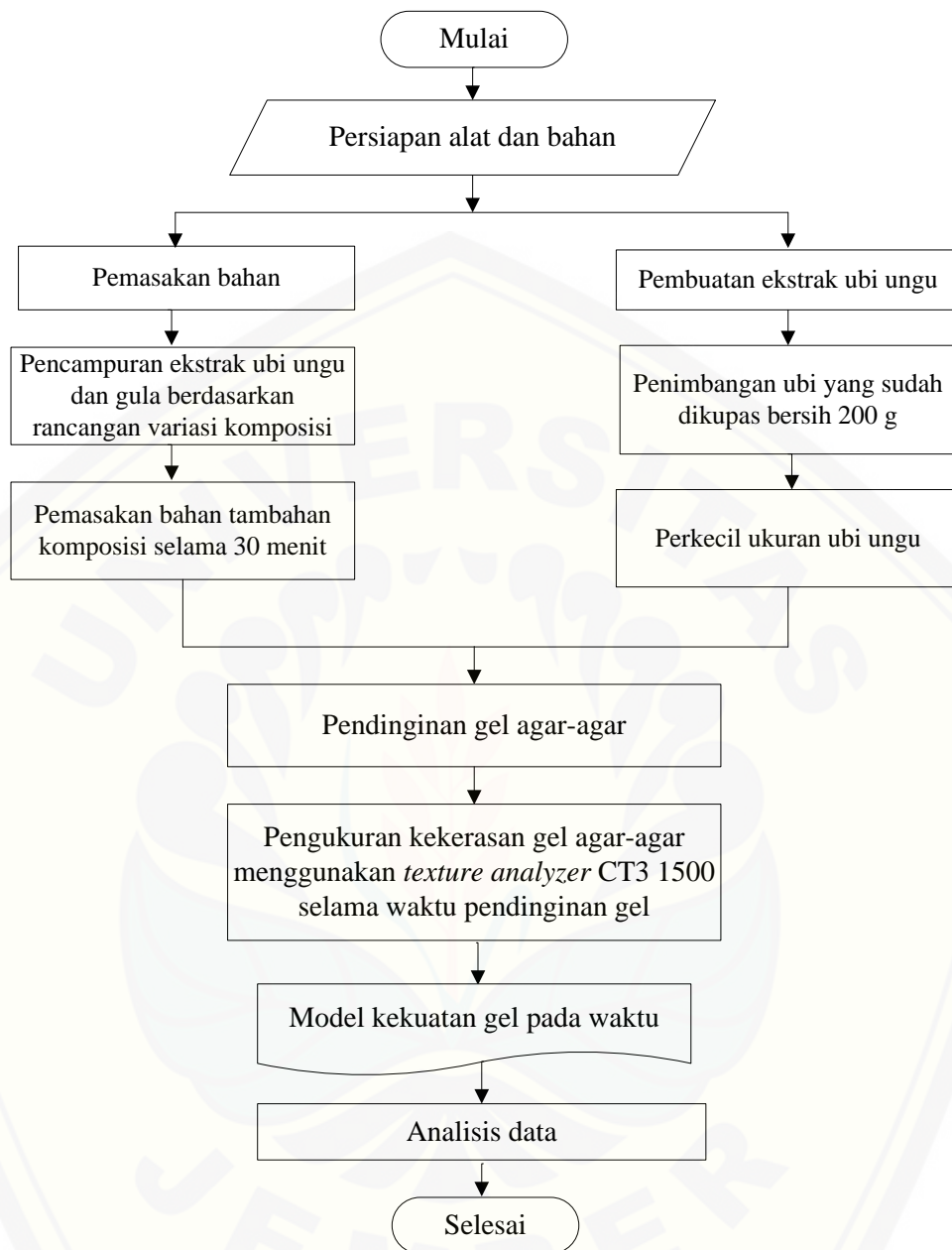
#### **3.2 Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan yang digunakan saat penelitian ini adalah tepung agar-agar putih swallow, gula pasir, air, ubi ungu.

Alat yang digunakan saat penelitian ini adalah timbangan digital ketelitian 0,001g; cawan; gelas kaca; pengaduk; beaker glass 500 ml; kompor listrik; blender; panci; *stopwatch*; *food thermometer*, komputer; *texture analyzer* CT3 1500.

#### **3.3 Prosedur Penelitian**

Tahapan kegiatan penelitian ini mengacu pada diagram alir penelitian dengan menggunakan prosedur umum seperti yang digambarkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir prosedur penelitian

### 3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan

Tahap ini merupakan bagian untuk mempersiapkan bahan dan alat yang akan digunakan selama penelitian berlangsung.

### 3.3.2 Pembuatan Ekstrak Ubi Ungu

Tahap ini merupakan bagian untuk memperoleh ekstrak dari ubi ungu yang dilakukan dengan cara menimbang ubi ungu yang telah dikupas bersih sebanyak

200 g. Selanjutnya memperkecil ukuran ubi ungu dengan cara di blender dan ditambahkan air 200 ml dengan perbandingan 1:1, sehingga dihasilkan bentuk ubi ungu yang halus. Setelah itu, dilakukan proses penyaringan untuk menghasilkan ekstrak ubi ungu yang siap digunakan sebagai bahan campuran agar-agar dengan menggunakan 3 parameter yaitu 0 g, 100 g, dan 200 g.

### 3.3.3 Pemasakan Gel Agar-agar

Pemasakan gel agar-agar menggunakan komposisi berupa tepung agar-agar putih swallow (7 g), air (900 g) dan ekstrak ubi ungu dengan menggunakan 3 parameter yaitu 0 g, 100 g, dan 200 g dari perbandingan air dan ekstrak ubi ungu. Kemudian ditambahkan gula dengan 3 parameter yaitu 0 g, 60 g, dan 120 g. Pencampuran ekstrak ubi ungu (E) dan gula (G) pada rancangan berdasarkan variasi komposisi disajikan pada Tabel 3.1. Sedangkan Tabel 3.2 adalah perlakuan berdasarkan variasi bahan tambahan.

Tabel 3.1 Rancangan berdasarkan variasi bahan tambahan

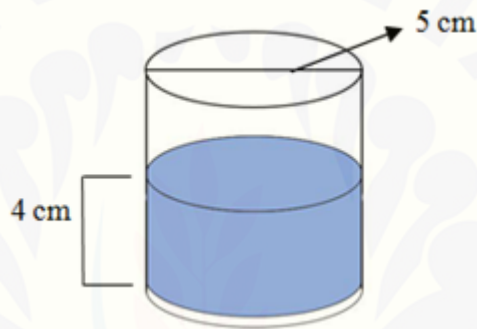
No	Variasi Komposisi								Kode
	Tepung Agar-agar		Air		Ekstrak Ubi Ungu		Gula		
	%	g	%	g	%	g	%	g	
1	0,6	7	73,3	900	0	0	0	0	E0G0
2	0,6	7	73,3	900	8,14	100	4,9	60	E0G6
3	0,6	7	73,3	900	16,3	200	9,8	120	E0G12
4	0,6	7	73,3	900	0	0	0	0	E1G0
5	0,6	7	73,3	900	8,14	100	4,9	60	E1G6
6	0,6	7	73,3	900	16,3	200	9,8	120	E1G12
7	0,6	7	73,3	900	0	0	0	0	E2G0
8	0,6	7	73,3	900	8,14	100	4,9	60	E2G6
9	0,6	7	73,3	900	16,3	200	9,8	120	E2G12

Tabel 3.2 Perlakuan berdasarkan variasi bahan tambahan

Perlakuan	G0	G6	G12
E0	E0 G0	E0 G6	E0 G12
E1	E1 G0	E1 G6	E1 G12
E2	E2 G0	E2 G6	E2 G12

### 3.3.4 Pendinginan

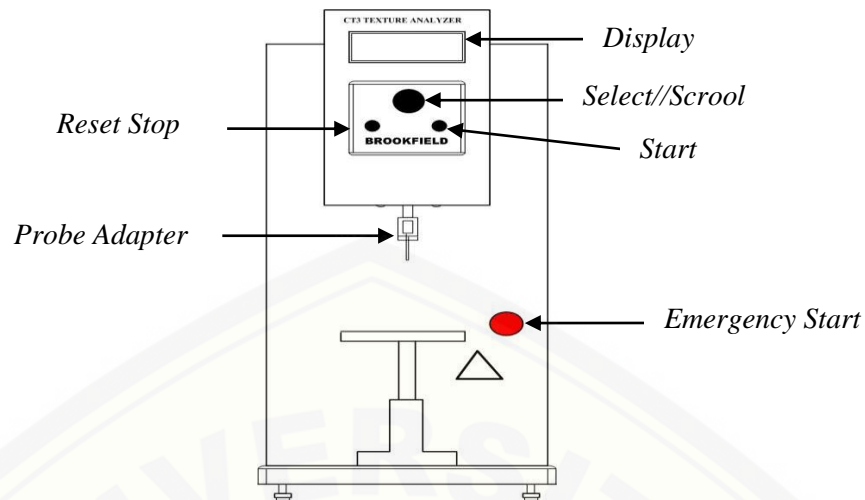
Proses pendinginan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi gel agar-agar sebelum dilakukan pengukuran parameter dengan menggunakan suhu ruang. Panas dari bahan akan diserap atau diambil dan digantikan oleh udara yang memiliki tekanan yang lebih rendah dibandingkan tekanan di dalam gel agar-agar tersebut. Setelah proses pemasakan selesai, selanjutnya tepung agar-agar dicetak dan dilakukan pengukuran kekuatan gel agar-agar menggunakan *texture analyzer* CT3 1500 dengan ukuran pencetakan menggunakan gelas kaca seperti Gambar 3.2



Gambar 3.2 Tinggi dan diameter gelas pencetakan gel agar-agar

### 3.3.5 Pengukuran Kekuatan Gel Agar-agar

Pengukuran kekuatan gel agar-agar menggunakan *texture analyzer* CT3 1500 dilakukan secara bergiliran berdasarkan waktu pendinginan yang telah ditentukan yaitu 30, 40, 50, 65, 80, 95, 115, 135 dan 155 menit. Proses selanjutnya, gel agar-agar dicetak menggunakan gelas kaca berdasarkan waktu pengukuran. Kemudian dilakukan pengukuran kekuatan gel agar-agar menggunakan *texture analyzer* CT3 1500 seperti pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 *Texture analyzer CT3 1500*

Langkah-langkah yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengukuran adalah sebagai berikut.

a. *Setup Texture Analyzer CT3 1500*

Halaman ini merupakan halaman untuk menentukan pengaturan yang digunakan untuk pengukuran. Setelah aplikasi terinstal, kemudian *texturepro CT V1.6* dihubungkan kekomputer menggunakan kabel USB *Texture Anlayzer CT3 1500*. Lalu pilih modus *Remote Operation* pada *Texture Analyzer CT3 1500* dan secara otomatis akan terdeteksi dan terconnected pada perangkat yang terpasang. Selanjutnya *Texture Analyzer CT3 1500* siap untuk digunakan dengan menggunakan probe tipe “TA10” dan *fixture* “None”.

b. *Result*

Halaman ini digunakan untuk menentukan dan mengatur hasil data yang ingin dicapai dalam melakukan analisis statistik pada *texturepro CT V1.6*.

c. *Test*

Halaman ini menentukan tipe dan dimensi sampel yang akan di uji. Penguji harus menetapkan nilai pemicu, *probe* “TA10”, *fixture* “None”, bentuk silinder dengan dimensi sampel 4x5cm, *target value* 10,0 mm, *trigger load* 0,045 N dan *test speed* 3,00 mm/s pada sampel menggunakan menu test pada *texture CT V1.6*. Selanjutnya sebelum melakukan pengujian, harus menentukan folder



penyimpanan data hasil pengukuran pada komputer dengan format “xls”. Lalu klik “run test” untuk melakukan pengujian.

d. *Graph*

Halaman ini digunakan untuk menentukan hasil selama pengujian dilakukan. Hasil pengukuran yang diperoleh digambarkan dalam bentuk grafik dan data. Setelah pengujian selesai, klik “save” untuk menyimpan data hasil pengujian dan secara otomatis data akan tersimpan di folder yang sudah di buat. Tampilan graph pada Texture Analyxer CT3 1500 dapat dilihat pada gambar 3.8.

e. *Data*

Data yang diperoleh dalam pengujian ini disajikan dalam bentuk grafik dan *excel*. Setelah pengujian selesai, data secara otomatis akan muncul dikomputer dalam bentuk tabel. Klik “save” untuk menyimpan data hasil pengujian dan secara otomatis akan tersimpan di dalam folder yang telah dibuat.

### 3.3.6 Analisis Data

a. Laju Kekuatan Gel

Profil laju kekuatan gel selama waktu pendinginan ditentukan dengan persamaan 3.1

$$\frac{dH}{dt} = \frac{Ht_2 - Ht_1}{\Delta t} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:  $\frac{dH}{dt}$  = laju kekuatan gel (N/menit)

$Ht_1$  = nilai kekuatan gel saat waktu ke- $t_1$

$Ht_2$  = nilai kekuatan gel; saat waktu ke- $t_2$

$\Delta t$  = selisih  $t_2$  dan  $t_1$  (menit)

b. *Pemodelan*

Sistem pemodelan digunakan untuk mengetahui nilai kekuatan gel pada agar-agar menggunakan analisis regresi linier berganda. Analisis regresi linier berganda merupakan analisis yang menunjukkan hubungan secara linier antara dua atau lebih *variabel independen* ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) dengan *variabel dependen* ( $Y$ ). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui arah hubungan antara *variabel independen* dengan *variabel dependen* apakah masing-masing *variabel independen* berhubungan positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai *variabel independen* mengalami kenaikan atau

penurunan. Metode yang digunakan pada analisis regresi linier berganda pada SPSS yaitu metode *stepwise*. Metode *stepwise* merupakan prosedur statistik untuk menentukan variabel bebas yang paling berpengaruh pada variabel terikat. Persamaan regresi linier berganda sebagai berikut (Algifari, 2009:65).

$$Y = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_nX_n + b \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan: a = koefisien regresi,

b = konstanta

Y = variabel terikat (*dependent variable*)

X = variabel bebas (*independent variable*)

### c. Uji Validitas

Menurut Taruna (2018) uji validitas dilakukan untuk menguji suatu model persamaan dengan menggunakan kriteria *coefficient of determination* ( $R^2$ ), *Root mean square error* (RMSE) dan *mean relative percent error* (P). Rumus perhitungan  $R^2$ , RMSE dan P dapat dilihat pada persamaan 3.3, 3.4, 3.5.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (H_{est,i} - H_{obs,1})^2}{\sum_{i=1}^N (H_{est,i} - H_{obs,1})^2} \dots \dots \dots (3.3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (H_{est,i} - H_{obs,1})^2}{N}} \dots \dots \dots (3.4)$$

$$P = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^n \frac{|H_{est,i} - H_{obs,1}|}{H_{obs,1}} \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan :  $H_{obs}$  = nilai kekuatan gel dari data observasi

$H_{est}$  = nilai kekuatan gel estimasi dari model yang digunakan

N = jumlah pengamatan

i = subscript,  $i = 1, 2, \dots, n$  (Mohapatra dan Rao, 2005)

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini, dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk pendinginan gel agar-agar maka kekuatan gel semakin meningkat. Penambahan komposisi gula menyebabkan tekstur yang dihasilkan lebih keras karena tingkat keasaman (pH) yang rendah, pada penambahan gula yang berlebih mempengaruhi rasa yang terlalu manis, sehingga tidak layak untuk dikonsumsi, sedangkan semakin banyak penambahan ekstrak ubi ungu akan menghasilkan tekstur yang sangat lembut dibandingkan penambahan gula, yang dapat mempengaruhi tekstur pada gel agar-agar. Kinetika perubahan pengerasan gel agar-agar, semakin tinggi suhu gel agar-agar, maka laju perubahan pengerasan semakin meningkat. Nilai maksimum yang dihasilkan kinetika perubahan pengerasan gel agar-agar yaitu menit ke-50 sampai dengan menit ke-80 pada kisaran suhu gel agar-agar 34,6°C sampai dengan 30,4°C. Laju pengerasan kekuatan gel tertinggi terjadi pada komposisi ekstrak ubi ungu 0 gram dan gula 0 gram.
2. Model empiris kinetika proses *gelling* menggunakan analisis regresi linier berganda. Dari beberapa hasil yang didapat, model yang dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan gel agar-agar adalah model yang pada perlakuan E1G12 dengan menghasilkan nilai  $R^2$  0,99 nilai RSME 0,08 dan nilai  $P > 10\%$  yaitu 13,82%.

### 5.2 Saran

Apabila ingin melakukan penelitian lebih lanjut perlu di dilakukan pengukuran pH pada gel agar-agar, serta perlu memperhatikan faktor lingkungan, waktu, proses pencetakan gel dan memastikan suhu ruangan stabil sampai perlakuan selesai.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Algifari, 2009. *Analisis Regresi Teori, Kasus, dan Solusi*. Yogyakarta:BPFE.
- Aini, N. 2004. *Pengolahan Tepung Ubi Jalar & Produk-Produknya Untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Pedesaan*. <http://www.rudycct.com/PPS702-ipb/09145/nuraini.pdf>. (diakses tanggal 14 Januari 2011).
- Algifari, 2002. *Analisa Regresi Teori, Kasus dan Solusi, Edisi 2*. Yogyakarta: BPFE.
- Amiruddin dan Asikin Z, 2003. *Pengantar Metode Penelitian Hukum*, PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Anwar, C. 2013. "Analisis Kekuatan Gel (*Gel Strength*) Jelly dari Gelatin Kulit Ikan Cucut (*Chiloscyllium Puncatatum*) dengan Penambahan Karaginan Dan Rumput Laut (*Euchema Spinosum*)". Tidak Diterbitkan. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Aslan, L. M. (1998). *Budidaya Rumput Laut*. Kanisius. Yogyakarta, 92.
- Ayun Q. 2017. *Kinetika Proses Gelling Produk Agar-agar pada Beragam Komposisi Penambahan Gula dan Susu*. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Ericsson, C. 1981. *Millard Reaction in Food: Chemical, Physiological and Technological Aspects*. Pergamon press, Oxford.
- Coulson, J.M., 1983, "Chemical Engineering", Aucklond, Mc. Graw Hill, International Student Edition, Singapore.
- Gaman, P.M. dan K.B Sherrington.1994. *Ilmu pangan, Pengantar Ilmu pangan, Nutrisi dan mikrobiologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hambali, M., F. Mayasari, dan F. Noermansyah, 2014. *Ekstraksi Antosianin dari Ubi Jalar dengan Variasi Konsentrasi Solven dan Lama Waktu Ekstraksi*. *Jurnal Teknik Kimia*. 20(2): 25-35.
- Keenan. 1999. *Kimia untuk Universitas*. Erlangga. Jakarta.
- Kristaningrum, S. 2003. *Kinetika Kimia*. Yogyakarta: Universitas Yogyakarta.
- Kronberga, Karklina, Murniece, dan Kruma. 2011. *Changes of Agar-Agar Gel Properties After Replacing Sucrose By Inulin Syrup*. *FOODBALT 2011*. {serialonline}<http://lufb.ltu.lv/conference/foodbalt/2011/FOODBALT-Proceedings-2011-137-142.pdf> [18 Januari 2016].

- Mohapatra D., Rao PS. (2005). A thin layer drying model of parboiled wheat. *Journal of Food Eng*, 66, 513-518.
- Sularjo. 2010. Pengaruh Perbandingan Gula Pasir dan Daging Buah Terhadap Kualitas Permen Pepaya. *Jurnal Magistra*. No. (74):46. {serial online} <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=253264&val=6820&title=pengaruh%20perbandingan%20gula%20pasir%20dan%20daging%20buah%20terhadap%20kualitas%20permen%20pepaya.pdf> [19 Juli 2016].
- Sularjo dan Santosa, A. 2012. Pengaruh Konsentrasi Gula Pasir Terhadap Kualitas Jelly Buah Rambutan. *Jurnal Magistra*. No. (82):86. {serial online} <http://journal.unwidha.ac.id/index.php/magistra/article/view/294/243/pdf> [19 Juli 2016].
- Richana, Nur. 2013. *Menggali Potensi Ubi Kayu dan Ubi Jalar*. Bandung: Penerbit Nuansa Cendekia.
- Rukmana. 1997. *Ubi jalar-Budidaya dan pasca panen*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Taruna, I. 2018. *Model Kinetika Pengeringan Okara Secara Konveksi Pada Suhu Ekstrem. Prosiding Seminar Nasional PERTETA 2018*. Yogyakarta: Institut Pertanian Stiper.
- Wang, Y.Z.,Zhang dan JX, Zhang. 2011. New Insight Into Kinetics Behavior of The Structural Formation Process in Agar Gelation. Guangzhou: Sun Yat-sen University. {serial online} <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1107/1107.4052.pdf>[18 Januari 2016].
- Widjajanti, E. 2007. *Kinetika Kimia*. Yogyakarta: Universitas Negri Yogyakarta.
- Widjanarko, S. 2008. Efek Pengolahan terhadap Komposisi Kimia & Fisik Ubi Jalar Ungu dan Kuning. <http://simonbwidjanarko.wordpress.com>(diakses 3 oktober 2009).
- Winarno, F.G 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Winarno, FG. 2007. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Winarno, FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Utama : Jakarta.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. DATA HASIL PERHITUNGAN KEKUATAN GEL

A.1 Perlakuan E0G0

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E0G0	30	0.11	0.10	0.11	0.01	0.01
	40	0.47	0.50	0.49	0.02	0.02
	50	0.99	1.10	1.05	0.08	0.06
	65	1.94	1.95	1.95	0.01	0.01
	80	3.65	3.50	3.58	0.11	0.07
	95	4.25	3.12	3.69	0.80	0.57
	115	4.55	4.70	4.63	0.11	0.08
	135	4.49	4.99	4.74	0.35	0.25
	155	4.70	5.05	4.88	0.25	0.18

A.2 Perlakuan E0G6

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E0G6	30	0.10	0.10	0.11	0.01	0.01
	40	0.39	0.50	0.49	0.02	0.02
	50	1.15	1.10	1.05	0.08	0.06
	65	1.70	1.95	1.95	0.01	0.01
	80	2.06	3.50	3.58	0.11	0.07
	95	3.05	3.12	3.69	0.80	0.57
	115	3.54	4.70	4.63	0.11	0.08
	135	3.53	4.99	4.74	0.35	0.25
	155	3.40	5.05	4.88	0.25	0.18

A.3 Perlakuan E0G12

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E0G12	30	0.05	0.06	0.06	0.01	0.01
	40	0.45	0.40	0.43	0.04	0.02
	50	0.70	0.79	0.75	0.06	0.05
	65	2.08	2.05	2.07	0.02	0.02
	80	2.20	2.15	2.18	0.04	0.03
	95	3.18	2.85	3.02	0.23	0.17

115	3.30	3.25	3.28	0.04	0.02
135	3.50	3.47	3.49	0.02	0.01
155	3.55	3.52	3.54	0.02	0.01

#### A.4 Perlakuan E1G0

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E1G0	30	0.15	0.15	0.15	0.00	0.00
	40	0.22	0.22	0.22	0.00	0.00
	50	0.65	0.80	0.73	0.11	0.07
	65	2.40	2.30	2.35	0.07	0.05
	80	3.35	3.20	3.28	0.11	0.07
	95	3.86	3.79	3.83	0.05	0.03
	115	4.30	4.19	4.25	0.08	0.06
	135	4.43	4.39	4.41	0.03	0.02
	155	4.58	4.55	4.57	0.02	0.02

#### A.5 Perlakuan E1G6

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E1G6	30	0.15	0.15	0.15	0.00	0.00
	40	0.28	0.15	0.27	0.02	0.02
	50	0.75	0.25	0.75	0.01	0.01
	65	2.25	0.74	2.18	0.11	0.08
	80	2.91	2.10	3.01	0.13	0.10
	95	3.02	3.10	3.10	0.11	0.08
	115	3.08	3.17	3.14	0.08	0.06
	135	3.40	3.20	3.48	0.11	0.08
	155	3.98	3.55	3.92	0.09	0.06

#### A.6 Perlakuan E1G12

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E1G12	30	0.14	0.15	0.15	0.01	0.00
	40	0.25	0.55	0.40	0.21	0.15

50	0.57	1.12	0.85	0.39	0.28
65	1.05	1.88	1.47	0.59	0.42
80	1.60	2.28	1.94	0.48	0.34
95	2.26	2.48	2.37	0.16	0.11
115	2.57	2.50	2.54	0.05	0.03
135	2.62	2.72	2.67	0.07	0.05
155	2.69	2.70	2.70	0.01	0.01

### A.7 Perlakuan E2G0

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E2G0	30	0.15	0.13	0.14	0.01	0.01
	40	0.30	0.33	0.32	0.02	0.02
	50	1.05	0.95	1.00	0.07	0.05
	65	2.21	2.29	2.25	0.06	0.04
	80	2.70	3.05	2.88	0.25	0.18
	95	3.25	3.34	3.30	0.06	0.04
	115	3.50	3.65	3.58	0.11	0.07
	135	3.79	3.76	3.78	0.02	0.02
	155	3.90	3.97	3.94	0.05	0.04

### A.8 Perlakuan E2G6

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E2G6	30	0.11	0.10	0.11	0.01	0.01
	40	0.22	0.23	0.23	0.01	0.01
	50	0.66	0.66	0.66	0.00	0.00
	65	1.13	1.25	1.19	0.08	0.06
	80	2.05	2.05	2.05	0.00	0.00
	95	2.55	2.40	2.48	0.11	0.08
	115	2.85	2.55	2.70	0.21	0.15
	135	2.89	2.70	2.80	0.13	0.10
	155	3.05	3.00	3.03	0.04	0.02



**A.9 Perlakuan E2G12**

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E2G12	30	0.10	0.11	0.11	0.01	0.01
	40	0.24	0.28	0.26	0.03	0.02
	50	0.76	0.77	0.77	0.01	0.01
	65	1.63	2.18	1.91	0.39	0.28
	80	2.15	2.25	2.20	0.07	0.05
	95	2.40	2.57	2.49	0.12	0.09
	115	2.55	2.60	2.58	0.04	0.03
	135	2.64	2.65	2.65	0.01	0.00
	155	2.67	2.75	2.71	0.06	0.04

**LAMPIRAN B.DATA HASIL PERHITUNGAN SUHU GEL AGAR-AGAR****B.1 Perlakuan E0G0**

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E0G0	30	40.00	38.60	39.30	0.99	0.70
	40	36.00	35.60	35.80	0.28	0.20
	50	33.40	34.00	33.70	0.42	0.30
	65	31.90	31.80	31.85	0.07	0.05
	80	29.20	29.00	29.10	0.14	0.10
	95	28.50	28.10	28.30	0.28	0.20
	115	27.50	27.80	27.65	0.21	0.15
	135	26.50	27.30	26.90	0.57	0.40
	155	25.80	26.90	26.35	0.78	0.55

**B.2 Perlakuan E0G6**

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E0G6	30	38.30	39.40	38.85	0.78	0.55
	40	36.60	36.60	36.60	0.00	0.00
	50	35.30	35.80	35.55	0.35	0.25
	65	33.60	32.20	32.90	0.99	0.70
	80	30.30	31.20	30.75	0.64	0.45
	95	28.60	30.00	29.30	0.99	0.70
	115	27.80	28.80	28.30	0.71	0.50
	135	27.00	27.80	27.40	0.57	0.40
	155	26.60	27.40	27.00	0.57	0.40

**B.3 Perlakuan E0G12**

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E0G12	30	40.60	39.50	40.05	0.01	0.55
	40	38.40	38.40	38.40	0.04	0.00
	50	36.00	34.50	35.25	0.06	0.75
	65	33.60	32.20	32.90	0.02	0.70
	80	32.30	31.10	31.70	0.04	0.60
	95	31.00	29.70	30.35	0.23	0.65

	115	29.80	28.80	29.30	0.04	0.50
	135	29.10	27.90	28.50	0.02	0.60
	155	28.90	27.50	28.20	0.02	0.70

#### B.4 Perlakuan E1G0

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E1G0	30	40.00	40.00	40.00	0.00	0.00
	40	37.20	38.80	38.00	1.13	0.80
	50	35.80	37.20	36.50	0.99	0.70
	65	31.60	32.00	31.80	0.28	0.20
	80	30.00	31.10	30.55	0.78	0.55
	95	29.60	30.50	30.05	0.64	0.45
	115	28.30	28.80	28.55	0.35	0.25
	135	27.30	27.20	27.25	0.07	0.05
	155	26.90	27.80	27.35	0.64	0.45

#### B.5 Perlakuan E1G6

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E1G6	30	38.50	37.90	38.20	0.42	0.30
	40	36.20	35.30	35.75	0.64	0.45
	50	34.10	33.70	33.90	0.28	0.20
	65	32.60	30.90	31.75	1.20	0.85
	80	30.50	29.50	30.00	0.71	0.50
	95	30.10	28.90	29.50	0.85	0.60
	115	28.70	27.20	27.95	1.06	0.75
	135	28.40	26.60	27.50	1.27	0.90
	155	27.80	26.10	26.95	1.20	0.85

#### B.6 Perlakuan E1G12

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E1G12	30	38.40	39.50	38.95	0.78	0.55
	40	35.50	36.00	35.75	0.35	0.25
	50	32.00	33.20	32.60	0.85	0.60

65	30.20	32.11	31.16	1.35	0.95
80	28.50	31.00	29.75	1.77	1.25
95	27.50	30.10	28.80	1.84	1.30
115	27.00	29.20	28.10	1.56	1.10
135	26.80	28.70	27.75	1.34	0.95
155	25.80	27.90	26.85	1.48	1.05

### B.7 Perlakuan E2G0

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E2G0	30	39.70	38.00	38.85	1.20	0.85
	40	37.50	34.90	36.20	1.84	1.30
	50	35.60	33.10	34.35	1.77	1.25
	65	33.60	31.60	32.60	1.41	1.00
	80	31.10	30.00	30.55	0.78	0.55
	95	30.50	29.00	29.75	1.06	0.75
	115	30.00	27.80	28.90	1.56	1.10
	135	29.30	27.20	28.25	1.48	1.05
	155	28.80	26.70	27.75	1.48	1.05

### B.8 Perlakuan E2G6

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E2G6	30	38.30	39.60	38.95	0.92	0.65
	40	37.20	35.80	36.50	0.99	0.70
	50	34.70	34.70	34.70	0.00	0.00
	65	32.60	32.00	32.30	0.42	0.30
	80	30.80	33.10	31.95	1.63	1.15
	95	29.70	29.80	29.75	0.07	0.05
	115	28.80	28.40	28.60	0.28	0.20
	135	28.30	27.90	28.10	0.28	0.20
	155	28.00	27.50	27.75	0.35	0.25

**B.9 Perlakuan E2G12**

Perlakuan	Waktu (menit)	Pengulangan		Rata- rata	STDV	Standart <i>Error%</i>
		1	2			
E2G12	30	37.20	37.90	37.55	0.49	0.35
	40	36.80	37.80	37.30	0.71	0.50
	50	33.70	35.50	34.60	1.27	0.90
	65	32.00	33.90	32.95	1.34	0.95
	80	29.60	30.60	30.10	0.71	0.50
	95	28.80	30.20	29.50	0.99	0.70
	115	28.10	28.00	28.05	0.07	0.05
	135	26.70	28.20	27.45	1.06	0.75
	155	26.10	27.50	26.80	0.99	0.70

**LAMPIRAN C. DATA HASIL PERHITUNGAN KEKUATAN GEL****C. 1 Perlakuan E0G0**

<b>Perlakuan</b>	<b>Waktu (menit)</b>	<b>Hardness (N)</b>	<b>dH/dt (N/menit)</b>
E0G0	0	0	0
	30	0.11	0.004
	40	0.49	0.038
	50	1.05	0.056
	65	1.95	0.060
	80	3.58	0.109
	95	3.69	0.007
	115	4.63	0.047
	135	4.74	0.006
	155	4.88	0.007

**C.2 Perlakuan E0G6**

<b>Perlakuan</b>	<b>Waktu (menit)</b>	<b>Hardness (N)</b>	<b>dH/dt (N/menit)</b>
E0G6	0	0	0
	30	0.10	0.003
	40	0.41	0.031
	50	1.10	0.070
	65	1.65	0.037
	80	2.06	0.027
	95	2.80	0.050
	115	3.27	0.024
	135	3.26	0.001
	155	3.38	0.006

**C.3 Perlakuan E0G12**

<b>Perlakuan</b>	<b>Waktu (menit)</b>	<b>Hardness (N)</b>	<b>dH/dt (N/menit)</b>
E0G12	0	0	0
	30	0.06	0.002
	40	0.43	0.037
	50	0.75	0.032
	65	2.07	0.088
	80	2.18	0.007
	95	3.02	0.056

115	3.28	0.013
135	3.49	0.011
155	3.54	0.002

#### C.4 Perlakuan E1G0

Perlakuan	Waktu (menit)	Hardness (N)	dH/dt (N/menit)
E1G0	0	0	0
	30	0.15	0.005
	40	0.22	0.007
	50	0.73	0.051
	65	2.35	0.108
	80	3.28	0.062
	95	3.83	0.037
	115	4.25	0.021
	135	4.41	0.008
	155	4.57	0.008

#### C.5 Perlakuan E1G6

Perlakuan	Waktu(menit)	Hardness (N)	dH/dt (N/menit)
E1G6	0	0	0
	30	0.11	0.004
	40	0.23	0.012
	50	0.66	0.044
	65	1.19	0.035
	80	2.05	0.057
	95	2.48	0.028
	115	2.70	0.011
	135	2.80	0.005
	155	3.03	0.012

#### C.6 Perlakuan E1G12

Perlakuan	Waktu (menit)	Hardness (N)	dH/dt (N/menit)
E1G12	0	0	0
	30	0.15	0.005
	40	0.40	0.026

50	0.85	0.045
65	1.47	0.041
80	1.94	0.032
95	2.37	0.029
115	2.54	0.008
135	2.67	0.007
155	2.70	0.001

### C.7 Perlakuan E2G0

Perlakuan	Waktu (menit)	Hardness (N)	dH/dt (N/menit)
E2G0	0	0	0
	30	0.14	0.005
	40	0.32	0.018
	50	1.00	0.069
	65	2.25	0.083
	80	2.88	0.042
	95	3.30	0.028
	115	3.58	0.014
	135	3.78	0.010
	155	3.94	0.008

### C.8 Perlakuan E2G6

Perlakuan	Waktu (menit)	Hardness (N)	dH/dt (N/menit)
E2G6	0	0	0
	30	0.11	0.004
	40	0.23	0.012
	50	0.66	0.044
	65	1.19	0.035
	80	2.05	0.057
	95	2.48	0.028
	115	2.70	0.011
	135	2.80	0.005
	155	3.03	0.012



**C.9 Perlakuan E2G12**

<b>Perlakuan</b>	<b>Waktu (menit)</b>	<b>Hardness (N)</b>	<b>dH/dt (N/menit)</b>
	0	0	0
	30	0.11	0.004
	40	0.26	0.016
	50	0.77	0.051
E2G12	65	1.91	0.076
	80	2.20	0.020
	95	2.49	0.019
	115	2.58	0.005
	135	2.65	0.003
	155	2.71	0.003

**LAMPIRAN D. DATA PERSAMAAN REGRESI LINIER****D.1 Perlakuan E0G0**

Perlakuan	H <sub>obst</sub>	E	G	t	E <sup>2</sup>	G <sup>2</sup>	t <sup>2</sup>	$\frac{1}{t}$	$\frac{1}{t^2}$
E0G0	0.11	0	0	30	0	0	900	0.03	0.00111
	0.10	0	0	30	0	0	900	0.03	0.00111
	0.47	0	0	40	0	0	1600	0.03	0.00063
	0.50	0	0	40	0	0	1600	0.03	0.00063
	0.99	0	0	50	0	0	2500	0.02	0.00040
	1.10	0	0	50	0	0	2500	0.02	0.00040
	1.94	0	0	65	0	0	4225	0.02	0.00024
	1.95	0	0	65	0	0	4225	0.02	0.00024
	3.65	0	0	80	0	0	6400	0.01	0.00016
	3.50	0	0	80	0	0	6400	0.01	0.00016
	4.25	0	0	95	0	0	9025	0.01	0.00011
	3.12	0	0	95	0	0	9025	0.01	0.00011
	4.55	0	0	115	0	0	13225	0.01	0.00008
	4.70	0	0	115	0	0	13225	0.01	0.00008
	4.49	0	0	135	0	0	18225	0.01	0.00005
	4.99	0	0	135	0	0	18225	0.01	0.00005
	4.70	0	0	155	0	0	24025	0.01	0.00004
	5.05	0	0	155	0	0	24025	0.01	0.00004

**D.2 Perlakua E0G6**

Perlakuan	H <sub>obst</sub>	E	G	T	E <sup>2</sup>	G <sup>2</sup>	t <sup>2</sup>	$\frac{1}{t}$	$\frac{1}{t^2}$
E0G6	0.10	0	60	30	0	3600	900	0.03	0.00111
	0.10	0	60	30	0	3600	900	0.03	0.00111
	0.39	0	60	40	0	3600	1600	0.03	0.00063
	0.42	0	60	40	0	3600	1600	0.03	0.00063
	1.15	0	60	50	0	3600	2500	0.02	0.00040
	1.05	0	60	50	0	3600	2500	0.02	0.00040
	1.70	0	60	65	0	3600	4225	0.02	0.00024
	1.60	0	60	65	0	3600	4225	0.02	0.00024
	2.06	0	60	80	0	3600	6400	0.01	0.00016
	2.05	0	60	80	0	3600	6400	0.01	0.00016
	3.05	0	60	95	0	3600	9025	0.01	0.00011
	2.55	0	60	95	0	3600	9025	0.01	0.00011
	3.54	0	60	115	0	3600	13225	0.01	0.00008
	3.00	0	60	115	0	3600	13225	0.01	0.00008
	3.53	0	60	135	0	3600	18225	0.01	0.00005
	2.98	0	60	135	0	3600	18225	0.01	0.00005

3.40	0	60	155	0	3600	24025	0.01	0.00004
3.35	0	60	155	0	3600	24025	0.01	0.00004

### D.3 Perlakuan E0G12

Perlakuan	$H_{\text{obst}}$	E	G	t	$E^2$	$G^2$	$t^2$	$\frac{1}{t}$	$\frac{1}{t^2}$
E0G12	0.05	0	12	30	0	144	900	0.03	0.00111
	0.06	0	12	30	0	144	900	0.03	0.00111
	0.45	0	12	40	0	144	1600	0.03	0.00063
	0.40	0	12	40	0	144	1600	0.03	0.00063
	0.70	0	12	50	0	144	2500	0.02	0.00040
	0.79	0	12	50	0	144	2500	0.02	0.00040
	2.08	0	12	65	0	144	4225	0.02	0.00024
	2.05	0	12	65	0	144	4225	0.02	0.00024
	2.20	0	12	80	0	144	6400	0.01	0.00016
	2.15	0	12	80	0	144	6400	0.01	0.00016
	3.18	0	12	95	0	144	9025	0.01	0.00011
	2.85	0	12	95	0	144	9025	0.01	0.00011
	3.30	0	12	115	0	144	13225	0.01	0.00008
	3.25	0	12	115	0	144	13225	0.01	0.00008
	3.50	0	12	135	0	144	18225	0.01	0.00005
	3.47	0	12	135	0	144	18225	0.01	0.00005
3.55	0	12	155	0	144	24025	0.01	0.00004	
3.52	0	12	155	0	144	24025	0.01	0.00004	

### D.4 Perlakuan E1G0

Perlakuan	$H_{\text{obst}}$	E	G	t	$E^2$	$G^2$	$t^2$	$\frac{1}{t}$	$\frac{1}{t^2}$
E1G0	0.15	100	0	30	10000	0	900	0.03	0.00111
	0.15	100	0	30	10000	0	900	0.03	0.00111
	0.22	100	0	40	10000	0	1600	0.03	0.00063
	0.22	100	0	40	10000	0	1600	0.03	0.00063
	0.65	100	0	50	10000	0	2500	0.02	0.00040
	0.80	100	0	50	10000	0	2500	0.02	0.00040
	2.40	100	0	65	10000	0	4225	0.02	0.00024
	2.30	100	0	65	10000	0	4225	0.02	0.00024
	3.35	100	0	80	10000	0	6400	0.01	0.00016
	3.20	100	0	80	10000	0	6400	0.01	0.00016
	3.86	100	0	95	10000	0	9025	0.01	0.00011
	3.79	100	0	95	10000	0	9025	0.01	0.00011

4.30	100	0	115	10000	0	13225	0.01	0.00008
4.19	100	0	115	10000	0	13225	0.01	0.00008
4.43	100	0	135	10000	0	18225	0.01	0.00005
4.39	100	0	135	10000	0	18225	0.01	0.00005
4.58	100	0	155	10000	0	24025	0.01	0.00004
4.55	100	0	155	10000	0	24025	0.01	0.00004

**D.5 Perlakuan E1G6**

Perlakuan	$H_{\text{obst}}$	E	G	T	$E^2$	$G^2$	$t^2$	$\frac{1}{t}$	$\frac{1}{t^2}$
E1G6	0.15	100	60	30	10000	3600	900	0.03	0.00111
	0.15	100	60	30	10000	3600	900	0.03	0.00111
	0.28	100	60	40	10000	3600	1600	0.03	0.00063
	0.25	100	60	40	10000	3600	1600	0.03	0.00063
	0.75	100	60	50	10000	3600	2500	0.02	0.00040
	0.74	100	60	50	10000	3600	2500	0.02	0.00040
	2.25	100	60	65	10000	3600	4225	0.02	0.00024
	2.10	100	60	65	10000	3600	4225	0.02	0.00024
	2.91	100	60	80	10000	3600	6400	0.01	0.00016
	3.10	100	60	80	10000	3600	6400	0.01	0.00016
	3.02	100	60	95	10000	3600	9025	0.01	0.00011
	3.17	100	60	95	10000	3600	9025	0.01	0.00011
	3.08	100	60	115	10000	3600	13225	0.01	0.00008
	3.20	100	60	115	10000	3600	13225	0.01	0.00008
	3.40	100	60	135	10000	3600	18225	0.01	0.00005
	3.55	100	60	135	10000	3600	18225	0.01	0.00005
3.98	100	60	155	10000	3600	24025	0.01	0.00004	
3.85	100	60	155	10000	3600	24025	0.01	0.00004	

**D.7 Perlakuan E1G12**

Perlakuan	$H_{\text{obst}}$	E	G	T	$E^2$	$G^2$	$t^2$	$\frac{1}{t}$	$\frac{1}{t^2}$
E1G12	0.14	100	120	30	10000	14400	900	0.03	0.00111
	0.15	100	120	30	10000	14400	900	0.03	0.00111
	0.25	100	120	40	10000	14400	1600	0.03	0.00063
	0.55	100	120	40	10000	14400	1600	0.03	0.00063
	0.57	100	120	50	10000	14400	2500	0.02	0.00040
	1.12	100	120	50	10000	14400	2500	0.02	0.00040
	1.05	100	120	65	10000	14400	4225	0.02	0.00024
	1.88	100	120	65	10000	14400	4225	0.02	0.00024

1.60	100	120	80	10000	14400	6400	0.01	0.00016
2.28	100	120	80	10000	14400	6400	0.01	0.00016
2.26	100	120	95	10000	14400	9025	0.01	0.00011
2.48	100	120	95	10000	14400	9025	0.01	0.00011
2.57	100	120	115	10000	14400	13225	0.01	0.00008
2.50	100	120	115	10000	14400	13225	0.01	0.00008
2.62	100	120	135	10000	14400	18225	0.01	0.00005
2.72	100	120	135	10000	14400	18225	0.01	0.00005
2.69	100	120	155	10000	14400	24025	0.01	0.00004
2.70	100	120	155	10000	14400	24025	0.01	0.00004

#### D.7 Perlakuan E2G0

Perlakuan	$H_{\text{obst}}$	E	G	t	$E^2$	$G^2$	$t^2$	$\frac{1}{t}$	$\frac{1}{t^2}$
E2G0	0.15	200	0	30	40000	0	900	0.03	0.00111
	0.13	200	0	30	40000	0	900	0.03	0.00111
	0.30	200	0	40	40000	0	1600	0.03	0.00063
	0.33	200	0	40	40000	0	1600	0.03	0.00063
	1.05	200	0	50	40000	0	2500	0.02	0.00040
	0.95	200	0	50	40000	0	2500	0.02	0.00040
	2.21	200	0	65	40000	0	4225	0.02	0.00024
	2.29	200	0	65	40000	0	4225	0.02	0.00024
	2.70	200	0	80	40000	0	6400	0.01	0.00016
	3.05	200	0	80	40000	0	6400	0.01	0.00016
	3.25	200	0	95	40000	0	9025	0.01	0.00011
	3.34	200	0	95	40000	0	9025	0.01	0.00011
	3.50	200	0	115	40000	0	13225	0.01	0.00008
	3.65	200	0	115	40000	0	13225	0.01	0.00008
	3.79	200	0	135	40000	0	18225	0.01	0.00005
	3.76	200	0	135	40000	0	18225	0.01	0.00005
	3.90	200	0	155	40000	0	24025	0.01	0.00004
3.97	200	0	155	40000	0	24025	0.01	0.00004	

#### D.8 Perlakuan E2G6

Perlakuan	$H_{\text{obst}}$	E	G	t	$E^2$	$G^2$	$t^2$	$\frac{1}{t}$	$\frac{1}{t^2}$
E2G6	0.11	200	60	30	40000	3600	900	0.03	0.00111
	0.10	200	60	30	40000	3600	900	0.03	0.00111
	0.22	200	60	40	40000	3600	1600	0.03	0.00063
	0.23	200	60	40	40000	3600	1600	0.03	0.00063

0.66	200	60	50	40000	3600	2500	0.02	0.00040
0.66	200	60	50	40000	3600	2500	0.02	0.00040
1.63	200	60	65	40000	3600	4225	0.02	0.00024
2.18	200	60	65	40000	3600	4225	0.02	0.00024
2.05	200	60	80	40000	3600	6400	0.01	0.00016
2.05	200	60	80	40000	3600	6400	0.01	0.00016
2.55	200	60	95	40000	3600	9025	0.01	0.00011
2.40	200	60	95	40000	3600	9025	0.01	0.00011
2.85	200	60	115	40000	3600	13225	0.01	0.00008
2.55	200	60	115	40000	3600	13225	0.01	0.00008
2.89	200	60	135	40000	3600	18225	0.01	0.00005
2.70	200	60	135	40000	3600	18225	0.01	0.00005
3.05	200	60	155	40000	3600	24025	0.01	0.00004
3.00	200	60	155	40000	3600	24025	0.01	0.00004

#### D.9 Perlakuan E2G12

Perlakuan	$H_{\text{obst}}$	E	G	T	$E^2$	$G^2$	$t^2$	$\frac{1}{t}$	$\frac{1}{t^2}$
E2G12	0.10	200	120	30	40000	14400	900	0.03	0.00111
	0.11	200	120	30	40000	14400	900	0.03	0.00111
	0.24	200	120	40	40000	14400	1600	0.03	0.00063
	0.28	200	120	40	40000	14400	1600	0.03	0.00063
	0.76	200	120	50	40000	14400	2500	0.02	0.00040
	0.77	200	120	50	40000	14400	2500	0.02	0.00040
	1.63	200	120	65	40000	14400	4225	0.02	0.00024
	2.18	200	120	65	40000	14400	4225	0.02	0.00024
	2.15	200	120	80	40000	14400	6400	0.01	0.00016
	2.25	200	120	80	40000	14400	6400	0.01	0.00016
	2.40	200	120	95	40000	14400	9025	0.01	0.00011
	2.57	200	120	95	40000	14400	9025	0.01	0.00011
	2.55	200	120	115	40000	14400	13225	0.01	0.00008
	2.60	200	120	115	40000	14400	13225	0.01	0.00008
	2.64	200	120	135	40000	14400	18225	0.01	0.00005
	2.65	200	120	135	40000	14400	18225	0.01	0.00005
2.67	200	120	155	40000	14400	24025	0.01	0.00004	
2.75	200	120	155	40000	14400	24025	0.01	0.00004	

**LAMPIRAN E.DATA H OBSERVASI DAN H ESTIMASI****E.1 Perlakuan E0G0**

Perlakuan	t (menit)	H <sub>obs</sub> (N)	H <sub>est</sub> (N)
E0G0	30	0.11	0.25
	40	0.49	0.60
	50	1.05	1.33
	65	1.95	2.31
	80	3.58	3.13
	95	3.69	3.80
	115	4.63	4.46
	135	4.74	4.84
	155	4.88	4.95

**E.2 Perlakuan E0G6**

Perlakuan	t (menit)	H <sub>obs</sub> (N)	H <sub>est</sub> (N)
E0G6	30	0.10	0.01
	40	0.41	0.53
	50	1.10	1.03
	65	1.65	1.68
	80	2.06	2.23
	95	2.80	2.67
	115	3.27	3.10
	135	3.26	3.33
	155	3.38	3.38

**E.3 Perlakuan E0G12**

Perlakuan	t (menit)	H <sub>obs</sub> (N)	H <sub>est</sub> (N)
E0G12	30	0.06	0.11
	40	0.43	0.48
	50	0.75	1.03
	65	2.07	1.75
	80	2.18	2.34
	95	3.02	2.81
	115	3.28	3.26
	135	3.49	3.48
	155	3.54	3.49

**E.4 Perlakuan E1G0**

Perlakuan	t (menit)	H <sub>obs</sub> (N)	H <sub>est</sub> (N)
E1G0	30	0.15	0.05
	40	0.22	0.33
	50	0.73	0.97
	65	2.35	2.05
	80	3.28	3.01
	95	3.83	3.77
	115	4.25	4.41
	135	4.41	4.61
	155	4.57	4.34

**E.5 Perlakuan E1G6**

Perlakuan	t (menit)	H <sub>obs</sub> (N)	H <sub>est</sub> (N)
E1G6	30	0.15	0.19
	40	0.27	0.77
	50	0.75	1.40
	65	2.18	2.08
	80	3.01	2.59
	95	3.10	3.00
	115	3.14	3.48
	135	3.48	3.91
	155	3.92	4.30

**E.6 Perlakuan E1G12**

Perlakuan	t (menit)	H <sub>obs</sub> (N)	H <sub>est</sub> (N)
E1G12	30	0.15	0.04
	40	0.40	0.51
	50	0.85	0.93
	65	1.47	1.48
	80	1.94	1.94
	95	2.37	2.29
	115	2.54	2.61
	135	2.67	2.76
	155	2.70	2.73



**E.7 Perlakuan E2G0**

Perlakuan	t (menit)	H <sub>obs</sub> (N)	H <sub>est</sub> (N)
E2G0	30	0.14	0.10
	40	0.32	0.59
	50	1.00	1.21
	65	2.25	2.03
	80	2.88	2.71
	95	3.30	3.24
	115	3.58	3.72
	135	3.78	3.94
	155	3.94	3.90

**E.8 Perlakuan E2G6**

Perlakuan	t (menit)	H <sub>obs</sub> (N)	H <sub>est</sub> (N)
E2G6	30	0.11	0.06
	40	0.23	0.45
	50	0.66	0.92
	65	1.19	1.54
	80	2.05	2.04
	95	2.48	2.44
	115	2.70	2.80
	135	2.80	2.97
	155	3.03	2.94

**E.9 Perlakuan E2G12**

Perlakuan	t (menit)	H <sub>obs</sub> (N)	H <sub>est</sub> (N)
E2G12	30	0.11	0.04
	40	0.26	0.50
	50	0.77	0.99
	65	1.91	1.61
	80	2.20	2.11
	95	2.49	2.48
	115	2.58	2.76
	135	2.65	2.82
	155	2.71	2.64

LAMPIRAN F. DOKUMENTASI PENELITIAN



(a) Proses pemasakan gel agar-agar



(b) Tepung agar-agar putih "Swallow"



(c) Pendinginan gel agar-agar



(d) Timbangan digital (0,001 gram)

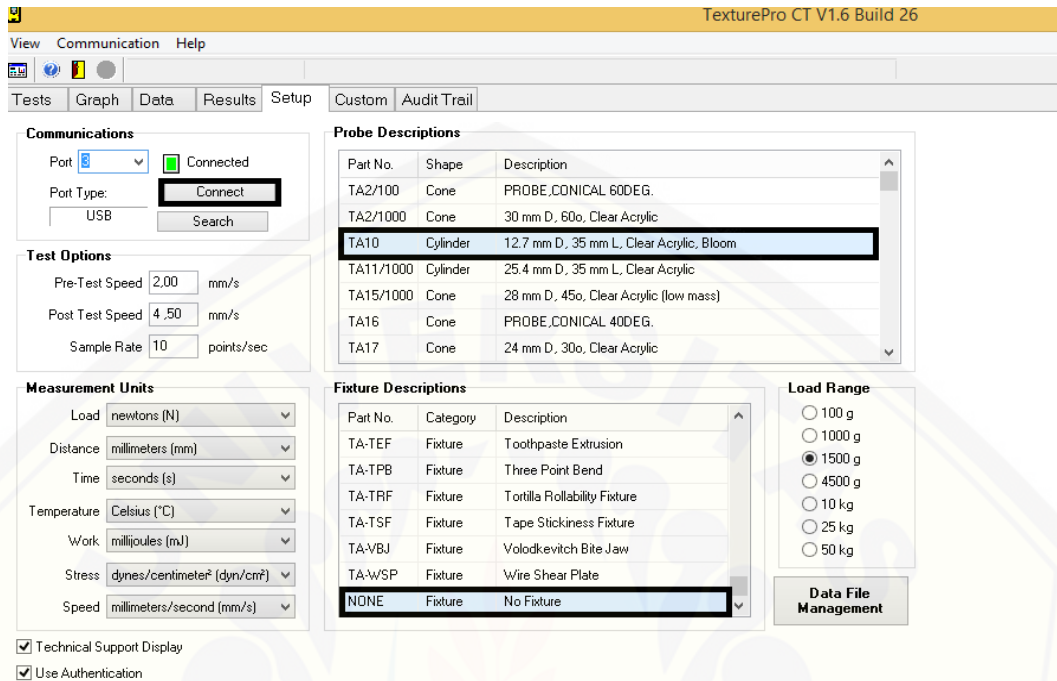


(e) Gula pasir putih "Gulaku"

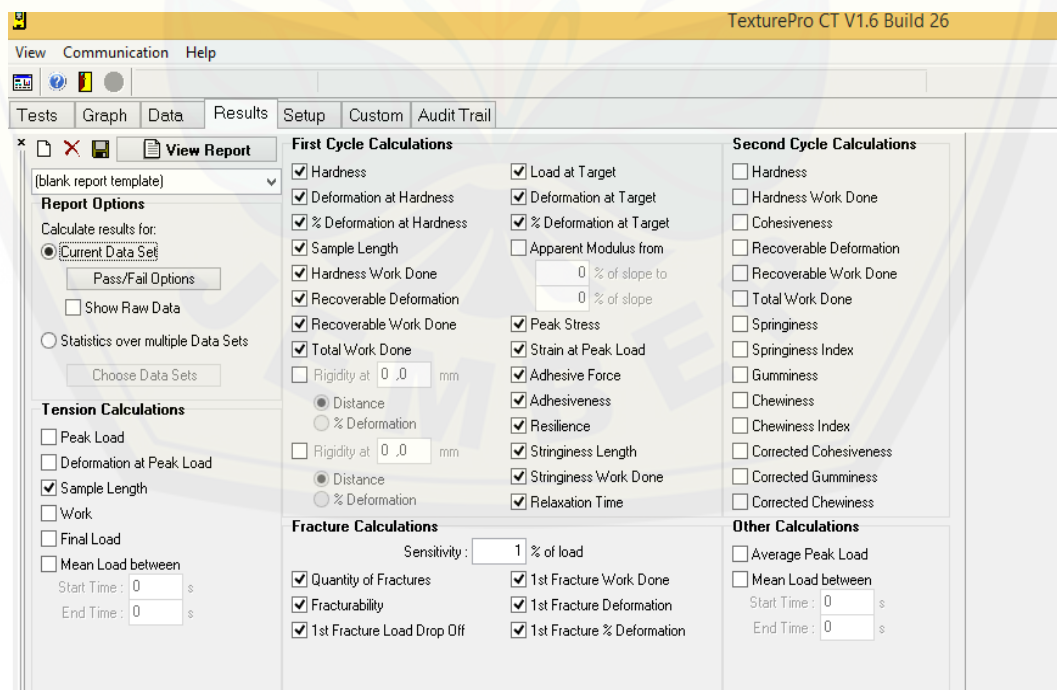


(f) Pengukuran kekuatan gel agar-agar

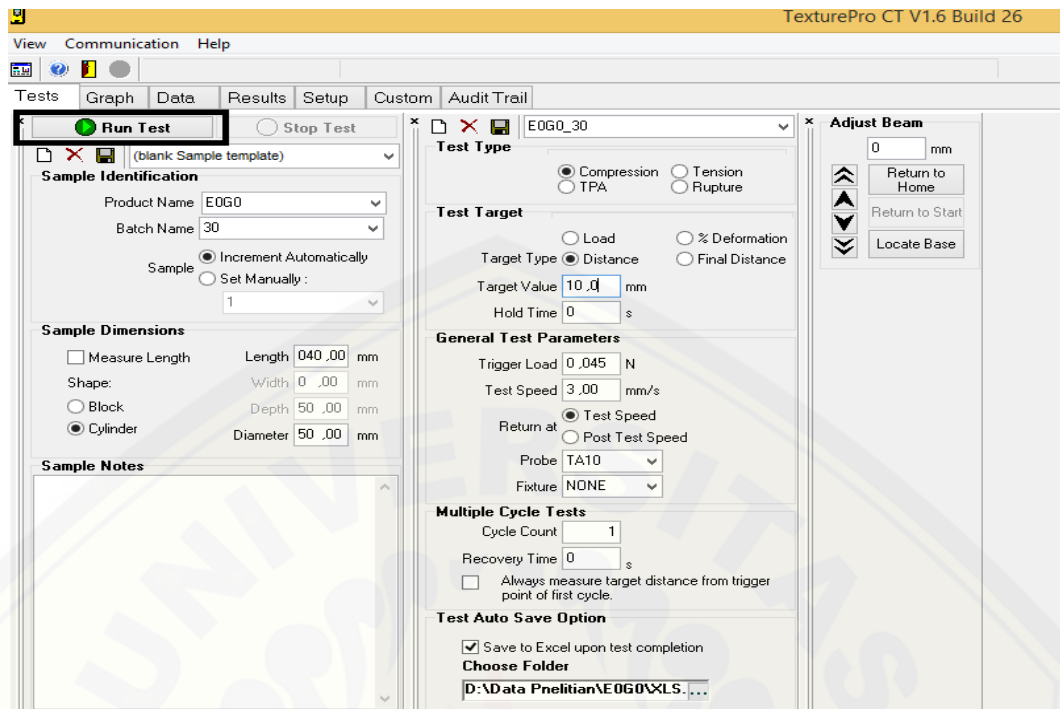
**LAMPIRAN G. PROSEDUR PENGGUNAAN *TEXTURE ANALYZER CT3 1500***



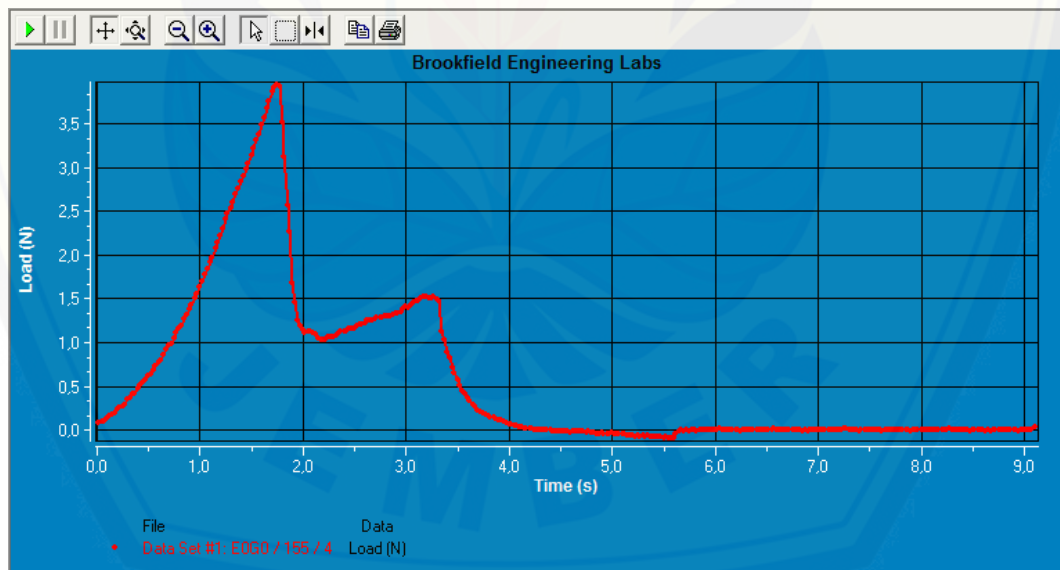
(a) Setup pada *Texturepro CT V1.6*



(b) Result pada *Texturepro CT V1.6*



(c) Test pada Texturepro CT V1.6



(d) Graph pada Texture Analyzer CT3.1500